

**HELSINGIN KAUPUNKI
MAANKÄYTÖN YLEISSUUNNITTELU,
TEKNISTALOUELLINEN SUUNNITTELU**

**MALMIN LENTOKENTTÄALUE
Esirakentamissuunnittelu
25.9.2017**

**HELSINGIN KAUPUNKI
MAANKÄYTÖN YLEISSUUNNITTELU,
TEKNISTALOUDELLINEN SUUNNITTELU
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU**

Sisällysluettelo

1 JOHDANTO	3
2 SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS	3
3 LÄHTÖTIEDOT	5
3.1 Pohjatutkimukset	5
3.2 Stabiloituvuustutkimukset	6
4 ALUEJAKO JA KAAVOITUSTILANNE	7
5 POHJASUHTEET JA MAAPERÄKUVAUS	8
5.1 Maaperän geotekniset ominaisuudet	9
5.2 Pohja- ja orsivesi	10
5.3 Sulfidisavet	11
6 ALUEEN YLEISTASAUS	13
7 PERUSTAMINEN	14
8 GEOTEKNISET LASKELMAT	15
8.1 Painumalaskelmat	15
8.2 Stabiliteettilaskelmat	16
8.3 Koepilaristabilointikentät	17
9 KUSTANNUSLASKELMAT	18
9.1 Esirakentamisen kustannukset	18
10 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN	33
10.1 Yhteenvetö	33
10.2 Suosituksien jatkosuunnitteluun	34

1 JOHDANTO

Tässä työssä on laadittu suunnitelma Helsinki – Malmin lentokenttäalueelle suunnitellun uuden asuinalueen esirakentamisesta. Työ perustuu Malmin lentokenttäalueen kaavarunkoon ja siitä laadittuun maankäytön havainnekuvaan. Suunnittelun keskeisenä lähtökohtana ovat olleet myös alueelle laaditut rakennettavuusselvitys, hulevesi- ja tasaus-suunnitelmat.

Työ käsitti esirakentamistarpeen ja –menetelmien määrittämisen kaavarungon alueelle, minkä lisäksi työssä tarkasteltiin katujen, yleisten alueiden ja kunnallistekniikan pohjanvahvistustarvetta sekä soveltuvia pohjanvahvistusmenetelmiä. Työn sisältöön kuului myös esirakentamisen ja pohjanvahvistusten kustannuslaskenta.

Suunnittelutyön alussa alueen maaperämallit täydennettiin vastaamaan uusimpien pohjatutkimustuloksia. Työn edetessä päivitettiin työn lähtötietona saatua yleistasaussuunnitelmaa. Työn aikana alueen saville laadittiin stabiloituvuuskoeohjelma koestabilointikenttineen. Pohjanvahvistustarvetta selvitettiin geoteknisten laskelmien avulla.

Työn on tilannut Helsingin kaupungin maankäytön yleissuunnittelun teknistaloudellinen suunnittelija, yhteishenkilönä Helene Färkkilä-Korjus. Destia Oy:ssä selvityksen ovat laatineet Eeva Milén (projektipäällikkö), Juha Viljanen, Tuomas Toivonen, Eini Reijula, Frans Ritala, Mervi Huttunen ja Laura Raerinne.

Ohjausryhmään osallistuivat Eija Kivilaakso, Helene Färkkilä-Korjus, Peik Salonen, Mikko Juvonen ja Kaarina Laakso maankäytön yleissuunnittelun teknistaloudellisesta suunnittelusta. Asemakaavoituksesta ohjausryhmään osallistuivat Crista Toivola, Tuomas Hakala ja Valtteri Heinonen. Lisäksi ohjausryhmään kuului Markku Savolainen Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit –palvelusta.

2 SUUNNITTELUALUEEN YLEISKUVAUS

Malmin lentokenttäalue sijaitsee Malmin kaupunginosassa Helsingin koillisosassa. Suunnittelualue rajautuu sitä ympäröviin asuinalueisiin ja Tattarisuon teollisuusalueeseen. Länessä suunnittelualue rajautuu Longinojaan, lounaassa Tullivuorentiehen ja etelässä ja kaakossa Tattariharjuntiehen. Suunnittelualueen itäreuna kulkee mukailleen Tattarisuon teollisuusalueen länsireunaa ja yltää alueen koillisnurkassa Suurmetsäntien ja Tattariharjuntien kiertoliittymään saakka. Suunnittelualueen pohjosreuna kulkee noin 150 metriä Suurmetsäntien pohjoispuolella.

Suunnittelualue on nykyisellään pääosin Malmin lentoaseman kiito- ja rullausteitä ja niiden suoja-aluetta. Kiito- ja rullaustiet sijoittuvat alueelle pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaisesti. Lentotoimintaan liittyvät kiinteistöt sijaitsevat kiitoteiden eteläpäässä, ja ne on rakennettu 1930-luvun puolivälissä. Lentoaseman nykyinen terminaalirakennus ja lentokonehalli ovat säilyttäviä rakennuksia.

Suunnittelualueen keskiosassa on säilyttävä mäki, jonka itäpuolella sijaitsee vanha täytömaa-alue. Täyttömaa-alue on nykyisellään ajoharjoitteluratana. Suunnittelualueen sisällä on nykyisiä metsäalueita, jotka säilytetään puistoina. Lisäksi suunnittelualueen eteläosan kukkulalla on säilyttäviä linnoituslaitteita ja historiallinen tielinja.

Alueelle on suunniteltu pien-, rivitalo- ja kerrostalorakentamista sekä viher- ja puistoalueita. Asuntoja alueelle on suunniteltu yhteensä noin 25 000 asukkaalle ja työpaikkoja noin 2000. Pääkadun ja sen varteen sijoittuvan raitiotielinjan on suunniteltu kulkevan alueen läpi pohjois-eteläsuunnassa. Raitiotielinjan on suunniteltu jatkuvan keskusta-alueelta länteen. Tehokkain rakentaminen on suunniteltu sijoittavaksi alueen keskelle pääkadun ja raitiotielinjan läheisyyteen.

Kaavarunkoehdotuksen mukainen Malmin lentokentän suunnittelualue on pinta-alaltaan noin 330 ha. Tämän työn selvityksen kohteena olevan alueen ulkopuolelle on jätetty kaavarungon länsi- ja lounaisreunoilla sijaitsevat jo rakennetut pientaloalueet, pohjois- ja koillisosan puisto- ja täyttöalueet, sekä kaava-alueen itä- ja kaakkisosassa sijaitsevat rakennetut teollisuuskorttelit. Tämän työn selvitysalueen kokonaispinta-ala on siten noin 260 ha. Suunnittelualueen ja selvitysalueen rajaus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Suunnittelualueen (punainen) ja selvitysalueen (musta) rajaus ortoilmakuvalta. Ortokuva MML/avoin data.

3 LÄHTÖTIEDOT

Työn lähtötietoina on saatu tilaajalta seuraavat aineistot:

- vuosien 2016 – 2017 pohjatutkimustulokset
- siirtymämittaustulokset täyttömaa-alueelta
- kantakartat (ETRS-G25/N2000)
- päivitetty maankäyttölouonnos/kaavarunko ja havainnekuva 29.11.2016 osa-aluejako ja alustava rakentamisjärjestys, 11.1.2016 ja päivitetty versio 6.9.2017
- kaavarungossa esitetty säilytettävät alueet, 8.5.2017
- Malmin lentokentän asemakaavatilanne, 5.5.2017
- Lahdenvälän Tattarisillan eritasoliittymä, puistosilta, 20.6.2017
- Fallkullan liikuntapuisto ja Longinojan uusi linjaus, 2.6.2017
- alueelle suunnitellun kaasuputkilinjan alustava sijainti
- alueen yleistasaus, Sito 17.3.2017
- Malmin lentokenttäalueen hule- ja pohjavesiselvitys, Sito 2.11.2015
- Malmin lentokenttäalueen vesihuolto, hulevedet ja yleistasaus, Sito 2.5.2017
- PIMA-raportti, Ramboll 11.11.2016
- Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) laatima savialuetutkimus, 31.3.2017

Lisäksi työn alussa haettiin Soili -tietokannasta vanhoja pohjatutkimuksia Fallkullan alueelle, koilliskulman täyttömäkialueille, kaakkoisosan teollisuusalueen ympäristöön ja pohjoisrajan tuntumaan.

Alueen maastomallina on käytetty Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistoa. Maanpinta-aineisto on haettu Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineistosta (MML avoin data, haettu 6/2015, lisenssi CC4.0.).

Lähtötiedot on toimitettu ETRS-GK25-tasokoordinaattijärjestelmässä ja N2000-korkeusjärjestelmässä, ja samaa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmää on käytetty tässä suunnitelmassa.

Tilaajalta on saatu tieto siitä, että lentokentän kiito- ja rullaustiet ovat pääasiassa maanvaraisia betonilaattoja, jotka on päälystetty asfaltilla. Alue on salaojitettu, mutta salaojituksen toiminnasta ei ole yksityiskohtaisempaa tietoa.

3.1 Pohjatutkimukset

Alueelle on kairattu vuosina 2016 ja 2017 yli 200 uutta tutkimuspistettä, joissa erilaisia kairauksia on tehty yhteensä 226 kpl. Uusia näytetuloksia on yhteensä 63 maanäytteestä. GTK:n sulfidisavitutkimusten yhteydessä on tutkittu yhteensä 23 maanäyttesarjaa, joista neljä näyttesarjaa on otettu häiriintymättöminä dual tube -näytteinä savikerrosten alapintaan asti ja loput 19 näyttesarjaa on otettu kevyellä kannukairalla noin kuuden metrin syvyyteen asti. Lisäksi Soili –tietokannasta on haettu vanhoja kairauksia yhteensä 243 kpl. Alueelta on käytettäväissä noin 2800 pohjatutkimuspisteen tiedot.

Tutkimusten lukumäärä tutkimustyyppiittäin on esitetty taulukossa 1. Tutkimusten sijainti on esitetty pohjatutkimuskartoissa 426588.1..3.

Taulukko 1. Käytössä olleiden pohjatutkimusten määrä tutkimustyyppiittäin.

Tutkimustyyppi	Lukumäärä
Puristinheijarikairaus	521
Painokairaus	1302
Porakonekairaus	314
Pistokairaus	111
Siipikairaus	94
Pohja- ja orsivesiputket	29
Näytteenotto (häiritty)	262
Näytteenotto (häiriintymätön)	46
Koekuoppa	5
Tärykairaus	23
Putkikairaus	1
CPTU	12
Heijarikairaus vääntömomentilla	40
Yhteensä	2760

Taulukossa 1. esitetyn lisäksi vanhalle, sortuneelle täyttöalueelle on kesällä 2016 asennettu 5 kpl inklinometriputkia, joista saadut sivusiirtymämittaustulokset ovat olleet konsultin käytössä.

Käytettävissä on ollut 26 kpl pohja- ja 3 kpl orsivesiputkia. Rakennettavuusselvitysvaiheessa kaavarungon alueella on ollut havaintoputkia 44 kpl, mutta kaikkia pohjavesiputkien tietoja ei ole pystytty hyödyntämään suunnittelussa.

Pohjatutkimusten lisäksi suunnittelun tukena on ollut alueelta tehtyjen ödometrikokeiden tuloksia, joista saatuiin savikerrosten ominaistietoja työn geotekniseen laskentaosuuteen.

3.2 Stabiloituvuustutkimukset

Suunnittelualueen savikoista otettiin keväällä 2017 stabiloituvuusnäytteitä. Näytteenottoa tehdään yhteensä kuudessa eri pisteessä, jotka on ohjelmoitu eri puolille kaavaluettua.

Näytteenottosuunnitelman mukaan kustakin tutkimuspisteestä otetaan näytteet kolmelta eri syvyydeltä ja jokaiselta nätesyvyydeltä tehdään stabiloituvuskoe kahdella eri sideaineella ja kolmella eri sideainemäärellä. Sideaineina käytetään kalkki-sementtiä ja GTC -seosta ja sideainemäärinä käytetään 100 kg/m³, 120 kg/m³, 150 kg/m³.

Näytteenotto- ja stabiloituvuustutkimussuunnitelmat laadittiin yhteistyössä tilaajan kanssa ja tilaaja on vastannut tutkimusten käytännön toteutuksesta. Koetulokset valmistuvat vasta syksyllä 2017/keväällä 2018 ja ne raportoidaan erikseen.

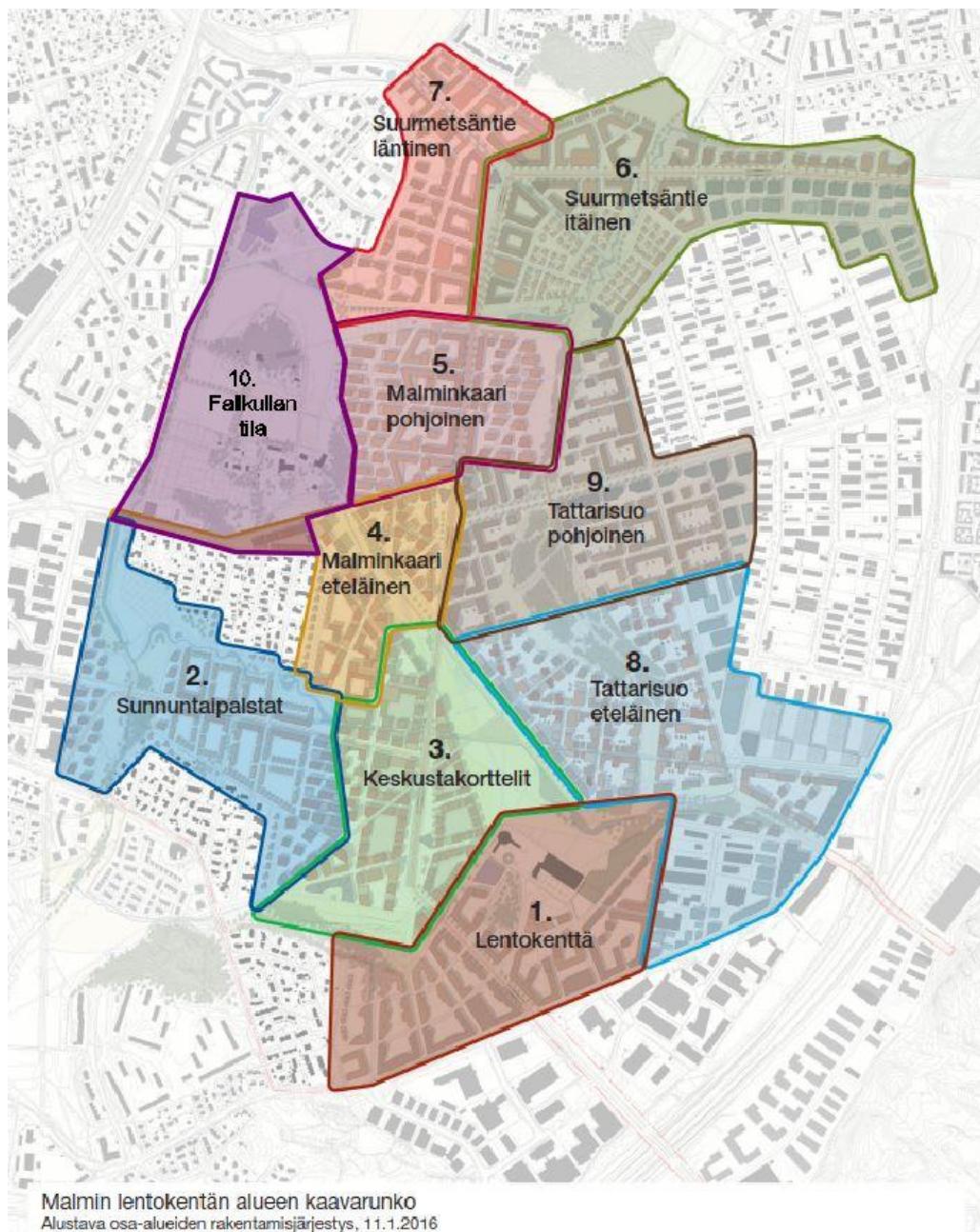
4 ALUEJAKO JA KAAVOUTUSTILANNE

Malmin lentokenttäalueen kaavarungossa 29.11.2016 on esitetty yleispiirteisesti alueen kortteli- ja viherrakenne, liikenneratkaisut sekä palveluiden ja virkistysmahdollisuuksien järjestäminen. Alueen asemakaavoitus on tarkoitus toteuttaa siten, että alueen ensimmäisten osa-alueiden rakentaminen voisi alkaa noin vuonna 2020. Koko alueen toteuttamisen arvioidaan kestävän yhteensä noin 25-30 vuotta.

Uusi kaupunkirakenne on kaavarungon pohjalta jaettu kymmeneen osa-alueeseen, jotka on numeroitu alustavan rakentamisjärjestyksen mukaisesti (ks. kuva 2.). Osa-alueista käytetään jäljempanä nimystä rakentamisjärjestysosa-alue.

Asemakaavoitus on jo valmisteilla Tattarisillan eritasoliittymän, Fallkullan tilan ja lentoaseman säilytettävien rakennusten alueella. Seuraavaksi asemakaavaa aletaan valmistella alueen eteläosaan (Malmi 1 ja Malmi 2) sekä selvitysalueen koillisnurkkaan suunnitellun biopolttolaitoksen alueelle.

Tarkempi jatkosuunnittelu tehdään rakentamisjärjestysosa-alueittain. Tässä työssä tehdyt esirakentamisen kustannuslaskelmat on laadittu tästä osa-alueiden rakentamisjärjestystä noudattaen.



Kuva 2. Malmin lentokenttääalueen rakentamisjärjestysosa-alueet ja niiden alustava rakentamisjärjestys.

5 POHJASUHTEET JA MAAPERÄKUVAUS

Selvityksen kohteena oleva alue on suurimmaksi osaksi tasaista, ympäristöään matalammalla sijaitsevaa aluetta. Suurin osa alueesta sijoittuu nykyiselle lentokenttääalueelle, jolla maanpinnan nykyinen korkeus on pääasiassa +14...+16 (N2000) välillä. Selvitysalueen korkeimmat kohdat sijoittuvat pääasiassa alueen reunolle. Alueen pohjoisreunalla maapinta kohoaa +20..+28 tasolle. Alueen eteläosassa ja koillisosissa maanpinnan korkeus nousee noin tasolle +22...+23. Selvitysalueen koillispuolelle sijoittuvalla täyttömäellä maanpinnan korkeus on enimmillään noin tasolla +40. Fallkullan

kartanon alueella sijaitsevalla mäillä selvitysalueen länsiosassa maanpinta nousee noin tasolle +18...+25.

Selvitysalueen maaperä on suurimmaksi osaksi savea ja liejusavea. Savialue jatkuu selvitysalueen länsi- ja pohjoispuollelle. Alueen eteläsossa savikko rajautuu moreeni- ja avokallioalueisiin ja idässä hiekka- ja kallioalueisiin. Paikallisesti moreeni on maan pinnassa myös selvitysalueen keskellä olevilla korkeimmilla maastonkohdilla erityisesti Falkullan alueella ja vanhan täyttömaa-alueen länsipuolella selvitysalueen keskivaiheilla. Turvetta esiintyy paikallisesti alueen koillis- ja itäosissa Tattarinsuon teollisuusalueen liepeillä.

Savikko on ohuimmillaan kitkamaa- ja kallioalueiden reunaosissa. Keskimäärin savikon paksuus on noin 10...15 m. Syvimmässä painanteissa saven paksuus on lähes 20 m. Paksuimmillaan savikerrokset ovat alueen keskivaiheilla sijaitsevan moreeni- ja täyttömäen ympäristössä erityisesti mäen luoteis- ja kaakkoispuolilla.

Täyttömäellä selvitysalueen itäosassa luonnollinen maaperä on savea ja sen päälle tehdyt täytön paksuus on ollut enimmillään noin 10 m. Savikerroksen paksuus on 10...15 m. Vuonna 1967 tapahtuneen sortuman vuoksi kerrokset ovat sekoittuneet sortumaluueella. Kairausten perusteella savikerroksen alapuolella on silttiä ja hiekkaa, paikoitellen näyttäisi esiintyvän myös soraan.

Suuri osa suunnittelualueen keskiosasta on nykyisellään kiito- ja rullausteidä, jotka sijoittuvat alueelle pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaisesti. Ne on rakennettu suoraan pohjamaan varaan maanvaraissilla betonilaatoilla, jotka on päällystetty asfaltilla. Kiito- ja rullaustiealueiden alapuolisten savikerrosten konsolidaatiosta ei ole tietoa.

Alueen maaperäkartta on esitetty piirustuksessa 426588.15. Savikerroksen paksuus on esitetty stabilointikartalla piirustuksessa 426588.17.

5.1 Maaperän geotekniset ominaisuudet

Alueella tehtyjen pohjatutkimusten perusteella savikon pintaosassa on noin metrin paksuinen kuivakuorikerros. Erityisesti Tattarinsuon alueella kuivakuori puuttuu ja näillä alueilla maaperän ylin kerros on savista liejua tai turvetta. Turpeen paksuus on enimmillään noin 1,7 m. Turve- ja kuivakuorikerrosten alapuolella on keskimäärin noin 5...8 metrin paksuinen kerros liejuista savea/savista liejua, jonka vesipitoisuus vaihtelee keskimäärin 100...130 % välillä. Syvemmällä organisen aineksen määrä savessa vähenee ja vesipitoisuus alenee keskimäärin noin 40...60 % välille. Savikerrostuman syvimmässä osissa savet ovat savista silttiä tai kerrallista savea ja silttiä, jossa voi olla myös hiekkaisia kerroksia. Savi- ja silttikerrosten alapuolella maaperä on moreenia. Alueen itäosassa Tattarinharjun lievealueella moreenin päällä on kairauksissa havaittu siltti-, hiekka- ja sorakerroksia.

Alueella tehtyjen siipikairausten perusteella alueen savi on leikkausluujudeltaan pääsääntöisesti hyvin pehmeää. Kuivakuorikerroksen leikkauslujuus vaihtelee välillä

20...30 kPa. Liejuisen saven/savisen liejun leikkauslujuus vaihtelee keskimäärin välillä 3...10 kPa ja sen alapuolisen saven leikkauslujuus on keskimäärin 10...15 kPa. Kartiokokeella savinäytteistä määritetty suljettu leikkauslujuus on vaihdellut 4...31 kPa välillä.

GTK:n tekemässä savialuetutkimuksessa havaittiin hiekan/siltinkerroksellinen epäjatkuuuspinta pintaosan liejuisen savikerroksen ja syvemmällä olevan vähemmän orgaanista ainesta sisältävän savikerroksen rajakohdassa. Tämän karkeamman kerroksen paksuus on valtaosassa pisteitä 2-4 cm ja kerroksen syvyys on GTK:n tutkimuksissa havaittu 2,8...6,9 m maanpinnasta. GTK:n tekemissä syvissä tutkimuspisteissä havaittiin syvyydellä 8,5...11 m maanpinnasta toinen vastaava epäjatkuuuspinta, jonka alapuolella savi on yläpuolisia kerrosia tiiviimpää ja sitkeämpää siltti- ja hiekkapitoista savea. Tattarisuon alueella savikerrosten alemalla kerrosrajalla havaittiin esiintyvä jopa 20-30 cm paksuja vettä johtavia karkeita kerrosia. GTK havaitsi tutkimuksissaan suunnittelalueen itä- ja länsiosan savien eroavan toisistaan siten, että alueen itäosan savissa esiintyy tyypillisesti häiriörakenteita ja vettäjohtavia kerrosia, kun taas alueen länsipuolen savissa vastaavia kerrosia ei todettu olevan.

Suunnittelualueen pehmeimmät savet sijoittuvat alueen itäpuolelle ja savet muuttuvat tyypillisesti sitkeämmiksi länteen päin mentäessä.

5.2 Pohja- ja orsivesi

Pohjavettä muodostuu suunnittelualueen keski- ja reunaosissa sekä lähialueilla, joiden maaperä on moreenia tai hyvin vettäläpäisevää hiekkaa tai soraa. Pohjaveden päävirtaussuunta suunnittelualueella on länteen. Pohjaveden virtausta tapahtuu lähinnä savi- ja silttikerrosten alapuolisissa hiekka-, sora- ja moreenikerroksissa. Savialueilla pohjavedenpinnan taso on lähellä maanpintaa. Lentokentän alueella pohjavesi on osittain paineellista ja ylimmät havaitut pohjaveden pinnan tasot ovat olleet noin 0,2-1 m maanpinnan yläpuolella (Sito 2015).

Lähin luokiteltu pohjavesialue Tattarinsuo (0109102, I-luokka) sijaitsee suunnittelualueen itäpuolella Lahdenväylän alla ja sen itäpuolella. Pohjavesialue rajoittuu kaava-alueen reunaan.

Pohjavesialueelta purkautuu pohjavettä Pumppaamonpuron lähteeseen ja Jarrutienojaan Porvoonväylän rampin kupeessa, sekä Longinojan suuntaan Autotallintien ja Akkutien risteyksestä Tattarisuon teollisuusalueen pohjoispuolella. Näistä Pumppaamonpuron lähteen antoisuus on arviolta noin 300 m³/d. (Sito 2015)

Tällä hetkellä kaava-alueella tehdään pohjavedentarkkailua yhteensä 28 havainto-putkesta. Viiteen putkeen on asennettu automaattimittarit, jotka mittaavat pohjavesipinnan tasoa kerran vuorokaudessa. Muista tarkkailun piirissä olevista putkista pohjavesipinnan taso käydään mittamassa kuukauden tai kahden kuukauden välein.

Pohjavesialueen sijainti suhteessa suunnittelualueeseen on esitetty tämän suunnitelman liitekartolla.

