

Rakennettavuusselostus

Vaasanpuiston asemakaava-alue

Joonas Kaskinen
31.8.2023

Vaasanpuiston asemakaava-alueen rakennettavuusselostus

Sisällys

1. Johdanto	3
2. Alueen kuvaus	3
Alueen nykytila	3
Toiminta alueella	3
Aiemmin tehdyt tutkimukset.....	3
Pilaantuneet maat	3
Maastonmuodot.....	4
Radon	4
Pohjavesi.....	4
Hulevedet	6
3. Pohjatutkimukset.....	6
Tehdyt pohjatutkimukset.....	6
Maaperän kuvaus.....	6
4. Laskelmat	9
Painumalaskelmat	9
Laskentaparametrit	9
Laskennan tulokset.....	9
Alueellinen vakavuus.....	9
5. Rakennettavuus	10
Rakennusten perustaminen	10
Routasuojaus.....	10
Pohjavesi.....	10
Aluerakentaminen	11
Kuivatus ja hulevedet.....	11
Kadut ja pihat.....	11
Putkilinjat	12
Kaivannot.....	12
Maaperän aiheuttama kemikaalirasitus	13
Hapan sulfaattimaa.....	13
Muut korroosiota aiheuttavat tekijät.....	14
Jatkotoimenpiteet	14
Liitteet	14

1. Johdanto

Tämä selvitys on tehty Vaasanpuiston asemakaavan laadinnan yhteydessä. Asemakaavaa laaditaan lakkautetun vedenpuhdistamon alueelle Iso-Heikkilän kaupungisosaan. Asemakaavan tavoitteena on nykyisen kaupunkirakenteen tiivistäminen. Alueelle kaavoitetaan asuinkerrostaloja ja monitoimitalo. Tarkoitus on myös sijoittaa hulevesien viivytysalue kaava-alueen koillisosaan. Tässä raportissa selvitetään kaava-alueen pohjamaaolosuhteet sekä arvioidaan niiden vaikutusta rakennusten ja infran rakentamiselle.

2. Alueen kuvaus

Alueen nykytila

Alue sijaitsee Turussa Iso-Heikkilän kaupunginosassa Pansiontien/Tukholmankadun pohjoispuolella osoitteessa Ruissalontie 18. Itäpuolella alue rajautuu Kirstinpolkuun, jonka itäpuolella on toimitilarakennus Saippua Center. Länsipuolella alue rajautuu Vaasantiehen ja pohjoisessa Ruissalontiehen. Kaava-alueen länsireunalla on puisto. Kaava-alueen eteläpuolella kulkee paineviemäri linja (2*800 OE). Vaasanpuiston alue on entisen jätevedenpuhdistamon aluetta. Rakennukset ovat alueelta purettu. Osa alueesta toimii tällä hetkellä lumensijoituspaikkana ja alueen keskiosassa on allas, johon lumensulamisedet valuvat. Alueella on myös maa-ainesten tilapäistä varastointitoimintaa. Lähimmät asuinalueet sijaitsevat pohjoisessa Vaasantien itäpuolella, lännessä Patterihaan kaupunginosassa suunnittelualueen länsipuolella, suunnittelualueen kaakkoispuolella Portsan kaupunginosassa ja suunnittelualueen eteläpuolella Herttuankulman alueella Tukholman kadun eteläpuolella. Lähin asuinrakennus sijaitsee Rata-vahdinrinteellä noin 100 metrin päässä toiminta-alueen rajasta ja noin 50 metrin päässä Pansiontien eteläpuolella Herttuankulmassa.

Toiminta alueella

Tällä hetkellä alue toimii osittain lumenkaatopaikkana. Lisäksi alueella harjoitetaan ympäristöluvan mukaista välivarastointia maa- ja kiviaineksille ja rakennusten purusta syntyneelle jätteelle, joita on tarkoitus uudelleen käyttää. Lisäksi voidaan varastoida pieniä määriä pilaantuneita maa-aineksia ennen niiden toimitusta jatkokäsittelyyn.

Aiemmin tehtyt tutkimukset

Alueella on aikaisemmin tehty 47 tärykairaus, 24 painokairaus, 9 siipikairaus, 5 heijarikairaus ja 1 puristinheijarikairaus. Vuonna 1952 tehtyjä tärykairauksia lukuun ottamatta, tehtyt kairaukset alueella ovat sijoittuneet tiheisiin ryppäisiin pienelle osalle aluetta, jolloin niiden perusteella ei pystytty muodostamaan kokonaiskuvaa alueen maakerroksista. Tärykairauksista pystyttiin lähinnä arvioimaan kovan pohjan etäisyyttä maanpinnasta.

Alueella on aiemmin tehty pilaantuneisuusselvityksiä, joiden perusteella maaperässä todettiin kohonneita haitta-ainepitoisuuksia. Maaperän tilan tietojärjestelmän mukaan entisen jätevedenpuhdistamon alueella on tehty maaperätutkimuksia vuosina 2007 ja 2012. Vuonna 2007 tehdyssä tutkimuksessa havaittiin eri puolilla aluetta SAMASE-raja-arvot ylittäviä lyijyn, sinkin ja bariumin pitoisuuksia. Lisäksi todettiin lyijyn ja sinkin osalta SAMASE-ohjearvojen ylityksiä sekä voiteluöljypohjaisten hiilivetyjen ohjearvon ylitys.

Vuonna 2012 tutkittiin entisen jätevedenpuhdistamon altaiden aluetta. Valtioneuvoston asetuksen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnista (214/2007) kynnysarvoja ylittäviä öljyhiilivety pitoisuuksia ei havaittu. Neljässä näytteessä todettiin arseenin kynnysarvon ylitys. Muita metalleja ja puolimetalleja ei todettu kynnysarvon ylittäviä pitoisuuksia. Yhdessäkään pisteessä ei todettu PAH-yhdisteitä tai haihtuvia hiilivetyjä kynnysarvot ylittävinä pitoisuuksina.

Pilaantuneet maat

Tässä selvityksessä ei ole otettu kantaa alueen pilaantuneisiin maihin tai niiden puhdistustarpeisiin. On kuitenkin selvää, että pilaantuneiden maiden poistaminen kaivamalla ja korvaaminen jollain mulla maa-

aineksella muuttaa alueen kuormitusilannetta. Tällöin tässä raportissa esitetyt laskelmat eivät välttämättä enää päde. Korvaaviin täyttöihin on myös tässä suhteessa kiinnitettävä huomiota.

Maastonmuodot

Suunnittelualue on tasaista kenttää, jonka korkeusasema on noin +3.0. Suunnittelualueen luonnontilainen maaperä on savea. Pintaosat ovat noin 0,5- 3,5 m syvyyteen täyttömaata.

Radon

Radon tutkimuksia ei ole tämän työn yhteydessä tehty. Savimaasta ei yleisesti vapaudu radonia. Täyttökerroksissa mahdollisesti olevaa radonia ei ole tiedossa.



Kuva 1. Täyttömaapohjaa saven päällä

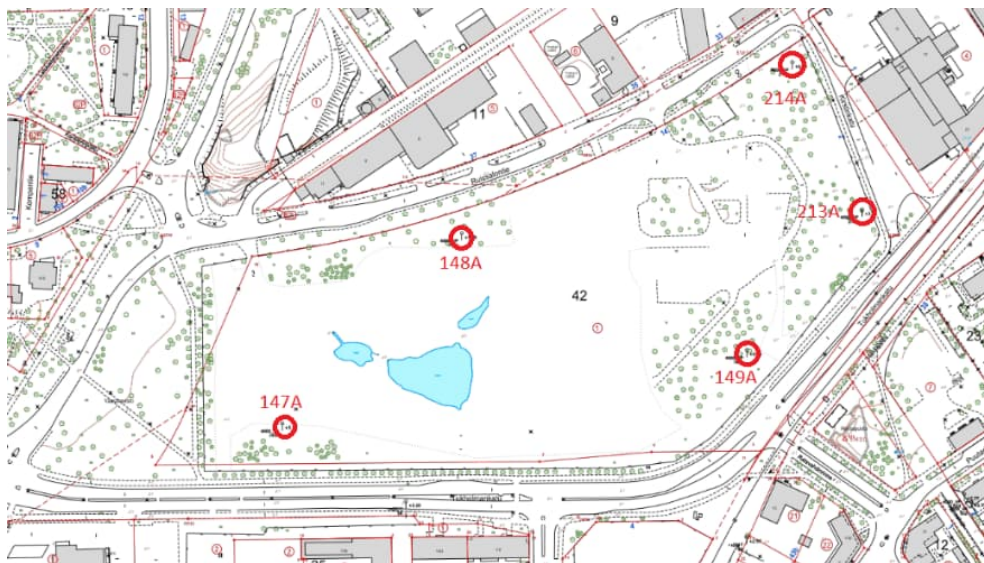
Pohjavesi

Kaava-alue ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin pohjavesialue Kaarningon pohjavesialue (0285352, muu vedenhankintaan soveltuva pohjavesialue) sijaitsee noin 4,6 kilometrin etäisyydellä suunnittelualueesta koilliseen. Suunnittelualueen läheisyydessä ei ole tiedossa lähteitä. Pintavesien osalta suunnittelualue sijoittuu kahden valuma-alueen; Aurajoen alaosan ja Kuninkojan välialueen valuma-alueelle. Lumenkaatopaikan pintavedet johdetaan alueella sijaitsevaan altaaseen, josta vedet johdetaan kaupungin hulevesiverkostoon.

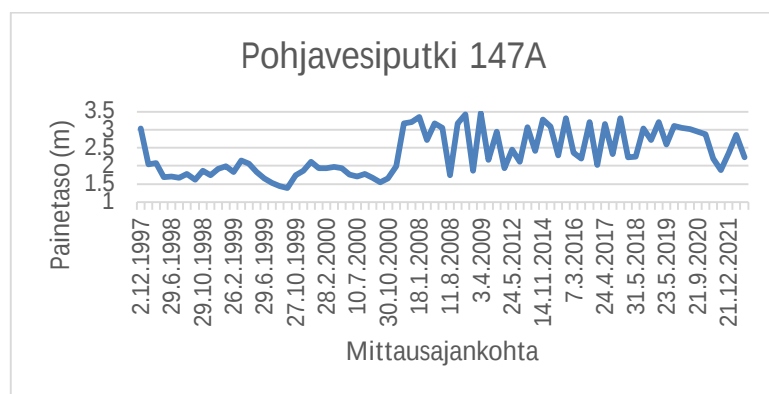
Alueella on viisi pohjavesiputkea, joista on olemassa mittauksia vuodesta 97 alkaen. Yksi putkista on merkitty hävinneeksi vuoden 2009 mittauksen yhteydessä. Putket sijaitsevat alueen nurkissa, joten niiden kattavuus katsotaan riittäväksi tässä suunnitteluvaiheessa, eikä lisäputkia tässä yhteydessä asennettu.

