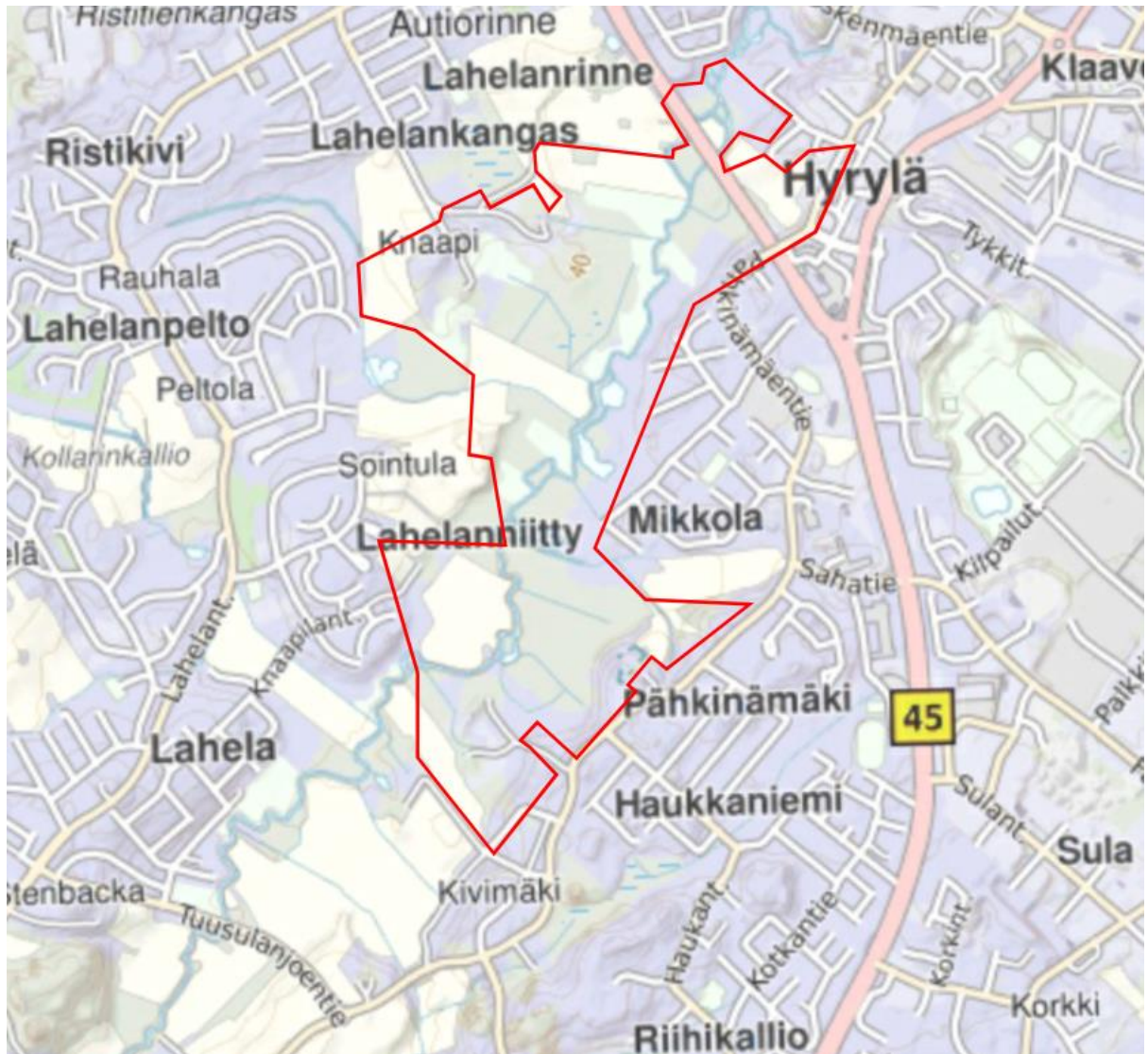


Päivämäärä
29.9.2023

TUUSULAN KUNTA

RAKENNETTAVUUSSELVITYS

LAHELANPELLON YLEISSUUNNITELMAN PÄIVITYS



TUUSULAN KUNTA
LAHELANPELLON YLEISSUUNNITELMAN PÄIVITYS

Päivämäärä **29.9.2023**
Laatijat **DI Marjo Karnaatti**
FM Riikka Mäyränpää (Pohjavesi)
Hyväksyjä **DI Minna Koistinen**

Viite **1510073053**

SISÄLLYSLUETTELO

1.	YLEISTÄ	1
2.	ALUEKUVAUS	3
2.1	Sijainti ja topografia	3
2.2	Pohjasuhteet	6
2.2.1	Yleiskuvaus	6
2.2.2	Tehdyt pohjatutkimukset	7
2.2.3	Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta	8
2.2.4	Happamat sulfaattimaat lyhyesti	10
2.2.5	Happamien sulfaattimaiden huomioiminen rakentamisessa	11
2.3	Pintavedet	12
2.4	Painuma ja stabiliteetti	12
3.	Pohjavesi	15
3.1	Tiivistelmä pohjavesiselvityksen tuloksista	15
3.1.1	Pohjaveden pinnankorkeus ja paineellisen pohjaveden alue suunnittelualueella	15
3.1.2	Lahelan vedenottamo	16
3.1.3	Vaikutusten arviointi	16
3.1.4	Pohjaveden huomioiminen alueen rakennettavuudessa	16
4.	Alueen rakennettavuus ja perustamistavat	18
4.1	Yleistä alueen rakennettavuudesta	18
4.2	Rakennusten perustamistavat	20
4.3	Suunnittelun koulun perustaminen	22
4.4	Piha- ja liikennealueiden perustaminen	23
4.5	Maaleikkaus ja pengerrys	24
4.6	Kunnallistekniikka	24
4.7	Kaivannot	25
4.8	Työmaanosturit	26
4.9	Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus	26
5.	Yhteenveto	27
6.	Lähteet	28

PIIRUSTUKSET

1	Tutkimuskartta	1:3000
2	Pehmeän maakerroksen alapinnan tasokäyrästä	1:3000
3	Kairausten päättymistasokäyrästä, tiivis pinta	1:3000
4–25	Leikkauspiirustukset A-A...V-V	1:1000/1:100

LIITTEET

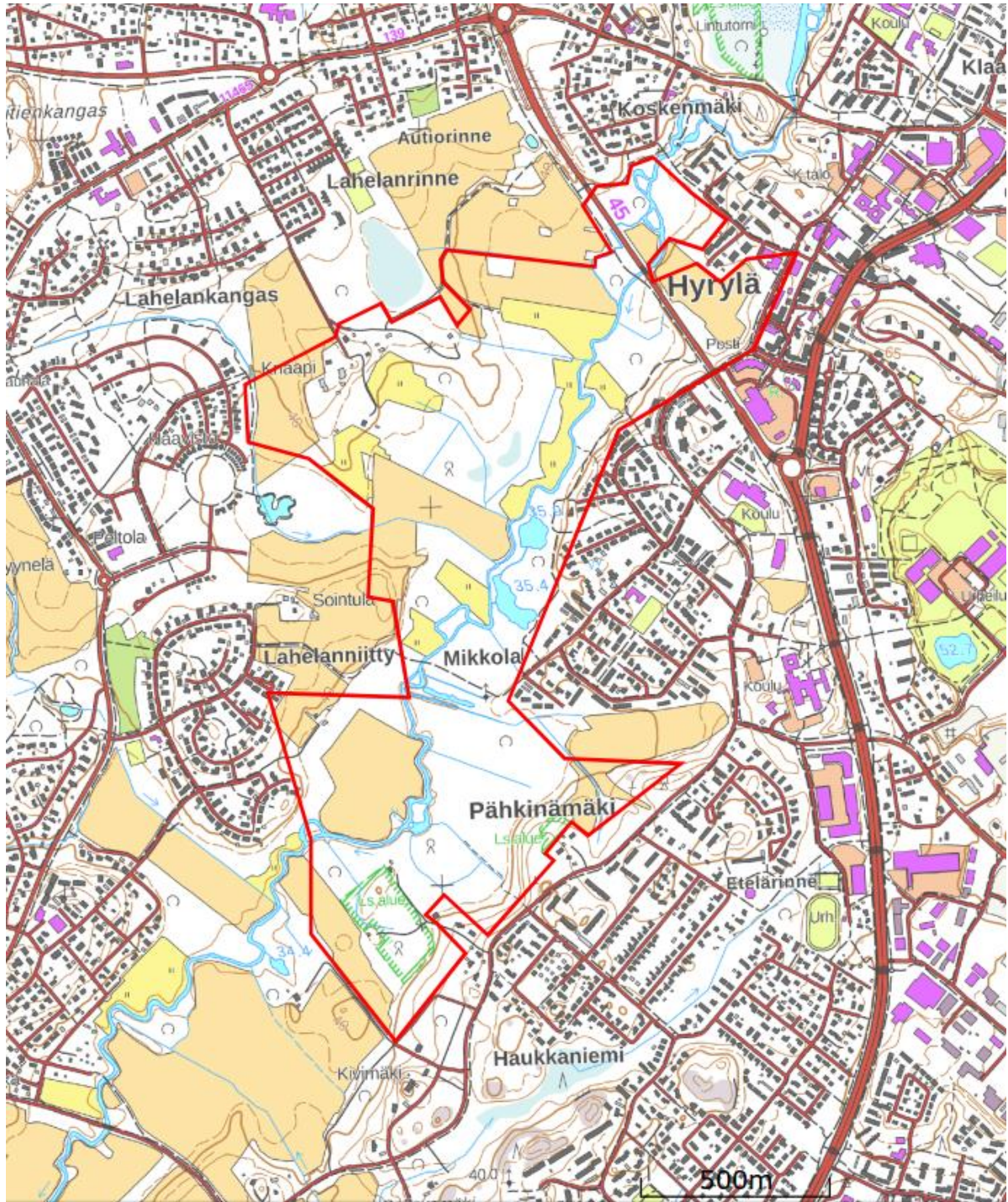
Liite 1	Maanäytteiden laboratoriotutkimustulokset
Liite 2	Painumalaskennat
Liite 3	Stabiliteetilaskennat

1. YLEISTÄ

Tämä rakennettavuusselvitys on laadittu Lahelanpellon yleissuunnitelman päivityksen yhteydessä. Tämän rakennettavuusselvityksen kohteena on Lahelanpellon kaava-alue, joka sijaitsee Tuusulan kunnassa, Lahelan alueella. Kohdealue sijoittuu Lahelantien, Hämeentien ja Tuusulanväylän väliselle alueelle, joka on nykytilassa pääosin maa- ja metsätalousaluetta. Yleissuunnitelman reuna-alueilla sijaitsevat rakennetut alueet ja alueet, joille on jo aikaisemmin laadittu rakennettavuusselvitys, on rajattu tämän rakennettavuusselvityksen ulkopuolelle. Alueen sijaintikartta on esitetty kuvassa 1 sekä raportin kansikuvassa.

Lahelanpellon alueelle tullaan kaavoittamaan uusia pientaloalueita, kerrostaloalueita, koulurakennus ja kokoojakatuja. Kaavoitusprosessi on vielä alkuvaiheessa eikä sitä ole vielä virallisesti käynnistetty Lahelan monitoimikampuksen (Lahelan koulun ja päiväkodin) asemakaavaa lukuun ottamatta. Kaavoitettavan alueen pinta-ala on noin 2,6 km², josta pääsääntöisesti luoteis- ja eteläosissa on olemassa olevaa tie-/katualueita ja asutusaluetta.

Tämä rakennettavuusselvitys on laadittu asemakaavoituksen tueksi, painopisteenä selvittää rakennettavuus talonrakennuksen ja kunnallistekniikan rakentamisen kannalta. Selvitystä varten on alueella tehty uusia paino- ja siipikairauksia ja otettu maanäytteitä sekä asennettu pohjavesiputkia. Rakennettavuusselvitys on tehty Tuusulan kunnan Kasvu- ja ympäristö, yhdyskuntatekniikka - toimialan toimeksiannosta. Kunnan yhteyshenkilönä on toiminut yhdyskuntatekniikan päällikkö Petri Juhola. Työstä ovat Rambollissa vastanneet Minna Koistinen ja Marjo Karnaatti.



Kuva 1 Alueen maastokartta ja rakennettavuusselvitysalueen rajaus punaisella (Maanmittauslaitos (MML), Paikkatietoikkuna, Maastokartta-aineisto 2.5.2023)

2. ALUEKUVAUS

2.1 Sijainti ja topografia

Alue rajautuu pääasiassa rakennettuihin alueisiin, lukuun ottamatta alueen eteläosaa, jossa alue rajautuu Kivisiruntiehen. Lännessä lähimmät rakennetut alueet ovat Haavisto, pohjoisessa Lahelanrinne ja Koskenmäki, idässä Hyrylä ja Mikkola sekä etelässä Lahelanniitty ja Haukkaniemi. Selvitysalueen ympärillä olevat alueet on rakennettu varsin tiiviisti.

Alueen halki kulkee Tuusulanjoki. Selvityksen kohteena oleva alue on nykytilassa pääosin peltoaluetta, joka on laajalti viljelykäytössä (Kuva 2, Kuva 3). Suunnilleen alueen keski- ja eteläosassa on metsäistä aluetta. Selvitysalueella on harvakseltaan rakennettuja kiinteistöjä, pääasiassa alueen luoteis-/pohjoisosassa. Alueella on useita oja. Lisäksi alueen itäosassa Hyrylän ja Mikkolan alueella on kosteikkoja.

Topografialtaan selvitysalue on melko vaihtelevaa siten, että maanpinnan taso vaihtelee pääosin tasovälillä noin +35...+47. Maasto laskee kohti Tuusulanjokea ja kohti etelää. Korkeimmillaan, tasolla +50...+57, maasto on alueen pohjoisosassa Hyrylässä ja alueen kaakkoiskulmassa Pähkinämäellä, joissa maanpinnan taso nousee jyrkästi kohti asuinalueita.

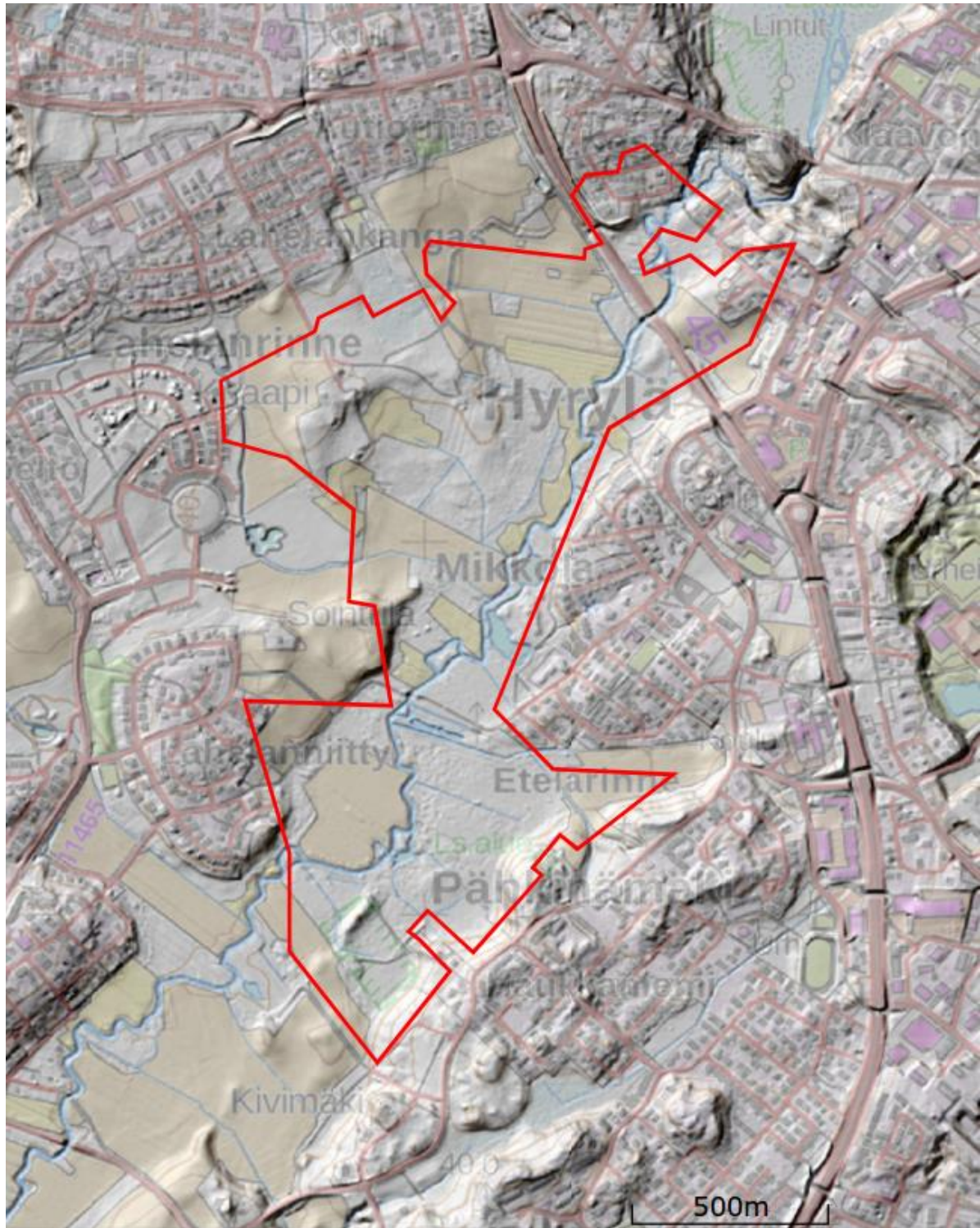
Alueen topografia on havainnollistettu kuvassa 4.



Kuva 2 Lahelanpelto III:n alue on nykytilassa laajalti viljelykäytössä olevaa aluetta. Kuva on otettu alueen luoteis-pohjoisosasta Lähteentieltä kohti etelää. Kuva: Matti Karhu 13.10.2022.



Kuva 3 Lahelanpelto III:n alue on nykytilassa laajalti viljelykäytössä olevaa aluetta. Kuva on otettu alueen länsiosasta Haaviston alueen hulevesialtaan läheisyydestä kohti koillista. Kuva: Lotta Mattila 4.10.2022.



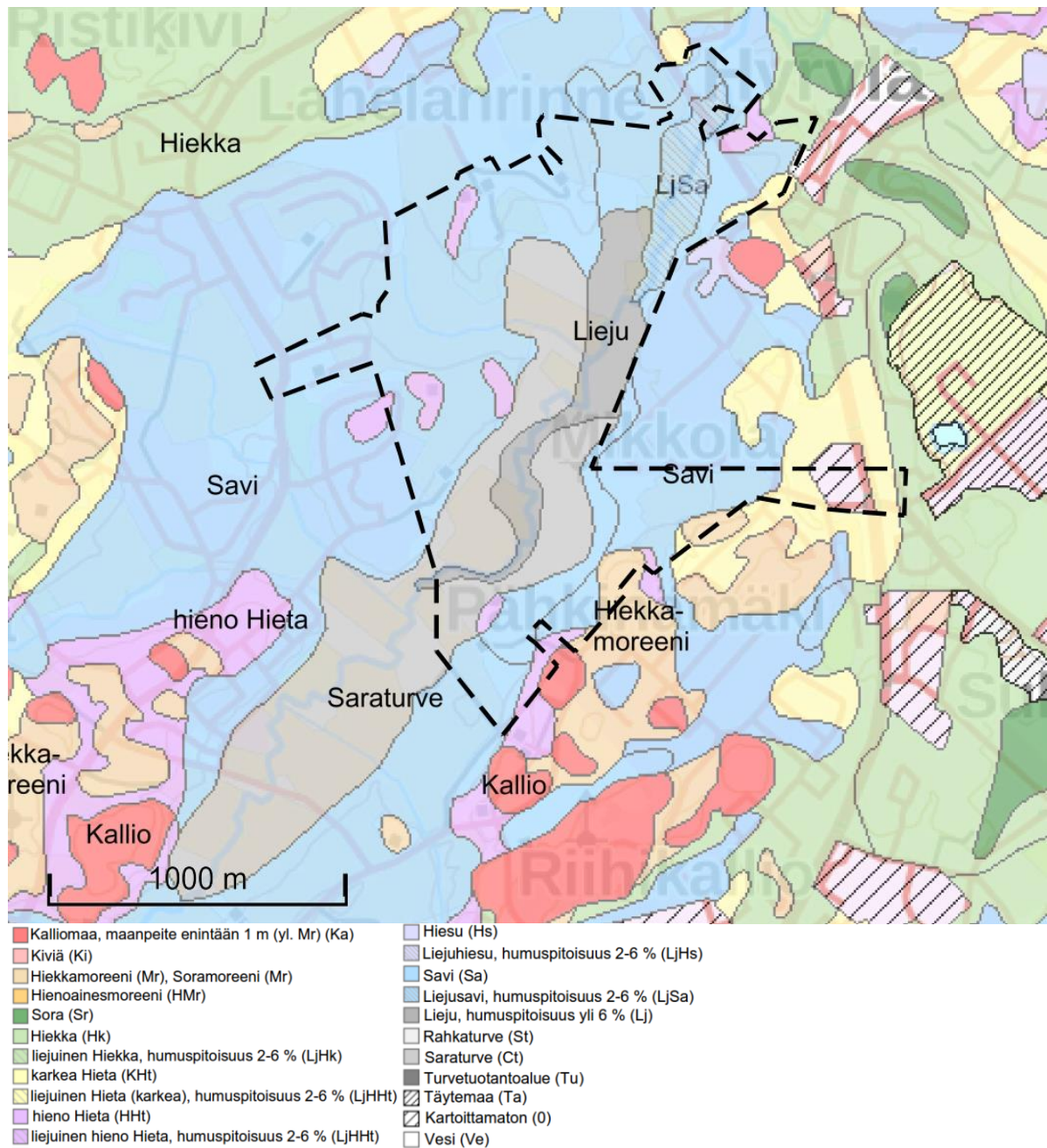
Kuva 4 Alueen topografia Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineiston perusteella. Rakennettavuusselvitysalue on rajattu karttaan punaisella viivalla. Rakennettavuusselvitysalueen alavimmat alueet sijaitsevan Tuusulanjoen läheisyydessä ja korkeimmat alueet rakennettavuusselvitysalueen reunoilla. (MML, Paikkatietoikkuna, Maastokartta- ja Rinnevarjostus-aineistot, 2.5.2023)

2.2 Pohjasuhteet

2.2.1 Yleiskuvaus

Selvityksen kohteena oleva alue on lähes kauttaaltaan savista ja/tai silttistä aluetta. Aivan alueen itäosassa maaston topografia nousee jyrkästi kallioisina alueina, ja alueen keskellä sijaitsevan Tuusulanjoen läheisyydessä pohjamaa on hyvin pehmeää, ja maalaji on pääasiallisesti turvetta ja savaa.

Maaperäolosuhteet yleisellä tasolla on havainnollistettu kuvassa 5 olevassa maaperäkartassa.



**Kuva 5 Alueen maaperäkartta. Rakennettavuusselvitysalue on rajattu karttaan katkoviivalla. (MML, Paik-
katiotoikkuna, Maaperä 1:20 000 ja Maastokartta-aineistot, 24.4.2023).**

2.2.2 Tehdyt pohjatutkimukset

Tätä selvitystä varten Tuusulan kunta teetti pohjatutkimuksia loppusyksyllä 2022 ja alkuvuodesta 2023. Tutkimusalueen reunaosuuksilla ja ympärillä on tehty aiempia pohjatutkimuksia vuosien 1995–2012 aikana. Selvitykseen sisältyvien uusien pohjatutkimuspisteiden sijainnit suunniteltiin kattamaan noin 100 m * 200 m ruudukon verkosto. Rakentamisvaiheessa alueelle tulee tehdä tarkentavia lisätutkimuksia suunniteltujen rakennusten, katujen ja kunnallistekniikan sijainteihin.

Vuosien 2022 ja 2023 tutkimuksissa tehtiin painokairauksia 77 tutkimuspisteessä. Kaikki kairaukset on ulotettu tiiviiseen maakerrokseen, lohkareeseen tai kallioon. Kalliovarmistuksia ei tehty, joten kalliopinnan tasosta ei ole tarkkaa tietoa. Painokairausten yhteydessä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä 12 pisteestä, kolme näytettä/tutkimuspiste eri syvyyksiltä, yhteensä 36 näytettä. Maateknikka Oy:n laboratorioissa kaikista maanäytteistä on määritetty vesipitoisuus ja maalaji silmä määräisesti. Rakeisuusmääritykset tehtiin näistä 10 näytteelle.

Alueella tehtiin siipikairaus viidessä tutkimuspisteessä, joista otettiin myös häiriintyneitä näytteitä ao. taulukon mukaisesti. Häiriintymättömiä näytteitä ei saatu otettua pohjamaan silttisyiden ja suuren vesipitoisuuden vuoksi.

Taulukko 1 Siipikairausten kairaustasot ja otettavien näytteiden lukumäärät.

Piste	Siipikairaustasot (m)	Näytteenottotasot (m)	Häirityt näytteet (kpl)
P011	1, 2, 3, 4	4, 5, 6, 8	4
P012	2, 3, 4, 5, 6, 8	2, 3, 4, 5, 6, 8	6
P031	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10	1, 2, 3, 4, 6, 8, 10	7
P039	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10	4, 5, 6, 7, 8, 10	6
P053	4, 5, 6, 8, 9, 10	4, 5, 6, 8, 9, 10	6

Pohjavesiputkia asennettiin maaliskuussa 2023 viiteen pisteeseen ao. taulukon mukaisesti. Kaksi pohjavesiputkista sijaitsee tutkimusalueen ulkopuolella. Lisäksi aiemmin alueelle tai sen läheisyyteen asennetuista pohjavesiputkista (3 kpl) mitattiin vedenpinnan korkeus.

Taulukko 2 Pohjatutkimusten yhteydessä asennettujen pohjavesiputkien koordinaatit.

Pohjavesiputki	Koordinaatit	
P076	6698816.069	25500083.319
P077	6698823.085	25500429.377
P078	6698068.547	25500257.103
P079	6697494.640	25500395.345
P080	6697367.949	25499853.227
P081	6696969.787	25500186.499

Taulukko 3 Aiemmin asennettujen pohjavesiputkien tunnuksat ja koordinaatit.

Vanha pohjavesiputki	Koordinaatit		Huom.
215	6698772.23	25500418.80	tuhottu
102B	6698613.17	25499879.35	mitattu
GT5_05	6698449.33	25500217.99	mitattu
233	6698439.99	25500284.06	ei pääsyä
11804	6698308.00	25499734.00	mitattu
11358	6698118.00	25499707.00	tuhoutunut
110	6697991.24	25499611.91	tuhoutunut

Tutkimuspisteet ja mitatut pohjavesipinnat on esitetty pohjatutkimuskartalla, piirustus 1. Saven päättymistasokäyrästä on esitetty piirustuksessa 2 ja kairausten päättymistasokäyrästä piirustuksessa 3. Pohjatutkimusleikkaukset on esitetty piirustuksissa 4-25.

2.2.3 Pohjatutkimuksiin perustuva maaperätulkinta

Maanäytteiden laboratoriotutkimusten tulokset ja rakeisuuskäyrät on esitetty selvityksen liitteessä 1.

Painokairaukset ovat päättyneet kiviseen moreenikerrokseen tai kallioon noin 7,5...42 m (pisteet P074 ja P056) syvyydessä maanpinnasta, eli tasolla noin +30,5...-6,4. Pehmeimmillään maakerrokset ovat pääsääntöisesti Tuusulanjoen läheisyydessä, noin 50...350 m etäisyydellä joen uomasta. Joen uoman läheisyydessä eteläosassa pehmeät maakerrokset ovat paksuimmillaan, yli 30 metriä. Muualla alueella maakerrosten paksuus vaihtelee 9...20 m välillä. Piirustuksessa 3 on esitetty kairauksen päättymistasokäyrästä. Käyrästä saa käsityksen tiiviin/kovan pohjan tasosta mutta se ei kuvaa kallionpintaa, sillä kalliovarmistuksia ei pohjatutkimuksissa tehty.

Selvitysalueen poikki pohjois-eteläsuunnassa kulkevan Tuusulanjoen läheisyydessä pohjamaa koostuu hyvin pehmeistä maakerroksista. Päällimmäisenä kerroksena, etenkin etelässä, on turvekerros. Tuusulanjoesta kauemmaksi siirryttäessä pohjamaa muuttuu savisemmaksi ja silttisemmäksi, ja osassa aluetta pehmeän savi-/silttikerroksen päälle on muodostunut 0,8...2,1 m paksu kuivakuorisavikerros. Kuivakuorisaven alla olevat pehmeämmät savi-/silttikerrokset (kairan vaapainuma) ovat yleisesti paksuudeltaan 2...12 m.

Pohjoisessa alueen itä- ja länsireunoilla on alueita, joissa savikerros on kauttaaltaan sitkeämpää, ilman erillistä kuivakuorikerrosta. Pohjamaa voi näillä alueilla koostua myös löyhästä silttisestä hiekasta tai savisista ja silttisistä kerroksista. Aivan alueen reunaosissa idässä ja lännessä esiintyy alueita, joissa maakerrokset koostuvat selkeästi joko hiekasta tai kovasta savesta/keskitiiviistä siltistä.

Pehmeän maakerroksen alapinnan taso vaihtelee selvitysalueella tasovälillä noin +3...+35. Pehmeän maakerroksen alapinnan tasokäyrästä on esitetty piirustuksessa 2.

Häirityille näytteille tehtyjen rakeisuusmääritysten perusteella aivan alueen pohjoisosassa (P006) on hiekkaa ja silttistä hiekkaa, ja tästä hieman etelämpänä alkaa yhtenäisempi savikerros (P011, P014 ja P028), jonka alla on hiekkaista silttiä. Länsi- ja itäosissa aluetta on pääasiassa savea ja savista silttiä (P001 ja P009). Alueen keskivaiheilla (P039) on savea ja savista silttiä sekä eteläosassa (P053, P055 ja P066) savea, (raaka)turvetta ja silttiä. Häirittyjä näytteitä otettiin pohjatutkimusten 1. vaiheessa 3 m syvyyteen saakka ja 2. vaiheessa siipikairauksen yhteydessä syvimmillään 10 m saakka (P031, P039, P053).

Painokairauksen yhteydessä otettujen häirittyjen näytteiden vesipitoisuudet vaihtelivat välillä noin 25...396 %. Suurimmat vesipitoisuudet määritettiin alueella Tuusulanjoen läheisyydestä otetuista näytteistä. Vesipitoisuudet olivat pienimpiä alueen reuna-alueilla. Siipikairauksen yhteydessä otettujen näytteiden vesipitoisuus vaihteli tavallisesti välillä noin 21...154 %. Tutkimuspisteen P031 1 m syvyydeltä otetun näytteen vesipitoisuus oli tätä suurempi, 1012,5 %, mikä johtuu siitä, että näyte oli turvetta.

Pohjamaan siipikairalla mitattu suljettu leikkauslujuus oli hyvin vaihtelevan suuruinen (Taulukko 4). Tutkimuspisteen P011 siipikairauspisteiden suljetut leikkauslujuudet olivat keskimääräisesti suurempia kuin muiden siipikairauspisteiden saadut suljetut leikkauslujuudet. Myös tästä pisteestä otettujen näytteiden vesipitoisuudet olivat pienempiä kuin muiden siipikairauspisteistä otettujen näytteiden. Näin ollen redusoitu leikkauslujuus on myös suurempi kuin muissa pisteissä. Pisteeseen P011 läheisyydessä pohjamaa on hiekkaisempaa kuin muissa siipikairauspisteissä. Muissa siipikairauspisteissä suljettu redusoinaton suljettu leikkauslujuus jäi alle 10 kN/m² noin 2...8 m syvyydellä. Tällä syvyydellä useimmissa tutkimuspisteissä pohjamaa on pääsääntöisesti savea tai savista silttiä, jonka alla alkavat silttisemmät tai hiekkaisemmat maakerrokset.

Taulukko 4 Siipikairalla mitattu suljetun leikkauslujuuden vaihteluväli tutkimuspisteittäin.

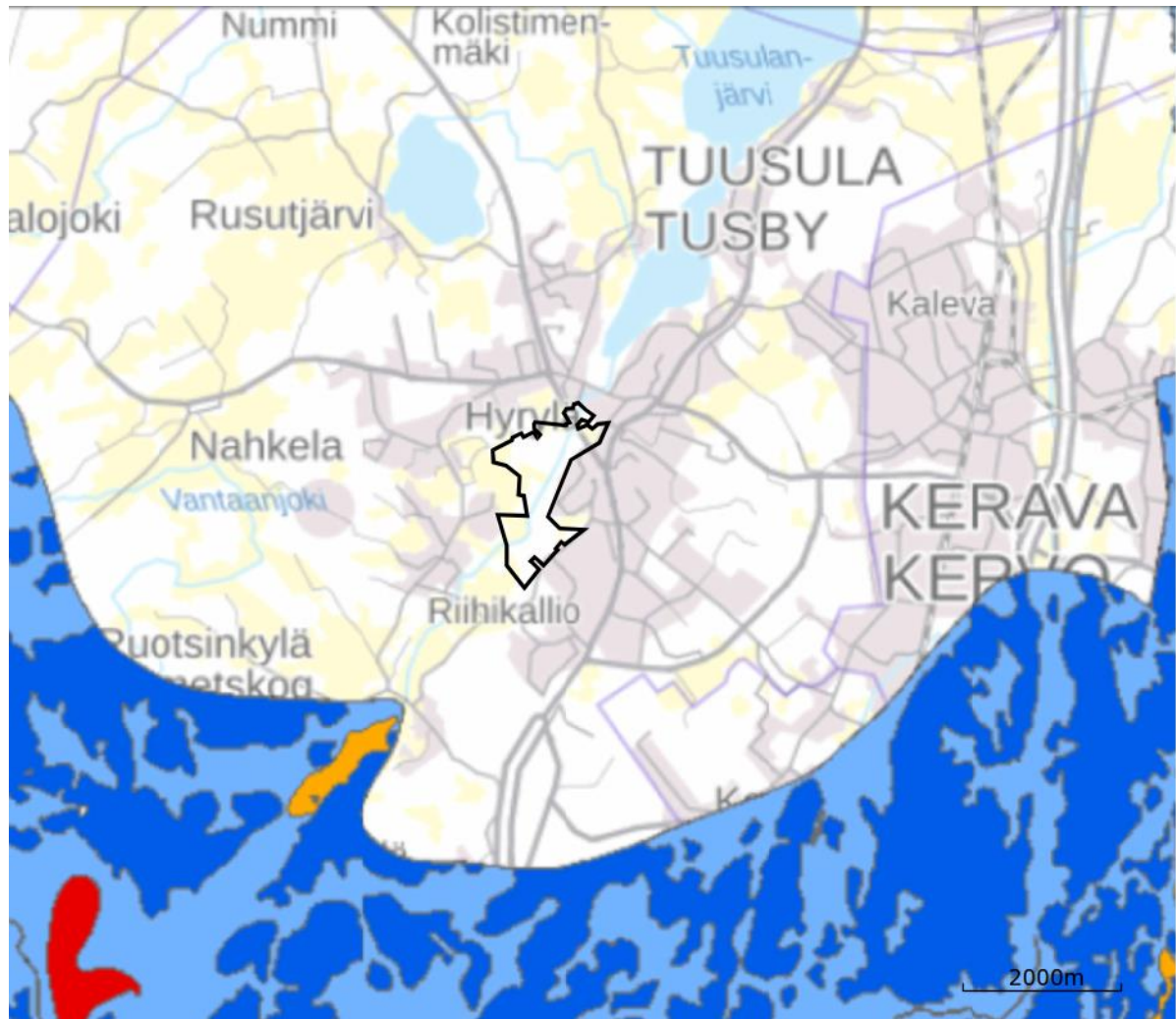
Piste	Suljettu leikkauslujuus, min...max (kN/m ²)	Redusoitu suljettu leikkauslujuus, min...max (kN/m ²)
P011	11...79	11...79
P012	7,3...20	4,9...20
P031	4,4...20	2,6...18
P039	3,8...23	2,2...18
P053	8,2...17	6,2...14

Rakennettavuusselvitysalueelta ei ole tiedossa pilaantuneita maa-alueita. Siipikairausten yhteydessä otetuissa näytteissä laboratoriotutkimuksissa havaittiin mahdollisia happamia sulfaattimaita neljässä eri tutkimuspisteessä syvyysvälillä 2...8 m (Taulukko 5).

Taulukko 5 Näytteet, joissa havaittiin mahdollisia happamia sulfaattimaita.

Piste	Näytteenottotasot (m)
P012	2, 3, 4
P031	2, 3, 4, 6, 8
P039	4, 5, 6
P053	4, 5, 6

Geologian tutkimuskeskuksen Happamat sulfaattimaat -aineistossa happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyyskartta rajautuu noin 2 km selvitysalueen eteläisestä rajasta (Kuva 6). Esiintymiskartassa selvitysalueella lähimmällä alueella happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys on pieni, kohtalainen ja hyvin pieni.



Esiintymisen todennäköisyys:

- Suuri
- Kohtalainen
- Pieni
- Hyvin pieni
- Karkearakeisia happamia kerrostumia

Kuva 6 Happamien sulfaattimaiden esiintymistodennäköisyys rakennettavuusselvitysalueen läheisyydessä (MML, Paikkatietoikkuna, Happamat sulfaattimaat-aineisto 2.5.2023). Rakennettavuusselvitysalue on rajattu karttaan mustalla viivalla.

2.2.4 Happamat sulfaattimaat lyhyesti

Happamilla sulfaattimailla tarkoitetaan maaperässä luontaisesti esiintyviä rikkiptoisia sedimenttejä, joista vapautuu hapettumisen seurauksena haitallisia määriä happamuutta maaperään ja vesistöihin. Happamoitumisen seurauksena liukenee maaperästä myös haitallisia metalleja, jotka kulkeutuvat edelleen vesistöihin. Kuivana ajanjaksona happamoitumisen seurauksena liuenneet happosulfaatit ja metallit pidättäytyvät maaperään. Sateiden tai sulamisvesien mukana sulfaattimaiden vedet huuhtoutuvat vesistöihin ja valumien pH voi olla alle 3. Herkimmät kalat voivat kuolla, jos vesistön pH laskee tason 5,5 alle.

Sulfidisedimentit ovat tyypillisesti liejuista silttiä tai savea ja esiintyvät rannikkoseudun alavilla mailla. Ne ovat usein väriltään mustia tai tumman harmaita. Paikoin rikkiä saattaa esiintyä kuitenkin haitallisia määriä myös karkeammissa maalajeissa kuten hiekassa ja hiekkaisessa siltissä. Maaperä määritellään happamaksi sulfaattimaaksi maastohavaintojen ja laboratorioanalyysien perusteella, mikäli vähintään yksi seuraavista kriteereistä täyttyy:

- pH < 4,0 mineraalimaassa tai liejussa sulfidien hapettumisen seurauksena; ja/tai
- näytteen pH inkubaation (hapettunut kosteana 9–19 viikkoa huoneenlämmössä) jälkeen on pH < 4,0

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

2.2.5 Happamien sulfaattimaiden huomioiminen rakentamisessa

Alueella on havaittu happamia sulfaattimaita, jotka tulee pyrkiä jättämään ennalleen ja vallitseviin luontaisiin olosuhteisiin, mikäli se on mahdollista. Alueilla, joilla esiintyy happamia sulfaattimaita, pohjaveden pinnan muutos voi merkittävästi lisätä maan hapettumista ja vaikutus voi olla maalaajista riippuen hyvin pitkäaikainen ja laaja-alainen.

Happamien sulfaattimaiden haittavaikutusten hallinta perustuu niiden hapettumisen minimointiin ja muodostuvan happamuuden neutralointiin. Sulfaattimaiden esiintyvyys vaikuttaa alueen rakentamiseen, kuten esim. kaivumaiden käsittelyyn, paalujen materiaaleihin ja käytettäviin sideaineisiin. Rakennussuunnittelussa tulee varmistaa käytettävien materiaalien soveltuvuus happamille sulfaattimaille.

Mikäli alueelle rakennetaan hulevesialtaita, altaiden pohja ei saa ulottua sulfidimaakerrokseen asti. Putkikaivannot suositellaan perustettavaksi sulfidipitoisten maiden yläpuolelle. Mikäli putkikaivanto joudutaan ulottamaan happamaan sulfaattimaamateriaaliin asti, tulee kaivantoon asentaa virtauskatkot HaSu-alueelle, jotka ulottuvat 0,5 m sulfidikerroksen yläpuolelle. Kaivantojen kuivanapito-vedet on käsiteltävä (neutraloiminen, suodatus) ja suunniteltava niiden johtaminen. Putkilinjoja perustettaessa happamille sulfaattimaille tulee putkimateriaalina käyttää muoviva (polyeteeni, PE) ja kiinnitystarvikkeissa ja toimilaitteissa happamia olosuhteita kestäviä materiaaleja, kuten hapon kestävä terästä (HST). Kaivojen materiaalina käytetään muovia (esim. polypropeeni, PP). (Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. et al., 2022)

Maaperän potentiaalinen happamuus tulee huomioida perustusrakenteiden materiaaleja valittaessa. Betonirakenteet tulee olla sulfaatinkestävästä betonista valmistettuja tai muuten happamia olosuhteita kestäviä. Lisäksi tulee huolehtia, ettei perustusrakenteet mahdollista pohjaveden purkautumista hallitsemattomasti alueelta, jolla esiintyy paineellista pohjavettä (kappale 3). (Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. et al., 2022)

Pilari- tai massastabilointi on yleinen pohjanvahvistustapa, jolla voidaan vaikuttaa myös käsiteltävän sulfaattimaan pH-tasoihin, sillä kaupalliset ja jättepohjaiset uusiosideaineet ovat emäksisiä. Stabiloinnin yhteydessä maaperän pH nousee emäksiseksi ja näin ollen stabiloidut kaivumassat ovat emäksisiä ja valmiiksi neutraloituja mahdollista kaivumassojen hyötykäyttöä varten. Käytettävät sideaineet on oltava sulfaattiresistantteja (SR-sementti). (Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. et al., 2022)

Happamien sulfaattimaiden väliaikaista läjitystä tai loppusijoitusta ei tulisi suunnitella lähelle herkkiä vesistöjä (etäisyysminimi 100 m). Kasalle varastoituna happamat sulfaattimaat alkavat hapettua. Sateen vaikutuksesta kasalta alkaa ajan kuluessa liukenemaan ja huuhtoutumaan hapanta metallipitoista valunnaa. Happaman valunnan muodostumista voidaan ehkäistä välivarastoinnin aikana ensisijaisesti peittämällä hapan sulfaattimaa happoa tuottamattomalla maa-aineskerroksella. Muita menetelmiä ovat välivarastoitavan happaman sulfaattimaan kalkitseminen läjittämisen yhteydessä tai välivarastointialueelta muodostuvien valumavesien kerääminen hallitusti yhteen ja varautumalla niiden neutralointiin tarvittaessa. Happamien sulfaattimaiden loppusijoitus voidaan toteuttaa peitettyinä joko erilliselle loppusijoitusalueelle (maankaatopaikka) tai vaihtoehtoisesti

happamia sulfaattimaita voidaan läjittää esimerkiksi meluvalleihin, joka voi vaatia ympäristöluvan. (Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. *et al.*, 2022)

Rakennussuunnitteluvaiheessa on tehtävä lisäselvityksiä happamien sulfaattimaiden esiintyvyydestä alueella. Rakentamisvaiheessa tulee tehdä läheisten vesistöjen laatumuutosten seuranta ja on oltava valmius reagoida ilmenneisiin laatumuutoksiin. (Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. *et al.*, 2022) Mikäli happamia sulfaattimaita havaitaan työn aikana esim. kaivantoja toteutettaessa, tulee asia huomioida myös kaivannon kuivanapitovesien käsittelyssä ja johtamisessa.

2.3 Pintavedet

Selvitysalueen läpi kulkee pohjois-eteläsuuntainen Tuusulanjoki. Lisäksi peltoalueella on lukuisia oja, jotka pääosin yhtyvät Tuusulanjokeen.

Lahelanpellon yleissuunnitelman päivityksen yhteydessä alueesta laadittiin tulva-alue selvitys, jossa määritettiin tulvaraja ja vettyvän alueen raja. Tulvarajat on esitetty tämän rakennettavuus selvityksen piirustuksessa 1. Tulva-alueelle ei suositella asuinrakentamista, mutta jos rakentamista tulee, alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m, eli +37,1...+37,8. Tulvaveden maksimikorkeus tulee huomioida myös nostemitoituksessa mm. kevennysrakenteissa.

2.4 Painuma ja stabiliteetti

Alueen tulevia korkeusasemia ei ole vielä määritetty. Kun maanpintaa korotetaan esimerkiksi 1 metrin paksuisella laaja-alaisella penkereellä, aiheutuu siitä noin 20 kN/m² tasainen kuormitus.

Painumia ja stabiliteettia tarkasteltiin leikkausten E-E, K-K ja O-O avulla. Pohjoisin leikkaus E-E sijaitsee vedenottamon ja suunnitellun Lahelanpellontien linjauksen läheisyydessä. Leikkaus K-K sijaitsee suunnitellun koulurakennuksen eteläisen sijainnin läheisyydessä. Eteläisin leikkaus O-O sijaitsee suunnitellun Lahelanorsi-tielinjauksen läheisyydessä. Painuma- ja stabiliteettilaskelmissa käytetyt maaparametrit on esitetty alla, Taulukko 6.

Taulukko 6 Painuma- ja stabiiliteettilaskelmissa käytetyt parametrit.

	Vesipitoisuus	Tilavuuspaino	Koheesio	reduointikerroin	Redusoitu leikkauslujuus	Kitkakulma	Moduuliluvut normaali- ja ylikonsolidoituneille alueille		Jännityksenormaalija ylikonsolidoituneille alueille	
	w [%]	γ [kN/m ³]	c [kPa]	-	c_{red} [kPa]	f_d	m_1	m_2	β_1	β_2
Leikkaus E-E										
Sa+Hm1	39	17	79	1	78,88	0	10	23	0,1	1
Sa+Hm2	40	15	11	1	10,99	0	10	22	0,1	1
saSi1	32	15	15	1	15,25	0	5	-	0,05	-
hkSi1	33	17	16	-	16	0	20	-	0,2	-
saSi2	36	15	20	1	20,3	0	15	-	0,2	-
hkSi2	25	17	0	-	-	24	20	-	0,3	-
hkSi3	22	17	0	-	-	25	60	-	0,3	-
Hk	-	17	0	-	-	32	150	-	0,5	-
hkSi4	-	19	0	-	-	30	130	-	0,3	-
Mr	-	20	0	-	-	36	300	-	0,5	-
Leikkaus K-K										
Kk-Sa	30	17	-	-	50	-	20	35	0,3	1
Sa+Hm	94	14	9,8	0,7	7	-	7	25	0,1	-
saSi1	140	13	4,1 ^a	0,57	2	-	4	-	0,03	-
saSi2	90	14	6,4 ^a	0,70	4,5	-	7	-	0,1	-
saSi3	110	14	10,2	0,64	6,5	-	6	-	0,03	-
laSa	70	15	16,7 ^a	0,75	14	-	12	-	0,05	-
hkSi	50	20	19,2	0,93	17	-	20	-	0,3	-
Hk	-	17	-	-	-	32	150	-	0,3	-
Mr	-	20	-	-	-	36	300	-	0,5	-
Leikkaus O-O										
Kk-Sa	30	17	-	-	50	-	20	35	0,3	1
RTv+Sa	274	11	8,2	0,8	7	-	1,5	-	0,05	-
saSi1/laSa	90	14,5	8,9 ^a	0,8	7	-	8	-	0,1	-
saSi2	120	13	9,5 ^a	0,6	6	-	5	-	0,05	-
saSi3/laSa	75	15	16,7	0,8	13	-	10	-	0,2	-
Hk1	50	17	-	-	-	32	130	-	0,5	-
Hk2	-	18	-	-	1	32	150	-	0,5	-
Mr	-	20	-	-	-	36	300	-	0,5	-

Painumalaskelmat tehtiin GeoCalc-ohjelmalla, versiolla 5.1. Painumat laskettiin tangenttimoduuli- ja vesipitoisuusmenetelmillä (Ohde-Janbu ja Helenelund). Laskentaparametrit määritettiin leikkausten lähimpien kairausten yhteydessä otettujen näytteiden laboratoriotulosten sekä kirjallisuuden perusteella (Eurokoodin soveltamisohje Geotekninen suunnittelu – NCCI 7, Väyläviraston ohjeita 14/2023). Painumalaskelmat tehtiin 1 metrin pengerkorkeudella, mikä vastaa noin 20 kPa kuormaa.

Ohjeelliset painuma-arviot on esitetty alla, Taulukko 7. Painumalaskennan laskentatulokset on esitetty raportin liitteessä 2. Painuman suuruuteen vaikuttavat pehmeiden maakerrosten paksuus ja maalajien ominaisuudet. Tangenttimoduulimenetelmällä painuma-arviot ovat suurempia kuin vesipitoisuusmenetelmällä saadut.

Suurimmillaan painumat ovat alueella V paksujen ja vesipitoisten maakerrosten vuoksi, mutta myös alueella III, joissa havaittiin kuivakuorikerroksen alla pehmeitä maakerroksia, painumat voivat olla suuria. Alueilla I ja II painumien arvioidaan olevan pienimmillään.

Taulukko 7 Pohjamaan arvioidut painumat tangenttimoduulimenetelmällä

Leikkaus	Laskentamenetelmä	Alue				
		I	II	III	IV	V
		Kokonaispainuma-arviot [mm]				
E-E	Tangenttimoduuli	-	-	100...300	300...600	600...970
	Vesipitoisuus	-	-	50...150	150...250	250...320
K-K	Tangenttimoduuli	-	-	200...400	400...750	750...2500
	Vesipitoisuus	-	-	0...200	200...600	600...1500
O-O	Tangenttimoduuli	0...50	50...250	250...1000	1000...2200	2200...4000
	Vesipitoisuus	0...50	100...200	200...500	500...1500	1500...2200

Stabiliteetilaskelmat tehtiin Rockscience Slide2 liukupintaohjelmalla, versio 9.022. Laskennoissa käytettiin ympyrän muotoista liukupintaa hilalaskennalla. Hilan alueelta ohjelma arvioi vaarallisimman liukupinnan. Laskentamenetelmänä oli Janbun yksinkertaistettu menetelmä. Laskentatulosteet ovat raportin liitteessä 3.

Alustavissa laskelmissa saadut varmuudet maapohjan sortumista vastaan on esitetty alla, Taulukko 8. Laskelmissa on täyttöpengereseen (1...3 m) lisäksi otettu huomioon liikennekuorma 10 kPa pengereen päällä. 1 metrin paksuinen täyttöpenger vastaa noin 20 kPa kuormaa.

Alustavien laskelmien mukaan jo alle 1 m täyttökorkeuksilla alueilla IV ja V voi syntyä stabiliteettiongelmia, joihin täytyy varautua esimerkiksi pohjanvahvistuksella tai massanvaihdolla. Alueilla, joilla pohjamaoreenin päällä on tiiviitä maakerroksia (Alue I) stabiliteetti liukupintasortumaa vastaan on riittävä korkeammillakin (1...3 m) täytöillä. Toteutussuunnittelu-/rakentamisvaiheessa tulee paksujen toispuoleisten täyttöjen (täyttöjen reuna-alueiden) ja syvien kaivantojen stabiliteetti tarkastella tapauskohtaisesti.