5.3 Sulfidisavet

Sulfidisavilla tai sulfidimailla tarkoitetaan useimmiten liejusavia, joilla on korkea rikkipitoisuus. Nämä maakerrokset ovat tyypillisesti kerrostuneet Litorinamerivaiheen aikana ja ne sisältävät paljon orgaanista ainesta ja niillä on siten korkea vesipitoisuus. Hapettuessaan eli joutuessaan kosketuksiin ilmakehän hapen kanssa sulfidi muuttuu ensin rikaksi ja edelleen sulfaatiksi, joka voi muodostaa rikkihappoa ja happamoittaa maaperää ja pohjavettä, sekä liuottaa maaperästä siinä luontaisesti olevia metalluja kuten alumiinia, mangaania, kadmiumia, kobolttia, kuparia, sinkkiä ja nikkelää. Näin syntyvät happamat ja metallipitoiset valumavedet kuormittavat ympäristöä. Sulfidisavien hapettumista ei tapahdu sulfidipitoisen maan ollessa pohjavedenpinnan alapuolella, mutta pohjavedenpinnan aleneminen esimerkiksi ojituksen seurauksena tai maan kaivaminen pohjavedenpinnan yläpuolelle laukaisee happamoitumisprosessin.

Hapettunut sulfaattimaa on usein väritään ruskeaa johtuen hapettumisen seurauksena syntyneistä rautaoksideista ja sen pH maastossa mitattuna yleensä alle 4,0 eli maa on jo hapanta ja kuormittaa ympäristöän. Hapettunutta sulfaattimaata kutsutaan myös happamaksi sulfaattimaaksi.

Hapettumaton sulfidimaa, toiselta nimeltään potentiaalinen hapan sulfaattimaa, on puolestaan väritään hyvin tummaa, jopa mustaa ja haisee sisältämänsä rikin takia usein mädälle. Maastossa mitattu pH on yleensä yli 6,0 ja kokonaisrikkipitoisuus on yli 0,2 %.

Sulfidisavien tunnistamiseen käytetään inkubointia, jolla tarkoitetaan näytteen hapettamista huoneilmassa 8-16 viikon ajan. Jos näytteen pH on inkuboinnin jälkeen alle 4,0 ja vähintään 0,5 yksikköä pienempi kuin maastossa mitattu pH, kyseessä on sulfidisavi.

Sulfidisavet ovat rakentamisen kannalta haasteellisia, sillä ne ovat heikosti kantavia ja voimakkaasti kokoonpuristuvia johtuen suuresta vesipitoisuudesta ja organaisen aineksen määrästä. Myös rautahydroksidien saostuminen salaojaputkiin sekä alhaisen pH:n aiheuttama korroosio teräs- ja betonirakenteissa voi aiheuttaa ongelmia. Sulfidisavia kaivettaessa maa on käsittävä ja läjitettävä asianmukaisesti siten, että hapanta valumaa ei aiheuteta.

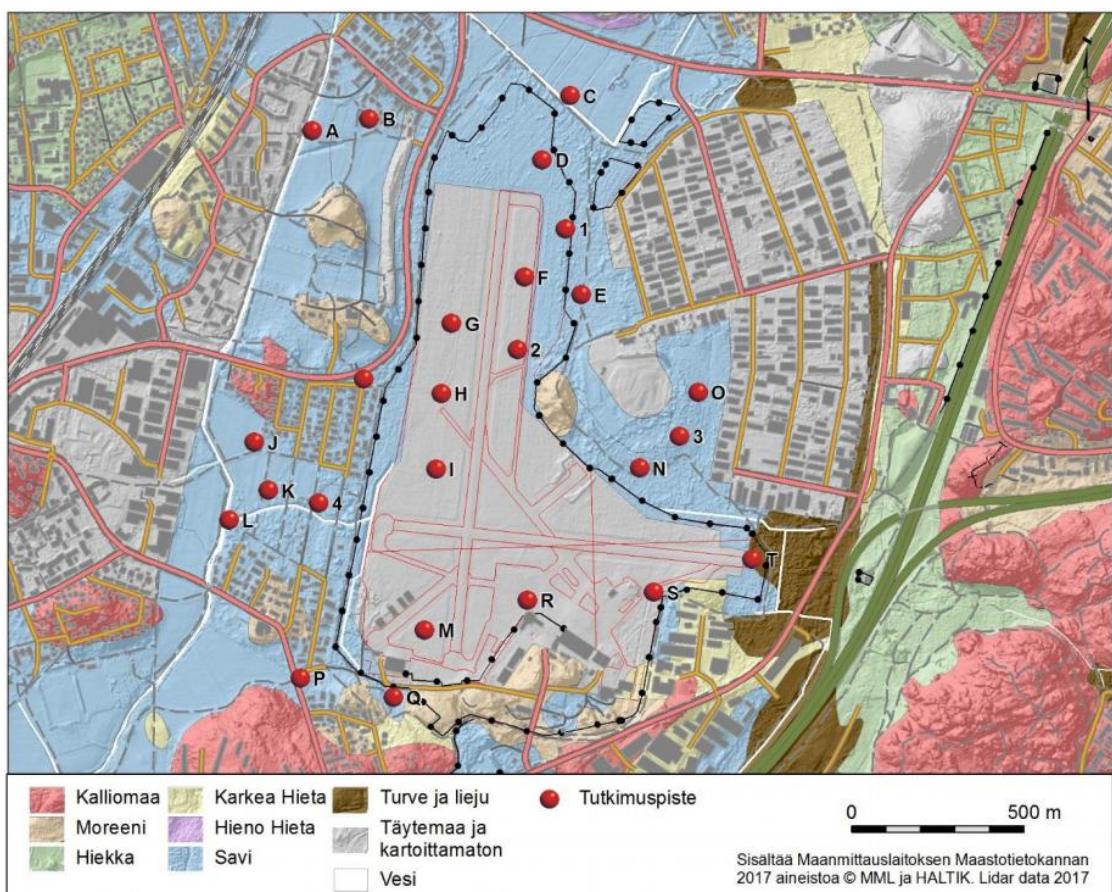
Sulfidisavien mahdollista esiintymistä suunnittelualueella on selvitetty GTK:n toimesta. Näytteenotto tehtiin syksyllä 2016 ja näytetutkimukset suoritettiin talvella 2016-2017.

Tutkimuksissa sulfidisavea löydettiin pieniä määriä muun saviaeiksen seassa lähinnä alueen itä- ja koillisissa. GTK:n tutkimuksissa savialueelta tunnistettiin kolme erillistä Itämeren eri vaiheisiin liittyvää kerrostumisyksikköä. Näiden kerrostumisyksiköiden rajapinnoilla havaittiin lisäksi hiekkaisia ja silttisiä eroosiorakenteita. (GTK 2017)

Malmin alueella Litorinavaiheen savet sijaitsevat tehtyjen tutkimusten perusteella savikerrostuman pintaosassa. Kerroksen paksuus vaihtelee keskimäärin 2,8...6,9 m maanpinnasta.

Maastossa mitattu pH oli kaikissa tutkimuspisteissä yli 4,0. Toisaalta lähes kaikki näytteet otettiin pohjavedenpinnan alapuolelta, jolloin näytteiden välinön pH oli lähellä neutraalia ja näytteistä määritettiin lähinnä potentiaalista hapanta sulfaattimaata. Sulfidisavea, jossa pH on inkuboinnin jälkeen laskenut lukemaan 4,0 tai sen alapuolelle ja pudotusta on tapahtunut 0,5 yksikköä tai enemmän, mitattiin yhteensä neljässä kannukairauspisteessä (D, F, O ja S) syvyksillä 1,0... 3,5 m ja kahdessa häiriintymättömänä kairatussa savinäyttepisteessä, pisteessä 1 syvyydellä 4,2... 5,2 m ja pisteessä 2 syvyydellä 1,5... 1,9 m.

GTK:n tutkimuspisteiden sijainti on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. GTK:n tekemän sulfidisavitutkumuksen näyttepisteiden sijainti. Pisteet A-Q ovat matalia kannukairauspisteitä ja pisteet 1-4 häiriintymättömiä koko savipatjan käsittäviä dual tube -näyttepisteitä (Lähde: GTK 2017).

GTK:n tutkimuksen perusteella sulfidipitoisia savia näyttäisi esiintyvän vähäisiä määriä lähinnä tutkimusalueen itä- ja koillisosissa. Mustia voimakkaasti sulfidisia savia ei tutkimuksessa havaittu. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että Litorinavaiheessa veden syvyys Malmin alueella ei ole ollut riittävä hapettomien syvanteiden syntymiseen, jolloin aallokko ja meren virtaukset ovat pitäneet vesimassat liikkeellä, eikä laaja-alaisia sulfidipitoisia sedimenttikerrostumia ole päässyt muodostumaan.

6 ALUEEN YLEISTASAUS

Sito Oy on 17.3.2017 laatinut alueelle yleistasauksen, joka on ollut tämän selvityksen lähtötietona. Siton laatimaa tasausta on täydennetty ja muutettu tässä suunnitelmassa alla esitettylä tavalla. Tasaus sovitettiin liittyväksi kuvassa 4 esitettyihin nykyisellään säilyviin alueisiin sekä Siton tasaussuunnitelman ojiin ja nykyiseen maanpintaan alueen reunoilla. Myös ajoharjoitteluradan osalta tasaus noudattaa Siton suunnittelemavaa tasausta.

Fallkullan alueen pohjoispuolella Siton suunnittelemava Longinojan linjausta muutettiin kulkemaan etelämpää, jotta uoman pohjoispuolelle suunnitellulle liikuntapuistolle saatiin tarvittavat alueet, tulvaetäisyysdet huomioiden.



Kuva 4. Nykyisellään säilytettävien alueiden sijainti.

Muualla Siton tasausta muutettiin siten, että valmista pintaa korotettiin noin 0,5...1 m. Suunnittelualueen keskiosassa Longinojan eteläpuolella Siton tasausta nostettiin noin 0,2...0,5 m. Suunniteltu tasaus edustaa valmista pintaa, jossa tavoitellaan riittävää perustamissyvyyttä pohjavesipinnan yläpuolella (perustukset noin 1,0...2,0 metrin syvyydellä yleistasauksesta).

Tässä suunnitelmassa esitetyn tasauksen nimelliskaltevuus vaihtelee noin 0,2...0,6 %:n välillä. Alueen keskiosa on suunniteltu melko tasaiseksi, jyrkempiä kaltevuksia esiintyy tasauksen liittyessä säilyviin ja jo rakennettuihin alueisiin. Tasaus on yleispiirteinen, eikä siinä ole huomioitu korttelien sisäisiä tasaustarpeita. Tasaus tulee tarkentumaan alueen pohjarakentamisen reunaehojen ja katujen tarkemman tasaussuunnittelun tuomien reunaehojen perusteella.

Tasauksen kannalta haasteellisimmat alueet ovat säilytettävien lentokenttärakennusten ja Helsinki-tekstin ympäillä. Alueen kuivatuksen kannalta puistoalueiden pinnatasauksen kaltevuus tulee olemaan erittäin pieni, sillä nykyisten lentokenttärakennusten pohjoispoolinen puistoalue on osa alueen hulevesireititystä. Puistoalueet liittyvät myös nykyisten lentokenttärakennusten piha-alueisiin, jotka yhdessä hulevesireitin kanssa muodostavat nykyistä maapintaa mukailevan tasauksen.

Korttelialueiden ja puiston väliin voi muodostua korkeusero, joka edellyttää tukimuurin tai luiskan suunnittelua puiston ja korttelialueen väliin. Todennäköisesti selvitysalueen reuna-alueillakin saattaa muodostua korkeuseroja, jotka vaativat erityissuunnittelua. Nämä tulee ottaa huomioon alueen tasauksen, hulevesisuunnitelman ja pohjarakentamisen jatkosuunnittelussa.

7 PERUSTAMINEN

Työssä on määritelty kaavoittajan esittämän rakentamisjärjestykseen ja viimeisimmän kaavarungon perusteella osa-alueiden esirakentamistarve, laajuus ja käytettävästi esirakentamismenetelmät. Esirakentamismenetelmänä on pääosin syvästabilointi (pilaristabilointi) ja yleistäyttö. Uomien ja altaiden kohdalla esirakentaminen toteutetaan massastabilointina. Osalle viher- ja puistoalueita on myös esitetty puupaalutusta, josta on tehty vertailevat kustannuslaskelmat pilaristabilointivaihtoehdolle. Turvealueilla turve poistetaan ennen esirakentamista ja korvataan alueelta saadulla savella.

Arviodut perustamistavat perustuvat alueelta saatuun pohjatutkimustietoon sekä suunniteluun yleistasaukseen. Tässä työssä arvioituja alustavia perustamistapoja tulee täydentää ja tarkentaa seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Alueen rakennukset perustetaan pääasiassa paaluilla. Alueen eteläosassa sekä koillisosaan suunnitellun energiatontin alueella osa rakennuksista voidaan perustaa maanvaraisesti. Tässä selvityksessä on oletettu ajoharjoitteluradan täyttömäen rakennukset paalutettaviksi. Täyttömäen alueelle tulevien rakennusten perustaminen tulee suunnitella jatkossa tarkemmin lisäpohjatutkimusten perusteella.

Rakennusten paalupituuksien arvioidaan vaihtelevan 3,5...25 m välillä. Paaluina käytetään teräsbetonipaaluja. Uusimpien tutkimusten perusteella myös täytyöalueella voitaneen käyttää teräsbetonipaaluja.

Rakennusten pihaa- ja liikennealueet, osa puistoista, putkijohtokaivannot sekä alueelle rakennettavat uudet kadut stabiloidaan painumien minimoimiseksi. Pilaristabiloinnissa käytettävä pilariväli on yksi metri ja pilarien halkaisija 700 mm. Paalulaattaa on esitetty käytettäväksi vain suunnitellun raitiotielinjan alueella. Perustaminen on esitetty piirustuksessa 426588.16.

Nykyisellä ajoharjoitteluradan täytyöalueella suunniteltu yleistasaus on nykyisen maanpinnan tasoa alemalla ja täytönmäkeä leikataan. Lähtökohtaisesti kadut ja pihat voidaan perustaa maanvaraisesti, mutta esikuormitukseen tarve tulee selvittää jatkosuunnittelun yhteydessä. Pilaristabilointi ei maaperäsuhteiden epähomogeenisuuden vuoksi tule kysymykseen.

Alueelle suunniteltavan energiahuollon anodikentän alueella ei saa käyttää pilaristabilointia. Anodikentän sijainti ei ole vielä tiedossa. Jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon anodikentän vahvistamaton alue ja siitä aiheutuva lisätarkastelutarve.

Alueen pohjoisosassa kulkeva jätevesiviemäri B600/B800 on arvioitu siirrettäväksi kulkemaan uuden Suurmetsäntien linjauksen mukaisesti. Jätevesiviemäri suositellaan perustettavaksi pilaristabiloinnilla vahvistetun pohjamaan varaan.

8 GEOTEKNISET LASKELMAT

Työn painumatkentäosuudessa tarkasteltiin alueelle tulevien täytöjen aiheuttamia painumia pohjamaassa sekä luonnontilaisena että stabiloituna. Stabilitettilaskentäosuudessa tarkasteltiin kriittisten kohtien vakavuuksia, pohjanvahvistustarvetta ja pohjanvahvistuksen toimivuutta vakavuuden parantamisessa. Stabilitettilaskelmat on tehty Longinjojan ja Lentokentänojan uomien sekä rakennettavien hulevesialtaiden kohdilta. Laskentaan on valittu myös alueita, joissa korttelialueiden täytöt ovat korkeimmat ja stabilitetti siten heikoin.

Laskennassa tarkasteltujen alueiden sijainti on esitetty geotekniset laskentaleikkaukset ja kustannuslaskenta -kartassa 426588.20. Geotekniset laskelmat sekä laskentaparametrit ja tekninen toteutus on esitetty raportissa 426588/2 "Geotekniset laskennat".

8.1 Painumatkentäosuudet

Suunnitelma-alueen tulevista täytöistä aiheutuu maapohjalle lisäkuormitusta, jonka seurauksena pehmeät savikerrokset painuvat. Painuman suuruutta ja painumaeroja on mallinnettu kolmessa eri leikkauksessa katualueella. Painumat on laskettu vahvistamattomalla ja vahvistetulla maapohjalla. Stabiloimalla vahvistetun maapohjan painuma-arviot ovat alustavia. Tarkemmat painumatkentäosuudet on mahdollista tehdä

stabilointikoekentistä (esitettty kappaleessa 8.3) saatavien mittaus- ja kairaustulosten perusteella.

Painumalaskennassa käytettävien parametrien määrittämiseen on käytetty suunnittelualueen luoteisosassa vuonna 1996 tehtyjä ödometrikoetuloksia sekä laskentaleikkausten pohjatutkimustietoja.

Painumalaskelmat on tehty seuraavista alueista (esitettty piirustuksessa 426588.20):

- katalue K1 (leikkaus L1 – L1)
- katalue K2 (leikkaus L6 – L6)
- katalue K2 (leikkaus L7 – L7)

Taulukossa 2 on esitetty laskentaohjelmalla saadut suurimmat kokonaispainumat eri alueilla ilman pohjanvahvistuksia. Taulukossa 3 on puolestaan esitetty pilaristabiloimalla vahvistetutun maapohjan suurimmat kokonaispainumat.

Taulukko 2: Laskentaleikkausten laskennalliset kokonaispainumat ilman pohjanvahvis-tuksia.

Laskentaleikkaus	Kokonaispainuma (mm)
Leikkaus L1 – L1: katalue K1	1000
Leikkaus L6 – L6: katalue K2	1800
Leikkaus L7 – L7: katalue K2	1900

Taulukko 3: Laskentaleikkausten laskennalliset kokonaispainumat pilaristabiloituna rakenteena.

Laskentaleikkaus	Kokonaispainuma (mm)
Leikkaus L1 – L1: katalue K1	80
Leikkaus L6 – L6: katalue K2	150
Leikkaus L7 – L7: katalue K2	110

Laskentatulosten perusteella katu- ja piha-alueiden kokonaispainuma ilman pohjanvahvistusta on niin suuri (1,0...1,9 m), että niitä ei voida rakentaa maanvaraисina. Myös painumaerot muodostuisivat liian suuriksi paalutettuihin, painumattomiin rakennuksiin verrattuna. Stabiloinnin jälkeen arviodut laskennalliset painuvat jäävät noin 80...110 mm:iin. Tarkempia painuma-arvioita saadaan stabiloitujen koekenttien painumatarvikailun tuloksista.

8.2 Stabiliteettilaskelmat

Täytöjen ja luiskien vakavuutta sekä pohjanvahvistustarvetta on tarkasteltu stabiliteettilaskelman Longinojan ja Lentokentänjojan uusien uomien kohdilta ja uusien

rakennettavien hulevesialtaiden kohdilta. Stabiliteettilaskelmat on tehty tilanteessa, jossa maapohjan vahvistamista ei ole tehty sekä stabiloinnin jälkeisessä tilanteessa. Vähimmäisvaatimuksena kokonaissstabiliteetille on tässä työssä käytetty kokonaismuutostulosta $F > 2,0$.

Stabiliteettilaskelmat on tehty seuraavista alueista:

- Longinojan uomaa (leikkaukset L3-L3, L4-L4, L5-L5, L9-L9)
- Suurmetsänojan uomaa (leikkaus L2-L2)
- Lentokentänjoa (leikkaus L8-L8)
- Keskuspuiston hulevesiallassa (leikkaus L10-L10)

Laskennassa saatin vahvistamattomille uomien ja altaiden kohdille kokonaismuutostulon arvoksi $F = 1,16 \dots 1,76$. Laskelmien perusteella maaperän kokonaivakavuus uomien ja hulevesialtaiden kohdalla ei ole riittävä ilman pohjanvahvistusta.

Maapohjaa vahvistetaan uomien ja altaiden kohdalta massastabiloimalla. Pohjanvahvistuksen laajuus riippuu uoman poikkileikkauksen leveydestä ja toisaalta uomaa ympäröivän täytön korkeudesta. Massastabiloinnin leveyksinä on käytetty uomilla 12 m ja 36 m. Massastabilointi ulotetaan 4 m syvyyteen tulevasta maanpinnasta. Laskelmien perusteella massastabiloitujen uomien ja altaiden kokonaismuutostulon arvoksi saatin $F > 2,0$, mikä täyttää edellytetyn vähimmäisvaatimuksen.

Uomat ja altaat kaivetaan massastabiloitun maahan, jotta saavutetaan riittävä työnaikainen vakavuus. Uomien ja altaiden kaivaminen tehdään kuivatyönä.

Massastabiloitavat uomat on esitetty pohjanvahvistuskartassa 426588.16.

8.3 Koepilaristabilointikentät

Suunnitelma-alueen stabiloituvuutta tutkitaan neljällä koekentällä geoteknisesti erilaisissa maaperäolosuhteissa alueen eri osissa. Koekentät sijoittuvat itäosan kerroksellisten ja pehmeiden savien alueelle sekä länsiosan homogeenisten ja sitkeiden savien alueelle. Lisäksi koekenttiä on sijoitettu lähelle raitiotien linjausta, jossa alueen yleistäytö tulee olemaan korkeimmillaan.

Täytönmäen pohjoispualelle suunniteltu kenttä on sijoitettu turvealueelle, jossa turpeen alapuoliset kerrokselliset savet ovat huomattavan humuspitoisia ja siten leikkauksiluudeltaan heikkoja. Turve poistetaan koekentien kohdalta ja koekenttäalueet täytetään turpeen yläpinnan tasoon paikalta saatavalla savella, jonka päältä stabilointi suoritetaan.

Koekentät stabiloidaan 700 mm:n pilareilla noin 20 m x 20 m alueella 1,0 m kk-jolla. Stabiloidun maan päälle tuleva täytö tö tehdään porrastaen 0...3 m korkuisena murskeesta # 0...65. Luiskat tehdään kaltevuuteen 1:2. Jokainen koekenttä instrumentoidaan yhteenä 12 painumatarkistimella, jotka asennetaan piirustuksen 426588.20 mukaisesti.

Pilareiden lujuutta tutkitaan pilari- ja siipikairauksilla eri-ikäisinä (1, 3 ja 9 kk) niin, että yhteensä pilari- ja siipikairauksia tehdään 336 kpl ja pilari- ja siipikairauksia 48 kpl.

Painumatarkistimien korkeusasemat vaaitaan ensimmäisten kahden kuukauden aikana viikon välein, jonka jälkeen vaaitus suoritetaan kuukauden välein. Painumia seurataan 5-10 vuotta, riippuen painumien kehittymisestä. Painopenkereen korkeimman kohdan leveyttä tulee todennäköisesti kentien toteutussuunnitteluvaiheessa leventää, jotta koekenttienvaateet vastaisivat mahdollisimman paljon todellista katujen kuormitustilannetta.

Koekenttienvaateet sijainti on esitetty piirustuksessa 426588.19 ja tarkat koordinaatit piirustuksessa 426588.20. Koestabilointikenttienvaateet sijaintien varmistuttua koekentille laaditaan toteutussuunnitelmat.

9 KUSTANNUSLASKELMAT

Työssä on laskettu Malmin lentokenttäalueen esi- ja pohjarakentamiskustannukset osa-alueittain. Helsingin kaupunki vastaa alueen esirakentamisesta ja siitä aiheutuvista kustannuksista. Esi- ja pohjarakentamiskustannukset koostuvat alueen yleistasauksen rakentamisesta sekä raitiotien, pää- ja tonttikatujen, yleisten alueiden sekä pihojen ja alueellisten vesiuomien pohjanvahvistuksista. Turvealueilla tehdään lisäksi massanvaihtoa. Rakennusten perustamisesta aiheutuvien kustannusten laskenta ei sisältynyt tähän työhön.

Kustannukset on laskettu infrarakenteiden kustannuslaskentaan tarkoitettulla FORE –rakennusosalaskennalla. Laskennassa käytetyt yksikköhinnat on saatu kaupungilta. Puuttuvia yksikköhintoja on täydennetty konsultin toimesta. Maarakennuskustannusindeksinä on käytetty pistelukua 110,2 (2010=100), kesäkuu 2017. Litterointina on käytetty Talotakuu –järjestelmää.

Raportissa esitettyt kustannuslaskelmat sisältävät työmaatehtävien (25 %), tilaajatehtävien (15 %) ja suunnittelun sekä rakentamisen varauksien (35 %) lisäkustannukset.

Esirakentamisen kustannukset on jaettu rakentamisjärjestysosa-alueittain kymmeneen eri osa-alueeseen. Fore –rakennusosalaskennan kustannusraportti on liitteenä 426588/3 ja kustannuslaskentataulukot liitteenä 426588/4.

9.1 Esirakentamisen kustannukset

Yleistasauksen kustannukset koostuvat alueen täyttämisestä/leikkaamisesta suunniteltuun tasoon. Alueen paksuimmat täytöt ovat noin 3 m korkeita. Merkittävimmät leikkaukset sijoittuvat raitiotielinjan eteläosaan ja vanhan täyttömäen kohdille alueen itäosaan. Yleistasauksen kustannukset on jaettu rakentamisjärjestysosa-alueittain. Kustannuksiin ei ole laskettu rakennekerroksia (1 m).

Massanvaihdon kaivun kustannuksiin on lisätty turpeen kuljetus- ja vastaanottokustannukset. Myös yleistäytön ja -kaivun kustannuksissa kuljetus- ja vastaanottokustannukset on huomioitu. Osa uomien rakentamisessa syntyvistä kaivumassoista voidaan mahdollisesti hyödyntää paikalla, esimerkiksi poistettavan turpeen tilalla toteutusjärjestyksestä ja töiden aikataulutuksesta riippuen.

Alueelle suunniteltu raitiotielinja tulee perustettavaksi suurelta osin paalulaatan varaan. Kaksiraiteisen erotellun raitiotien rata-alueen leveytenä on käytetty 8,0 m. Pysäkkien kohdalla käytetty leveys on 12 m (3+6+3). Yleistasaus on verrattain korkealla tasolla koko raitiotielinjalla ja tasaus on korkeimmillaan noin 3 m nykyisestä maanpinnasta. Raitiotielinjan kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi, kuinka leveänä paalulaatta tehdään ja mitä siirtymärakennetta käytetään kadun pilaristabilointiin liityttäässä.