Putken tunnus	Keskim. vedenk.	Maanp. korkeus	Vedenp. maanpinnasta	Huomiot
213A	1,93	3,38	1,45	
214A	1,96	2,98	1,02	
147A	2,22	3,30	1,08	
148A	2,62	3,29	0,67	

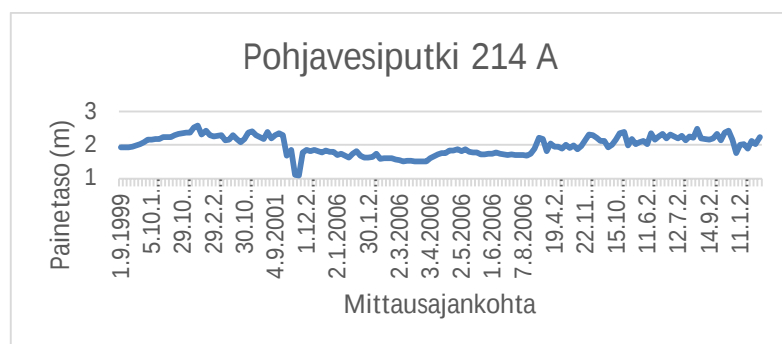
Kuva 2. PV-putkien keskimääräiset vedenpinnat koko mittauhistorian ajalta.



Kuva 3. Pohjavesiputkien sijainnit suunnittelualueella.



Kuva 4. PV 147A mittauhistoria.



Kuva 5. PV 214A mittauhistoria.

Pohjavedenpinnan korkeuslukemat mittausajankohtina on yhdistetty kuvaajassa toisiinsa selkeyden vuoksi. Vedenpinta ei kuitenkaan todellisuudessa käyttäydy lineaarisesti mittauksen välillä.

Havainnoista käy ilmi, että keskimääräinen pohjavesipinta on lähellä maan pintaa, n. metrin etäisyydellä. Alueen lounasnurkassa havaittu vaihtelu on suurta vuodenvaihtelun sisällä, yli metrin luokkaa. Alueen koillisenurkassa vastaava vaihtelu on savimaalle tyypillisemmissä lukemissa, muutama kymmenen senttiä.

Pohjaveden painetaso on siis aika-ajoin savikerroksen yläpuolella, täyttökerroksessa. Käytännössä tämä ei kuitenkaan tarkoita, että vedenpinta olisi alueella joka paikassa painetason mukainen; täyttömaakerros on savea huomattavasti vettä läpäisevämpää, jolloin saveen pintaan mahdollisesti suodautunut vesi

hakeutuu täyttökerroksessa korkeuden paikallisiin minimikohtiin. Nämä vedet ja alueelle muodostuvat hulevedet muodostavat yhdessä täyttökerrokseen orsivesitaskuja. Vedenpintaa on nähtävissä alueelle kaivetuissa hulevesialtaissa

Hulevedet

Käsittelyalueen rakennetta on muokattu, kun jätevedenpuhdistamo lopetti alueella toimintansa. Kentän pohja on muotoiltu viettäväksi siten, että pintavedet valuvat käsittelyalueella sijaitsevaan altaaseen. Isoksi altaaksi muokatun alueen pohjalla on nykyisin suodatinkangas. Kaikki alueen pintavedet johdetaan samaan altaaseen, josta johdetaan ylivuotoputken kautta kaupungin hulevesiverkostoon. Valuma-alueen suuruuden takia vuosittaisten virtaamien määrät voivat olla suuria.



Kuva 6. Hulevesialtaan luiskassa on erotettavissa eri maakerrokset

3. Pohjatutkimukset

Tehdyt pohjatutkimukset

Tätä työtä varten tehtiin alueelle 23 uutta painokairausa, yksi siipikairaus ja otettiin kahdesta pisteestä häiriintynyt maanäytesarja n. 15 m syvyydelle. Uudet painokairaukset kohdistettiin pääasiassa alueen keskiosiin, josta oli aiemmin tehty vain tärykairauksia. Maalaboratoriossa näytteistä (pisteet 523 ja 524) tutkittiin vesipitoisuus, rakeisuus, maalaji, hienousluku ja leikkauslujuus kartiokokeella. Humus- ja sulfidiepäilyn takia pintakerrosten näytteistä analysoitiin sulfidisavi sekä humuspitoisuus. Osalle molemmista pisteistä otetuille näytteille määritettiin kokoonpuristuvuusominaisuudet ödometrikokeella.

Maaperän kuvaus

Alueen pinnassa on täyttömaakerros, jonka paksuus vaihtelee 0,5-3,5 m välillä. Alueelle kaivettujen hulevesialtaiden kuopissa näkyvien maaleikkausten perusteella täyttömaa vaikuttaa olevan hiekansekaista, eikä karkeampaa lajitetta juurikaan ole. On kuitenkin hyvin mahdollista, että täyttömaa vaihtelee alueen eri osissa. Kairauksen perusteella täyttökerros on liikenne- yms. kuorman vaikutuksesta vuosien saatossa hyvin tiivistynyt.

Täyttömaakerroksen alla on savea. Savikerroksen paksuus vaihtelee voimakkaasti ollen ohuimmillaan kaava-alueen länsipäässä sekä pohjoisreunalla lähellä Ruissalontietä ollen 3-10 metrin luokkaa. Paksuimmillaan savikko on alueen eteläreunalla Tukholmankadun lähellä sekä alueen keskiosassa. Näillä alueilla savikerroksen paksuus vaihtelee 10-30 m välillä.

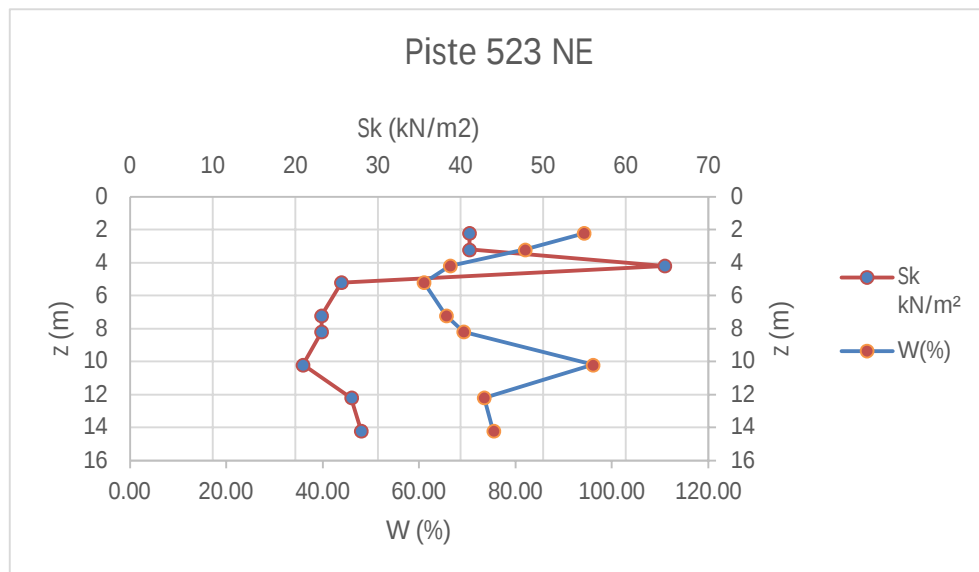
Savikerroksen pinnassa on ohut alle metrin paksuinen kuivakuorikerros. Koko savikko jakautuu pintaosan pehmeään ja alempaan sitkeään kerrokseen. Pehmeään savikerroksen paksuus vaihtelee pääasiassa n. 5-10 m välillä. Pehmeä kerros on pintaosaltaan lujittunut täytön painosta, leikkauslujuuden ollessa n. 20-40 kPa luokkaa. Tässä raportissa leikkauslujuudella tarkoitetaan redusoimatonta siipikairaus- tai kartiolujuutta. Muutoin pehmeän kerroksen leikkauslujuus on alimmillaan n. 10-15 kPa kasvaen n. 0.9 kPa/m syvyyden suhteen. Pisteessä 524 kartio- ja siipikairauslujuudet ovat hyvin lähellä toisiaan. Pisteessä 523 kartiolujuus on pintaosia lukuun ottamatta n. 10 kPa suurempi samoilla syvyyksillä. Vesipitoisuus tässä pehmeässä kerroksessa vaihtelee pintaosan 115 ja alemman osan 70 % välillä. Humuspitoisuuden perusteella kyseessä on liejuinen savi. Paikoin jopa savinen lieju. Savi on sensitiivisyydeltään vähän tai kohtalaisen sensitiivistä.

Pehmeän kerroksen alla on sitkeä savikerros, joka päättyy moreeniin. Kartiokokeiden leikkauslujuus kasvaa voimakkaasti syvyyden suhteen. Tämä kerros on myös osittain kovempaa savea. Alueen keskiösiin ohjelmoituja siipikairauksia ei saatu tehtyä, koska savi ei leikkaantunut/siipi ei painunut alas käytössä olleella kalustolla suojaputkella täytön läpi kairattaessa (pisteistä 504, 512 ja 518). Savikko on kokonaisuudessaan kuormituksessa voimakkaasti kokoonpuristuvaa.