Stabiliteettia heikentävät mm. kuorman suuruuden kasvattaminen, pohjamaan pehmeät ja löyhät maakerrokset ja rinteeseen rakentaminen. Mikäli tiiviiden maakerrosten päällä on pehmeä tai löyhä maakerros, liukupintasortuma voi kulkea tätä heikkoa kerrosta pitkin, joten massanvaihdon tai stabiloinnin tarve on syytä selvittää esimerkiksi alueella II.

Taulukko 8 Varmuudet maapohjan sortumista vastaan eri täyttöpaksuuksilla.

	Pengerkorkeus											
	1 m				2 m				3 m			
Rakennettavuus-alueet	I	III	IV	V	I	III	IV	V	I	III	IV	V
Leikkaus												
E-E	-	3,7 ^a	-	3,9	-	2,4	-	2,0 ^a	-	1,9 ^a	-	1,4 ^a
K-K	-	-	0,8 ^a	0,6 ^a	-	-	0,6	0,3	-	-	0,3	0,4
O-O	5,0 ^a	-	1,7 ^a	1,2 ^a	3,4 ^a	-	1,1 ^a	0,7	2,5 ^a	-	0,6	0,8

^a Laskentatuloste liitteessä 3.

3. POHJAVESI

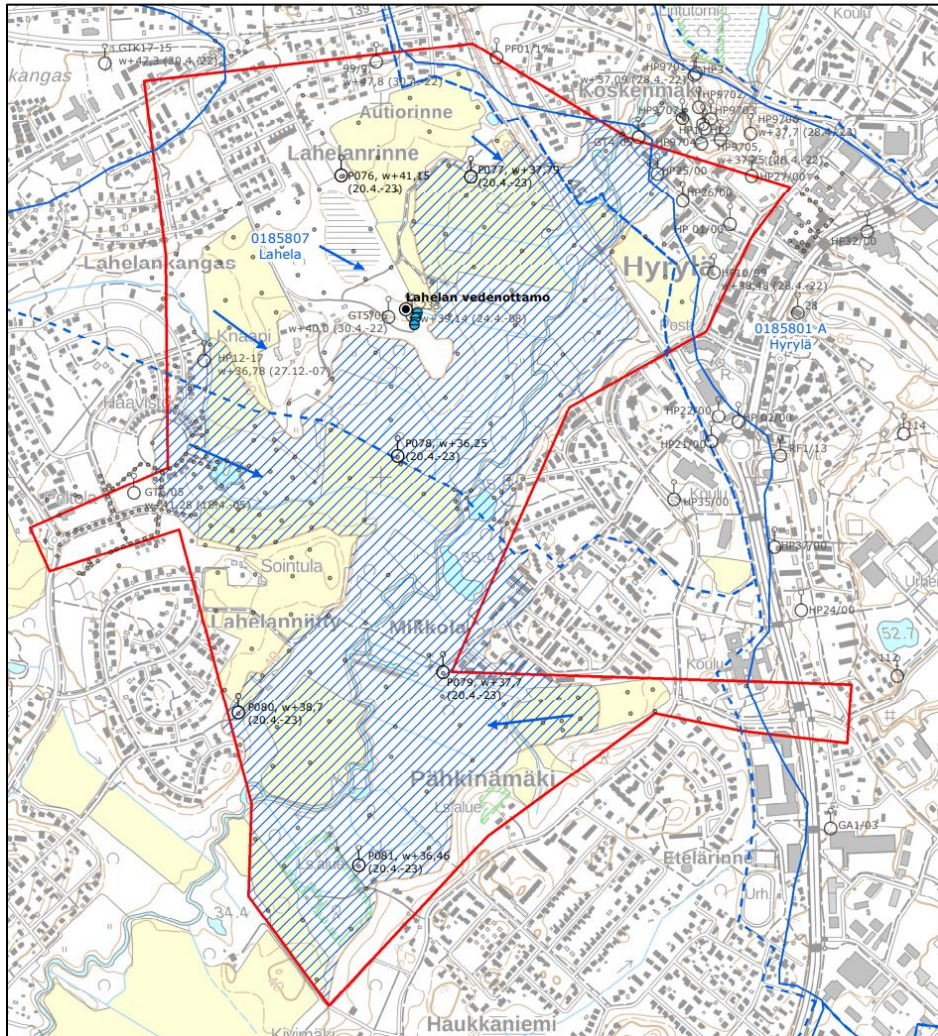
Suunnittelualueelle on laadittu erillinen pohjavesiselvitys Lahelanpellon yleissuunnitelman päivityksen yhteydessä (Ramboll Finland Oy, 2023), joka kattaa hieman suuremman alueen kuin mitä tämä rakennettavuusselvitys (Kuva 7).

Lahelanpellon yleissuunnitelma-alue sijoittuu osin Lahelan 1-luokan pohjavesialueelle. Yleissuunnitelma-alueella sijaitsee Keski-Uudenmaan Vesi Oy:n Lahelan vedenottamo. Rakennettavuusselvitysalue ei sijoitu pohjaveden varsinaiselle muodostumisalueelle (Ramboll Finland Oy, 2023).

3.1 Tiivistelmä pohjavesiselvityksen tuloksista

3.1.1 Pohjaveden pinnankorkeus ja paineellisen pohjaveden alue suunnittelualueella

Pohjaveden pinta vaihtelee suunnittelualueella välillä n. +36,5...41. Pohjaveden pinta on korkeimmillaan Lahelanrinteen alueella suunnittelualueen pohjoisosassa ja laskee kohti suunnittelualueen eteläosaa. Pohjavesi on suurella osalla suunnittelualueella paineellista. Vedenottamon ympäristössä pohjaveden painetaso on noin 2...2,5 metriä maanpinnan alapuolella. Pohjaveden painetaso on maanpinnan tasossa tai lähellä sitä koko Tuusulanjoen jokilaakson alueella (Kuva 7).



Kuva 7 Pohjaveden virtaussuunta, pinnankorkeus ja paineellisuus suunnittelualueella. Suunnittelualueen rajaus on kartassa punaisella viivalla.

Pohjaveden pääasiallinen virtaussuunta suunnittelualueella on kohti Tuusulanjokea. Vedenottamolle vesi virtaa pääosin luoteesta, Lahelan pohjavesialueen varsinaisen muodostumisalueen suunnasta.

3.1.2 Lahelan vedenottamo

Keski-Uudenmaan Vesi Oy:n Lahelan vedenottamo sijaitsee Lahelanpellon alueella, Lahelankaan asuinalueen kaakkoispuolella. Vedenottamolla on vuonna 1964 myönnetty lupa 1200 m³/vrk suuruisen pohjavesimäärän ottamiseksi. Vuosina 2018–2022 vettä on otettu keskimäärin 31 900 m³/kk eli noin 1100 m³/vrk.

3.1.3 Vaikutusten arviointi

Paineellisen pohjaveden alueella rakentaminen voi aiheuttaa pohjaveden haitallista purkautumista, jos vettä hyvin johtavien maakerrosten yläpuoleinen vettä pidättävä maakerros puhkaistaan kaivamalla tai paaluttamalla. Pohjavesi on paineellista myös vedenottamon ympäristössä. Lahelanpelto II -suunnittelualueen pohjavesiselvityksessä vuonna 2014 (Ramboll Finland Oy 2014) johtopäätöksiä on todettu, että pohjaveden pinnankorkeuden alenema vedenoton aikana on ollut keskimäärin alle kaksi metriä. Mikäli vedenotto vedenottamolla lopetettaisiin, pohjaveden pinnankorkeus kohoaisi vedenottamolla siten enimmillään noin kaksi metriä nykyiseen pinnankorkeustasoon nähden. Vedenottoalueen ulkopuolella vaikutus jäisi huomattavasti vähäisemmäksi. Vedenottamolta on viime vuosina otettu lähes vedenottoluvan mukainen (1200 m³/vrk) enimmäisottomäärä, eikä vedenoton lisääntyminen ja siitä seuraava pohjaveden pinnankorkeuden lasku ole siten todennäköistä.

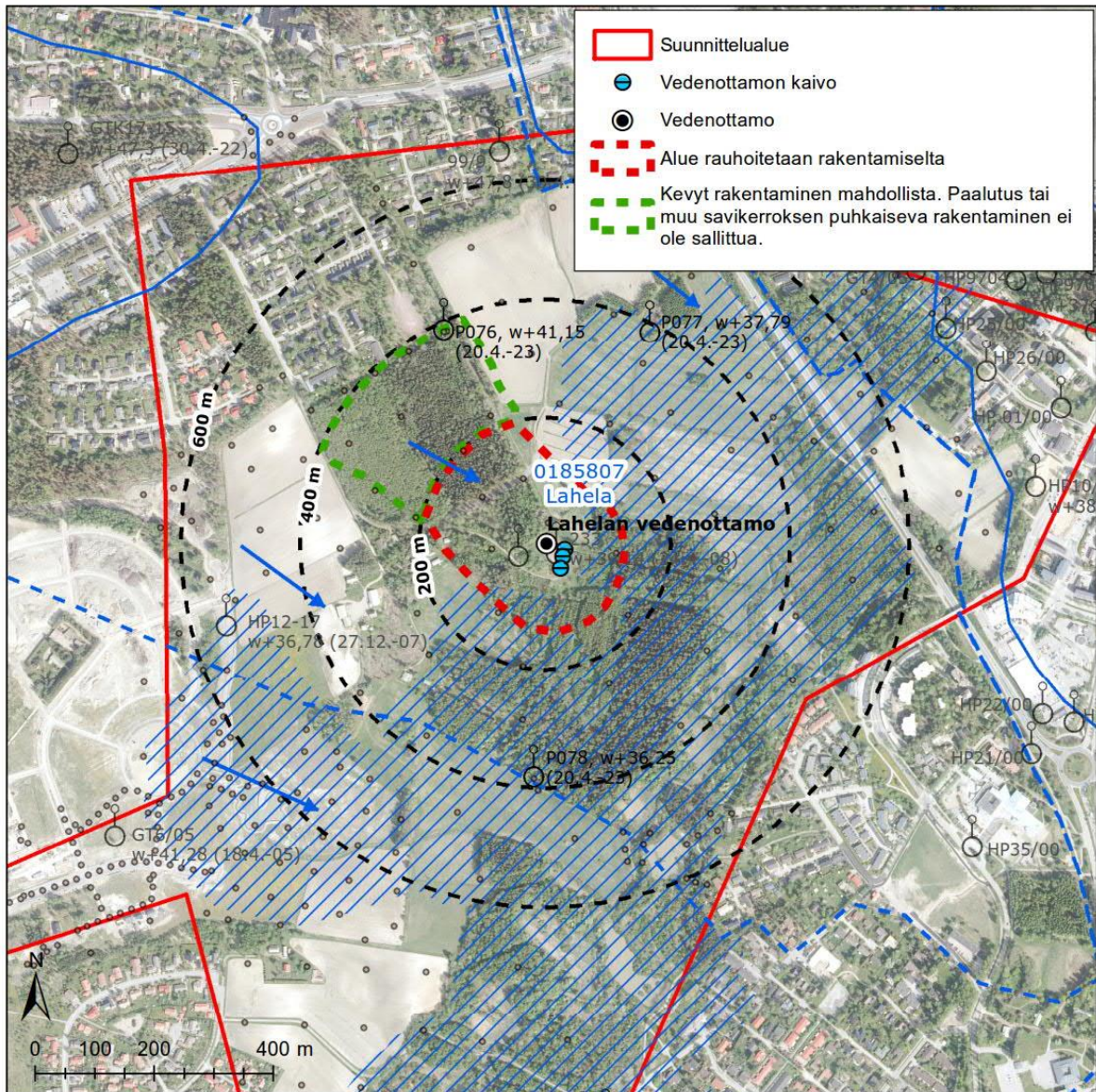
Suunnittelualueella vedenottamon ympäristössä pohjavedenpinnan alapuolelle ulottuva maankaivu tai paalutus voi vaikuttaa paikallisesti pohjaveden laatuun aiheuttamalla veden väliaikaista samentumista sekä väliaikaisia muutoksia pohjaveden laatuun.

Mahdolliset suunnittelualueen maankäytöstä pohjaveden laatuun kohdistuvat vaikutukset liittyvät lähinnä tie- ja katualueiden kunnossapitoon sekä viheralueiden hoitoon. Liukkaudentorjuntaan käytettävä tiesuola voi nostaa pohjaveden kloridipitoisuutta. Pohjavesikerrosta suojaa vedenottamon ympäristössä savikerros, joka estää mahdollisten haitta-aineiden pääsyn pohjaveteen. Savikerroksen laajuudesta ja paksuudesta johtuen riski on vähäinen.

Maaperän savisuudesta johtuen pohjaveden muodostusmäärä alueella on jo nykytilanteessa hyvin vähäinen, eikä maankäytön muutoksilla ole merkittävää vaikutusta muodostuvan pohjaveden määrään.

3.1.4 Pohjaveden huomioiminen alueen rakennettavuudessa

- paalutus kielletty kokonaan pohjavesiselvityksessä osoitetuilla alueilla pohjaveden muodostumisalueella
- vedenottamosta pohjaveden virtaussuunnassa ylöspäin yli 200 m päässä lyöntipaalutus sallittu (Kuva 8)
- alueilla, joissa pohjavesi on paineellista, tulee pilaristabilointi tehdä määrämittaisena (vähintään 1 m etäisyyttä karkeaan kerrokseen pilareiden alapäistä), jotta pohjavesi ei purkaudu pilareita pitkin ylöspäin. Tällöin lisäksi käytettävä kevennystä tai esikuormitusta.
- Pohjavesialueella rakentamisen aikaista kaivantoa ei saa ulottaa saven alapintaan saakka, vaan kaivannon alapuolelle on jätettävä riittävän paksu savikerros, jotta hydraulista murtumaa ei savikerrokseen synny ja pohjavesi purkaudu kaivantoon.



Kuva 8. Lahelan vedenottamon ympäristöä koskevat rakentamisen rajoitukset.

4. ALUEEN RAKENNETTAVUUS JA PERUSTAMISTAVAT

4.1 Yleistä alueen rakennettavuudesta

Alustavan yleissuunnitelman mukaan tutkittavan kohteen alueelle rakennetaan omakoti- ja pientaloalueita sekä kerros- ja rivitaloja. Lisäksi alueelle rakennetaan koulurakennus, jonka sijainnille oli rakennettavuusselvityksen laadinnan ajankohtana kaksi eri vaihtoehtoa.

Rakennettavuusselvitysalue on jaettu suoritettujen pohjatutkimusten ja karttatarkastelujen perusteella alueisiin I–V, ks. Kuva 9. Alueiden rajaukset ovat ohjeellisia perustuen käytettävissä oleviin pohjatutkimustietoihin. Ennen rakentamiseen ryhtymistä tulee pohjasuhteet varmistaa täydentävillä pohjatutkimuksilla rakennusten ja katujen sekä kunnallistekniikkalinjojen kohdilla. Yksityiskohtaisen pohjatutkimuksen suositeltava tutkimuspisteiden välinen etäisyys on rakennuksilla keskimäärin noin 10 m ja kaduilla noin 20 m.

Lahelanpelto II-alueella koskevassa pohjavesiselvityksessä todettiin, että jos vedenottoa vähennetään tai otto lopetetaan, pohjaveden luontainen painetaso nousee vedenottamon ympäristössä (Ramboll Finland Oy 21.3.2014). Paineellisen pohjaveden alueella rakentaminen voi aiheuttaa pohjaveden haitallista purkautumista, jos vettä hyvin johtavien maakerrosten yläpuoleinen vettä pidättävä maakerros puhkaistaan kaivamalla tai paaluttamalla (Ramboll Finland Oy, 2023) Pohjavedenpinnan nousu tulee huomioida myös nostemitoituksessa mm. kevennysrakenteissa.

Koko selvitysalueella maaperä on savea tai silttiä, jonka vesipitoisuus on paikoittain hyvin suuri (> 1000 %). Lisäkuormituksen johdosta savikerrokset painuvat. Painuman suuruus riippuu saven ominaisuuksista, lisäkuormituksen suuruudesta ja saven paksuudesta (ks. kappale 2.4).

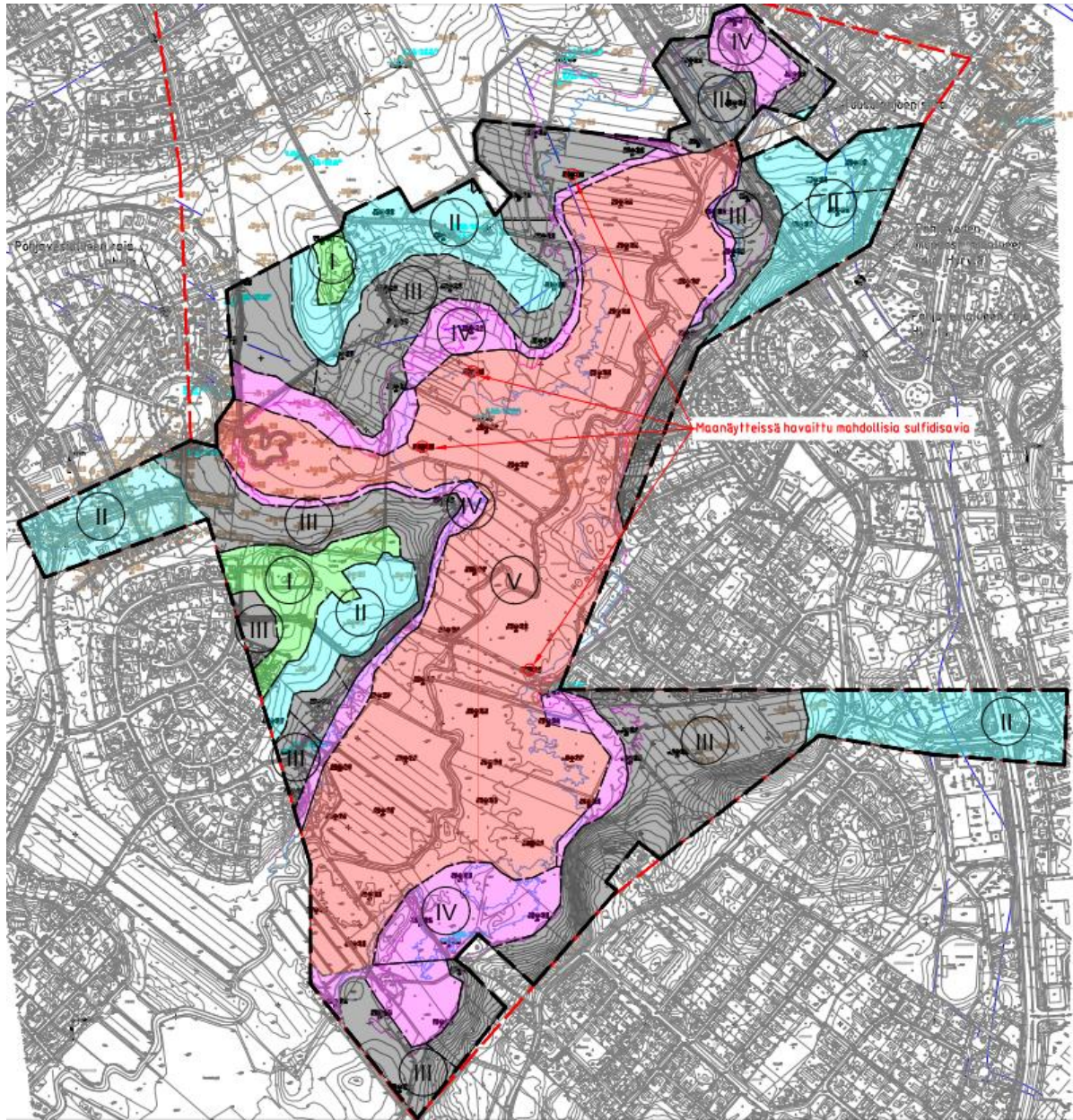
Pohjamaa on routivaa tai paikoin erittäin routivaa, mikä tulee huomioida kaikessa rakentamisessa. Siirtymäkiilojen käyttö tulee selvittää erikseen ja haitalliset epätasaiset routanousut tulee estää.

Alueella V havaittiin mahdollisia happamia sulfaattimaita neljässä eri tutkimuspisteessä syvyyksillä 2...8 m (kappale 2.2.3).






Alueet V ja IV ovat suurelta osin Tuusulanjoen tulva-alueita, mikä tulee huomioida rakennettavuudessa.

Alueen paineellinen pohjavesi ja pohjavedenottamon läheisyys tulee huomioida kappaleen 3 ja erillisen pohjavesiselvityksen mukaisesti.

Kellareiden rakentamista ei suositella, johtuen korkealla olevasta pohjavedestä. Kellarit edellyttäisivät vesitiiviitä rakenteita tai syvälle tehtävää tehokasta salaojitusta, kellareiden mahdollinen rakentaminen tulee selvittää aina tapauskohtaisesti. Salaojitus alentaa aina myös ympäristön pohjavedenpintaa, mikä aiheuttaa painumia.



Rakennettavuusalueet:

- 
 Alue I: Paras rakennettavuus. Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta.
- 
 Alue II: Rakennettavuus kohtuullinen. Kevyemmät rakennukset on mahdollista perustaa ilman paaluja, eivätkä tontit vaadi pohjanvahvistustoimenpiteitä.
- 
 Alue III: Rakennettavuus kohtuullinen, mutta vaatii paalutuksia ja pohjanvahvistustoimenpiteitä ja/tai kevennyksiä.
- 
 Alue IV: Alueella pohjamaaolosuhteet ovat haastavat rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä.
- 
 Alue V: Alueella pohjamaaolosuhteet ovat erittäin haastavat rakentaa. Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä.

Kuva 9 Rakennettavuusalueet I...V kartalla.

4.2 Rakennusten perustamistavat

Alue I

Pohjatutkimuksissa tehdyissä kairauksissa ei havaittu vapaapainumaa. Ylimpänä kerroksena on muita alueita ohuempi savi- tai silttikerros, joka on myös sitkeämpää/kovempaa kuin muilla alueilla. Sitkeän savikerroksen alla on siltti- ja/tai hiekkakerros, joiden kairausvastus on suurempi kuin muilla alueilla. Siltti-/hiekkakerroksen alla on pohjamoreeni. Kairausten syvyys on 7...20 m.

Alueella I on paras rakennettavuus. Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta. Alueelle suunnitellut yksikerroksiset pientalot ja rivitalot/kerrostalot voidaan alustavasti perustaa kallion tai maan varaan. Tarpeen vaatiessa tehdään ohut massanvaihto.

Mikäli pohjasuhteet ja kuormitustilanteet ovat tasaiset, voidaan pienten ja kevyiden rakennusten perustamisessa harkita maanvaraista perustamista käyttäen yhtenäistä teräsbetoni-laattaa. Tällöin on luotettavin laskelmin osoitettava, ettei painuma tule suuremmaksi kuin 100 mm eikä haitallista kallistumaa tai kulmakiertymää tapahdu. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevennysmateriaaleja kuten vaahtolasi tai kevytsora.

Alue II

Pohjatutkimuksissa tehdyissä kairauksissa ei havaittu vapaapainumaa. Ylimpänä pohjamaakerroksena on 8...9 m paksu sitkeä savi-/löyhä silttikerros, joka on kokonaisuudessaan hieman pehmeämpi kuin alueella I, ja jonka tiiveys kasvaa syvemmälle mentäessä. Alin maalajikerros voi paikoittain olla myös hiekkää.

Alueella II rakennettavuus on kohtuullinen. Yksikerroksiset pientalot voidaan alustavasti perustaa maanvaraisille anturaperustuksille kuivakuorikerroksen varaan. Toissijaiset ja ns. kylmät rakennukset, joiden voidaan sallia painua ympäröivän maan mukana, voidaan perustaa maanvaraisesti murskearinalle. Alueella II suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon.

Raskaammat rakennukset, kuten rivi- ja kerrostalot, on perustettava paaluilla.

Mikäli pohjasuhteet ja kuormitustilanteet ovat tasaiset, voidaan pienten ja kevyiden rakennusten perustamisessa harkita maanvaraista perustamista käyttäen yhtenäistä teräsbetoni-laattaa. Tällöin on luotettavin laskelmin osoitettava, ettei painuma tule suuremmaksi kuin 100 mm eikä haitallista kallistumaa tai kulmakiertymää tapahdu. Kuormitusta ja siten painumaa voidaan pienentää käyttämällä maarakenteissa kevyttäyhteitä (kuten vaahtolasi, kevytsora). Mitä korkeampi ja/tai raskaampi maanvaraisesti perustettava rakennus on sitä huolellisemmin painumat tulee selvittää, ja estää painumavaurioiden/kallistumien syntyminen. Myös rakennusmateriaali vaikuttaa sallitun painuman suuruuteen. Rakennukset sietävät yleensä tasaista painumaa, mutta painumaerot (kulmakiertymät) ovat haitallisia. On suositeltavaa, että suunnittelun lähtökohtana on painumattomat rakennukset.

Alue III

Alueella on päällimmäisenä pohjamaakerroksena noin 1...3 m paksu kuivakuorikerros, jonka alla on pehmeää savea ja/tai savista silttiä noin 1,8...10 m. Pehmeässä kerroksessa esiintyy paikoittain myös silttisiä tai hiekkaisia kerroksia. Pehmeän kerroksen paksuus on hyvin vaihteleva, 100 m etäisyydellä toisistaan olevien tutkimuspisteiden pehmeämmän savi-/silttikerroksen paksuus vaihteli pohjatutkimuksissa 2...6 metrin välillä. Pehmeämmän maakerroksen alla on kerros sitkeää savea, löyhää hiekkaisista silttiä tai hiekkää.

Alueella III rakennettavuus on kohtuullinen, mutta vaatii paalutuksia sekä kevyille että raskaammille rakennuksille sekä piha-alueille pohjanvahvistustoimenpiteitä ja/tai kevennyksiä.

Paalutus suositellaan tehtäväksi nykyiselle maanpinnalle tehtävän noin 0,5...0,8 m paksuisen työarinan päältä. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 7...25 m (pohjamoreeniin saakka), paalujen tunkeutumissyvyydestä saa ohjeellisen käsityksen kairausten päättymistasokäyrästä (piirustus 3). Soveltuva paalutyypä on teräsbetoninen lyöntipaalu tai pienidimensionoinen teräspuutkipaalu. Teräspuutkipaaluissa tulee huomioida korroosion kantavuutta vähentävä vaikutus ja myös paalun nurjahdus tulee tarkistaa. Maaperän kivisyys syvemmissä kerroksissa saattaa estää paalujen tunkeutumisen kallioon asti, jolloin ne päätetään tiiviiseen moreenikerrokseen. Puutkipaaluihin suositellaan tehtäväksi betonitäyttöä. Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina rakenteina, alapohjan alla pohjaviemärit ja muut johdot ripustetaan kantavista rakenteista.

Alue IV

Ylimmäisenä pohjamaakerroksena on paksu, noin 5...11 m, pehmeä savi- tai silttinen savikerros, jonka alla on sitkeää savea tai löyhää (hiekkaista) silttiä noin 3...7 m tai tiivis moreeni. Alueen pohjoisosassa on pohjamaanäytteiden perusteella todella löyhää silttistä hiekkaa ja savea. Alueesta suurin osa sijaitsee vettyvän aluetulvan alueella (kappale 2.3 ja piirustus 1).

Alueella IV pohjamaaolosuhteet ovat haastavat rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista.

Mikäli tulevaisuudessa alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, ne on perustettava paaluilla. Paalutus suositellaan tehtäväksi nykyiselle maanpinnalle tehtävän noin 0,5...0,8 m paksuisen työarinan päältä. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 8...20 m (pohjamoreeniin saakka), paalujen tunkeutumissyvyydestä saa ohjeellisen käsityksen kairausten päättymistasokäyrästä (piirustus 3). Alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m (ks. kappale 2.3).

Tulvaveden maksimikorkeus tulee huomioida myös nostemitoituksessa mm. kevennysrakenteissa. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia. Tarvittaessa käytetään paalulaattaa tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä.

Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina rakenteina, alapohjan alla pohjaviemärit ja muut johdot ripustetaan kantavista rakenteista.

Alue V

Alueella V savikerroksessa ei ole havaittavissa kuivakuorta. Pällimmäisenä maakerroksena on pääsääntöisesti 1...4 m paksu turvekerros, jonka alla on hyvin pehmeää savea tai löyhää savista silttiä. Pehmeät maakerrokset ovat alueella hyvin paksuja, noin 13...31 m syviä. Pehmeä maakerros voi paikoittain olla tätäkin syvempi. Paksuimmat kerrokset sijaitsevat pääsääntöisesti Tuusulanjoen läheisyydessä. Alueella V havaittiin mahdollisia happamia sulfaattimaita neljässä eri tutkimuspisteessä syvyyksillä 2...8 m (kappale 2.2.3). Alue sijaitsee tulva-alueella.

Alueella V pohjamaaolosuhteet tekevät alueesta erittäin vaikean rakentaa, ja alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista tulvan ja heikkojen pohjaolosuhteiden vuoksi.

Mikäli tulevaisuudessa alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, ne on perustettava paaluilla. Paalutus suositellaan tehtäväksi nykyiselle maanpinnalle tehtävän noin 0,5...0,8 m paksuisen työarinan päältä. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 10...41,2 m (pohjamoreeniin saakka), paalujen tunkeutumissyvyydestä saa ohjeellisen käsityksen kairausten päättymistasokäyrästä (piirustus 3). Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina rakenteina,

alapohjan alla pohjaviemärit ja muut johdot ripustetaan kantavista rakenteista. Alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m (ks. kappale 2.3).

Tulvaveden maksimikorkeus tulee huomioida myös nostemitoituksessa mm. kevennysrakenteissa. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä, mutta alueilla, joilla pehmeän maakerroksen paksuus on > 25 m, piha- ja katualueet on perustettava paalulaatoilla. Alueilla, joissa esiintyy turvetta, tehdään massanvaihto tai massastabilointi.

4.3 Suunnitellun koulun perustaminen

Pohjoinen sijainti

Sijainnin pohjaolosuhteita on käsitelty tarkemmin Lahelanpelto II -alueen Rakennettavuusselvityksessä Ramboll Finland Oy 25.4.2013. Rakentaminen sijoittuu selvityksessä määritellyille alueille 1 ja 2. Pääsääntöisesti pohjanvahvistustoimenpiteitä ei tarvita alueella 1. Alueella 2 suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon. Alueella 2 pohjanvahvistusmenetelmänä voidaan käyttää saven pilaristabilointia tai kevennyksiä, mahdollisesti myös esikuormitusta.

Rakennukset perustetaan paaluilla kantavan pohjamaan tai kallion varaan. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 7...25 m. Maaperän kivisyys syvemmissä kerroksissa saattaa estää paalujen tunkeutumisen kallioon asti, jolloin ne päätetään tiiviiseen moreenikerrokseen. Putkipaaluihin suositellaan tehtäväksi betonitäyttö. Paalutettujen rakennusten alapohjat tehdään kantavina rakenteina, alapohjan alla pohjaviemärit ja muut johdot ripustetaan kantavista rakenteista.

Alueella 1 pohjasuhteiden ja kuormitustilanteiden ollessa tasaiset, voidaan pienten ja kevyiden rakennusten perustamisessa harkita maanvaraista perustamista käyttäen yhtenäistä tb-laattaa. Toissijaiset ja ns. kylmät rakennukset, joiden voidaan sallia painua ympäröivän maan mukana, voidaan perustaa maanvaraisesti murskearinalle.

Eteläinen sijainti

Rakentaminen sijoittuu rakennettavuusalueille III, IV ja V. Savikerroksen paksuus on noin 5,2...13,6 metriä. Moreeni on noin 6,2...15,8 metrin syvyydellä, ja kairausten päättymissyvyudet 7,2...17,2 m syvyydellä.

Rakennukset perustetaan paaluilla.

Paalujen tunkeutumissyvyys on pohjatutkimusten perusteella arviolta 7,2...17,2 metrin välillä. Kallio voi kuitenkin esiintyä tätä syvemmällä.

Päällystetyt piha-alueet on stabiloitava. Täysin painumaton pohjanvahvistusmenetelmä paksuille pengertäytöille pehmeällä savikolla on yhtenäinen paalutettu teräsbetonilaatta.

Alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m (ks. kappale 2.3). Alueilla, joissa esiintyy turvetta, tehdään massanvaihto tai massastabilointi ennen muita pohjanvahvistusmenetelmiä. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä.

4.4 Piha- ja liikennealueiden perustaminen

Piha- ja liikennöntialueilla tulee huomioida maaperän painuminen ja painumien vaikutus kuivanapitoon ja alueen toimivuuteen. Painuman suuruuteen vaikuttaa pengerryskorkeus ja pehmeän maakerroksen paksuus (ts. mitä suurempi täyttöpaksuus ja/tai pehmeän kerroksen paksuus sitä suurempi painuma).

Piha-alueilla, joilla ei sallita merkittäviä painumia (esim. pysäköintialueet), käytetään samoja pohjanvahvistusmenetelmiä kuin katualueilla. Niillä piha-alueilla, joilla sallitaan painumia, pohjanvahvistusta ei tehdä. Rakennekerrosten ja pohjamaan väliin asennetaan suodatinkangas. Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja mitoituksessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerroksissa tulee käyttää karkeita materiaaleja, joiden kapillaarinen nousukorkeus on pieni. Rakennekerrosten salaojitustarve tulee tarkastella tapauskohtaisesti.

Arteesisen pohjaveden alueella pilaristabiloinnit tulee tehdä määrämittäisinä ja käyttää lisäksi esikuormitusta tai kevennystä.

Sadevesikaivoja tulee sijoittaa alueella teoreettisten paikkojen lisäksi myös kohtiin, missä painumia arvioidaan eniten tapahtuvan.

Alue on jaettu viiteen rakennettavuusalueeseen, ks. Kuva 9.

Alue I

Pääsääntöisesti pohjanvahvistustoimenpiteitä piha- ja liikennealueille ei tarvita alueella I.

Alue II

Alueella II suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon. Pohjanvahvistusta voidaan tehdä maaperän esikuormituksella, joka pienentää kokonaispainumia. Esikuormitettavalta alueelta poistetaan humusmaat ja paikalle levitetään kitkamaapenger (murske, sora), jonka annetaan vaikuttaa mahdollisimman pitkään. EPohjanasikuormituksen vaikutusta voidaan tehostaa rakentamalla pengeri ylikorkeana. Esikuormitus on tehokkaimmillaan ohuiden savi-kerrosten kohdilla, joiden alla tai välissä on karkeampia hiekkakerroksia. Tarvittava esikuormitusaika on yleensä 0,5-3 vuotta, riippuen saven paksuudesta ja kuormittavan penkereen paksuudesta.

Stabiloinnilla voidaan kasvattaa maapohjan lujuutta. Se vähentää myös rakenteiden painumia, mutta ei estä niitä kokonaan. Syvästabiloinnissa käytettävät pilarikoot, pilareiden etäisyydet (k/k-välit) sekä stabilointikaaviot tulee suunnitella erikseen.

Pohjanvahvistusmenetelmänä voidaan myös käyttää kevennystä. Kevennys tehdään esim. kevytsoralla, vaahtolasilla tai EPS-muovilla. Kevennys on mahdollista suunnitella siten, ettei painumaa lainkaan tapahdu. Tämä edellyttää pohjamaan korvaamista kevennysmateriaaleilla siten, että nettorasitus on ≤ 0 . Korkeilla pengerkorkeuksilla voidaan joutua huomattavaan perusmaan poistamiseen. Kevennys voidaan tehdä myös osittaiskevennyksenä siten, että pysytään sallituissa painumarajoissa.

Alue III

Alueella voidaan käyttää pohjanvahvistusmenetelmänä saven massa- ja/tai pilaristabilointia. Massastabilointi tulee kyseeseen alueilla, joilla pehmeiden maakerrosten alapinta on enintään 5 m syvyydellä maanpinnasta. Alueilla, joilla pehmeän maakerroksen paksuus on > 5 m, voidaan käyttää pilaristabilointia pohjanvahvistusmenetelmänä. Stabiloinnin sideaineena voidaan käyttää massastabiloinnissa pelkkää sementtiä ja syvästabiloinnissa (pilaristabiloinnissa) muita sideaineita (esim. sementin, kalkin ja kipsin sekoitusta).

Alue IV

Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä.

Alueen IV pohjamaan heikon kantavuuden ja runsaan kokoonpuristuvuuden vuoksi katualueille tierakenteita ja vesihuoltoa varten suositellaan humusmaan poiston jälkeen maapohjan vahvistusta esimerkiksi stabiloinnilla, jolloin pohjamaan kantavuusluokkana voidaan käyttää luokkaa F. Stabiloinnin sideaineena voidaan käyttää massastabiloinnissa pelkkää sementtiä ja syvästabiloinnissa (pilaristabiloinnissa) muita sideaineita (esim. sementin, kalkin ja kipsin sekoitusta).

Koska pehmeiden kerrosten paksuus on alueella suuri, täysin painumaton pohjanvahvistusmenetelmä on yhtenäinen paalutettu teräsbetonilaatta, joka soveltuu parhaiten paksuille pengertäytöille pehmeällä savikolla.

Alue V

Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Pehmeät maakerrokset ovat alueella hyvin paksuja, noin 13...31 m syviä. Alueilla, joissa turve- ja savikerrokset ovat alle 25 m syviä, pohjamaata tulee vahvistaa pilaristabiloinnilla. Yli 25 m syvillä savikoilla piha- ja liikennealueet tulee perustaa paalulaatoilla.

Koska pehmeiden kerrosten paksuus on alueella suuri, täysin painumaton pohjanvahvistusmenetelmä on yhtenäinen paalutettu teräsbetonilaatta, joka soveltuu parhaiten paksuille pengertäytöille pehmeällä savikolla.

Alueella on myös paikoittain paksu, erittäin heikosti kantava, turvekerros, joka on korvattava massanvaihdolla tai lujitettava massastabiloinnilla ennen paalutuksen tai stabiloinnin tekoa. Stabiloinnin sideaineena voidaan käyttää massastabiloinnissa pelkkää sementtiä ja syvästabiloinnissa (pilaristabiloinnissa) muita sideaineita (esim. sementin, kalkin ja kipsin sekoitusta).

4.5 Maaleikkaus ja pengerrys

Koska alue on topografialtaan vaihteleva, suunnitellut kokoojakadut joudutaan paikoin pengertämään erittäin korkeille penkereille. Joillakin alueilla tulee tehdä pengerrystä, jotta paineellinen pohjavesi ei aiheuttaisi ongelmia alueen käytössä esimerkiksi salaojille ja kunnallistekniikalle. Täyttömateriaalina käytetään mursketta/sepeliä tai karkearakeista moreenia, jonka tiivistäminen kerroksittain onnistuu.

Alueilla III-V ei suositella rakennettavaksi esimerkiksi viher- ja puistoalueille korkeita maavalleja tai kumpareita, sillä pehmeä savikerros aiheuttaa herkästi stabiiliteettiongelmia.

Rakennusten alapuoliset täytöt tehdään karkeasta, routimattomasta materiaalista, mieluiten murskeesta tai sepelistä.

4.6 Kunnallistekniikka

Putkijohtojen rakentamisessa huomioidaan tapahtuvat pitkäaikaiset painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkien ja johtojen kohdalla tehdään tarpeen mukaan pohjanvahvistus siten, että painumat pysyvät sallituissa rajoissa. Gravitaatioputket sietävät yleensä hyvin vähän painumia. Painejohdot ja kaapelit sietävät paremmin painumaa ja painumaeroja. Pääsääntöisesti pohjanvahvistusten tarpeellisuus tulee harkittavaksi alueilla II ja III. Alueella III pohjanvahvistukset ovat tarpeellisia, mikäli putkijohtokaivannot sijoittuvat kuivakuorikerroksen alapuolelle. Alueilla IV ja V pohjanvahvistukset ovat tarpeen.

Pohjanvahvistustarve riippuu täyttöpaksuudesta (alkuperäisen maanpinnan korotuksesta) putkien kohdalla. Painumalaskelmien mukaan maa tulee painumaan pitkän ajan kuluessa, joka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Putkijohdot kannattaa rakentaa myöhäisessä vaiheessa vasta yleistäytösten jälkeen, jotta savi-/silttikerrosten painumat ehtivät ainakin osittain tapahtua ennen putkien rakentamista.

Paalutettujen rakennusten seinälinjoilla varmistetaan siirtymärakenteilla, ettei putkien tai johtojen rikkoontumista pääse rakennuksen/pihan rajakohdassa tapahtumaan pihan painumien vuoksi. Kiinteistöjen liitosjohdot suositellaan perustettaviksi samalla tavalla kuin kunnan runkolinjatkin perustetaan. Putkilinjoille rakennetaan määräväleihin virtaussulkuja, joilla estetään pohjaveden kulkeutuminen linjoja pitkin.

Pohjavesi on suurella osalla yleissuunnittelualuetta paineellista. Tuusulanjoen laaksossa savi- ja silttikerrosten alapuolisissa vettä johtavissa maakerroksissa esiintyy paineellista pohjavettä. Paineellisuuden voimakkuus vaihtelee alueen eri osissa. Jatkuva uuden pohjaveden purkaantuminen putkilinjojen maarakenteisiin voi aiheuttaa huomattavia routanousuja ja vaurioita pakkaskausina. Tämä voi tapahtua, mikäli alueen pohjavedenpinta on korkeammalla kuin rakennettavat putket. Rakennusten alimmat lattiat on suositeltavaa suunnitella niin korkealle, että salaojat jäävät pohjavesipinnan yläpuolelle. Putkikaivantojen yhteyteen on suositeltavaa rakentaa routakiilat, joilla tasataan routanousujen eroja putkijohtojen kohtien ja muun piha-alueen välillä.

4.7 Kaivannot

Mikäli kaivannot ulottuvat pohjavedenpinnan alapuolelle ja kaivannon pohja leikkautuu saven alapuoliseen maahan tai kaivupohjan alle jää vain ohut savikerros, pohjamaa voi häiriintyä ja paineellinen pohjavesi voi aiheuttaa kaivun yhteydessä pohjan hydraulisen murtuman/pohjan nousun, ellei pohjavettä alenneta ennen kaivuun ryhtymistä. Hydraulinen murtuma/pohjan nousu tulee selvittää laskennallisesti alueilla I ja II ennakkoon, jotta yllätyksiltä ja työtapaturmilta vältytään. Muilla alueilla savikerrokset ovat niin paksuja, että kaivannot eivät ulotu saven alapintaan saakka.

Myös eri tavalla muodostuneiden maakerrosten välistä saattaa purkaantua vettä, joka aiheuttaa maaperän häiriintymisen ja lujuuden pienenemisen. Häiriintyminen voidaan estää suorittamalla alueen kuivatus ennen kaivuun ryhtymistä. Kuivatus tehdään reilusti (> 1 m) kaivutason alapuolelle ulotetuista pumppauskuopista tai -kaivoista. Kuivatus aloitetaan ennen kaivuun ryhtymistä, yleensä noin 2–5 vrk riittää pohjavedenpinnan alentumiseen. Pohjaveden paineen alentaminen tehdään saven alapuolisesta kitkamaakerroksesta. Tehokas tapa suorittaa alueellinen kuivatus on käyttää tyhjiömenetelmää ja suodatinputkikalustoa.

Kuivatustarve ja käytettävä menetelmä riippuu mm. kaivukohdan sijainnista ja syvyydestä, sääolosuhteista ja vallitsevasta pohjavesipinnan tasosta.

Kaivantoluiskien vierellä ei tule liikkuu raskailla työkoneilla eikä kaivantojen reunoja saa käyttää varastokenttinä. Kaivantojen reunat on suojattava aidoin putoamisvaaran vuoksi.

Alue I

Kaivannot voidaan tehdä luiskattuina kaltevuudessa 1:2, kun kaivussyvyys on korkeintaan 1,7 m. Tätä syvemmät kaivannot suositellaan tehtäväksi tuettuna tai loivemmin luiskin erillisen stabiili-teettitarkastelun perusteella. Yli 2 m syvät kaivannot on aina tarkasteltava erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen.

Alueet II ja III

Kaivannot voidaan tehdä luiskattuina kaltevuudessa 1:1, kun kaivussyvyys on korkeintaan 1,7 m tai kun kaivanto pysyy kuivakuorikerroksessa. Tätä syvemmät kaivannot suositellaan tehtäväksi tuettuna tai loivemmin luiskin erillisen stabiliteettitarkastelun perusteella. Yli 2 m syvät kaivannot on aina tarkasteltava erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen.

Alueet IV ja V

Näillä alueilla suositellaan tarkastelemaan matalampienkin kaivantojen stabiliteetti erillisillä laskelmissa, etenkin mikäli kaivannossa aiotaan työskennellä. Työturvallisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Etenkin alueella V pohjamaa on hyvin vesipitoista, joten kaivantoja voi olla vaikea toteuttaa ilman tuentaa. Kaivannot voidaan tehdä luiskattuina kaltevuudessa 1:3, kun kaivussyvyys on korkeintaan 1,2 m. Tätä syvemmät kaivannot suositellaan tuettaviksi. Yli 2 m syvät kaivannot on aina tarkasteltava erikseen ja niissä on kiinnitettävä erityistä huomioita työturvallisuuteen.

4.8 Työmaanosturit

Rakennustyönaikaisten työmaanostureiden nostopaikat on pehmeän savikon alueella pohjanvahvistettava (esim. arinarakenne, paalutus tai pilaristabilointi). Nostopaikkojen pohjavahvistustarve tulee tarkistaa tapauskohtaisestikuormitustietojen ja pohjamaan perusteella.

4.9 Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus

Rakennukset varustetaan salaojituksella ja vedet johdetaan yleiseen viemäriin tai maastoon kunnan ohjeiden mukaan. Salaojat ripustetaan kantavasta rakenteesta, mikäli niille on odotettavissa haitallisia painumia. Salaojaputkien ympärillä ja lattian alla käytetään salaojasoraa tai sepeliä. Tarvittaessa salaojasoran sekoittuminen hienoainekseen estetään suodatinkankaalla. Mikäli salaojat joudutaan jostakin syystä jättämään ylös ja on vaara betonikapillaariveden nousulle, tehdään betonirakenteeseen kapillaarikatko.

Rakennuksen vierellä valmis maanpinta kallistetaan rakennuksesta pois päin kuivatusohjeiden mukaan. Jos kaivun yhteydessä savikerros puhkaistaan, tulee pohjavesi esiin ja nousee painetason edellyttämään korkeuteen. Monin paikoin vesi nousee maanpinnan tasolle. Rakennusten korkeus- tasoalainnoilla tulee huolehtia, ettei luonnollinen pohjavesi aiheuta kosteusvaaraa rakenteille. Pohjaveden pysyvä alentaminen salaojituksella ei ole suositeltavaa ainakaan suuressa mittakaavassa.

Savikerrosten puhkaisemista kaivamalla tulee kaikin tavoin välttää. Pohjavettä voi purkaantua myös paalujen vaippaa pitkin. Piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään niin, että valumavedet pääsevät poistumaan pintavaluntana. Alueelle tulee rakennettavaksi sadevesiviemärointi kaivoineen.

Savisestä maaperästä johtuen vesien imeyttäminen maaperään ei ole mahdollista. Asfaltoitavilla piha- ja liikennealueilla pintojen muotoilu tehdään vähintään 1 %:n kaltevuuteen, suositeltava viettokaltevuus on 2,0–2,5 %.

5. YHTEENVETO

Selvityksen kohteena oleva alue on lähes kauttaaltaan savialuetta.

Painokairaukset ovat päättyneet kiviseen moreenikerrokseen tai kallioon noin 7,5...42 m (pisteet P074 ja P056) syvyydessä maanpinnasta, eli tasolla noin +30,5...-6,4. Pehmeimmillään maakerrokset ovat pääsääntöisesti Tuusulanjoen läheisyydessä, jossa päällimmäisenä kerroksena on 1...4 m paksu turvekerros. Joen uoman läheisyydessä eteläosassa pehmeät maakerrokset ovat paksuimmillaan. Tuusulanjoesta kauemmaksi siirryttäessä pohjamaa muuttuu savisemmaksi ja silttisemmäksi, ja osassa aluetta pehmeän savi-/silttikerroksen päälle on muodostunut 0,8...2,1 m paksu kuivakuorisavikerros. Kuivakuorisaven alla olevat pehmeämmät savi-/silttikerrokset ovat yleisesti paksuudeltaan 2...12 m. Pohjoisessa alueen itä- ja länsireunoilla on alueita, joissa savikerros on kauttaaltaan sitkeämpää, ilman erillistä kuivakuorikerrosta. Pohjamaa voi näillä alueilla koostua myös löyhästä silttisestä hiekasta tai savisista ja silttisistä kerroksista. Aivan alueen reunaosissa idässä ja lännessä esiintyy alueita, joissa maakerrokset koostuvat selkeästi joko hiekasta tai kovasta savesta/keskitiiviistä siltistä. Pehmeän maakerroksen alapinnan taso vaihtelee selvitysalueella tasovälillä noin +3...+35.

Pohjaveden pinta vaihtelee yleissuunnittelualueella välillä n. +36,5...41. Alueen pohjoisosassa pohjaveden painetaso on noin 1...2 m syvyydessä maanpinnasta. Vedenottamon ympäristössä pohjaveden pinnankorkeus on noin tasolla +38...39 ja pohjaveden painetaso on noin 2...2,5 metriä maanpinnan alapuolella. Pohjaveden pinnantasoo laskee voimakkaasti Tuusulanjoen laaksossa. Pohjaveden painetaso on maanpinnan tasossa tai lähellä sitä koko Tuusulanjoen jokilaakson alueella.

Alueella I on paras rakennettavuus. Alueella I ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksille paalutustarvetta. Alueelle suunnitellut yksikerroksiset pientalot ja rivitalot/kerrostalot voidaan alustavasti perustaa kallion tai maan varaan. Tarpeen vaatiessa tehdään ohut massanvaihto.

Alueella II kohtalainen rakennettavuus. Yksikerroksiset pientalot voidaan alustavasti perustaa alueella maanvaraisille anturaperustuksille kuivakuorikerroksen varaan. Toissijaiset ja ns. kylmät rakennukset, joiden voidaan sallia painua ympäröivän maan mukana, voidaan perustaa maanvaraisesti murskearinalle. Tontitkaan eivät vaadi pohjanvahvistustoimenpiteitä. Raskaammat rakennukset, kuten rivi- ja kerrostalot, on perustettava paaluilla. Alueella suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon. Pohjanvahvistusmenetelminä voidaan käyttää esikuormitusta, stabilointia ja/tai kevennyksiä. Esikuormitus soveltuu alueille, joissa on suhteellisen ohut savikerros, ja jonka alla tai välissä on paremmin vettä johtavia hiekkakerroksia.

Alueella III rakennusten perustaminen vaatii paalutuksia sekä kevyille että raskaammille rakennuksille ja piha-alueille pohjanvahvistustoimenpiteitä ja/tai kevennyksiä. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 7...25 m (pohjamoreeniin saakka). Pohjanvahvistusmenetelminä voidaan käyttää massa- ja/tai pilaristabilointia.

Alueella IV pohjamaaolosuhteet tekevät alueesta haastavan rakentaa. Alue IV sijaitsee vettyvän aluetulvan alueella (kappale 2.3). Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä, joista pääasiallinen menetelmä on stabilointi. Tarvittaessa käytetään paalulaattaa tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista. Mikäli tulevaisuudessa alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, ne on perustettava paaluilla. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 8...20 m (pohjamoreeniin saakka).