Tässä suunnitteluvaiheessa on päädytty käyttämään paalulaatan laskentaleveytenä 12 m ja paaluvälinä 2,5 m (paalu/6,25 m²). Paalujen on arvioitu tunkeutuvan 15 m syvyyteen Raitiotielinjan ja kadun väliin rakennetaan siirtymärakenteena toimiva viherkaista. Viherkaista stabiloidaan samoin kuin kadun ajoradat. Raitiotielinjan kustannuksia ei ole jaettu osa-alueittain.

Pää- ja tonttikatujen sekä kortteleiden sisäpihojen esirakentamiskustannukset koostuvat ainoastaan pilaristabiloinnista. Tonttikatujen lasketuista esirakentamiskustannuksista on 50 % laskettu kuuluvan kaupungille. Pääkatujen kustannuksiin on laskettu niiden varrella olevien, kadun käytöön limittyvien aukioiden ja viheralueiden pilaristabiloinnin kustannukset.

Pilaristabilointi on suunniteltu tehtäväksi saven alapinnan tasoon. Pilaristabiloinnin keskimääräinen stabilointisyvyys vaihtelee alueella välillä 9...12 m lukuun ottamatta osa-aluetta 1. (Lentokenttä), jossa vastaava syvyys on noin 4,2 m. Pilaristabiloinnin kk-välinä on käytetty 1,0 m (pilari/1 m²) ja pilarin halkaisijana 700 mm.

Massastabiloitaville uomille ja altaille on laskelmien perusteella määritetty kaksi eri tyyppileikkausta. Uomien massastabiloinnin kustannukset on laskettu 12 m leveänä ja 4 m syvänä ja altaiden 36 m leveänä ja 4 m syvänä massastabilointina.

Puisto- ja viheralueet stabiloidaan niiltä osin kun täytön paksuus ylittää 0,7 m ja saven paksuus yli 5 m. Iso osa tulevista viheralueista on nykyisiä metsäalueita, joita ei ole tarpeen stabiloida. Pilaristabiloitavien osien keskisyvyys on noin 10 m.

Osalle stabiloitavista puistoalueista voidaan harkita pilaristabiloinnin sijasta käytettäväksi puupaaluja. Puupaalutettu rakenne sisältää 1,2 m kk-välillä 10 m syvyyteen lyötävät puupaalut ja niiden päälle asennettavan kaksinkertaisen geoverkon (esim.TriAx). Puupaaluja on laskettu käytettävän noin 42 700 m² alalla, mistä syntyvät kustannukset ovat noin 13 242 000 €. Puupaalutus tulee noin 1,5 kertaa kalliimmaksi verrattuna vastaavan alueen pilaristabilointiin. Lisäksi jatkosuunnittelussa tulee huomioida, että puupaalutus rajoittaa alueen myöhempää rakentamista.

Kaupungille kohdistuvat esirakentamisen kustannukset ovat noin 295 miljoonaa euroa. Kustannukset on esitetty osa-alueittain ja rakennusosittain taulukoissa 4 ja 5.

Taulukko 4: Malmin lentokenttäalueen esirakentamisen kokonaiskustannukset osa-alueittain.

Osa-alue	Kustannus, euroa
1. Lentokenttä	9 300 000
2. Sunnuntaipalstat	43 700 000
3. Keskustakorttelit	30 300 000
4. Malminkaari eteläinen	26 400 000
5. Malminkaari pohjoinen	31 000 000
6. Suurmetsäntie itäinen	38 300 000
7. Suurmetsäntie läntinen	21 800 000
8. Tattarisuo eteläinen	38 900 000
9. Tattarisuo pohjoinen	27 700 000
10. Fallkullan tila	13 500 000
Raitiotielinja	14 500 000
Yhteensä	295 400 000

Taulukko 5: Malmin lentokenttääalueen esirakentamisen kokonaiskustannukset (sisältäen tilaaja- ja urakoitsijatehtävät sekä varaukset) rakennusosittain.

Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökustannus	Kokonaiskustannus, euroa
Piha-alueen yleiskaivu	443 300	m ³	2,33	2 000 000
Kuljetuksen lisä-kustannus 20-50 km	339 600	m ³	12,10	7 970 000
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	216 800	m ³	5,40	2 270 000
Piha-alueen yleistäytö	822 600	m ³	9,71	15 500 000
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	837 000	m ³	12,10	19 650 000
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	4 182 600	mtr	14,35	116 480 000
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	1 223 700	mtr	14,35	34 080 000
Pilaristabilointi, 700 mm, pääkadut	1 309 100	mtr	14,35	36 456 000
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet	1 064 600	mtr	14,35	29 650 000
Uomien massastabilointi	325 600	m ³	26,47	16 730 000
Massanvaihdon kaivu, turvealueet	32 700	m ³	2,33	150 000
Raitiotielinjan paalut 300*300	101 000	mtr	38,30	7 500 000
Raitiotielinjan paalulaatta	42 100	m ²	80,86	6 600 000
Raitiotielinjan paalujen katkaisu	5000	kpl	28,34	370 000
Yhteensä				295 400 000

Osa-alueen 1 (Lentokenttä) esirakentamisen kustannuksista suurin osa muodostuu yleiskaivusta ja kaivumaiden kuljetuksesta, korttelien sisäpihoiden stabiloinnista sekä keskuspuiston uomien ja hulevesialtaan massastabiloinnista. Leikattavia maamassoja voidaan mahdollisesti hyödyntää alueen täytöissä tarkempien rakeisuusmääriksien perusteella ja siten alentaa kaivumassojen kuljetuksesta syntyviä kustannuksia huomattavasti.

Alueen esirakentamisen kustannukset kokonaisuutena verrattuna muihin rakentamisjärjestysosa-alueisiin ovat alhaiset johtuen kantavammasta maapohjasta. Esirakentamisen keskimääräinen kustannus alueella on noin 30 €/m². Taulukossa 6 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 6: Osa-alueen nro 1 (Lentokenttä) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus</u> [€/yks]	<u>Kokonaiskustannus</u> [€]
Piha-alueen yleiskaiva	155 800	m ³	2,33	704 474
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	155 800	m ³	12,10	3 658 427
Piha-alueen yleistäytö	26 700	m ³	9,71	503 121
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	26 700	m ³	12,10	626 958
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	50 169	mtr	14,35	1 397 104
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	11 968	mtr	14,35	333 283
Uomien massastabilointi	40 464	m ³	26,47	2 078 569
YHTEENSÄ				9 302 000

Osa-alueen 2 (*Sunnuntaipalstat*) esirakentamisen kustannuksista suurin osa muodostuu kortteliien sisäpihojen stabiloinnista sekä Lentokentänjojan massastabiloinnista. Myös pääja tonttikadut tulevat alueella kokonaan stabiloitavaksi ja niiden kustannukset ovat huomattavat.

Osa-alueella tehdään kaikki katu- ja korttelialueet sekä osa puistoalueista stabiloituna. Lisäksi pohjois-eteläsuunnassa kulkeva Longinoja ja siihen laskeva Lentokentänjoja stabiloidaan. Tätä esirakentamisen keskimääräinen kustannus nousee alueella noin 170 €/m²:iin. Taulukossa 7 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

*Taulukko 7: Osa-alueen nro 2 (*Sunnuntaipalstat*) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.*

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustan- nus [€]</u>
Piha-alueen yleiskaivu	48 900	m ³	2,33	221 109
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	48 900	m ³	12,10	1 148 248
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	48 900	m ³	5,40	512 441
Piha-alueen yleistäytö	46 600	m ³	9,71	878 106
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	46 600	m ³	12,10	1 094 241
Pilaristabilointi, 700 mm, kortteliien sisäpihat	749 669	mtr	14,35	20 876 759
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	118 956	mtr	14,35	3 312 682
Pilaristabilointi, 700 mm, <i>Pikitehtaankatu, K4</i>	86 193	mtr	14,35	2 400 299
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P6	285 658	mtr	14,35	7 954 994
Uomien massastabilointi	102 576	m ³	26,47	5 269 158
YHTEENSÄ				43 668 000

Osa-alueen 3 (Keskustakorttelit) esirakentamisen kustannuksista suurin osa muodostuu katujen ja kortteliien sisäpihojen stabiloinnista sekä yleistäytöstä. Alueesta suuri osa on puisto- ja viheralueita, jossa esirakentaminen on lähinnä hulevesialtaan massastabilointia. Puistoalueita lukuun ottamatta alueen tasaus on korkealla verrattuna nykyiseen maanpintaan johtuen aluetta halkovasta raitiotielinjasta. Tästä johtuen alueen yleistäysauksen kustannukset ovat merkittävät.

Osa-alueen keskimääräinen esirakentamiskustannus on noin 110 €/m.² Taulukossa 8 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 8: Osa-alueen nro 3 (Keskustakorttelit) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökustannus [€/yks]	Kokonaiskustannus [€]
Piha-alueen yleistäytö	137 900	m ³	9,71	2 598 514
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	137 900	m ³	12,10	3 238 107
Pilaristabilointi, 700 mm, kortteliien sisäpihat	357 852	mtr	14,35	9 965 451
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	120 469	mtr	14,35	3 354 817
Pilaristabilointi, 700 mm, Pääkatu K2	248 060	mtr	14,35	6 907 967
Pilaristabilointi, 700 mm, Pikitehtaankatu K4	18 360	mtr	14,35	511 289
Pilaristabilointi, 700 mm, Puisto ja viheralueet P7	99 204	mtr	14,35	2 762 629
Uomien massastabilointi	19 152	m ³	26,47	983 806
YHTEENSÄ				30 323 000

Osa-alue 4 (*Malminkaari eteläinen*) stabiloidaan kokonaan pää- ja tonttikatujen, korttelien sisäpihojen sekä puisto- ja viheralueiden osalta. Suurin osa kustannuksista muodostuu korttelien sisäpihojen sekä puisto- ja viheralueiden stabiloinnista. Lisäksi yleistäytön kustannukset ovat huomattavat johtuen korkeasta tasauksesta alueen itäosassa kulkevan raitiotielinjan alueella. Osa-alueella ei tule tehtäväksi yleiskaivua tai uomien ja hulevesialtaiden massastabilointia. Alueen esirakentamiskustannukset ovat suhteellisen korkeat, noin 200 €/m².

Taulukossa 9 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

*Taulukko 9: Osa-alueen nro 4 (*Malminkaari eteläinen*) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.*

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus [€]</u>
Piha-alueen yleistäytö	86 000	m ³	9,71	1 620 538
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	86 000	m ³	12,10	2 019 414
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	250 489	mtr	14,35	6 975 610
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	115 879	mtr	14,35	3 226 994
Pilaristabilointi, 700 mm, pääkatu K2	129 264	mtr	14,35	3 599 739
Pilaristabilointi, 700 mm, <i>Malminkaari K5</i>	48 153	mtr	14,35	1 340 962
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P5	273 209	mtr	14,35	7 608 315
YHTEENSÄ				26 392 000

Osa-alueen 5 (*Malminkaari pohjoinen*) esirakentamisen kustannuksista selvästi suurin osa muodostuu korttelien sisäpihojen stabiloinnista. Lisäksi pää- ja tonttikatujen sekä yleistasaksen esirakentamiskustannukset ovat merkittävät. Alueella ei ole puisto- ja viheralueita, joissa tarvittaisiin pohjanvahvistusta, mutta turvealueiden massanvaihdosta ja uomien massastabiloinnista syntyy osa alueen kustannuksista. Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 150 €/m².

Taulukossa 10 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 10: Osa-alueen nro 5 (Malminkaari pohjoinen) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus [€]</u>
Piha-alueen yleiskaivu	4 300	m ³	2,33	19 443
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	5 800	m ³	12,10	136 193
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	5 800	m ³	5,40	60 780
Piha-alueen yleistäytö	129 300	m ³	9,71	2 165 464
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	129 300	m ³	12,10	3 036 166
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	617 218	mtr	14,35	17 188 267
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	144 555	mtr	14,35	4 025 563
Pilaristabilointi, 700 mm, päakatu K2	72 131	mtr	14,35	2 008 700
Uomien massastabilointi	44 930	m ³	26,47	2 307 979
Massanvaihdon kaivu, turvealueet	5 747	m ³	2,33	25 985
YHTEENSÄ				30 975 000

Osa-alueen 6 (*Suurmetsäntie itäinen*) esirakentamisen kustannuksista selvästi suurin osa muodostuu kortteleiden sisäpihojen stabiloinnista. Lisäksi pää- ja tonttikatujen esirakentamisen sekä erityisesti yleistasauksen edellyttämien täytöjen kustannukset ovat merkittävät. Yleistasauksen kustannuksia nostaa alueen läpi pitkällä matkalla kulkeva raitiotielinja. Osa-alueella halki kulkeva Longinojaan laskeva uoma ja hulevesiallas tulevat kokonaan massastabiloitavaksi, mikä näkyy korkeina massastabiloinnin kustannuksina.

Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 100 €/m². Suhteellisesti alhainen esirakentamisen neliökustannus selittyy mm. alueen suurella koolla sekä suhteellisesti pienemmällä saven keskimääräisellä paksuudella, mikä laskee stabiloinnin kustannuksia. Lisäksi alueen itäinen osa (Energiatontti) on perustettavissa maanvaraisesti. Taulukossa 11 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

*Taulukko 11: Osa-alueen nro 6 (*Suurmetsäntie itäinen*) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.*

Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökustannus [€/yks]	Kokonaiskustannus [€]
Piha-alueen yleiskaivu	19 800	m ³	2,33	89 529
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	19 800	m ³	12,10	464 935
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	19 800	m ³	5,40	207 492
Piha-alueen yleistäytö	164 200	m ³	9,71	3 094 098
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	164 200	m ³	12,10	3 855 673
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	512 013	mtr	14,35	14 258 521
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	185 321	mtr	14,35	5 160 813
Pilaristabilointi, 700 mm, pääkatu K2	237 532	mtr	14,35	6 614 782
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P1	61 721	mtr	14,35	1 718 804
Uomien massastabilointi	55 344	m ³	26,47	2 842 928
YHTEENSÄ				38 308 000

Osa-alue 7 (*Suurmetsäntie läntinen*) tulee stabiloitavaksi lähes kokonaan. Ainoastaan osalla puisto- ja viheralueesta ei tarvita pohjanvahvistusta.

Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 155 €/m². Taulukossa 12 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 12: Osa-alueen nro 7 (Suurmetsäntie läntinen) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus [€]</u>
Piha-alueen yleistäytö	94 000	m ³	9,71	1 771 286
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	94 000	m ³	12,10	2 207 267
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	300 814	mtr	14,35	8 377 057
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	146 092	mtr	14,35	4 068 365
Pilaristabilointi, 700 mm, Suurmetsäntie K1	133 853	mtr	14,35	3 727 533
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P2	60 463	mtr	14,35	1 683 772
YHTEENSÄ				21 835 000

Osa-alueen 8 (Tattarisuo eteläinen) esirakentamisen kustannuksista suurin osa muodostuu korttelien sisäpihojen ja tonttikatujen stabiloinnista. Merkittäviä kustannuksia tulee lisäksi täytömäen maaleikkauksista, yleistäytöstä ja uomien massastabiloinnista.

Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 85 €/m². Taulukossa 13 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 13: Osa-alueen nro 8 (Tattarisuo eteläinen) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus</u> [€/yks]	<u>Kokonaiskustannus</u> [€]
Piha-alueen yleiskaivu	68 100	m ³	2,33	307 925
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	68 100	m ³	12,10	1 599 094
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	68 100	m ³	5,40	713 645
Piha-alueen yleistäytö	79 800	m ³	9,71	1 503 709
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	79 800	m ³	12,10	1 873 829
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	806 895	mtr	14,35	22 470 386
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	220 741	mtr	14,35	6 147 188
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P8	83 554	mtr	14,35	2 326 807
Uomien massastabilointi	36 240	m ³	26,47	1 861 587
Massanvaihdon kaivu, turvealueet	18 996	m ³	2,33	85 892
YHTEENSÄ				38 890 000

Osa-alueen 9 (Tattarisuo pohjoinen) esirakentamisen kustannuksista suurin osa muodostuu kortteliensä sisäpihojen ja Tattarisuontien stabiloinnista. Merkittäviä kustannuksia tulee lisäksi yleistäytöstä ja tonttikatujen stabiloinnista.

Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 95 €/m². Taulukossa 14 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 14: Osa-alueen nro 9 (Tattarisuo pohjoinen) esirakentamiskustannukset raken-tamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus [€]</u>
Piha-alueen yleis-kaivu	125 200	m ³	2,33	158 673
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	20 000	m ³	12,10	469 631
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	53 048	m ³	5,40	555 909
Piha-alueen yleistäytö	68 300	m ³	9,71	1 287 009
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	68 300	m ³	12,10	1 603 791
Pilaristabilointi, 700 mm, kortteliensä sisäpihat	420 687	mtr	14,35	11 715 278
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	143 342	mtr	14,35	3 991 782
Pilaristabilointi, 700 mm, Tattarisuontie K3	269 223	mtr	14,35	7 497 314
Massanvaihdon kaivu, turvealueet	8 004	m ³	2,33	36 191
YHTEENSÄ				27 723 000

Osa-alueella 10 (*Fallkullan tila*) esirakentamiskustannuksista suurin osa muodostuu alueen pohjoisosan liikuntapuiston ja Malminkaaren pääväylän pilaristabiloinneista. Lisäksi alueen eteläosassa olevien tonttikatujen pilaristabilointi sekä liikuntapuiston eteläpuolelta kulkevan uoman massastabilointi aiheuttavat merkittäviä esirakentamiskustannuksia.

Alueen esirakentamiskustannukset ovat noin 40 €/m². Alhaisen keskimääräisen esirakentamiskustannuksen selittää se, että isolle osalle alueesta ei rakenneta. Taulukossa 15 on esitetty alueen esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

Taulukko 15: Osa-alueen nro 10 (Fallkullan tila) esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus D</u>
Piha-alueen yleiskaivu	21 200	m ³	2,33	95 859
Kuljetuksen lisäkustannus 20-50 km	21 200	m ³	12,09	497 809
Kaivumaiden vastaanotto, koheesiomaat ja eloperäiset	21 200	m ³	5,40	222 163
Piha-alueen yleistäytö	4 200	m ³	9,71	79 143
Yleistäytön kuljetuskustannus 20...50 km	4 200	m ³	12,10	98 623
Pilaristabilointi, 700 mm, korttelien sisäpihat	116 766	mtr	14,35	3 251 696
Pilaristabilointi, 700 mm, tonttikadut	16 355	mtr	14,35	455 453
Pilaristabilointi, 700 mm, Malminkaari K5	66 357	mtr	14,35	1 847 906
Pilaristabilointi, 700 mm, puisto- ja viheralueet P10	200 817	mtr	14,35	5 592 344
Uomien massastabilointi	26 880	m ³	26,47	1 380 782
YHTEENSÄ				13 522 000

Raitiotielinjan paalulaatan rakentamiskustannukset ovat noin 14,5 miljoonaa. Kustannukset on laskettu 12 metrin paalulaatan leveydellä ja 15 metrin keskimääräisellä paalupituudella.

Taulukko 16: Paalulaatan esirakentamiskustannukset rakentamisosittain.

<u>Rakennusosa</u>	<u>Määrä</u>	<u>Yksikkö</u>	<u>Yksikkökustannus [€/yks]</u>	<u>Kokonaiskustannus [€]</u>
Paalujen katkaisu	6 732	Kpl	28,34	370 240
Paalu 300*300	100 973	m	38,30	7 504 952
Paalulaatta	42 072	m ²	80,86	6 601 925
YHTEENSÄ				14 477 000

10 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET JATKOSUUNNITTELUUN

10.1 Yhteenvetotarkastelu

Työssä on laadittu suunnitelma Helsinki – Malmin lentokenttäalueelle suunnitellun uuden asuinalueen esirakentamisesta. Työ käsitti esirakentamistarpeen ja –menetelmien määrittämisen kaavarungon alueelle, minkä lisäksi työssä tarkasteltiin katujen, yleisten alueiden ja kunnallistekniikan pohjanvahvistustarvetta sekä soveltuvia pohjanvahvistusmenetelmiä. Työn sisältöön kuului myös esirakentamisen ja pohjanvahvistusten kustannuslaskenta.

Suunnittelualue on nykyisellään pääosin Malmin lentoaseman kiito- ja rullaustieitä ja niiden suoja-aluetta. Kiito- ja rullaustiet sijoittuvat alueelle pohjois-etelä- ja itä-länsisuuntaisesti. Lentotoimintaan liittyvät kiinteistöt sijaitsevat kiitoteiden eteläpäässä, ja ne on rakennettu 1930-luvun puolivälissä. Lentoaseman nykyinen terminaalirakennus ja lentokonehalli ovat säilyttäviä rakennuksia

Selvitysalueen maaperä on suurimmaksi osaksi pehmeää savea ja liejusavea. Savialue jatkuu selvitysalueen länsi- ja pohjoispuolle. Alueen eteläosassa savikko rajautuu moreeni- ja avokallioalueisiin ja idässä hiekka- ja kallioalueisiin. Paikallisesti moreeni on maanpinnassa myös selvitysalueen keskellä olevilla korkeimmilla maastonkohdilla erityisesti Falkullan alueella ja vanhan täytömaa-alueen länsipuolella selvitysalueen keskivaiheilla. Turvetta esiintyy paikallisesti alueen koillis- ja itäosissa Tattarinsuon teollisuusalueen liepeillä. Pohjavedenpinnan taso on lähellä nykyistä maapintaa.

Alueella tehtyjen tutkimusten perusteella sulfidipitoisia savia näyttäisi esiintyvän vähäisiä määrä lähinnä tutkimusalueen itä- ja koillisissa. Alueella havaitut sulfidipitoiset savet esiintyvät muun saviaineksen joukossa savikerrostuman pintaosassa. Mustia voimakkaasti sulfidisia savia ei alueelta ole löytynyt. Pintamaiden kaivua ja pohjaveden pinnan alentamista tulee välttää alueilla, joilla saviaineksessa on havaittu sulfideja. Mikäli kaivua tai pohjavedenpinnan alentamista kuitenkin tehdään, toimenpiteet on suunniteltava siten, ettei happamoitumista pääse syntymään.

Suunnittelualueella tehtyjen maaperän pilaantuneisuustutkimusten tulosten perusteella pilaantuneisuus näyttäisi liittyvän lentokenttä- ja teollisuustoimintoihin ja olevan paikallista. Pilaantuneisuus rajoittuu maaperän pintakerroksiin ja suurimmalla osalla aluetta pintamaan alla oleva savikerros suojaa pohjavettä pilaantumiselta. Pohjavettä suojaavan savikerroksen puhkomista tulee välttää erityisesti alueilla, joilla on havaittu pilaantuneisuutta tai vaihtoehtoisesti pilaantuneet maat tulee poistaa, jotta haitta-aineet eivät pääse kulkeutumaan pohjaveteen.

Alueen yleistasaus on suunniteltu siten, että se on korkeimmillaan alueen halki pohjois-eteläsuunnassa kulkevan pääkadun ja raitiotielinjan varressa ja viettää loivasti kohti suunnittelualueen reunoja ja alueen keskellä sijaitsevia nykyisessä korossaan säilyviä alueita. Tasaussuunnittelussa on huomioitu riittävä perustamissyyys pohjavesipinnan yläpuolella. Suurimmalle osalle alueesta tehdään keskimäärin 1...3 m korkea täytö. Maata leikataan alueen eteläosassa ja ajoharjoitteluradan täytömällä, sekä uomien ja

altaiden kohdalla. Alueen keskiosa jäät melko tasaiseksi, jyrkempiä luiskia muodostuu tasauksen liittyessä säilyviin ja jo rakennettuihin alueisiin. Tasaus on yleispiirteinen, eikä siinä ole huomioitu korttelien sisäisiä tasaustarpeita.

Alueen rakennukset perustetaan pääasiassa paaluille. Alueen eteläosassa sekä koillisosassa suunnitellun energiatontin alueella osa rakennuksista voidaan perustaa maanvaraistesti. Täytöಮän alueelle tulevien rakennusten perustaminen tulee suunnitella jatkossa tarkemmin lisäpohjatutkimusten perusteella. Tässä selvityksessä ajoharjoitteluradan täytöಮän rakennukset on oletettu paalutettaviksi.

Rakennusten piha- ja liikennealueet, osa puistoista, putkijohtokaivannot sekä alueelle rakennettavat uudet kadut stabiloidaan haitallisten painumien minimoimiseksi. Osalle stabiloitavista puistoalueista voidaan harkita pilaristabiloinnin sijasta käytettäväksi puupaaluja. Suunniteltujen uomien ja altaiden kohdalla maapohjaa vahvistetaan massastabiloimalla riittävän vakavuuden saavuttamiseksi. Paalulaattaa on esitetty käytettäväksi vain suunnitellun raitiotielinjan alueella. Turvealueilla tehdään massanvaihto.

Kaupungille esirakentamisesta aiheutuvat kustannukset ovat noin 295 miljoonaa euroa. Tähän summaan sisältyy esimerkiksi stabiloinnin, raitiotien paalulaatan rakentaminen sekä tasauksen vaatimat kaivut ja täytöt. Mikäli puupaalutusta käytetään viheralueilla, sen kustannukset ovat noin 1,5 kertaa kalliimmat verrattuna vastaavan alueen stabilointiin.

