

Tekijä
Teemu Kukkonen
Mirja Ruotsala
Hanna Leppänen

Vastaanottaja
Tuusulan Kunta

Tarkistanut
Hanna Leppänen

Koillis-Hyrylä ja Mattila II, Katujen ja kunnallistekniikan
yleissuunnitelma

Geotekninen suunnitelmaselostus



Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	3
2	POHJAOLOSUHTEET	3
2.1	Pohjatutkimukset	3
2.2	Maaperäkuvaus	3
2.2.1	Mattila II K1	3
2.2.2	Mattila II K2	4
2.2.3	Mattila II K3	4
2.2.4	Mattila II K4	4
2.2.5	Mattila II K5	5
2.2.6	Mattila II K6 ja K7	5
2.2.7	Suopurontie jatke	5
2.2.8	Saksanväylä	6
2.2.9	Pohjavesi alueella	8
2.2.10	Happamat sulfaattimaat	8
3	KATUJEN JA PUTKILINJOJEN PERUSTAMINEN	8
3.1	Yleistä	8
3.1.1	Painumalaskenta	8
3.1.2	Stabiliteetilaskenta	9
3.1.3	Perustamistapojen kustannusvertailu	10
3.2	Saksanväylä	10
3.2.1	Painuma	10
3.2.2	Stabiliteetti	11
3.2.3	Perustamistapa	11
3.3	Suopurontien jatke	12
3.3.1	Painuma	12
3.3.2	Stabiliteetti	12
3.3.3	Perustamistapa	12
3.4	Mattila II	13
3.4.1	Painuma	13
3.4.2	Stabiliteetti	13
3.4.3	Perustamistapa	13
3.5	Yhteenveto perustamistavoista	14
4	ALIKULKUSILLAT	15
4.1.1	Pohjoispään alikulut	15
4.1.2	Saksanväylän ja Suopurontien liittymäalueen alikulut	16
4.1.3	Virkistysreittien alikulut	16
5	PUTKIKAIVANNOT	16
6	JATKOTOIMENPITEET	18
7	LIITTEET	19



1 YLEISTÄ

Tässä raportissa esitetään Koillis-Hyrylän ja Mattila II alueen katujen ja kunnallistekniikan yleisuunnitelman laatimisen yhteydessä tehdyt geotekniset tarkastelut ja niiden pohjalta esitettävät ratkaisut.

2 POHJAOLOSUHTEET

2.1 Pohjatutkimukset

Koillis-Hyrylän alueelle on toteutettu pohjatutkimuksia yleisuunnitelmaa varten. Pohjatutkimuksia toteutettiin yhteensä 310 kpl.

Painokairauksia	230 kpl
Siipikairauksia	23 kpl
Porakonekairauksia	18 kpl
Pohjavesiputkia	3 kpl
Häiriintyneitä näytteitä	26 kpl
Häiriintymättömiä näytteitä	2 kpl

Häiriintyneistä näytteistä määritettiin laboratoriossa silmämääräinen maalajimääritys, ja vesipitoisuus, sekä osasta näytteistä rakeisuus ja humuspitoisuus. Häiriintymättömistä näytteistä tehtiin edellisten lisäksi kartiokokeet, tilavuuspainon määrittäminen, sekä ödometrikokeet (CRS) kahdelta syvyydeltä molemmista näytteenottopisteistä.

2.2 Maaperäkuvaus

2.2.1 Mattila II K1

PL 0-340

Nykyinen maanpinta sijaitsee tasolla +43.6... +42.8 paaluvälillä 0-340. Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella 4,5...8,0 m paksusta savikerroksesta vesipitoisuudeltaan 37,2...65,6 %, jonka alla ohut hiekka kerros 0...2,7 m ennen pohjamoreenia.

Saven yläpuolinen kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m, ja lujuudeltaan sellainen, että savi ei leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 3,0 m, joka muuttuu syvemmälle mentäessä saviseksi siltiksi paksuudeltaan 1,5 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella 25,5-56,3 kPa ja savisella siltillä 15,6 kPa. Ödometrikokeen perusteella savikerroksen yläosa on ylikonsolidoitunut.

Kallionpinnan taso on varmistettu tasolle +36,3

Pohjaveden pinnan taso 14.2.2024 on havaittu tasolla +40.14

PL 340-460

Nykyinen maanpinta sijaitsee tasolla laskien +43.6...+42.8 paaluvälillä 340-460.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella laihasta savesta sekä savisesta silttikerroksesta vesipitoisuudeltaan 37,2...42,5 %, jonka alla on pohjamoreenia paksuudeltaan 0...0,4 m. Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 1,0 m alueella eikä savi leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy laihaa savea noin 2,0 m, joka muuttuu saviseksi siltiksi. Savinen siltti on paksuudeltaan 2,0 m päättyen 1,0 m paksuiseen silttikerrokseen.

Kallionpinnan taso on havaittu tasolla +34 noin 9,2 metriä nykyisestä maanpinnasta.

Pohjaveden pinnan taso 14.2.2024 on havaittu tasolla +40.14 noin 300 metriä pohjoiseen.



PL 460-990

Nykyinen maanpinta sijaitsee tasolla +42.7... +41.6 laskien etelään paaluvälillä 460-990.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella pehmeästä lihavasta savesta sekä savisesta siltistä vesipitoisuudeltaan 24,0...66,3 %, jonka alla pohjamoreenia paksuudeltaan 0...4,6 m. Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m eikä savi leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 2,3...8,0 m, joka muuttuu syvemmälle mentäessä saviseksi siltiksi paksuudeltaan 1,0...10,2 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 12,7-45,2 kPa.

Kallionpinnan taso on varmistettu tasolle +17.2 noin 25,3 metriä nykyisestä maanpinnasta.

2.2.2 Mattila II K2

Nykyinen maanpinta sijaitsee tasolla +43.6...+42.8 laskien kasvavan paalun suuntaan paaluvälillä 0-362.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella savesta paksuudelta 1,9...8,4 m, jonka alla pohjamoreenia tai kalliopinta. Poikkeuksena paalulla 185-285 kairaukset ovat päättyneet kiveen tai kallioon 1,1...4,8 m syvyyteen.

Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m eikä savi leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 4,0 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 26,4...56,6 kPa.

Kallionpinnan taso on arvioitu tasolle +34,3 noin 8,6 metriä nykyisestä maanpinnasta. Kalliopinnan tasoa ei ole varmistettu.

Pohjaveden pinnan taso 14.2.2024 on havaittu tasolla +40.14 noin 300 metriä pohjoiseen.

2.2.3 Mattila II K3

Nykyinen maanpinta vaihtelee välillä +41,8... +44,2 paaluvälillä 0-249.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella jäykästä savesta paksuudelta 3,5...7,0 m, jonka alla silttiä paksuudeltaan 0,0...2,7 m ennen pohjamoreenia tai kalliopintaa.

Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m eikä siipikaira leikkannut kuivakuorta. Kuivakuoren alapuolella esiintyi lihavaa savea noin 2,3...8,0 m, joka muuttuu saviseksi siltiksi paksuudeltaan 1, 0...10,2 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 26,9-36,2 kPa.

Syvimmillään kairaukset ulottuivat tasolle +34,0 noin 7 m nykyisestä maanpinnasta

2.2.4 Mattila II K4

Nykyinen maanpinta vaihtelee tasolla +40.7... +43.0 laskien itään paaluvälillä 0-153.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella 5,0...12,3 m paksusta savikerroksesta vesipitoisuudeltaan 37,2...42,6 %, jonka alla ohut moreenikerros ennen kalliopintaa.

Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 1,5 m redusoimattomalta leikkauslujuudeltaan 77,1-82,0 kPa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 4,0...8,0 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 15,0-55,8 kPa.

Kallionpinnan taso on varmistettu tasolle +36,4 noin 6,8 m nykyisestä maanpinnasta noin 20 metriä länteen. K4 alueella kairaukset ovat päättyneet syvimmillään tasolle +28.5 noin 12,5 m nykyisestä maanpinnasta.

Pohjaveden pinnan taso 14.2.2024 on havaittu tasolla +40.14 noin paalulla 80.



2.2.5 Mattila II K5

Nykyinen maanpinta kulkee tasolla +42,0. Pohjamaa koostuu savikerroksesta paksuudeltaan 1,0...18,0 m, jonka alla hiekkakerros paksuudeltaan 0,5...7,8 m ennen pohjamoreenia.

Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m eikä savi leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 4,0...12,0 m, jossa esiintyy ohut savinen siltti linssi paksuudeltaan noin 1,0 m ja leikkauslujuudeltaan 27 kPa. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 12,6...27,2 kPa.