Alueella V pohjamaaolosuhteet tekevät alueesta erittäin vaikean rakentaa. Alue V sijaitsee tulva-alueella. Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista tulvan ja heikkojen pohjaolosuhteiden vuoksi. Mikäli tulevaisuudessa alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, ne on perustettava paaluilla. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 10...41,2 m (pohjamoreeniin saakka). Alueella on myös paikoittain paksu, erittäin heikosti kantava turvekerros, joka on korvattava massanvaihdoilla tai lujitettava massastabiloinnilla ennen paalutuksen tai stabiloinnin tekoa.

Alueilla IV ja V alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m (ks. kappale 2.3). Tulvaveden maksimikorkeus tulee huomioida myös nostemitoituksessa muun muassa kevennysrakenteissa. Tarvittaessa käytetään paalulaattaa tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä, mutta alueilla, joilla pehmeän maakerroksen paksuus on > 25 m, piha- ja katualueet on perustettava paalulaatoilla.

Tämä tutkimus on alustava alueellinen tutkimus. Ennen rakentamista alueelle suunniteltaviin rakennuksiin ja katuihin tulee tehdä kohdekohtaiset pohjatutkimukset, joiden perusteella tehdään yksityiskohtaiset pohjarakennussuunnitelmat. Tarkemmat pohjamaan painuma- ja kantavuusarvot tulee rakennussuunnitteluvaiheessa tehdä uusien, tarkempien, pohjatutkimusten perusteella.

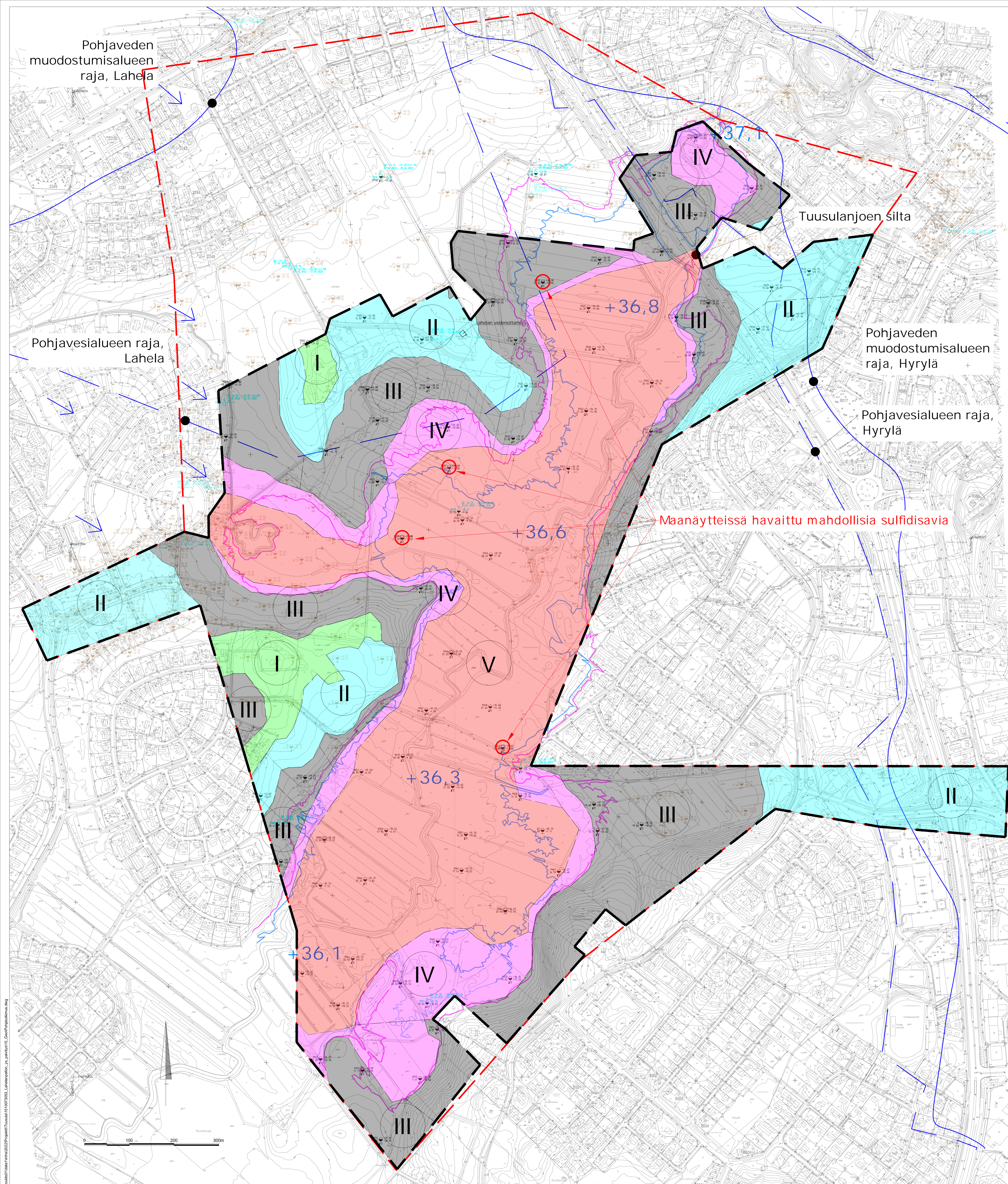
6. LÄHTEET

Autiola, M., Suonperä, E., Suvanto, S. et al. (2022). *Happamien sulfaattimaiden kansallinen opas rakennushankkeisiin – Opas happamien sulfaattimaiden huomioimiseen ja vaikutusten hallintaan*. Ympäristöministeriön julkaisuja 2022:3.

Ramboll Finland Oy 2013. Tuusulan kunta. Lahelanpelto II -alueen Rakennettavuusselvitys.

Ramboll Finland Oy 2014. Tuusulan kunta. Lahelanpelto II asemakaava ja asemakaavan muutos. Lahelan vedenottamon vedenoton vaikutusten arviointi.

Ramboll Finland Oy 2023. Tuusulan kunta. Pohjavesiselvitys, Lahelanpellon yleissuunnitelma.



ALUE I: Alueella I on paras rakennettavuus. Ylimpänä maakerroksena on muita alueita ohuempi ja sitkeämpi/kovempi savi- tai silttikerros. Sitkeän savi-/silttikerroksen alla on siltti- ja/tai hiekkakerros, joiden kairausvastus on suurempi kuin muilla alueilla. Siltti-/hiekkakerroksen alla on pohjamoreeni. Pohjatutkimuksissa tehdyissä kairauksissa ei havaittu vapaapainumaa. Kairauksen syvyys on 7..20 m.

Alueella ei arvioida olevan pohjanvahvistustarpeita, eikä rakennuksilla mahdollista perustaa ilman paaluja. Yksikerroksiset pientalot voidaan alustavasti perustaa maanvaraisille anturaperustuksille kuivakuorikerroksen varaan. Tomittakaan eivät vaadi pohjanvahvistustoimenpiteitä. Raskaammat rakennukset, kuten riv- ja kerrostalot, on perustettava paaluilla.

Alueella II suositellaan tehtäväksi pohjanvahvistuksia, mikäli pengerrystä tehdään paljon. Pohjanvahvistusmenetelminä voidaan käyttää esikuormitusta, stabilointia ja/tai kevennyttä.

ALUE III: Alueella III rakennettavuus on kohtuullinen, mutta vaatii paalutuksia rakennuksille sekä pohjanvahvistuksia. Ylimpänä maakerroksena on noin 1..3 m paksu kuivakuorikerros, jonka alla on pehmeä savea ja/tai savista silttiä 1.8..10 m. Pehmeän kerroksen paksuus on hyvin vaihteleva, 100 m etäisyydellä toisistaan olevien tutkimuspisteiden savikerroksen paksuus vaihteli pohjatutkimuksissa 2..6 metrin välillä. Pehmeämmän maakerroksen alla on kerros sitkeää savea, löyhää hiekkaisista silttiä tai hiekkää.

Alueella sekä kevyet että raskaammat rakennukset on perustettava paaluilla, sekä pihalla-alueille on tehtävä pohjanvahvistustoimenpiteitä ja/tai kevennyksiä. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 7..25 m (pohjamoreeniin saakka). Pohjanvahvistusmenetelminä voidaan käyttää massa- ja/tai pilaristabilointia.

ALUE IV: Alueella IV pohjamaaolosuhteet ovat haastavat rakentaa. Alueesta suurin osa sijaitsee vetyvän alueetuvan alueella. Ylimmäisenä pohjamaakerroksena on paksu, noin 5..11 m, pehmeä savi- tai silttinen savikerros, jonka alla on sitkeää savea tai löyhää (hiekkaisista) silttiä noin 3..7 m tai tilvis moreeni.

Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista. Mikäli alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, on ne perustettava paaluilla. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 8..20 m (pohjamoreeniin saakka). Alin sallittu lattiakorkeus on 1/100 vuodessa toistuva tulvakorkeus + 1 m.

Tulvaveden maksimikorkeus tulee huomioida myös nostemittotuksessa mm. kevennysrakenteissa. Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia. Tarvittaessa käytetään paaluaattaa tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä.

ALUE V: Alueella V pohjamaaolosuhteet tekevät alueesta erittäin vaikean rakentaa. Alue sijaitsee tulva-alueella, ja tämän vuoksi suunnittelussa ja rakentamisessa on huomioitava tulvakorkeus kuten alueella IV.

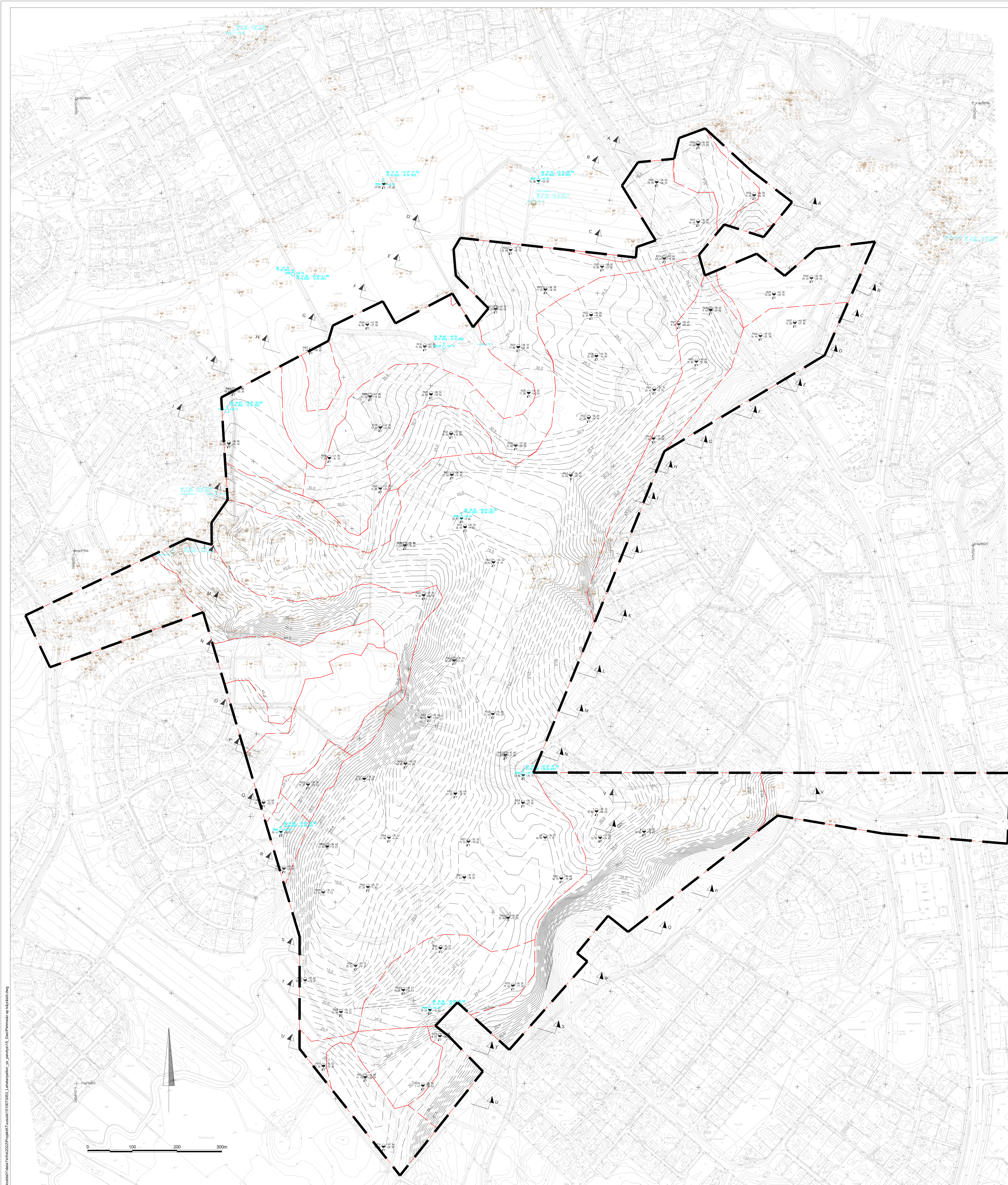
Paalimittaisena maakerroksena on pääasiantoisesti 1..4 m paksu turvekeros, jonka alla on hyvin pehmeää savea tai löyhää savista silttiä. Pehmeät maakerrokset ovat alueella hyvin paksuja, noin 13..31 m, tai paikoin tätä syvempiä. Paksimmat kerrokset sijaitsevat pääasiantoisesti Tuusulanjoen läheisyydessä. Alueella V havaittiin mahdollisia happamia sulfaattimaita neljässä eri tutkimuspisteessä syvyyksillä 2..8 m.

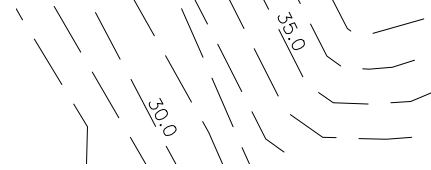
Alueen pohjamaa vaatii pohjanvahvistustoimenpiteitä. Alueelle ei ole suunniteltu rakennettavan rakennuksia, eikä sinne suositella asuinrakentamista tulvan ja heikköjen pohjaolosuhteiden vuoksi. Mikäli alueella suunnitellaan rakennettavan rakennuksia, on ne perustettava paaluilla. Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys on noin 10..41.2 m (pohjamoreeniin saakka). Pohjanvahvistusmenetelminä käytetään pääasiassa stabilointia tai stabiloinnin ja kevennyksen yhdistelmiä, mutta alueilla, joilla pehmeän maakerroksen paksuus on > 25 m, pih- ja katualueet on perustettava paaluaattolla. Alueilla, joissa esiintyy turvetta, tehdään massavaihto tai massastabilointi.

- MERKINNÄT**
- SUUNNITTELUALUEEN RAJA
 - SELVITYSALUEEN RAJA
 - RAKENNETTAVUUSALUEEN RAJA
 - POHJAVESIALUE
 - POHJAVEDEN MUODOSTUMISALUE
 - TULVARAJA JA TULVAKORKEUDET
 - VETTYVÄ ALUE
- PAINOKAIRAUS**
- KAIRAUS PÄÄTTYNYT KALLIOON TAI LOHKAREESEEN
 - KAIRAUS PÄÄTTYNYT MÄÄRÄSYVYYTEEN
 - HÄIRINTYNyt MAANÄYTE
 - SIIPKAIRAUS
 - HÄIRINTÄMÄTÖN MAANÄYTE
 - POHJAVESIPUTUS
 - MAANÄYTEISSÄ HAVAITTU MAHDOLLISIA SULFIDISAVIA

Tutkimusajankohta	Mittaus	v.1995 - v.2023
	Kairaus	v.1995 - v.2023
Työnjohtaja	Mittaus	Tuusulan kunta
	Kairaus	Tuusulan kunta
Koordinaattisto		ETRS-GK25
Korkousjärjestelmä		N2000

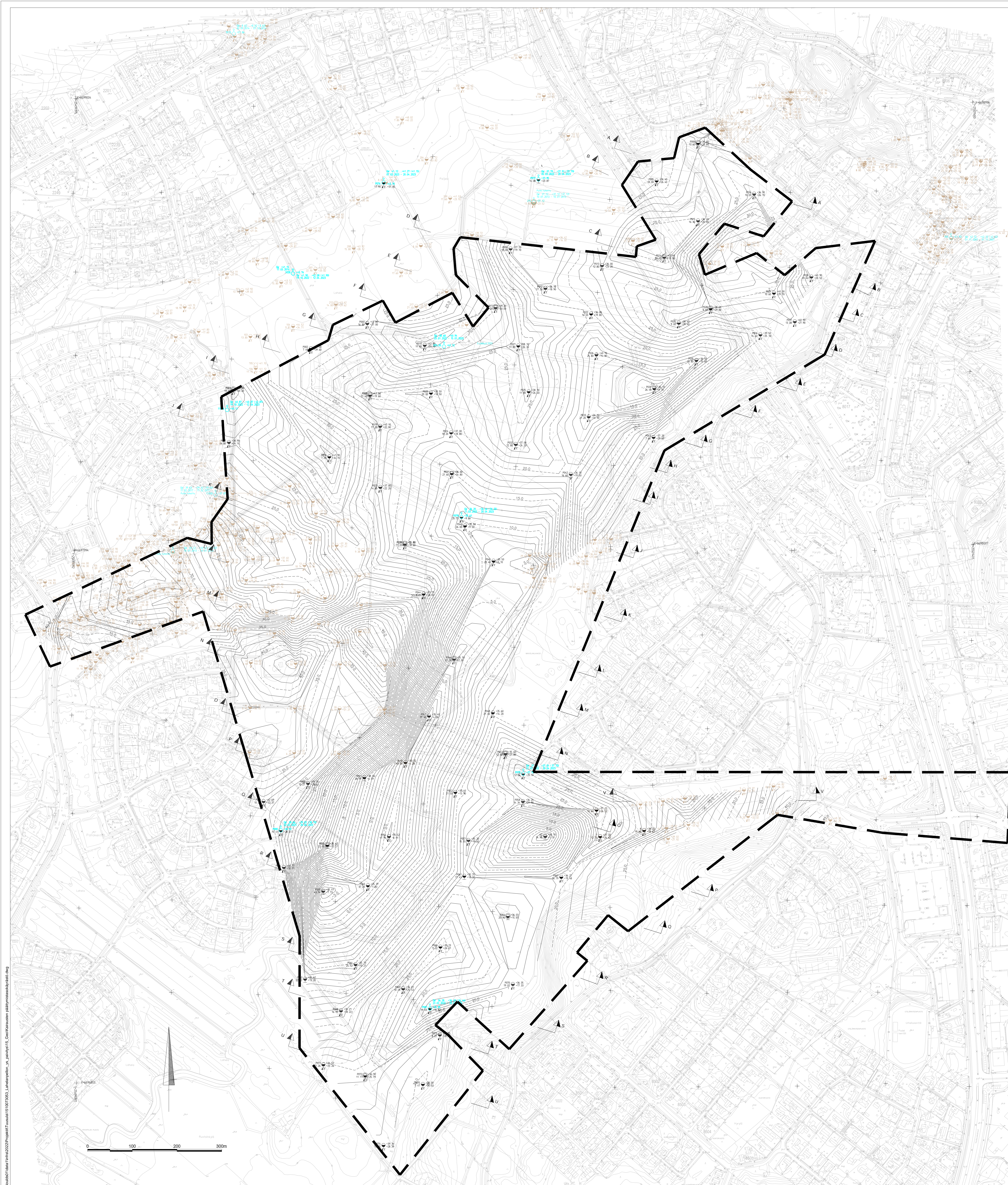
Kunta	Hyrylä	Korttelin/Talon		Talvin/tilin o		Wastanmaan merkintä		Rak.kuormo	
Rakennuslupa	Uudisrakennus					Pohjois		Jalko	
Rakennuslupamenetelmä	TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS					Tuusulan kunta		Mittakaava	1:3000
Rakennettavuus selvitys						Tutkimuskartta			
Ramboll	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611					Geo 1510073053		Tiedosto	
Proj.	Minna Koistinen, DI					1		Muutos	
						1		Proj.	MERJAH
								Päiv.	29.9.2023



- MERKINNÄT**
-  RAKENNETTAVUUSALUEEN RAJA
 -  RAKENNETTAVUUSALUEIDEN VÄLINEN RAJA
ks. pohjatutkimuskartta piirustus no 1510073053.1
 -  PEHMEÄN KERROKSEN ALAPINNAN KÄYRÄSTÖ
- Tehty kairausten ja maanäytteiden perusteella

Koordinaattijärjestelmä		ETRS-GK25	
Korkeusjärjestelmä		N2000	
Esioikeus	Hyrylä	Korttelit	Tietyt
Rakennuskohde	Uudisrakennus	Rakennustyyppi	Pohjarakennus
Rakennuskohde nimi ja osoite	TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS		Mittakaava 1:3000
Rakennettavuus selvitys		Suunnittelija	Työnohjaaja
 Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		GEO 1510073053	Tekijä MERJAH
Ny. Minna Koistinen, DI	Suunn. M. Karnaatti	Piirust. MERJAH	Pvm. 29.9.2023

\pict\001\data\1510073053\Projektit\Tuusula\1510073053_Lahelanpelto_ys_pohjatutkimus_02.pdw\pict15_GeoPehmea.kml



MERKINNÄT

--- SELVITYSALUEEN RAJA

KAIRAUSTEN PÄÄTTYMISTASOKÄYRÄSTÖ
Huomi! Käyrästä ei kuvaa kallon pintaa. Kalliovarmistuksia ei ole tehty. Käyrästä on käytetty ne kairaukset jotka ovat päätyneet tiiviiseen kerrokseen, lohkaräeseen tai kallioon.

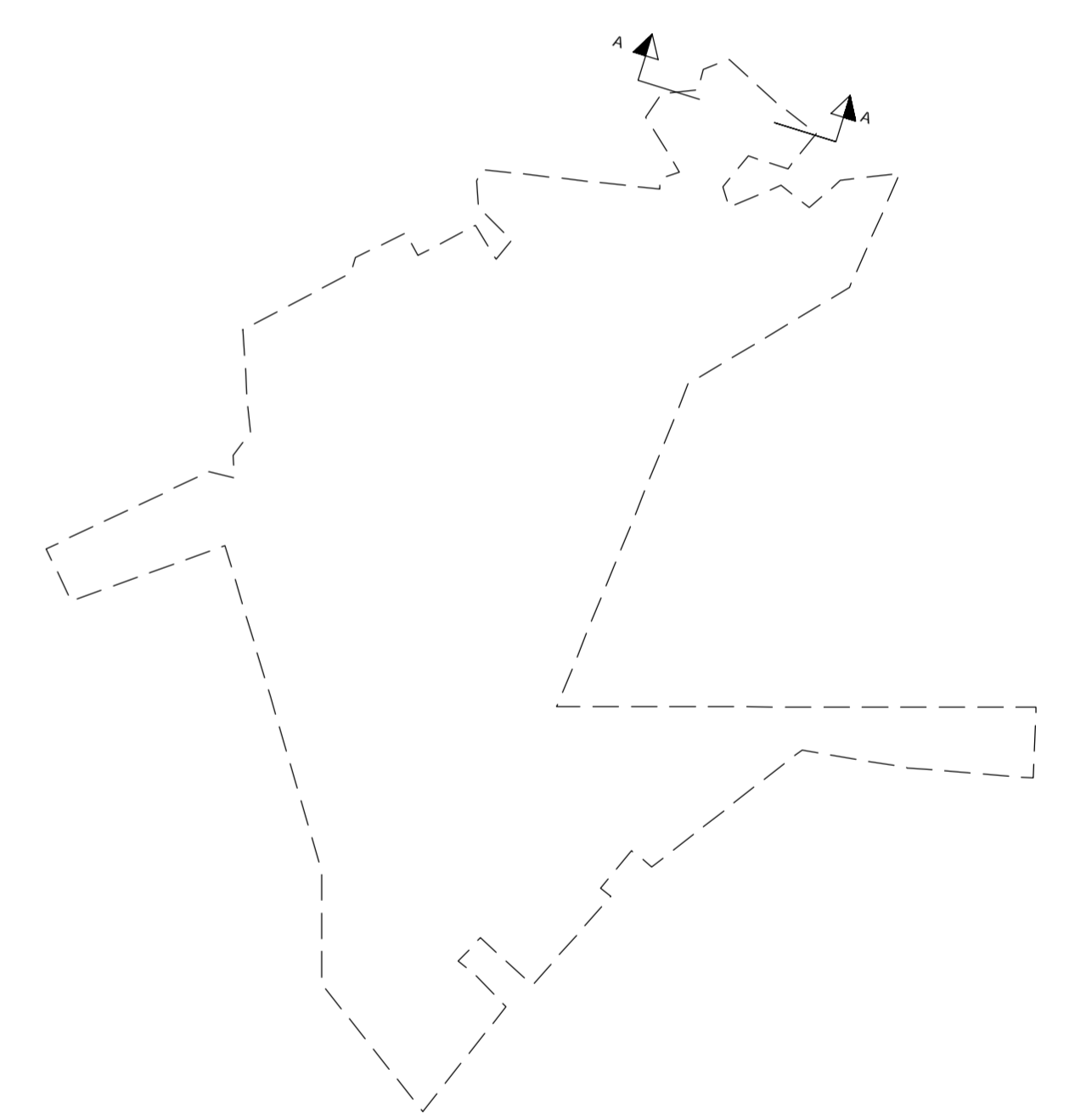
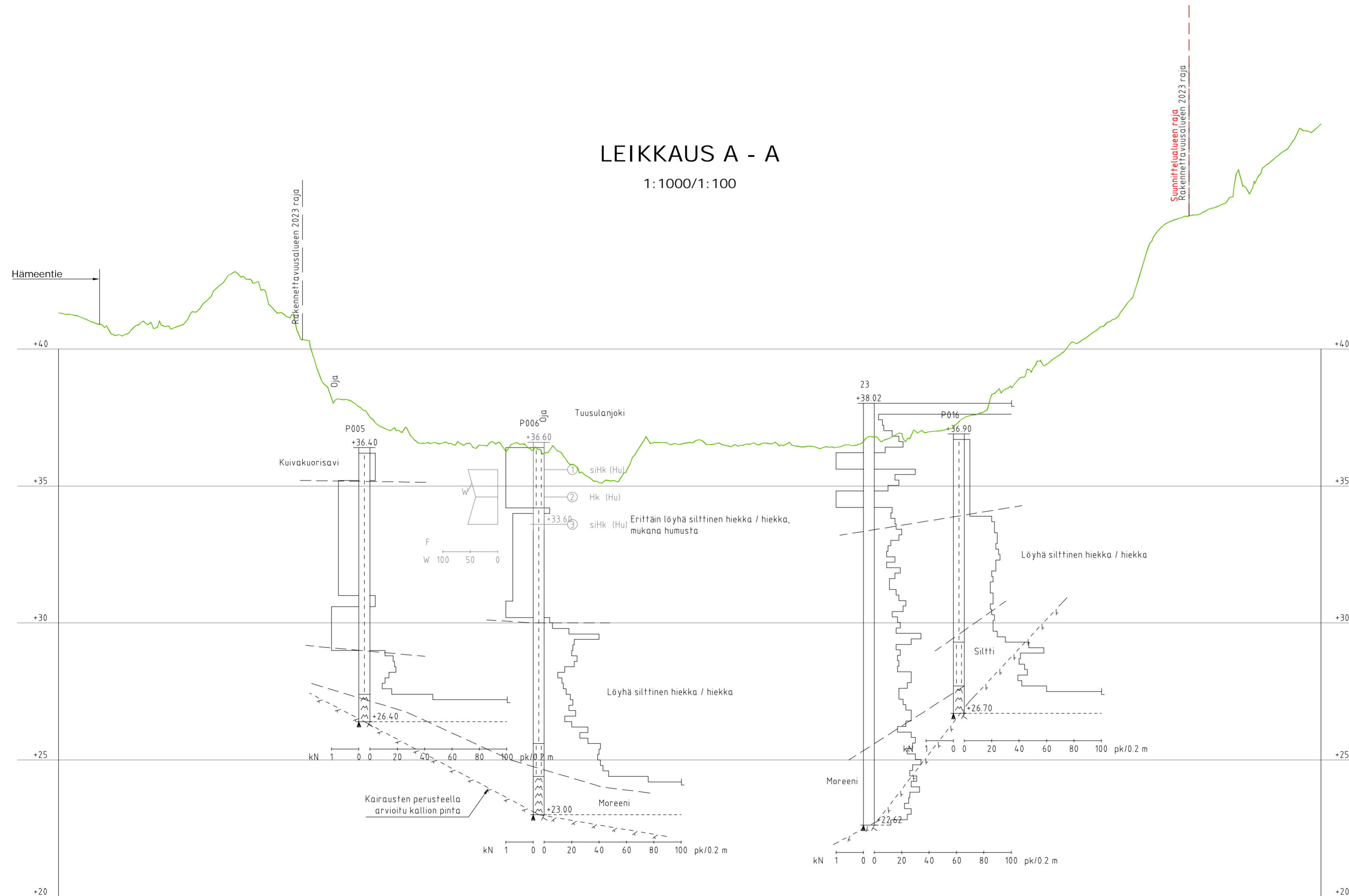
Koordinaattijärjestelmä	ETRS-GK25
Korkeusjärjestelmä	N2000

Kuusi Työ Hyrylä	Kortti/ Tila	Sarja/ Ohje	Valmistajan merkintä	Rakennus no
Rakennusluokitus Uudisrakennus			Pohjarakennus	Aukko no
Rakennuksen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Kairausten päättymistasokäy- rästä, tiivis pinta	Mittakaava 1:3000
Rakennettavuus selvitys				
Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti Puh. 020 755 611			Suunnitelma GEO 1510073053	Tekijä Merkintä
Hyv. Minna Koistinen, DI			Suunn. M. Karnaat	Perust. MERJAH
			Pvm 29.9.2023	

\pict\001\data\1510073053\Projektit\Tuusula\1510073053_Lahelanpelto_03_pohja\15_Geokemianterveysmittauskaartit\03.dwg

LEIKKAUS A - A

1:1000/1:100



TAK. 40.8
1510073053
x 6698820.5
y 25500693.5

ED. 67.1
1510073053
x 6698904.6
y 25500786.3

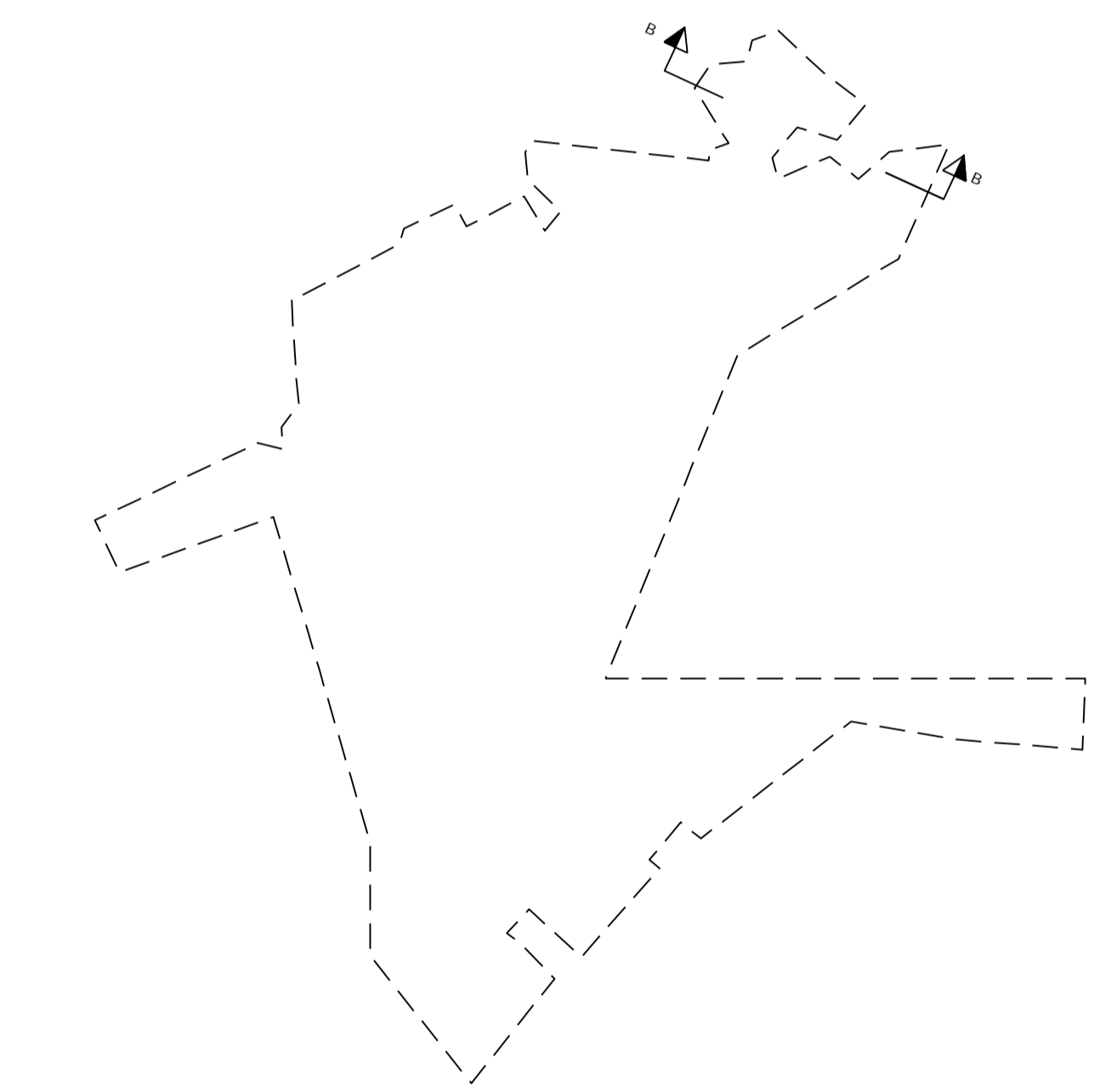
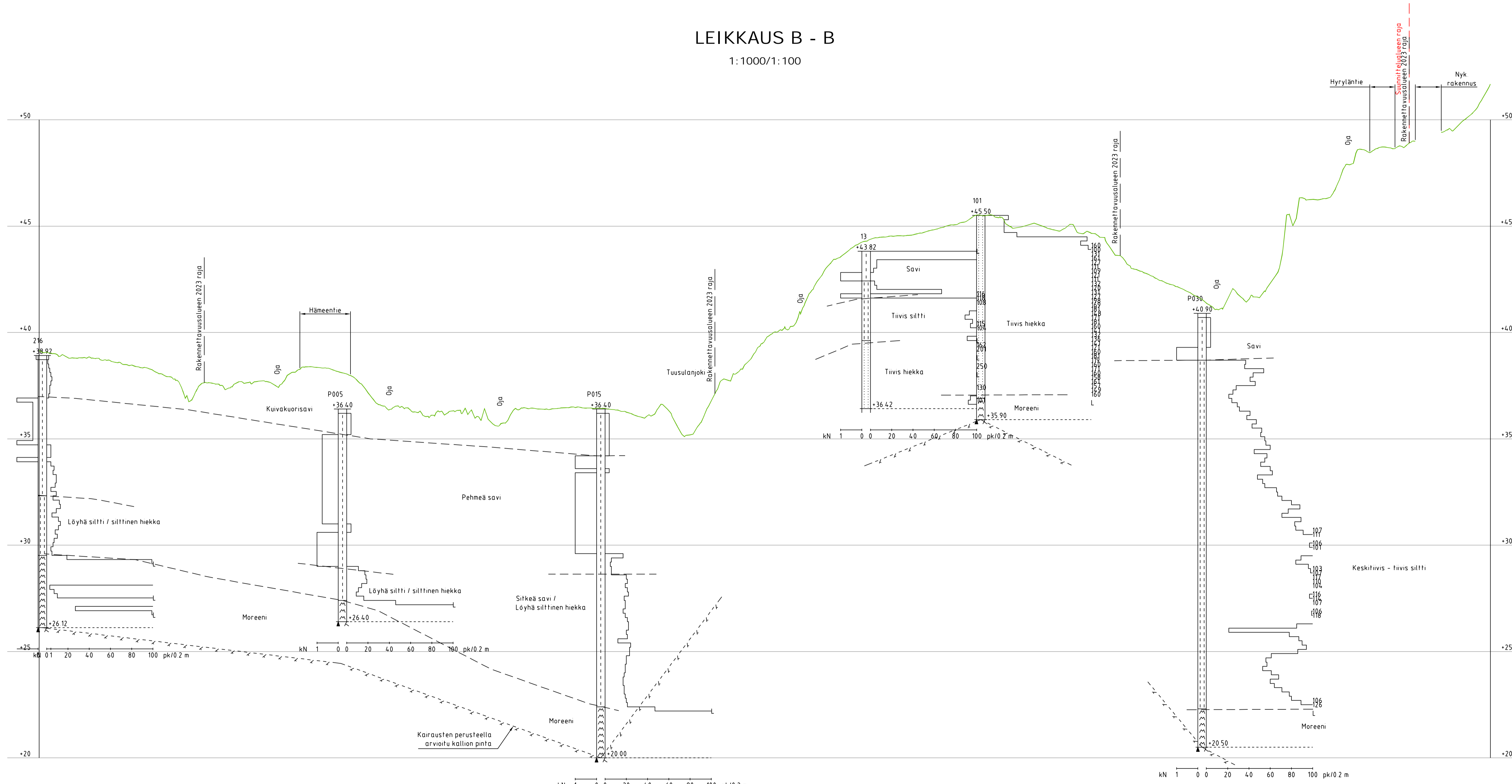
ED. 70.3
1510073053
x 6698871.9
y 25500902.3

TAK. 3.9
1510073053
x 6698791.3
y 25500911.7

K.osa/ Kylä Hyrylä	Kortteli/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
Rakennustoimenne Uudisrakennus	Pohjarakennus		Pinustustyyppi	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Leikkaus A-A		Mittakaava	1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys			Suunn. ala	Työnro
Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			GEO	1510073053
Hyv. Minna Koistinen, DI			Piirustusno 4	Piirustuskäsi Muutos
			Suunn. M.Karnaatti	Piir. MERJAH
			Pvm	29.9.2023

LEIKKAUS B - B

1:1000/1:100

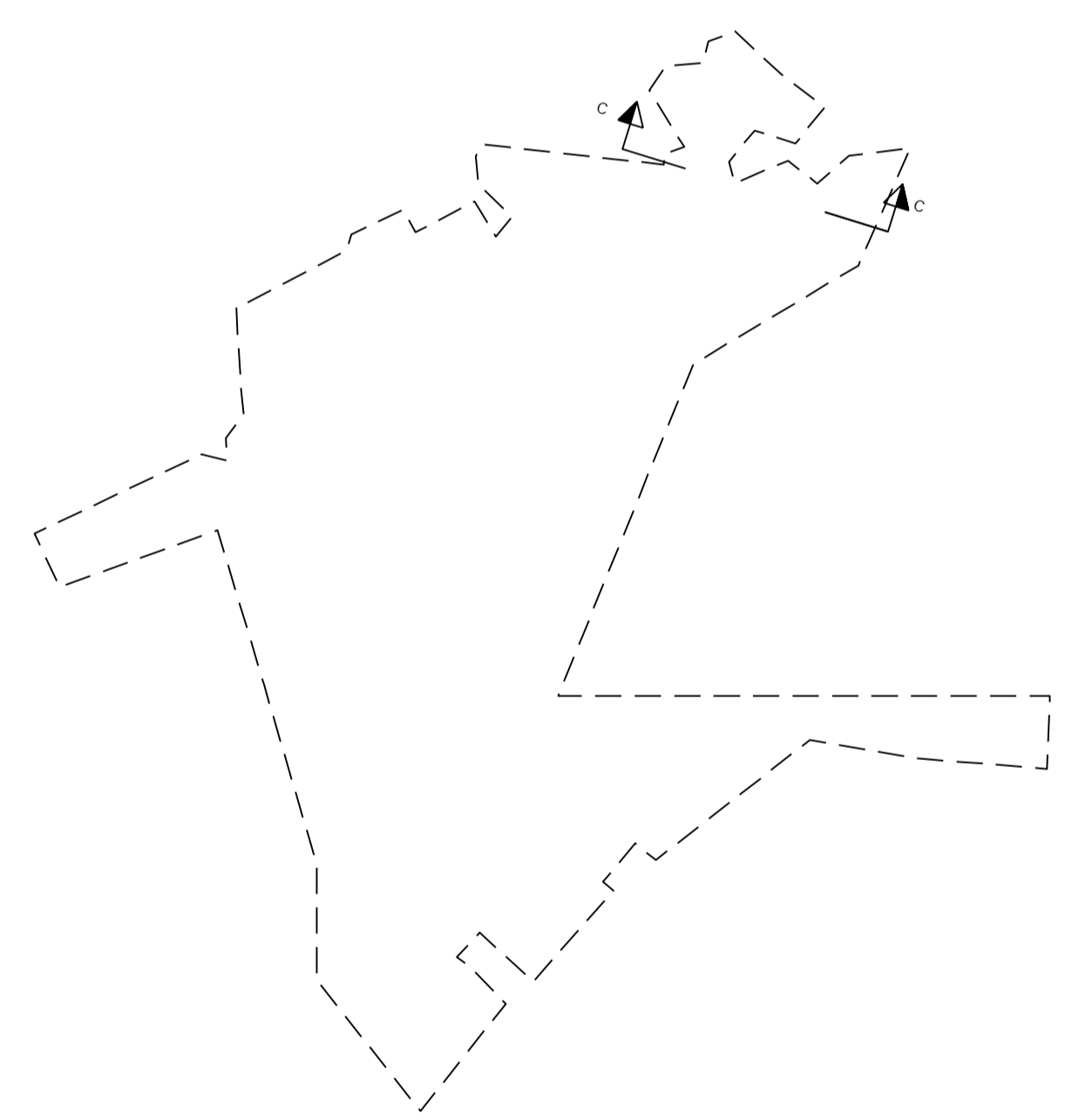
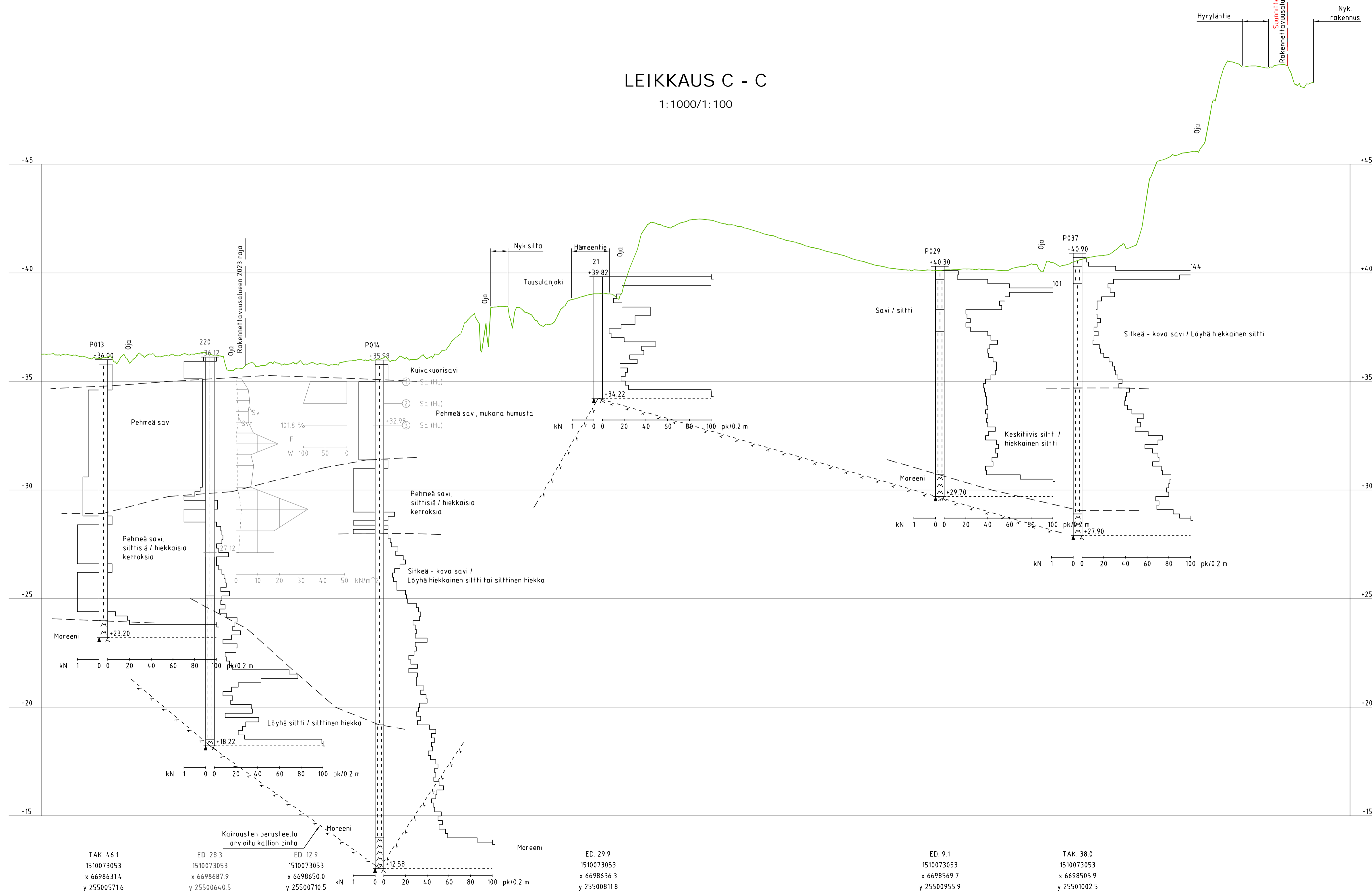


TAK 10.2 1510073053 x 6698839.3 y 25500546.8	ED 34.0 1510073053 x 6698820.5 y 25500693.5	TAK 8.2 1510073053 x 6698731.4 y 25500786.2	TAK 8.5 1510073053 x 6698678.9 y 25500899.4	TAK 4.6 1510073053 x 6698660.0 y 25500950.0	TAK 16.2 1510073053 x 6698605.9 y 25501039.7
---	--	--	--	--	---

Kissa/Kylä Hyrylä	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintä	Rak.luvan nro
Rakennuslupa Uudisrakennus	Pohjarakennus		Juokseva nro	
Rakennuskohde nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Leikkaus B-B		Mittakaava 1:1000/ 1:100	
Rakennettavuusselvitys	Suunn. ala GEO	Työnro 1510073053	Tiedosto	
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Riistustunnus 5	Riistuskäsitte Muutos		
Hv. Minna Koistinen, DI	Suunn. M.Karnaatti	Piir. MERJAH	Pvm. 29.9.2023	

LEIKKAUS C - C

1:1000/1:100



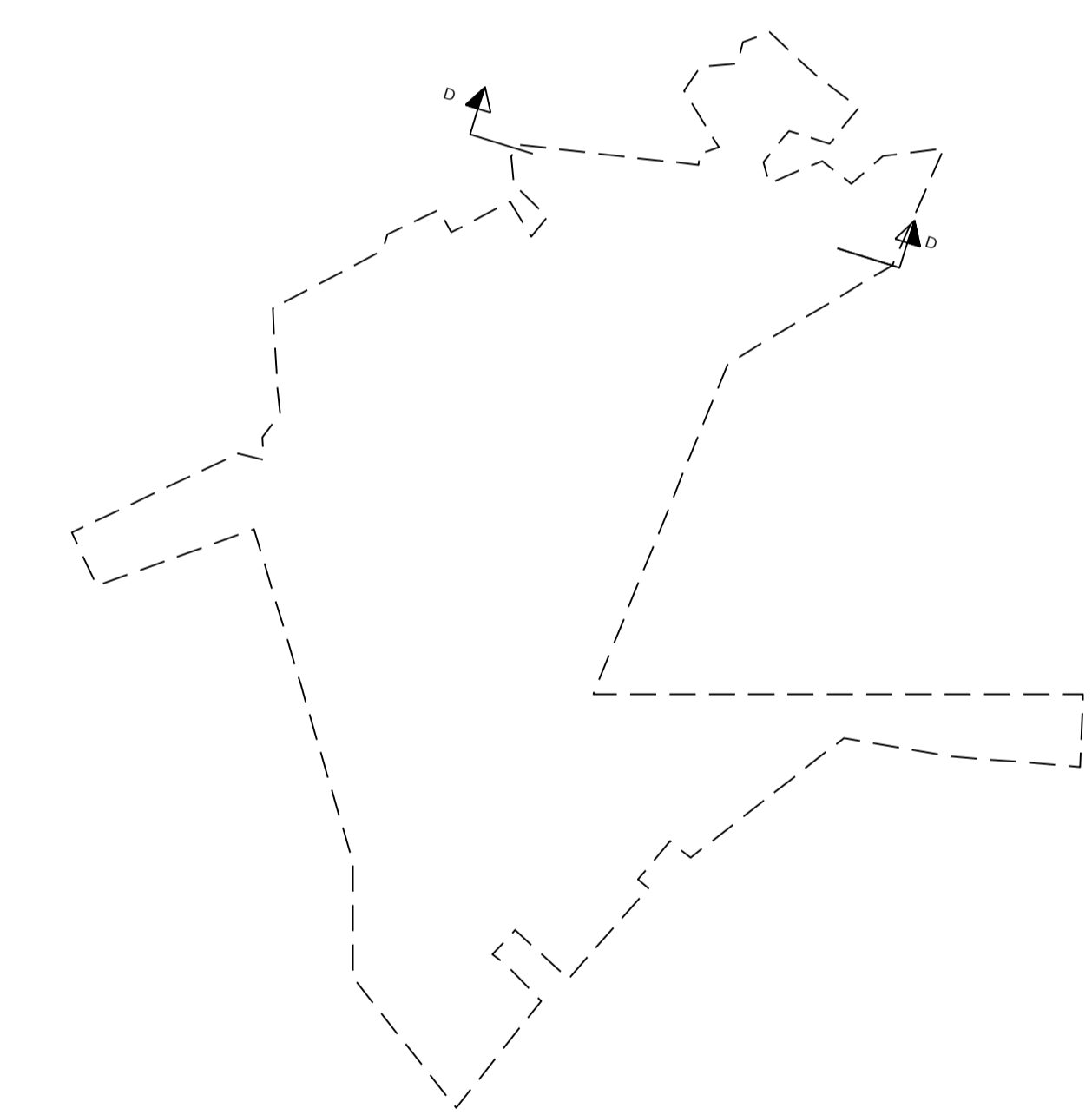
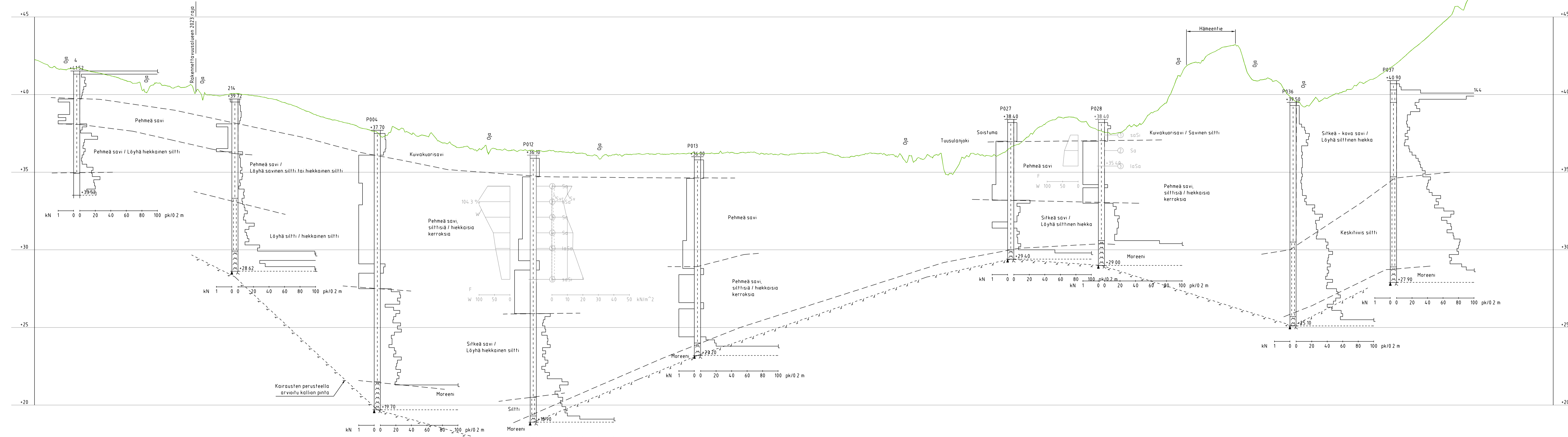
Kissa/Kylä Hyrylä	Korttelit/ Tila	Tontit/ Rn:o	Viranomaisen merkintä	Rak.luvan nro
Rakennusvaihe Uudisrakennus	Pohjarakennus		Juokseva nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Pohjarakennus		Mittakaava	1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys	Suunn. ala GEO 1510073053		Tiedosto	
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Työnro 6	Piirustuksia 6	Muutos	
Hv: Minna Koistinen, DI	Suunn. M.Karnaatti	Piir. MERJAH	Pvm 29.9.2023	