10.2 Suosituksset jatkosuunnitteluun

Jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon mm. seuraavia asioita:

- Osa-alueittain täydentäviä pohjatutkimuksia pohjarakennusratkaisujen selvittämiseksi, lähialueet huomioiden
- Moreenin ja saven lievealueilla täydentäviä pohjatutkimuksia perustamistavan selvittämiseksi
- Täytöalueen mittausten jatkaminen, täytöalueen lisätutkimukset jatkosuunnittelua/pohjanvahvistuksen tarkempaa suunnittelua varten
- Leikkavilla moreeni- ja hiekka-alueilla leikkavan materiaalin käyttö alueen täytöihin, rakeisuustutkimukset
- Stabilointikoekentien painumatarkkailu riittävän pitkäaikaisesti
- Säilytettävien rakennusten perustamistavan selvitys, samoin kuin lähialueella olevien rakennusten perustamistavan selvittäminen
- Tasauksen liittymisen olemassa oleviin rakenteisiin ja säilytettiin alueisiin; tukimuurien, jyrkempien luiskien tarve
- Hulevesisuunnittelun tarkentuessa uomien ja altaiden pohjanvahvistustarpeen selvittäminen, tukimuurien perustaminen, muurivaihtoehtojen tutkiminen (esim. kivikorit)
- Puistorakenteiden perustaminen erityisesti alueille, joilla ei tehdä pohjanvahvistusta
- Siirtolapuutarha-alueiden pinnatasaus ja esirakentaminen

- Uomien kaivu kuivatyönä ja niiden geosuunnitelmat
- Alueen rakentamisen aikainen ja lopputilanteen hulevesien hallinta ja käsittely on suositeltavaa sovittaa mahdollisimman hyvin yhteen jatkosuunnittelun edetessä -> hulevesi-, tasaus- ja pohjarakennussuunnittelun eteneminen yhdessä koko alueella sekä osa-alueittain
- Sulfidisavialueiden kaivu- ja paalutusrajoitteet tulee huomioida jatkosuunnittelussa. Pintamaiden kaivua ja pohjaveden pinnan alentamista tulee välttää alueilla, joilla saviaineksessa on havaittu sulfideja. Mikäli kaivua tai pohjavedenpinnan alentamista kuitenkin tehdään, toimenpiteet on suunniteltava siten, ettei happamoitumista pääse syntymään.
- Pilaantuneiden maiden kaivu- ja paalutusrajoitteet tulee huomioida jatkosuunnittelussa. Pohjavettä suojaavan savikerroksen puhkomista tulee välttää erityisesti alueilla, joilla on havaittu pilaantuneisuutta tai vaihtoehtoisesti pilaantuneet maat tulee poistaa, jotta haitta-aineet eivät pääse kulkeutumaan pohjaveteen.
- Mikäli puistoalueilla päädytään käyttämään puupaalutusta tulee huomioida, että puupaalutus rajoittaa alueen myöhempää rakentamista. Puupaalutuksen jälkeen alueella ei voida käyttää edes porapaaluja.
- Anodikentän alueen perustamisessa tulee huomioida stabiloinnin rajoitteet. Alueelle suunniteltavan energiahuollon anodikentän alueella ei saa käyttää pilaristabilointia. Anodikentän sijainti ei ole vielä tiedossa. Jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon anodikentän vahvistamatton alue ja siitä aiheutuva lisätarkastelutarve.

LIITE 1: Asiakirjaluetelot

ASIAKIRJAT		Sisältö		Päiväys	Muutos/pvm
426588/1		Esirakentamisraportti		25.09.2017	
426588/2		Geotekniset laskennat		25.09.2017	
426588/3		FORE-laskenta		25.09.2017	
426588/4		Kustannuslaskenta		25.09.2017	
Piirustusnro	GEO	Sisältö	Mittakaava	Päiväys	Muutos/pvm
426588.1		Pohjatutkimuskartta, koko alue	1:5000	25.09.2017	
426588.2		Pohjatutkimuskartta, eteläosa	1:2500	25.09.2017	
426588.3		Pohjatutkimuskartta, pohjoisosaa	1:2500	25.09.2017	
426588.4		Leikkauspiirustus, leikkaus 1.1-1.1 ja 1.2-1.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.5		Leikkauspiirustus, leikkaus 2.1-2.1. ja 2.2.-2.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.6		Leikkauspiirustus, leikkaus 3.1-3.1 ja 3.2.-3.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.7		Leikkauspiirustus, leikkaus 4.1-4.1 ja 4.2.-4.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.8		Leikkauspiirustus, leikkaus 5.1-5.1 ja 5.2.-5.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.9		Leikkauspiirustus, leikkaus 6.1-6.1 ja 6.2.-6.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.10		Leikkauspiirustus, leikkaus 7.1-7.1 ja 7.2.-7.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.11		Leikkauspiirustus, leikkaus 8.1-8.1 ja 8.2.-8.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.12		Leikkauspiirustus, leikkaus 9.1-9.1 ja 9.2.-9.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.13		Leikkauspiirustus, leikkaus 10.1-10.1 ja 10.2.-10.2	1:1000/1:200	25.09.2017	
426588.14		Tasauskartta	1:5000	25.09.2017	
426588.15		Maaperäkartta	1:5000	25.09.2017	
426588.16		Pohjanvahvistusalueet, kartta	1:5000	25.09.2017	
426588.17		Stabiloitavan kerroksen syvyys/ Savikerosten paksuus, kartta	1:5000	25.09.2017	
426588.18		Arvioitu paalujen tunkeutumissyvyys, kartta	1:5000	25.09.2017	
426588.19		Kaivo- ja täyttöalueet, kartta	1:5000	25.09.2017	
426588.20		Geotekniset laskentaleikkaukset, rakentamisjärjestysosa-alueet sekä koepilaristabilointikentät, kartta	1:5000	25.09.2017	
426588.21		Koepilaristabilointikenttä, typpikuva	1:100	25.09.2017	

VIITTEET

Sito Oy, 2017: Malmin lentokenttäalueen vesihuolto, hulevedet ja yleistasaus. suunnitelmaselostus, 2.5.2017

GTK, 2017: Hienorakeisten maalajien kerrosjärjestys ja ominaisuudet Helsingin Malmin lentokentän kaava-alueella, 31.3.2017

Ramboll Oy, 2016: Malmin lentoaseman kaavarungon alue – Maaperän pilaantuneisuus ja sen vaikutus maankäyttöön, 11.11.2016

Sito Oy, 2015: Malmin lentokenttäalueen hule- ja pohjavesiselvitys. Loppuraportti, 2.11.2015

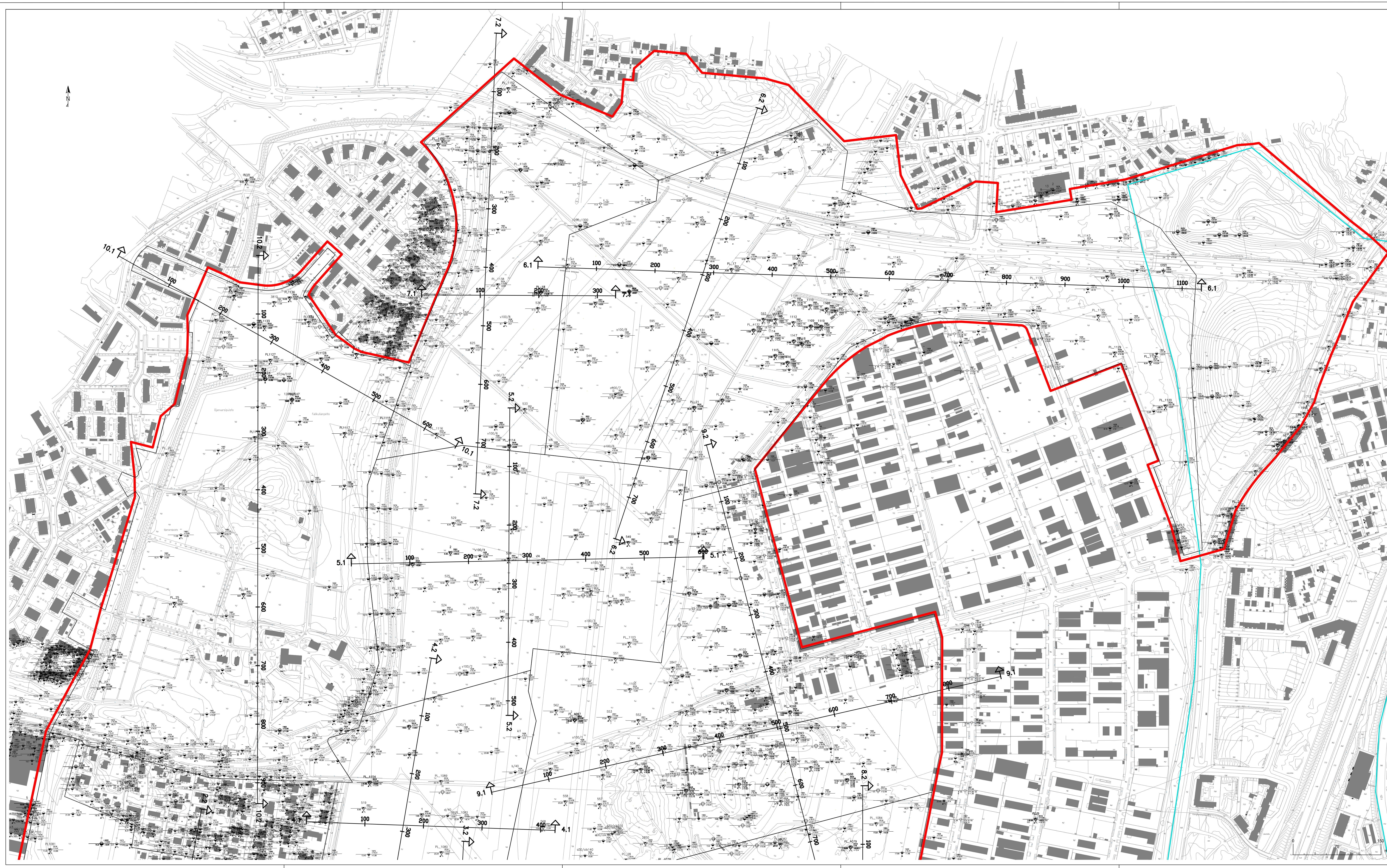


- SUUNNITTELUALUEEN RAJA
- POHJAVESIALUEEN RAJA
- RAKENTAMISJÄRJESTYSOSA-ALUEEN RAJA

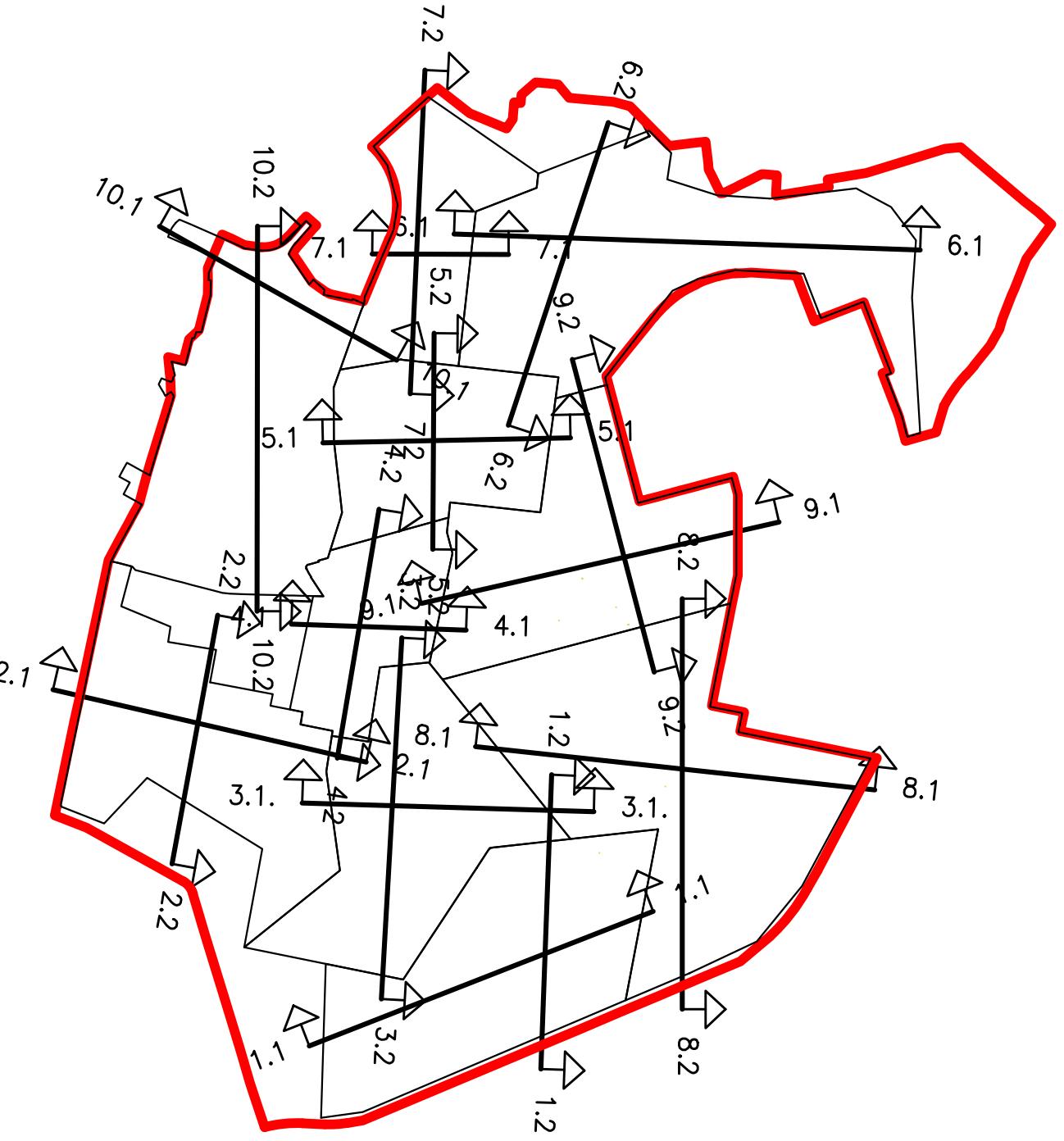
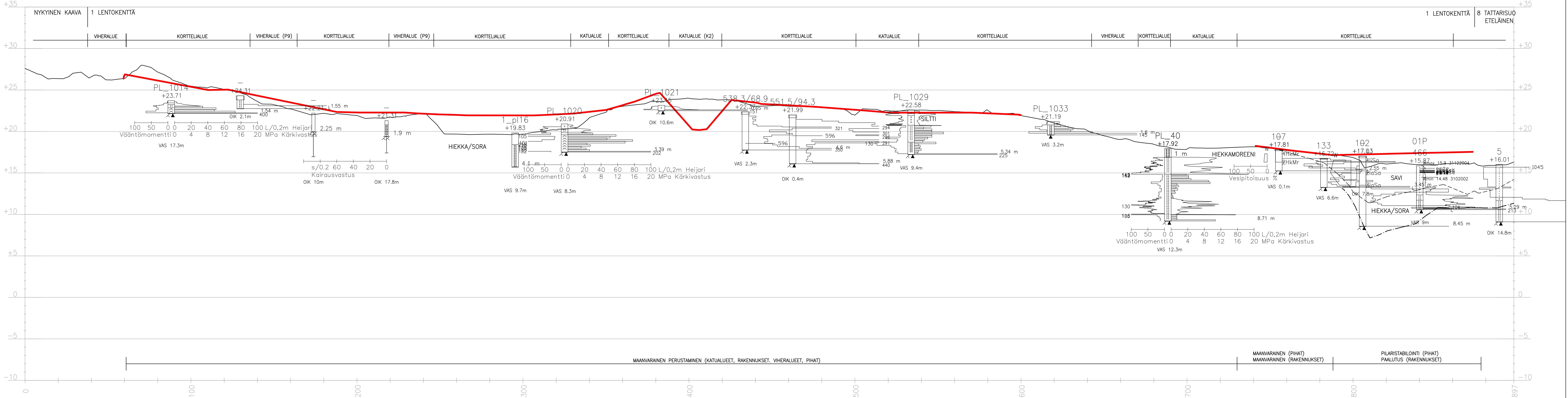
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinatijärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kaupunginosa/Kyösti Kortteli/Tila	Viranomaisen merkintä		Rak.luvan nro
HELSINKI	38. MÄLMI 41. SUURMETSÄ			
Rakennustoimipide		Piirustusajj	Juokseva nro	
		POHJARAKENNUS		
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö	Mittakaava	
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITELU		POHJATUTKIMUSKARTTA KOKO ALUE	1:5000	
DESTIA	Helsingin kaupunki	Suunn.alo	GEO	Työnro
Infrastrukturi	Mopinkylän yleissuunnitelu	Pil.nro		
Nelikulmaite	Teknillistä suunnittelua	Tiedosto		
Otsimiehenkatu 17	PL 206			
00100 HELSINKI, PL 206	Puh. 02044411			
Helsingin kaupunki				
Mopinkylän yleissuunnitelu				
Teknillistä suunnittelua				
Hyökkäysj				
EMI				
Suunn.	Pirt.	TTo	ILRae	Pvm
				25.09.2017



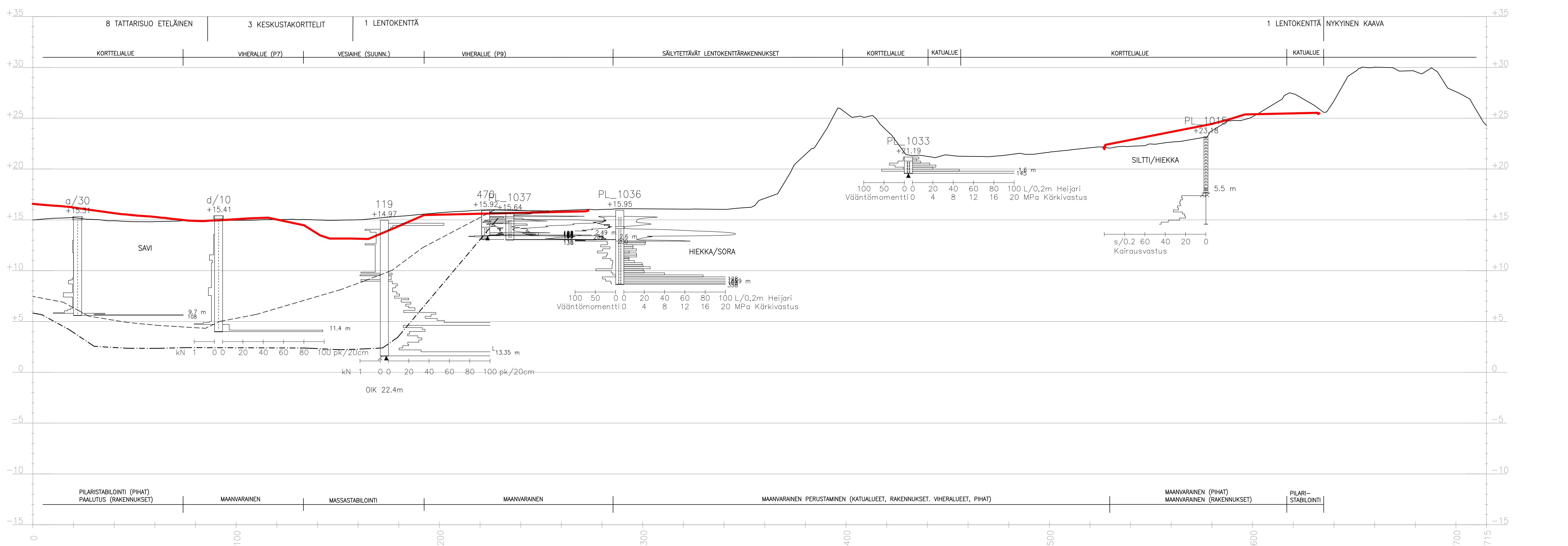
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinatitjärjestelmä ETRS–GK25		Koordinatitjärjestelmä N2000		
Kunta Koupunginosa/Kylä Kortteli/Tila		Viranomaisen merkintäjä		
HELSINKI 38. MÄLMI 41. SUURMETSA		Rakuluvon nro		
Rakenntolomipide Pirustuslaji		Juokseva nro		
Rakennuskohteen nimi ja osoite POHJATUTKIMUSKARTTA		Mittakova		
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ETELÄOSA		1:2500		
DESTIR Infraisuunnittelu Helsingin kaupunki PL 206 Puh. 02144411		GEO		
Helsingin kaupungin Muuntyön yleissuunnittelu Teknistaosuuden suunnittelu		Tiedosto		
EM1		Pvm. 426588.2		
		Työnr. 25.09.2017		



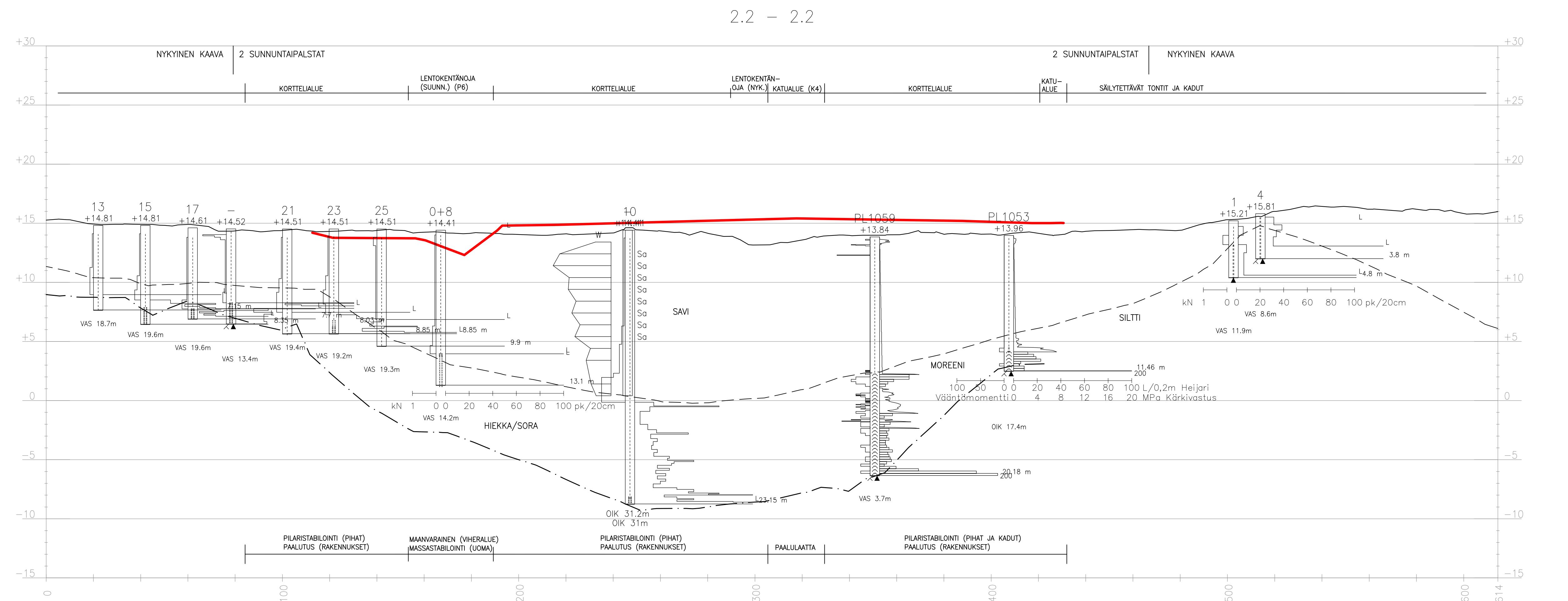
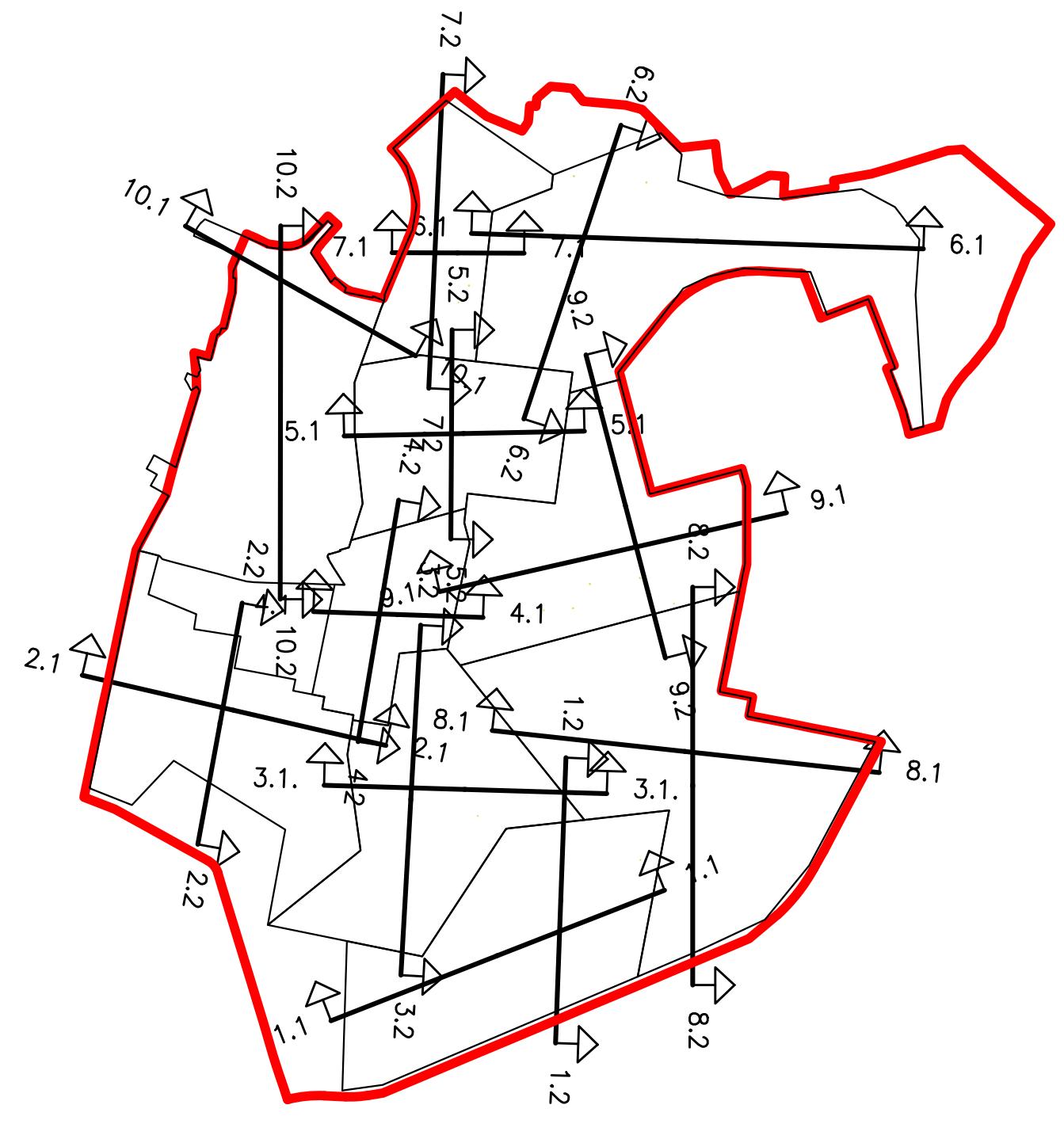
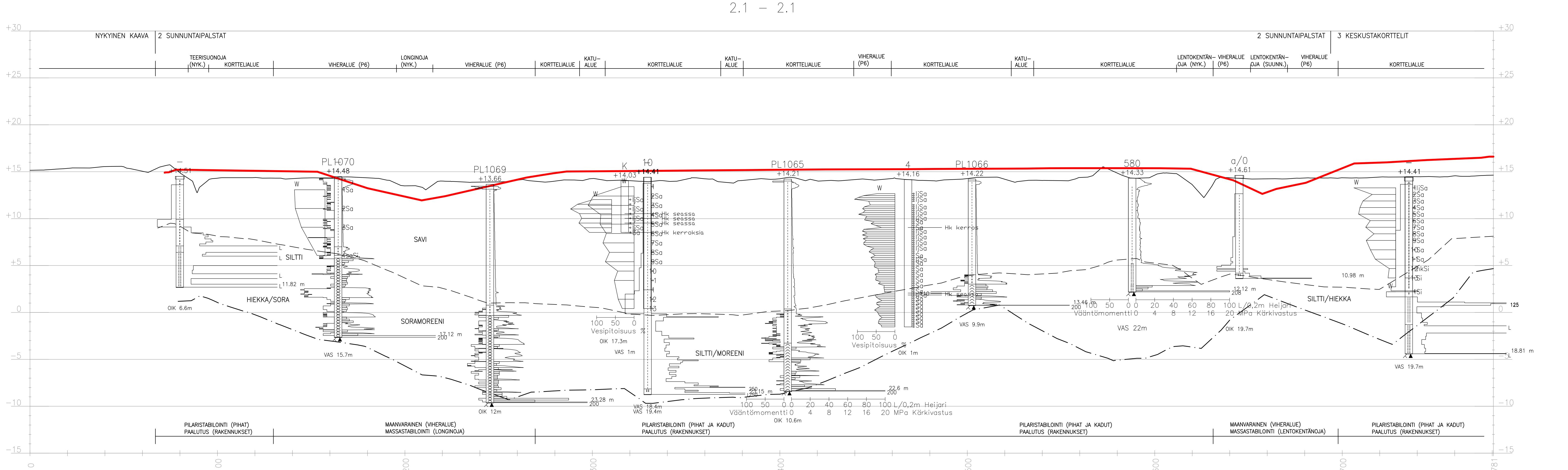
1.1-1.1