Syvimmillään kairaukset ovat päättyneet tasolle +19,3 noin 25,7 m syvyyteen nykyisestä maanpinnasta.

Pohjaveden pinnan taso 6.3.2024 on havaittu tasolla +43,1 noin 100 m etelään.

2.2.6 Mattila II K6 ja K7

Nykyinen maanpinta alueella sijaitsee tasolla +42,0.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella siltti- ja savikerroksista paksuudeltaan 12,0...17,5 m, jonka alla sijaitsee pohjamoreeni.

Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 2,0 m eikä savi leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuoren alapuolella esiintyy lihavaa savea noin 6,0 m paksuudelta. Lihavan saven alla sijaitsee savinen silttikerros paksuudeltaan 5,0 m. Redusoimaton leikkauslujuus lihavalla savella vaihtelee 12,6–27,2 kPa ja savisella siltillä 15,1–25,2 kPa.

Syvimmillään kairaukset ovat päättyneet tasolle +17,7 noin 24,8 m nykyisestä maanpinnasta.

2.2.7 Suopurontie jatke

PL 0-320

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 0-320 tasolla laskien +51,0... +47,3.

Pohjamaa koostuu pääosin kallioista lukuun ottamatta pl 40–120, jossa pinnassa havaittu savikerros paksuudeltaan 0,5...2,6 m, jonka alla moreenikerros paksuudeltaan 0,5...1,6 m. Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan noin 0,5...1,0 m.

Kallionpinnan taso on varmistettu paalulla 120 tasolle +44,3 ollen noin 5,5 m nykyisestä maanpinnasta.

Noin 80 metrin päässä mittalinjasta luoteeseen on varmistettu pohjavedenpinta tasolle +46,1...47,3 vuonna 2016.

PL 320-500

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 320-500 nousten +46,4...+50,0 tasolle.

Pohjamaa koostuu vaihtelevista kerroksista mittalinjan molemmilla puolilla. Menosuuntaan vasemmalla puolella kairauksissa on havaittavissa löyhiä siltti/savikerroksia paksuudeltaan 0...4,0 m ennen pohjamoreenia. Oikealla puolella kairaukset ovat löyhiä siltti/hiekka kerroksia paksuudeltaan 1,5...4,0 m.

Syvimmillään kairaukset päättyivät kiveen tai kallioon tasolle +35,7 noin 10 m syvyyteen nykyisestä maanpinnasta.

PL 500-740

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 500-740 laskien +51,2...+46,5 tasolle.



Pohjamaa koostuu ohuista tiivistä silttikerroksista paksuudeltaan 0,5...2,3 m ennen tiivistä pohjamoreenia. Silttikerroksen vesipitoisuus vaihtelee 26,0...28,5 % välillä.

Syvimmillään kairaukset päättyivät kiveen tai kallioon tasolle +48,2 noin 3,4 m syvyyteen nykyisestä maanpinnasta.

PL 740-1350

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 740-1350 laskien +49,2...+42,0 tasolle.

Pohjamaa koostuu mittalinjan eteläpuolella savi/siltti/hiekka kerroksesta paksuimmillaan 4,0 m nykyisestä maanpinnasta.

Pohjamaa koostuu mittalinjan pohjoispuolella siltti- ja savikerroksista, paksuudeltaan 4,6...13,6 m, jonka alla on hiekkakerros, ennen tiivistä pohjamoreenia.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimusten perusteella pintakerroksesta savisesta siltistä paksuudeltaan 0,5...3,3 m, redusoimattomalta leikkauslujuudeltaan 29,2...59,6 kPa sekä vesipitoisuudeltaan 23,8...51,4 %. Savisen siltin alapuolella esiintyi laihaa savea noin 6,0 m, vesipitoisuus 46,9...57,0 %. Saven kuivakuorikerros on paksuudeltaan keskimäärin 1,0 m ja kuivakuoren redusoimattomaksi lujuudeksi on mitattu siipikairalla 119,4 kPa.

Kallionpinnan taso on varmistettu ja vaihtelee tasolla +33,0...+50,9 laskien tasaisesti kohti paalua 1350.

PL 1350-1700

Nykyinen maanpinta vaihtelee tasolla laskien +43,6...+41,5.

Pohjatutkimusten perusteella maaperä koostuu turpeesta, liejuisesta savesta ja laihasta savesta. Turvekerroksen paksuus vaihtelee 0,5...2,0 m ja on vesipitoisuudeltaan 786,7 %. Turvekerroksen alla ei pohjatutkimuksissa havaittu selkeää saven kuivakuorta.

Turvekerroksen alla on löyhää liejuista savea paksuudeltaan 3,0 m ja lujuudeltaan 15,05–67,5 kPa, liejuisen saven vesipitoisuus on 39,9... 94,1 %. Liejuisen saven alla on löyhää laihaa savea paksuudeltaan 12,0 m ja lujuudeltaan 10,9...25,5 kPa, kerroksen vesipitoisuus vaihtelee 39,9–85,3 % välillä. Pehmeikkökerroksen alapuolella on 0...2,5 m paksuinen pohjamoreeni.

Kallionpinnan tasoa yritettiin varmistaa. Maakerroksien ollessa erittäin paksuja kairaus keskeytettiin tasolla +22,3 moreenikerrokseen 21,0 m syvyydellä maan pinnasta.

Noin 300 metrin päässä turvealueesta on varmistettu pohjavedenpinta 8.3.2024 tasolle +43,08.

2.2.8 Saksanväylä

PL 0-460

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 0-520 tasolla nousten +42,2...+44,4.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimuksien perusteella savisesta siltistä ja laihasta savesta. Savisesta siltistä koostuva kuivakuorikerros on paksuudeltaan noin 1,0–3,0 m ja lujuudeltaan vaihtelee 48,7 kPa ja murtumattoman kerroksen välillä. Kuivakuoren alla on noin 1,0...3,5 m paksu savinen silttikerros vesipitoisuudeltaan 78,8...109,2 % ja lujuudeltaan 7,23...10,8 kPa. Savisessa silttikerroksessa on tehty silmämääräisessä tutkimuksessa havainto eloperäisestä maa-aineksesta 5,0 m asti. Savisen siltin alapuolella sijaitsee laiha savikerros paksuudeltaan noin 6,0 m, vesipitoisuudeltaan 54,8...80,9 % ja lujuudeltaan 14,0...25,44 kPa ennen siltti/hiekka kerrosta pohjamoreenia.

Kallionpinnan taso on varmistettu paalulla 65 tasolle +26,4 ollen noin 17,0 m nykyisestä maanpinnasta.

Pohjaveden pinnan taso 8.3.2024 on havaittu tasolla +42,25 paalulla 45.

PL 460-750

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 0-520 tasolta +44,4... nousten tasolle +48,9 kasvavan paaluluvun suuntaan mentäessä.

Pohjamaa koostuu pohjatutkimuksien perusteella savisesta siltistä ja siltistä. Savinen siltti on paksuudeltaan noin 2,0 ja vesipitoisuudeltaan 31,5-32,8 %. Savisen siltin alla on noin 2,5 m paksu silttikerros vesipitoisuudeltaan 30,0...32,1 % ja lujuudeltaan 49,4 kPa.

Kallionpinnan taso on varmistettu paalulla 595 tasolle +39,5 ollen noin 5,8 m nykyisestä maanpinnasta.

PL 750-1850

Nykyinen maanpinta vaihtelee paaluvälillä 750-1175, laskien loivasti tasolta +44,3 tasolle +43,2, paaluvälillä 1175-1455 tasovälillä +43,2...+48,7 ja paaluvälillä 1455-1850 tasovälillä +48,7...+45,2 laskien kasvavan paaluluvun suuntaan.

Paaluvälillä 750-1175 pohjamaa koostuu pohjatutkimuksien perusteella savisesta siltistä ja laihasta savesta. Kuivakuorikerros on paksuudeltaan noin 2,0 m, vesipitoisuudeltaan 39,8 % ja redusoimattomalta lujuudeltaan 118,9...153,8 kPa. Savisen siltin alla on noin 3,0 m paksu savinen siltti kerros vesipitoisuudeltaan 27,7...76,2 % ja redusoimattomalta leikkauslujuudeltaan 21,6...30,5 kPa. Savisessa siltissä on havaittu 4,0 m syvyyteen humuspitoisuutta 6,7 %. Savikerros on paksuudeltaan 8,8 m, vesipitoisuudeltaan 47,9...78,5 % ja redusoimattomalta leikkauslujuudeltaan 18,6-30,9 kPa. Savikerroksen jälkeen ennen kovaa pohjamoreenia on siltti/hiekkakerros paksuudeltaan noin 4,0 m.