TAK 46.1 1510073053 x 66986314 y 255005716
 ED 28.3 1510073053 x 6698687.9 y 25500640.5
 ED 12.9 1510073053 x 6698650.0 y 25500710.5
 ED 29.9 1510073053 x 6698636.3 y 255008118
 ED 9.1 1510073053 x 6698569.7 y 25500955.9
 TAK 38.0 1510073053 x 6698505.9 y 25501002.5

V:\uudisrakennus\2022\projekti\tuusula\1510073053_Lahelanpelto_ny_painos\15_Geo\Pohjarakennus.dwg

LEIKKAUS D - D

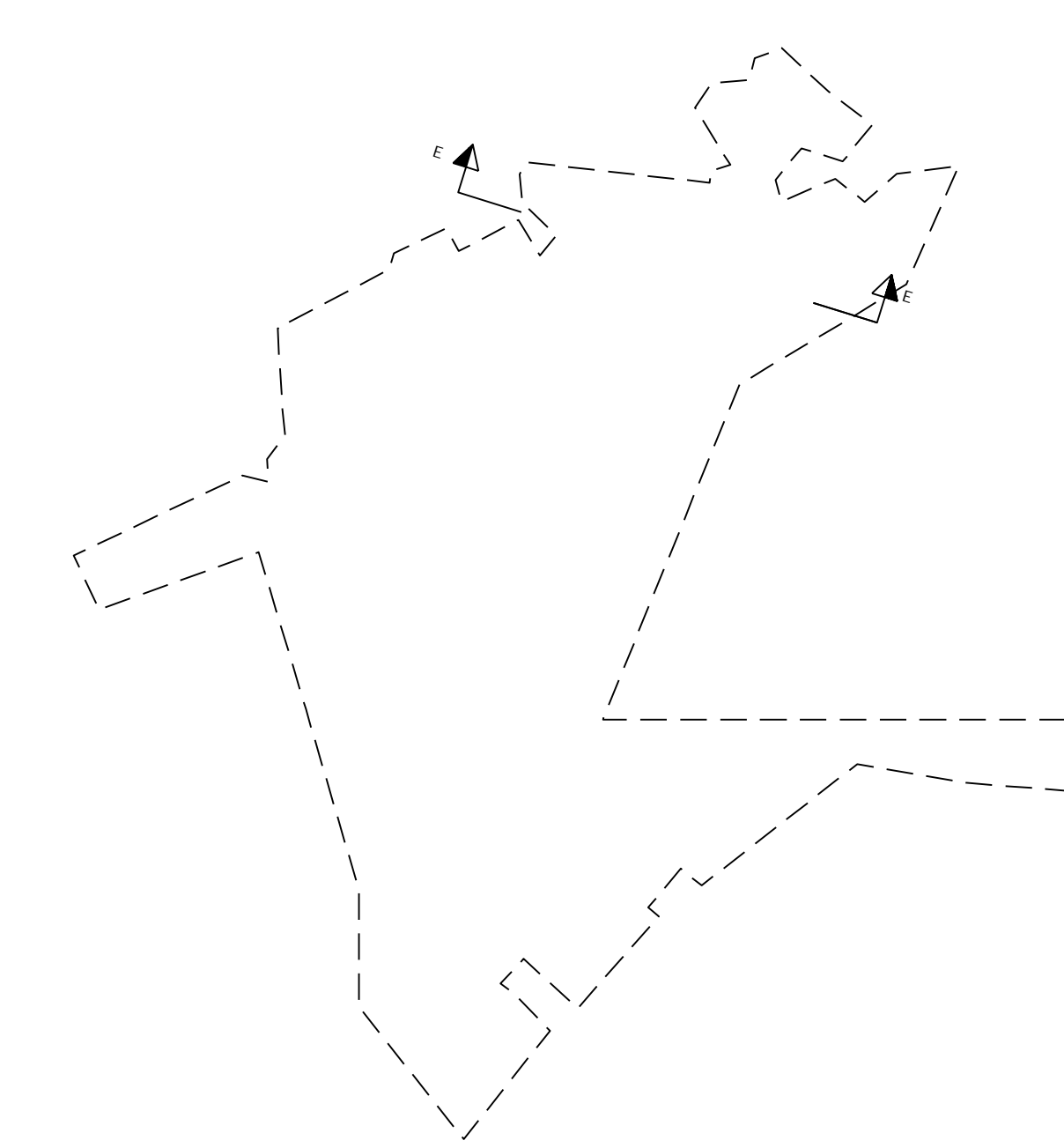
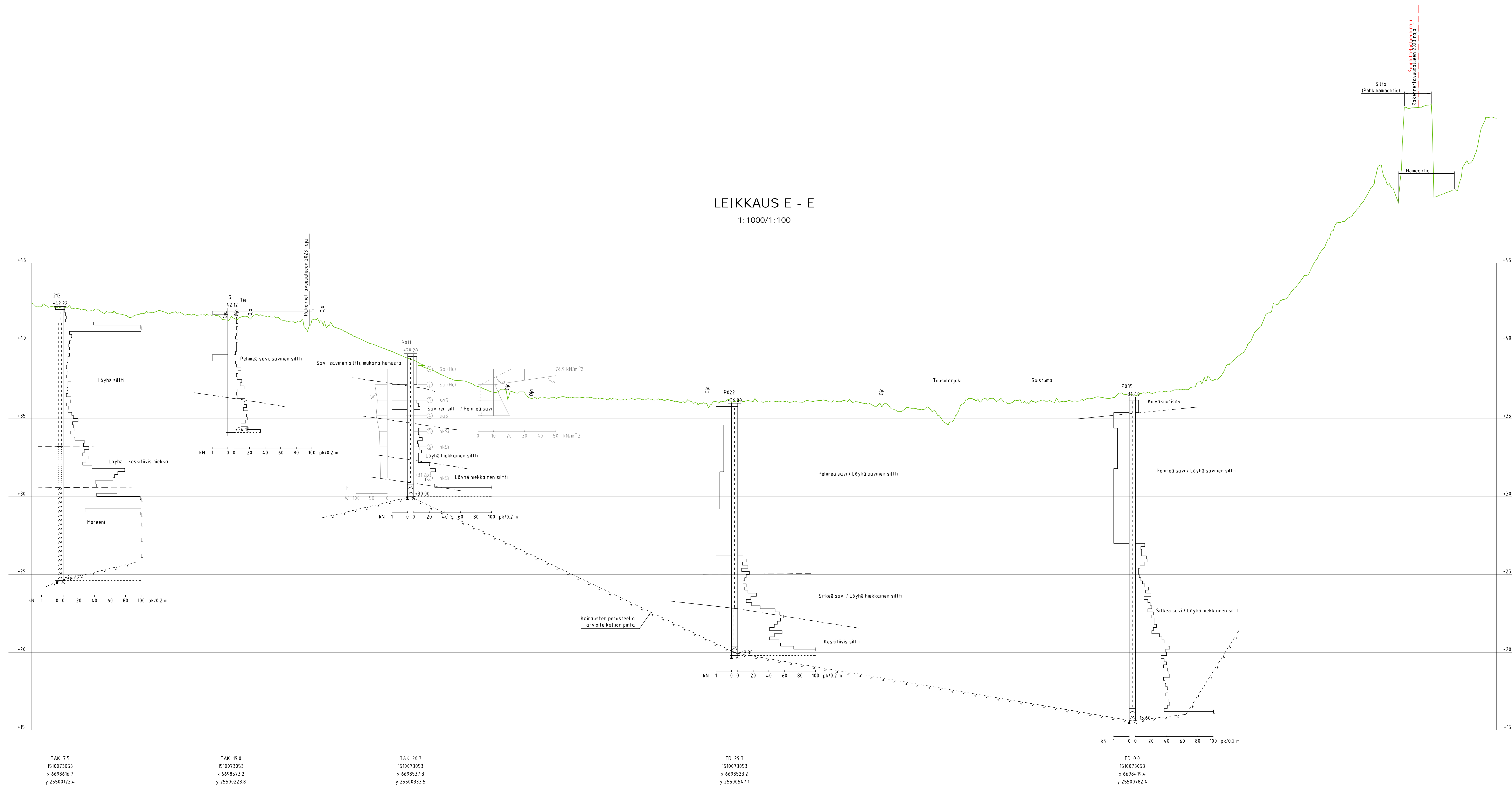
1:1000/1:100



TAK 34.4 1510073053 x 6698676.0 y 25500166.3	ED 22.7 1510073053 x 6698700.3 y 25500280.7	ED 18.2 1510073053 x 6698668.7 y 25500367.0	TAK 4.2.8 1510073053 x 6698580.6 y 25500444.9	ED 4.3.3 1510073053 x 6698631.4 y 25500571.6	TAK 28.6 1510073053 x 6698502.7 y 25500743.1	ED 23.1 1510073053 x 6698534.7 y 25500814.3	ED 0.5 1510073053 x 6698476.5 y 25500925.6	ED 51.4 1510073053 x 6698505.9 y 25501002.5
---	--	--	--	---	---	--	---	--

Kassa/ Kylä Hyrylä	Korttel/ Tila	Tontti/ R:o	Viranomaisen merkintä	Rak.kuusi nro
Rakennusomajärjestö Uudisrakennus			Pinotulot	Julkisen nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelampelto YS			Pinotulokaus sisältö Leikkaus D-D	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunn. ja Työno Suunn. ja Työno Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Tiedosto GEO 1510073053 7 Pinnus Pinnus Muutos
Hv. Minna Koistinen, DI	Suunn. M.Karnaatti	Piir. MERJAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS E - E
1:1000/1:100



TAK 75
1510073053
x 6698616.7
y 25500122.4

TAK 19.0
1510073053
x 6698573.2
y 25500223.8

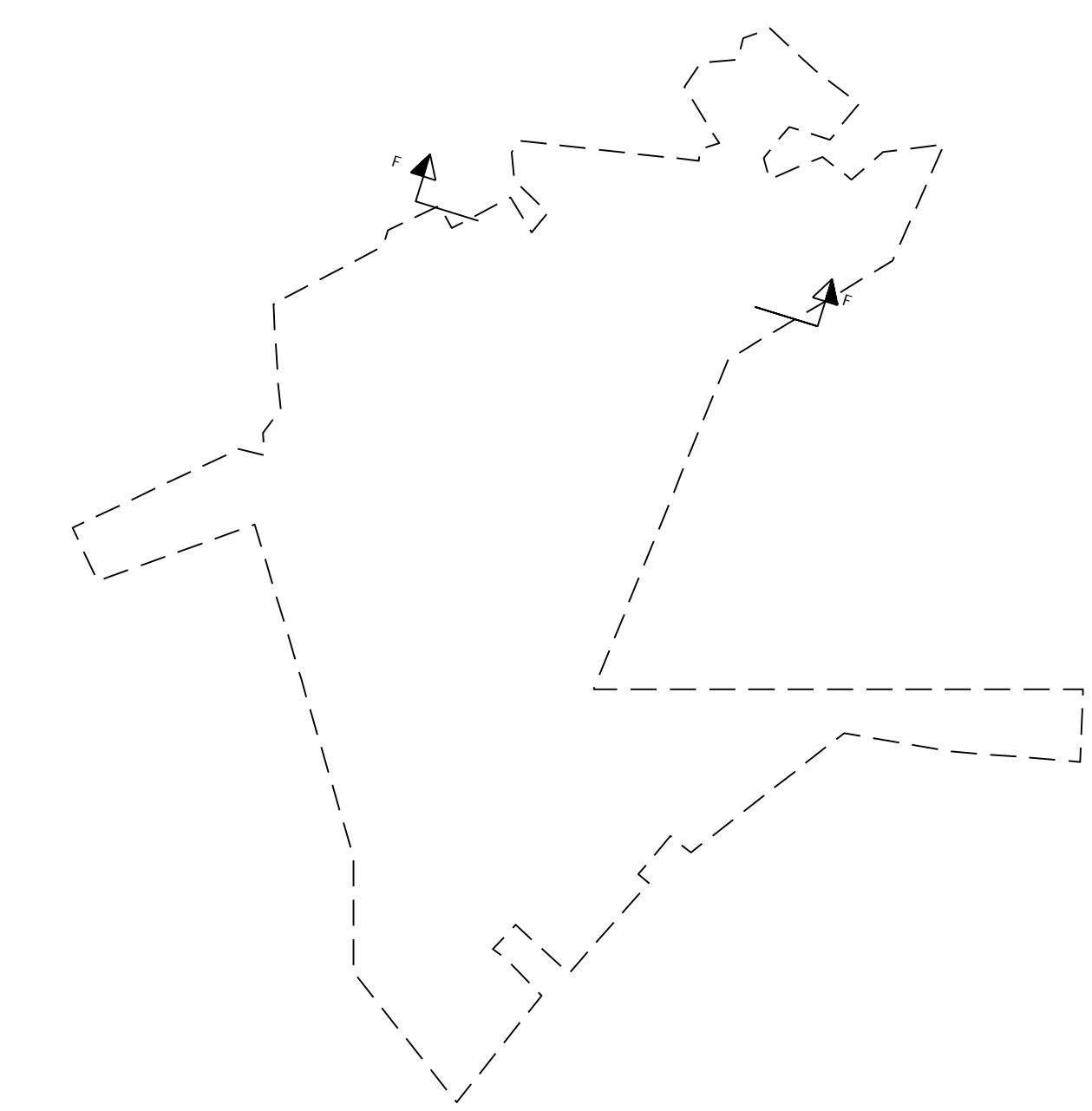
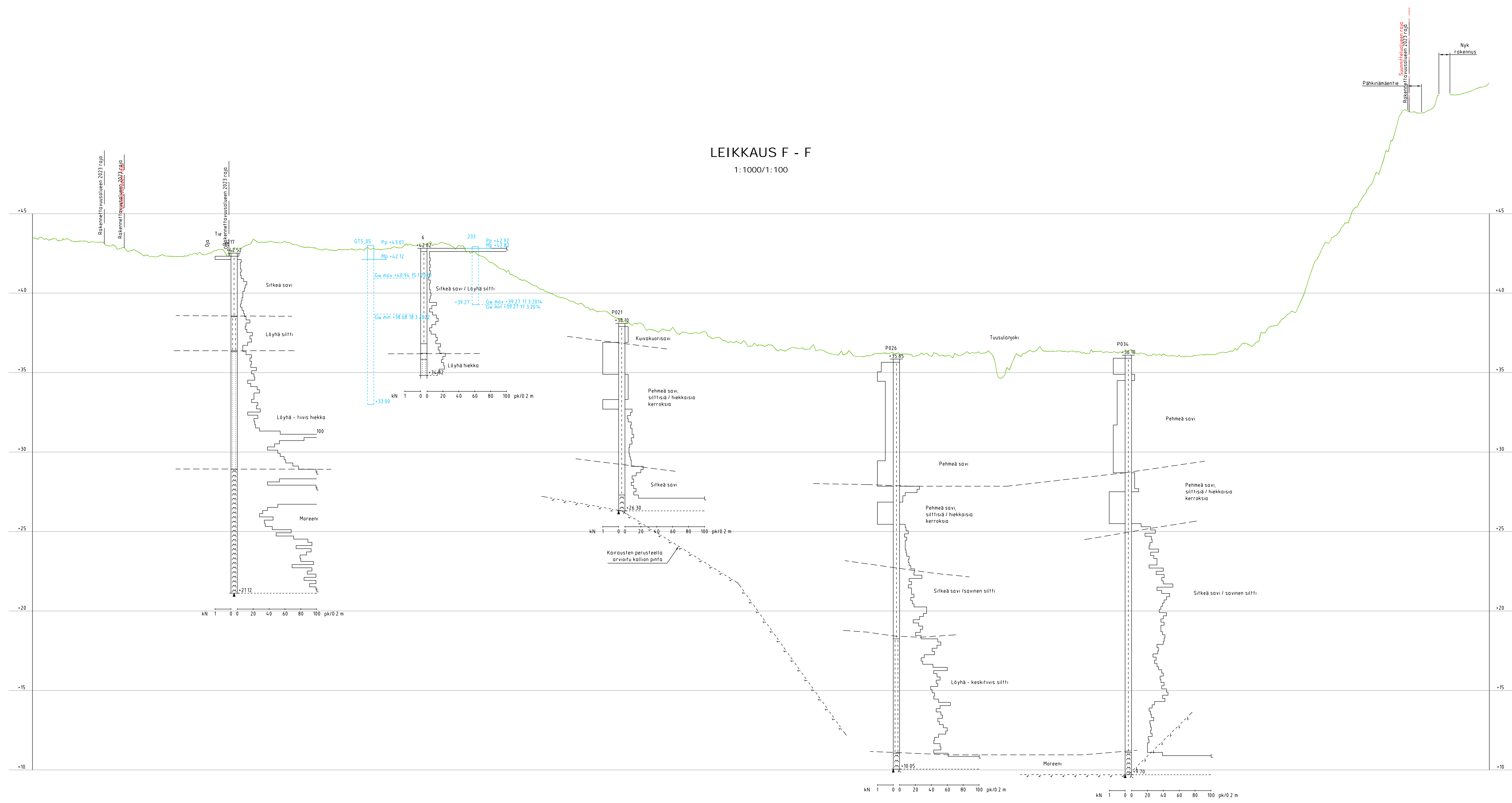
TAK 20.7
1510073053
x 6698537.3
y 25500333.5

ED 29.3
1510073053
x 6698523.2
y 2550054.71

ED 0.0
1510073053
x 6698419.4
y 25500782.4

Kaar/Kylä Hyrylä	Korttel/Tila	Sitteli/Ohje	Viranomaisen merkintä	Rakennusno
Rakennustyyppi Uudisrakennus	Piirustaji Pohjarakennus			Julkaisu no
Rakennusvaihe TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Piirustuksen nimi Leikkaus E-E	Mittakaava 1:1000/ 1:100		
Rakennettavuus selvitys	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suomi GEO 1510073053	Tuote Pohjarakennus	Tuote Maasto
Työ Minna Koistinen, DI	Suunn. M.Karnaatti	Proj. MERJAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS F - F
1:1000/1:100



ED 16.6
1510073053
x 6698540.2
y 25500156.3

TAK 518
1510073053
x 6698447.3
y 25500218.0

ED 111
1510073053
x 6698499.5
y 25500268.7

TAK 610
1510073053
x 6698440.1
y 25500284.0

TAK 0.2
1510073053
x 6698451.7
y 25500384.2

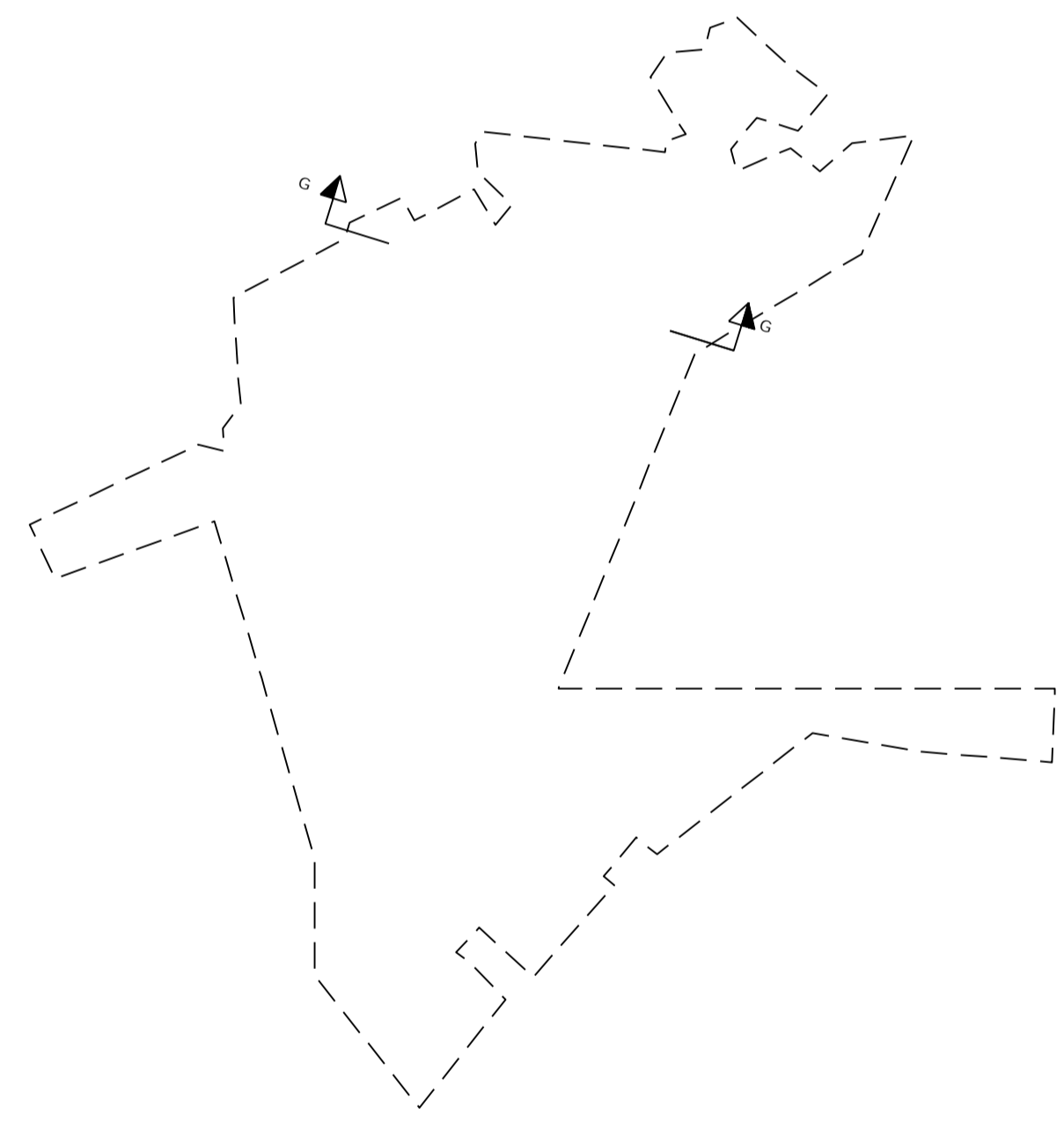
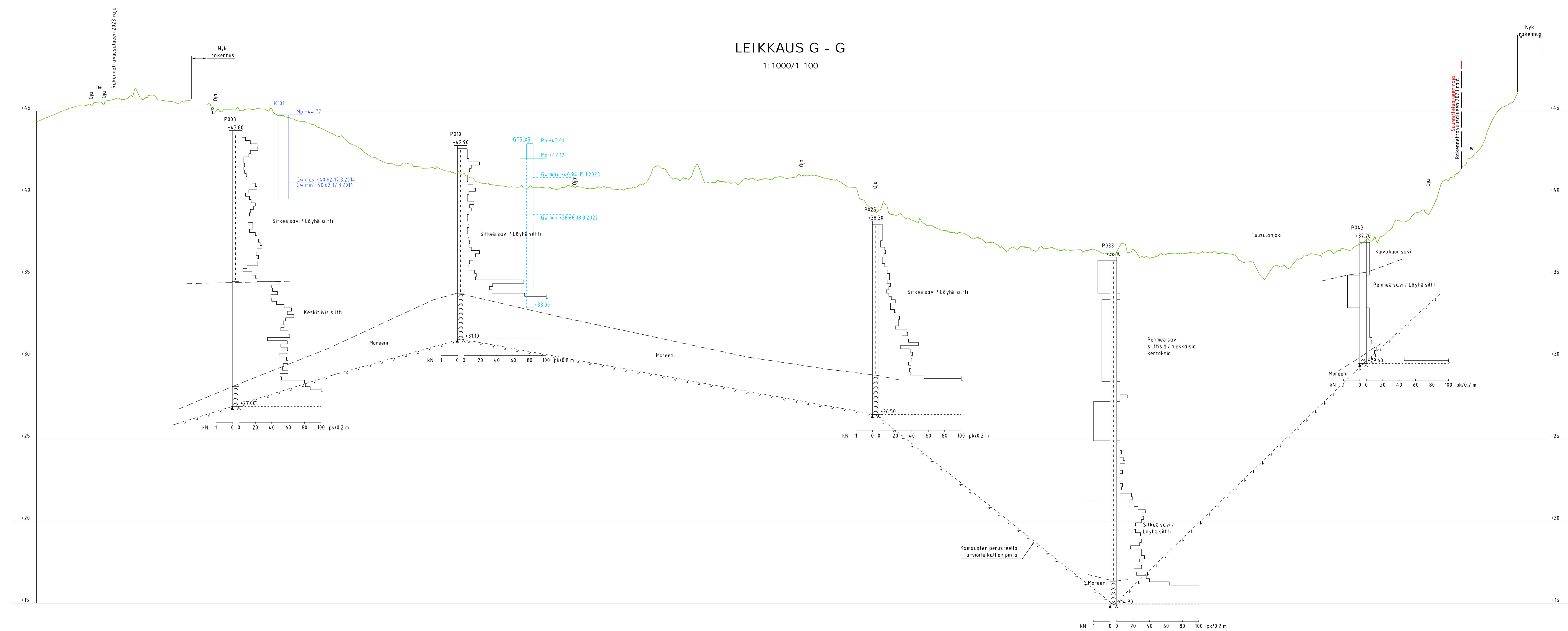
ED 32.7
1510073053
x 66984318
y 25500559.0

TAK 1.1
1510073053
x 6698356.2
y 25500688.3

Kaar/Kylä Hyrylä	Korttel/Tila	Sitteli/Ohje	Viranomaisen merkintä	Rakennusno
Rakennuslupa Uudisrakennus			Pohjarakennus	Julkaisu no
Rakennuttaja TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Projekti Leikkaus F-F	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunn. Työno GEO 1510073053	Tuotettu
Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Projekti Muuks	Pvm 29.9.2023
Mv: Minna Koistinen, DI			Suunn. M.Karnaatti	Pv: MERIAH

LEIKKAUS G - G

1:1000/1:100



ED 4.3.7
1510073053
x 66985019
y 25500046.6

TAK 5.2
1510073053
x 6698446.5
y 25500066.1

ED 35.2
1510073053
x 6698453.1
y 25500175.0

ED 4.4.4
1510073053
x 6698449.3
y 25500218.0

ED 5.1
1510073053
x 6698293.3
y 25500407.5

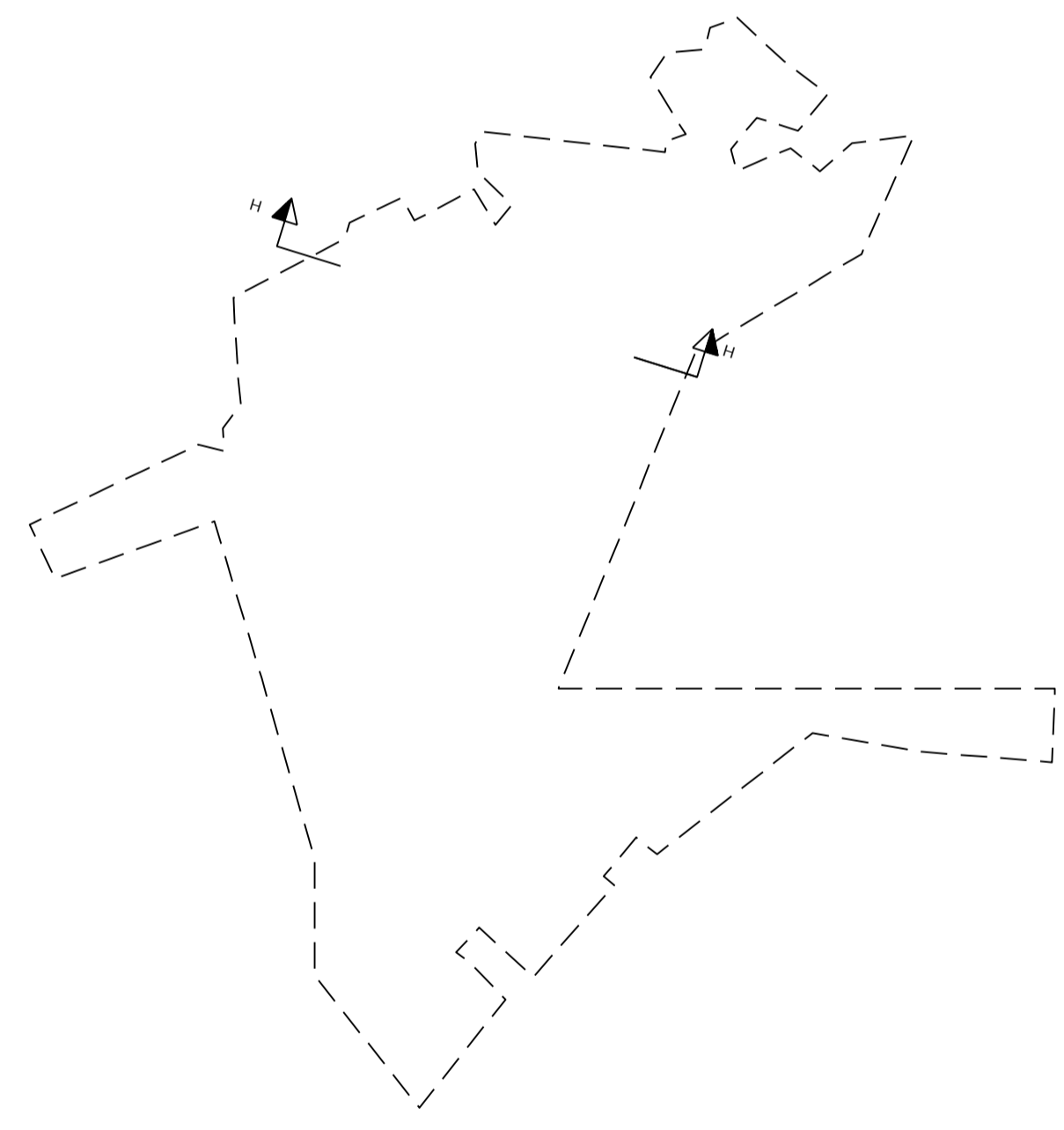
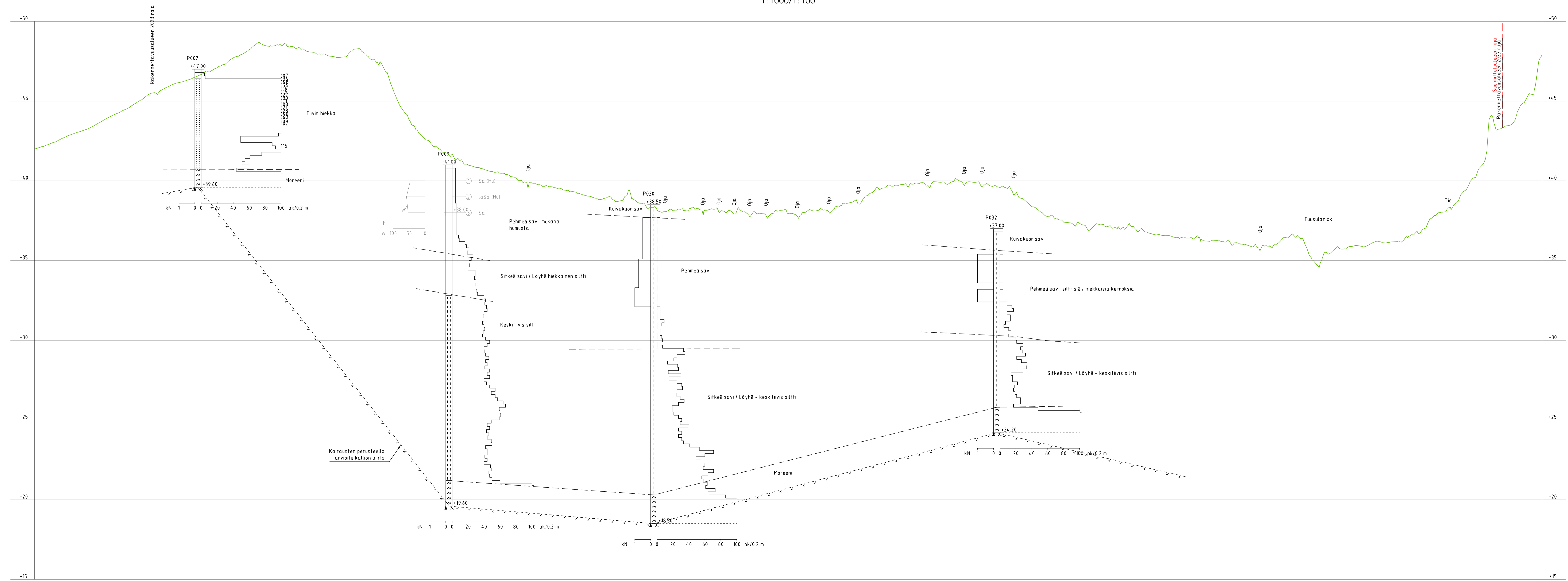
TAK 8.6
1510073053
x 6698293.2
y 25500541.7

TAK 9.4
1510073053
x 6698247.3
y 25500686.7

Kunta/Kylä Hyrylä	Korttelit/Tilat	Tontit/Ruok.	Viranomaisen merkintä	Rakennusnumero
Rakennusomajärjestö Uudisrakennus			Pinotulot	Julkisen nro.
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Pinotuloksen sisältö Leikkaus G-G	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunnitelman nimi ja numero GEO 1510073053	Tiedosto
Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Pinotulot 10	Muutos
Hv. Minna Koistinen, DI			Suunn. M. Karnaatti	Piir. MERJAH Pvm 29.9.2023

LEIKKAUS H - H

1:1000/1:100



ED 29.5
1510073053
x 669845.8
y 25499920.5

TAK 30.7
1510073053
x 669834.6
y 25500052.9

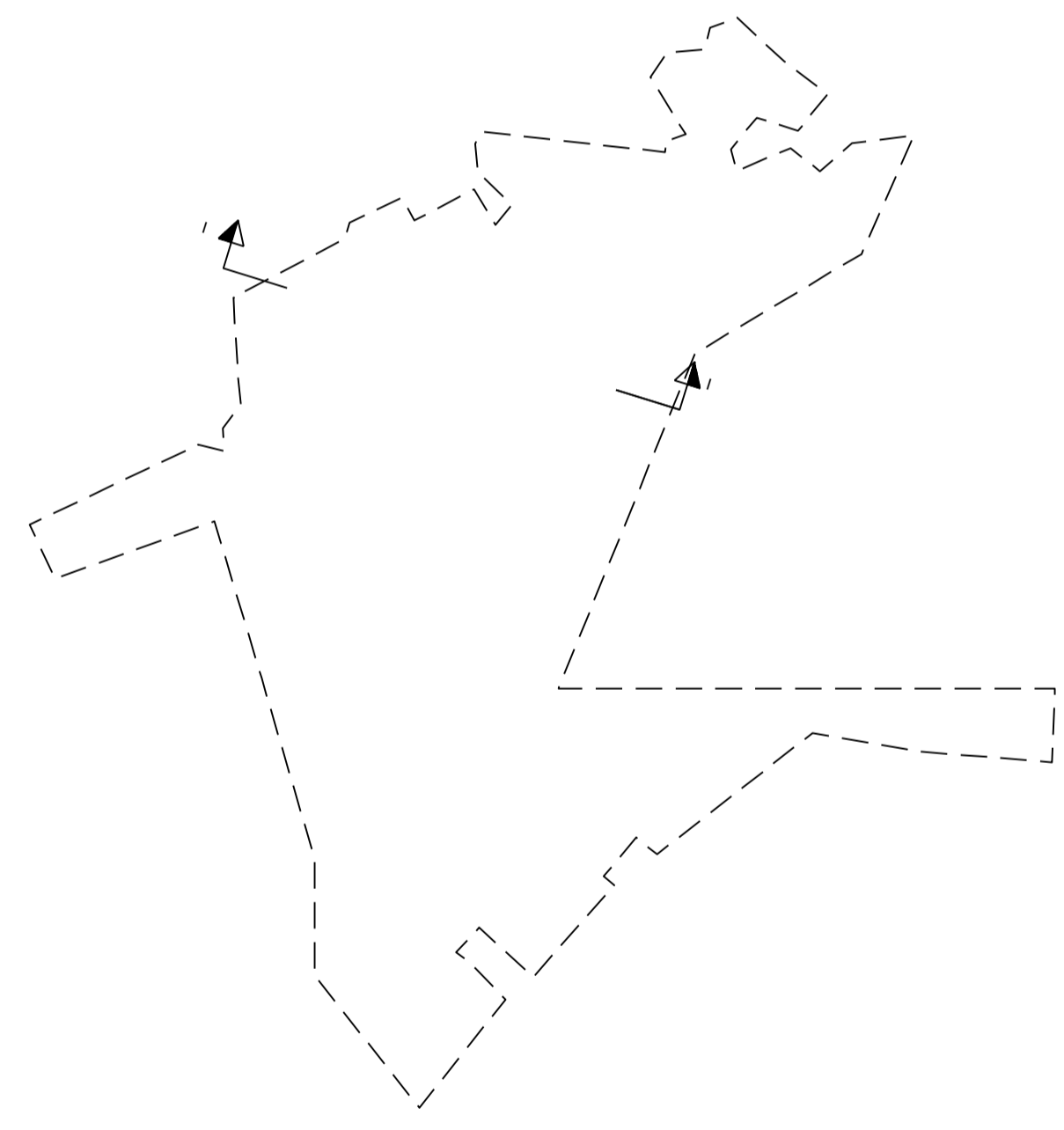
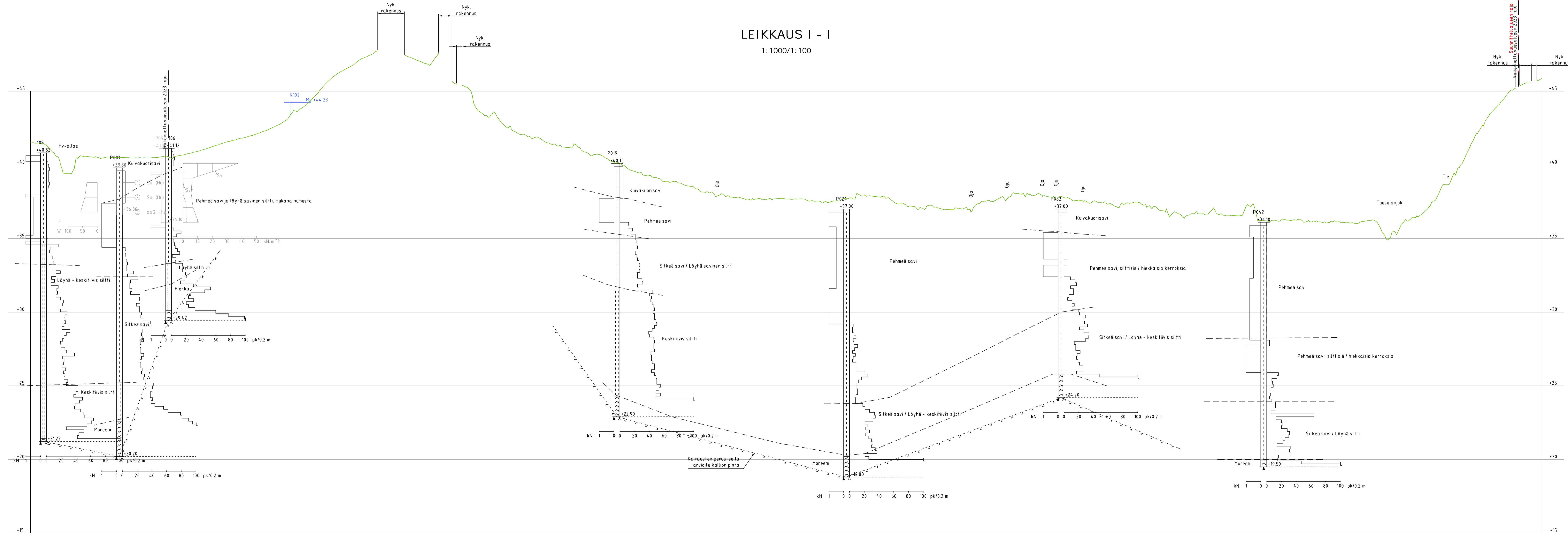
ED 14.1
1510073053
x 669834.6
y 25500188.9

TAK 38.9
1510073053
x 6698231.7
y 25500378.5

Kunta/Kylä Hyrylä	Korttelit/Tilat	Tontit/Rak. o.	Viranomaisen merkintöitä	Rak. luvon nro.
Rakennuslupamäärä			Pinnoitus	Julkisen nro.
Uudisrakennus			Pohjarakennus	
Rakennuskohde nimen ja osoitteen			Pinnoituksen sisältö	Mittakaava
TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Leikkaus H-H	1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunn. alku	Työnro
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			GEO 1510073053	Tiedosto
			Pinnoitus	Muutos
			11	
Hv. Minna Koistinen, DI			Suunn. M. Karnaatti	Piir. MERJAH
			Pvm	29.9.2023

LEIKKAUS I - I

1:1000/1:100



TAK 112
1510073053
x 6698387.9
y 25499703.9

TAK 309
1510073053
x 6698353.8
y 25499747.3

ED 364
1510073053
x 6698409.0
y 25499797.0

ED 29.6
1510073053
x 66984016
y 25499797.1

ED 2.3
1510073053
x 6698350.2
y 25499870.6

TAK 114
1510073053
x 6698272.2
y 25500075.5

ED 216
1510073053
x 6698257.4
y 25500034.1

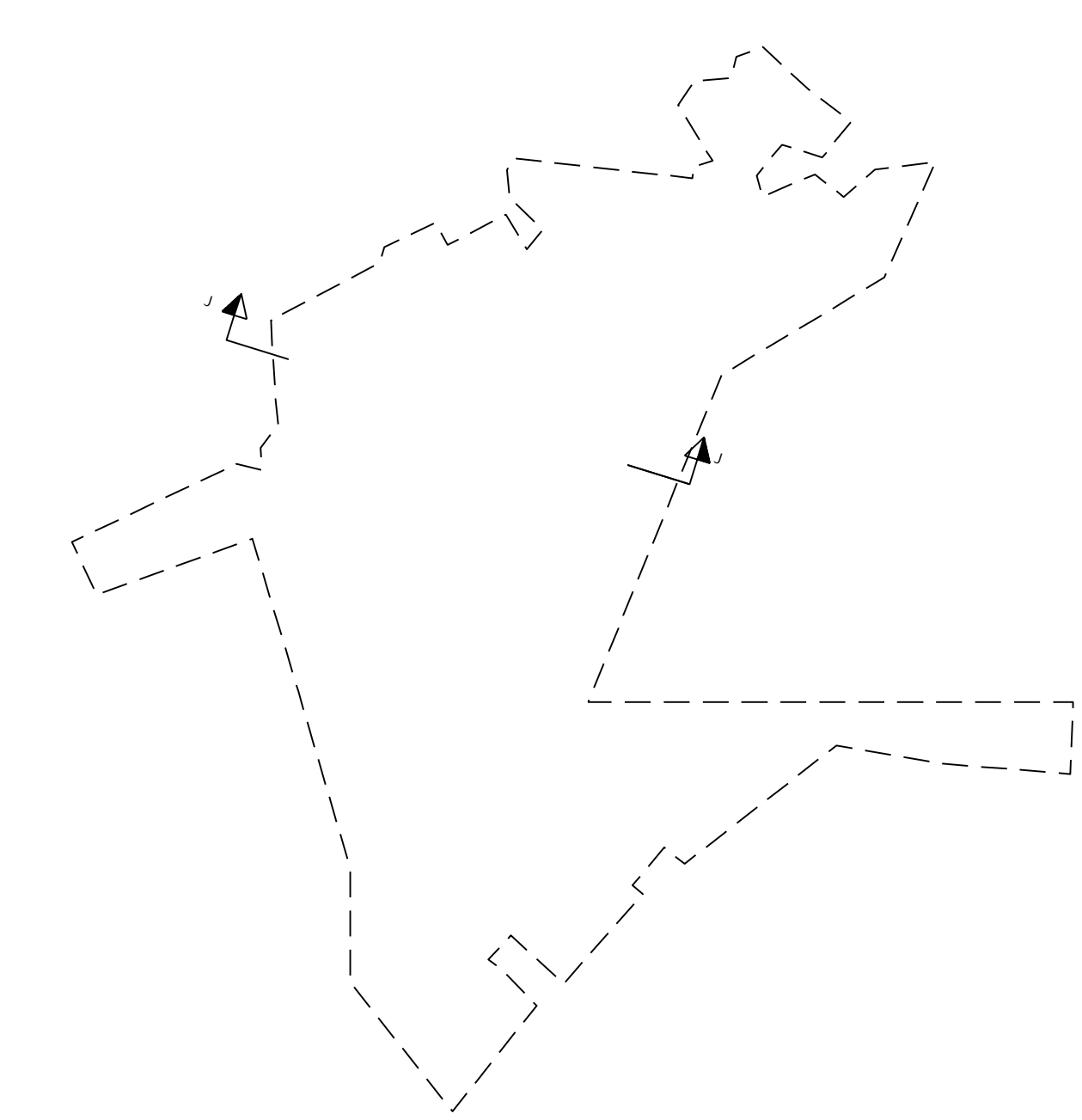
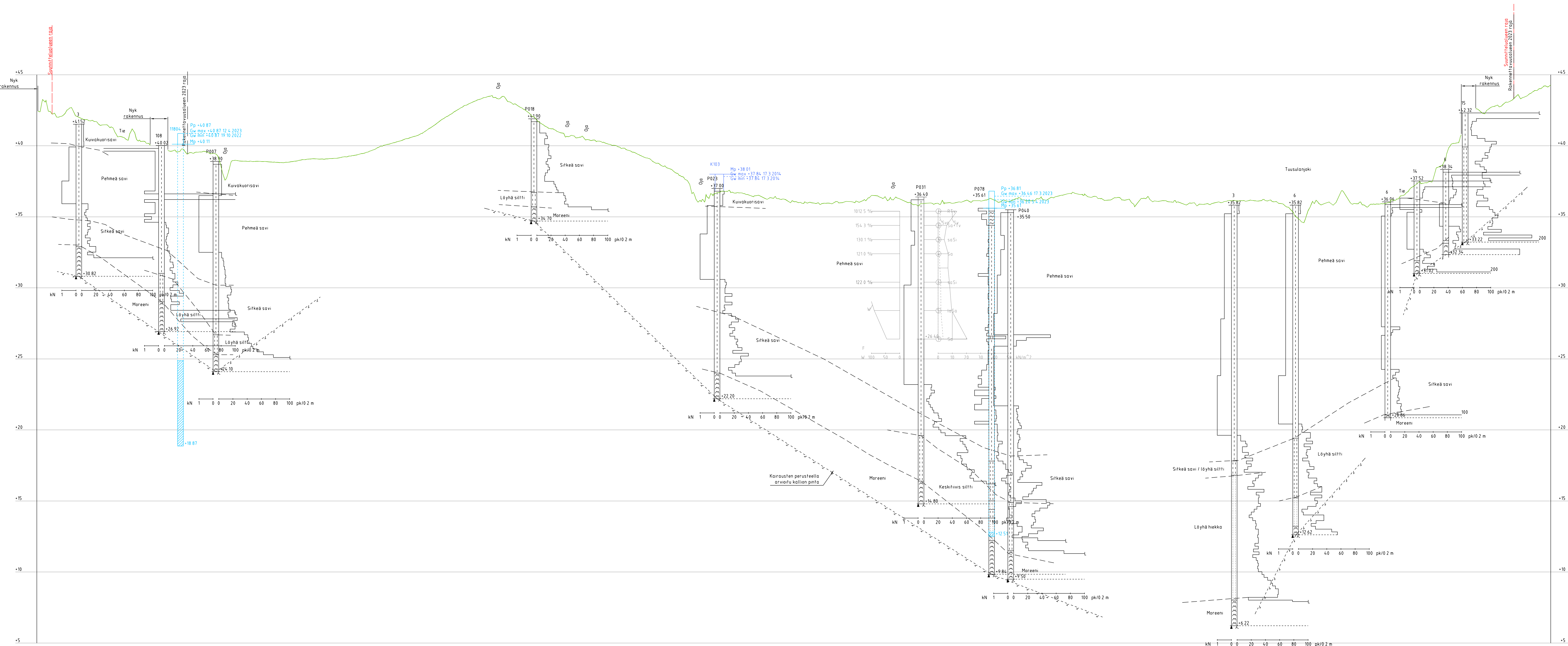
ED 39.9
1510073053
x 6698231.7
y 25500378.5

ED 12.4
1510073053
x 6698164.6
y 25500501.7

Kassa/ Kyliä Hyrylä	Korttel/ Tila	Tontti/ Rk:o	Viranomaisen merkintö	Rak.luvan nro
Rakennuslupamäärä			Pinotulot	Julkisen nro
Uudisrakennus			Pohjarakennus	
Rakennuskohde nimen ja osoite			Pinotulot	Mittakaava
TUUSULAN KUNTA			Leikkaus I-I	1:1000/ 1:100
Lahelanpelto YS				
Rakennettavuus selvitys			Suunn. ala	Työn nro
RAMBOLL			1510073053	Tiedosto
Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Pinotulot	Muutos
			12	
Hv: Minna Koistinen, DI			Suunn. M. Karnaatti	Piiri MERJAH
			Pvm	29.9.2023