1.2 - 1.2



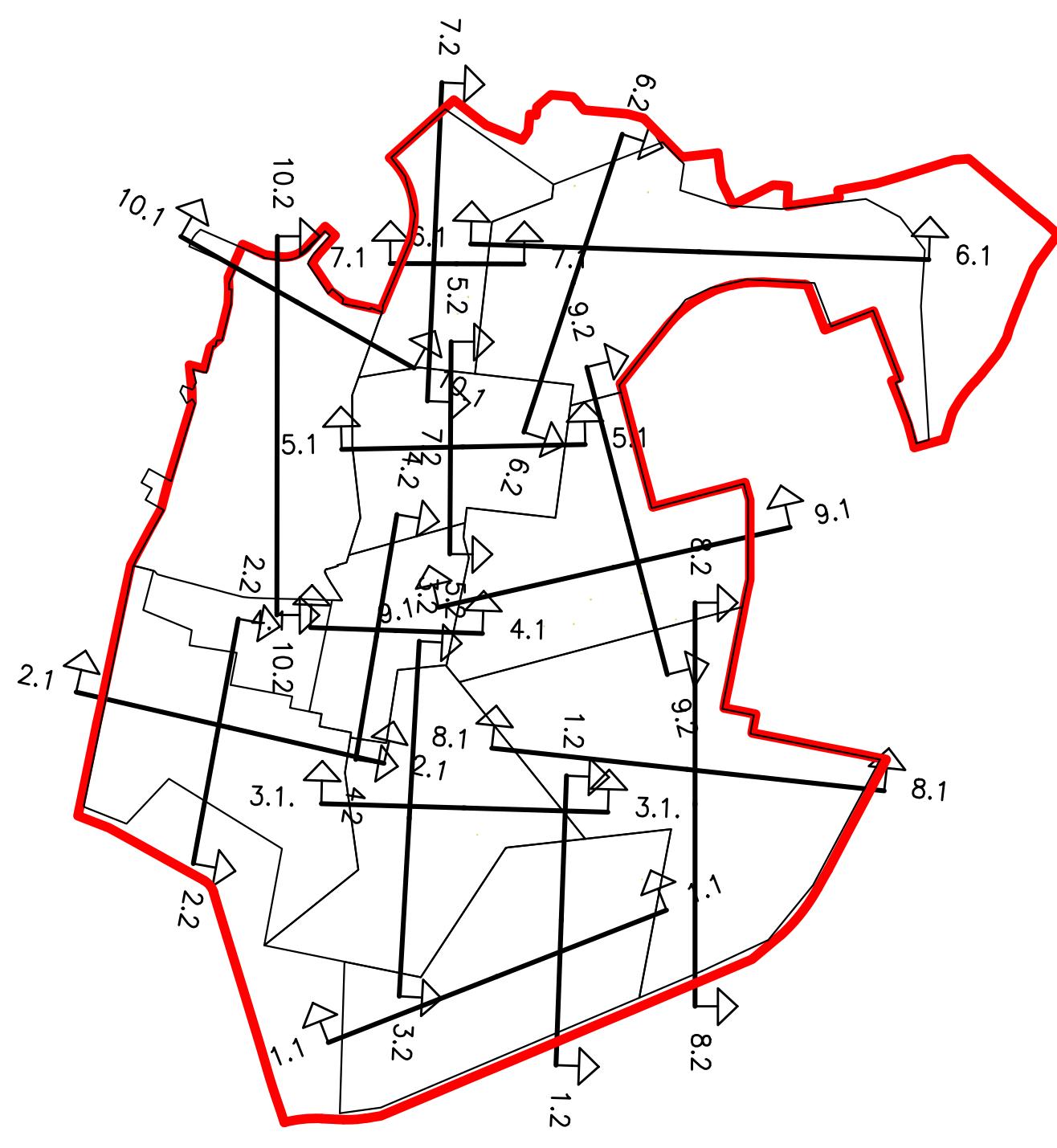
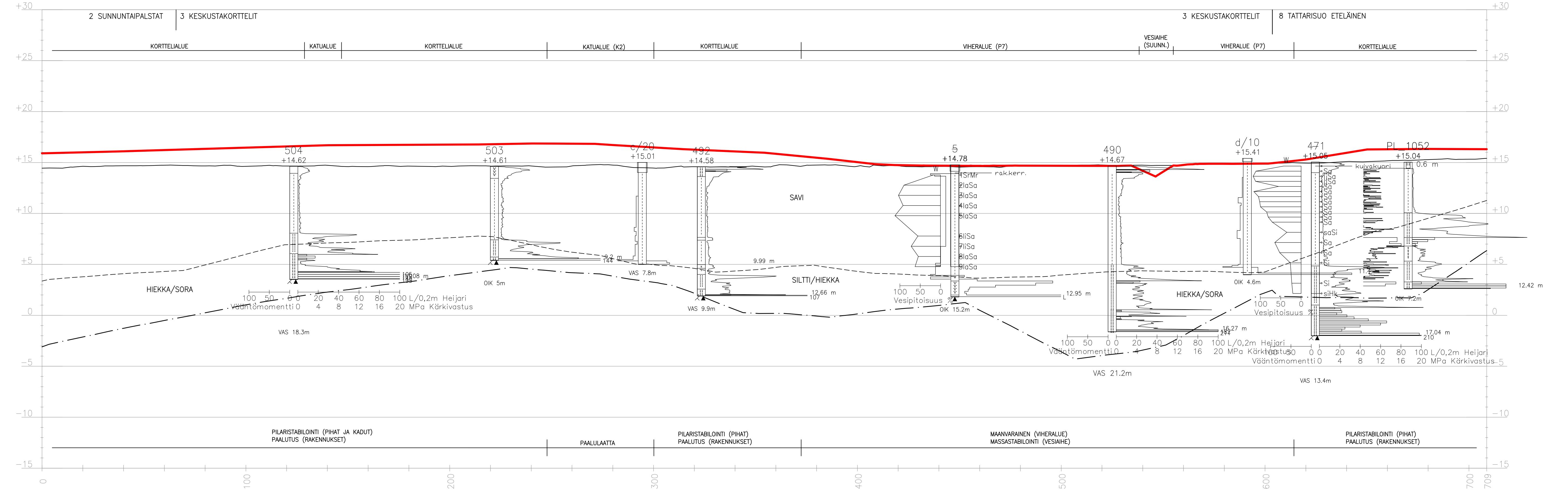
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinatitjärjestelmä	ETRS–GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouluunsaari/Kyösti	Kortteeli/Tila	Viranomaisen merkitettyjä	Rakeluon nro
HELSINKI	38. MÄLMI 41. SUURMETSA			
Rakennustoloinpide	Piirustuslojj	Juokseva nro		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakuvio		
MALMIN LENTOKENTÄÄLUEEN	LEIKKAUSPIRUSTUS	1:1000/1:200		
ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUS 1.1–1.1			
LEIKKAUS 1.2–1.2				
DESTIR	GEO			
Helsingin kaupungin	Tiedosto			
Infrastruktuuritoimisto	Moottoriliikenteen yleissuunnitelu			
PL 206	Piir. 426588.4			
Puh. 02144411	Tiedostotiedon suunnittelu			
	Hyökkäys			
EMI	Työnro			
	Tiedosto			
	Suunn. 25.09.2017			
	TTo ILRae			



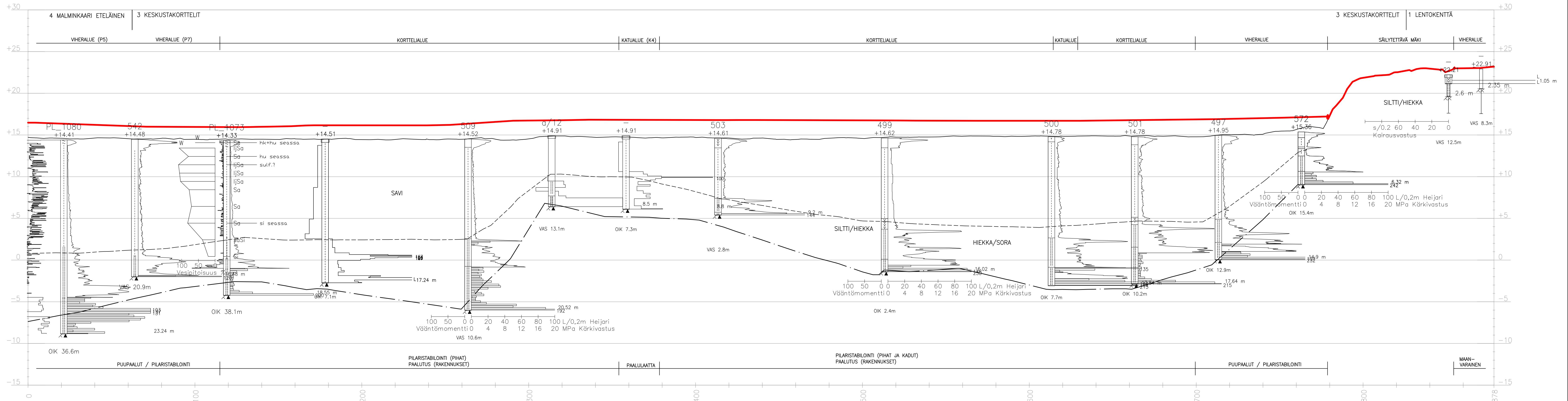
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinatöitä/järjestelmä	ETRS–GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouvolan kaupunki/Kyösti Korttelin tila	Viranomaisen merkintäjä		Rakeluvin nro
HELSINKI	38. MÄLMI 41. SUURMETSA			
Rakennustolnepide	Pilastustöitä	Juokseva nro		POHJAREKKUNUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Pilastutuksen sijainti			Mittakoode
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUSPIRUSTUS LEIKKAUS 2.1–2.1 LEIKKAUS 2.2–2.2			1:1000/1:200
DESTIR	Helsingin kaupungin Muuntyön yleissuunnittelu	Tiedosto	GEO	
	PL 206 Puh. 02144411		Tieto	
EMI	Helsingin kaupungin Muuntyön yleissuunnittelu Tekniostudien suunnittelu			
Suunn. EMi	Pirt. ILRae			

Suunn. GEO Työntö
Tiedosto
Pirt. ILRae
Pvm 25.09.2017

3.1 - 3.1



3.2 - 3.2



Nykyinen maapinta

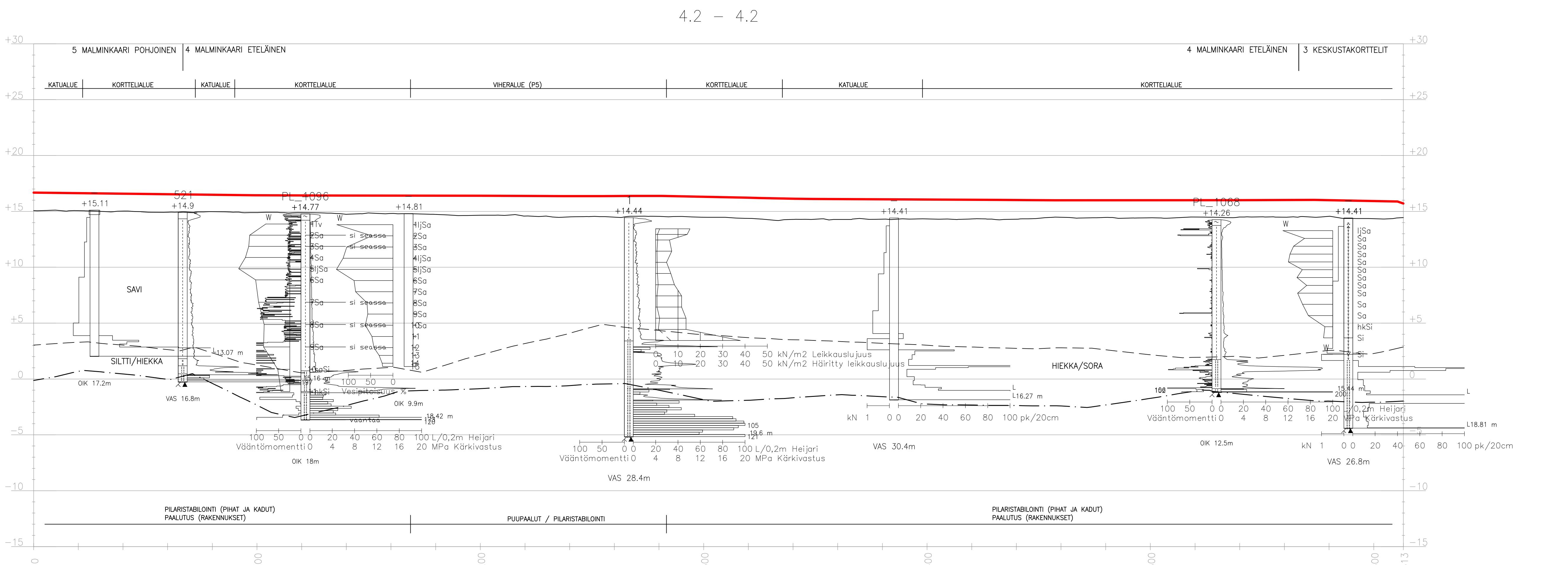
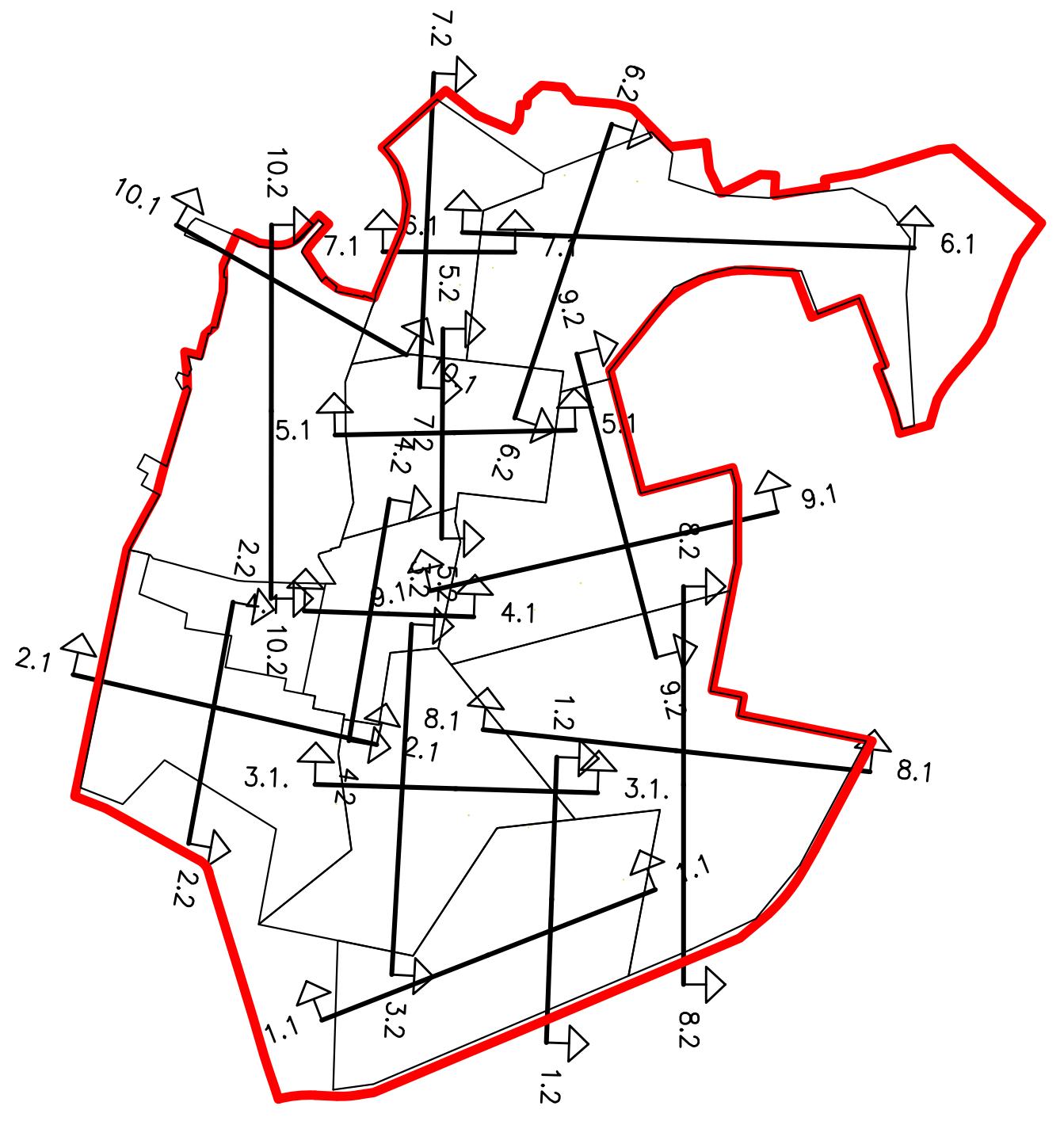
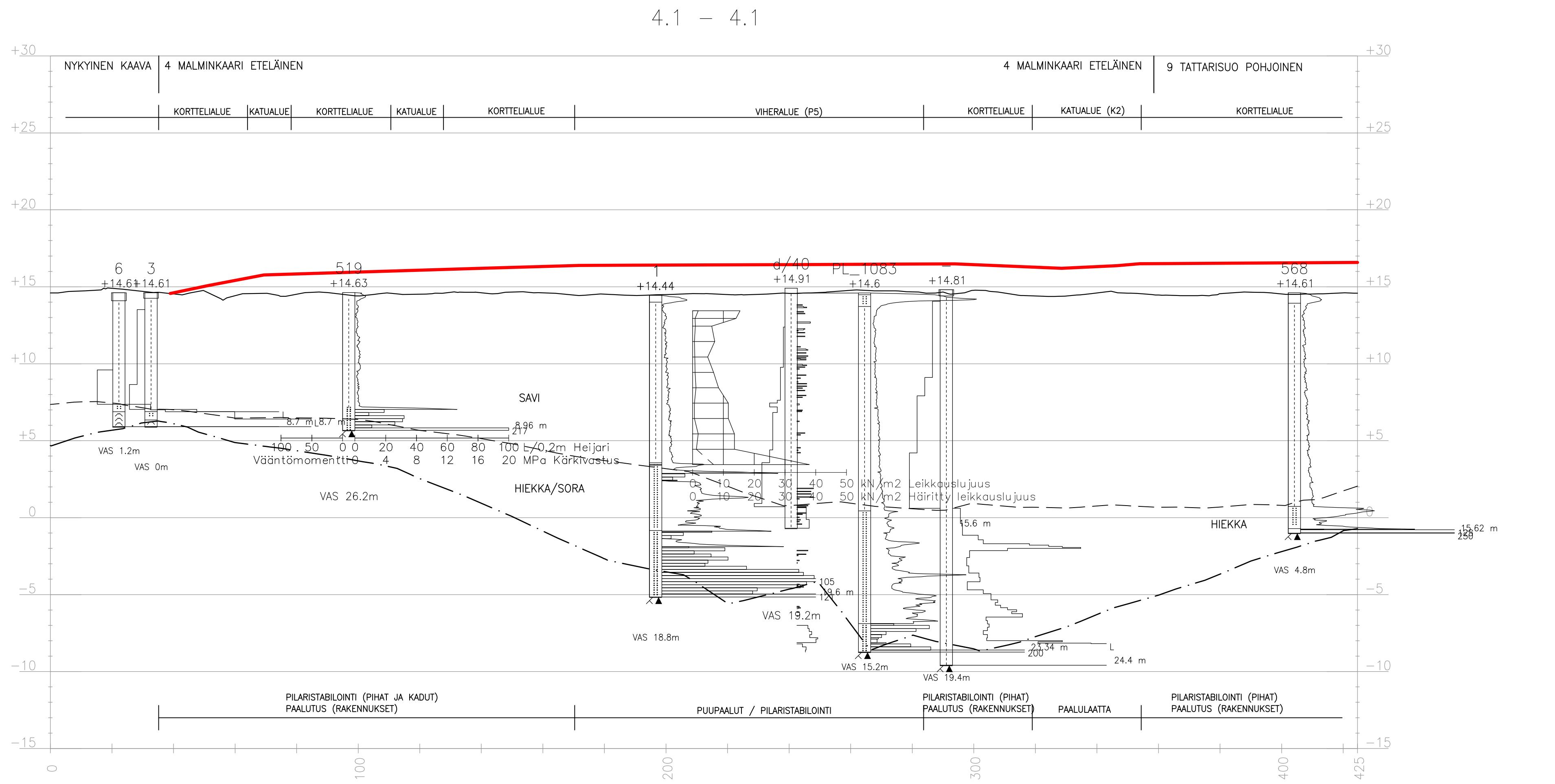
Arvioitu paalujen tunkeumistaso
(ei koske puupaaluja)