Paaluvälillä 1175-1455 tielinjaus muuttui suunnittelun aikana, ja kyseiseltä osuudelta ei ole lainkaan pohjatutkimuksia. Maaperäkartan mukaan alueella esiintyy silttiä ja osittain hiekkakerroksia. Lounaassa kalliopinta kohoaa lähelle maanpintaa ja kalliopinta on todennäköisesti lähempänä maanpintaa paaluvälillä 1360-1460. Maaperä koostuu todennäköisesti ohuista siltti/hiekkakerroksista ennen tiivistä pohjamoreenia.

Paaluvälillä 1455-1850 pohjamaa koostuu pohjatutkimuksien mukaan savisesta siltistä, savesta ja silttikerroksesta ennen pohjamoreenia. Kuivakuorikerros ei leikkaantunut siipikairatessa. Kuivakuorikerros on paksuudeltaan 1,0...2,0 m ja vesipitoisuudeltaan 52,2...62,9 %. Kuivakuorikerroksessa on havaittu liejua 2,0 m syvyyteen maanpinnasta. Kuivakuorikerroksen alla sijaitsee savikerros paksuudeltaan noin 5,0 m ja vesipitoisuudeltaan 48,5...66,5 % ja savikerroksen alla silttikerros paksuudeltaan noin 1,5 m vesipitoisuudeltaan 24,3 % ennen pohjamoreenia. Siipikairalla mitattu redusoimaton leikkauslujuus vaihtelee kuivakuorikerroksessa välillä 118,9-153,8 kPa, ja sen alapuolisessa savikerroksessa välillä 21,5...30,9 kPa.

Kallionpinnan taso on varmistettu tasolle +33,0 noin 11,4 m ympäröivästä maanpinnasta paaluvälillä 750-1175. Paaluvälillä 1455-1850 kalliopinnan tasoa ei ole varmistettu, mutta syvimmillään kairaukset päättyivät kiveen tai kallioon tasolle +30,9 noin 12,0 m nykyisestä maanpinnasta.

PL 1850-2615

Nykyinen maanpinta nousee paalulle 2130 asti tasolta +45,1 tasolle +52,3 ja laskien tasaisesti tasolle +47,9 paaluvälillä 2130-2520 ja nousee tasolta +47,9 tasolle +49,5 paaluvälillä 2520-2615.

Paaluvälillä 1850-2380 pohjamaa koostuu pohjatutkimuksien mukaan liejuisesta ohuesta savi/siltti/savisesta siltti kerroksesta paksuudeltaan 0,5...1,6 m, vesipitoisuus vaihtelee



23,0...37,3 % ja siipikairalla mitattu leikkauslujuus on 153,0 kPa. Pehmeän kerroksen alla sijaitsee ohuita siltti/hiekka linssejä ennen kovaa pohjamoreenia.

Paaluvälillä 2380–2615 savikerroksen paksuus kasvaa 2,0...5,0 metriin ennen siltti/hiekka kerrosta ja tiivistä pohjamoreenia

Kallionpinnan taso on varmistettu paalulla 2155 tasolle +46,7 ollen 4,6 m nykyisestä maanpinnasta. Paaluvälillä 1850–2380 kairaukset ovat päättyneet 2...4 m nykyisestä maapinnasta.

Pohjavedenpinta on varmistettu tasolle +47,35...48,18 noin 150 m suunnitellusta mittalinjasta länteen.

2.2.9 Pohjavesi alueella

Suunnittelualueella sijaitsee yhteensä 18 pohjavesiputkea. Vanhoista putkista kuusi oli vielä mittauskunnossa. Tämän selvityksen yhteydessä asennettiin kolme pohjavesiputkea, koska vanhat putket sijaittivat suunnittelualueen ulkopuolella. Vanhoista toimintakuntoisista, sekä tämän suunnitteluvaiheen yhteydessä asennetuista kolmesta pohjavesiputkesta on seurattu vedenpinnan tasoa vuosina 2023–2024. Alueen luoteiskulmaan Saksantien paalulle 50asennetussa pohjavesiputkessa (PVP 172) pohjavedenpinta on mitattu tasolla +42,2 eli noin 1,0 m ylempänä kuin ympäröivä maanpinta. Siiviläosan alapää on tasolla +28,7. Mattila II alueen pohjoispäähän asennetussa pohjavesiputkessa (182) pohjavedenpinta on mitattu tasolla +40,1 eli noin 0,9 m nykyisen maanpinnan alapuolella. Putken siiviläosan alapää on tasolla +27,9. Saksantien paalulle 1140 asennetussa pohjavesiputkessa (PVP 144) on havaittu paineellista pohjavettä tasolla +43,1 eli 0,7 m nykyisen maanpinnan yläpuolella. Siiviläosan alapää on tasolla +33,3. Saksantien eteläpäässä paalun 2500 kohdalla 150 metriä länteen on pohjavesiputki, jossa pohjavedenpinnan taso on vaihdellut vuoden tarkastelujaksolla +47,35...+48,18 nykyisen maanpinnan ollessa tasolla +47,6. Siiviläosan alapää on tasolla +34,8. Suopurontien jatkeen paalulta 50 noin 80 m luoteeseen sijaitsevassa pohjavesiputkessa (1022) pohjavedenpinta on mitattu vuonna 2016 tasolle +46,2...+47,3 nykyisen maanpinnan ollessa tasolla +48,3. Pohjavedenpinta sijaitsee 1,0...2,2 m ympäröivästä maanpinnasta.

Yhteenvetona voidaan todeta pohjaveden olevan paineellista suunnittelualueella. Painokairausten yhteydessä on maastossa kirjattu lisäksi havaittuja vesipintojen tasoa Saksantien paaluvälillä 600-1100. Näiden havaintojen perusteella vedellä kyllästynyt kerros alkaa savialueella 0,8...2,8m syvyydestä.

2.2.10 Happamat sulfaattimaat

Happamien sulfaattimaiden esiintymistä alueella ei ole tutkittu. GTK:n happamien sulfaattimaiden esiintymisalueiden kartan perusteella alue ei ole happamien sulfaattimaiden riskialuetta.

3 KATUJEN JA PUTKILINJOJEN PERUSTAMINEN

3.1 Yleistä

3.1.1 Painumalaskenta

Painumalaskelmat on tehty Geocalc 5.1.1. ja Geocalc 6.0.0 laskentaohjelmalla.

Painumalaskentaa varten ohjelmoitiin kaksi häiriintymätöntä näytettä Mattila II alueelle. Molemmista näytepisteistä tehtiin ödometrikoe (CRS) kahdelta syvyydeltä (Liite 6). Yhdestä näytteestä saatiin määritettyä konsolidaatiojännitys, ja tämän perusteella savi oli selvästi ylikonsolidoitunutta, mikä oli kyseisessä kohdassa odotettavissa isojen siipikairatulostenkin perusteella. Muiden näytteiden osalta esikonsolidaatiojännitystä ei ödometrikokeessa

havaittu. Näytteet olivat häiriintyneitä. Näytteiden häiriintyneisyys näkyy epäonnistuneen konsolidaatiojännityksen määrityksen lisäksi mm näytteille tehdyistä kartiokokeista, joissa häiriintymätönkin lujuus on selvästi siipikairalla mitattuja lujuuksia alhaisempi.

Savikerroksen painumaparametrit määritettiin kuitenkin pääosin ödometrikokeiden tulosten perusteella, kuitenkin myös häiriintyneistä näytteistä määritettyjä vesi- ja savipitoisuuksia sekä rakeisuuksia soveltaen. Käytetyt painumaparametrit selviävät liitteenä olevista painumatulosteista. Ylikonsolidaatiota käytettiin laskennassa vain siinä maakerroksessa, josta ödometrikokeessa saatiin määritettyä konsolidaatiojännitys ja sen perusteella ylikonsolidaatio, vaikka siipikairalujuudet paikoin muuallakin saattaisivat viitata lievään ylikonsolidaatioon.

Painumakeriteereinä on käytetty Katu 2020 pohjarakennesuunnittelu-osa-alueen 2a mukaisia painumia asfalttipintaisille pää ja paikallisväylille. Tässä suunnitteluvaiheessa oletettiin, että paineviemärit ja vesijohdot kestävät taulukossa mainitun suuruisia painumia. Viettoputkien osalta on käytetty tiukempia kriteerejä, lähtökohtaisesti tavoitteena on ollut painumaton tai lähes painumaton rakenne käytönaikaisessa tilanteessa.