LEIKKAUS J - J

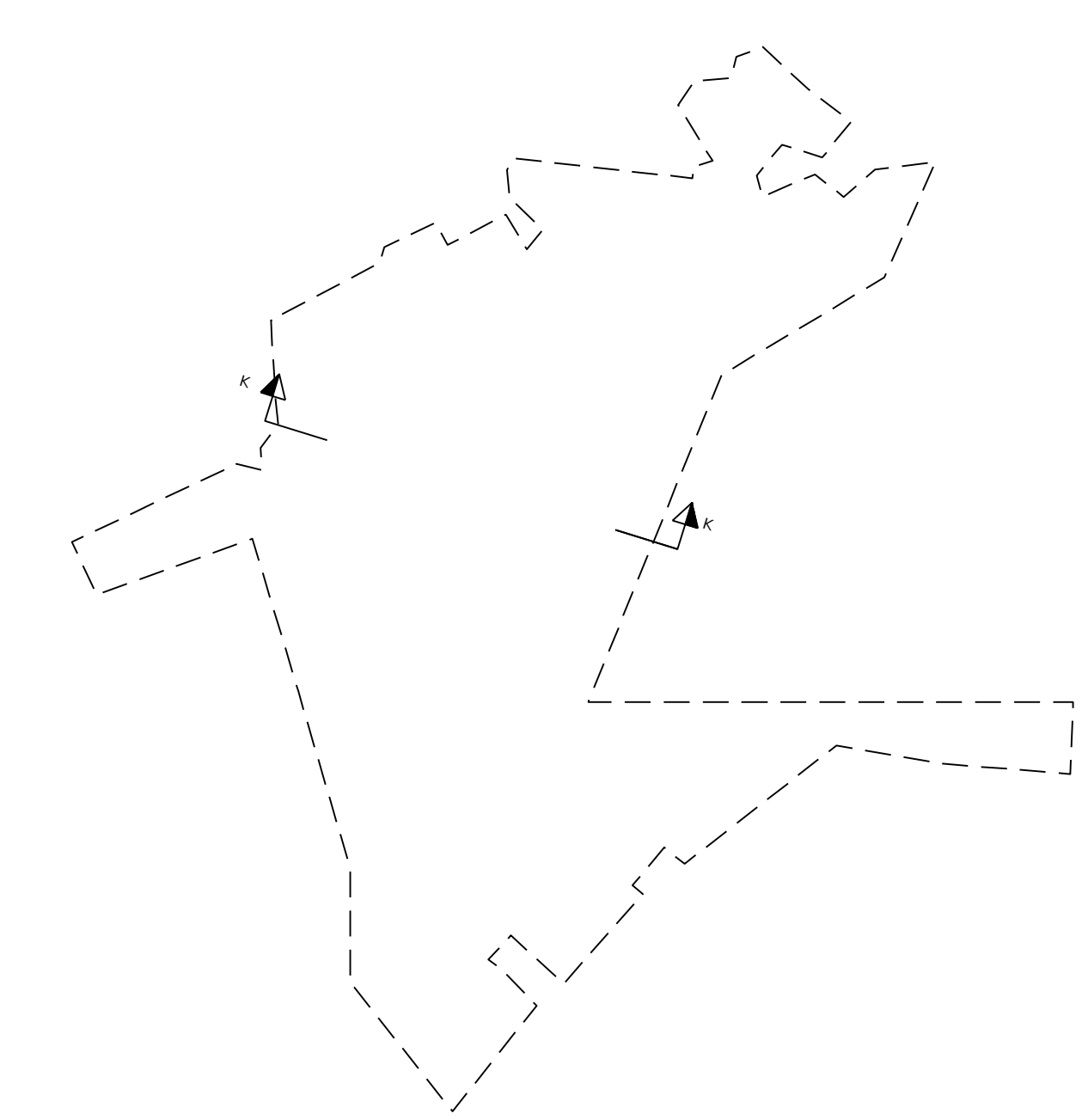
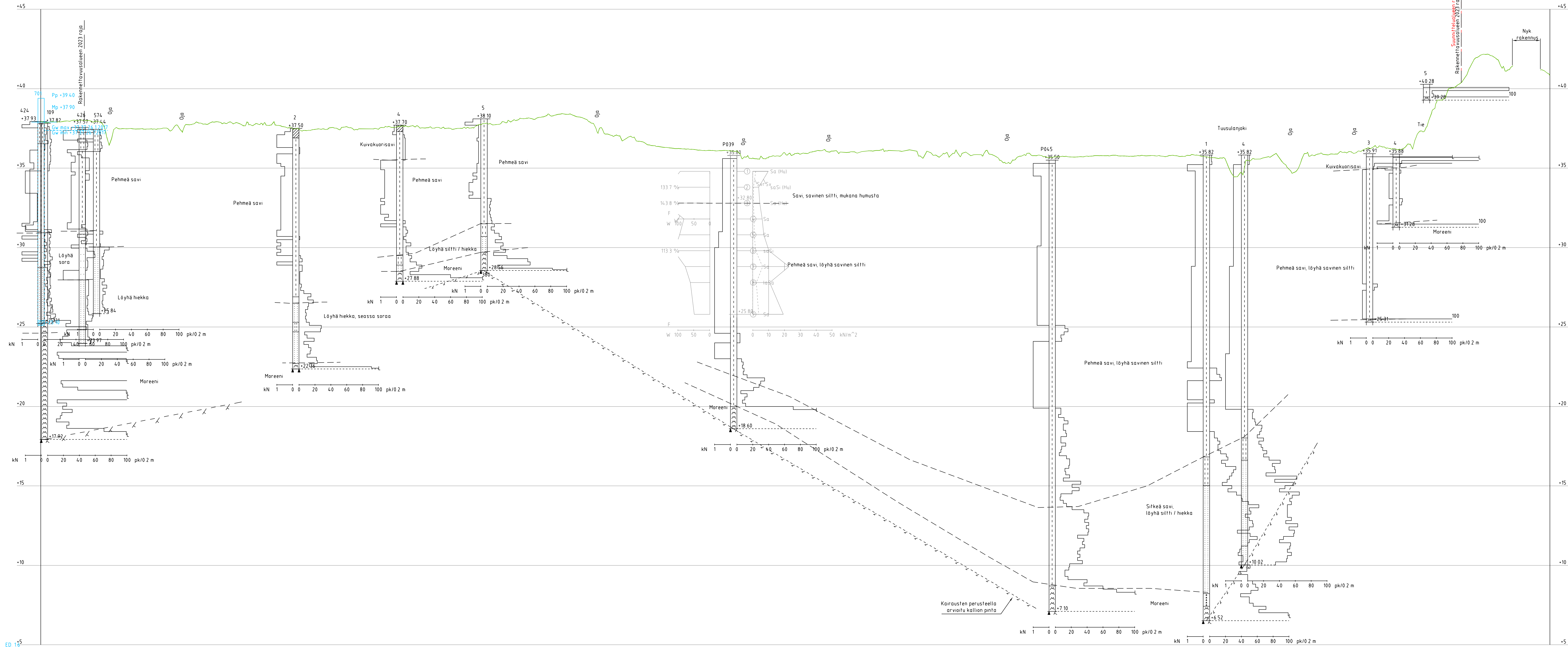
1:1000/1:100



ED 10.9 1510073053 x 6698295.6 y 25499654.5
 TAK 31.6 1510073053 x 6698295.0 y 25499696.6
 ED 15.9 1510073053 x 6698307.8 y 25499733.3
 TAK 21.5 1510073053 x 6698236.1 y 25499737.1
 ED 11.3 1510073053 x 6698203.7 y 25499616.6
 TAK 17.0 1510073053 x 6698135.6 y 25500075.5
 ED 55.9 1510073053 x 6698204.7 y 25500098.7
 ED 60.1 1510073053 x 6698166.5 y 25500235.5
 TAK 27.1 1510073053 x 6698068.5 y 25500257.1
 TAK 43.0 1510073053 x 6698049.3 y 25500265.2
 TAK 62.1 1510073053 x 6697984.3 y 25500409.9
 TAK 49.4 1510073053 x 6697983.6 y 25500454.8
 TAK 47.0 1510073053 x 6697966.7 y 25500517.6
 ED 16.3 1510073053 x 6698019.1 y 25500555.4
 TAK 8.9 ED 26.4 1510073053 x 6697998.4 y 25500594.8
 ED 13.3 1510073053 x 6698019.1 y 25500594.8

Koostaja Hyrylä	Kartta/Tila Siltti/Itä	Sivetti/Itä	Viivomäärä/määrä	Rakennusno
Rakennuslupa Uudisrakennus	Perustajaj Pohjarakennus			Julkaisu no
Rakennuttaja TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Perustajaj TUUSULAN KUNTA Leikkaus J-J			Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suunnitelma T13	Projekti GEO 1510073053	Tuote Muuks
Työ Minna Koistinen, DI	Suunn. M.Karnaatti	Proj. MERIAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS K - K
1:1000/1:100

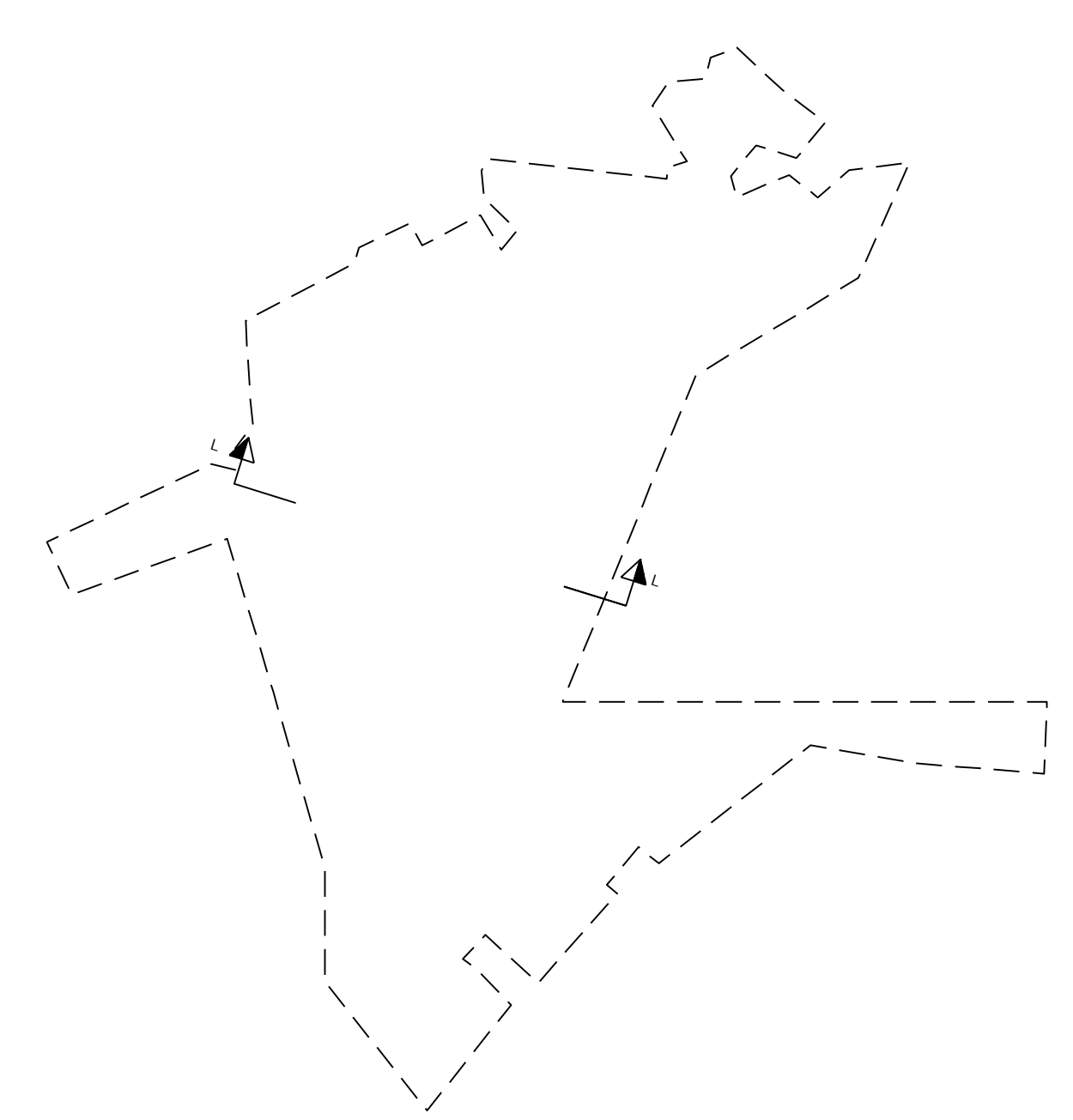
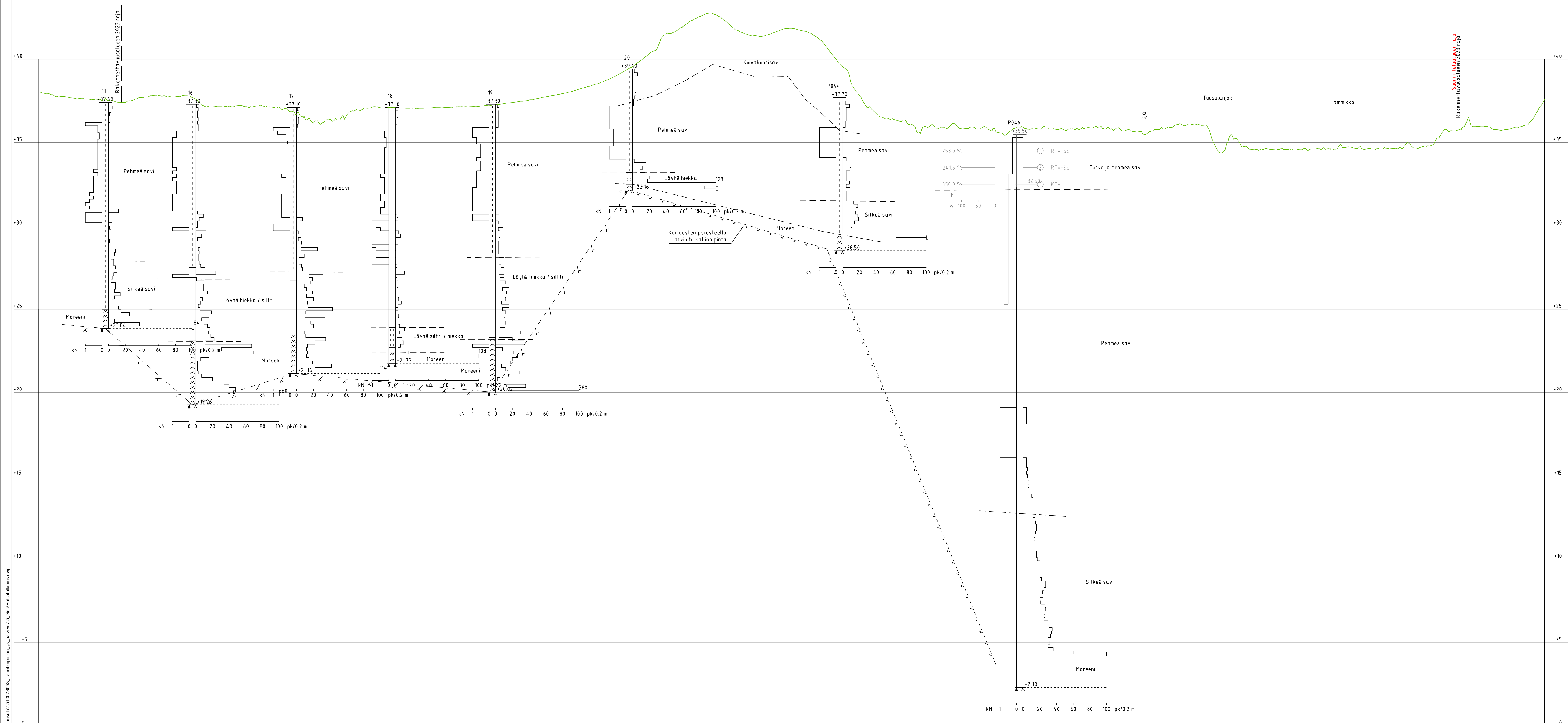


ED 175 x 669718 0 y 25499708 0	ED 316 x 6698146 7 y 25499716 9	TAK 6 2 x 6698110 0 y 25499707 7	ED 2 0 x 6698110 7 y 25499732 9	ED 16 3 x 6698121 7 y 25499745 7	ED 34 7 x 6698102 0 y 25499871 0	ED 29 9 x 6698078 0 y 25499932 0	ED 27 6 x 6698060 0 y 25499982 0	ED 22 7 x 6698008 7 y 25500130 6	ED 45 4 x 6697970 8 y 25500328 8	ED 37 2 x 6697934 2 y 25500419 1	ED 44 3 x 6697933 8 y 25500444 1	ED 42 4 x 6697908 7 y 25500518 7	ED 42 2 x 6697903 4 y 25500534 6	ED 44 6 x 6697900 1 y 25500553 6
--------------------------------------	---------------------------------------	--	---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Koulu/Kylä Hyrylä	Korttel/Tila	Sitteli/Ohje	Viranomaisen nimi/ryhmä	Rakennusnumero
Rakennustyyppi Uudisrakennus	Projekti Pohjarakennus			Julkaisu numero
Rakennuttaja TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Projekti Leikkaus K-K			Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys	Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Suunnittelija GEO 1510073053	Projekti 14	Tuotanto Maurit
Työ Minna Koistinen, DI	Suunnittelija M.Karnaatti	Projekti MERIAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS L - L

1:1000/1:100

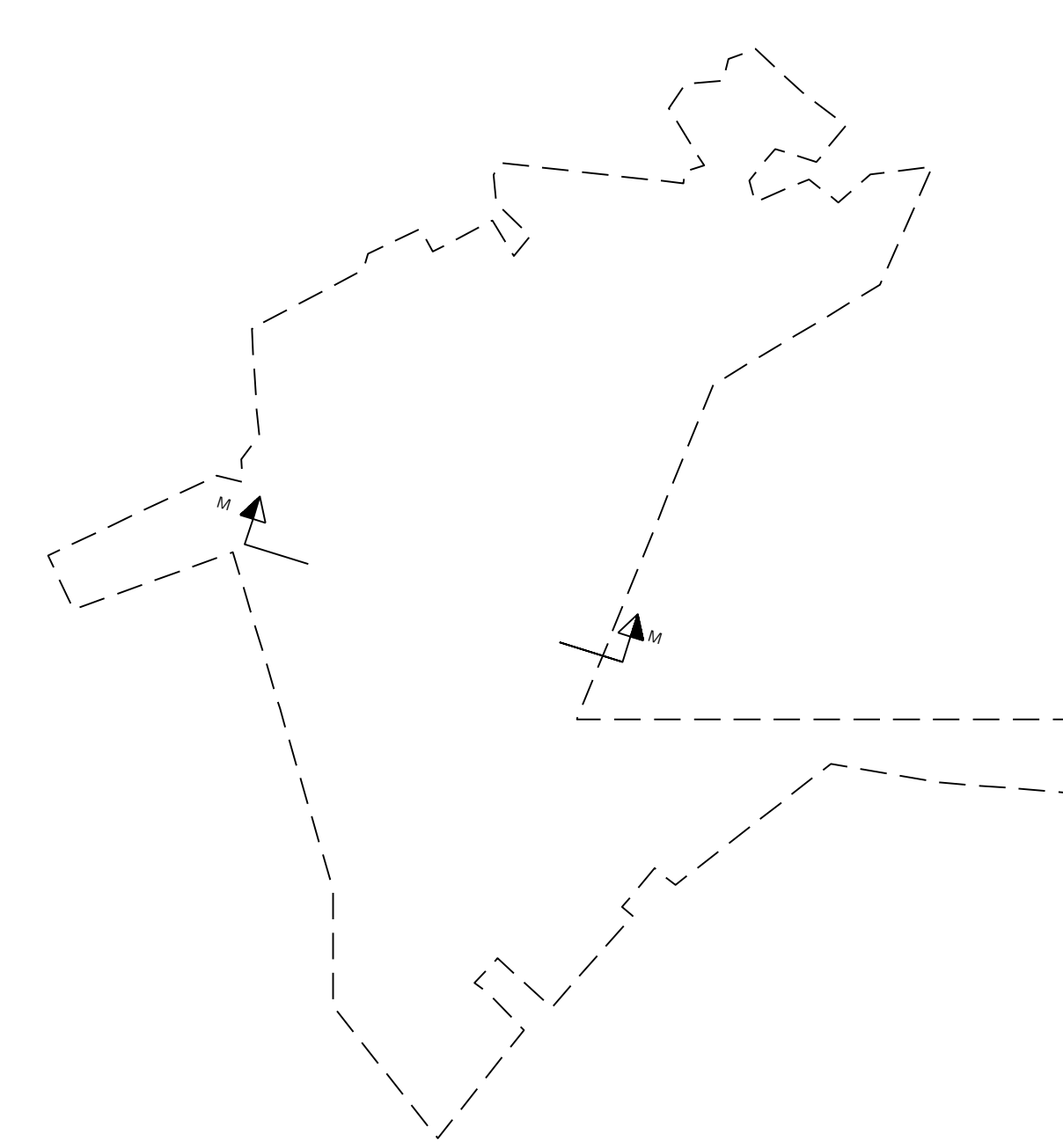
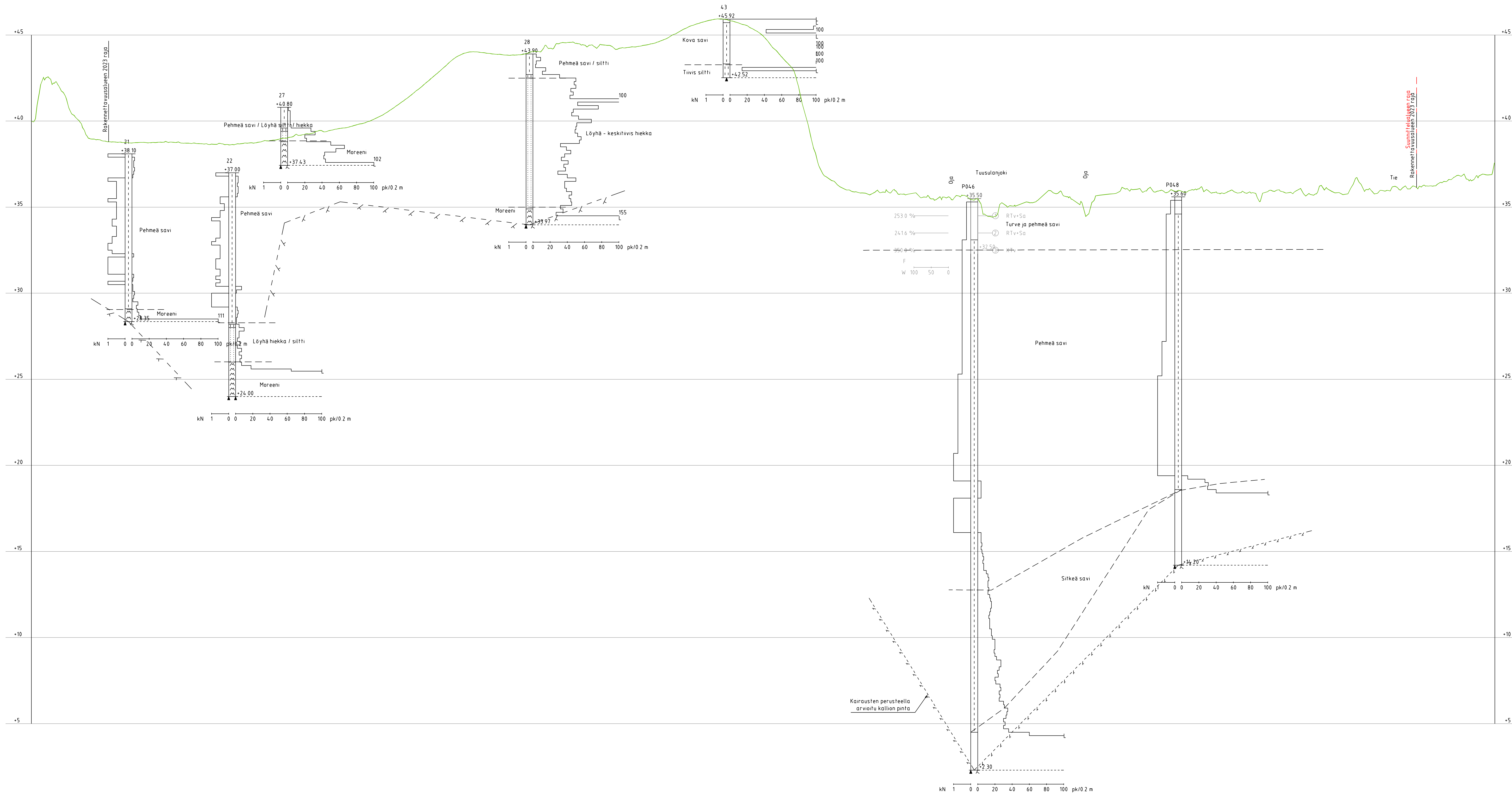


ED 4.0 1510073053 x 6697970.0 y 25499734.0	TAK 22.7 1510073053 x 6697929.0 y 25499776.0	TAK 18.6 1510073053 x 6697915.0 y 25499835.0	TAK 13.7 1510073053 x 6697902.0 y 25499893.0	TAK 8.6 1510073053 x 6697889.0 y 25499952.0	ED 0.1 1510073053 x 6697873.0 y 25500033.0	ED 64.5 1510073053 x 6697897.0 y 25500172.5	TAK 54.2 1510073053 x 6697751.5 y 25500240.6
---	---	---	---	--	---	--	---

Kunta/Kylä Hyrylä	Kortti/ Tila	Typpi/ Rn:o	Viite/maaston merkintä	Rak.koivu no
Rakennuslupa Uudisrakennus			Rakennuslupa Pohjarakennus	Julkaisu no
Rakennusluvan nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanperä YS			Rakennus sijainti Leikkaus L-L	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys	Maan- ja Rakennus 15	Työno GEO 1510073053	Tehtävä	
Hyv. Minna Koistinen, DI	Maan- M. Karraatti	Rak. MERJAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS M - M

1:1000/1:100

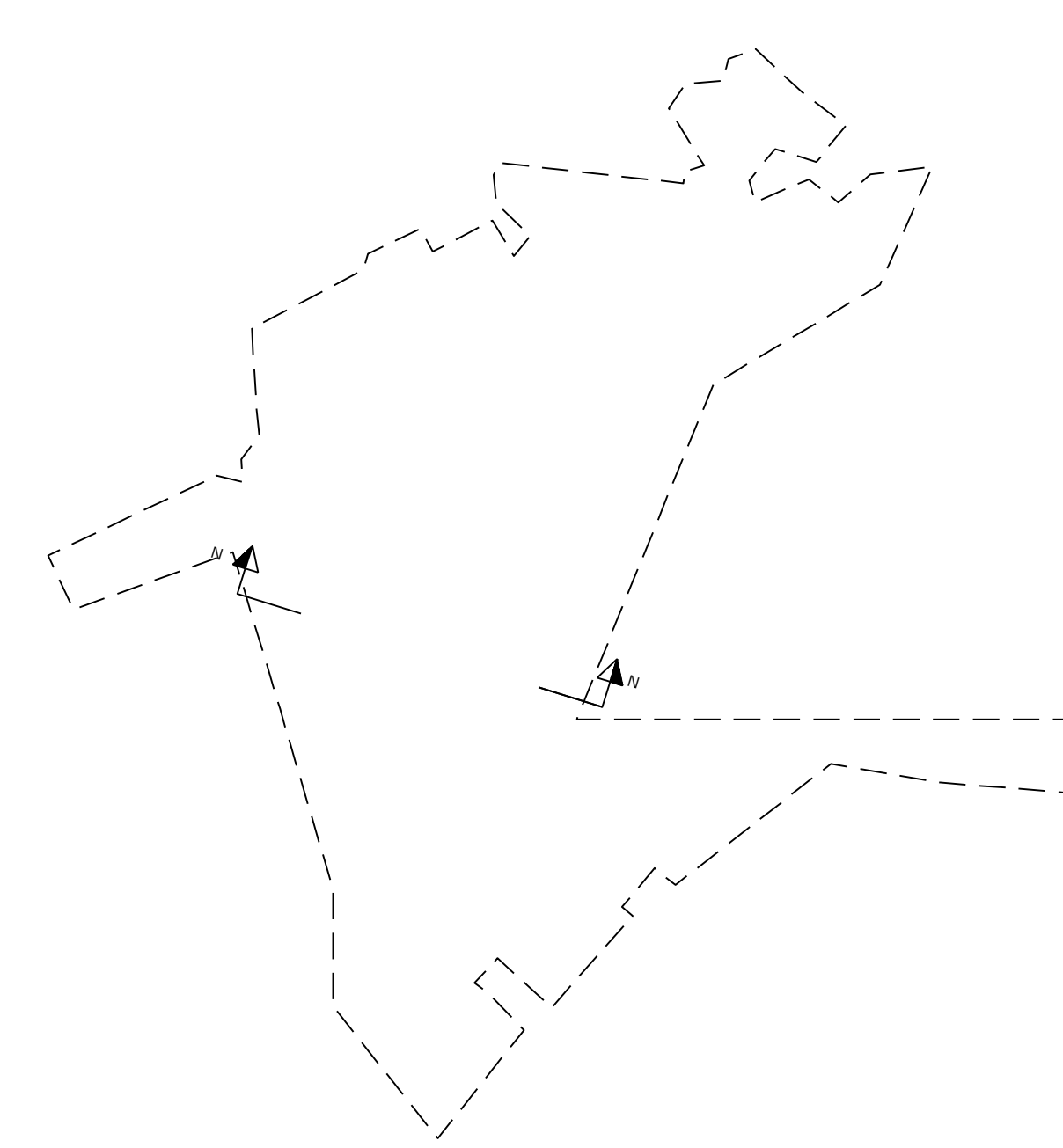
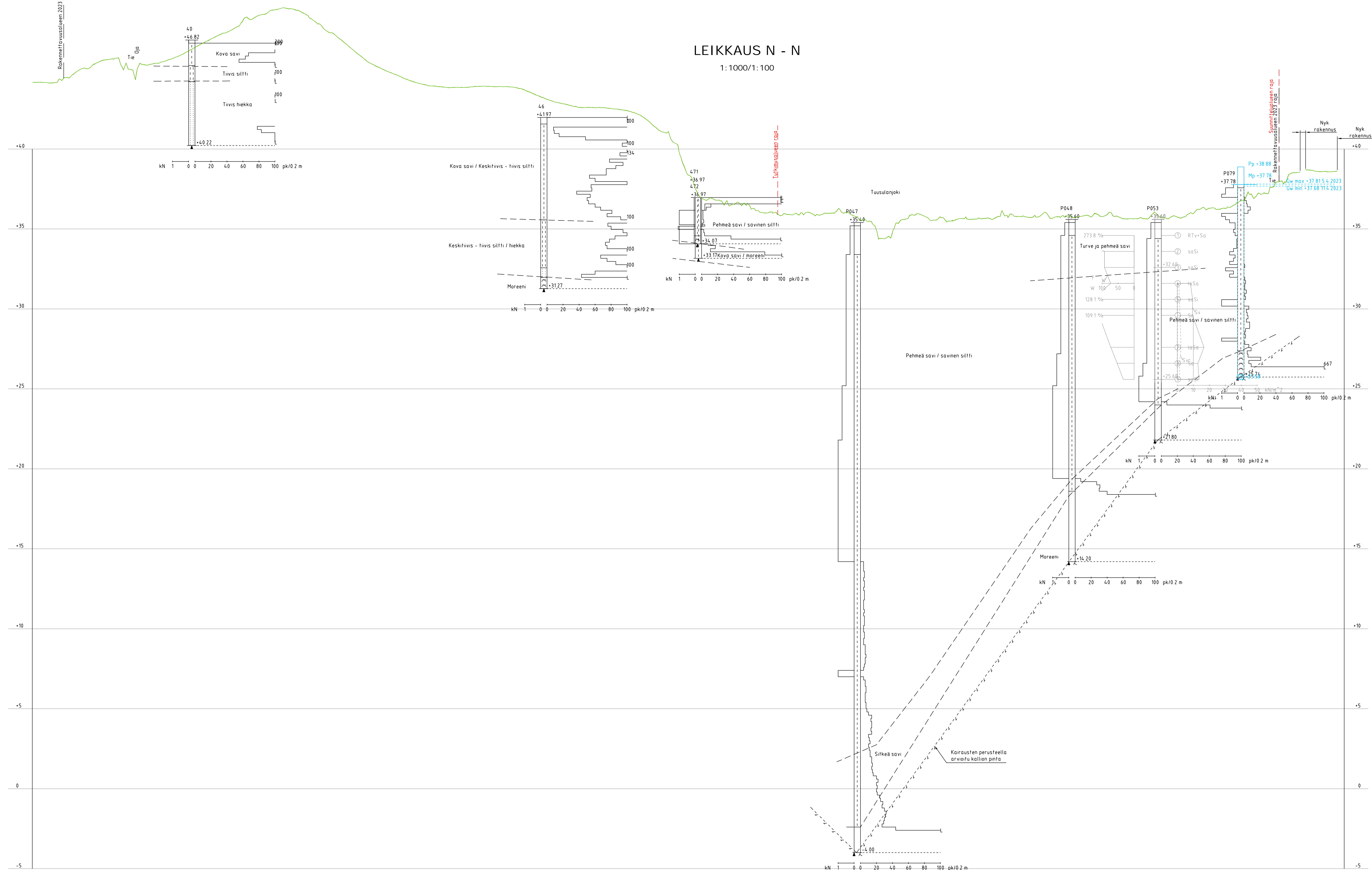


ED 12.6 1510073053 x 6697870.0 y 25499763.0	ED 17.8 1510073053 x 6697857.0 y 25499822.0	TAK 22.0 1510073053 x 6697810.0 y 25499839.0	ED 15 1510073053 x 6697790.0 y 25499982.0	TAK 16.0 1510073053 x 6697739.2 y 25500086.1	ED 4.16 1510073053 x 6697751.5 y 25500240.6	TAK 47.2 1510073053 x 6697631.5 y 25500327.4
--	--	---	--	---	--	---

Kunta/Kylä Hyrylä	Kortti/ Tila	Työ/ Ohje	Viranomaisen merkintä	Rik.luonnos
Rakennuslupamäärä			Pinustalaji	Julkaisu no
Uudisrakennus			Pohjarakennus	
Rakennusluonnos nim ja osoite			Rakennus sijainti	Mittakaava
TUUSULAN KUNTA Lahelanpeitto YS			Leikkaus M-M	1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Maastokuva	
			16	
Proj. / Suunn. / Tark.	Proj. / Suunn. / Tark.	Proj. / Suunn. / Tark.	Proj. / Suunn. / Tark.	Proj. / Suunn. / Tark.
Minna Koistinen, DI	M. Karnaatti	MERJAH		29.9.2023

LEIKKAUS N - N

1:1000/1:100



ED 5.3
1510073053
x 669774.37
y 25499786.2

TAK 34.1
1510073053
x 6697640.7
y 25499984.6

TAK 5.9 TAK 4.7
1510073053 1510073053
x 6697639.2 x 6697640.2
y 25500084.6 y 25500085.6

ED 9.5
1510073053
x 6697624.2
y 25500184.6

ED 58.8
1510073053
x 6697631.5
y 25500327.4

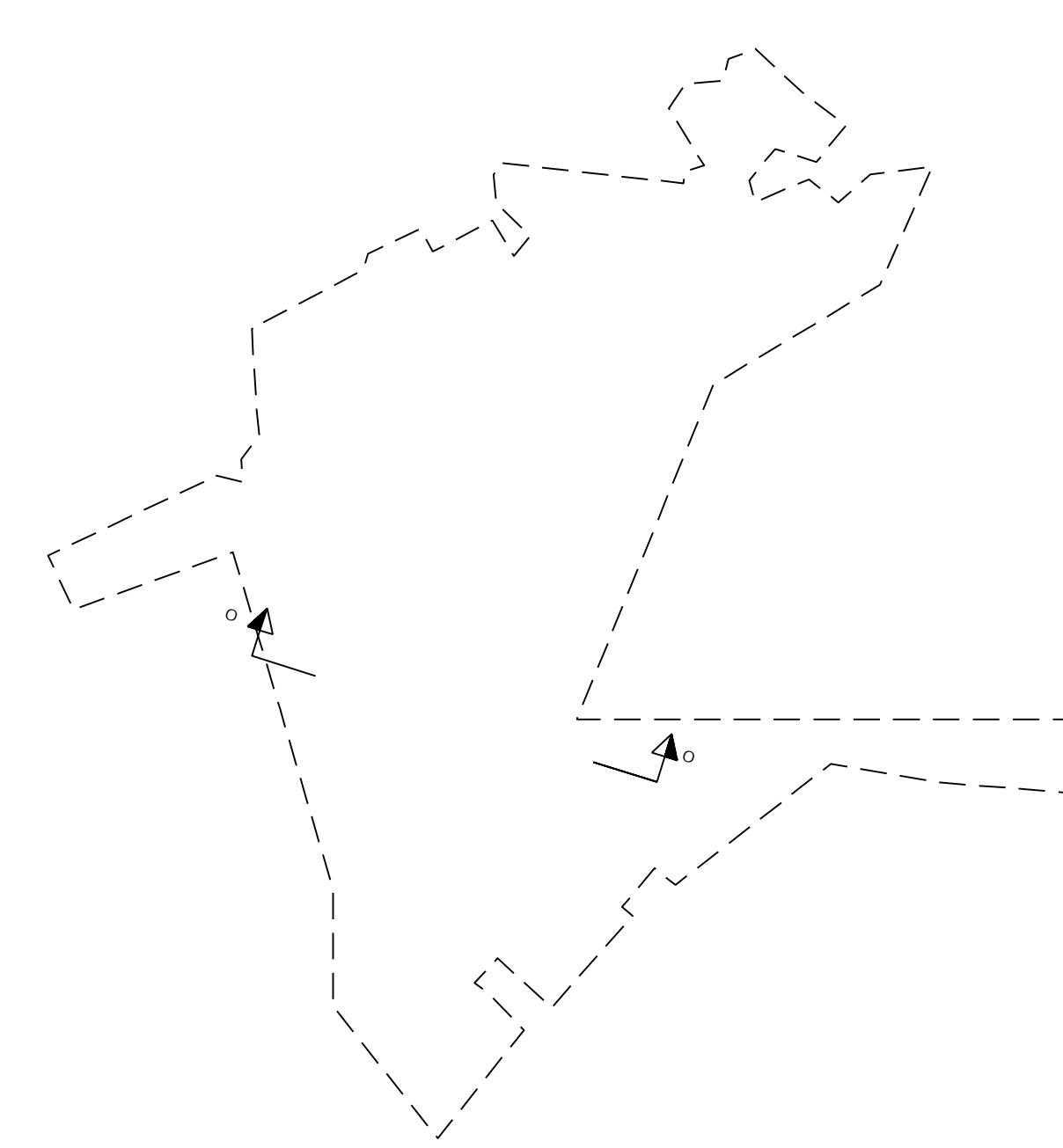
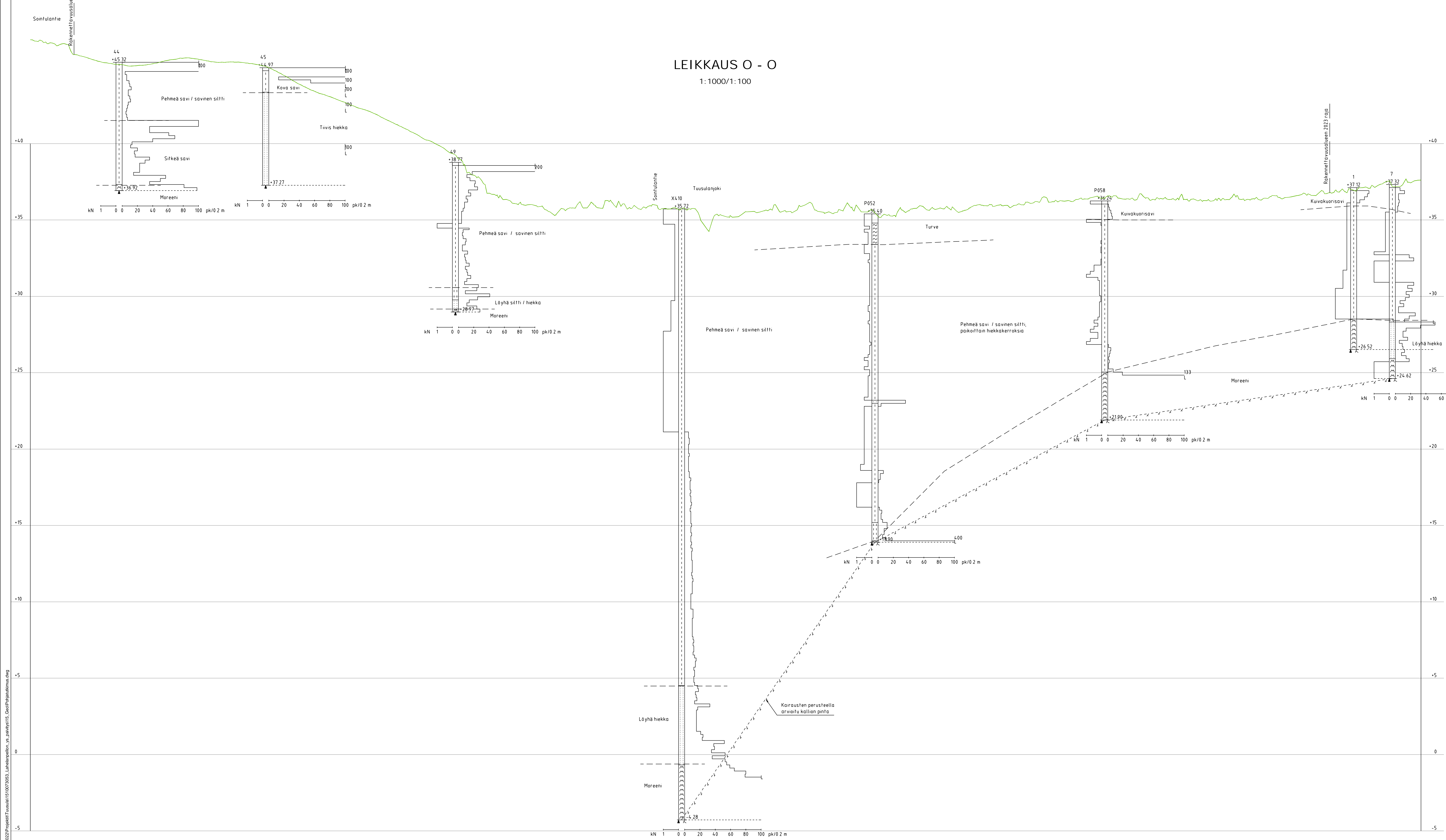
TAK 19.9
1510073053
x 6697540.3
y 25500355.4

TAK 51.7
1510073053
x 6697494.6
y 25500395.3

Kunta/Kylä Hyyrylä	Kortti/ Tila	Typpi/ Rn:o	Viite/maaston merkintä	Rak.luvun nro
Rakennuslupamäärä			Pohjarakennus	Julkaisu nro
Uudisrakennus				
Rakennusluotoon nro ja osoite			Leikkaus N-N	Mittakaava 1:1000/ 1:100
TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS				
Rakennettavuusselvitys				
Maan- ja Ramboll	Projektin nimi ja osoite Riimäntiekatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611	Projektin nro 17	Projektin nimi GEO 1510073053	Todosto Määrittäjä Määrittäjä
Hyv. Minna Koistinen, DI	Maan- ja M. Karnaatti	Proj. MERJAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS O - O

1:1000/1:100

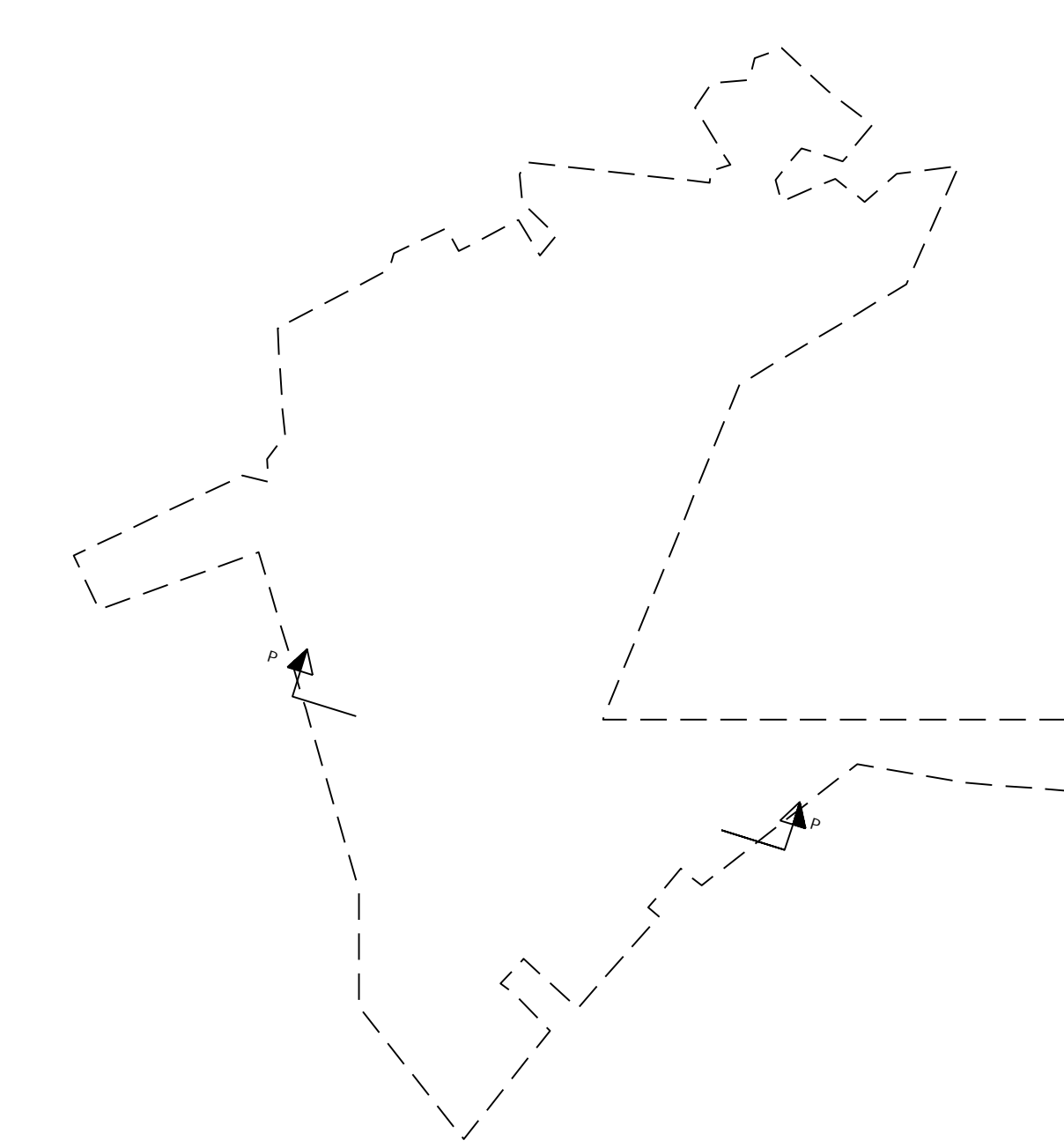
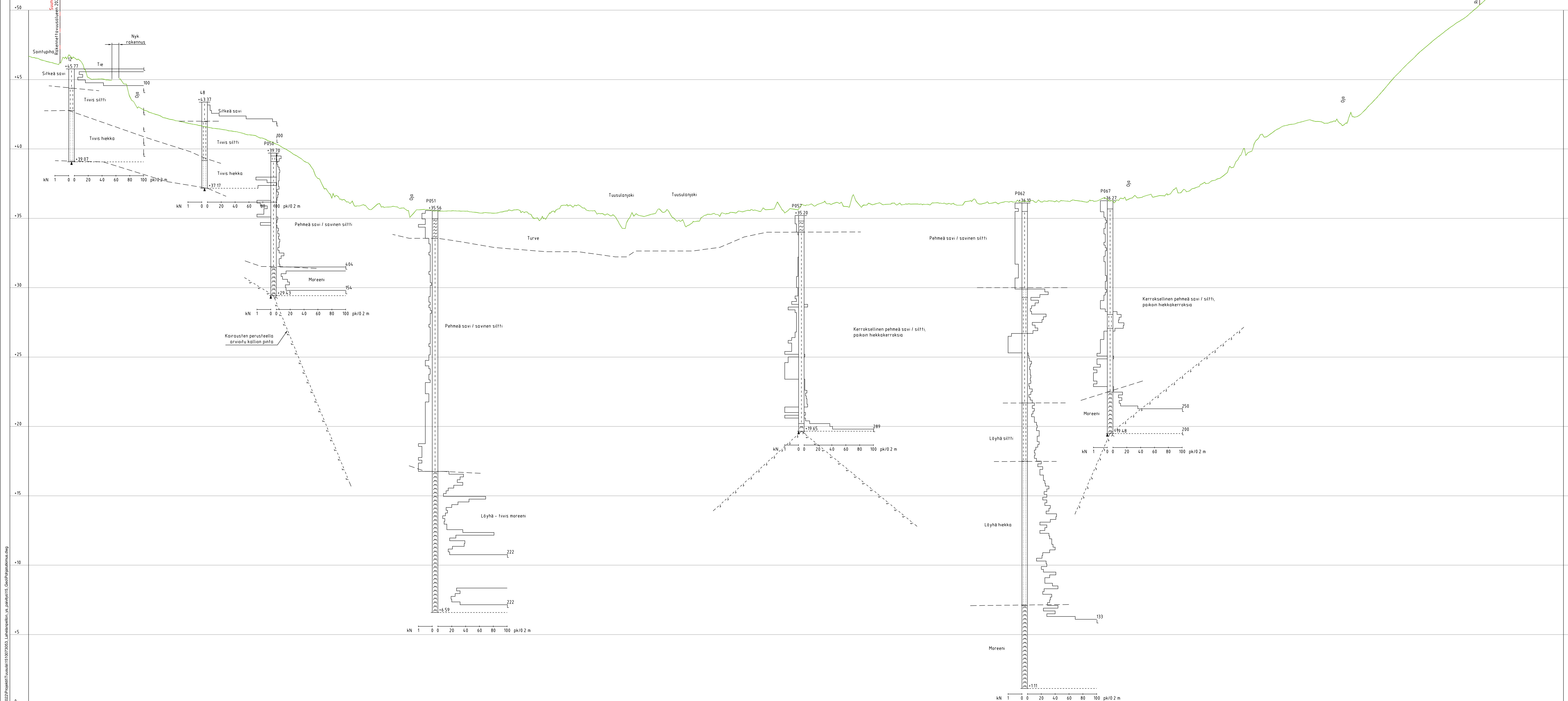


ED 27.8 1510073053 x 6697433.8 y 25499786.6	ED 56.1 1510073053 x 6697442.2 y 25499884.6	TAK 116 1510073053 x 6697540.7 y 25499983.1	ED 13.2 1510073053 x 6697520.5 y 25500131.8	TAK 175 1510073053 x 6697453.6 y 25500243.5	ED 7.9 1510073053 x 6697433.2 y 25500394.6	ED 38.5 1510073053 x 6697434.0 y 25500559.2	TAK 15.6 1510073053 x 6697354.9 y 25500567.3
--	--	--	--	--	---	--	---