Arvioitu saven alapinta

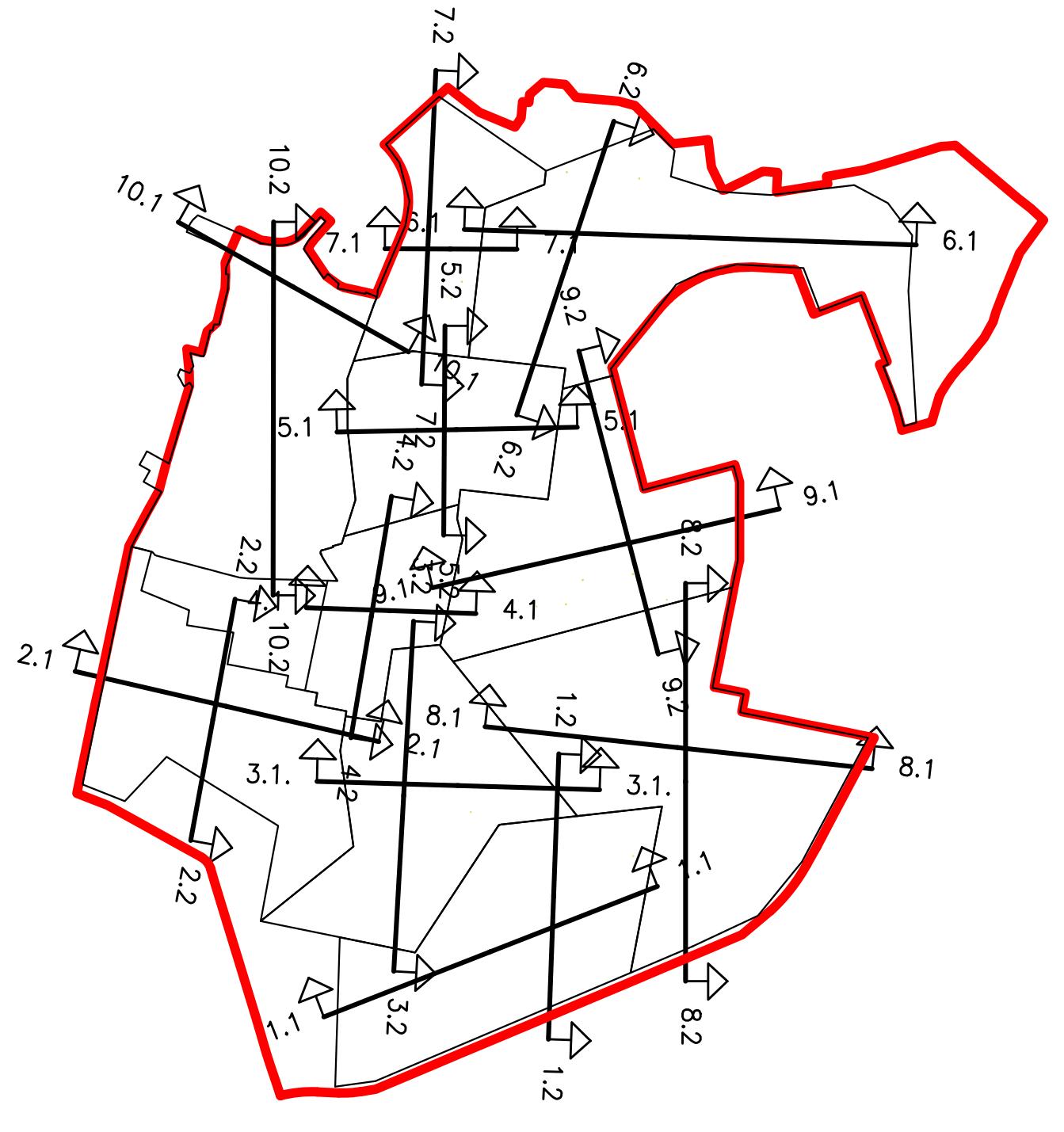
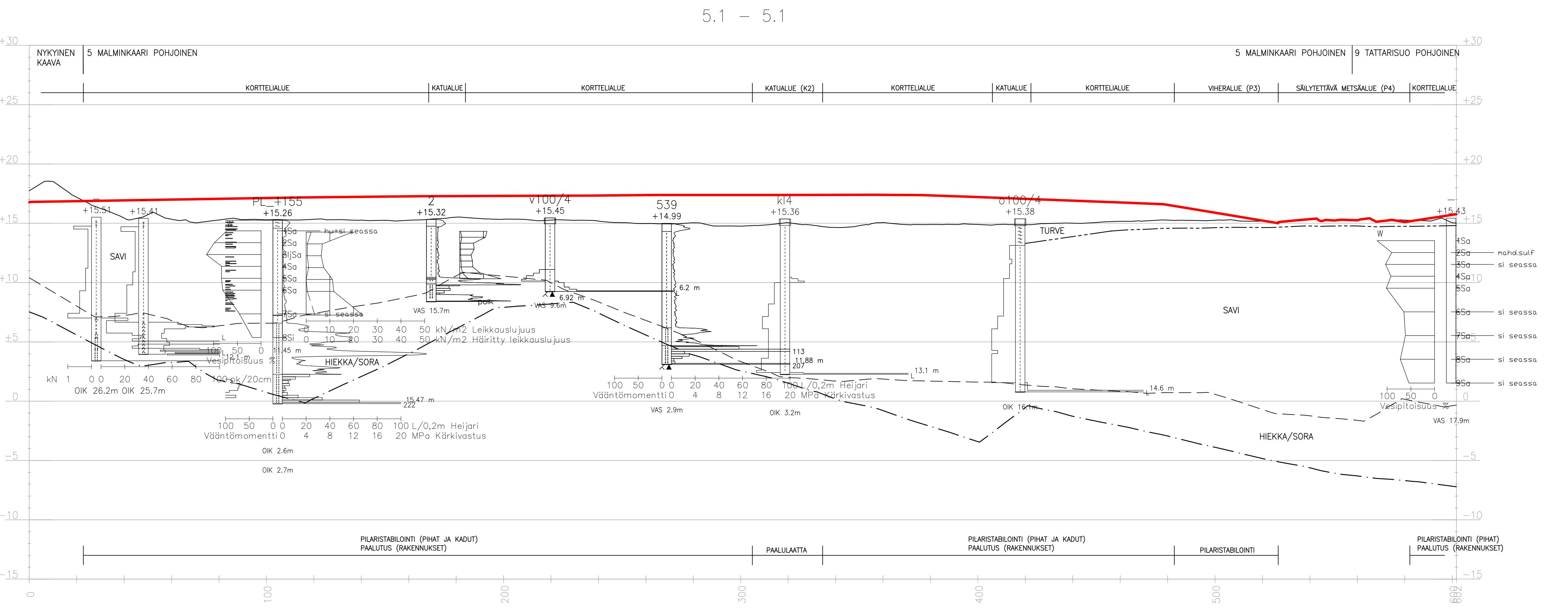
Suunniteltu tasaus

Muutos	Pvm	Tehyt	Pvm	Hyy.
Koordinointijärjestelmä	ETRS–GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouvolanosa/Kyösti Korttelit/Ila	Viranomaisen merkintäjä	Rakennus nro	
HELSINKI	38. MALMI 41. SUURMETSA			
Rakennustolppide	Pilrustuslaji	Juokseva nro		
Pilrustukseen sisältö				
Rakennuskohteen nimi ja osoite	LEIKKAUSPIRUSTUS	Mittakoева		
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN	LEIKKAUS 3.1–3.1	1:1000/1:200		
ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUS 3.2–3.2			
DESTIR	GEO	Työnro		
Helsinki kaupungin Infrastruktuuri palvelut HELSINKI, Pl. 206 Puh. 02144411	Tiedosto			
Helsingin kaupungin Moottoriliikenne yleissuunnittelu Teknisiä studioiden suunnittelu	Piirto			
Helsingin kaupungin Moottoriliikenne yleissuunnittelu Teknisiä studioiden suunnittelu	TTo			
Helsingin kaupungin Moottoriliikenne yleissuunnittelu Teknisiä studioiden suunnittelu	IRae			
Helsingin kaupungin Moottoriliikenne yleissuunnittelu Teknisiä studioiden suunnittelu	Pvm			
Helsingin kaupungin Moottoriliikenne yleissuunnittelu Teknisiä studioiden suunnittelu	25.09.2017			

Suunn. TTo IRae
Työnro
Tiedosto
Piirto
Pvm
TTo IRae
25.09.2017



Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinatöörijärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouluunissa/Kylä	Korttelit/Tila		
HELSINKI	38. MALMI 41. SUURMETSA	Viranomaisen merkintäjä	Rakuluvon nro	
Rakennustolppide	Piirustuskiljä	Juokseva nro		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakova		
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUSPIRUSTUS LEIKKAUS 4.1-4.1 LEIKKAUS 4.2-4.2	1:1000/1:200		
DESTIR	Helsingin kaupungin Muistolahti yleissuunnitelu Piirustus	Suunn. GEO	Työnro	
	Infrasuunnitelu Helsingin kaupunki PL 206 Puh. 02144411	Tiedosto		
Hyväksyjä EMI		Suunn. TTo	IRae	
		Pvm		
		25.09.2017		



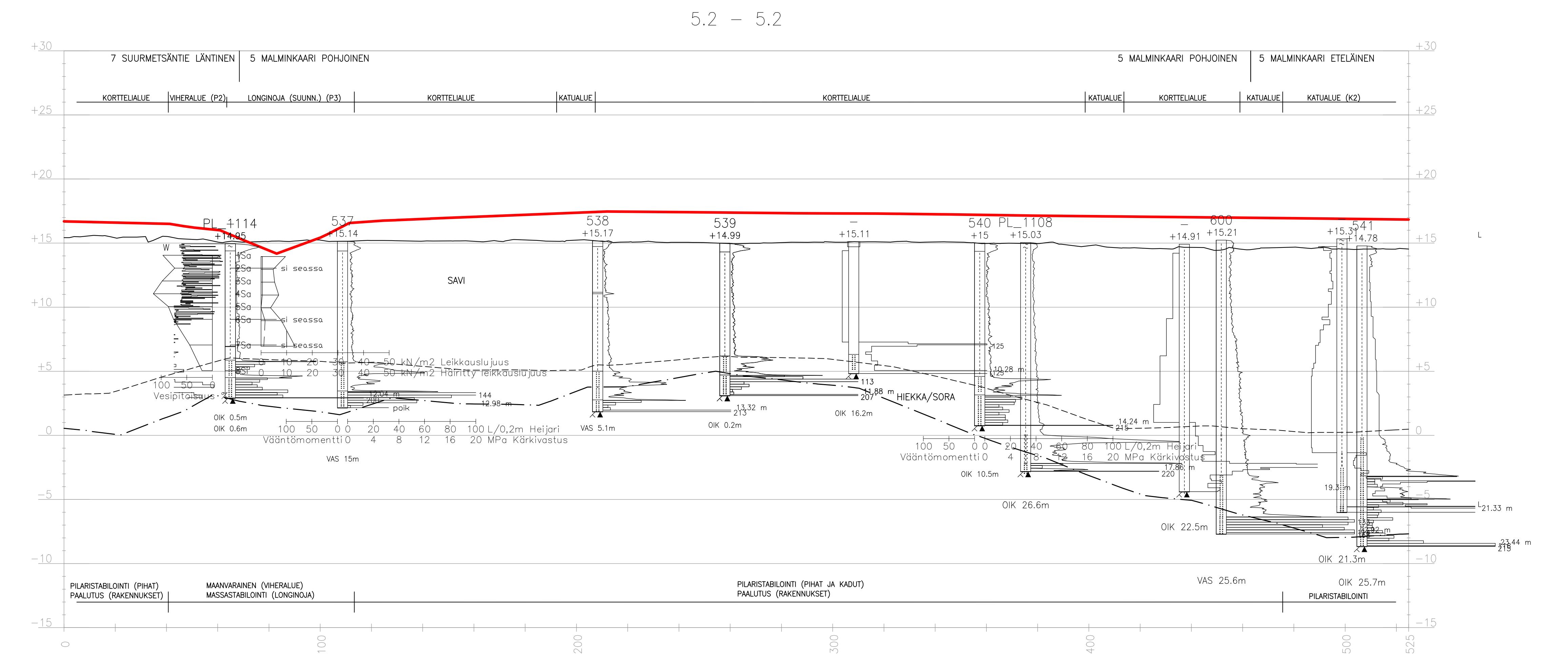
Nykyinen maapinta

Arvioitu paalujen tunkeumistaso

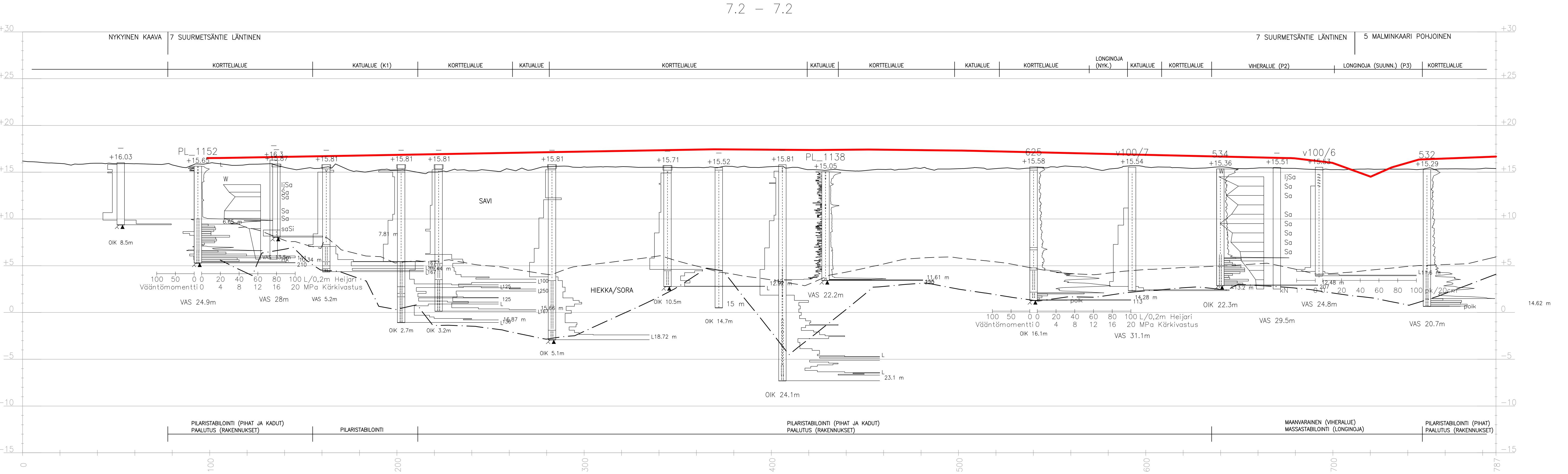
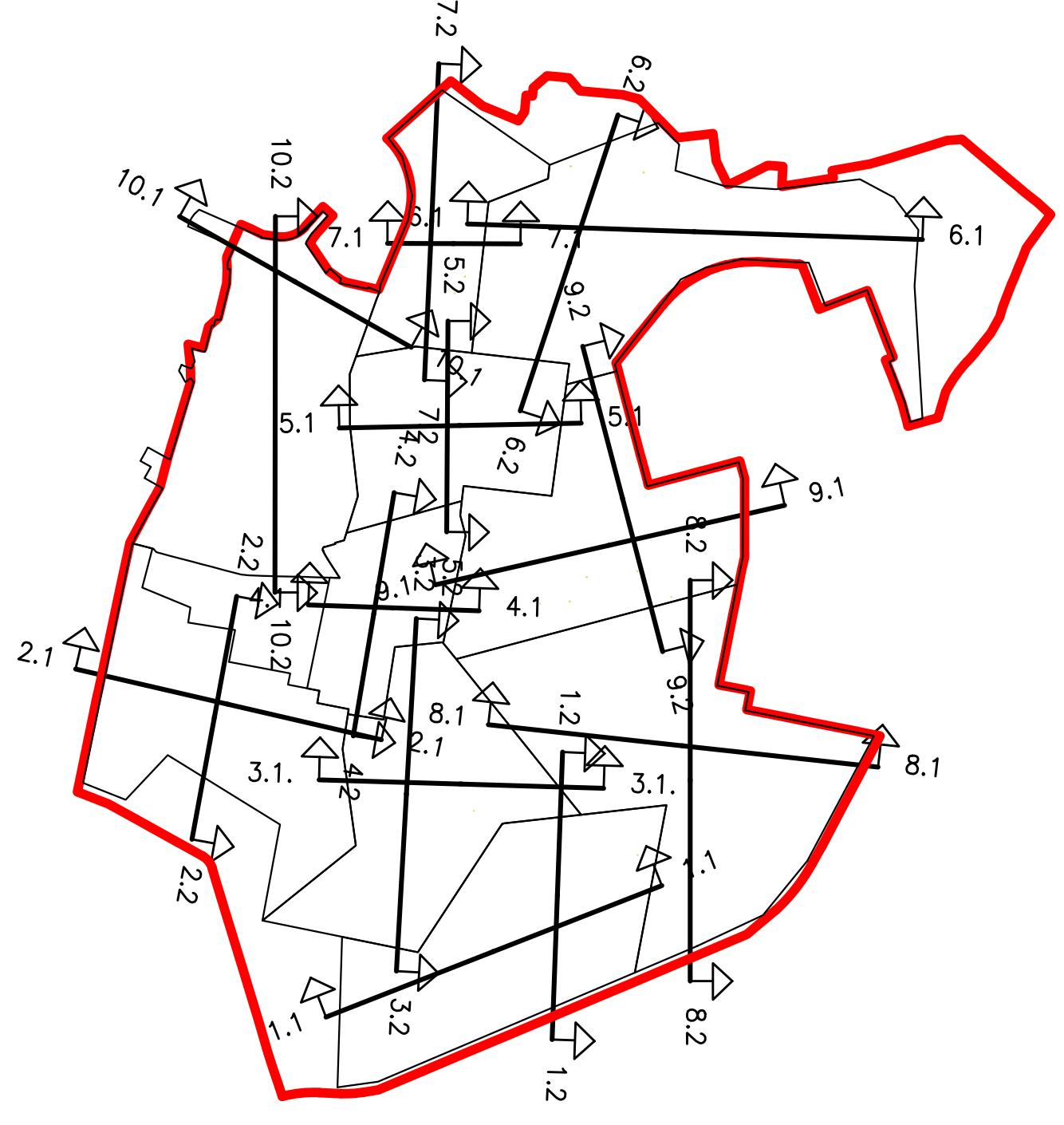
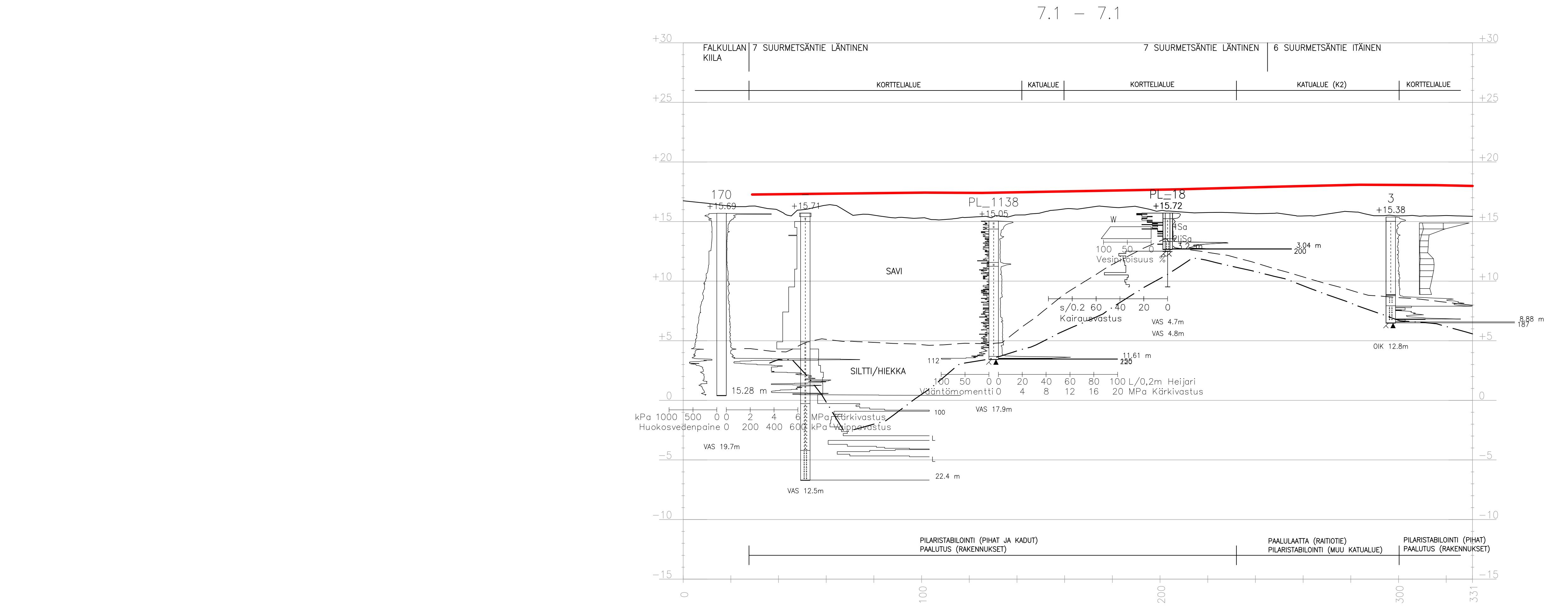
Arvioitu saven alapinta

Arvioitu turpeen alapinta

Suunniteltu tasaus



Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinatiöjärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouluunissa/Kylä	Korttelitila		
HELSINKI	38. MALMI	Viranomaisen merkintäjä	Rakuluon nro	
	41. SUURMETSA			
Rakennustoloinpide	Pilrustuslaji	Juokseva nro		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Pilrustuksen sisältö	Mittakoova		
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUSPIRUSTUS LEIKKAUS 5.1–5.1 LEIKKAUS 5.2–5.2	1:1000/1:200		
DESTIR	GEO	Työnro		
Helsinki kaupungin Infrastruktuurien ja rakennushallituksen Projektipuisto Pl. 206 Puh. 02144411	Tiedosto			
Helsingin kaupunki Moottoritie yleissuunnitelu Teknista suunnittelua	Pvm			
Hyökkys EMI	TTo			
Suunn. 426588.8	Pvm			
Tiedosto	TTo			
Suunn. 426588.8	Pvm			
Tiedosto	TTo			
	25.09.2017			



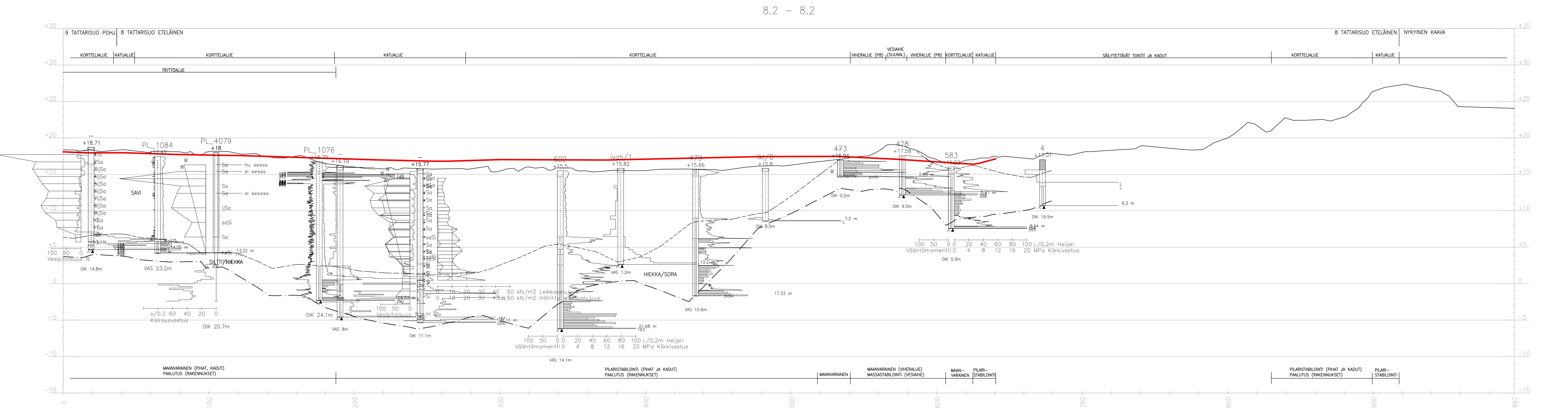
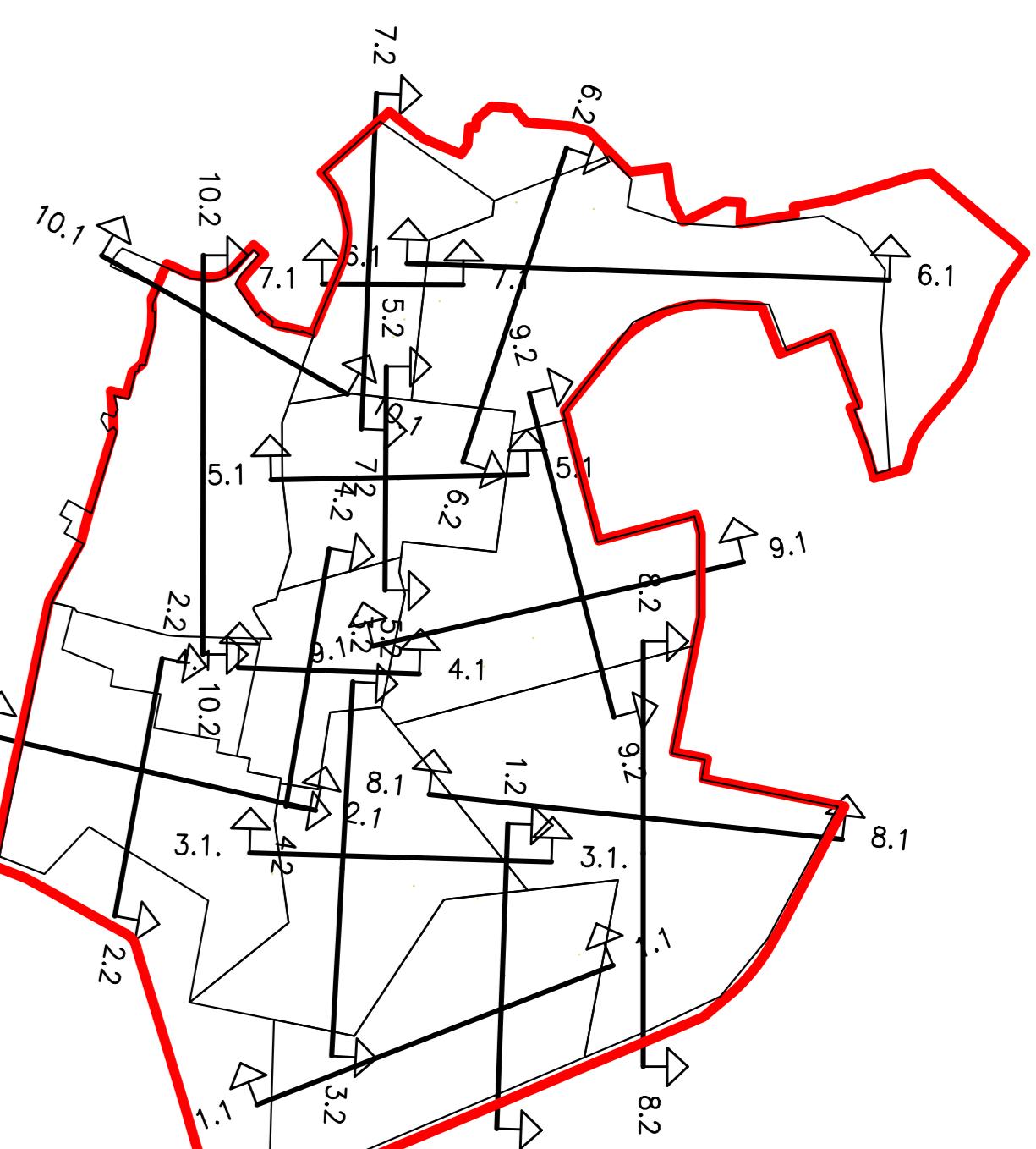
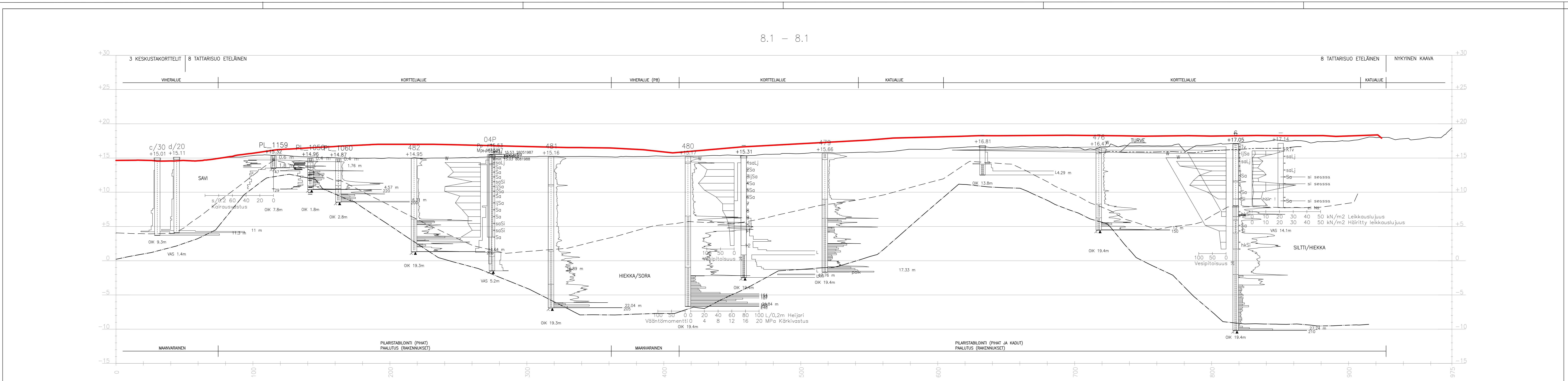
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinaattejärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouluunlaitos/Kyösti Korttelialtaa	Viranomaisen merkintäjä	Rakeluvon nro	
HELSINKI	38. MÄLMI 41. SUURMETSA			
Rakennustolppide	Pirustuskohde	Juokseva nro	POHJARAKENNUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Pirustuksen sisältö	Mittakova	LEIKKAUSPIRUSTUS	1:1000/1:200
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISUUNNITTELU			LEIKKAUS 7.1–7.1	
			LEIKKAUS 7.2–7.2	
DESTIA	Helsingin kaupungin Infrastruktuuri ja rakennuspalvelujen projektiyhdistys Pl. 206	GEO	Työnro	
	Puh. 02144411	Pirtt.		
EMI	Helsingin kaupungin Muuntyön yleissuunnittelu Teknisiöistä olevien suunnittelutu	IlRae	Tiedosto	