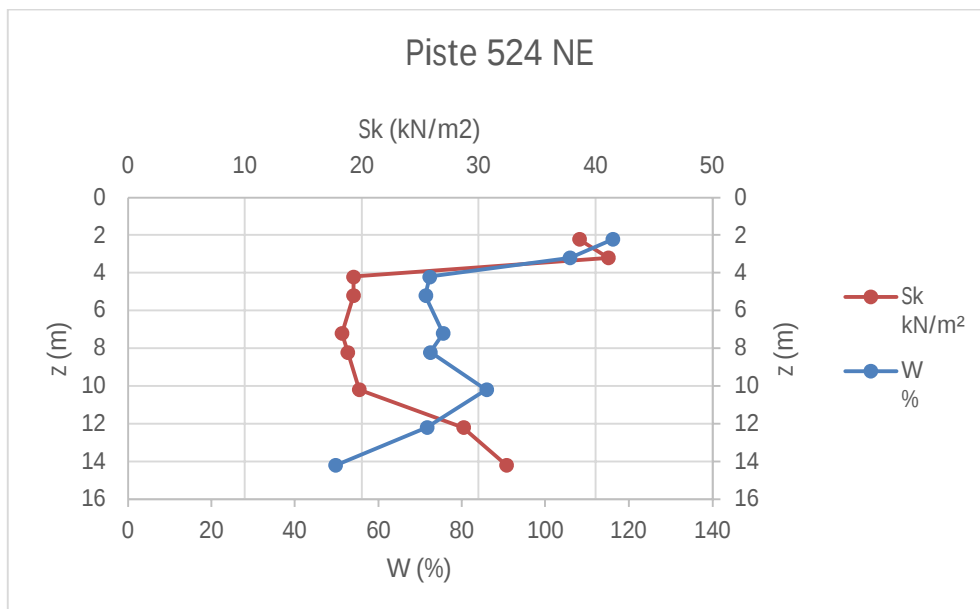
Saven paksuudet on esitetty liitteessä korkeuskäyrinä ja värityksinä kartalla. Lukemat ovat vain suuntaa antavia harvahkon tutkimuspisteverkon johdosta.

Saven alapuolella on tiivis moreenikerros. Kairaukset ovat päättyneet kiveen, kallioon tai tiiviiseen moreeniin. Kalliovarmistuksia ei ole tehty.

Alla esitetty tutkimuspisteistä vesipitoisuus ja kartiokokeen redusoimaton lujuus.



Kuva 7. Pisteen 523 näytteiden tutkimustulokset.



Kuva 8. Pisteen 524 näytteiden tutkimustulokset.

Pohjamaa voidaan rakeisuustutkimusten perusteella luokitella routivaksi. Roudan aiheuttamat maan liikkeet riippuvat maalajin rakeisuuden lisäksi maaperässä olevan veden määrästä. Pohjavedenpinnan ollessa lähellä maan pintaa, voi maa jäätyessään routia merkittävästikin tällä alueella.

4. Laskelmat

Painumalaskelmat

Laskentaparametrit

Saven kokoonpuristuvuusominaisuuksien arviointi perustuu ödometrikokeiden tuloksiin ja osittain saven vesipitoisuuksiin. Osa näytteistä on todennäköisesti ollut häiriintyneitä, koska konsolidaatiojännityksen määrittäminen ei ole onnistunut luotettavasti kaikissa ödometritutkimuksissa. Parametrit on arvioitu kahden pisteen tuloksista ja keskiarvoistettu koskemaan koko aluetta. Raportin laatija näkee tämän olevan mielekkäämpi tapa, kuin käyttää pistekohtaisia arvoja alueen eri osissa, tutkimusten vähäisen määrän ja edustavuuden takia. Käytetyt arvot näkyvät raportin liitteenä olevissa laskentapoikkileikkauksissa.

Laskentapoikkileikkauksiksi on valittu erilaisia kerrospaksuuksia edustavia kohtia alueella. Painumia on mallinnettu kahdella erilaisella täyttökuormalla; 0,5 ja 1 m pengerkorkeudella. Kuormat on mallinnettu laaja-alaisina täyttökuormina.

Tässä kohtaa on huomioitava, että alueelle aiemmin tehty vanha täyttö aiheuttaa yhä painumaa savikolle. Laskelmat on tehty huomioiden pelkästään nykytilanteeseen nähden uuden kuormituksen aiheuttama painuma. Painumaa on mahdoton arvioida tarkasti tuntematta alueen tarkkaa kuormitushistoriaa tai alkuperäistä maanpinnan tasoa. Vanhojen ilmakuvien perusteella täyttö on tehty 1960-luvulla. Suurin painuma on jo ehtinyt tapahtua, mutta edelleen vuosittain muutaman millimetrin painumaa tapahtuu.

Laskennan tulokset

Alla on taulukoituna painuma-arviot eri laskentapisteeissä. Keskimääräinen painuma kuvaa alueen ominaisuuksia, muttei sitä voi suoraan käyttää suunnittelun lähtökohtana. Saven paksuus vaihtelee alueen sisällä paljon. Suurin vaikutus painuman suuruuteen on saven sekä täyttökerroksen paksuudella. Tiivis kantava täyttömaa toimii kuormitusta jakavana kerroksena. Täytön ollessa ohuempaa, kohdistuu savikerroksen yläosaan suurempi rasitus penkereen painosta. Tämä vaikutus korostuu kuormituksen ollessa äärellisen levyistä, kuten katurakennepoikkileikkauksessa. Painumat on laskettu laaja-alaisella kuormala. Savikon paksuudella on vaikutusta myös painuman nopeuteen.

Piste Penger (m)	Painuma (mm) 5v		Painuma (mm) 10v		Painuma (mm) 20v		Painuma (mm) 50v	
	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
501	150	300	200	380	240	510	350	710
517	75	130	100	200	120	220	150	310
523	155	185	200	240	200	290	220	480
524	45	75	65	115	90	165	155	350
Keskimäärin (mm)	106	173	141	234	163	296	219	463

Alueellinen vakavuus

Alueen topografian tasaisuuden sekä etäisyyden merenrannasta/muusta vesistöstä/uomasta vuoksi riski alueellisen vakavuuden heikkenemiselle ei ole nähty, eikä siten tarvetta sen lähemmälle tarkastelulle laskennallisesti ole.

5. Rakennettavuus

Rakennusten perustaminen

Suunniteltaessa rakentamista alueelle tulee ottaa huomioon, että alueella esiintyvät hienorakeiset maa-lajit puristuvat kuormitettaessa kokoon. Kokoonpuristuminen on yleensä hidasta ja kokoonpuristuvan kerroksen paksuuden mukaan saattaa kestää useita vuosia. Kuormia aiheuttavat alueelle rakennettaessa mm. alueelliset täytöt, mahdolliset rakennusten alustäytöt, perustuskuormat sekä pohjavedenpinnan alentaminen tai aleneminen. Varsinaista rakennussuunnittelua varten rakennuspaikoilla tulee suorittaa lisäpohjatutkimuksia, joiden tulosten perusteella on mahdollista tarkentaa perustamistapaa, paalupituuk-sia ja mitoittavaa maapohjan kantavuutta sekä tarkastaa kokonaispainumat ja kulmakiertymät tontti- ja rakennuskohtaisesti.

Pehmeiden hienorakeisten maakerrosten alueella eli koko suunnittelualueella, kantavat rakenteet perus-tetaan kiinteään moreenimaakerrokseen tai kallioon ulottuvien tukipaalujen varaan. Paalujen voidaan alustavasti arvioida tunkeutuvan vähintään kairauksilla saavutettuun syvyyteen. Paalutyyppi valitaan yksityiskohtaisemman rakennussuunnittelun yhteydessä. Rakennukset tulisi suunnitella pohjamuodoil-taan selkeiksi, jolloin tarvittava paalumäärä kerrosneliömetriä kohden saadaan pidettyä maltillisempänä. Paalupituuksien arviointiin suositellaan puristinheijarikairauksia rakennusten anturalinjoilta.

Rakennusten alimpien lattiatasojen tulisi mukailla nykyistä maanpintaa. Näin välttyään maapohjaa tar-peettomasti kuormittavien täyttöjen rakentamiselta, sekä minimoidaan perustusrakenteiden kuivatustar-vetta. Kellareiden rakentamista ei suositella. Jos kellareita halutaan rakentaa, tulisi ne toteuttaa vesitiivi-iä pohjavedenpinnan alapuolella, ilman pohjavedenpinnan laskemista pysyvästi.

Rakennusten pohjarakenteiden suunnittelutehtävien vaativuusluokka sijoittuu luokkaan vaativa tai poik-keuksellisen vaativa.

Routasuojaus

Savinen pohjamaa on routivaa. Täyttökerroksen rakeisuutta ei ole tiedossa eikä siten sen routivuusomi-naisuuksia. Savimaan routaturpoama on 6 %. Kaikki pakkasen vaikutuksen alaisiksi joutuvat perustusra-kenteet on ulotettava vähintään Pohjarakennusohjeissa RIL 121 esitettyyn routimattomaan syvyyteen maanpinnasta tai ne on routasuojattava.

Katujen ja pihojen rakenteet tulisi ulottaa roudattomaan syvyyteen. Tässä kohtaa tulee kuitenkin huomi-oida paksumpien rakenteiden suuremmat painumat. Käytännössä mitoitettu rakenne on kompromissi sallitun routaliikkeen ja painuman välillä.

Pohjavesi

Pohjavedenpintaa ei suositella alennettavaksi alueella pysyvästi. Pohjavedenpintaa voidaan alentaa työnaikana paikallisesti, esim. työnaikaisen tukiseinän sisäpuolella. Pohjavedenpintaa alennettaessa on kartoitettava mahdolliset lähistöllä sijaitsevat olemassa olevat rakenteet, rakennukset ja niiden perusta-mistavat sekä huomioitava ne pohjaveden tason alennusta suunniteltaessa.

Vaikka savipohja on huonosti vettä läpäisevää, aiheuttaa pysyvän kuivatustason toteutus pohjaveden-pinnan alapuolelle pohjaveden alentumista laajalla säteellä pohjavettä kuivattavasta kaivannosta. Tämä muutos ei tapahdu nopeasti, vaan useiden kuukausien aikana. Tässä raportissa laaditut painumalaskel-mat on tehty sillä olettamuksella, ettei pohjavedenpintaa muuteta nykytilasta. Pohjaveden alentuminen lisää painumia merkittävästi.

Aluerakentaminen

Kuivatus ja hulevedet

Alueiden kuivatuksessa tulee huomioida riittävien viettokaltevuuksien toteuttaminen kuivatettaville pinnoille. Tulevat painumat tulee ottaa huomioon riittävien viettokaltevuuksien mitoittamisessa. Alueen pinnanmuotojen tasaisuus asettaa haasteita pintakuivatuksen järjestämiselle.

Katujen ja pihojen rakenteet kuivatetaan salaojilla, jos tarpeeksi syviä sivuoja ei voida rakentaa. Rakennusten pohjarakenteet kuivatetaan salaojiin.