Kunta/Kylä Hyrylä	Kortti/Tila	Työ/Ohje	Viite/mittausmerkintä	Rakennus
Rakennuslupa Uudisrakennus	Perustustyö	Pohjarakennus		Julkaisu
Rakennusluvan myyjä ja ostaja TUUSULAN KUNTA Lahelanpeitto YS	Rakennuspaikka Leikkaus O-O	Mittakaava 1:1000/ 1:100		
Rakennettavuus selvitys		Maailma GEO 1510073053	Teos	
Ramboll		18		
Myyjä Minna Koistinen, DI	Maailma M. Karnaatti	Teos MERJAH	Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS P - P

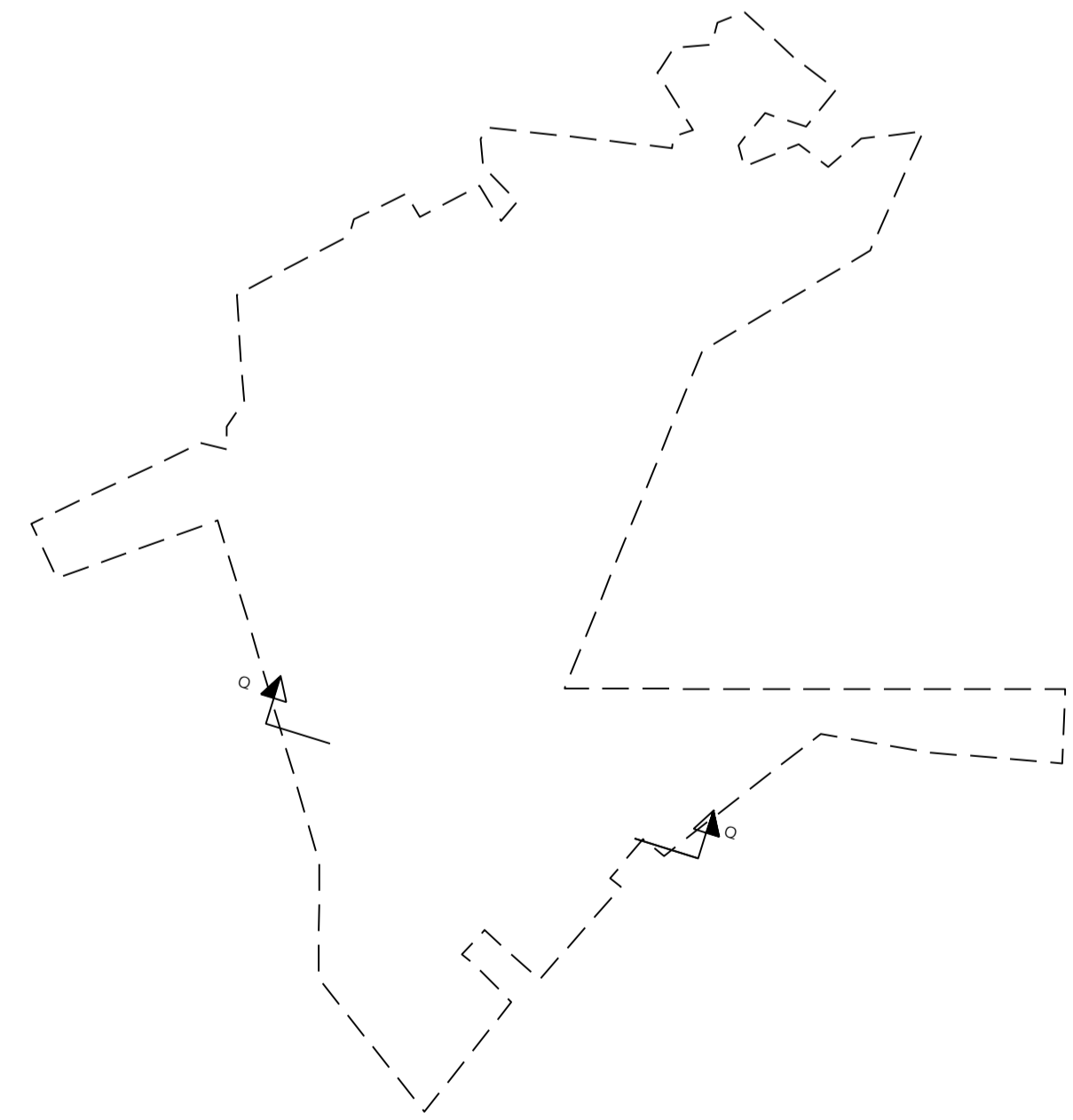
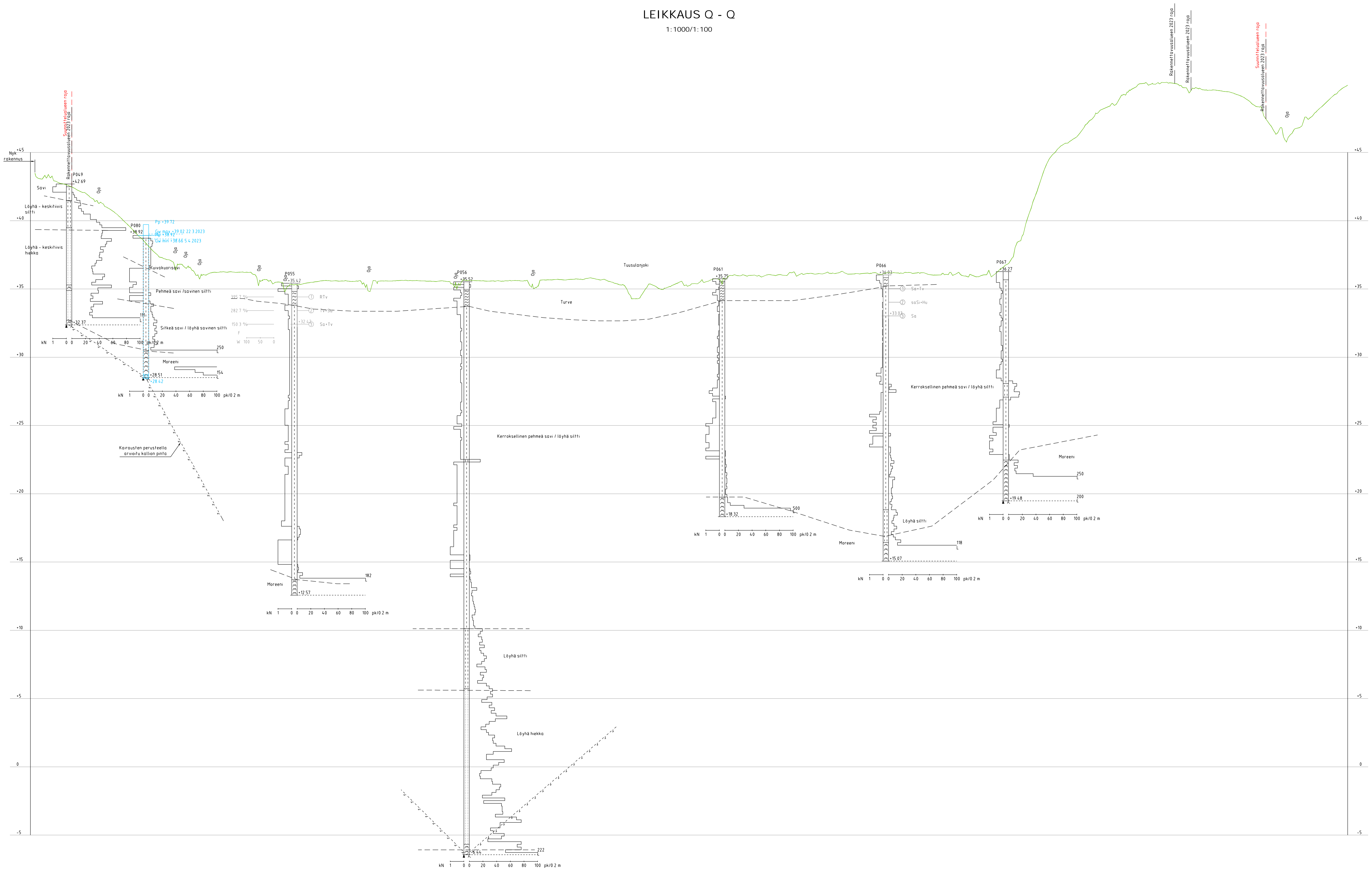
1:1000/1:100



ED 5.6 1510073053 x 6697543.8 y 25499783.1	ED 33.9 1510073053 x 6697542.3 y 25499883.1	TAK 22.5 1510073053 x 6697473.7 y 25499913.9	ED 27.2 1510073053 x 6697486.5 y 25500039.8	TAK 37.5 1510073053 x 6697346.3 y 25500272.8	ED 22.1 1510073053 x 6697355.4 y 25500444.3	TAK 54.6 1510073053 x 6697263.9 y 25500480.3
---	--	---	--	---	--	---

Kaar/Kylä Hyrylä	Korttel/Tila Siltti/010	Woronumeri/merkki Pohjarakennus	Rakennusno 1510073053
Rakennuslupa Uudisrakennus	Perustustyö Pohjarakennus	Maastokuva Leikkaus P-P	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys		Suunnittelija GEO 1510073053	Tuotettu Marrasku
Ramboll Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611		Projekti 19	Päivä 29.9.2023
Teki Minna Koistinen, DI		Projekti MERIAH	Pvm 29.9.2023

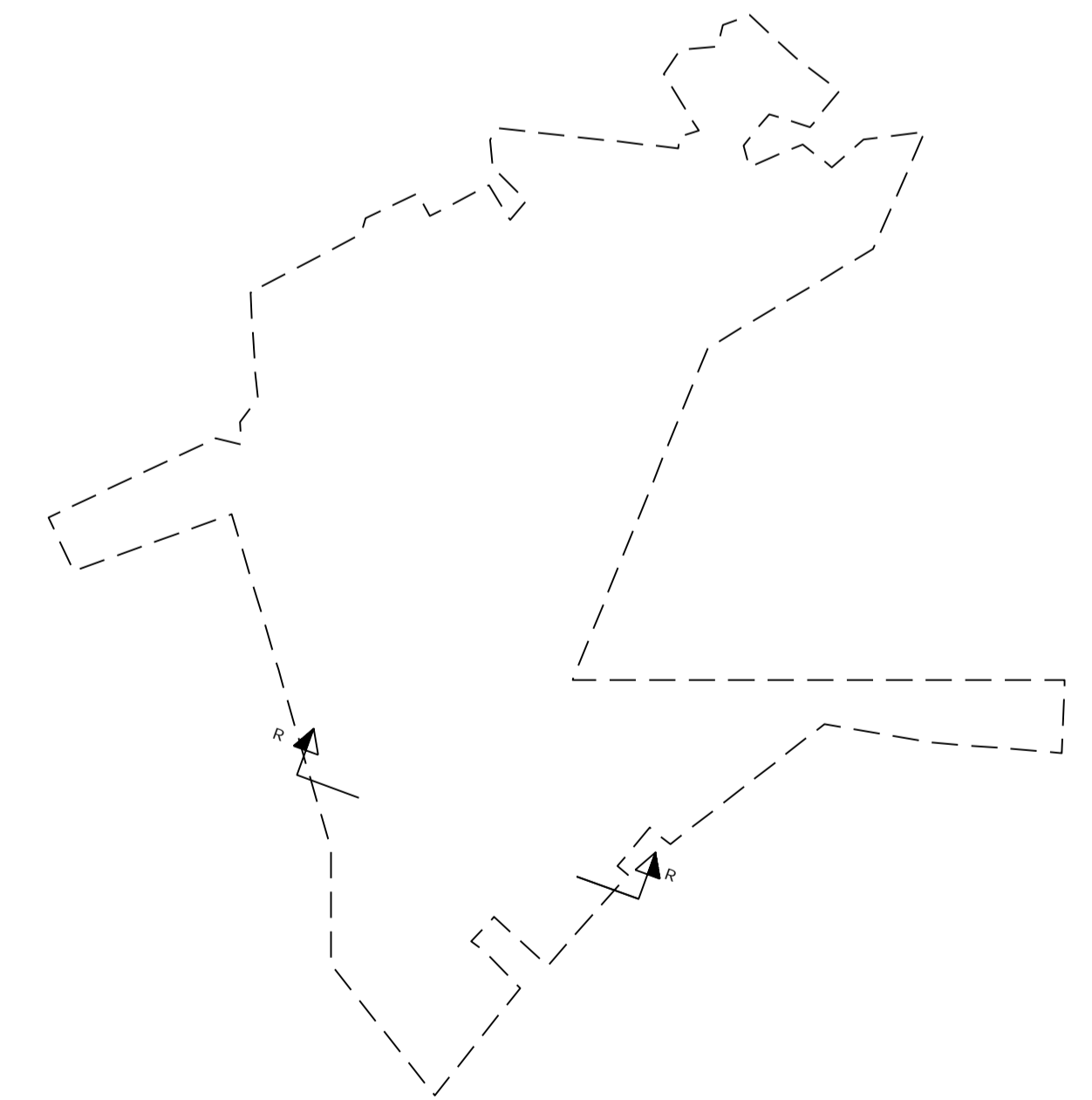
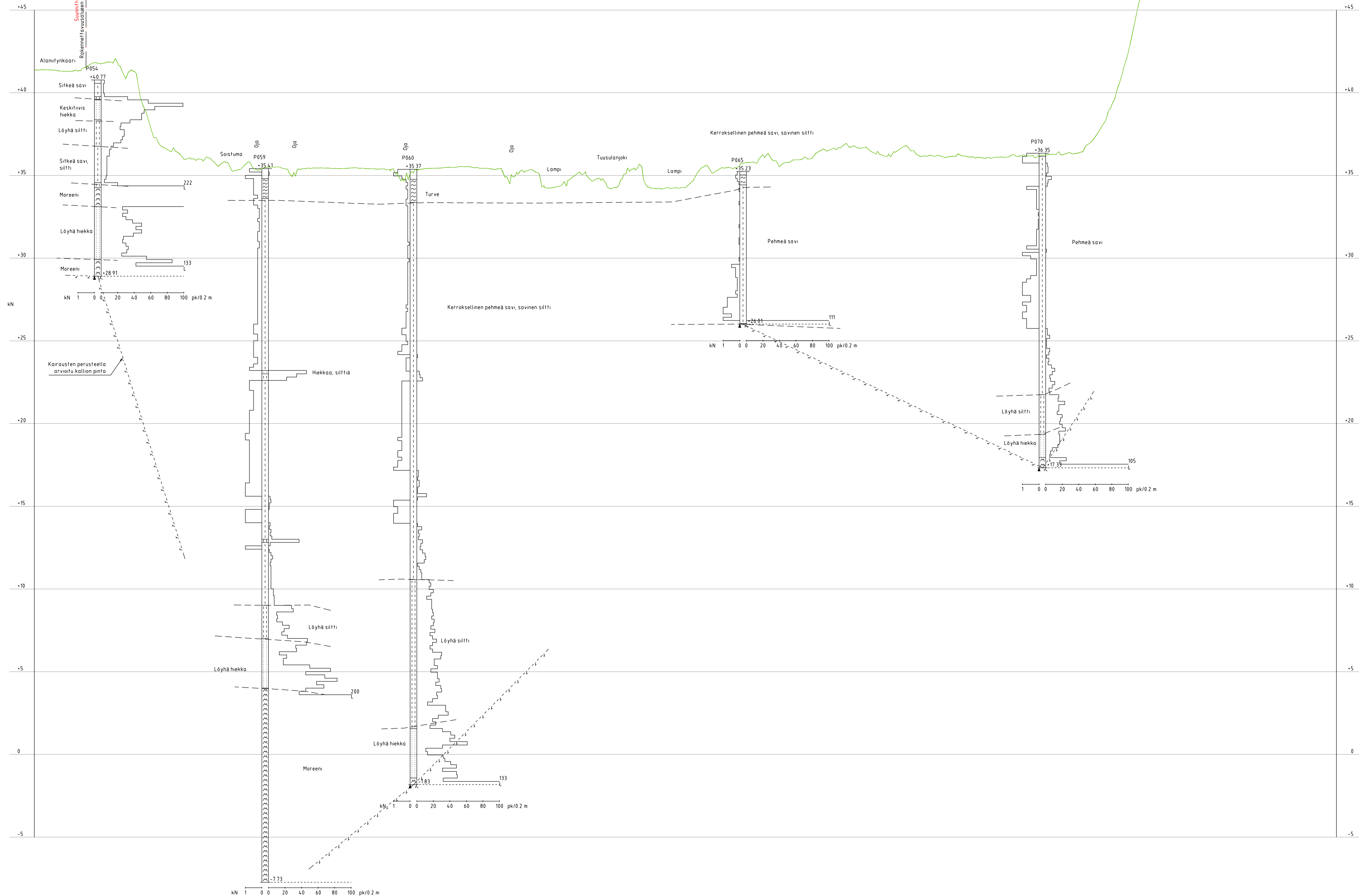
LEIKKAUS Q - Q
1:1000/1:100



ED 18.6 1510073053 x 6697263.2 y 25499814.4	TAK 32.3 1510073053 x 6697363.9 y 25499853.2	TAK 27.2 1510073053 x 6697355.0 y 25500095.1	TAK 32.6 1510073053 x 6697355.4 y 25499956.9	ED 27.2 1510073053 x 6697355.0 y 25500095.1	TAK 7.5 1510073053 x 6697266.3 y 25500263.5	TAK 64.7 1510073053 x 6697266.1 y 25500360.9	ED 54.6 1510073053 x 6697263.9 y 25500480.3
--	---	---	---	--	--	---	--

Klienin nimi Hyrilä	Kartti/tili	Tosit/tili	Integrointi/merkitys	Rek.luov.määr.
Rakennusohjelma Uudisrakennus			Projekti Pohjarakennus	Julkaisu
Rakennusohjelman nimi TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Projekti Leikkaus Q-Q	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys				
Ramboll 15140 Lahti puh. 020 755 611			Projekti 1510073053	Tekijä Matti
Mie Minna Kolstinen, DI			Proj. 20	Muokki Matti
			Proj. M. Karnaatti	Pvm 29.9.2023

LEIKKAUS R - R
1:1000/1:100



Käyttäjä Hyrylä	Kartti/Tila	Projektin nro	Virvoituksen merkintä	Rak.koivu
Rakennusvaihe Uudisrakennus		Rakennus	Pohjarakennus	Aukko
Rakennuksen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS		Rakennuksen osasto	Leikkaus R-R	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunnitelman nimi GEO 1510073053	Tekijä
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Projekti 21	Arvio M. Karnaatti
Tilaaja Minna Kolstinen, DI			Projekti MERJAH	Päiväys 29.9.2023

ED 82.2
1510073053
x 6697367.9
y 25499853.2

ED 73
1510073053
x 6697285.9
y 25499859.9

TAK 12.4
1510073053
x 6697232.7
y 25499948.2

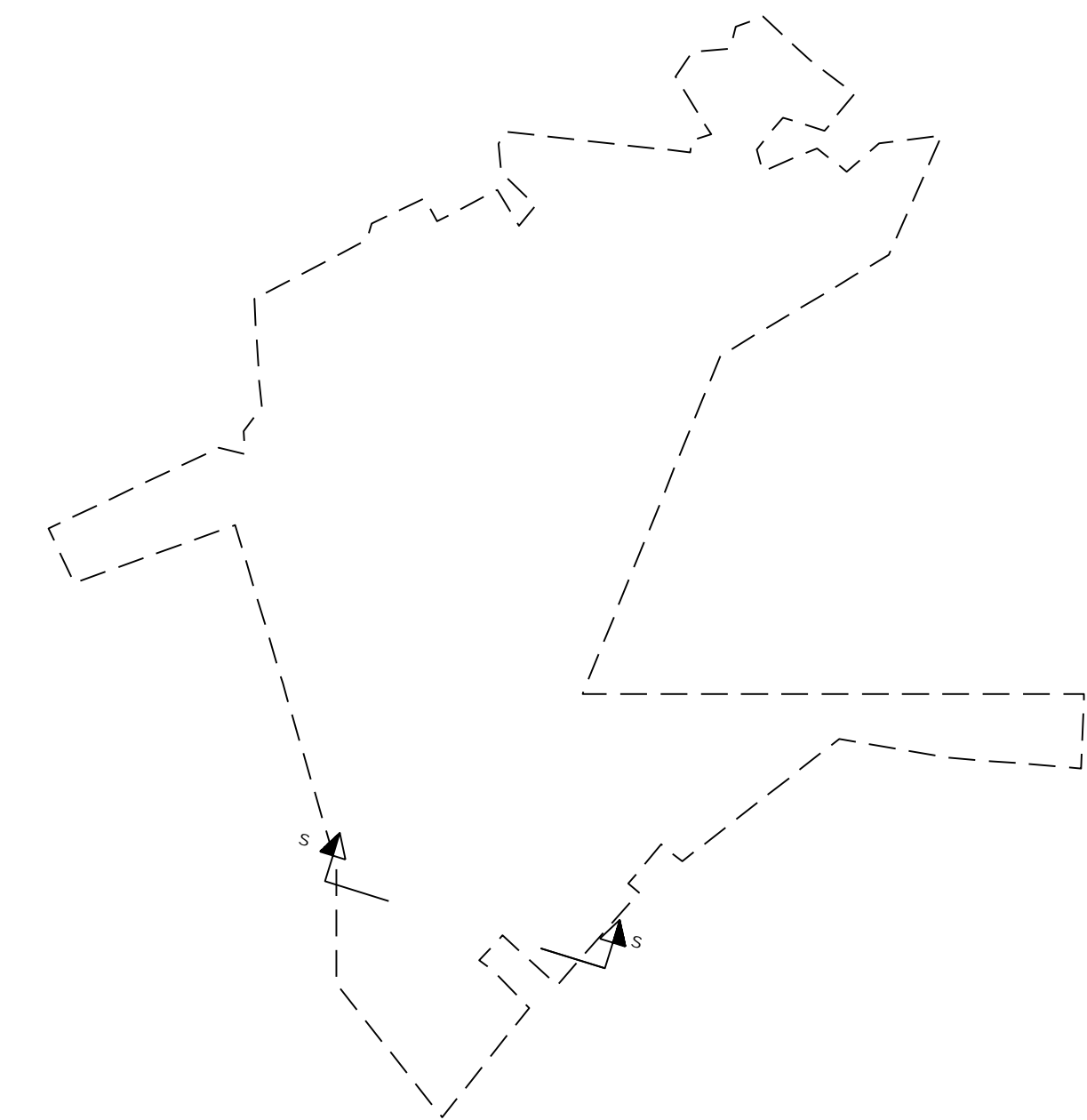
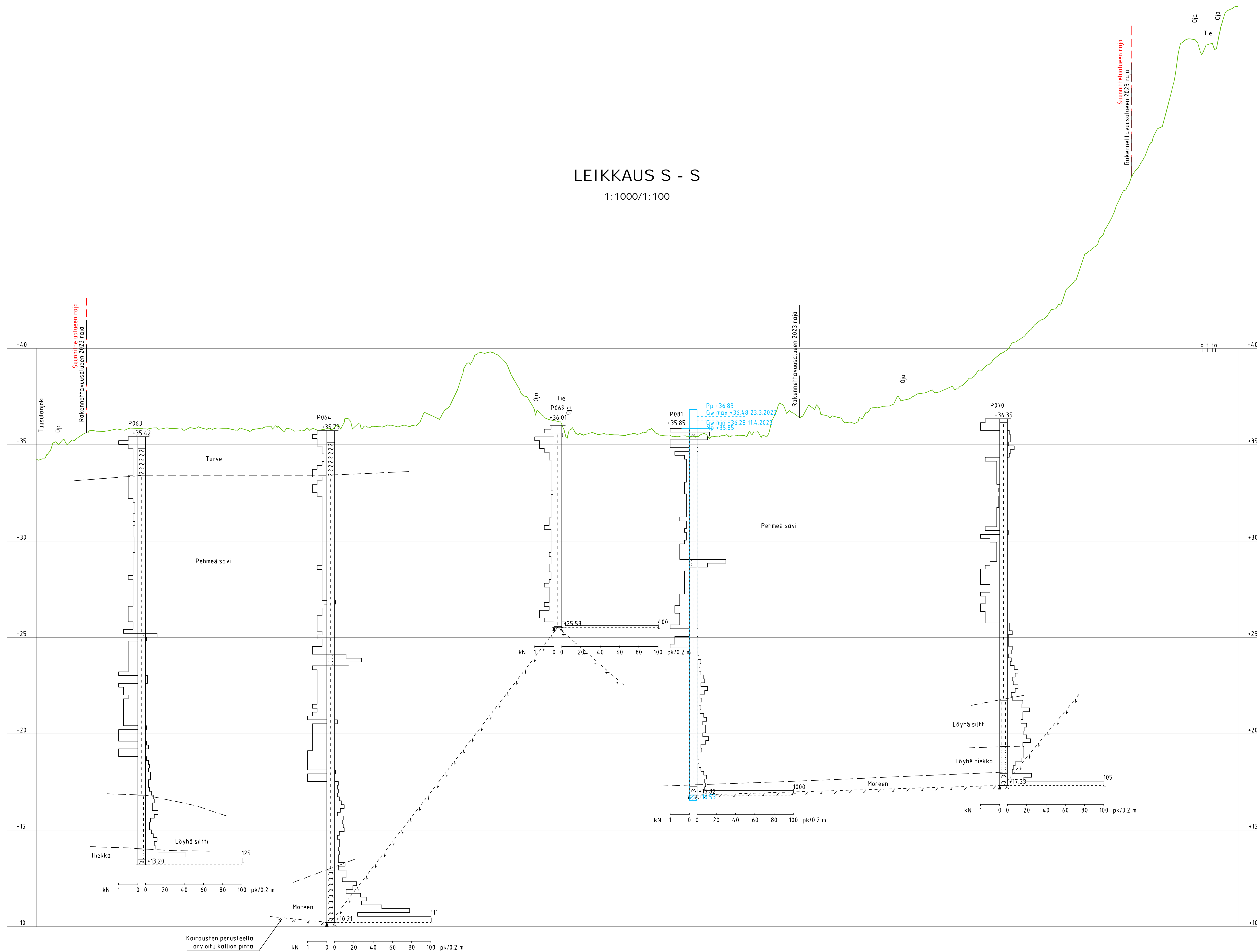
ED 32.9
1510073053
x 6697244.9
y 25500047.9

TAK 40.6
1510073053
x 6697107.9
y 25500210.1

TAK 63.9
1510073053
x 6697024.4
y 25500372.2

LEIKKAUS S - S

1:1000/1:100



TAK 50.4
1510073053
x 6697036.2
y 25499907.5

ED 14.2
1510073053
x 6697068.8
y 25500020.3

TAK 6.0
1510073053
x 6697016.6
y 25500126.9

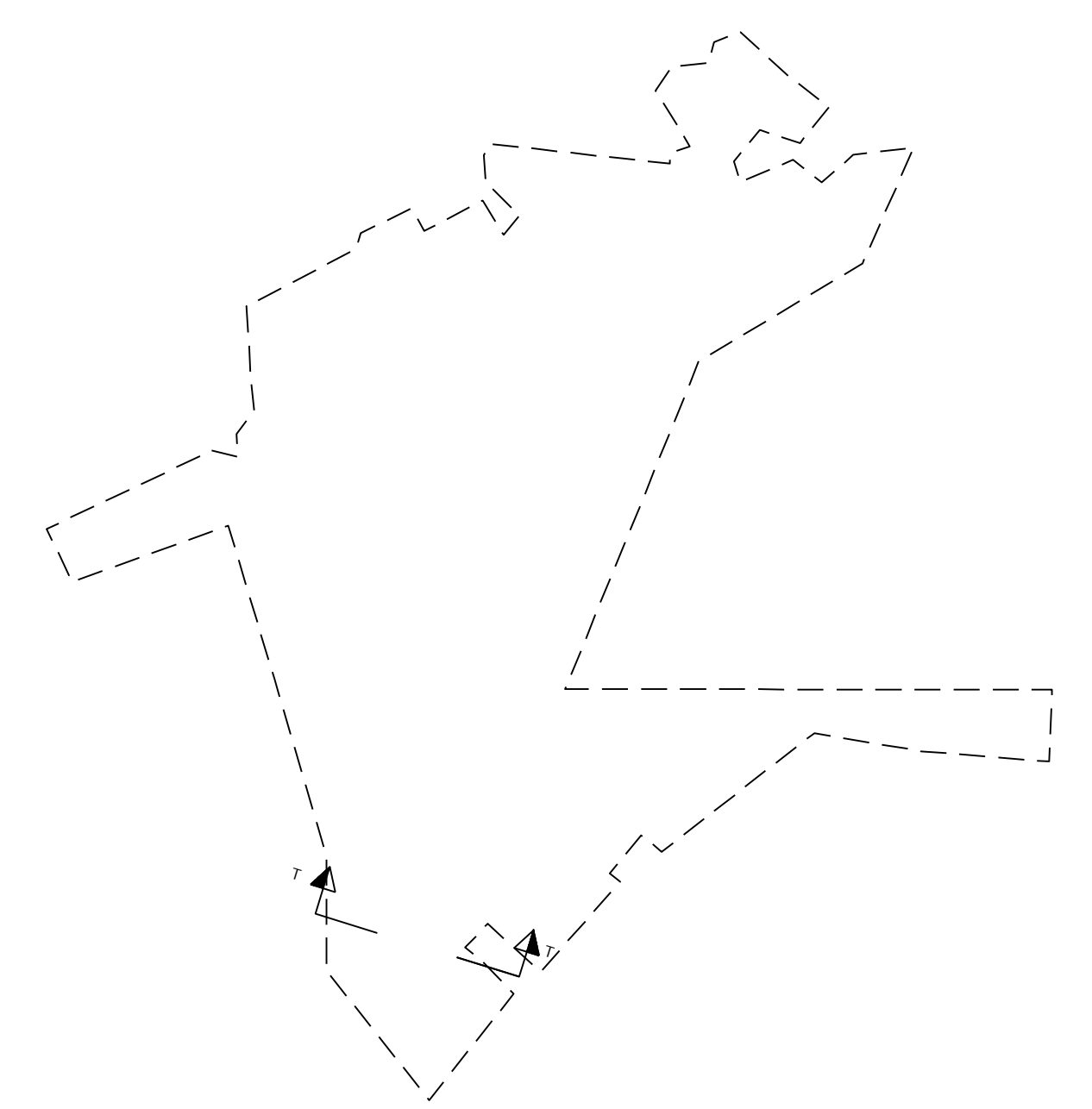
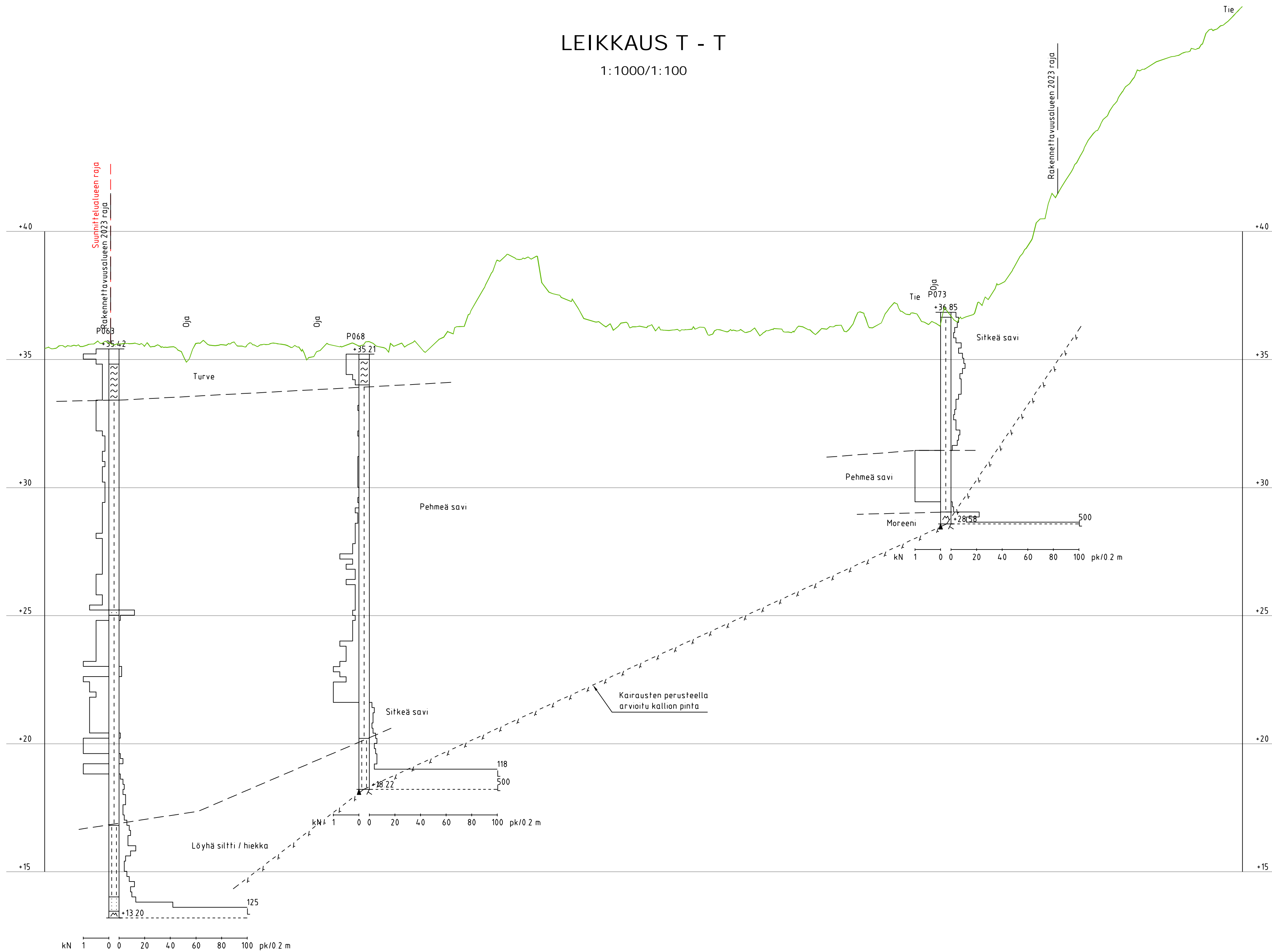
TAK 31.0
1510073053
x 6696969.8
y 25500186.5

ED 76.3
1510073053
x 6697024.4
y 25500372.2

Koski/Kylä Hyrylä	Korttelit/Tilat	Tontit/Rinno	Varustuksen merkintä	Rakennusnr.
Rakennusosasto Uudisrakennus	Rakennuslupa Pohjarakennus			Julkaisu nr.
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Rakennuksen nimi Leikkaus S-S			Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys	Suunnittelija Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lähti puh. 020 755 611	Työnumero GEO 1510073053	Tiedosto Päiväys 22	Muutos
Henkilöt Minna Koistinen, DI	Suunnittelija M. Karnaatti	Pääsuunnittelija MERJAH	Päiväys 29.9.2023	

LEIKKAUS T - T

1:1000/1:100



ED 38.9
1510073053
x 6697036.2
y 254.99907.5

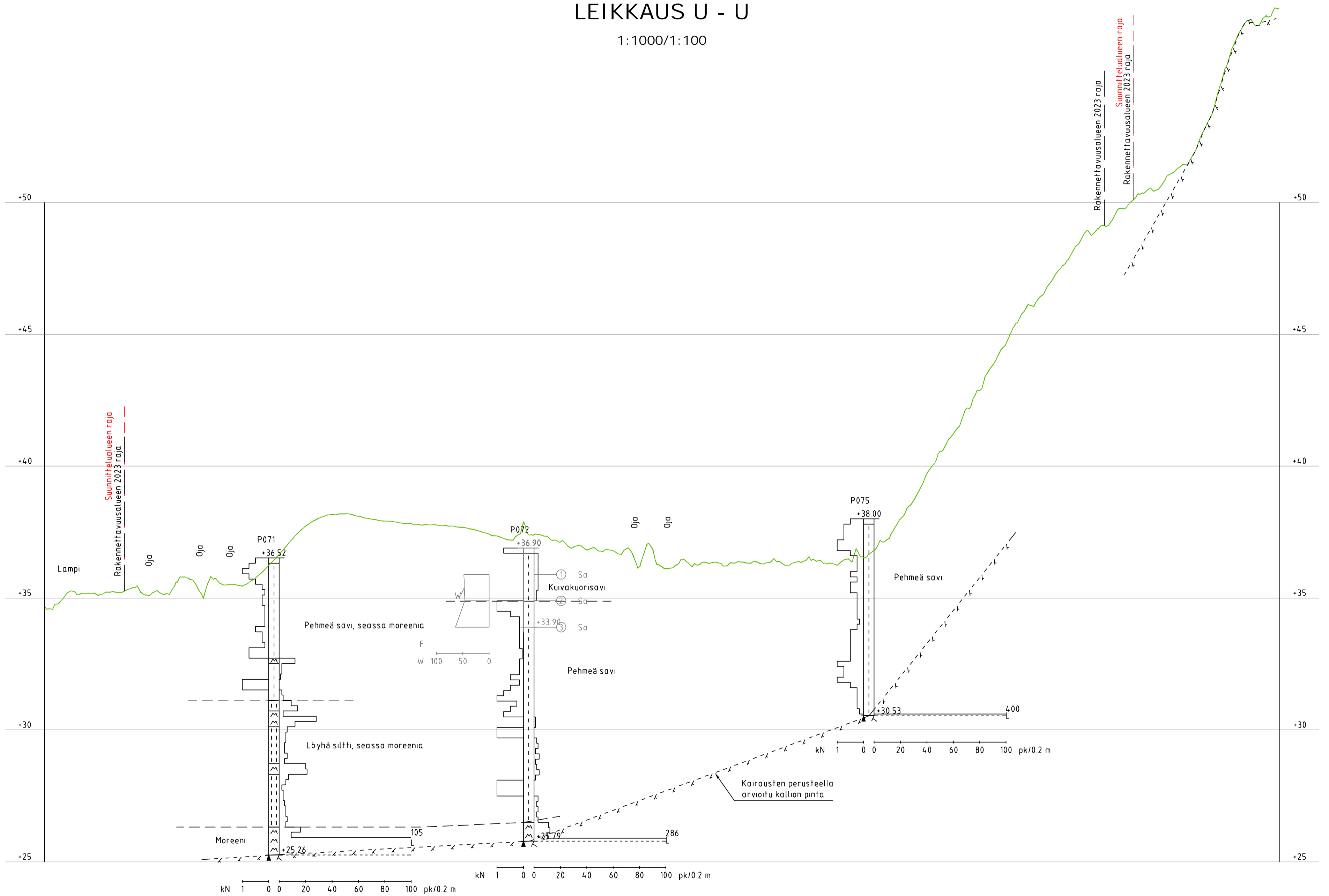
TAK 5.0
1510073053
x 6696965.3
y 254.99987.7

ED 9.1
1510073053
x 6696911.4
y 25500208.8

K.osa/ Kylä Hyrylä	Korttel/ Tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä	Rak. luvun nro
Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Pohjarakennus		Pinustalaji	Julkiseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS	Leikkaus T-T		Pinustuksen sisältö	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuus selvitys			Suunn. ala GEO	Työnro 1510073053
Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Pinustusno 23	Pinustuskla Muutos
Hyv. Minna Koistinen, DI			Suunn. M.Karnaatti	Piiri. MERJAH
			Pvm 29.9.2023	

LEIKKAUS U - U

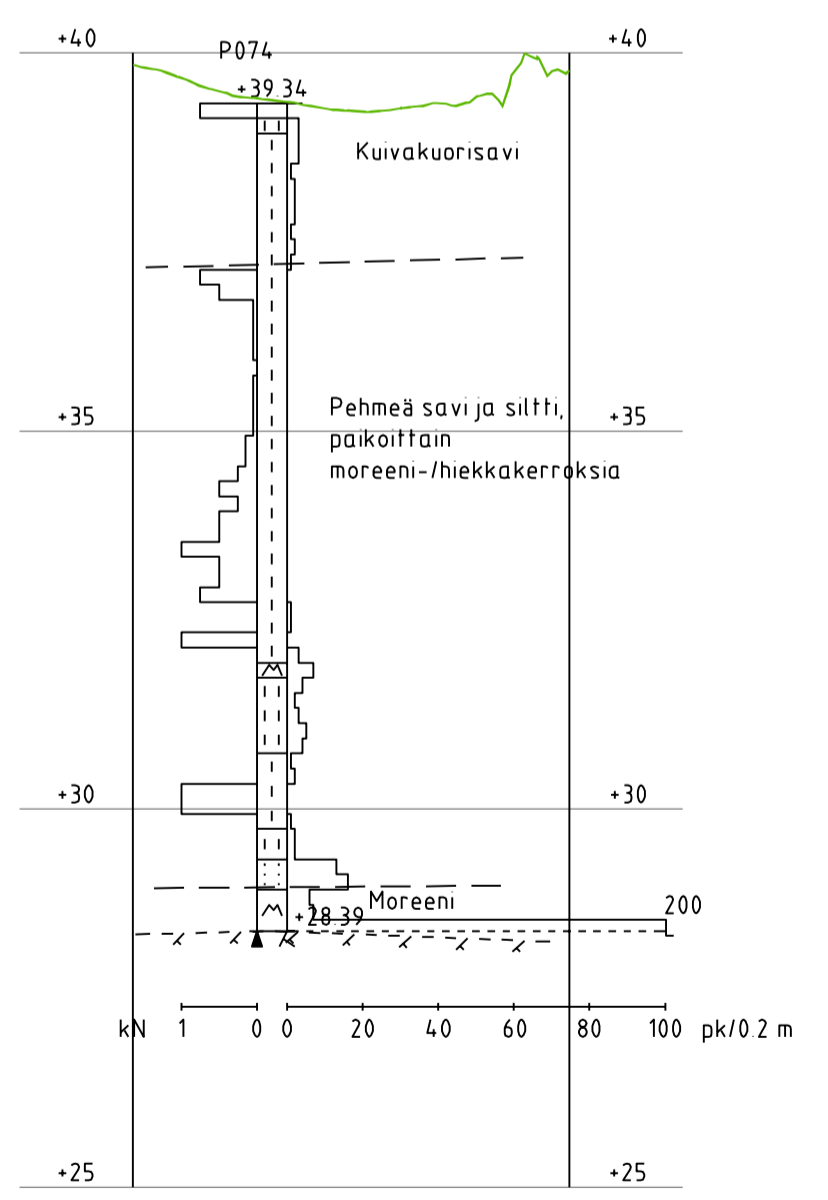
1:1000/1:100



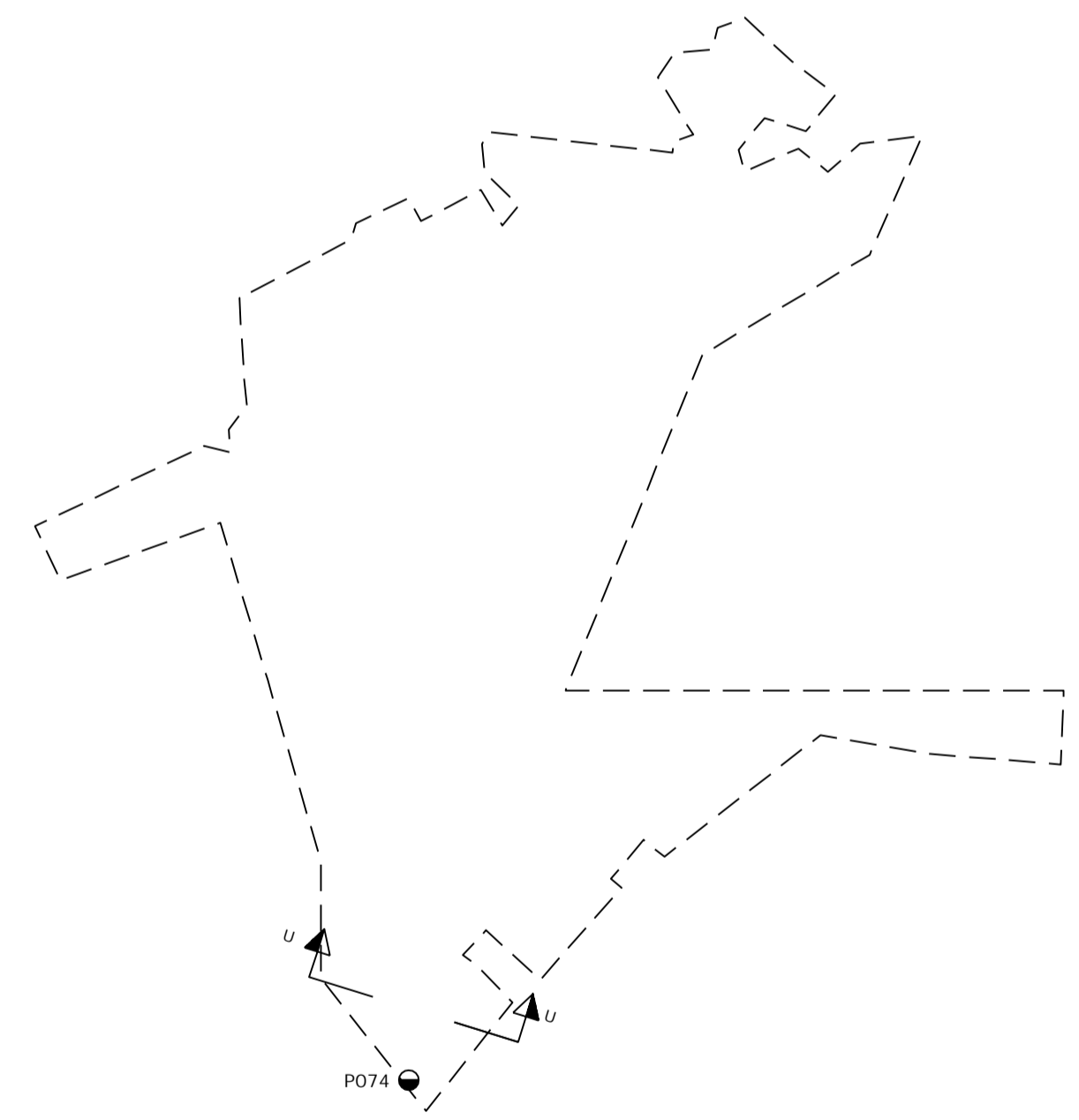
TAK 15.4 1510073053 x 6696844.8 y 25499948.5	TAK 114 1510073053 x 6696800.8 y 25500041.8	ED 8.7 1510073053 x 6696800.8 y 25500170.9
---	--	---

P74

1:1000/1:100



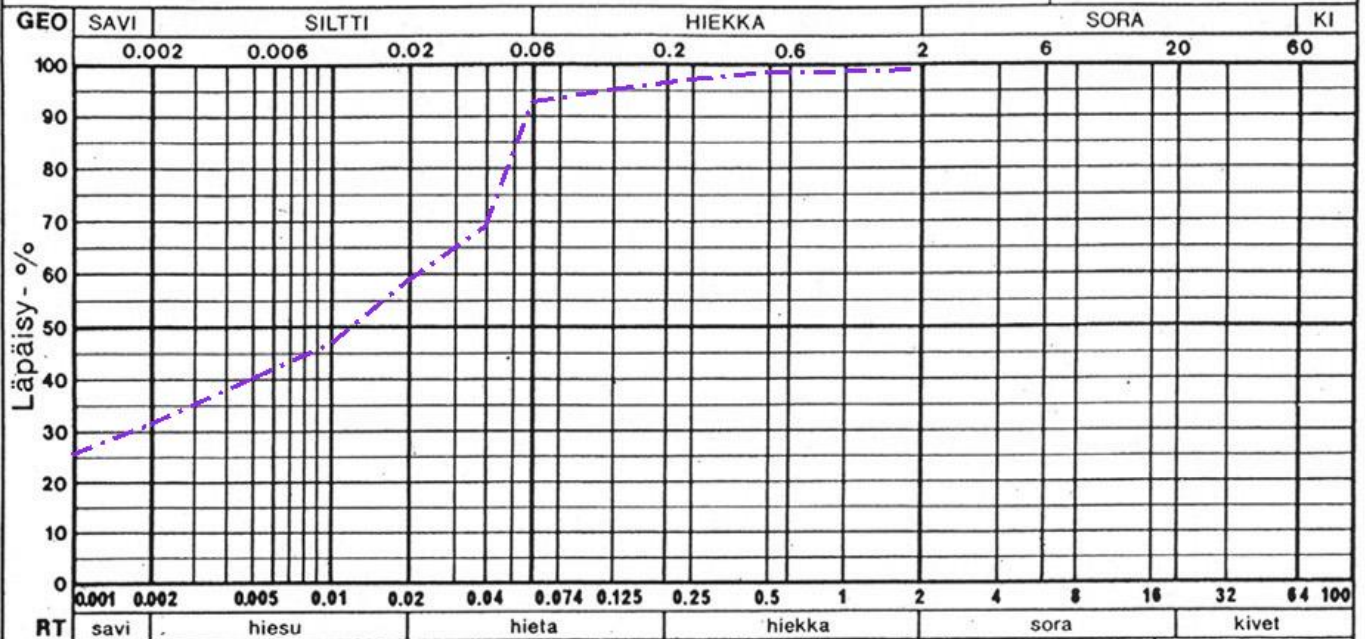
ED 0.0
1510073053
x 6696664.3
y 25500082.9



Kassa/Kylä Hyrylä	Korttelit/Tilat	Tontit/Rh:o	Viranomaisen merkintöistä	Rak.luvan nro
Rakennusvaihe Uudisrakennus			Pohjarakennus	Juokseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite TUUSULAN KUNTA Lahelanpelto YS			Piirustuksen sisältö Leikkaus U-U	Mittakaava 1:1000/ 1:100
Rakennettavuusselvitys			Suunn. ala GEO	Työnro 1510073053
RAMBOLL Ramboll Niemenkatu 73 15140 Lahti puh. 020 755 611			Piirustuksen sisältö 24	Tiedosto Muutos
Hyv. Minna Koistinen, DI			Suunn. M.Karnaatti	Piir. MERJAH
			Pvm 29.9.2023	