Suunn. TTo
Helsinki
Helsingin kaupungin
Muuntyön yleissuunnittelu
Teknisiöistä olevien suunnittelutu

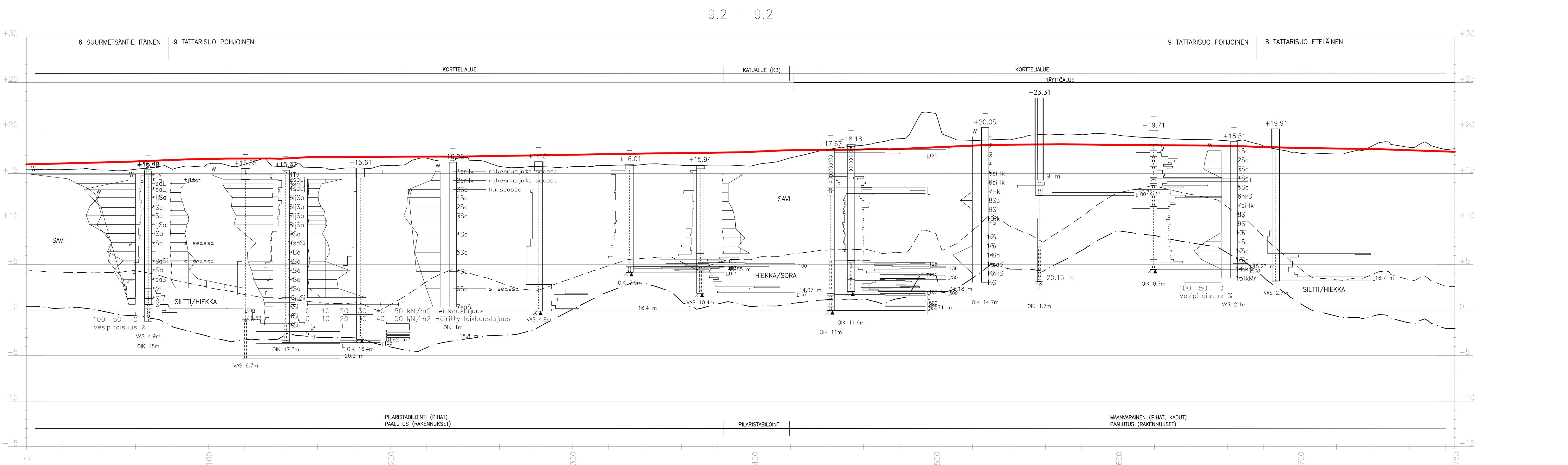
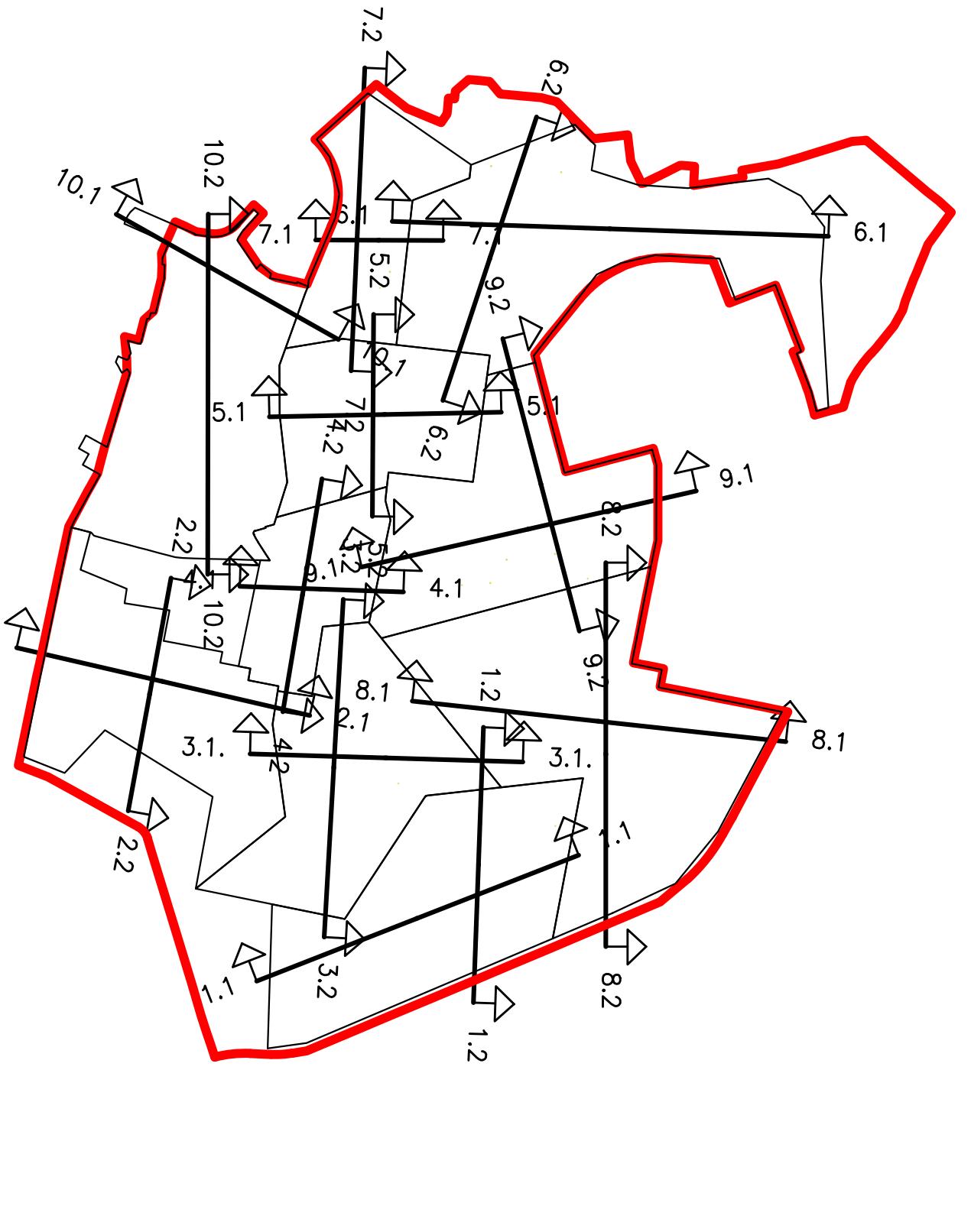
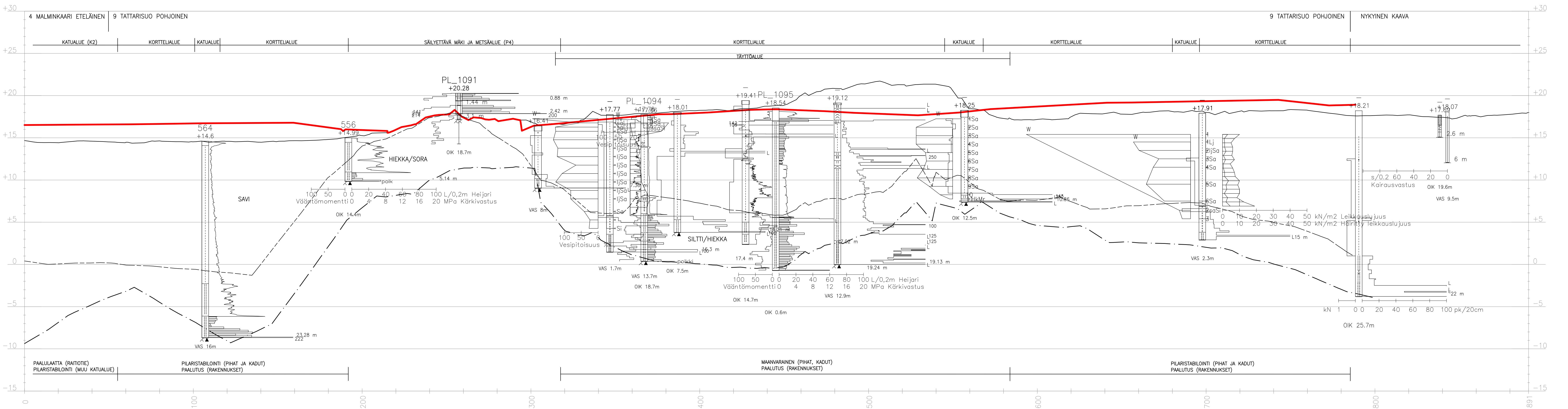
GEO
Tiedosto

Työnro
TTo
IlRae

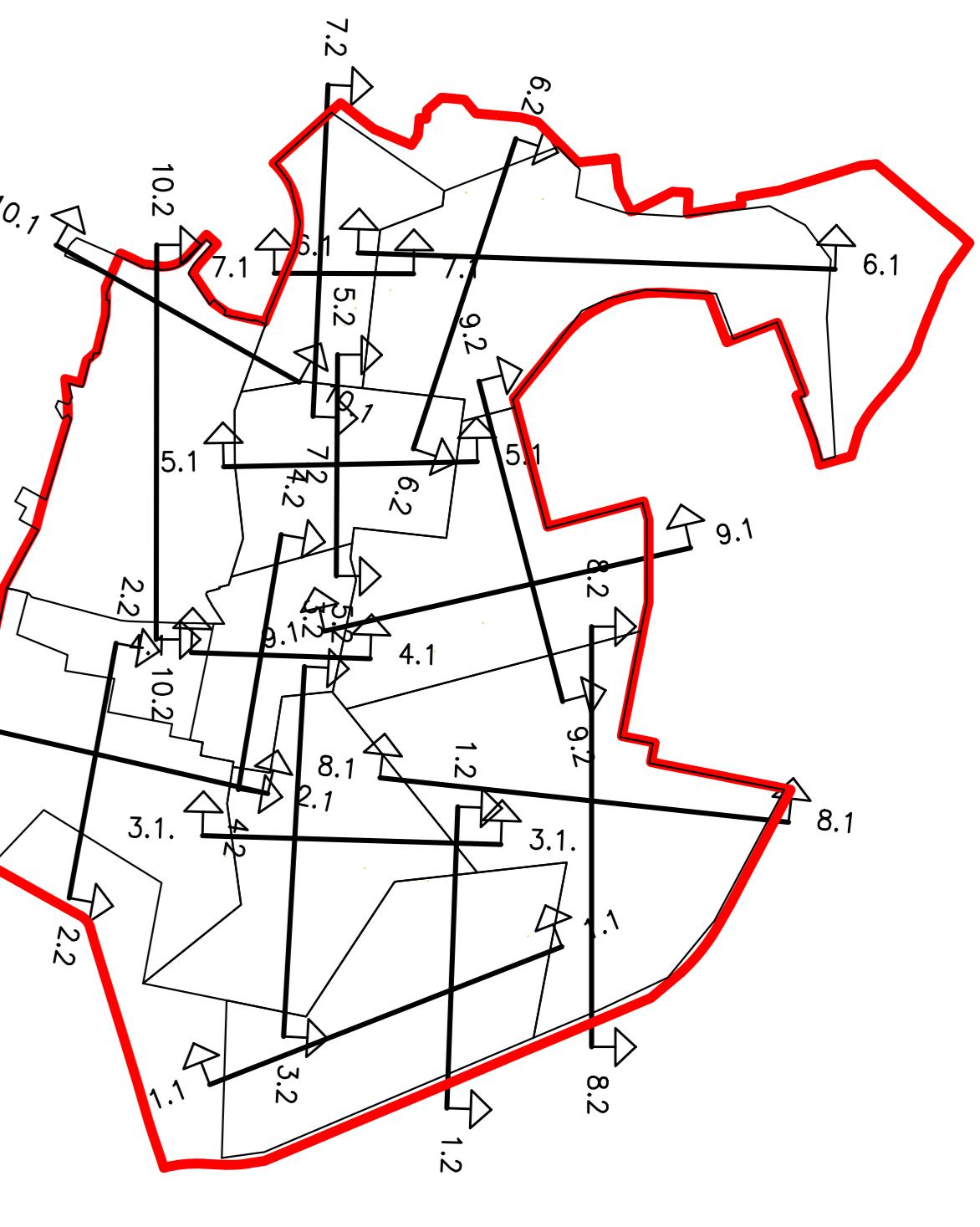
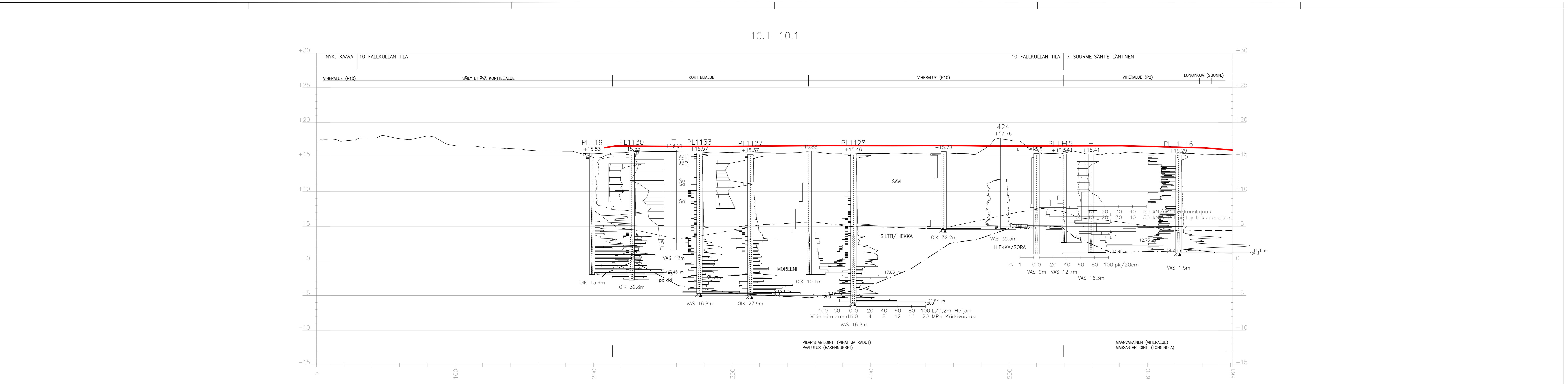
Pvm
25.09.2017



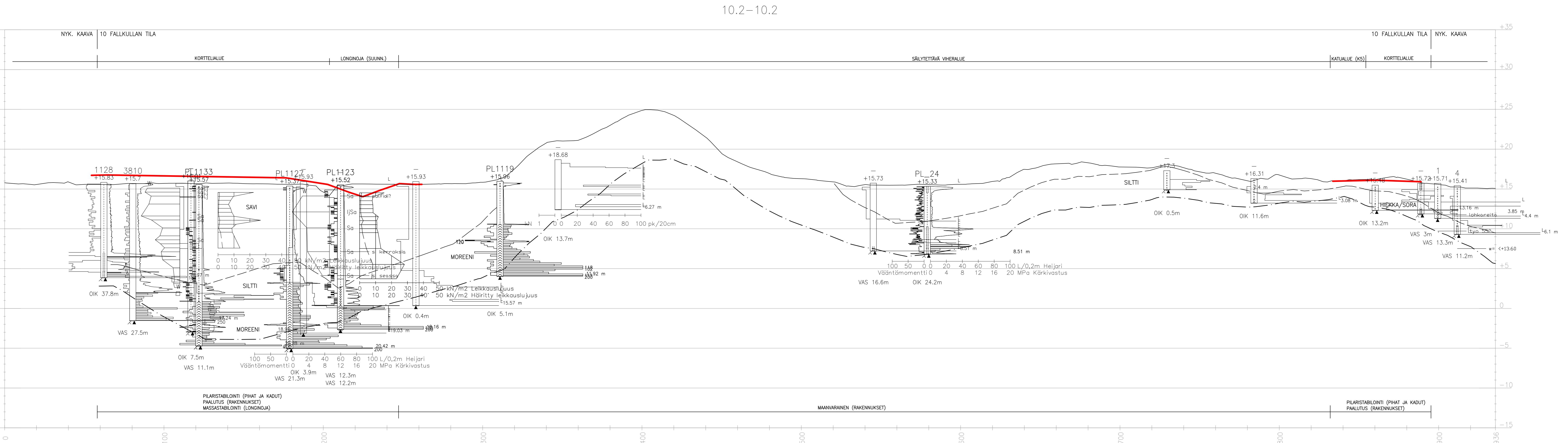
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinatisjärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kaupunginos/Kyö	Kortteli/Tila		
HELSINKI	38. MALMI			
Rakennustunnus	41. SUURMETSA			
Piirustusnumero		Julkseva nro		
Rakennuskohde nimi ja osoite				
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN				
ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU				
LEIKKAUS 8.1-8.1				
LEIKKAUS 8.2-8.2				
DESTIR				
Helsingin kaupunki				
Intressointi				
Neliskulma 270, Pl. 206				
Puh. 0204441				
Tiedosto				
Siivoxys				
EMI				
Suunn. 110	PLRae			
Pvm				
25.09.2017				



Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinaattejärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouluonnan/Kyösti	Kortteli/Tila		Viranomaisen merkintäjä
HELSINKI	38. MALMI 41. SUURMETSA			Rakennusnumero
Rakennustoloinpide		Piirustusloppu		Julkiseva nro
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Platsatustaiteen		Mittakuvio
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISUUNNITTELU		LEIKKAUSPIRUSTUS	1:1000/1:200	
EMI		LEIKKAUS 9.1-9.1 LEIKKAUS 9.2-9.2		
DESTIA		Suunn. GEO		Työnro
Helsinki		Helsingin kaupungin moottoritien yleissuunnitelma		
		PISTEX HELSINKI Pl. 206		
		Puh. 02144411		
		Hyökkyyd EMI		
		Helsingin kaupungin moottoritien yleissuunnitelma		
		Teknista osuuden suunnitelma		
		Piir. 426588.12		
		Pvm. 25.09.2017		



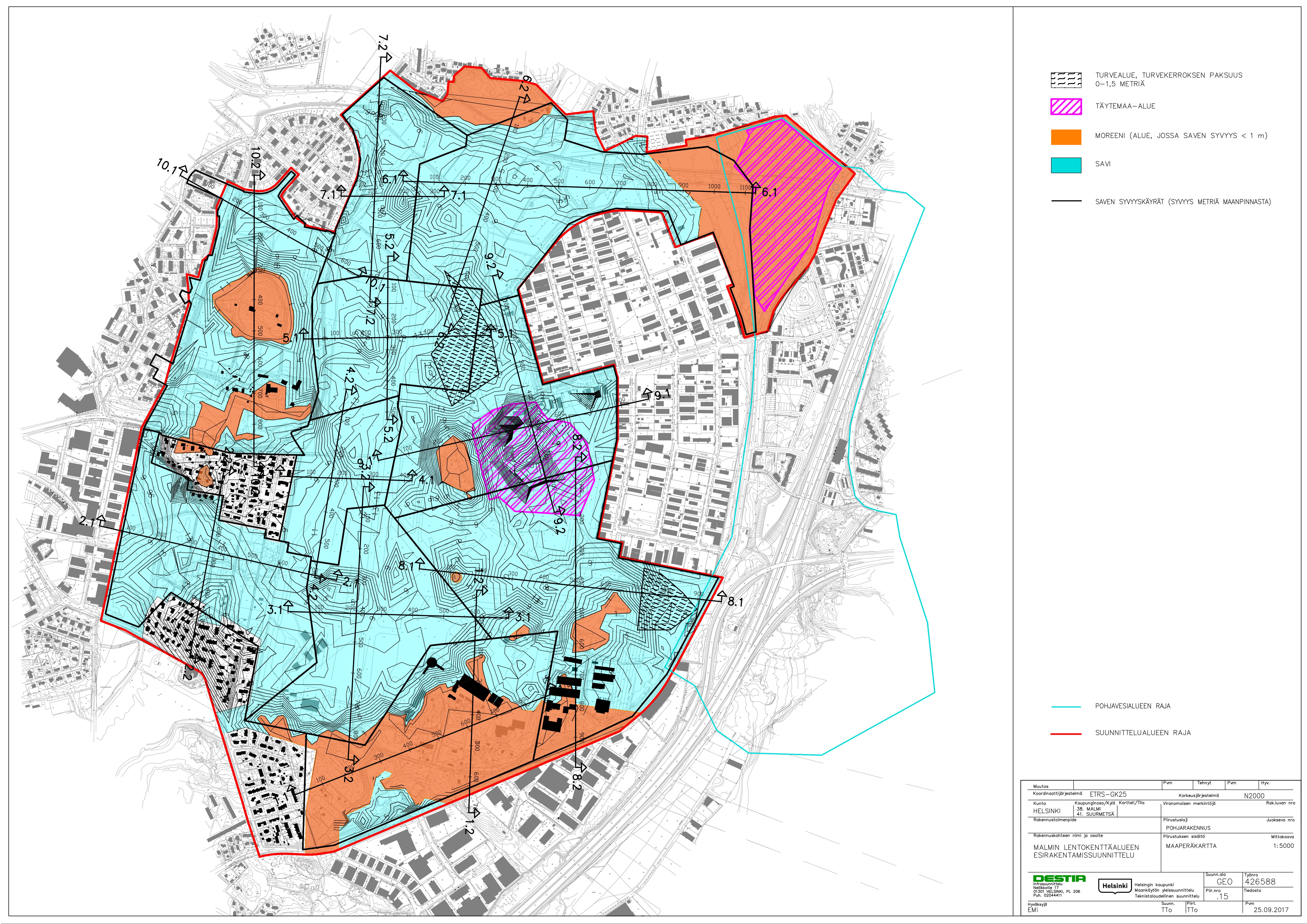
Nykyinen maapinta
 Arvioitu pääluen tunkeutumistaso
 Arvioitu saven alapinta
 Arvioitu turpeen alapinta
 Suunniteltu tasaus