Esikuormituksen osalta on tässä suunnitteluvaiheessa oletettu esikuormittamisen tapahtuvan lopullisen penkereen kokoisella painopenkereellä. Käytännössä tämä voi tarkoittaa penkereen rakentamista lopulliseen korkeuteen, ja päällystämistä vasta riittävän painuman tapahduttua. Putkilinjojen kohdalla esikuormittamisen on luonnollisesti tapahduttava ennen putken rakentamista. Esikuormituksen jatkosuunnittelussa voi tarvittaessa tarkastella myös esikuormittamista ylipenkereellä.

Niillä katuosuuksilla, joissa ei ole putkilinjoja lainkaan voidaan sallia todennäköisesti isompiakin painumia. Tätä tulee tarkastella tarkemmin jatkosuunnittelun yhteydessä

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

Taulukko 1: Katualueiden sallitut painumat, Katu 2020, Pohjarakentaminen, taulukko 2a

3.1.2 Stabiiliteetilaskenta

Stabiiliteetilaskelmat on tehty GeoCalc 6.0.0 laskentaohjelmalla.

Stabiiliteetilaskelmien savikerrosten suljetut leikkauslujuudet on määritetty vesipitoisuuksien perusteella redusoitujen siipikairalla määritettyjen leikkauslujuuksien mukaan. Kuivakuorelle em tavalla määritetyt lujuudet ylittävät väyläviraston ohjeistuksen mukaisen maksimilujuuden, ja kuivakuorelle onkin laskennassa käytetty väyläviraston ohjeistuksen mukaista kuivakuorisaven maksimilujuutta.

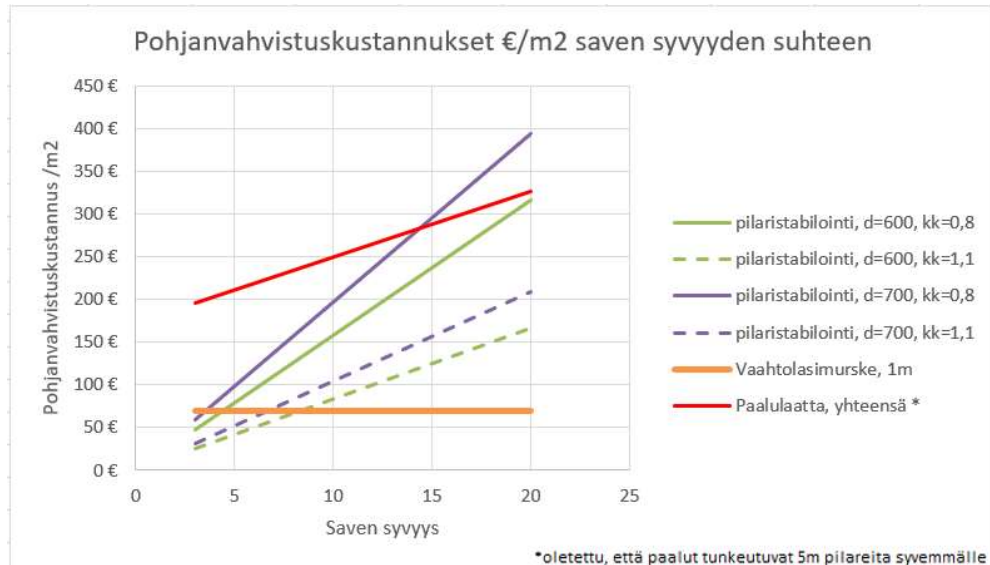


Laskelmat on tehty kokonaisvarmuuslukumenetelmällä, jolloin vaadittuna varmuustasona on pidetty kokonaisvarmuutta $F=1,8$ lopputilanteessa.

3.1.3 Perustamistapojen kustannusvertailu

Kohteessa tunnistettiin useita toimivia pohjanvahvistustapoja. Pohjanvahvistustapojen kustannuksia arvioitiin alustavasti karkealla tasolla alla olevan taulukon ja kuvaajan perusteella, ja tätä arviota on hyödynnetty valittaessa suositeltavia pohjanvahvistustapoja kohteeseen. Esikuormituksen kustannuksia ei taulukoitu, olettaen sen kustannukset muita menetelmiä alhaisemmiksi. Alla olevassa kustannusvertailussa käytettiin fore-kustannuslaskentaohjelman yksikköhintoja.

	Yksikköhinnat (fore)			stabilointi, pilareita/m2			VAM määrä [m3]	Paalulaatan kustannukset / m2				Hinta €/m2		
	€/m2	€/jm	€/kpl	[kpl]	[jm]	[jm]		savi 3m [kpl]	savi 3m [jm]	savi 20m [kpl]	savi 20m [jm]	3m [€]	20m [€]	
pilaristabilointi, d=600, kk=0,8		10,1		1,56	4,69	31,25							47 €	316 €
pilaristabilointi, d=600, kk=1		10,1		1,00	3,00	20,00							30 €	202 €
pilaristabilointi, d=600, kk=1,1		10,1		0,83	2,48	16,53							25 €	167 €
pilaristabilointi, d=700, kk=0,8		12,6		1,56	4,69	31,25							59 €	394 €
pilaristabilointi, d=700, kk=1		12,6		1,00	3,00	20,00							38 €	252 €
pilaristabilointi, d=700, kk=1,1		12,6		0,83	2,48	16,53							31 €	208 €
Vahtolasimurske, 1m	69						1						69 €	69 €
Paalulaatta, yhteensä (oletettu, että paalut tunkeutuvat 5m pilareita syvemmälle)													195 €	326 €
RTB-300, PTL2, kk=2,5		37,3						0,16	1,28	0,16	4		48 €	149 €
Kalliokärki TB300 paaluihin			102					0,16		0,16			16 €	16 €
Paalujatkos TB300 paaluihin			184					0		0,16			0 €	29 €
Paalulaatta, normaalit kohteet	131							1			1		131 €	131 €



Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että hyvin syvässä savikerroksissa paalulaatta saattaa olla putkilinjojen kohdalla, jossa tarvitaan tiheää pilarointia, pilaristabilointia edullisempi ratkaisu. Kevennys on puolestaan pilaristabilointia edullisempi ratkaisu yli 4...8m syvyydellä savikolla, riippuen tarvittavasta pilaritiheydestä. Kustannuksiin vaikuttavat lisäksi mm. kaluston mobilisaatiokulut, riippuen käytettävän menetelmän laajuudesta.

3.2 Saksanväylä

3.2.1 Painuma

Saksanväylän kohdalla tarkasteltiin painumia eri perustamistavoilla. Laskenta tehtiin ensin maanvaraiselle penkereelle tarkastellen myös esikuormitusta. Lisäksi laskettiin painuma kevennetylle rakenteelle. Laskenta tehtiin erikseen kadulle ja putkilinjalle.



Allaolevassa taulukossa on koottuna Saksantien jatkeen painumatarkasteluiden tulokset. Vastaavat laskelmat on esitetty liitteessä 1.1.

Saksantie Painuma eri perustamistavoilla [mm]	painuma 5v, sallittu painuma 100mm				painuma 20v, sallittu painuma 200mm			
	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys	esik. + kevennys	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys	esik. + kevennys
Pplv 0-250	200	1v 105, 2v 70	0,5m, 90	1v+0,5m 0	320	1v 225, 2v 190	0,5m 140	1v+0,5m 45
Plv 0-250, PJV	260	2v, 130	0,9m, 140	1v+0,9m 45	380	2v, 250	0,9m, 220	1v+0,9m 125
Plv 250 - 600	40				40			
Plv 250 - 600, PJV	60				60			
Plv 750-1250	240	1v 120, 2v 70	150		340	1v 220, 2v 170	200	
Plv 1500-1900	140	3kk, 60			140			
Plv 2350-2600	220	3kk, 95			220	3kk, 95		

3.2.2 Stabiilitetti

Stabiilitetitarkastelut tehtiin Saksantien katupenkereeltä paaluilta 830 ja 1740 (Liite 1.2) Tarkastelut tehtiin lopputilanteesta, jossa katupenkereen päällä on liikennekuorma.

Saksantien pl 830 stabiilitetilaskelman kokonaisvarmuudeksi saatiin $F=2,41$. Katupenkereen stabiilitetti on riittävä.

Saksantien pl 1740 stabiilitetilaskelman kokonaisvarmuudeksi saatiin $F=2,20$. Katupenkereen stabiilitetti on riittävä.