LAB. No
12311

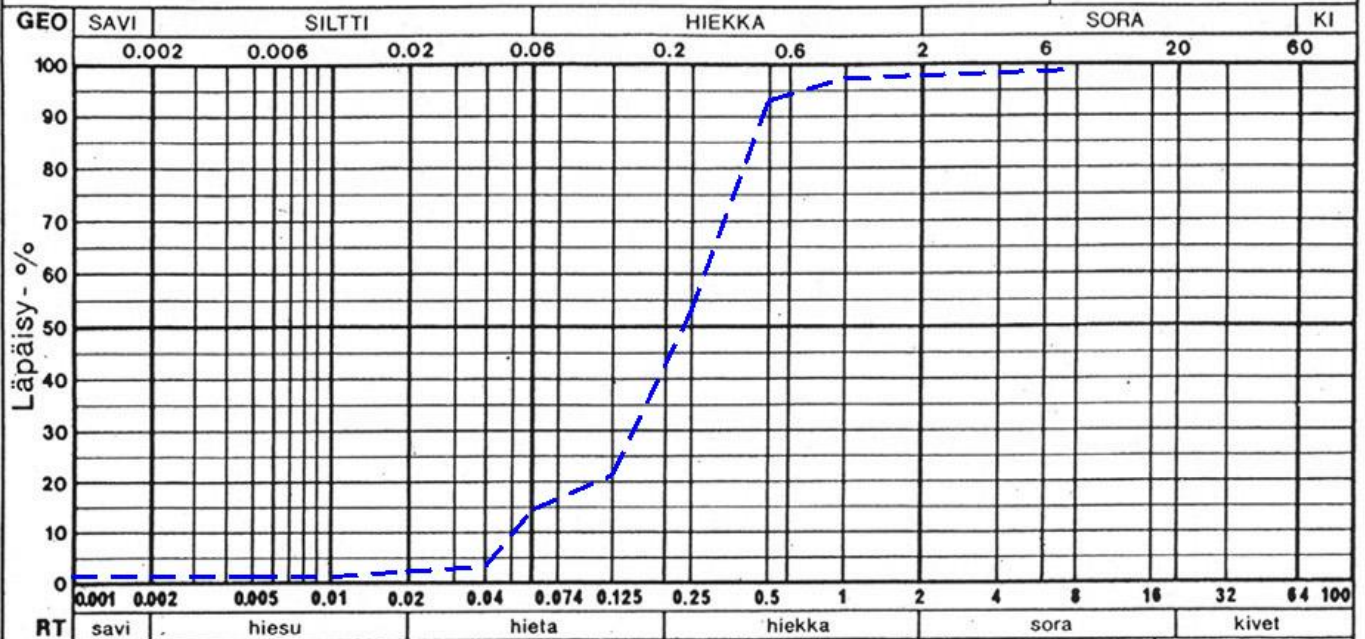
MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62222		62223		62224						
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -			
Näytteenotto	paikka	Pt 1		Pt 1		Pt 1					
	syvyys	1.0		2.0		3.0					
	tapa										
	pvm.										
Maanpinnan korkeus											
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>				saSi						
Vesipitoisuus w %	35.5		42.5		56.8						
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana										
	kuivana										
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k									
		häiriintynyt S' _k									
		sensitiivisyys St									
		hienousluku F									
Puristuskoe S _p											
Humus %											
Vedenläpäisev. k m/s											
CEN-ISO maalji					siCl						
Silmämäär. maalaji	Sa (Hu)		Sa (Hu)		Humusta						
Kidevesi %											
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.					
Lahelanpelto 3					TUTK. JS	PÄIVÄYS 18.11.2022					
					TARK. DS						
MAATEKNIikka OY								PIIR. No			
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088											

LAB. No
12311

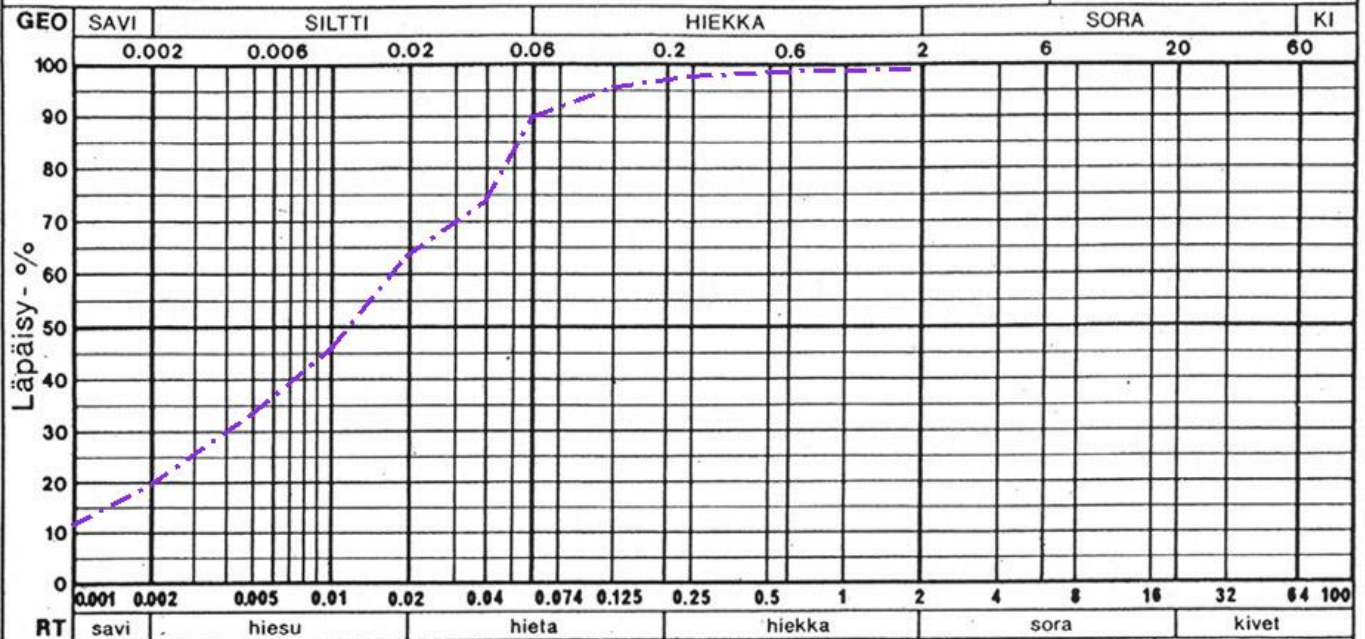
MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62234		62235		62236						
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		-		
Näytteenotto	paikka	Pt 6		Pt 6		Pt 6					
	syvyys	1.0		2.0		3.0					
	tapa										
	pvm.										
Maanpinnan korkeus											
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		Hk								
Vesipitoisuus w %	54.1		40.2		54.4						
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana										
	kuivana										
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k									
		häiriintynyt S' _k									
		sensitiivisyys St									
		hienousluku F									
	Puristuskoe S _p										
Humus %											
Vedenläpäisev. k m/s											
CEN-ISO maalji			Sa								
Silmämäär. maalaji	siHk (Hu)		Kasvikuituja		siHk (Hu)						
Kidevesi %											
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.				
Lahelanpelto 3					TUTK. JS		PÄIVÄYS 18.11.2022				
					TARK. DS						
MAATEKNIikka OY							PIIR. No				
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088											

LAB. No
12311

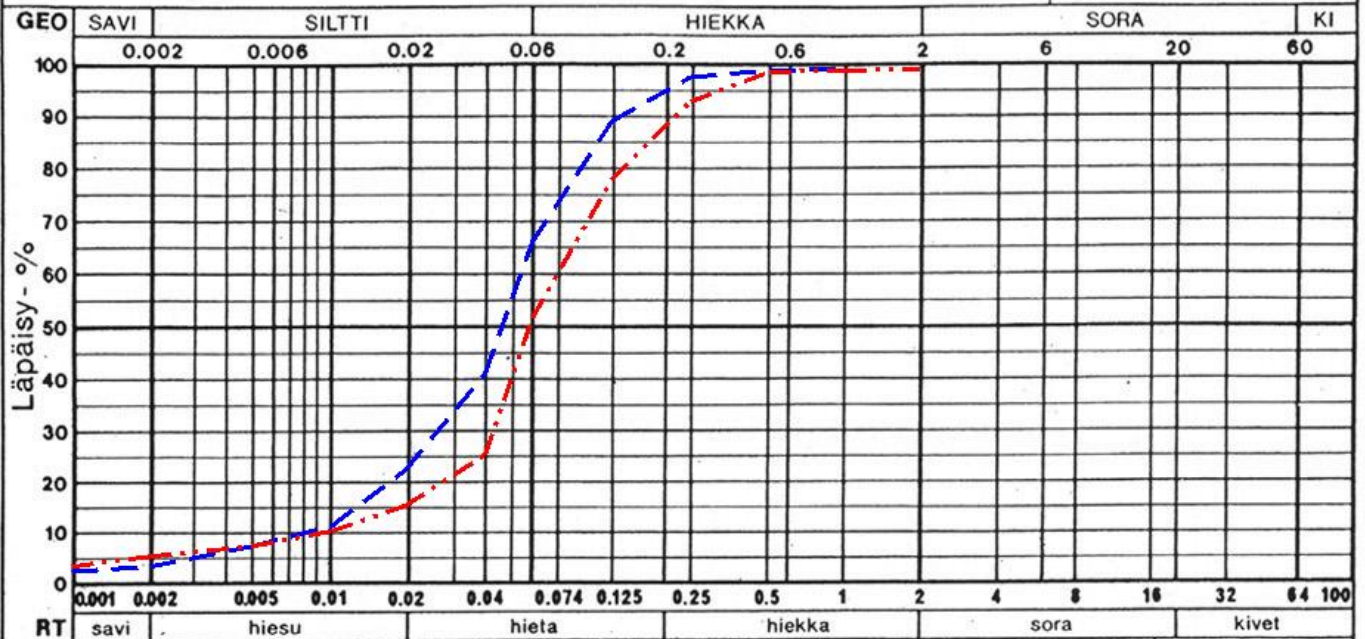
MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62240		62241		62242			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -
Näytteenotto	paikka	Pt 11		Pt 11		Pt 11		
	syvyys	1.0		2.0		3.0		
	tapa							
	pvm.							
Maanpinnan korkeus								
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>				saSi			
Vesipitoisuus w %	39.0		39.7		31.5			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana							
	kuivana							
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k						
		häiriintynyt S' _k						
		sensitiivisyys S _t						
		hienousluku F						
	Puristuskoe S _p							
Humus %								
Vedenläpäisev. k m/s								
CEN-ISO maalji					clSi			
Silmämäär. maalaji	Sa (Hu)		Sa (Hu)					
Kidevesi %								
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.		
Lahelanpelto 3					TUTK. JS	PÄIVÄYS 18.11.2022		
					TARK. DS			
MAATEKNIikka OY							PIIR. No	
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088								

LAB. No
12423

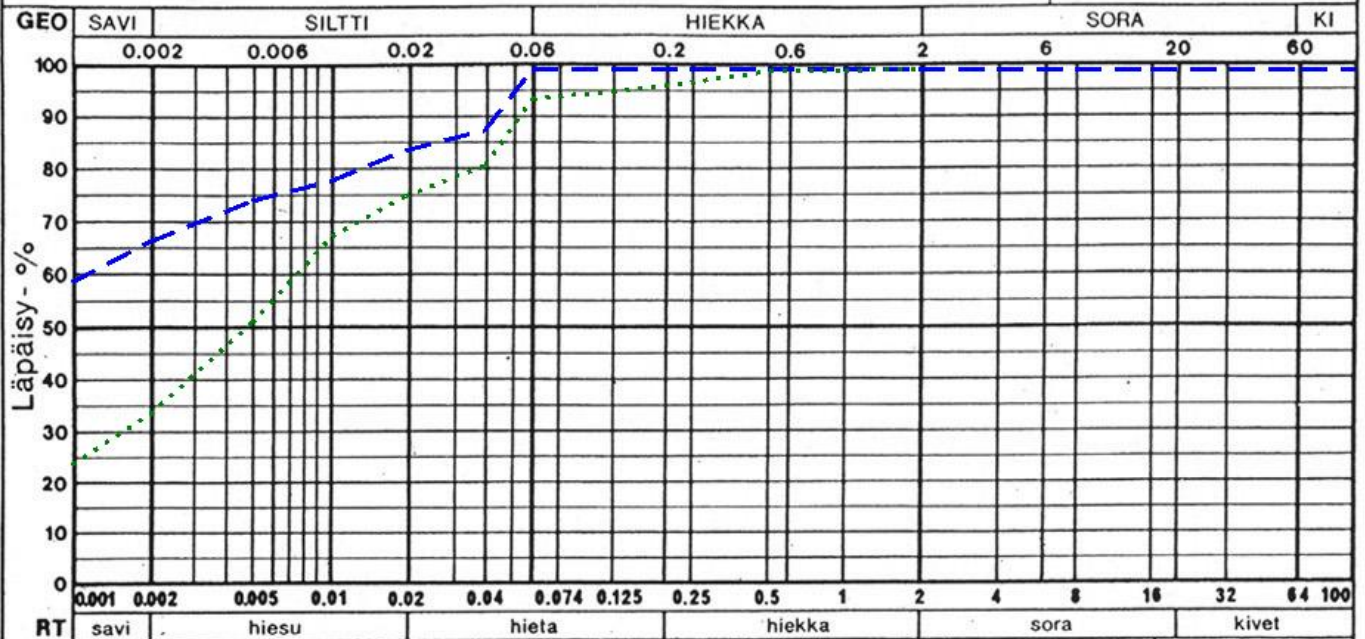
MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	63096		63097		63098		63099		
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- · - · - · -		· · · · ·		
Näytteenotto	paikka	Pt 11		Pt 11		Pt 11		Pt 11	
	syvyys	4.0		5.0		6.0		8.0	
	tapa	Kk		Kk		Kk		Kk	
	pvm.	23.03.2023		23.03.2023		23.03.2023		23.03.2023	
Maanpinnan korkeus									
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		hkSi		hkSi		hkSi		
Vesipitoisuus w %	35.5		25.3		23.8		21.4		
Tilavuuspaino $k N/m^3$	kosteana								
	kuivana								
Leikkauslujuus $k N/m^2$	Kartiokoe	häiriintymätön S_k							
		häiriintynyt S'_k							
		sensitiivisyys S_t							
		hienousluku F							
Puristuskoe S_p									
Humus %									
Vedenläpäisev. k m/s									
CEN-ISO maalji			Si				saSi		
Silmämäär. maalaji	saSi				hkSi				
Kidevesi %									
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.		
Lahelanpelto 3 vaihe 2					TUTK. JS		PÄIVÄYS 31.3.2023		
					TARK. DS				
MAATEKNIikka OY							PIIR. No		
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088									

LAB. No
12436

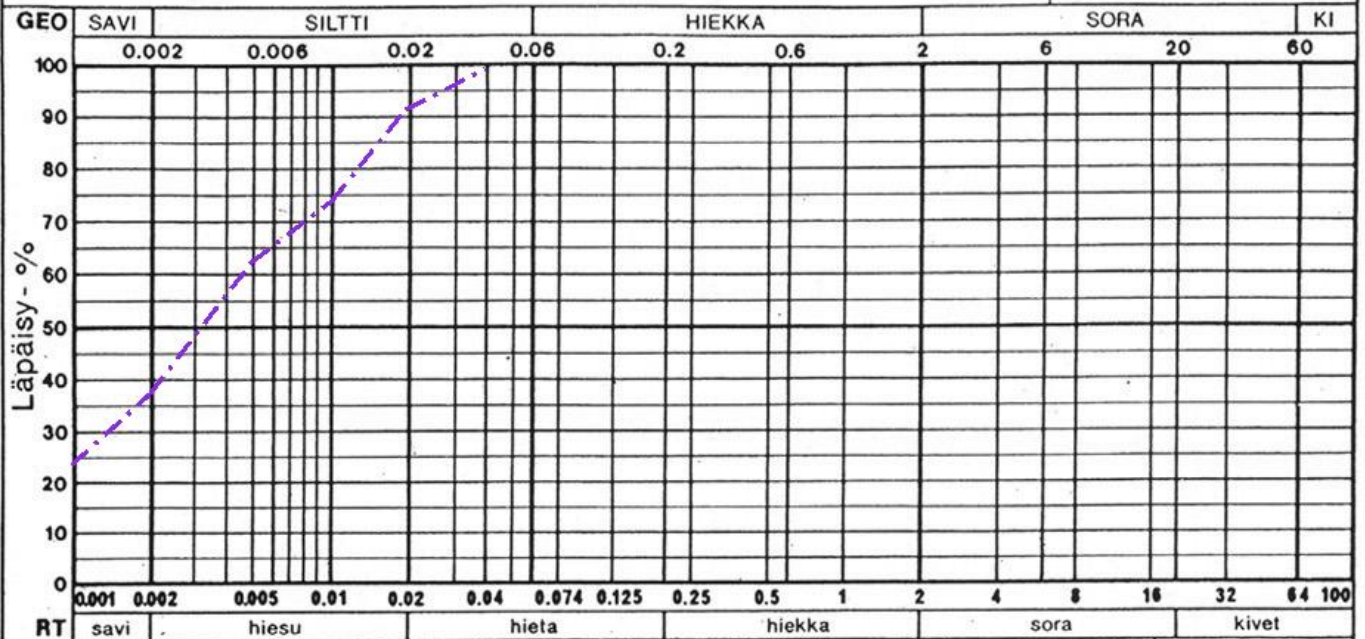
MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	63241		63242		63243		63244		63245		
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -			
Näytteenotto	paikka	Pt 12		Pt 12		Pt 12		Pt 12		Pt 12	
	syvyys	2.0		3.0		4.0		5.0		6.0	
	tapa	Kk		Kk		Kk		Kk		Kk	
	pvm.	31.03.2023		31.03.2023		31.03.2023		31.03.2023		31.03.2023	
Maanpinnan korkeus											
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		liSa						laSa		
Vesipitoisuus w %	72.0		104.3		79.7		53.9		46.5		
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana										
	kuivana										
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k									
		häiriintynyt S _k									
		sensitiivisyys St									
		hienousluku F									
	Puristuskoe S _p										
Humus %											
Vedenläpäisev. k m/s											
CEN-ISO maalji			Cl						siCl		
Silmämäär. maalaji	Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa				
Kidevesi %											
Tuusulan kunta						NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.			
Lahelanpelto 3 vaihe 2						TUTK. JS		PÄIVÄYS 19.4.2023			
						TARK. DS					
MAATEKNIikka OY								PIIR. No			
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088											

LAB. No
12311

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62225		62226		62227			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -	
Näytteenotto	paikka	Pt 28		Pt 28		Pt 28		
	syvyys	1.0		2.0		3.0		
	tapa							
	pvm.							
Maanpinnan korkeus								
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>				laSa			
Vesipitoisuus w %	25.1		44.1		49.3			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana							
	kuivana							
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k						
		häiriintynyt S' _k						
		sensitiivisyys St						
		hienousluku F						
	Puristuskoe S _p							
Humus %								
Vedenläpäisev. k m/s								
CEN-ISO maalji					siCl			
Silmämäär. maalaji	saSi		Sa					
Kidevesi %								
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.		
Lahelanpelto 3					TUTK. JS	PÄIVÄYS 18.11.2022		
					TARK. DS			

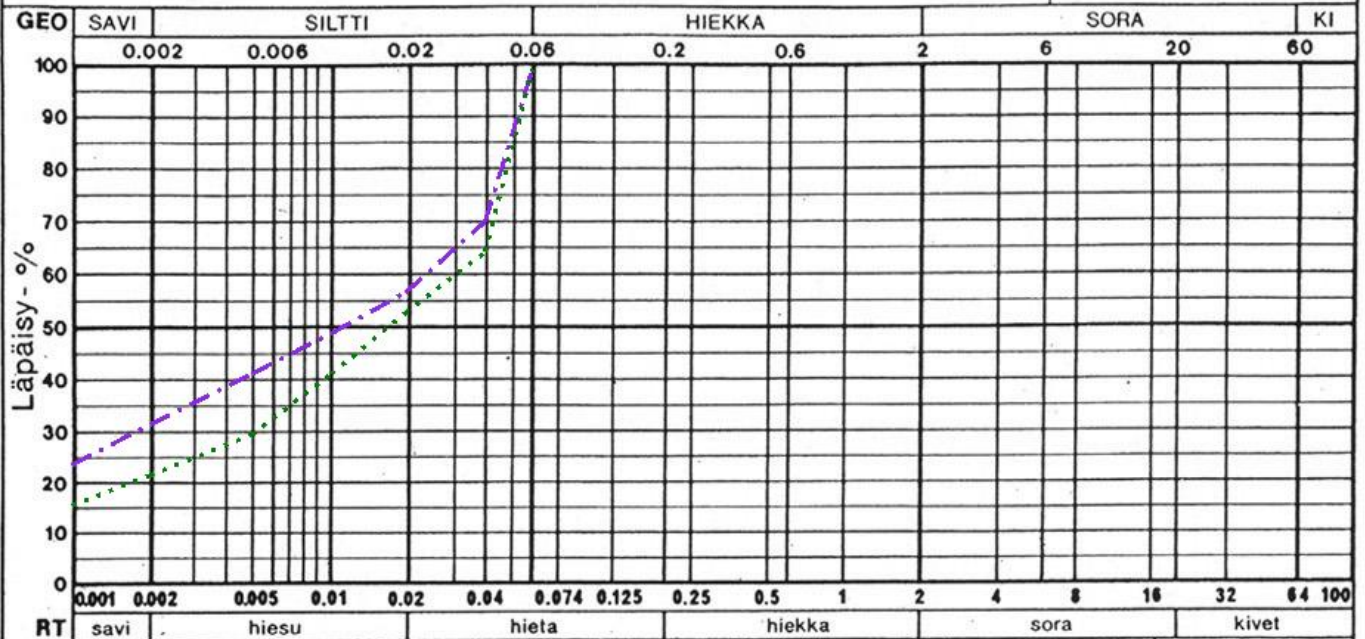
MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

LAB. No
12436

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



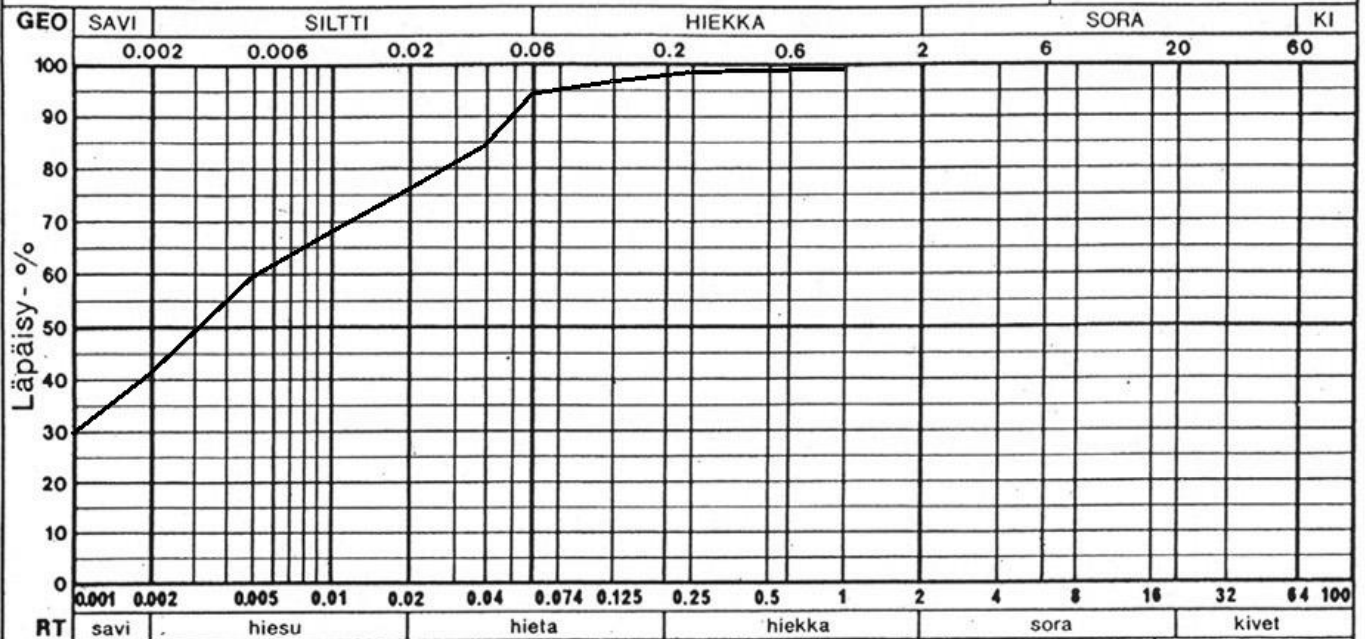
Näytteen No	63259		63260		63261		63262		63263		
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -			
Näytteenotto	paikka	Pt 31		Pt 31		Pt 31		Pt 31		Pt 31	
	syvyys	1.0		2.0		3.0		4.0		6.0	
	tapa	Kk		Kk		Kk		Kk		Kk	
	pvm.	30.03.2023		30.03.2023		30.03.2023		30.03.2023		30.03.2023	
Maanpinnan korkeus											
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>				saSi				saSi		
Vesipitoisuus w %	1012.5		154.3		130.1		121.0		122.0		
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana										
	kuivana										
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k									
		häiriintynyt S _k									
		sensitiivisyys S _t									
		hienousluku F									
	Puristuskoe S _p										
Humus %											
Vedenläpäisev. k m/s											
CEN-ISO maalji					siCl				siCl		
Silmämäär. maalaji	RTv		Sa (Sulf.)+Tv		Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		
Kidevesi %											
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.				
Lahelanelto 3 vaihe 2					TUTK. JS		PÄIVÄYS 19.4.2023				
					TARK. DS						

MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	63264	63265			
Rakeisuuskäyrä	—————	-----	-. - . - . -	-
Näytteenotto	paikka	Pt 31	Pt 31		
	syvyys	8.0	10.0		
	tapa	Kk	Kk		
	pvm.	30.03.2023	30.03.2023		
Maanpinnan korkeus					
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>	laSa			
Vesipitoisuus w %	89.5	45.5			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana				
	kuivana				
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k			
		häiriintynyt S' _k			
		sensitiivisyys St			
		hienousluku F			
	Puristuskoe S _p				
Humus %					
Vedenläpäisev. k m/s					
CEN-ISO maalji	Cl				
Silmämäär. maalaji	Sa (Sulf.)	Sa			
Kidevesi %					
Tuusulan kunta			NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.
Lahelanpelto 3 vaihe 2			TUTK. JS		PÄIVÄYS 19.4.2023
			TARK. DS		

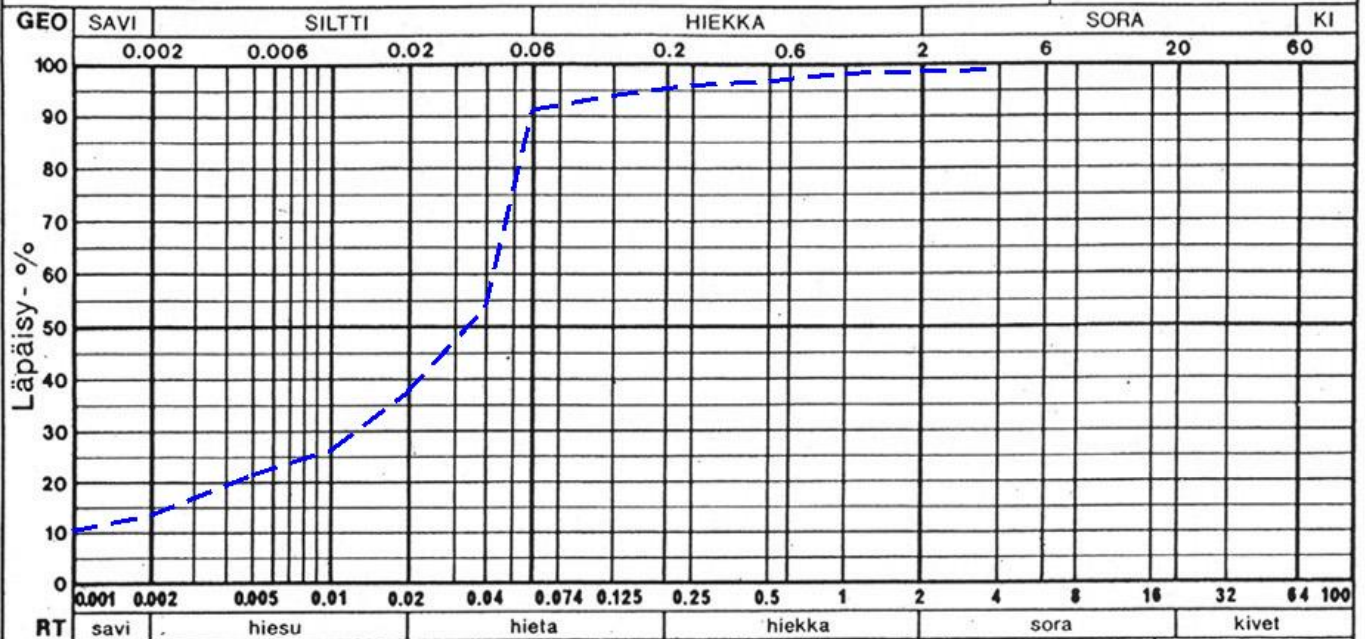
MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

LAB. No
12311

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62219		62220		62221			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -
Näytteenotto	paikka	Pt 39		Pt 39		Pt 39		
	syvyys	1.0		2.0		3.0		
	tapa							
	pvm.							
Maanpinnan korkeus								
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		saSi					
Vesipitoisuus w %	93.2		133.7		143.8			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana							
	kuivana							
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k						
		häiriintynyt S' _k						
		sensitiivisyys St						
		hienousluku F						
	Puristuskoe S _p							
Humus %								
Vedenläpäisev. k m/s								
CEN-ISO maalji			clSi					
Silmämäär. maalaji	Sa (Hu)		Humusta		Sa (Hu)			
Kidevesi %								
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.		
Lahelanpelto 3					TUTK. JS	PÄIVÄYS 18.11.2022		
					TARK. DS			

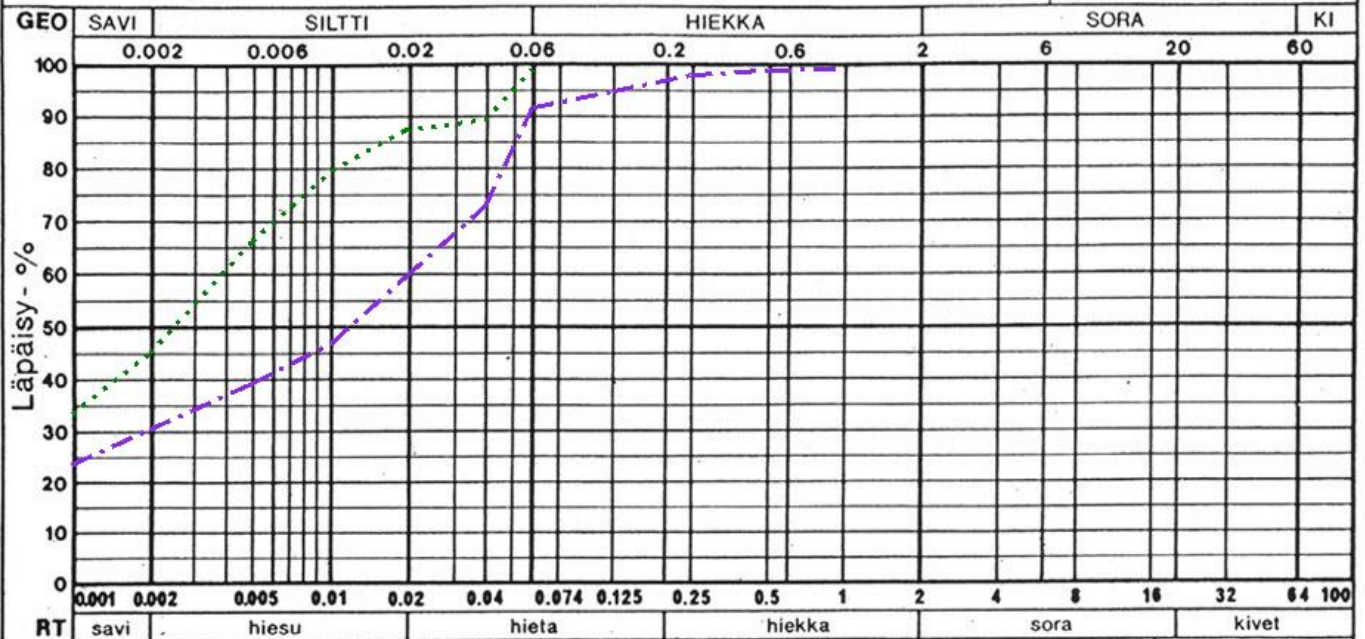
MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

LAB. No
12436

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	63253		63254		63255		63256		63257		
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -			
Näytteenotto	paikka	Pt 39		Pt 39		Pt 39		Pt 39		Pt 39	
	syvyys	4.0		5.0		6.0		7.0		8.0	
	tapa	Kk		Kk		Kk		Kk		Kk	
	pvm.	11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023	
Maanpinnan korkeus											
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>				saSi				laSa		
Vesipitoisuus w %	81.7		95.0		113.3		77.5		61.1		
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana										
	kuivana										
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k									
		häiriintynyt S' _k									
		sensitiivisyys St									
		hienousluku F									
	Puristuskoe S _p										
Humus %											
Vedenläpäisev. k m/s											
CEN-ISO maalji					siCl				Cl		
Silmämäär. maalaji	Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa				
Kidevesi %											
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.				
Lahelanpelto 3 vaihe 2					TUTK. JS		PÄIVÄYS 19.4.2023				
					TARK. DS						

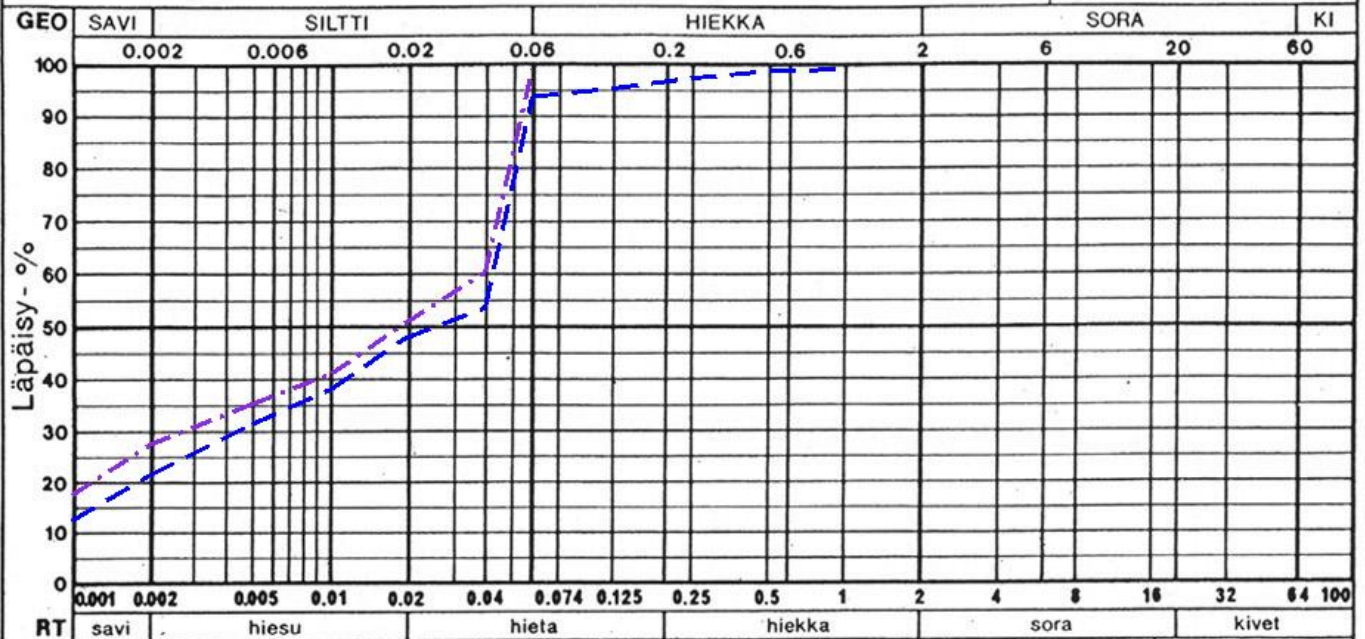
MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

LAB. No
12311

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	62228		62229		62230			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -	
Näytteenotto	paikka	Pt 53		Pt 53		Pt 53		
	syvyys	1.0		2.0		3.0		
	tapa							
	pvm.							
Maanpinnan korkeus								
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		saSi		saSi			
Vesipitoisuus w %	273.8		92.4		92.7			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana							
	kuivana							
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k						
		häiriintynyt S' _k						
		sensitiivisyys S _t						
		hienousluku F						
	Puristuskoe S _p							
Humus %								
Vedenläpäisev. k m/s								
CEN-ISO maalji			siCl		siCl			
Silmämäär. maalaji	RTv+Sa Ei saa Rak. Humusta				Humusta			
Kidevesi %								
Tuusulan kunta					NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.		
Lahelanpelto 3					TUTK. JS	PÄIVÄYS 18.11.2022		
					TARK. DS			

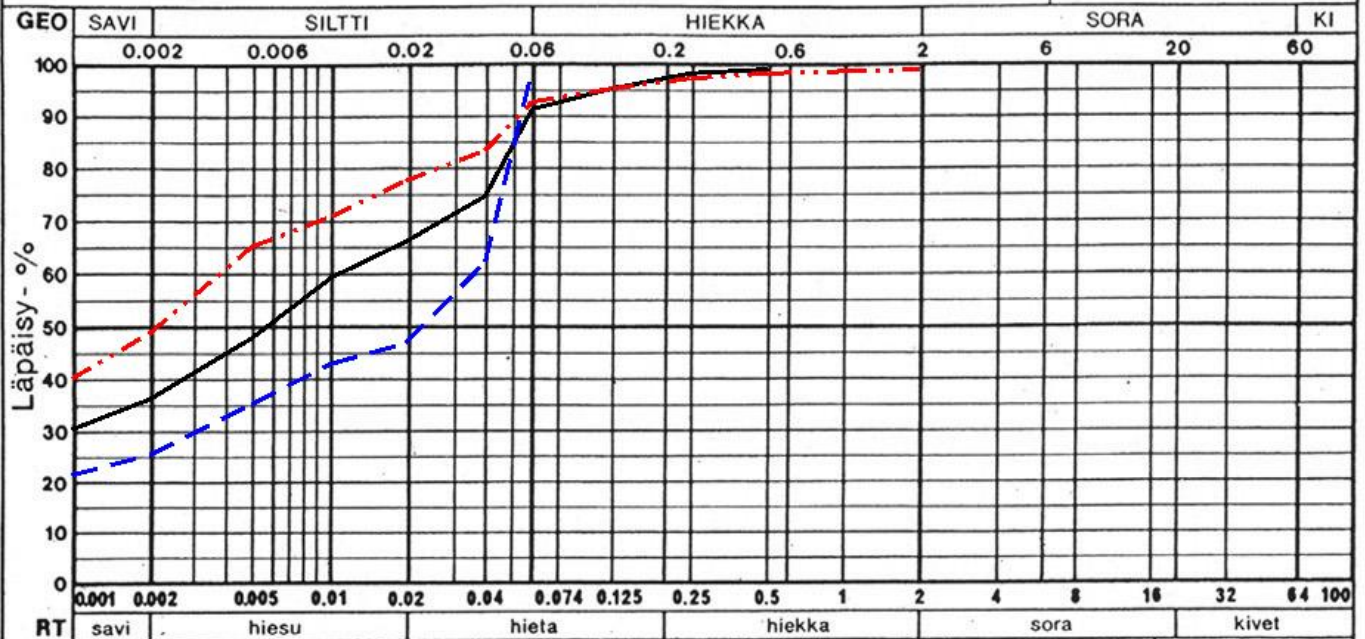
MAATEKNIikka OY

Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No

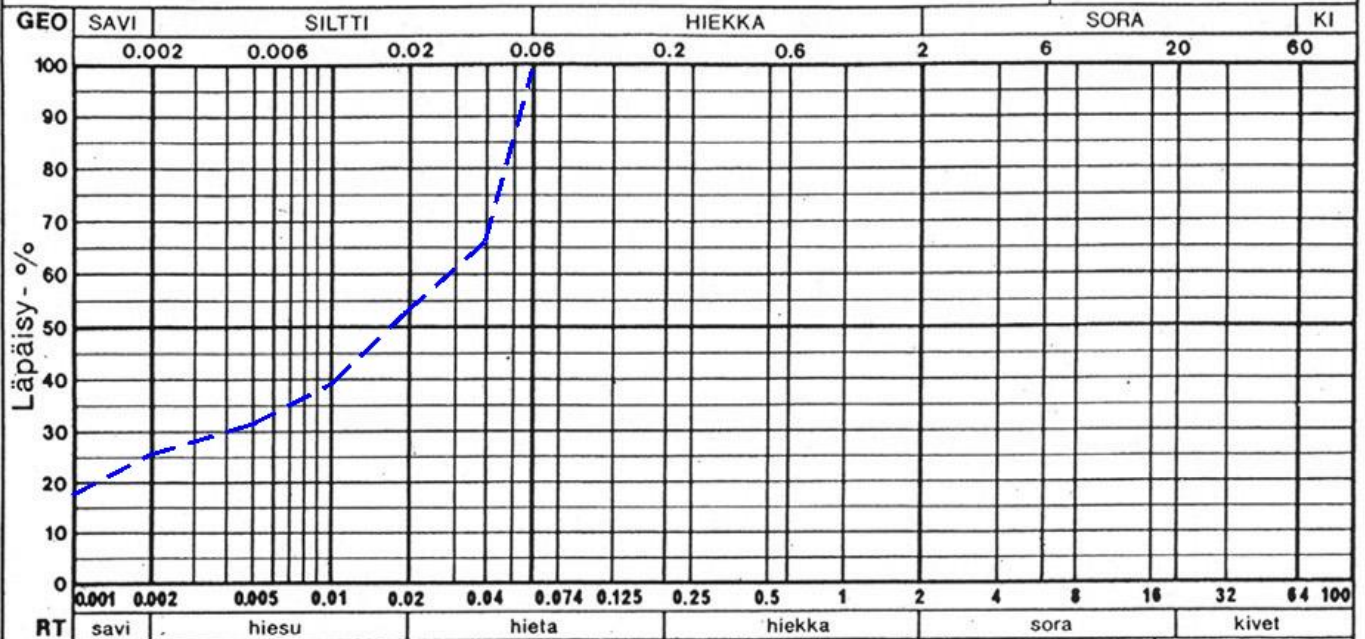
LAB. No
12436

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



Näytteen No	63247		63248		63249		63250		63251			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -				
Näytteenotto	paikka	Pt 53		Pt 53		Pt 53		Pt 53		Pt 53		
	syvyys	4.0		5.0		6.0		8.0		9.0		
	tapa	Kk		Kk		Kk		Kk		Kk		
	pvm.	11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023		11.04.2023		
Maanpinnan korkeus												
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>	laSa		saSi				laSa				
Vesipitoisuus w %	73.0		128.1		109.1		72.5		53.0			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana											
	kuivana											
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k										
		häiriintynyt S' _k										
		sensitiivisyys St										
		hienousluku F										
	Puristuskoe S _p											
Humus %												
Vedenläpäisev. k m/s												
CEN-ISO maalji	siCl		siCl				Cl					
Silmämäär. maalaji	Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)		Sa (Sulf.)				Sa			
Kidevesi %												
Tuusulan kunta						NÄYTT. OTTAJA	HYVÄKS.					
Lahelanpelto 3 vaihe 2						TUTK.	JS	PÄIVÄYS 19.4.2023				
						TARK.	DS					
MAATEKNIikka OY								PIIR. No				
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088												

MAANÄYTTEIDEN TUTKIMUSTULOKSET



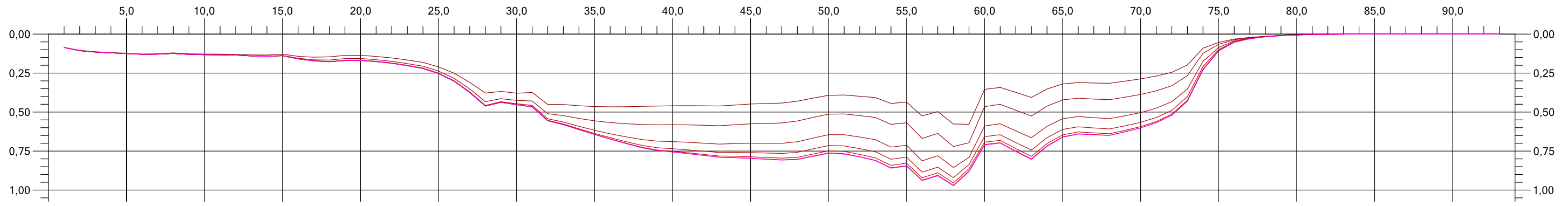
Näytteen No	62510		62511		62512			
Rakeisuuskäyrä	—————		- - - - -		- . - . - .		- - - - -	
Näytteenotto	paikka	Pt 66		Pt 66		Pt 66		
	syvyys	1.0		2.0		3.0		
	tapa	Kk		Kk		Kk		
	pvm.	03.01.2023		03.01.2023		03.01.2023		
Maanpinnan korkeus								
Maalaji	GEO <input checked="" type="checkbox"/> RT <input type="checkbox"/>		saSi					
Vesipitoisuus w %	119.6		88.4		74.0			
Tilavuuspaino k N/m ³	kosteana							
	kuivana							
Leikkauslujuus k N/m ²	Kartiokoe	häiriintymätön S _k						
		häiriintynyt S' _k						
		sensitiivisyys St						
		hienousluku F						
	Puristuskoe S _p							
Humus %								
Vedenläpäisev. k m/s								
CEN-ISO maalji			siCl					
Silmämäär. maalaji	Sa+Tv		Humusta		Sa			
Kidevesi %								

Tuusulan kunta	NÄYTT. OTTAJA		HYVÄKS.	
Lahelanpelto 3	TUTK. JS		PÄIVÄYS 5.1.2023	
	TARK. DS			

MAATEKNIikka OY

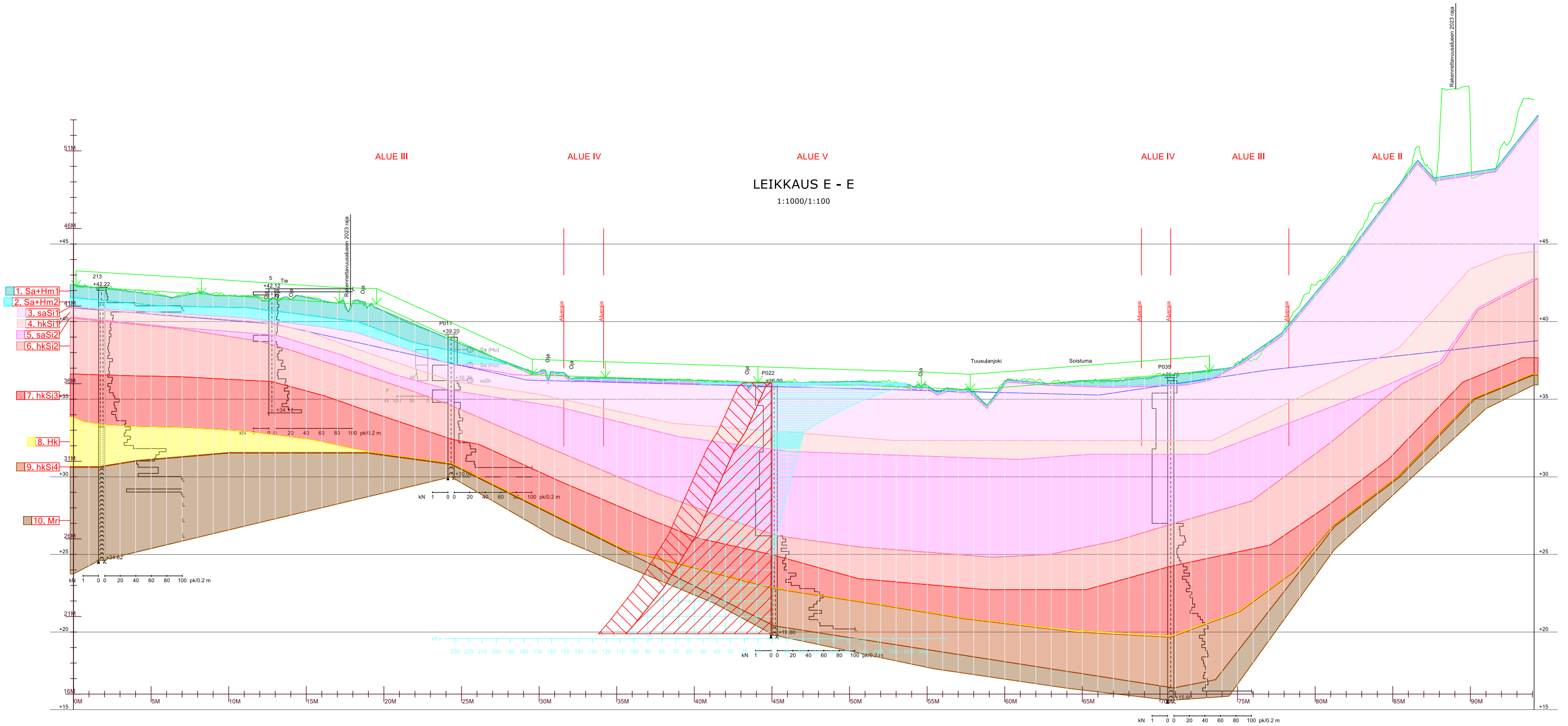
Nuijamiestentie 5 C, 00400 Helsinki, Puh. 09-477 5066, Fax 09-477 5088

PIIR. No



Settlement, 2D: 93 Calculation Points.