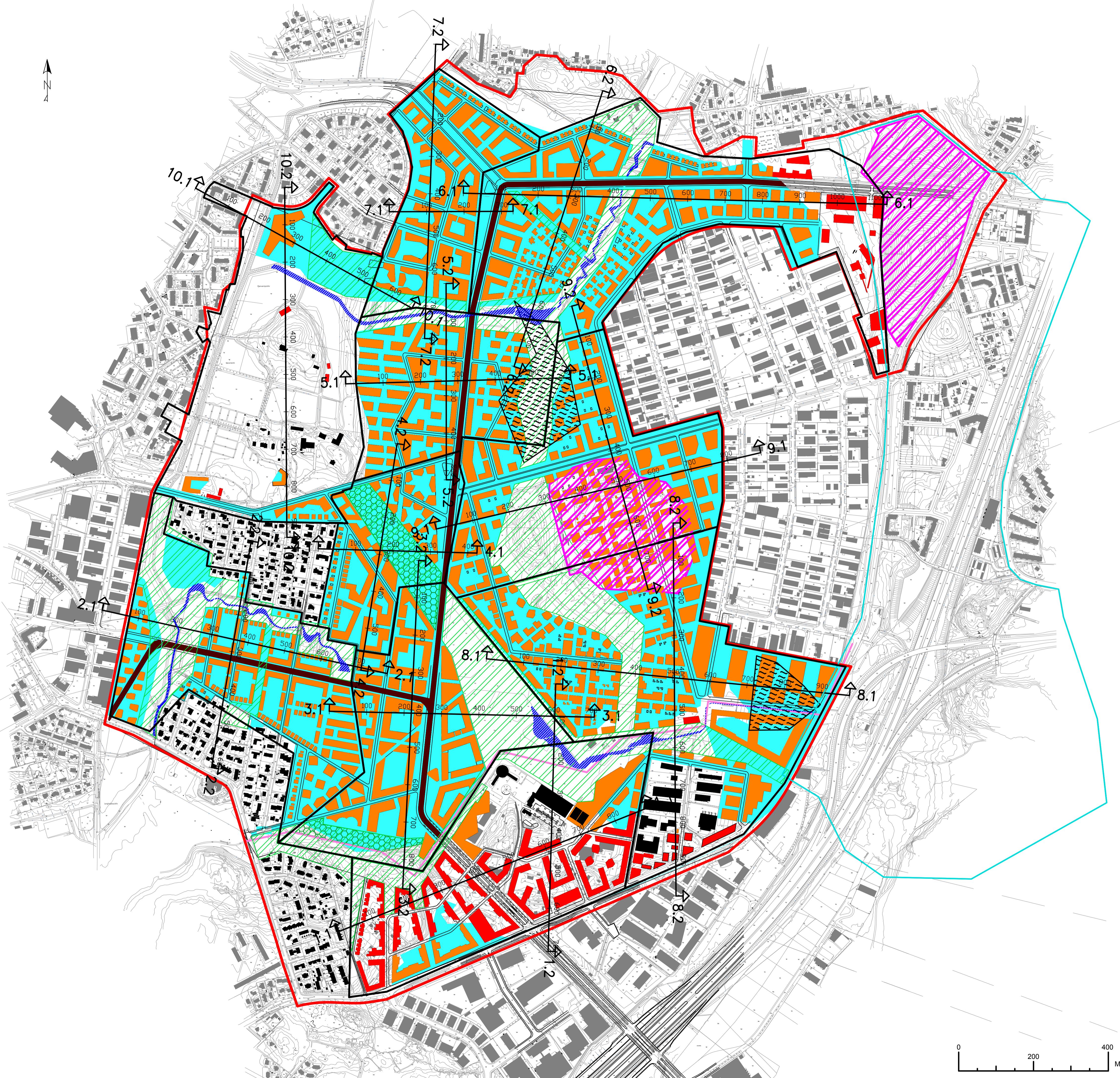


Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hv.
Koordinatisjärjestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kouvolan kaupunki	Korttelitila		
HELSINKI	38. MALMI	41. SUURMETSA		
Rakennustoimipide	Piirustusjo	Julkseva nro		
Rakennushallitus nimi ja osoite	POHJARAKENNUS			
MALMIN LENTOKENTTÄALUEELU	Piirustustekninen	Mittakaava		
ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU	LEIKKAUSPIRUSTUS	1:1000/1:200		
	LEIKKAUS 10.1–10.1			
	LEIKKAUS 10.2–10.2			
DESTIA	GEO	Työnro		
Intressointien	Helsingin kaupunki			
Neljässä k	Moottoritien yleisluunnitelma			
OY OY	Tekniikkatiedotus			
Puh. 0204441	Tieto			
	2426588.13			
Siivokysy	Suunn.	TTo	LRaee	Pvm
EMI				25.09.2017

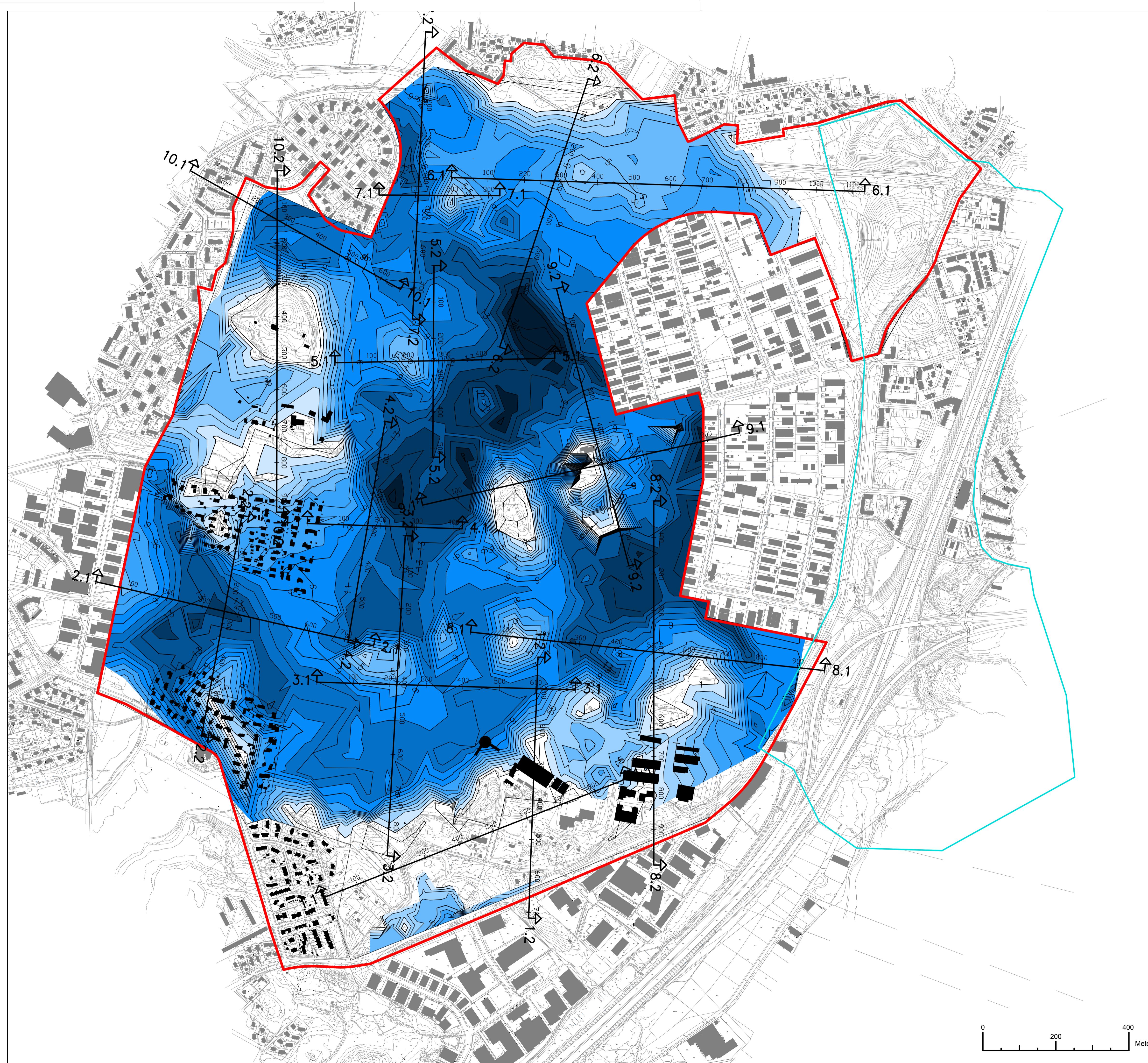


Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinaattipiirjestelmä	ETRS-GK25			N2000
Kunta	Kaupunginosaa/Kylää	Korttelit/Tila	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
HELSINKI	38. MALMI	41. SUURMETSA		
Rakennustoimenpide			Piirustuslaji	Julkiseva nro
			POHJARAKENNUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö	Mittakaava
MALMIN LENTOKENTÄÄLUEEN			TASAUSKARTTA	1:5000
ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU				
DESTIR Infrastruktuuri Neelikkoite 17 01301 HELSINKI, PL. 206 Puh. 02044411	Helsinki Helsingin kaupunki Maankäytön yleissuunnittelu Tekniikkaurakkallinen suunnittelu	GEO	Työnrö	
			Piir. TTo	
			Pirt. ILRae	
			Pvm	
			25.09.2017	





Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinaattejärjestelmä	ETRS–GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kaupunginosaa/Kyky	Korttelit/Tila	Viranomaisen merkintäjä	Rak.luvan nro
HELSINKI	38. MALMI	41. SUURMETSÄ		
Rakennustoimenpite	Piirustusloaji	POHJARAKENNUS	Julkseva nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	POHJANVAHVISTUSALUEET	Mittakaava	
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU			1:5000	
DESTIPA Infraesimittelu Nro 00000007 01301 HELSINKI, PL 206 Puh. 02044411	GEO	426588		
Helsinki Helsingin kaupunki Maankäytön yleissuunnitelu Teknislaidutuksen suunnitelu	Piir.nro	.16	Tiedosto	
Hyväksyjä EMI	Suunn.	TTö	Pvm	25.09.2017



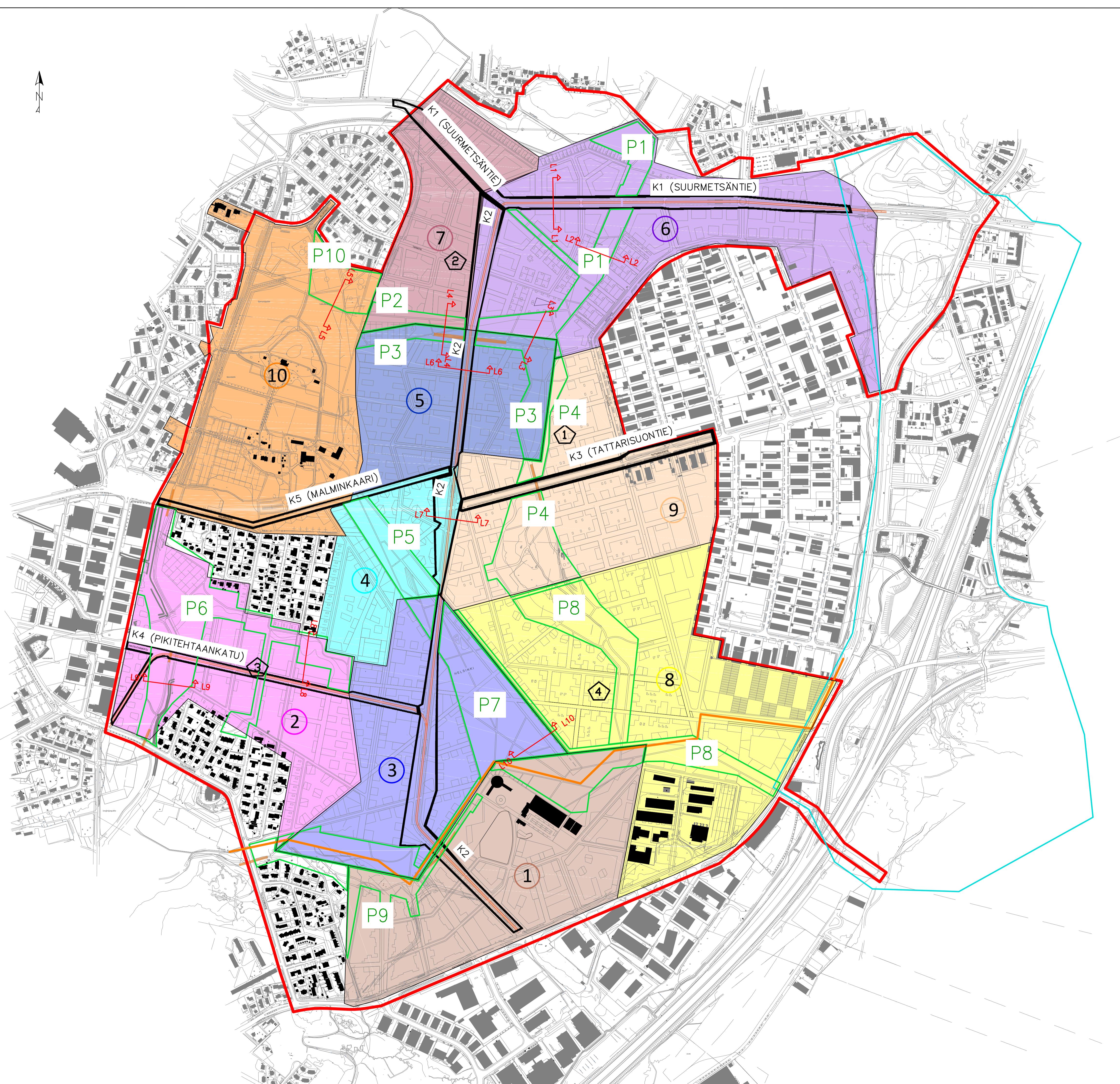


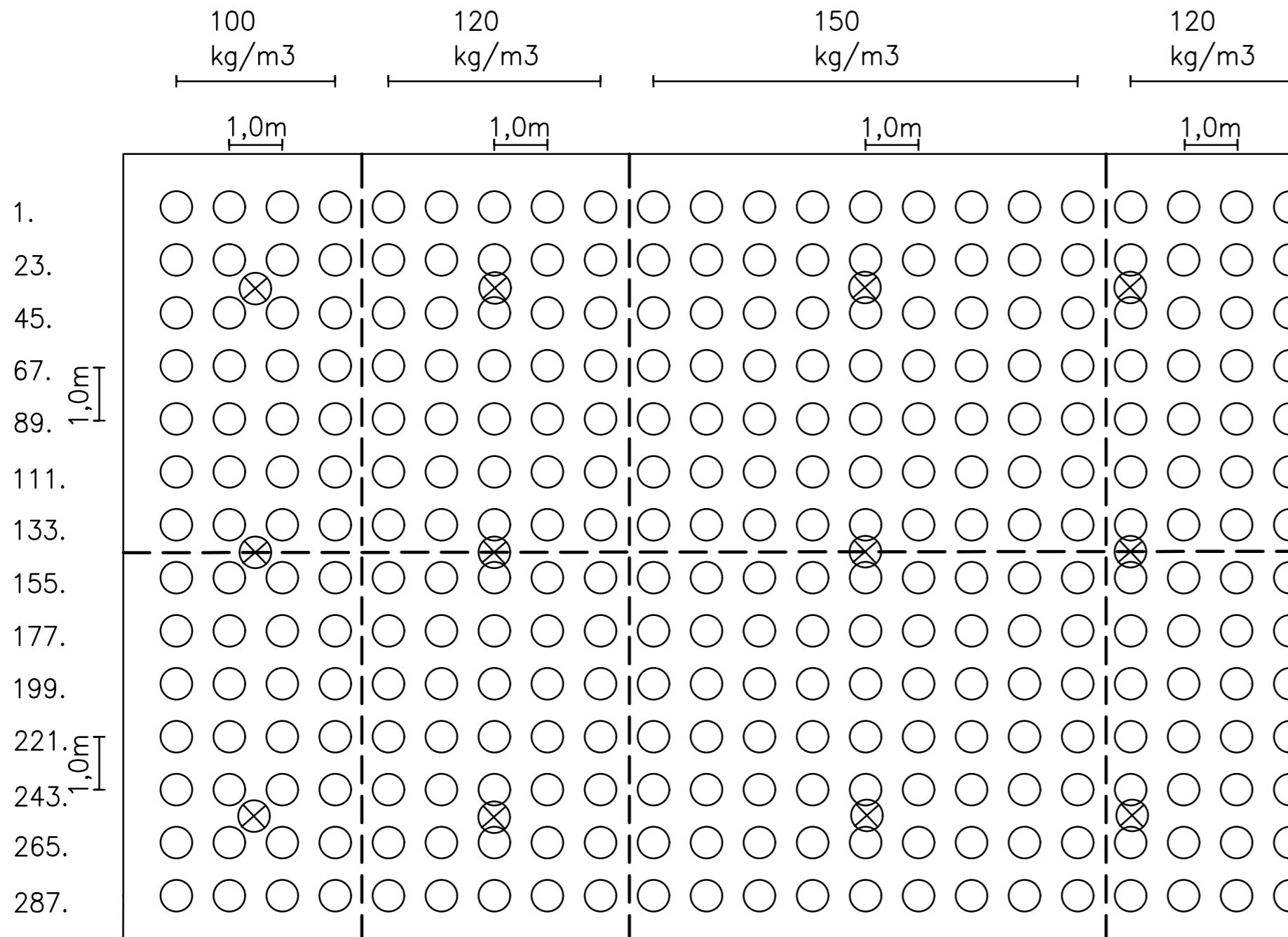
Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinattijärjestelmä	ETRS–CK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kaupunginosaa/KYK	Kortteeli/Tila	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro
HELSINKI	38. MÄLMI	41. SUURMETSÄ		
Rakennustoimenpide	Piirustusajj	POHJARAKENNUS	Juokseva nro	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	ARVIOITU PAALUJEN TUNKEUTUMISSYYVYS	Mittakaava	
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU			1: 5000	
DESTIP Infraesuunnittelu Nettisivut: www.destip.fi 01301 HELSINKI, PL 206 Puh. 02044411	Helsingin kaupunki Maankäytön yleissuunnittelu Teknistaudellinen suunnittelu	GEO	Työntö 18	
EMI		Piir.nro	Tiedosto	
		Suunn.	TTo	
		Piir.	TTo	
		Pvm		
		25.09.2017		



ARVIOITU TÄYTTÖVAHUUDES / KAIVUSYVYYS ON
 ESITETTY VÄRIEROJEN LISÄKSI METRIN VÄLEIN
 KORKEUSKÄYRIN.
 EROT OVAT TASAUksen YLÄPINNAN JA MAANPINNAN
 VÄLISIÄ EROJA.

Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinaattipiirijestelmä	ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä	N2000	
Kunta	Kaupunginoso/Kylä	Korttelit/Tila	Vironomaisen merkintöjä	Rak.Juvan nro
HELSINKI	38. MALMI	41. SUURMETSÄ		
Rakennustoimipide			Pilirustuslaji	Julkseva nro
			POHJARAKENNUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Pilirustuksen sisältö	Mittakaava
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISSUUNNITTELU			KAIVU – JA TÄYTTÖALUEET	1:5000
			KARTTA	
DESTIR Infrastruktuuri Neelikko 17 01301 HELSINKI, PL. 206 Puh. 020444111	GEO Helsingin kaupunki Monikäytön yleissuunnittelu Tekniikkatieteellinen suunnittelu	Työnrö Suunn.alा		
EMI	Helsingin kaupunki Monikäytön yleissuunnittelu Tekniikkatieteellinen suunnittelu	Piirt. Tiedosto		
		Piiri ILRaE		
		Pvm		
		426588.19		
				25.09.2017





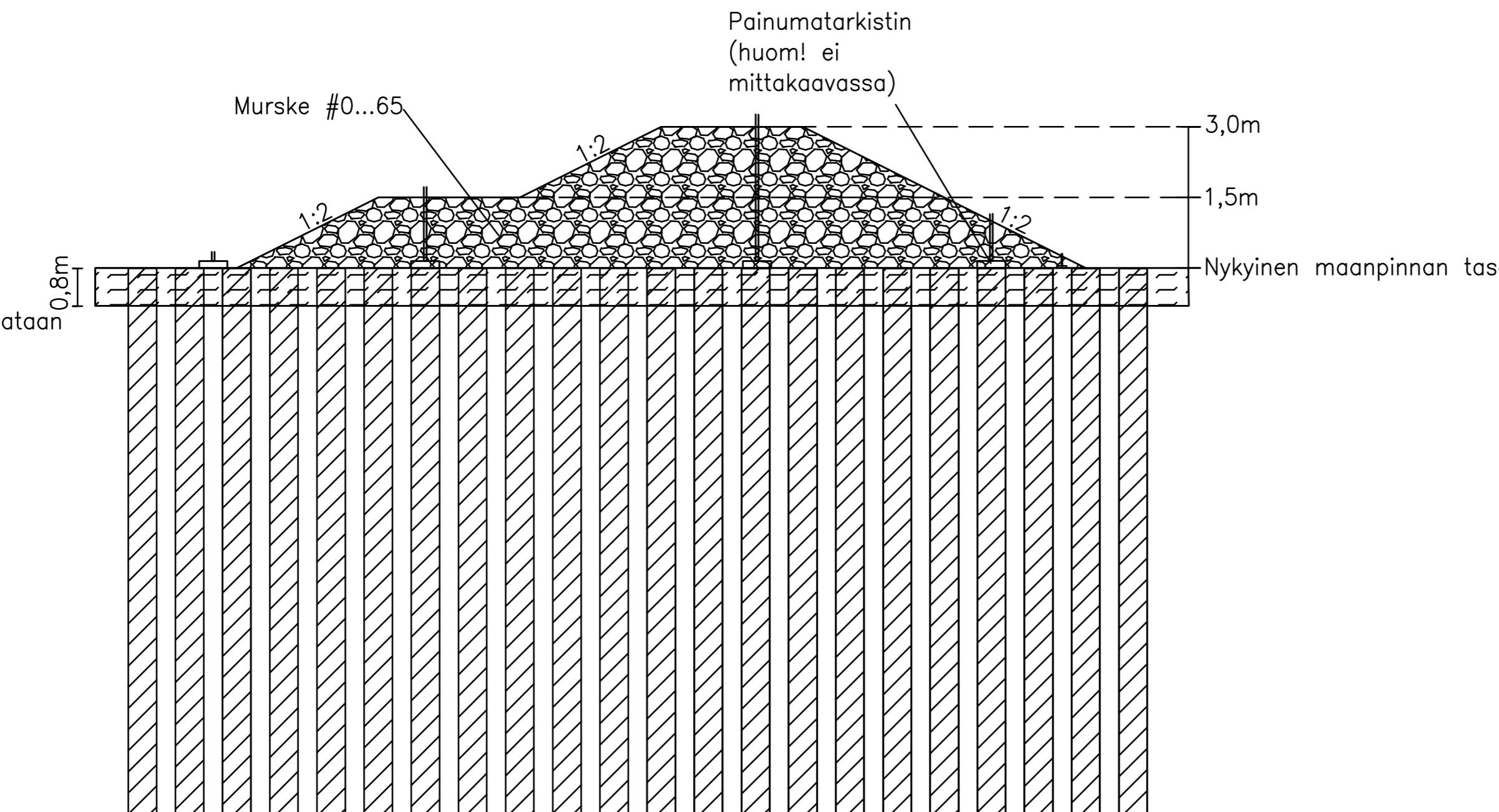
A ↑ 10m 20m ↑ A

Leikkaus A-A

Painumatarkistin
(huom! ei
mittakaavassa)

Murske #0...65

Turvealueilla turve
poistetaan ja korvataan
savella



Koepilaristabilointikentien sijainti (yhteensä 4 kenttää) on esitetty piirustuksessa 426588.19

○ Pilari Ø 600

⊗ Painumatarkistin

Pilarikairattavaksi suunniteltuihin kohtiin asennetaan suojarutket täytön läpi.

Penkereiden painumia mitataan ensimmäiset 2 kk 1 viikon välein, jonka jälkeen mittaukset 1 kk välein. Painumiens tarkkailua jatketaan noin 5–10 vuotta.

Pilarikairaukset tehdään jokaisen rivin 2., 6., 10., 14., 18., 21. pilarista (2, 6, 10, 14, 18, 21, 24, 28, 32...jne). Yhteensä pilarikairauksia tehdään neljällä pilarikentällä 336 kpl.

Pilarisiipikairaukset tehdään pilareista (47, 52, 59, 64, 157, 162, 169, 174, 245, 250, 257, 262. Yhteensä pilarisiipikairauksia tehdään neljällä pilarikentällä 48 kpl.

GTC	
kg/m	kg/pilarimetri
100	28
120	34
150	42
120	34

CaO-sementti	
kg/m?	kg/pilarimetri
100	28
120	34
150	42
120	34

Pilarikenttä 1

Koepilari n:o	x	y
1.	6682814.250	25502684.704
22.	6682814.250	25502705.704
287.	6681996.359	25502684.704
308.	6681996.359	25502705.704

Pilarikenttä 2

Koepilari n:o	x	y
1.	6683283.330	25502392.940
22.	6683283.330	25502413.940
287.	6683270.330	25502392.940
308.	6683270.330	25502413.940

Pilarikenttä 3

Koepilari n:o	x	y
1.	6682166.848	25501855.026
22.	6682166.848	25501876.026
287.	6682153.848	25501855.026
308.	6682153.848	25501876.026

Pilarikenttä 4

Koepilari n:o	x	y
1.	6682125.511	25502781.758
22.	6682125.511	25502802.758
287.	6682122.511	25502781.758
308.	6682122.511	25502802.758

Muutos	Pvm	Tehnyt	Pvm	Hyv.
Koordinatiijärjestelmä ETRS-GK25	Korkeusjärjestelmä N2000			
Kunta Kaupunginos/Kylä Kortteli/Tila	Viranomaisen merkintöjä	Rak.luvan nro		
HELSINKI 38. MALMI 41. SUURMETSA				
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji	Juokseva nro		
	POHJARAKENNUS			
Rakennuskoteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö	Mittakaava		
MALMIN LENTOKENTTÄALUEEN ESIRAKENTAMISUUNNITTELU	KOEPILARISTABILIOINTIKENTÄN TYYPPIKUVA	1:100		
DESTIA Infrasuunnitelu Neljäkkilä 17 01301 HELSINKI, PL 206 Puh. 02044411	Suunn.alo GEO	Työntö 426588		
	Helsingin kaupunki Maankäytön yleissuunnitelu Teknistoloudellinen suunnitelu			
	Piir.nro 21	Tiedosto		
Hyväksyjä EMi	Suunn. TTo	Piirt. TTo	Pvm	
				25.09.2017