3.2.3 Perustamistapa

Tarkastelun perusteella osuuden länsipäässä plv 0-270 kadun perustaminen onnistuu esikuormittamalla 2v tai ilman esikuormitusta 0,5m paksuisella vaahtolasikevennyksellä. Yhdistämällä esikuormitukseen kevennys, päästään laskennan perusteella jo hyvin pieniin painumiin. Osuudelle tulee painejätevesiviemäri, jonka kohdalla vaaditaan esikuormitus ja kevennys, jotta päästään sallittuihin painumiin. Osuus esitetään esikuormitettavaksi, putkilinjan kohdalle tehdään lisäksi kevennys esikuormituksen jälkeen. Osuuksilla, missä katu liittyy olemassa oleviin väyliin, tehdään tarvittaessa esikuormituksen jälkeen siirtymärakenne kevennysmateriaalista. Tuusulantien ja Järvenpääntien liittymäalueella esitetyn esikuormituksen alle jää muutamissa kohdissa olemassa olevia putkilinjoja. Putkilinjat tulee siirtää ennen esikuormitusta, tai käyttää muuta perustamistapaa niiden kohdalla.

Plv 270-750 voidaan tarkastelun perusteella perustaa maanvaraisesti

plv 750-1250 vaaditaan 1...2v esikuormitusta. Osuudelle ei ole tulossa putkilinjoja, joten todennäköisesti voidaan sallia katu 2020 taulukon painumakriteerejä isompia painumia, jolloin esikuormitusaika voisi olla lyhyempikin. Sallittua painumaa määritettäessä on huomioitava, että kadun rakenteet eivät painu kuivatustason alapuolelle.

plv 1500-1900 ja 2350-2600 olevilla koheesiomaosuuksilla penkereelle suositellaan muutaman kuukauden esikuormitusaikaa.



3.3 Suopurontien jatke

3.3.1 Painuma

Suopurontien jatkeen kohdalla tarkasteltiin painumia eri perustamistavoilla. Laskenta tehtiin ensin maanvaraiselle penkereelle tarkastellen myös esikuormitusta. Lisäksi laskettiin painuma kevennetylle rakenteelle. Laskenta tehtiin erikseen kadulle ja putkilinjalle. Pohjoisosan turvealueella tarkasteltiin alustavasti vaadittava pilaristabiloinnin kk-väli sekä kadulle, että vesijohdon kohdalle.

Alla olevassa taulukossa on koottuna Suopurontien jatkeen painumatarkasteluiden tulokset. Vastaavat laskelmat on esitetty liitteessä 2.1.

Suopurontie Painuma eri perustamistavoilla [mm]	painuma 5v, sallittu painuma 100mm			painuma 20v, sallittu painuma 200mm		
	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys
plv 0-200	165	3kk, 30		165	3kk, 30	
Plv 270-410	235	3kk 110, 6kk 70		235	3kk 110, 6kk 70	
Plv 600-1000	280	1v 120, 2v 65		330	1v 170	
Plv 1200-1700, MVK turpeessa	260	1v 130	1m, 150	380	1v 250	1m, 220
Plv 1200-1700, VJ	310			460		

3.3.2 Stabiliateetti

Stabiliateettitarkastelut tehtiin Suopurontien katupenkereeltä paaluilta 800 ja 1360 (Liite 2.2). Stabiliateettitarkastelut tehtiin käyttäen suljettua leikkauslujuutta. Tarkastelut tehtiin lopputilanteesta, jossa katupenkereen päällä on liikennekuorma.

Lisäksi Suopurontien paalulta 800 tehtiin tarkastelu penkereen rakentamisvaiheesta tehokkailla jännityksillä, jossa huomioitiin ulkoisen kuorman aiheuttama huokosvedenpaineen kasvu. (Liite 2.2)

Suopurontien pl 800 stabiliateetilaskelman kokonaisvarmuudeksi saatiin $F=2,32$. Tehokkailla jännityksillä laskettaessa kokonaisvarmuudeksi saatiin $F=2,45$. Katupenkereen stabiliateetti on molemmissa laskelmissa riittävä.

Suopurontien pl 1360 stabiliateetilaskelman kokonaisvarmuudeksi saatiin $F=1,65$. Katupenkereen stabiliateetti jää alle tavoitellun kokonaisvarmuuden 1,8.

3.3.3 Perustamistapa

Tarkastelun perusteella osuuden eteläpäässä, paaluvälillä 0-1000 olevat pehmeiköt voidaan perustaa esikuormittamalla alapuolista maaperää lopullisen penkereen kokoisella painopenkereellä. Esikuormitusajat vaihtelivat muutamasta kuukaudesta puoleen vuoteen plv 0-200 ja 270-410. Paaluvälillä 600-1000 vaaditaan pidempää esikuormitusaikaa, halutusta käytönaikaisesta painumasta riippuen 1...2v. Näillä osuuksilla ei ole putkilinjoja, joten myös Katu2020 taulukossa isompia sallittuja painumia on mahdollista harkita, jolloin esikuormitusaikaa voitaisiin lyhentää.

Plv 1200-1700 osuus esitetään perustettavaksi stabiloimalla sekä putkilinjan, että kadun osalta. Keventämällä tai esikuormituksella ei tehdyn tarkastelun perustella päästä



sallittuihin painumiin. Alustavasti halkaisijaltaan 600mm ja leikkauslujuudeltaan 80 KPa pilareilla tulee putkilinjan kohdalla käyttää 0,8m pilariväliä, ja kadun kohdalla 0,9...1m pilariväliä. Stabiloinnin nopeasti tapahtuva alkupainuma aiheuttaa painumaa putkilinjan kohdalle, paineputki ei kuitenkaan ole kovin herkkä painumalle. Mikäli käytönaikaista painumaa halutaan pienentää, voidaan putkilinjaa esikuormittaa pilaroinnin jälkeen tai putkille voidaan suunnitella esikorotus. Savikerroksen yläpuolella olevaan turvekerrokseen tehdään massanvaihto tai massastabilointi kerroksen paksuudesta riippuen.

3.4 Mattila II

3.4.1 Painuma

Mattila II alueella painumatarkastelut tehtiin katujen K1 (Einarinkatu), K4 (Suotie) ja K6 (Jukolansuora ja Jukolanmutka) kohdilla. Laskenta tehtiin ensin maanvaraiselle penkereelle tarkastellen myös esikuormitusta. Lisäksi laskettiin painuma kevennetylle rakenteelle. Laskenta tehtiin erikseen kadulle ja putkilinjalle. Kadun K6 kohdalla tarkasteltiin alustavasti vaadittava pilaristabiloinnin kk-väli sekä kadulle, että putkilinjan kohdalle.

Alla olevassa taulukossa on koottuna Mattila II alueen painumatarkasteluiden tulokset. Vastaavat laskelmat on esitetty liitteessä 3.1.

Mattila II Painuma eri perustamistavoilla [mm]	painuma 5v, sallittu painuma 100mm				painuma 20v, sallittu painuma 200mm			
	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys	esik. + kevennys	maan- varainen	esi- kuormitus	kevennys	esik. + kevennys
Mattila K1, 0-350	13				13			
Mattila K1 putket, 0-350	32	0,25v 8, 0,5v 3	24		32	0,25v 8, 0,5v 3	25	
Mattila K1 450-1050	159	1v, 80	1m 90...160		250	1v 171	1m 140...210	
Mattila K1, putket, 450-1050	250-300		1m 120...200		340...370		1m 180...280	
Mattila K4	75	1v, 33	1m, 40		85	1v, 43	1m, 45	
Mattila K4, putket	107	1v, 65	1m, 55	1v + 1m, 13	120	1v, 78	1m, 60	1v + 1m, 18
Mattila K6	210	1v, 75	115		260	1v, 125	145	
Mattila, K6, putket	230	1v, 95	140	1v+1m, 5	280	1v, 145	205	1v+1m, 70

3.4.2 Stabiliateetti

Stabiliateettitarkastelu tehtiin Mattila II K1 katupenkereeltä paalulta 825. Lisäksi tehtiin stabiliateettitarkastelu samalta paalulta, jossa penkereen paksuus on 1,5 m. Tällä tarkastelulla kuvattiin Mattila II alueen isoimpia penkereitä. Laskelmat on esitetty liitteessä 3.2. Tarkastelut tehtiin lopputilanteesta, jossa katupenkereen päällä on liikennekuorma.

Mattila II K1 pl 830 stabiliateetilaskelman kokonaisvarmuudeksi saatiin F=3,00 ja 1,5 m paksulla penkereellä kokonaisvarmuudeksi saatiin F=2,75. Katupenkereen stabiliateetti on riittävä.