Hulevesien imeyttäminen maahan ei ole mahdollista savimaapohjan huonon vedenläpäisevyyden takia. Hulevesiä voidaan kuitenkin johtaa pinnoilta kasvualustoihin. Hulevesien viivyttämistä varten, ennen hulevesiverkkoon laskemista, alueelle voidaan rakentaa viivytysrakenteita, kuten hulevesialtaita. Viivytys voidaan toteuttaa myös pintarakenteisiin toteutettavien painanteiden ja kasvillisuuden avulla. Hulevesien johtaminen viivytys rakenteisiin tai kasvualustoihin edellyttää kuitenkin maassa olevien haitta-aineiden pitoisuuksien selvittämistä. Maassa mahdollisesti olevien haitta-aineiden liukeneminen hulevesiin tulee estää toteuttamalla tarvittavat eristerakenteet. Myös mahdollisista sulfidimaista liukenevat yhdisteet tulisi selvittää ennen rakenteiden tarkempaa suunnittelua.

Kadut ja pihat

Katujen ja pihojen taseus tulisi pitää lähellä nykyistä maanpintaa. Tällöin painumat pysyvät sallituissa rajoissa, eikä erillisiä pohjanvahvistusrakenteita tarvita. Jos tasausta korotetaan nykyisestä, tulisi osa täyttökerroksen materiaalista korvata kevennysrakenteella tai käyttää pohjanvahvistuksena esimerkiksi syvästabilointia. Painumaeroja eri rakenteiden välillä voidaan tasata esim. siirtymälaatoilla tai geoverkoilla.

Kohde	Aika				Kaltevuuden muutos (%)	
	s / 5 v	F / 5 v	s / 20 v	F / 20 v	Sivu	Pituus
1. Pää- ja paikallisväylät						
-asfaltti	100	75	200	120	0.4	1.1
-raitiotie	50	50	100	75	0.3	1.0
2. Hidas- ja pihakadut						
-asfaltti	100	100	200	150	0.5	1.3
-sora	125	120	250	175	0.8	1.6
-kiveys	50	75	100	120	0.5	1.3
3. Torit						
-asfaltti	75	100	150	150	0.4	1.1
-kiveys	50	75	100	100	0.3	1.0

s = painuma, mm

F = routanousu, mm

Kuva 9. Kaduille sallittuja painumia päällystemateriaalin mukaan. Katu2020.

Pintamateriaalin laatu vaikuttaa sallittuihin painumiin. Laatoituksella sallitaan vähemmän painumaa verrattuna asfalttiin.

Jos sallittuja painumia ylitetään, joudutaan turvautumaan rakenteen kunnossapitotoimiin tavanomaista useammin. Paaluille perustettujen rakennusten ja pihojen rajapinnoissa, kuten sisäänkäyntien kohdalla tulee varautua painumaerojen tasaamiseen siirtymärakenteilla.

**TAULUKKO 4.3 PIHA-ALUEIDEN LAATULUOKITUS
JA SUOSITELLUT RAKENNE-
VAATIMUKSET**

Laatu- luokka	Kulutus- kerros	Vaatimukset Ulkonäkö	Sallitut pit- käaikaiset (yli 30 vuo- den aikana) painumat	Routa- liikkeet (F ₁₀)
Luokka 1 Piha ja alueet, joille asete- taan erityisen suuret toimin- nalliset tai ulkonäölliset vaatimukset	sidottu	Päällyste säi- lyy halkeile- mattomana	alle 100 mm	enintään 50 mm
	sitomaton	-----	alle 100 mm	enintään 50 mm
Luokka 2 Muut asunto-, ja toimisto- ja liikerakennus- ten pihat	sidottu	Päällysteessä vähäisiä kun- nossapidolla hoidettavia halkeamia	alle 300 mm	enintään 100 mm
	sitomaton	-----	alle 300 mm	enintään 100 mm

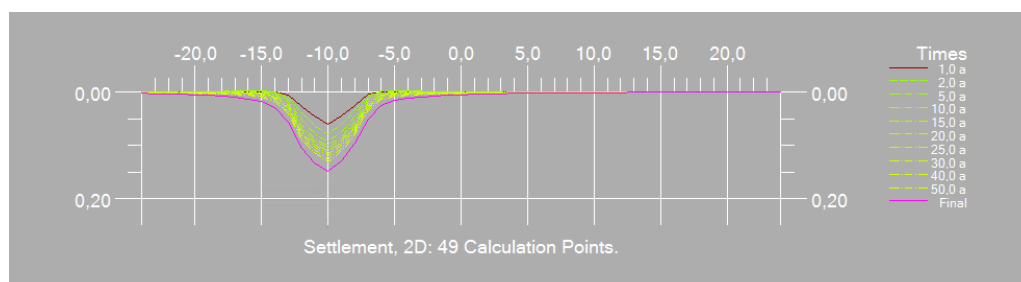
Kuva 10. Rakennusten pihojen sallitut painumat piha nlaatuluokan mukaan. RakMk B3.

Optimaalinen aika pintarakenteiden (kiveykset, asfaltit ym.) rakentamiseen olisi vähintään vuoden kulutua kadun/pihan rakennekerrosten tekemisen jälkeen. Tänä aikana alkupainumat ovat ehtineet suureksi osaksi tapahtua.

Putkilinjat

Putkilinjojen sallitut painumat riippuvat linjan kapasiteetista ja viettokaltevuudesta. Painuman suuruus riippuu mm. putken perustamissyvyydestä. Putken tasainen painuma voidaan varmistaa kiviaines- tai peltilevyarinalla. Alustavasti putket voidaan perustaa maanvaraisesti em. arinaratkaisuiden varaan. Putkille sallitut painumat tulee kuitenkin tarkastella linjakohtaisesti. Tapauskohtaisesti tulee arvioida esim. kevennysmateriaalin tarve kaivannon täytössä.

Kadun tai pihan alla oleville putkille painuma on todennäköisesti ympäröivää katua suurempaa, etenkin siinä tapauksessa, että kadun taseus mukailee nykyistä maanpintaa, eikä näin ollen muuten painuisi merkittävästi. Tällöin osa katua tulee painumaan ympäristöään enemmän. Syvissä kaivannoissa voidaan käyttää täyttönä kevennysmateriaalia, jolloin painumaeroa saadaan tasattua.



Kuva 11. 3 m syvän putkikaivannon painumaprofiili ilman kevennystä pisteessä 523, sis. kiviainesarina 350 mm + asennusalusta 150 mm. Painuma 30 vuodessa 120 mm.

Kaivannot

Syvemmissä rakennus- ja putkikaivannoissa tulee huomioida kaivannon pohjan vakavuus ja pohjaveden aiheuttama nostevaikutus erityisesti kohdissa, joissa savikko ohenee ja sen alla on paremmin vettä läpäisevä maakerros. Tämä tulee kyseeseen alueen luoteis- ja länsiosassa, jossa saven paksuus on vain muutaman metrin ja kaivanto ulottuu saven alapinnan lähelle.

Kaivantojen tuentatarve tulee arvioida erikseen tarkemmilla siipikairaus ja näytteenottotutkimuksilla. Kaivannoista laaditaan kaivantosuunnitelmat.

Maaperän aiheuttama kemikaalirasitus

Hapan sulfaattimaa

Maaperästä tehtiin tutkimuksia sulfidisavien ja muiden kemiallisesti rasittavien tekijöiden kartoittamiseksi. Tässä tutkimuksessa ei otettu kantaa maaperän pilaantuneisuuteen, vaan maaperässä luontaisesti esiintyviin Analysoidut näytteet olivat samoista tutkimuspisteistä, kuin muutkin maaperätutkimukset (523 ja 524). Tässä selvityksessä keskityttiin maan pintakerrokseen, sillä potentiaalisesti happamat sulfaattimaat pääsevät hapettumaan silloin, kun rakenteiden rakentamisen takia kuivatustaso ulotetaan pohjaveden pinnan alapuolelle, kuten rakennusten perustusten tai putkijohtojen kaivantojen tapauksessa sekä läjitetäessä maita.

Todellisella happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan maata, jonka maastossa mitattu pH < 4,0. Potentiaalisesti happamalla sulfaattimaalla tarkoitetaan maata, joka sisältää rikkisulfideja, jotka reagoidessaan hapen kanssa muodostavat happamoitumista aiheuttavia rikkihapon suoloja eli sulfaatteja.

Tällä alueella pohjavedenpinnan taso käytännössä savipinnan yläosassa, jolloin voidaan olettaa saven olevan veden kyllästämää. Tämä tarkoittaa, että varsinaista hapettunutta kerrosta ei todennäköisesti juurikaan ole. Tutkitut näytteet on otettu heti täyttömaakerroksen alta savesta ja siitä alaspäin. Näytteistä mitattu pH-taso tukee tätä olettamusta. Ainoastaan pisteen 524 ylimmän näytteen pH on selvästi happaman puolella (5,2), mutta kuitenkin todellisen happaman sulfaattimaan luokittelurajan yläpuolella. pH-mittausten todenmukaisuuteen tulee suhtautua varauksella, sillä ne on mitattu vasta laboratoriossa. Luotettavampi menetelmä on mitata pH maastossa näytteenoton yhteydessä.

Vaasanpuisto Sulfidisavi/korroosiotutkimukset								
Näytepiste	Syvyys (m)	Lab. huomiot	Määritetty maalaji	Lab. pH	NAG-pH	Nettohapon tuotto (H ₂ SO ₄ kg/t) (pH 4.5)	S _{tot} vedetön (%)	Sulfaatti (%)
523	2,34	mustia pisteitä/rikin katku	ljSa	7.2	2.36	2.36	1.13	<0.1
	3,34	mustia pisteitä/rikin katku	ljSa	7.2	2.8	18.00	3.09	0.37
	4,17	mustia pisteitä/rikin katku	ljSa	6.2	2.8	18.70	2.79	0.22
524	2,34	mustia pisteitä/rikin katku	ljSa	5.2	2.8	16.10	2.42	0.18
	3,34	mustia pisteitä/rikin katku	saLj	7.4	3.8	1.66	0.901	<0.1
	4,34	mustia pisteitä/rikin katku	ljSa	8.4	6.5	<0.20	0.119	<0.1

Taulukko 1. Laboratoriomääritykset sulfidisavien esiintymisen arvioimiseksi.

Kaikista näytteistä on havaittu yli 0,2 m-% ylittäviä rikkipitoisuuksia, pl. piste 524 syvyydeltä 4,3 m. Näillä pitoisuuksilla on merkitystä happamoitumisen kannalta. Pisteessä 523 rikkipitoisuus on suurimmillaan 3,3 m syvyydellä. Pisteessä 524 pitoisuus vähenee syvyyden suhteen ollen suurin pintanäytteessä.