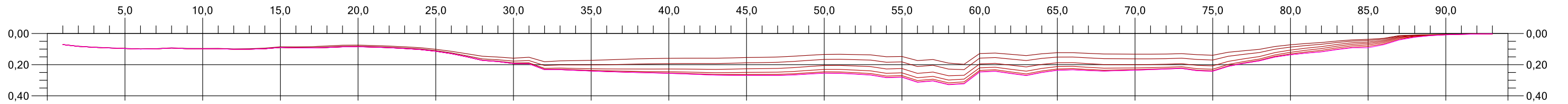
- Times
- 1.0 a
- 2.0 a
- 5.0 a
- 10.0 a
- 20.0 a
- 50.0 a
- Final



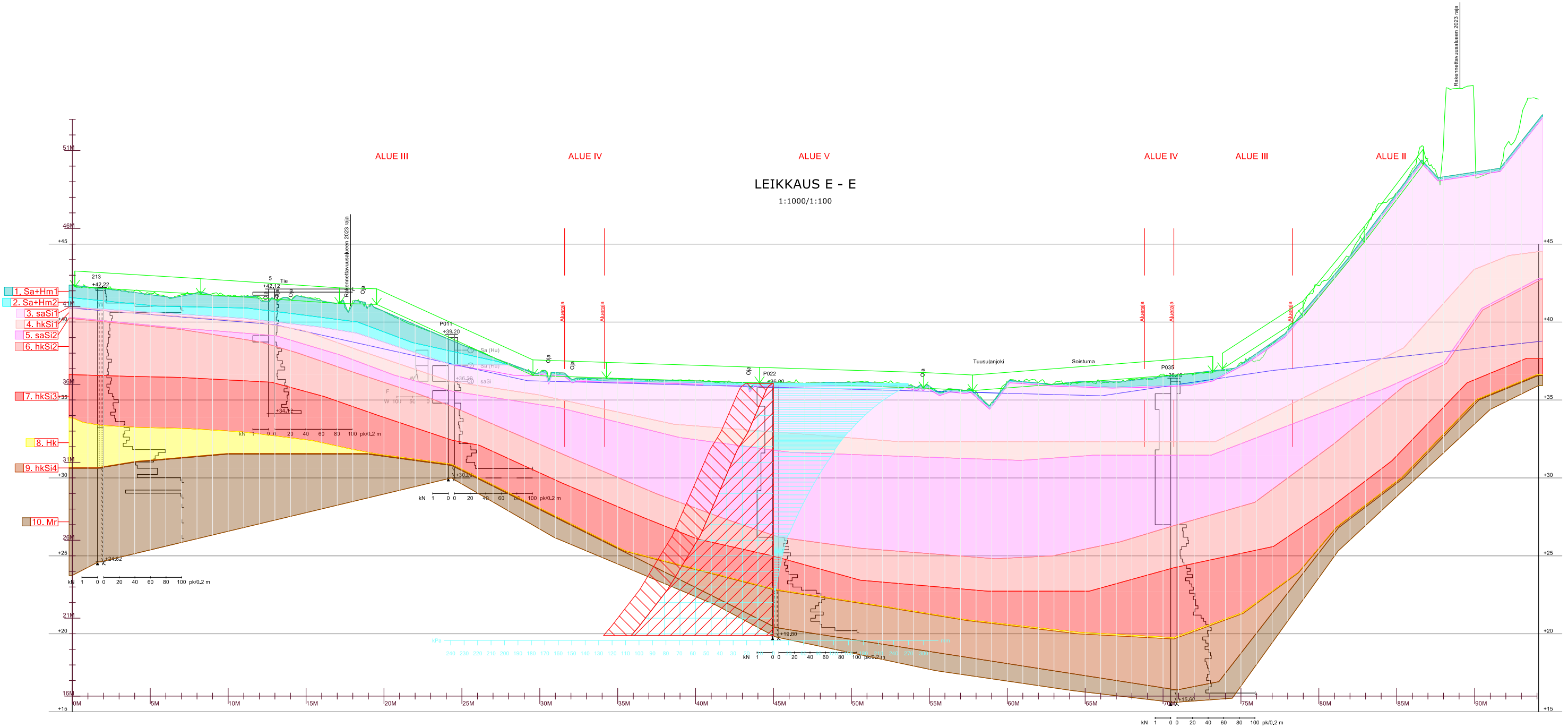
TAK. 7.5 1510073053 x 6698616.7 y 25500122.4
 TAK. 19.0 1510073053 x 6698573.2 y 25500223.8
 TAK. 20.7 1510073053 x 6698537.3 y 25500333.5
 ED. 29.3 1510073053 x 6698523.2 y 25500547.1
 ED. 0.0 1510073053 x 6698419.4 y 25500782.4

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	POP
1 Sa+Hm1	17,000	17,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu POP		10,00	0,10	23,00	1,00	0,00	no	50,00
2 Sa+Hm2	15,000	15,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu POP		10,00	0,10	22,00	1,00	0,00	no	10,00
3 saSi1	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu NC		5,00	0,05			0,00	no	
4 hkSi1	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu NC		20,00	0,20			0,00	no	
5 saSi2	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu NC		15,00	0,20			0,00	no	
6 hkSi2	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu NC		20,00	0,30			0,00	no	
7 hkSi3	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu NC		60,00	0,30			0,00	no	
8 Hk	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu NC		150,00	0,50			0,00	no	
9 hkSi4	19,000	19,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu NC		130,00	0,30			0,00	no	
10 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu NC		300,00	0,50			0,00	no	

1510073053/Lahelanpellon ys päivitys
 Tuusula
 Leikkaus E-E, Painuma, Ohde-Janbu
 M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy
 GeoCalc 5.1 (05.05.2023 18:02)



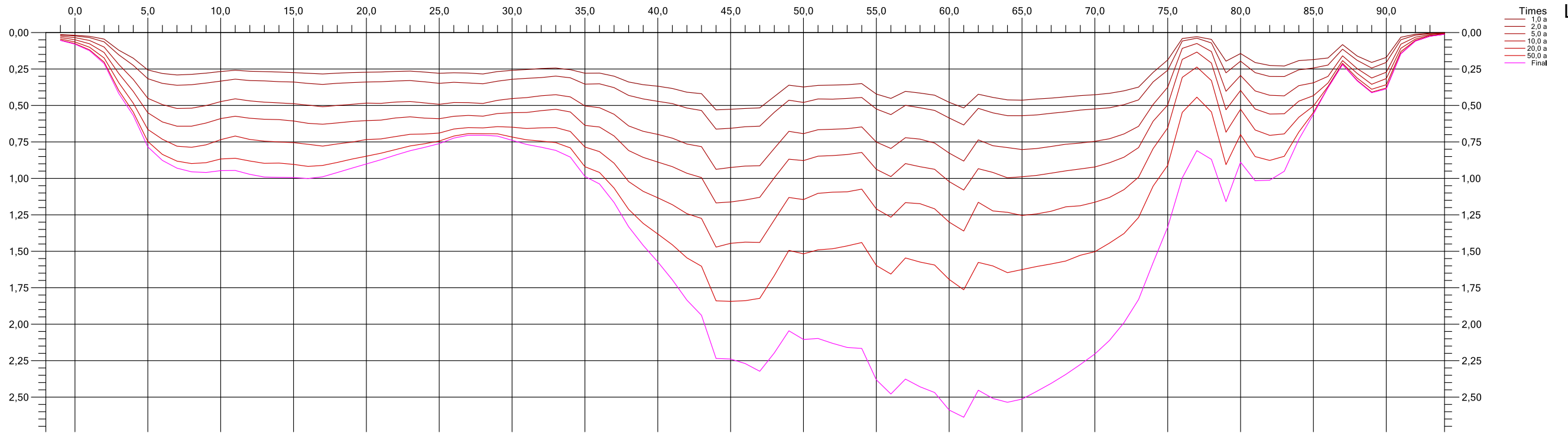
Settlement, 2D: 93 Calculation Points.



TAK. 7,5 1510073053 x 6698616,7 y 25500122,4	TAK. 19,0 1510073053 x 6698573,2 y 25500223,8	TAK. 20,7 1510073053 x 6698537,3 y 25500333,5	ED. 29,3 1510073053 x 6698523,2 y 25500547,1	ED. 0,0 1510073053 x 6698419,4 y 25500782,4
---	--	--	---	--

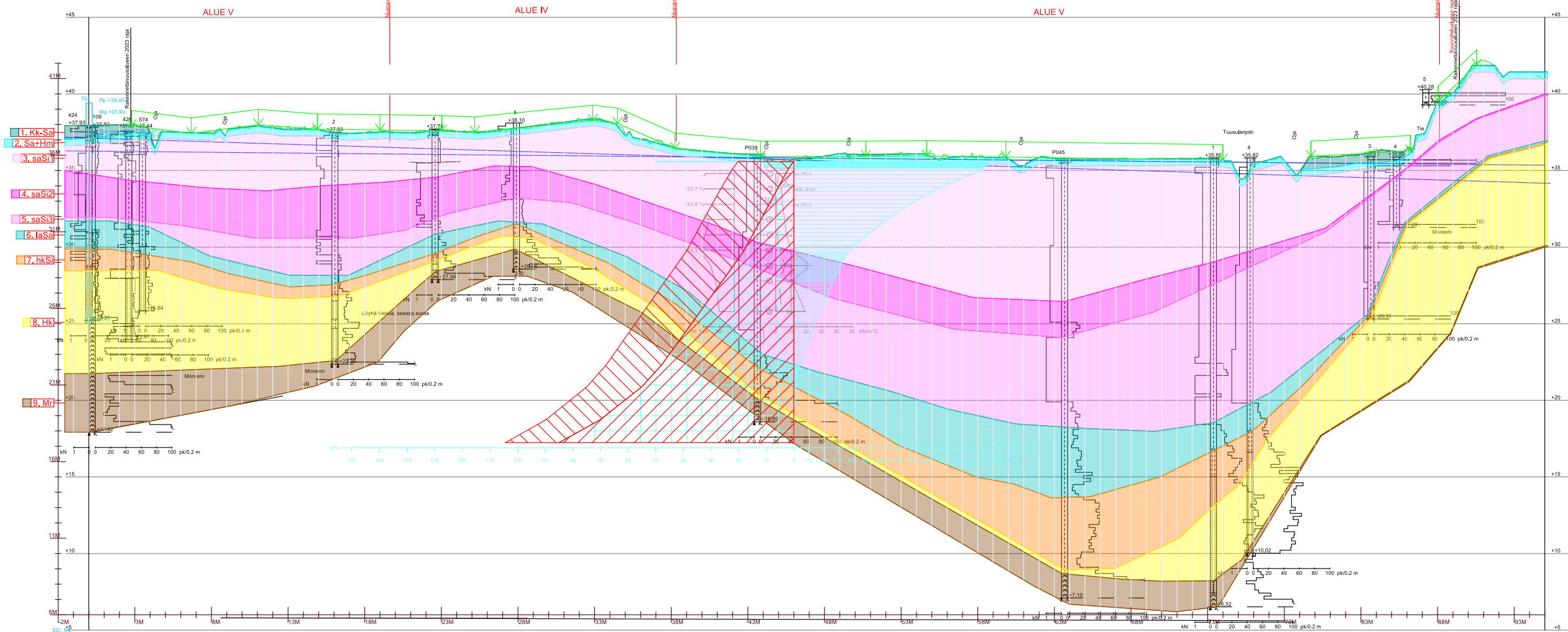
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β 1	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	m2	w [%]	POP
1 Sa+Hm1	17,000	17,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	w Helenelund	POP						39,00	50,00
2 Sa+Hm2	15,000	15,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	w Helenelund	POP						40,00	10,00
3 saSi1	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						32,00	
4 hkSi1	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	w Helenelund	NC						33,00	
5 saSi2	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						36,00	
6 hkSi2	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	w Helenelund	NC						25,00	
7 hkSi3	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	w Helenelund	NC						22,00	
8 Hk	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0,50	0,00	no			
9 hkSi4	19,000	19,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	130,00	0,30	0,00	no			
10 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50	0,00	no			

1510073053/Lahelanpellon ys päivitys
Tuusula
Leikkaus E-E, Painuma, Helenelund
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy
GeoCalc 5.1 (05.05.2023 17:59)



Settlement, 2D: 96 Calculation Points.

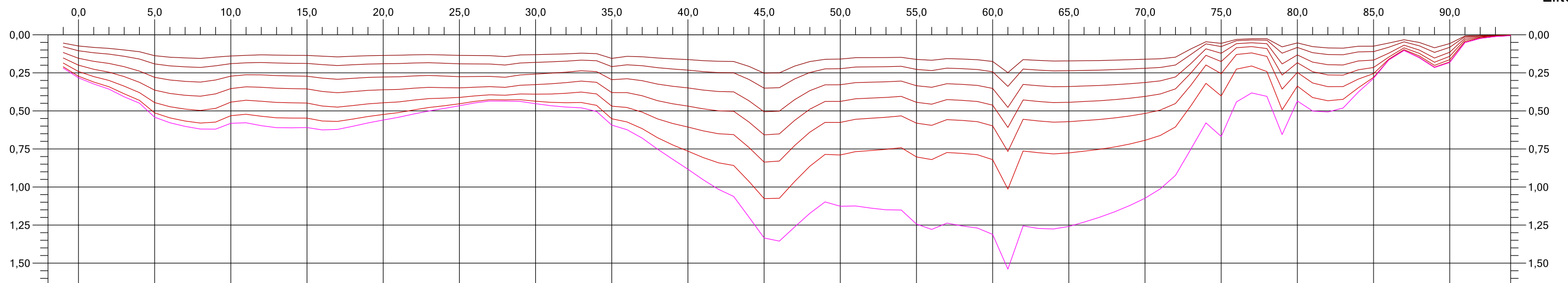
LEIKKAUS K - K
1:1000/1:100



ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED	ED
ED. 16.5 x 6698118.0 y 25499798.0	ED. 31.6 TAK. 6.2 1510073053 x 6698146.7 y 25499716.9	ED. 2.0 ED. 16.3 1510073053 x 6698110.0 y 25499732.9	ED. 34.7 1510073053 x 6698102.0 y 25499871.0	ED. 29.9 1510073053 x 6698078.0 y 25499932.0	ED. 27.6 1510073053 x 6698060.0 y 25499882.0	ED. 23.7 1510073053 x 6697970.8 y 25500130.6	ED. 45.4 1510073053 x 6697970.8 y 25500328.8	ED. 37.2 1510073053 x 6697934.2 y 25500418.1	ED. 44.3 1510073053 x 6697933.8 y 25500444.1	ED. 42.4 ED. 42.2 ED. 44.6 1510073053 x 6697908.4 y 25500534.9	ED. 44.6 1510073053 x 6697900.1 y 25500553.6

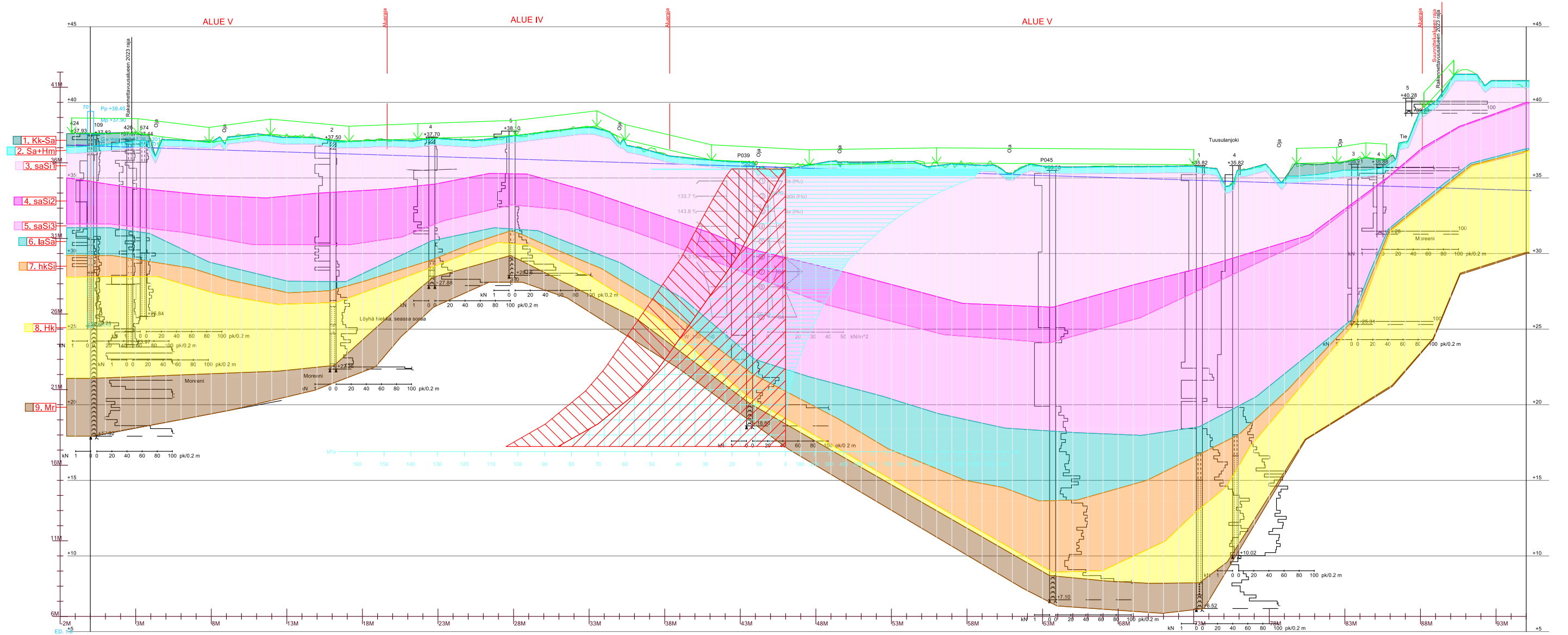
Soil Layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv	OC	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β 1	m2	β 2	sc oedo [kPa]	m1 bound to sc	POP
1 Kk-Sa	17,000	17,000	Constant cv	0.50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	20,00	0.10	23,00	1,00	0,00	no	50,00
2 Sa+Hr	14,000	14,000	Constant cv	0.50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	7,00	0.10	16,00	1,00	0,00	no	5,00
3 saSi1	13,000	13,000	Constant cv	0.50000		no	Ohde-Janbu	NC	4,00	0.03			0,00	no	
4 saSi2	14,000	14,000	Constant cv	0.50000		no	Ohde-Janbu	NC	7,00	0.10			0,00	no	
5 saSi3	14,000	14,000	Constant cv	0.50000		no	Ohde-Janbu	NC	6,00	0.03			0,00	no	
6 laSa	15,000	15,000	Constant cv	0.50000		no	Ohde-Janbu	NC	12,00	0.05			0,00	no	
7 hkSi	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	20,00	0.30			0,00	no	
8 Hk	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0.30			0,00	no	
9 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0.50			0,00	no	

1510073053/Lahelanpellon ys päivitys
Tuusula
Leikkaus K-K, Painuma, Ohde-Janbu
M. Karnaatt/Ramboll Finland Oy
06/04/2023 11:24



Settlement, 2D: 96 Calculation Points.

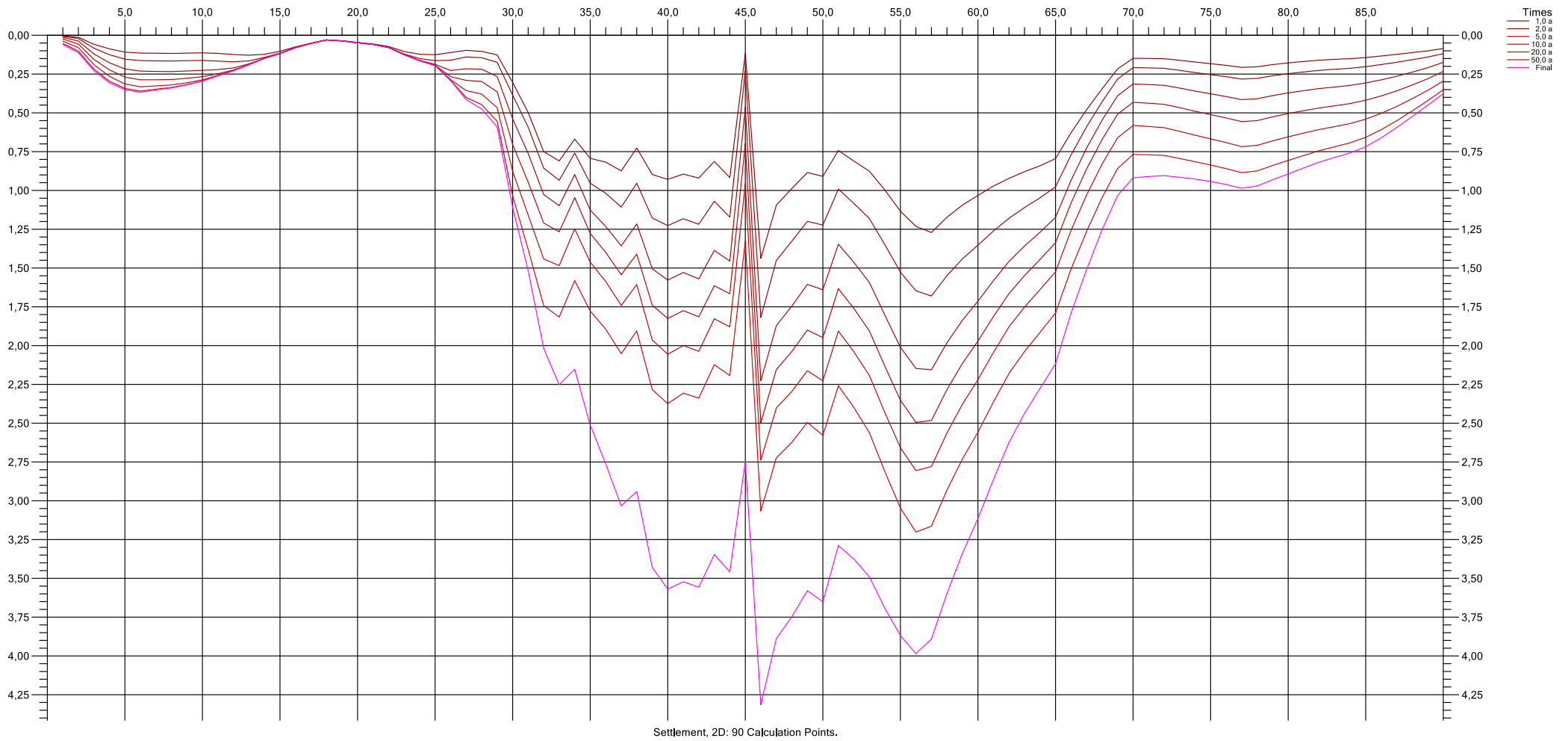
LEIKKAUS K - K
1:1000/1:100



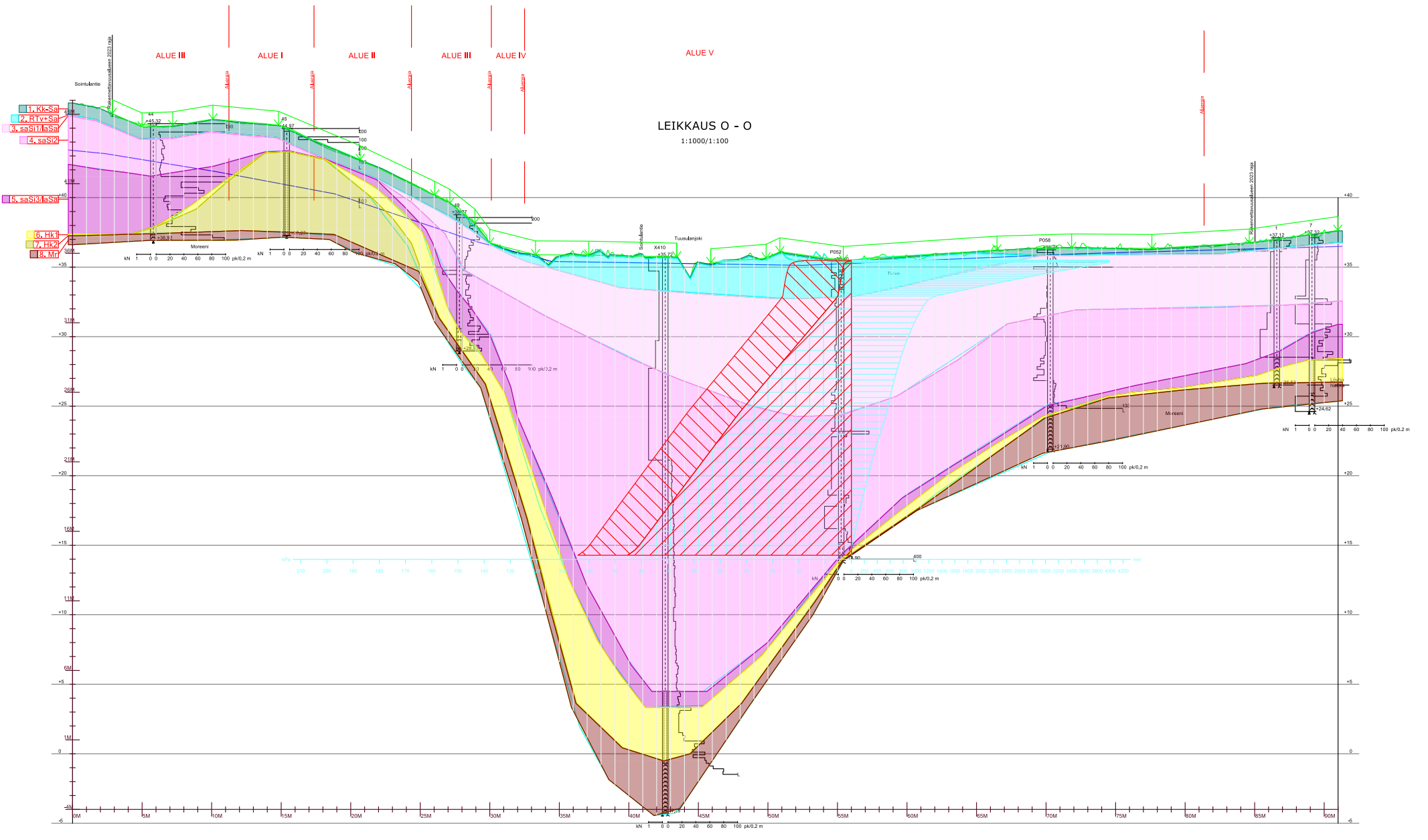
ED. 31.6 TAK. 6.2 ED. 2.0 ED. 16.3 1510073053 1510073053 1510073053 1510073053 x 6698146.7 x 6698110.0 x 6698110.7 x 6698121.7 y 25499716.9 y 25499707.7 y 25499732.9 y 25499745.7	ED. 34.7 1510073053 x 6698102.0 y 25499817.0	ED. 29.9 1510073053 x 6698078.9 y 25499932.0	ED. 27.6 1510073053 x 6698060.0 y 25499982.0	ED. 22.7 1510073053 x 6698058.7 y 25500130.6	ED. 45.4 1510073053 x 6697970.8 y 25500328.8	ED. 37.2 ED. 44.3 1510073053 1510073053 x 6697934.2 x 6697933.8 y 25500419.1 y 25500444.1	ED. 42.4 ED. 42.2 ED. 44.6 1510073053 1510073053 1510073053 x 6697905.4 x 6697903.4 x 6697900.1 y 25500519.2 y 25500534.8 y 25500553.6
---	---	---	---	---	---	--	---

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β 1	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	m2	w [%]	POP
1 Kk-Sa	17,000	17,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	w Helenelund	POP						30,00	50,00
2 Sa+Hm	14,000	14,000	Constant cv	0,50000	0,50000	no	w Helenelund	POP						94,00	5,00
3 saSi1	13,000	13,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						140,00	
4 saSi2	14,000	14,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						90,00	
5 saSi3	14,000	14,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						110,00	
6 laSa	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC						70,00	
7 hkSi	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	20,00	0,30	0,00	no			
8 Hk	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0,30	0,00	no			
9 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50	0,00	no			

1510073053/Lahelanpellon ys päivitys
Tuusula
Leikkaus K-K, Painuma, Helenelund
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy
GeoCab: 5.1 (05.05.2023 17:33)



Settlement, 2D: 90 Calculation Points.



LEIKKAUS O - O

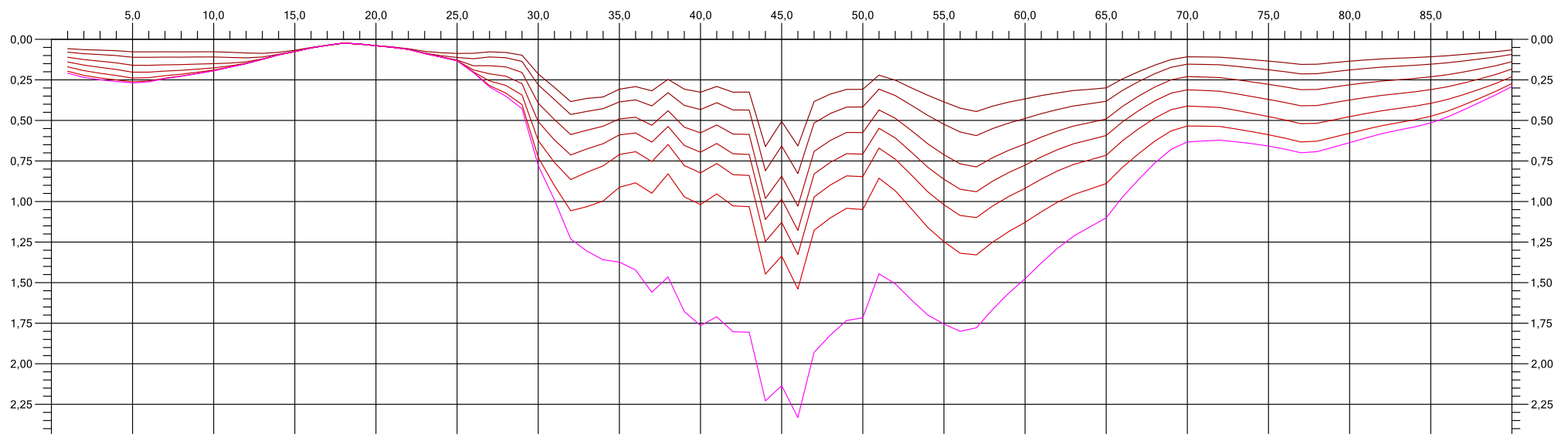
1:1000/1:100

ED. 27.8 1510073053 x 869743.8 y 2509984.6	ED. 56.1 1510073053 x 8697442.2 y 2509984.6	TAK. 11.8 1510073053 x 8697545.7 y 2509984.1	ED. 13.2 1510073053 x 8697520.5 y 2509973.8	TAK. 17.5 1510073053 x 8697483.6 y 2509924.5	ED. 7.9 1510073053 x 8697433.2 y 2509994.6	ED. 38.5 1510073053 x 8697414.0 y 2509999.2	TAK. 15.6 1510073053 x 8697354.9 y 2509987.3
---	--	---	--	---	---	--	---

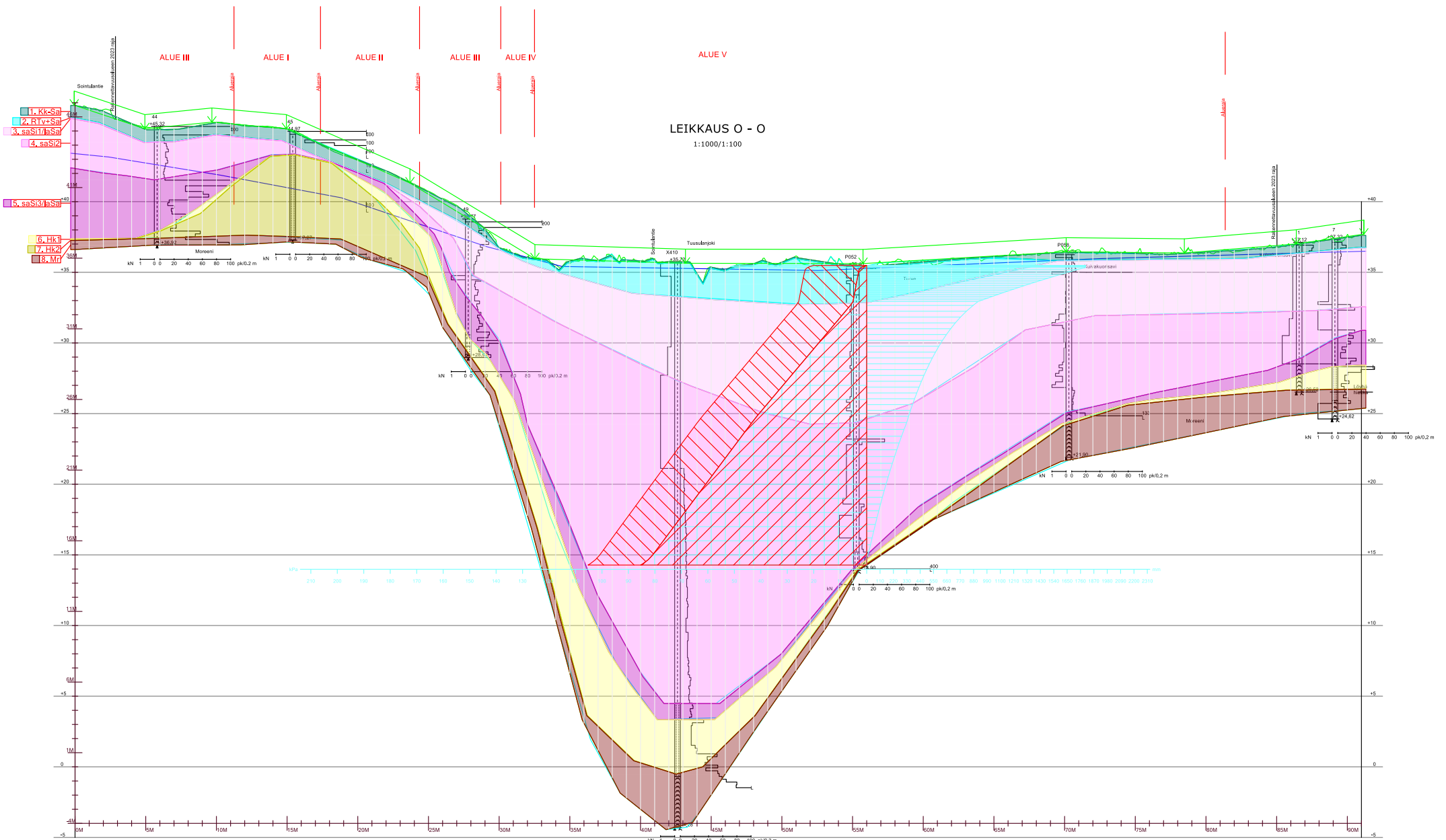
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v [m ² /a]	C_v [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	qc oedo [kPa]	m1 bound to qc	POP
1 Kt-Sa	17,000	17,000	Constant cv	0,50000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP	20,00	0,30	35,00	1,00	0,00	no	50,00
2 Rt-vSa	11,000	11,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	1,50	0,05			0,00	no	
3 saSi7,1aSa	14,500	14,500	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	8,00	0,10			0,00	no	
4 saSi2	14,000	14,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	5,00	0,05			0,00	no	
5 saSi3,1aSa	15,000	15,000	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC	10,00	0,20			0,00	no	
6 Hk1	17,000	17,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	130,00	0,50			0,00	no	
7 Hk2	18,000	18,000	Constant cv	3,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	150,00	0,50			0,00	no	
8 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	300,00	0,50			0,00	no	

1510073053/Lahelanpellon ys päivitys
 Tuusula
 Leikkaus O-O, Painuma, Ohde-Janbu
 M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy

GeoCAD 5.1 (05.08.2023 17:52)



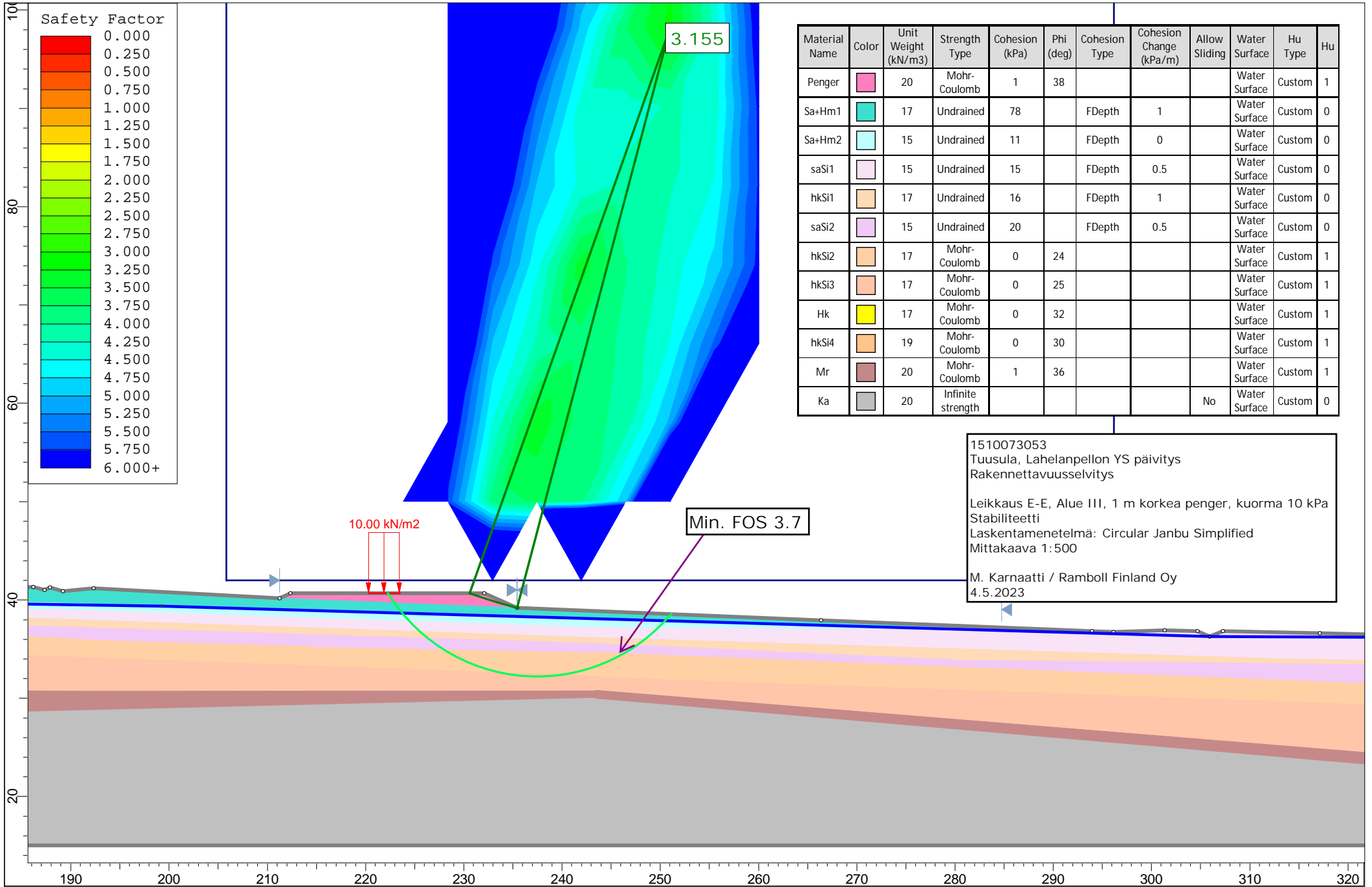
Settlement, 2D: 90 Calculation Points.

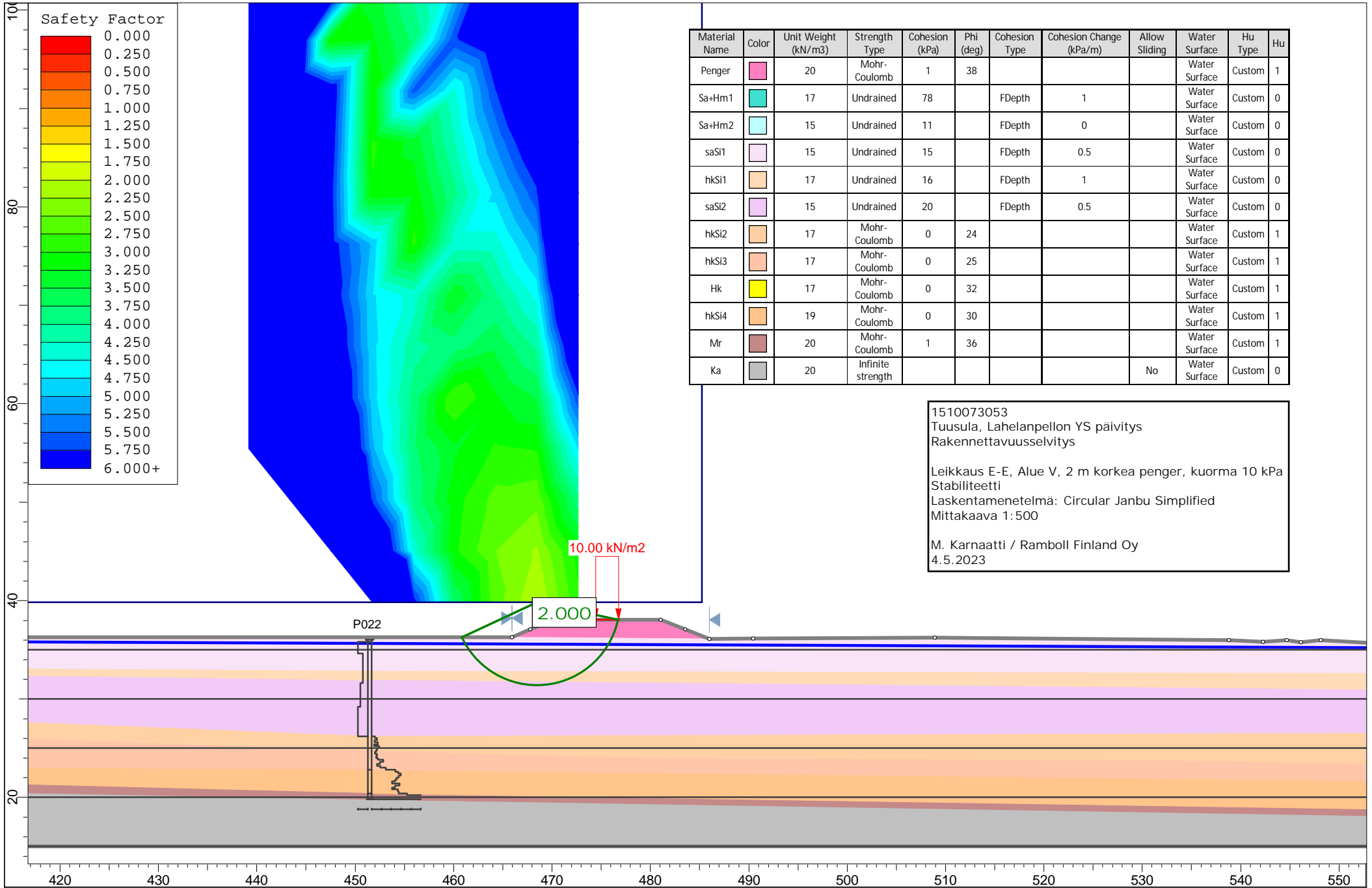


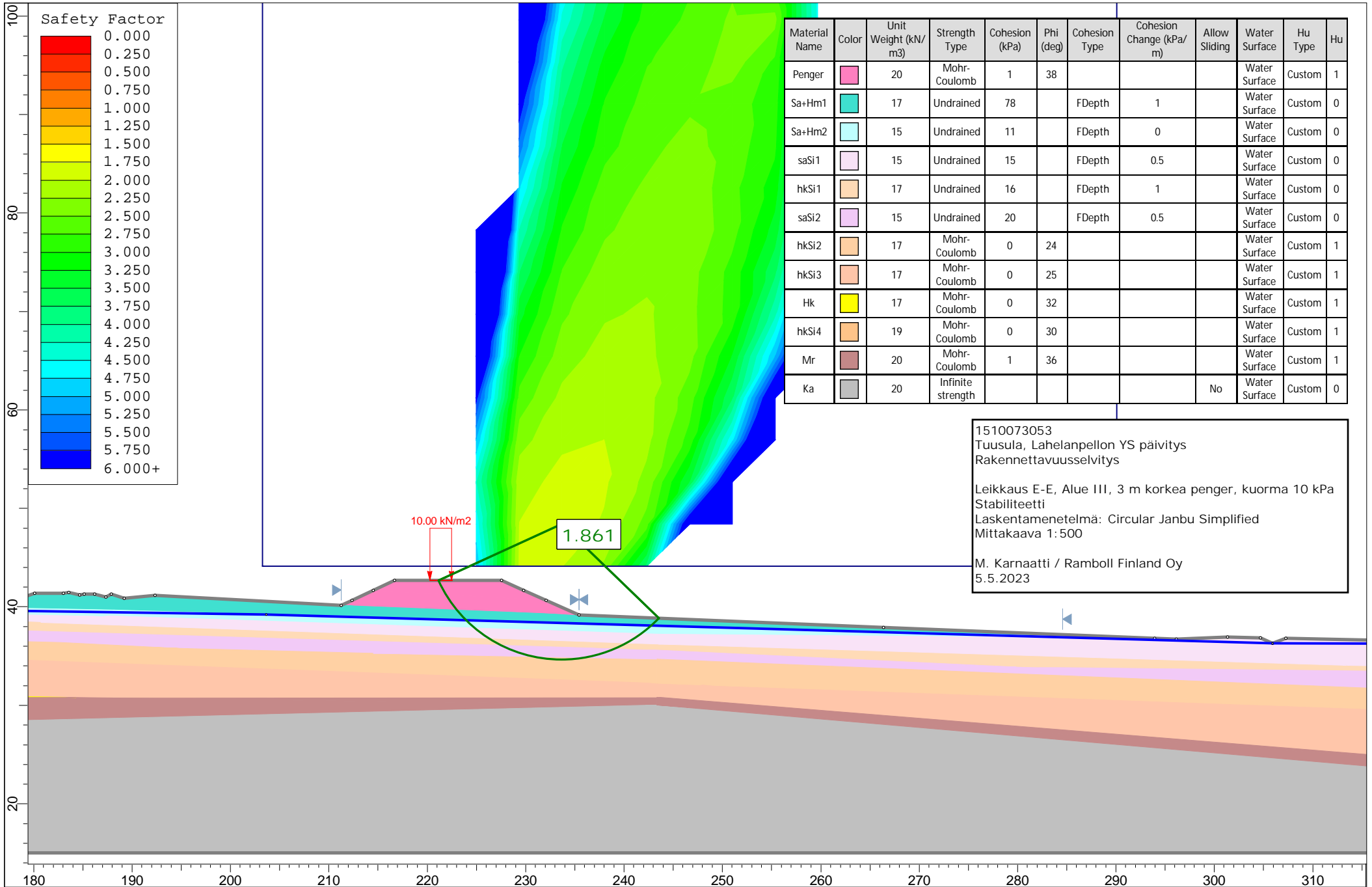
ED: 27.8 1510073053 x: 6897843.6 y: 25499784.6	ED: 36.1 1510073053 x: 6897842.2 y: 25499894.6	TAK: 11.8 1510073053 x: 6897840.7 y: 25499883.1	ED: 13.2 1510073053 x: 6897820.5 y: 25500131.8	TAK: 17.5 1510073053 x: 6897453.6 y: 25500243.5	ED: 7.9 1510073053 x: 6897433.2 y: 25500394.6	ED: 36.3 1510073053 x: 6897414.0 y: 25500559.2	TAK: 15.9 1510073053 x: 6897354.9 y: 25500667.3
---	---	--	---	--	--	---	--

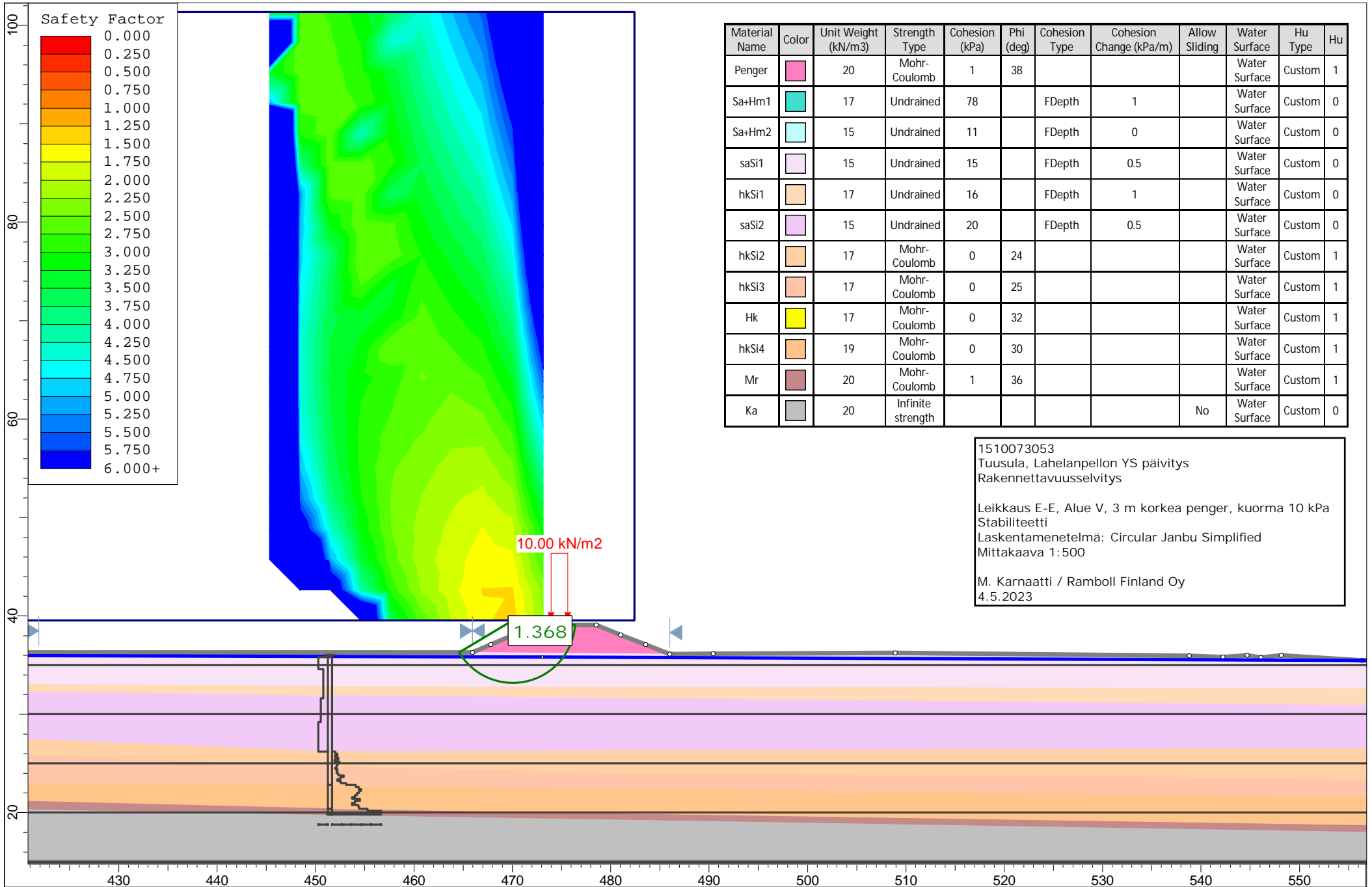
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	$\beta 1$	oc oedo [kPa]	m1 bound to oc	m2	w [%]	POP
1 Kk-Sa	17,000	17,000	Constant cv	0.50000	5.00000	no	w Helenekund	POP						30.00	50.00
2 RTv-Sa	11,000	11,000	Constant cv	0.50000		no	w Helenekund	NC						270.00	
3 aaSi1/laSa	14,500	14,500	Constant cv	0.50000		no	w Helenekund	NC						90.00	
4 aaSi2	14,000	14,000	Constant cv	0.50000		no	w Helenekund	NC						120.00	
5 aaSi3/laSa	15,000	15,000	Constant cv	0.50000		no	w Helenekund	NC						75.00	
6 Hk1	17,000	17,000	Constant cv	3.00000		yes	Ohde-Janbu	NC	130.00	0.50	0.00	no			
7 Hk2	18,000	18,000	Constant cv	3.00000		yes	Ohde-Janbu	NC	150.00	0.50	0.00	no			
8 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5.00000		yes	Ohde-Janbu	NC	300.00	0.50	0.00	no			

1510073053/Lahelanpekon ys päivitys
Tuusula
Leikkaus O-O, Painuma, Helenekund
M. Karnaatti/Ramboll Finland Oy









Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Cohesion Type	Cohesion Change (kPa/m)	Allow Sliding	Water Surface	Hu Type	Hu
Penger		20	Mohr-Coulomb	1	38				Water Surface	Custom	1
Sa+Hm1		17	Undrained	78		FDepth	1		Water Surface	Custom	0
Sa+Hm2		15	Undrained	11		FDepth	0		Water Surface	Custom	0
saSi1		15	Undrained	15		FDepth	0.5		Water Surface	Custom	0
hkSi1		17	Undrained	16		FDepth	1		Water Surface	Custom	0
saSi2		15	Undrained	20		FDepth	0.5		Water Surface	Custom	0
hkSi2		17	Mohr-Coulomb	0	24				Water Surface	Custom	1
hkSi3		17	Mohr-Coulomb	0	25				Water Surface	Custom	1
Hk		17	Mohr-Coulomb	0	32				Water Surface	Custom	1
hkSi4		19	Mohr-Coulomb	0	30				Water Surface	Custom	1
Mr		20	Mohr-Coulomb	1	36				Water Surface	Custom	1
Ka		20	Infinite strength					No	Water Surface	Custom	0

1510073053
 Tuusula, Lahelanpellon YS päivitys
 Rakennettavuusselvitys

Leikkaus E-E, Alue V, 3 m korkea pengeri, kuorma 10 kPa
 Stabiilitetti
 Laskentamenetelmä: Circular Janbu Simplified
 Mittakaava 1:500

M. Karnaatti / Ramboll Finland Oy
 4.5.2023