3.4.3 Perustamistapa

Mattilan alueen pohjoispää sijaitsee pääosin lujalla ja ohuehkolla savialueella. Tarkastelun perusteella kadun K1 plv 0-350, kadun K2 plv 0-170 ja kadun K3 plv 150-250 voidaan perustaa esikuormittamalla pengertä 3...6kk ajan, jolloin myös putkilinjat voidaan laskennan mukaan perustaa maanvaraisesti tai paikoin käyttäen esikuormituksen jälkeen putkilinjan kohdalla kevennystäyttöä. Kadun K4 kohdalla vaaditaan pidempi, noin 1v mittainen esikuormitus, sekä putkilinjan kohdalle lisäksi kevennys.



Muuten Mattila II alueen pehmeikköosuudet suositellaan perustettavaksi pilaristabiloinnin varaan. Alustavasti halkaisijaltaan 600mm ja leikkauslujuudeltaan 80 KPa pilareilla tulee putkilinjan kohdalla käyttää 0,8m pilariväliä, ja kadun kohdalla 1,1...1,2m pilariväliä.

Syvimpien savialueiden kohdalla viettoputket on tässä esitetty perustettavaksi paalulaatalle: Vaikka pilaristabiloinnilla saavutetaankin pilareiden kestävyuden kannalta hyväksyttävä rakenne, aiheuttaa pilareiden nopeasti tapahtuva alkupainuma painumaa putkilinjan kohdalle. Paksujen savikerrosten kohdalla tämä alkupainuma on erityisesti viettoputkille liian iso, ollen tehtyjen tarkastelujen perusteella suuruusluokaltaan noin 80...150mm. Mikäli viettoputkilinjat halutaan näillä osuuksilla perustaa paalulaatan sijaan pilaristabiloinnille, tulee pilaroinnin jälkeen putkilinjan kohta esikuormittaa, tai vaihtoehtoisesti suunnitella putkilinjat sellaisilla esikorotuksilla, että alkupainuman jälkeen niiden kaadot säilyvät hyväksyttävänä. Pilaritiheyden lisäksi pilareiden koolla ja erityisesti lujuudella voidaan vaikuttaa painuman suuruuteen, tässä on tarkasteltu leikkauslujuudeltaan 80KPa, ja halkaisijaltaan 600mm pilareita. Tarkasteltaessa putkilinjojen paalulaattojen korvaamista pilaristabiloinnilla tulee huomioida rakentamiskustannukset: hyvin syvässä savikossa tiheällä pilarivälillä saattaa paalulaatta olla pilaristabilointia edullisempi ratkaisu (kts kohta 3.1.3).

3.5 Yhteenveto perustamistavoista

Alla olevassa taulukkoon on koottu tehtyjen tarkastelujen perusteella esitettävät katujen ja putkilinjojen perustamistavat.



Alku-paalu	Loppu-paalu	Pituus (m)	Pohjanvahvistus kadulla	Pohjanvahvistus putkiliinjalla	Huomioita
Saksanväylä					
0	270	270	Esikuormitus 1...2 v	Esikuormitus 1...2 v + kevennys	Siirtymärakenteena nykyiseen väylään tarvittaessa kevennys
750	1200	450	Esikuormitus 1...2 v	-	
1580	1930	350	Esikuormitus 3 kk	-	
2050	2110	60	Irtilouhinta		
2200	2260	60	Irtilouhinta		
2320	2550	230	Esikuormitus 3 kk	-	
Suopurontien jatke					
30	160	130	Esikuormitus 3 kk	-	
270	410	140	Esikuormitus 3...6 kk	-	
730	1000	270	Esikuormitus 1...2 v	-	
1320	1680	360	Pilaristabilointi + massanvaihto / massastabilointi turvekerrokseen	Pilaristabilointi + massanvaihto / massastabilointi turvekerrokseen	
Mattila II, K1 (Einarinkatu)					
0	350	350	Esikuormitus 3...6 kk	Esikuormitus 3...6 kk	
450	860	410	Pilaristabilointi	plv 450-780 Pilaristabilointi, plv 780-835 Paalulaatta	Vaihtoehtona putkiliinjalla esikuormitettu pilaristabilointi
930	1050	120	Pilaristabilointi	Pilaristabilointi	
Mattila II, K2 (Pajunkissantie)					
0	170	170	Esikuormitus 3...6 kk	Esikuormitus 3...6 kk, plv 40-120 lisäksi kevennys	
Mattila II, K3 (Koripajuntie)					
150	250	100	Esikuormitus 3...6 kk	Esikuormitus 6 kk + kevennys	
Mattila II, K4 (Suotie)					
20	150	130	Esikuormitus 1 v	Esikuormitus 1 v + kevennys	
Mattila II, K5 (Kiiltopajuntie)					
0	160	160	Pilaristabilointi	Paalulaatta	Vaihtoehtona putkiliinjalla esikuormitettu pilaristabilointi
Mattila II, K6 (Jukolanmutka ja Jukolansuora)					
0	290	290	Pilaristabilointi	Paalulaatta	Vaihtoehtona putkiliinjalla esikuormitettu pilaristabilointi
Mattila II, K7 (Jukolanpätkä)					
0	120	120	Pilaristabilointi	Paalulaatta	Vaihtoehtona putkiliinjalla esikuormitettu pilaristabilointi

4 ALIKULKUSILLAT

Suunnitelmassa on esitetty yhteensä 10 kevyenliikenteen alikulkukäytävää, joista neljä sijaitsee suunnittelualueen pohjoispäässä nykyisen Järvenpääntien ja Tuusulantien risteyskohtaan suunnitellun kiertoliittymän kohdalla. Neljä suunniteltua alikulkua sijaistee Suopurontien jatkeen ja Saksanväylän risteyskohtaan tulevan kiertoliittymän kohdalla. Lisäksi suunnitelmassa on esitetty kaksi virkistysreittien alikulkua Saksanväylällä.

4.1.1 Pohjoispään alikulut

Pohjoispään kiertoliittymän alueella suunniteltu alitettavien väylien taso on noin +43, ja alikulkevien väylien pinnan taso tästä 4,2m syvyydellä, jolloin alittavien kevyenliikenteenväylien taseus tulee alimmillaan olemaan noin +39. Luonnollinen maanpinta on noin tasolla +41...43.



Alueella on tehty kolme siipikairausta ja otettu häiriintyneet näytteet vuosina 2020...2024. Maaperä koostuu 2...3m paksuisesta kuivakuorikerroksesta, ja tämän alapuolisesta laihan saven...savisen siltin kerroksesta ennen alapuolista tiivistä moreenikerrosta. Saven alapinta on kiertoliittymän kohdalla noin +30...34,5. Saven vesipitoisuus liittymän koillispuolella on näytteenoton perusteella noin 30...50% ja liittymän lounaispuolella puolestaan noin 50...75%. Siipikairalla mitattu redusoimaton leikkauslujuus kuivakuorikerroksessa on 50...130kPa ja tämän alapuolisessa savikerroksessa 15...25kPa kunnes savi muuttuu lujemmaksi jälleen syvemmällä lähestyttäessä pohjamoreenia.

Pohjavedenpinta alueella on havaittu maaliskuussa 2024 tasolla +42,25.

Alikulkusillat tulevat perustettavaksi paalujen varaan. Sillan perustamistaso ja alittavien väylien tasot tulevat olemaan selvästi pohjavedenpinnan alapuolella. Kaivutason alapuolelle jää vain muutaman metrin kerros savea ennen saven alapuolista vettäjohtavaa kerrosta, jolloin on huomioitava nosteen aiheuttaman murtuman riski työnaikaisessa tilanteessa. Kaukalarakenteen tarve alikulkujen kohdalle on selvítettävä. Pohjavedenpinnan pysyvä alentaminen aiheuttaa painumaa ympäröiviin rakenteisiin, toisaalta heikosti vettä johtavassa savikerroksessa alikulun kohdan kuivattaminen ilman laajaa pohjavedenpinnan alenemista lienee mahdollista, ongelmaksi saattaa kuitenkin muodostua pohjavedenpaineen aiheuttama nostevaikutus.

4.1.2 Saksanväylän ja Suopurontien liittymäalueen alikulut

Saksanväylän ja Suopurontien kiertoliittymän alueella suunniteltu alitettavien väylien taso on noin +44, ja alikulkevien väylien pinnan taso tästä 4,2m syvyydellä, jolloin alittavien kevyenliikenteenväylien tasaus tulee alimmillaan olemaan noin +40. Luonnollinen maanpinta on noin tasolla +43...46 kohoten etelään.