Näytteille tehtiin hapetus vetyperoksidilla ja hapetuksen jälkeen mitattiin pH. Nettohapon tuotto määritettiin titraamalla. Nettohapon tuoton avulla voidaan arvioida maaperän happamoitumisen aiheuttamaa riskiä. Kaikissa näytteissä NAG-pH oli alle 4,5 paitsi pisteen 524 4,3 m syvyydeltä otetussa näytteessä, jossa myös kokonaisrikkipitoisuus oli pienin. Nettohapon tuoton ollessa alle 5 kg/t voidaan maa-aines GTK:n mukaan arvioida potentiaalisesti happea tuottavaksi pienellä kapasiteetilla. Yli 5 kg/t voidaan arvioida potentiaalisesti happea tuottavaksi. Potentiaalisesti happea tuottavia näytteitä oli pisteessä 523 syvyydellä 3,3 ja 4,3 m sekä pisteessä 524 syvyydellä 2,3 m. Muutoin voidaan puhua potentiaalisesti happea tuottavista näytteistä alemmalla kapasiteetilla. Pisteessä 524 syvyydellä 4,3 m hapontuottoa ei käytännössä ole merkittävää määrää.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta suunnittelualueella olevan potentiaalisia happamia sulfaattimaita, jotka joutuessaan kosketuksiin ilman hapen kanssa muodostavat happoa. Tämä tulee huomioida suunniteltaessa rakenteita ja arvioida sulfaattimaiden aiheuttama riski ympäristölle ja rakenteille.

Muut korroosiota aiheuttavat tekijät

Sulfaattisaven kartoitustutkimusten yhteydessä tutkittiin myös muuta maaperän rakenteille aiheuttamaa korroosioriskiä. Tutkimustulokset on koottu taulukkoon alle.

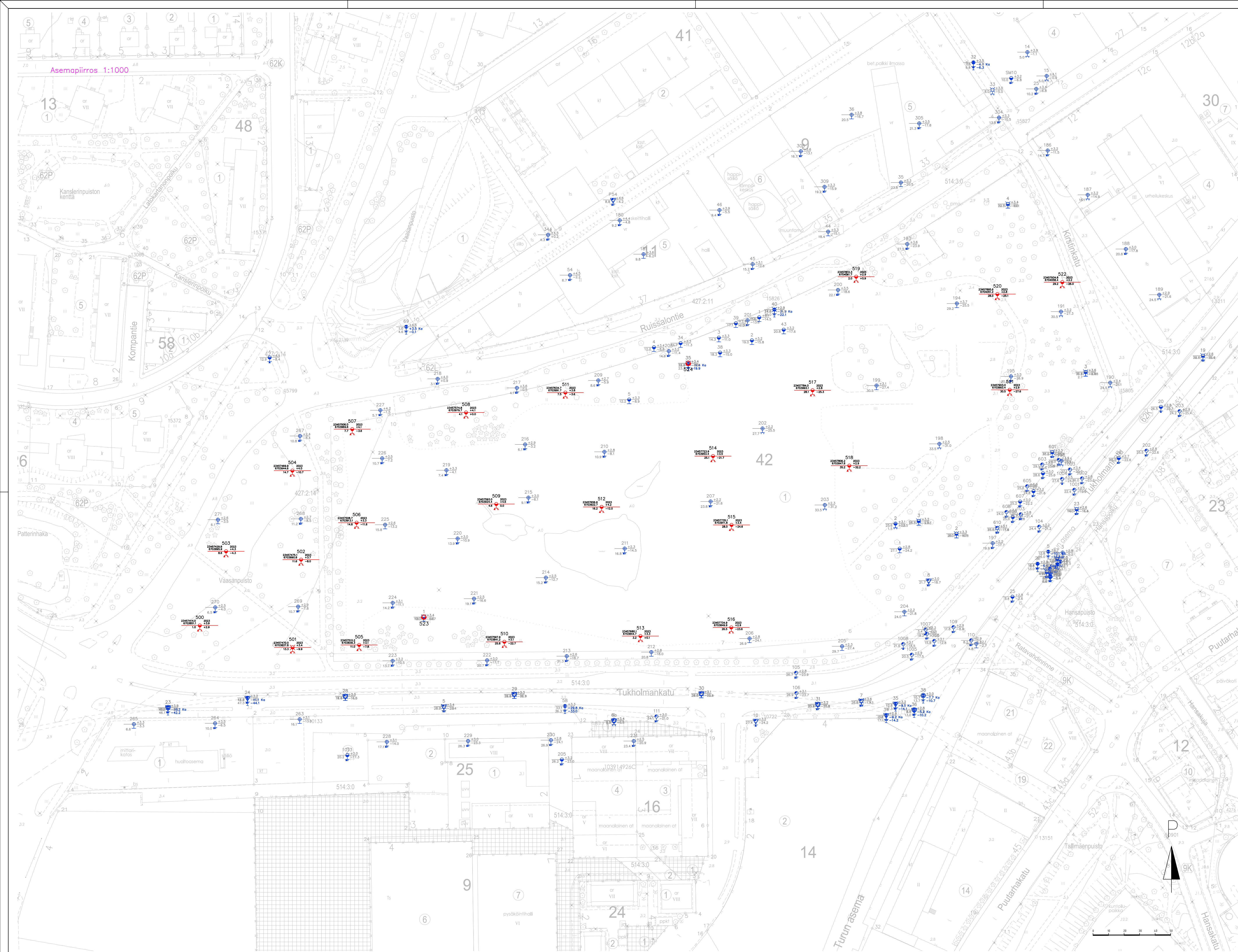
Vaasanpuisto Sulfidisavi/korroosiotutkimukset							
Näytepiste	Syvyys (m)	w (%)	Kloridi (mg/kg)	Happamuus Baumann Gul-ly (ml/kg)	Humus (%)	Sähkönjohtavuus (mS/m)	Sähkönjohtavuus (mS/m) hapetettuna
523	2,34	94.2	1490	28.0	3.7	64.3	65.2
	3,34	82.0	2200	61.0	4.8	78.0	199
	4,17	66.4	1780	95.0	5.1	147.0	208
524	2,34	116.1	2030	132.0	5.8	69.0	183
	3,34	105.9	2620	214.0	6.4	65.8	72.6
	4,34	72.3	1630	96.0	0.7	60.0	22.5

Taulukko 2. Laboratoriomääritykset maaperän kemikaalirasitusten arvioimiseksi.

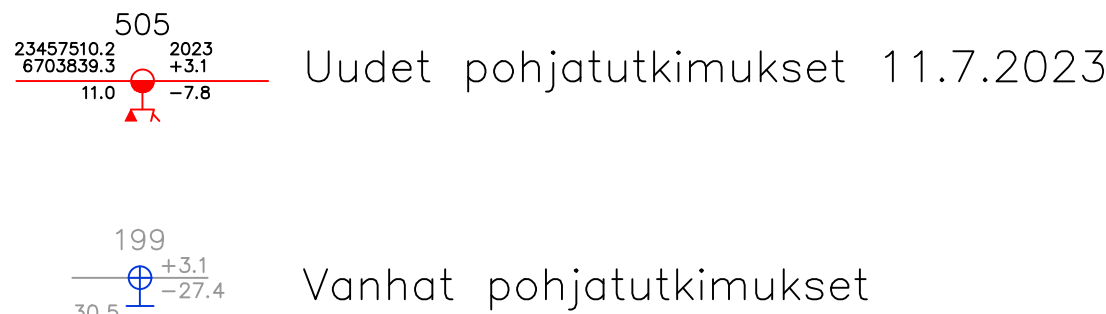
Jatkotoimenpiteet

Tässä raportissa esitetyt laskelmat ja johtopäätökset ovat yleistyksiä koko kaava-alueelta. Tulevaa rakentamista varten tulee tehdä rakenne-/tonttikohtaisia pohjatutkimuksia pohjarakennussuunnittelun tueksi. Arvioitaessa maaperän kemikaalirasitusta syvälle maahan ulottuville rakenteille, kuten tukipaaluille, tulee kemikaalirasitus tutkia koko pehmeän maakerroksen paksuudelta.

Liitteet



Merkkien selitykset:



Koordinaattijärjestelmät:
Taso X,Y: ETRS-GK23
(EUREF-FIN)
Korkeus Z: N2000

KAUPUNGINOSA: ISO–HEIKKILÄ
ASEMAKAAVA:
LIIKENNESUUNNITELMA:
KATUUNNITELMA:
KATUJOUKKO:

KORVA PIIRUSTUKSEN:
KORVA OSITTAN PIIRUSTUKSEN:

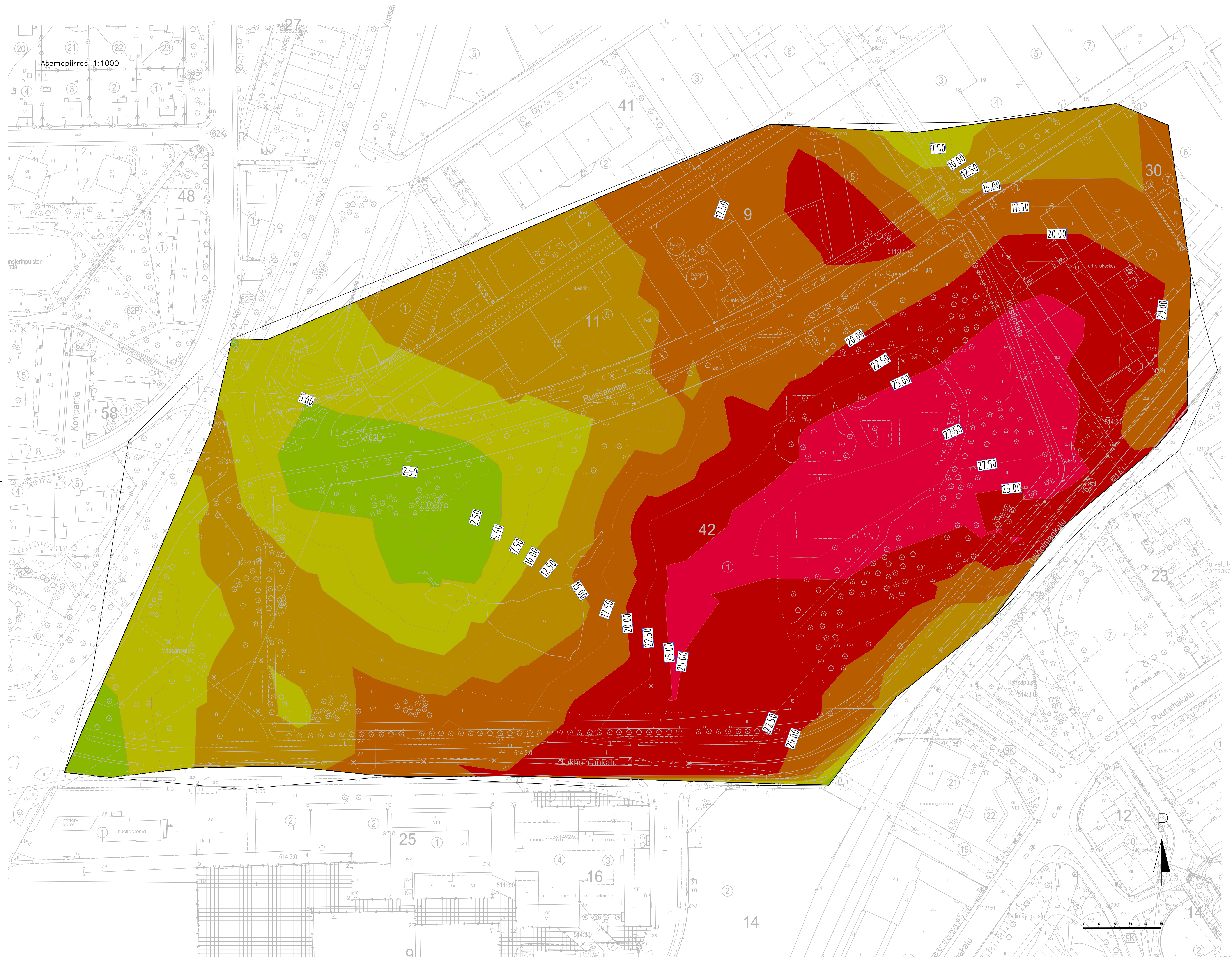
KORVATTU PIIRUSTUKSELLA:
KORVATTU OSITTAN PIIRUSTUKSELLA:

TUNN. MUUTOS TAI TÄYDENNYS PAIVAYS SUUNNIT./PIIRT. TARK./HYV.

TURUN KAUPUNKI, KAUPUNKIYMPÄRISTÖ
KAUPUNKIRAKENTAMINEN
KAUPUNKIYMPÄRISTÖN TOTEUTUSSUUNNITTELU

KOHDE: VAASANPUISTO
SISÄLTÖ: POHJATUTKIMUKSET

SUUNNITTELIJA: Joonas Kaskinen
PAIVAYS: 24.8.2023
SUUNNITTELUAVUSTAJA: HYVÄKSYJÄ
TARKASTAJAT: MITTAKAAVA: 1:1000
PIIRUSTUSNUMERO: MUUTOS



Saven paksuus (m)		
Minimipaksuus	Maksimipaksuus	Väri
0.000	5.000	
5.000	10.000	
10.000	15.000	
15.000	20.000	
20.000	25.000	
25.000	30.000	

Koordinaattijärjestelmät:
Taso: X-Y: ETRS-GK23
(EUREF-FIN)
Korkeus: Z: N2000

KAUPUNKI: ISO-HEIKKILÄ
ASEMAKAAVA:
LIIKENNESUUNNITELMA:
KATUJENSUUNNITELMA:
KATUJENKAAVA:

KORVA: PIRUSTUKSEN:
KORVA: OITAN: PIRUSTUKSEN:

KORVATTU: PIRUSTUKSELLA:
KORVATTU: OITAN: PIRUSTUKSELLA:

TUNN: LAUDES: TM: TOISENNAIS:

PÄIVÄYS: SUUNNIT: PIRUST: TARK: OIV:

TURUN KAUPUNKI, KAUPUNKIYMPÄRISTÖ
KAUPUNKIRAKENTAMINEN
KAUPUNKIYMPÄRISTÖN TOTEUTUSSUUNNITTELU



KOHDE:
VAASANPUISTO

SEKUT:
SAVEN PAKSUUS

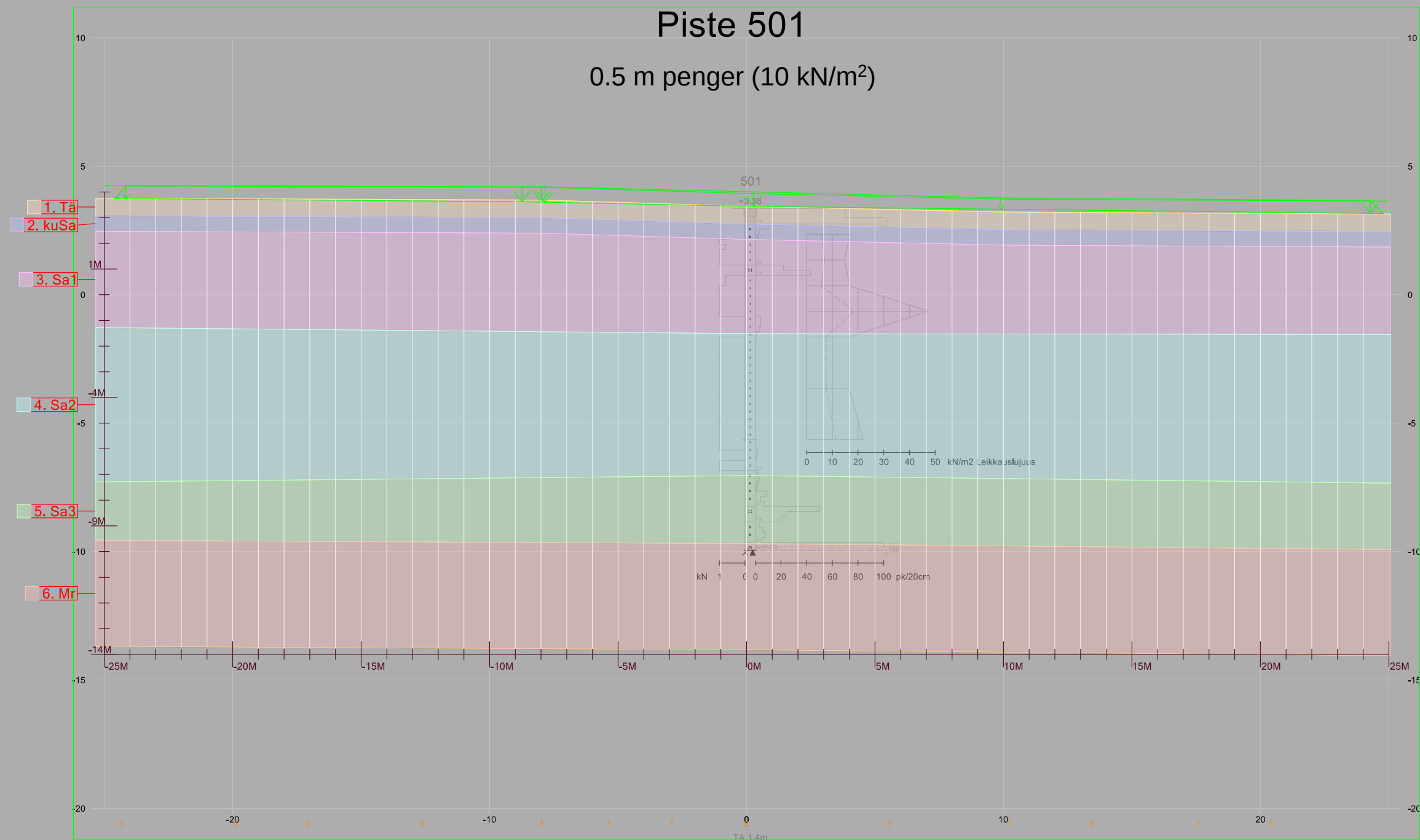
SUUNNITTELA:
Jouko Koskinen

SUUNNITTELUKASTAJA:
HÄRKESJÄ

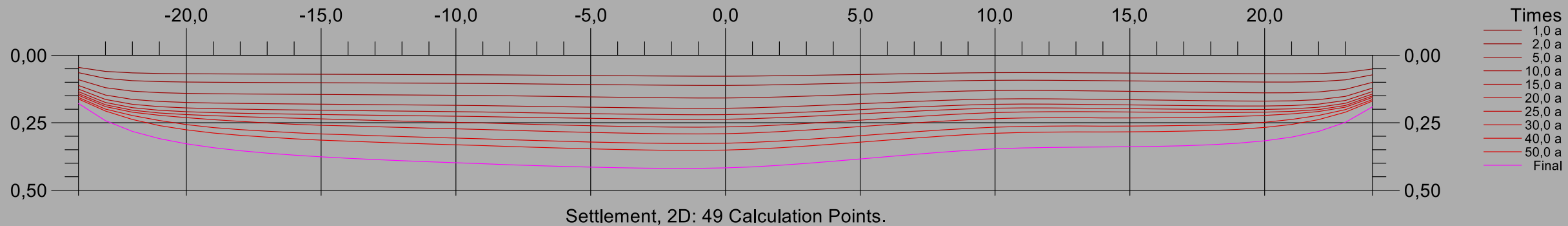
TARKASTAJA:
PÄIVÄYS: 9.8.2023

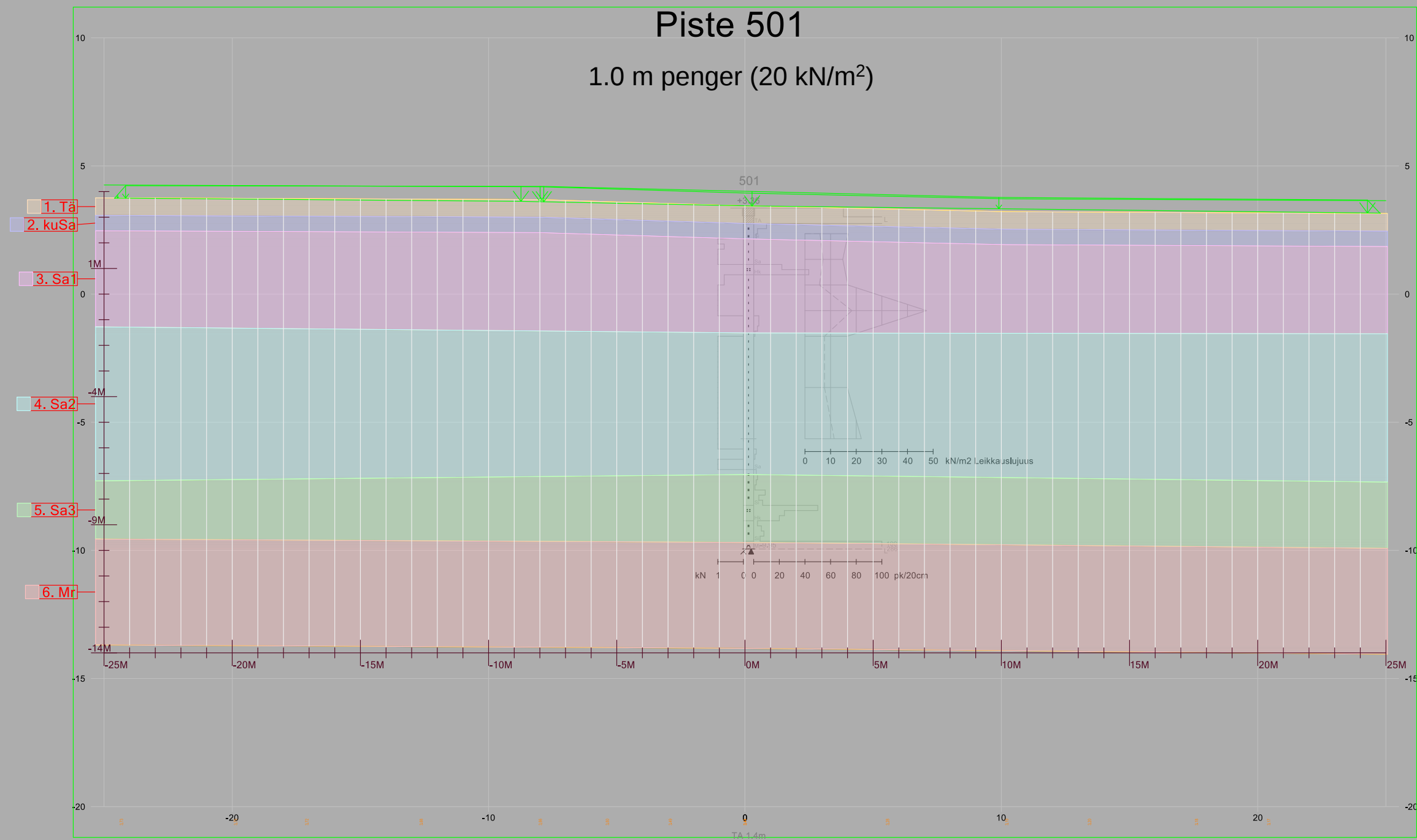
MITTAKAAVA:
1:1000

PIRUSTUSNUMERO:
MAUTS:

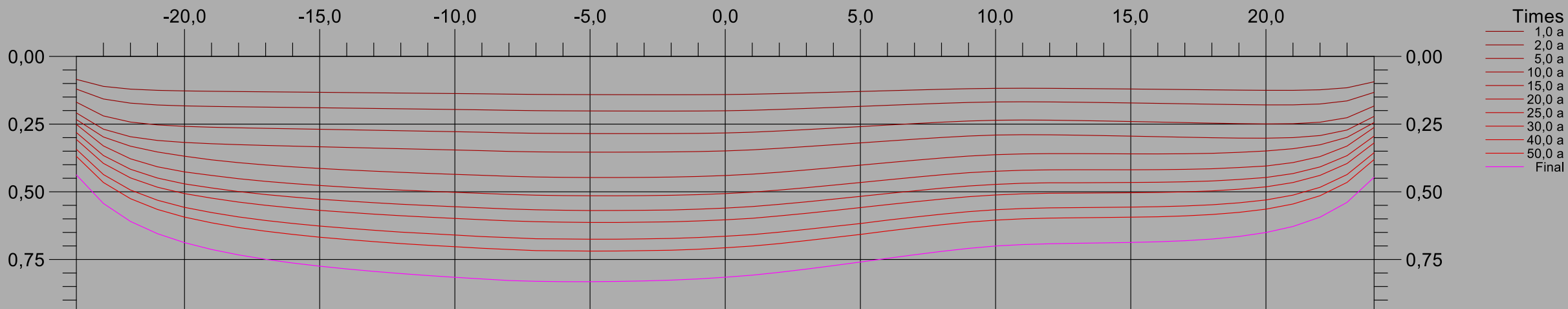


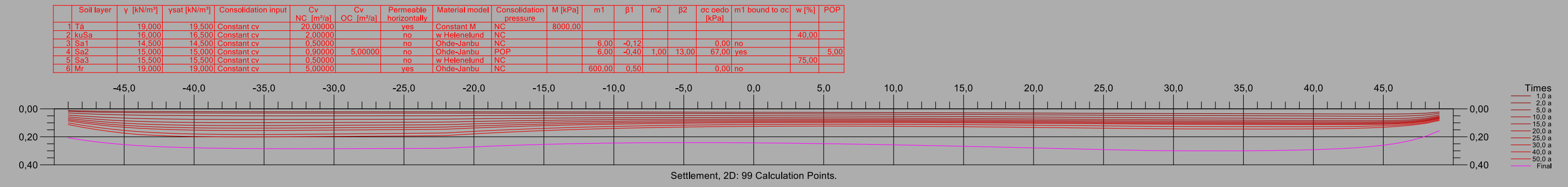
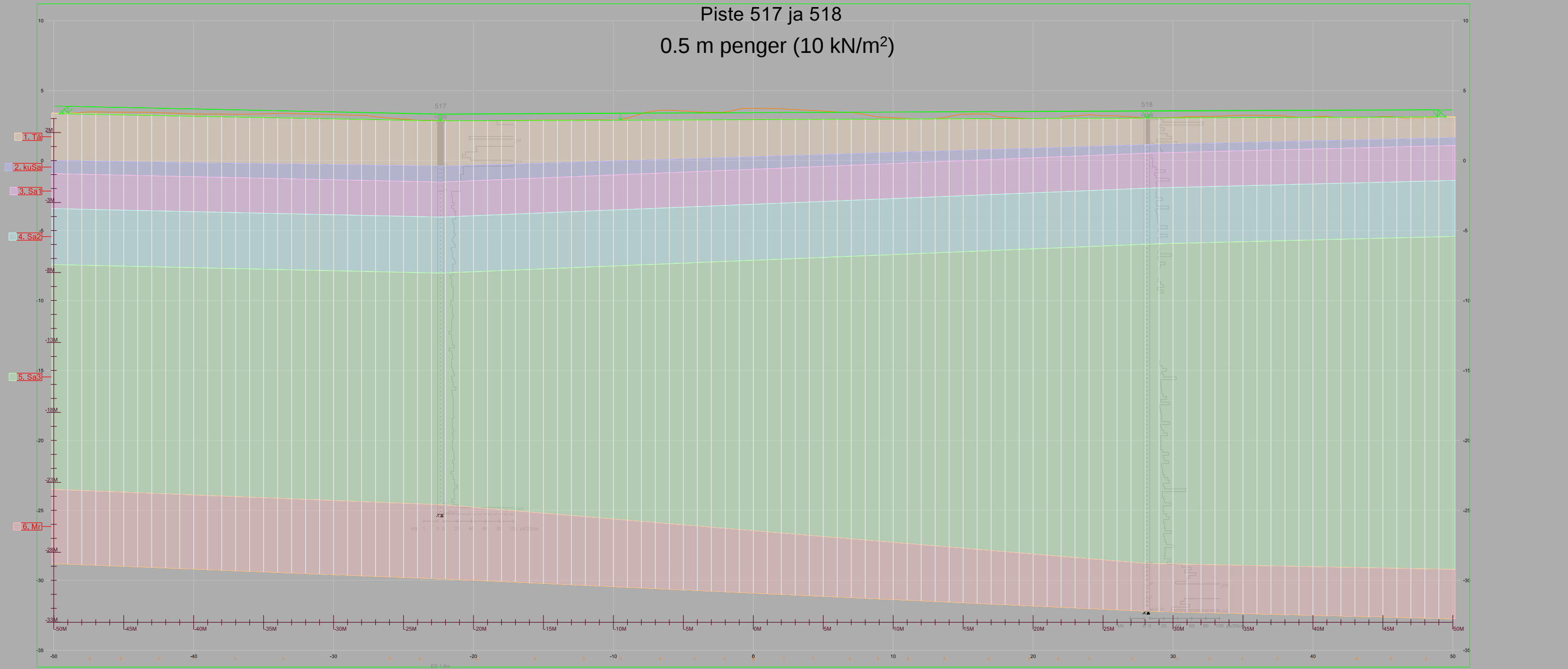
	Soil layer	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	Consolidation input	C_v NC [m²/a]	C_v OC [m²/a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	m2	β_2	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]	POP
1	Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2	kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,000000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3	Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,500000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4	Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,900000	5,000000	no	Ohde-Janbu	POP		6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5	Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,500000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6	Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,000000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		