Kiertoliittymä osuu maalajialueiden vaihtumisvyöhykkeeseen siten, että alueen maaperä koostuu liittymäalueen eteläreunassa hiekkamoreenista, mutta kohti pohjoista maanpeite kasvaa ja kerroksen yläosassa on silttiä ja pohjoisimman alikulun kohdalla mahdollisesti myös savea arviolta noin 5m kerros. Kairausten perusteella arvioiden eteläisemmänkin alikulun kohdalla kallionpinta on yli 5m syvyydellä nykyisestä maanpinnasta.

Pohjavedenpinta alueesta noin 100m luoteeseen on havaittu maaliskuussa 2024 tasolla +43,08.

Alikulkusillat tulevat perustettavaksi maanvaraisesti lukuunottamatta pohjoisinta alikulkua, jonka kohdalla paaluperustus, tai perustaminen massanvaihdon varaan saattaa tulla kyseeseen, savikerroksen paksuudesta riippuen. Siltojen perustamistaso ja alittavien väylien tasot tulevat olemaan selvästi pohjavedenpinnan alapuolella. Maaperä alueen eteläosassa lienee hyvin vettäjohtavaa, minkä vuoksi alikulkujen vedenhallinta sekä työnaikaisessa tilanteessa, että lopputilanteessa tulee olemaan haasteena. Kaukalarakenteen tarve alikulkujen kohdalle on selvítettävä huomioiden, että pohjavedenpinnan pysyvä alentaminen aiheuttaa painumaa ympäröiviin rakenteisiin.

4.1.3 Virkistysreittien alikulut

Pohjoisempi virkistysreitin alikulku sijaitsee Saksanväylän paalulla 920. Alikulku sijoittuu savialueelle, jossa saven paksuus on noin 13 m. Eteläisempi virkistysreitin alikulku sijaitsee Saksantien paalulla 1660 savi- ja kitkamaa-alueen vaihtumisvyöhykkeellä.

5 PUTKIKAIVANNOT

Alueella savikerroksen yläosassa oleva paksu ja luja kuivakuori helpottaa putkikaivantojen tekemistä, ja mahdollistaa tuentaelementtien käytön melko syvissäkin kaivannoissa. Matalia kaivantoja voidaan tehdä myös luiskaamalla. Ponttiseiniä tarvitaan syvimpien



putkikaivantojen kohdalle, syvimmillään putkia on yleissuunnitelmavaiheen vesihuoltosuunnitelman mukaan noin 6m syvyydessä.

Paineellinen pohjavesi aiheuttaa myös putkikaivantojen osalta haasteita. Erityisesti haasteena on nosteen aiheuttama kaivannon pohjan murtuminen siellä, missä kaivannon pohjan alle jää vain ohut savikerros. Näillä osuuksilla tullaan todennäköisesti tarvitsemaan työn aikaisia pohjaveden painetasen alennuksia. Kaivannon ulottuessa vettä johtavaan kerrokseen tulee kaivannon pohjan hydraulisen murtuman riski tarkastella, ja määrittää tarvittava ponttien pituus tämä huomioiden.

Alla on esitetty kaduittain alustava putkikaivantojen tuentatapa.

Mattila II K1

Putkikaivannot tuetaan tuentaelementein ja ponttiseinin. Kaivannon syvyys on hallittavissa tuentaelementein lukuun ottamatta paaluväliä 225–460, jossa kaivannon syvyys on syvimmillään 4,6 m maanpinnasta. Savialueilla vettä johtava maakerros on pääosin syvällä. Paaluvälillä 0-320 kaivannon pohjan alle jää vain ohut savikerros, ja nosteen aiheuttaman kaivannon pohjan murtumisen estämiseksi tarvitaan mahdollisesti pohjaveden alennusta työnaikaisessa tilanteessa. Alueilla joissa kaivannon pohja ulottuu hyvin vettä johtavaan kitkamaahan, saatetaan tarvita ponttiseiniä matalahkoissakin kaivannoissa vedenhallinnan vuoksi.

Mattila II K2

Putkikaivannot tuetaan ponttiseinin noin paalulta 180 eteenpäin kaivannon ollessa syvimmillään 6,1 m maanpinnasta. Kadun alkuosassa tuenta onnistuu kaivannon syvyyden puolesta tuentaelementeillä, mutta nosteen aiheuttaman kaivannon pohjan murtumisen estämiseksi tarvitaan mahdollisesti pohjaveden alennusta työnaikaisessa tilanteessa.

Mattila II K3

Putkikaivannot tuetaan pääosin ponttiseinin kaivannon ollessa syvimmillään 6,2 m maanpinnasta. Kadun loppupäässä paalulla 190–240 kaivanto on matalampi ja on osin toteutettavissa tuentaelementeillä tuettuna. Vettä läpäisevän kerroksen etäisyys kaivannon pohjasta on 2...4m, joten nosteen aiheuttaman kaivannon pohjan murtumisen estämiseksi saatetaan tarvita pohjaveden alennusta työnaikaisessa tilanteessa.

Mattila II K4

Putkikaivannot tuetaan tuentaelementein. Syvimmillään kaivanto on 2,6 m ja vettä läpäisemättömän kerroksen paksuus kaivannon pohjan alla on keskimäärin 6,1 m, jolloin alustavan tarkastelun mukaan varmuus nosteen aiheuttamaa kaivannon pohjan murtumista vatsaan on riittävällä tasolla.

Mattila II K5

Putkikaivannot tuetaan tuentaelementein. Syvimmillään kaivanto on 2,6 m ja vettä läpäisemättömän kerroksen paksuus kaivannon pohjan alla on keskimäärin 10,2 m.

Mattila II K6 ja K7

Putkikaivannot voidaan toteuttaa luiskattuina kaivantona saven kuivakuorikerroksen varaan. Kadun alkupuolella kaivannon syvyys on syvimmillään 2,0 m. Vettä läpäisemättömän kerroksen paksuus kaivannon pohjan alla on noin 9...14m. Keskimäärin putket perustetaan 0,9 m syvyyteen maanpinnasta.



6 JATKOTOIMENPITEET

Pohjarakentamisen yleissuunnitelmassa esitetään esikuormitusta isolle osalle suunniteltavia katulinjoja. Esikuormitukset on suunniteltava tarkemmin erikseen. Suunnittelussa on tarkasteltava mahdollisten ylipenkereiden käyttö. Erityisesti ylipenkereiden käytöstä olisi hyötyä osuuksilla, joissa nyt tehdyn tarkastelun perusteella jää kevennystarve putkilinjoille esikuormituksen lisäksi. Ylipenkereellä esikuormittamista on hyvä tarkastella myös, mikäli halutaan lyhentää esikuormitusajkoja. Nyt tehdyssä suunnitelmassa on tarkasteltu lopullisten penkereiden stabiliteetti, ja tarkastelun perusteella lopullista pengertä korkeampien esikuormituspenkereiden rakentaminen on mahdollista. Jos tehdään esikuormitusta ylipenkereillä, tulee penkereiden stabiliteetti tarkastella erikseen. Esikuormituksen yhteydessä tehdään painumaseurantaa esikuormituksen etenemisen seuraamiseksi.

Korkea pohjavedenpinta aiheuttaa rajoitteita kevennyksen käytölle. Kevennysten suunnittelussa kevennysrakenteeseen kohdistuva noste rajoittaa käytettävissä olevaa kevennyspaksuutta ja kevennysten jääminen osittain pysyvästi veden alle heikentää niillä saatavaa kevennystehoa. Kevennysrakenteiden salaojitusta rajoittaa pohjaveden laskemisen aiheuttama lisäkuorma maaperään ja siitä seuraava painuma.

Katujen yleissuunnitelmassa on esitetty tilavarauksia maisemavalleille. Näitä suunniteltaessa on tarkistettava vallien stabiliteetti. Hulevesialtaiden stabiliteettia ei ole tarkasteltu työn tässä vaiheessa, altaiden stabiliteetti tulee tarkistaa suunnittelun tarkentuessa.

Alikulkujen suunnittelu ei ollut tämän työn fokuksessa, ja niiden pohjarakentamista on tarkasteltu tässä vaiheessa hyvin alustavalla tasolla. Näiden osalta tunnistettiin kuitenkin haasteena alikulkujen vedenhallinta niin työnaikaisessa, kuin lopputilanteessakin. Pohjaveden alenemista laajalla alueella ei voida sallia, koska siitä aiheutuu painumaa ympäröiville saven varaan perustetuille rakenteille. Alikulkujen kohdalla täytyy tarkastella kaukalarakenteiden tarve ja niiden laajuus. Lisäksi tulee huomioida veden nostevaikutus silta ja katurakenteisiin.