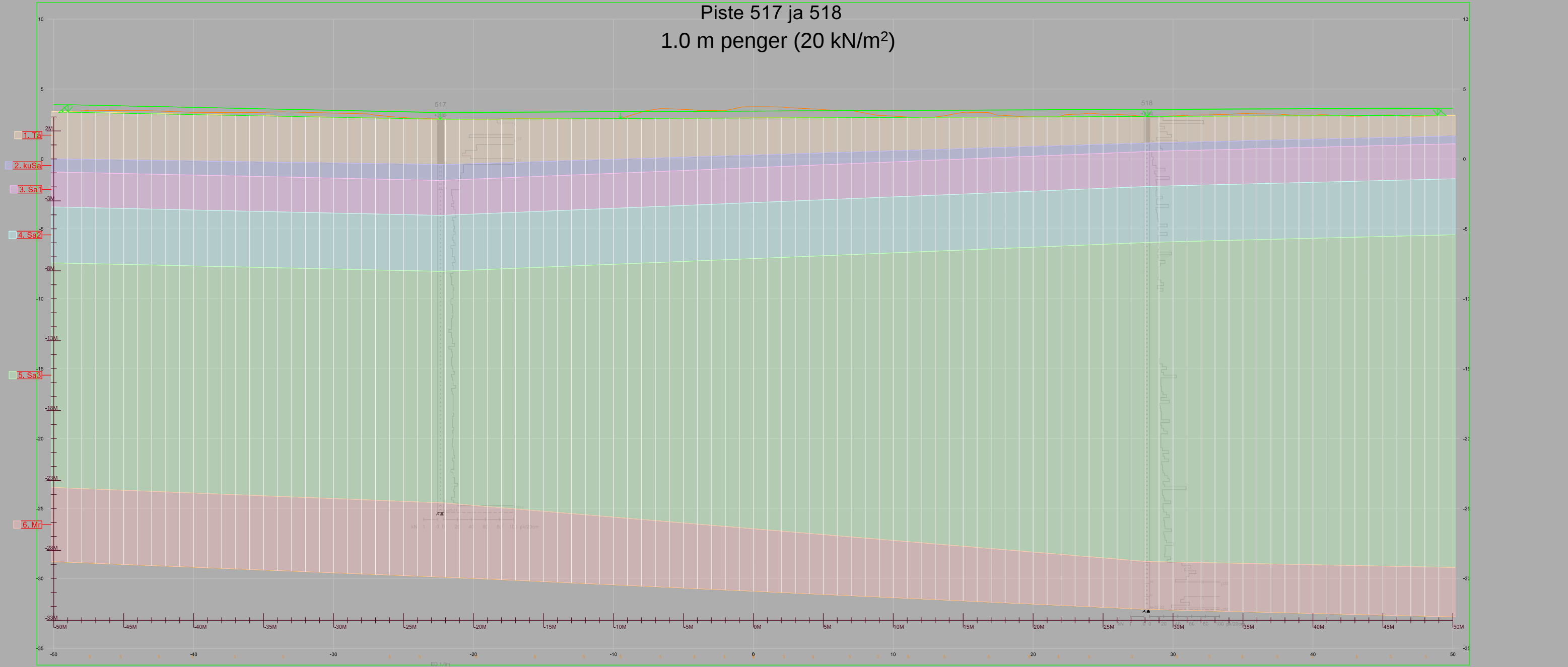




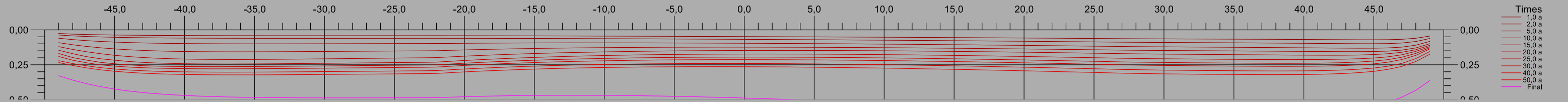
	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]	POP
1	Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2	kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,00000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3	Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4	Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,90000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP		6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5	Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6	Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		





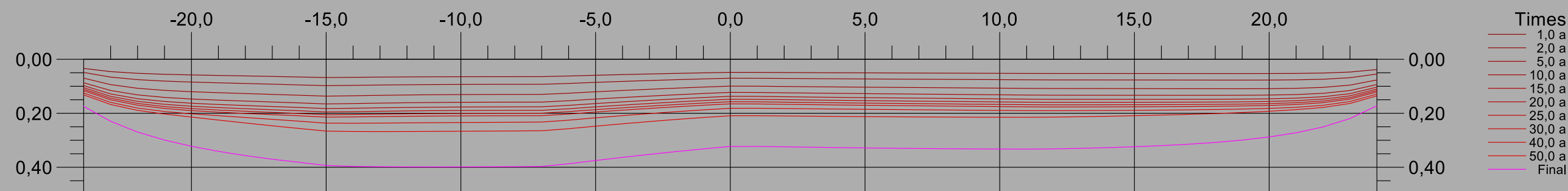


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to oc	w [%]	POP
1. Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2. kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,000000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3. Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,500000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4. Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,900000	5,000000	no	Ohde-Janbu	POP		6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5. Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,500000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6. Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,000000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		

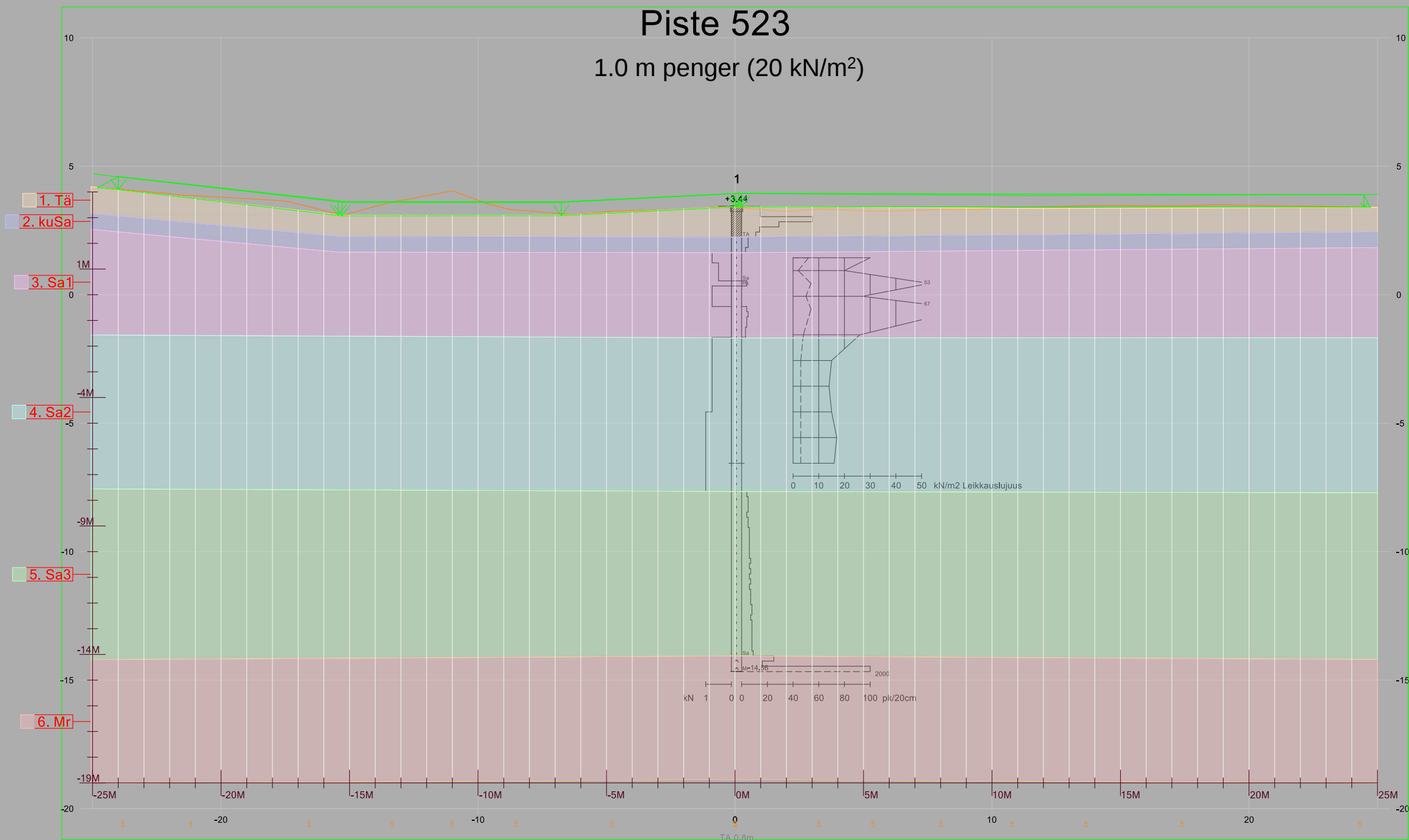




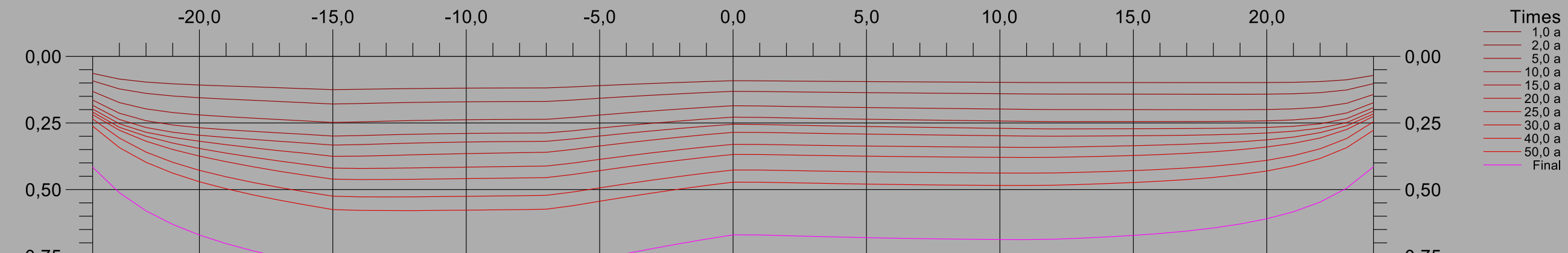
	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ _{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C _v NC [m ² /a]	C _v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β1	m2	β2	σ _c oedo [kPa]	m1 bound to σ _c	w [%]	POP
1	Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2	kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,00000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3	Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4	Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,90000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP		6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5	Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6	Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		



Settlement, 2D: 49 Calculation Points.

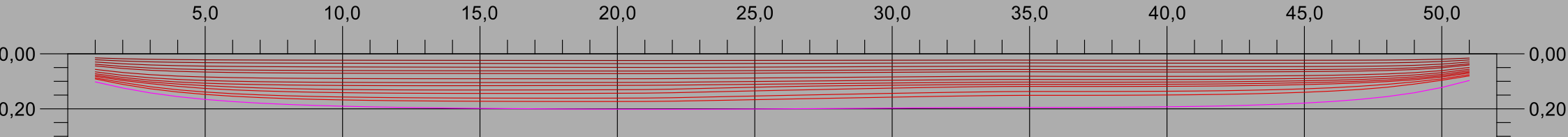


	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	$\beta 1$	m2	$\beta 2$	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]	POP
1	Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2	kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,00000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3	Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4	Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,90000	5,00000	no	Ohde-Janbu	POP		6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5	Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6	Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		





	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	M [kPa]	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]	POP
1	Tä	19,000	19,500	Constant cv	20,00000		yes	Constant M	NC	8000,00								
2	kuSa	16,000	16,500	Constant cv	2,00000		no	w Helenelund	NC								40,00	
3	Sa1	14,500	14,500	Constant cv	0,50000		no	Ohde-Janbu	NC		6,00	-0,12			0,00	no		
4	Sa2	15,000	15,000	Constant cv	0,90000	5,00000	no	Ohde-Janbu POP			6,00	-0,40	1,00	13,00	67,00	yes		5,00
5	Sa3	15,500	15,500	Constant cv	0,50000		no	w Helenelund	NC								75,00	
6	Mr	19,000	19,000	Constant cv	5,00000		yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50			0,00	no		



Settlement, 2D: 51 Calculation Points.

- Times**
- 0,5 a
 - 1,0 a
 - 2,0 a
 - 3,5 a
 - 5,0 a
 - 10,0 a
 - 15,0 a
 - 20,0 a
 - 25,0 a
 - 30,0 a
 - 40,0 a
 - 50,0 a
 - Final