Jatkosuunnittelua varten tulee tehdä lisäpohjatutkimuksia, ja esitetyt suunnitelmaratkaisut tulee tarkistaa ja tarkentaa näiden perusteella.

Tämän suunnitteluvaiheen yhteydessä tehdyistä ödometrikokeista kolmessa neljästä näyte oli niin häiriintynyt, että savinäytteen esikonsolidaatiojännitystä ei saatu määritettyä. Saven painumaominaisuuksista on syytä hankkia vielä lisätietoa jatkosuunnittelua varten tekemällä muutamia häiriintymättömiä näytteenottoja ja teettämällä niistä ödometrikokeita. Mikäli aikataulullisesti mahdollista, myös koepenkeren rakentaminen esikuormitettavalle alueelle ja painuman seuraaminen siitä, toisi hyvin lisätietoa savikerroksen painumakäyttäytymisestä kyseisellä kohdalla.

Stabiloinnin suunnittelua varten tarvitaan stabiloitavuuskokeita. Stabiloinnin suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida alueen paineellinen pohjavesi ja siihen liittyvät riskit stabilointityön onnistumiselle.

Pohjavedenpinnan mittausta suunnittelualueella olevista putkista tulee jatkaa säännöllisesti, jotta saadaan käsitys pohjavedenpinnan luonnollisesta vaihteluvälistä alueella. Lisäpohjavesiputkia tarvittaneen ainakin Saksanväylän kitkamaaosuuden kohdalle alikulkujen läheisyyteen.

Niiltä osin, kun rakentaminen tapahtuu olemassa olevien rakennusten läheisyydessä, tulee rakennusten perustamistavat selvittää seuraavassa suunnitteluvaiheessa, ja huomioida esimerkiksi kaivantojen suunnittelussa. Tarvittavilta osin ohjelmoidaan olemassa olevien rakenteiden työnaikainen seuranta.



7 LIITTEET

Liite 1.1 Saksanväylä, painuma

Liite 1.2 Saksanväylä, stabiliteetti

Liite 2.1 Suopurontie, painuma

Liite 2.2 Suopurontie, stabiliteetti

Liite 3.1 Mattila K1, painuma

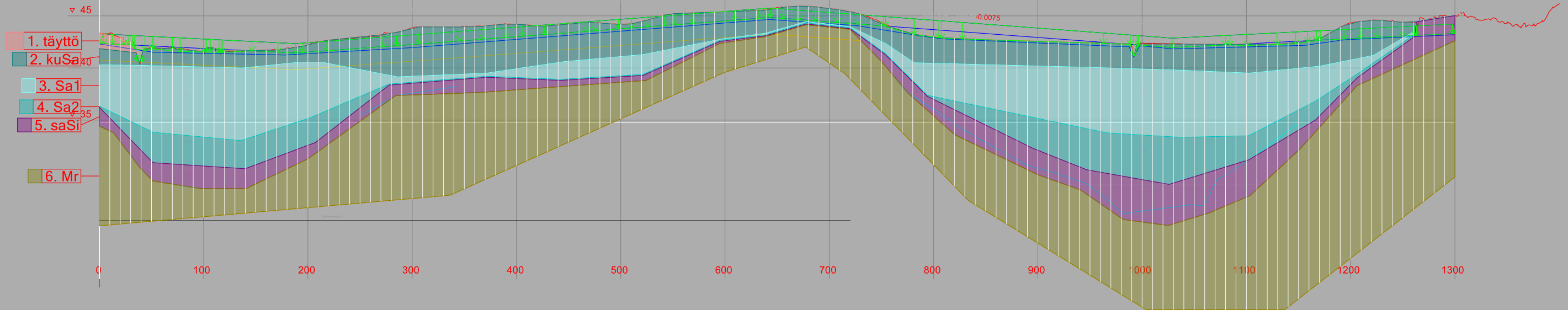
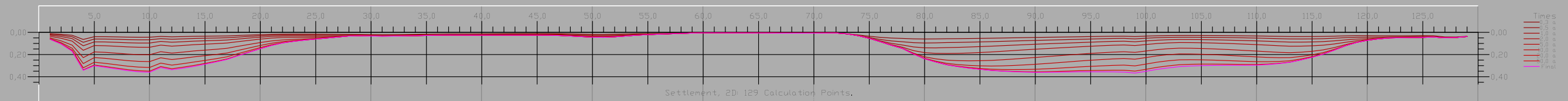
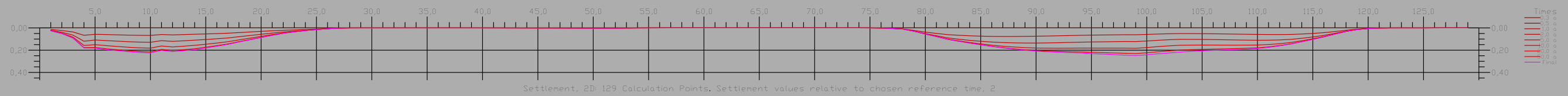
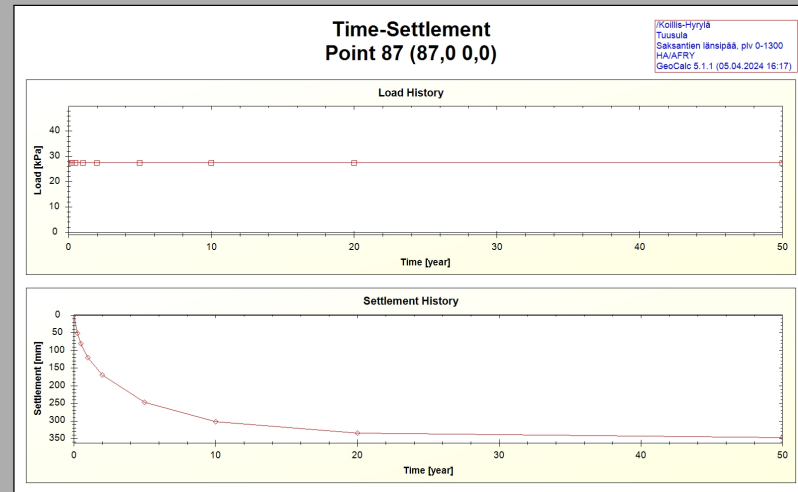
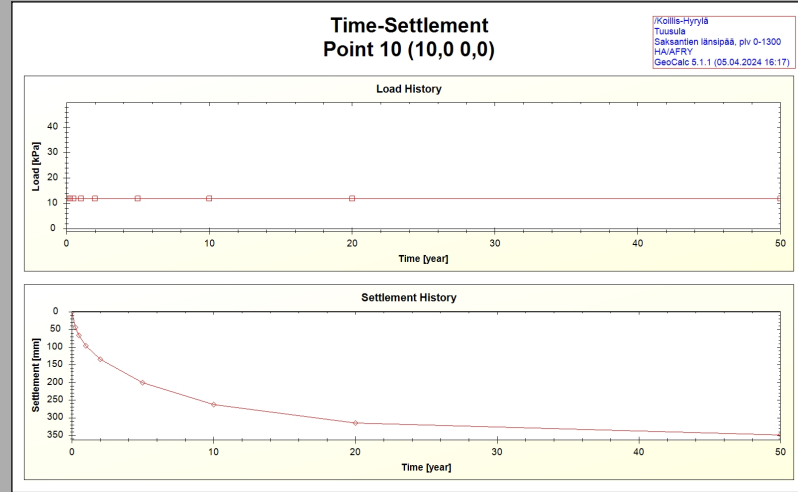
Liite 3.2 Mattila K1, stabiliteetti

Liite 4 Mattila K4, painuma

Liite 5 Mattila K6, painuma

Liite 6 Ödometrikokeet

Liite 1.1



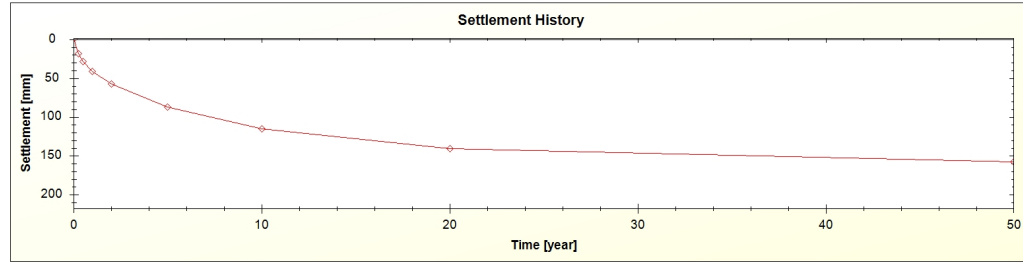
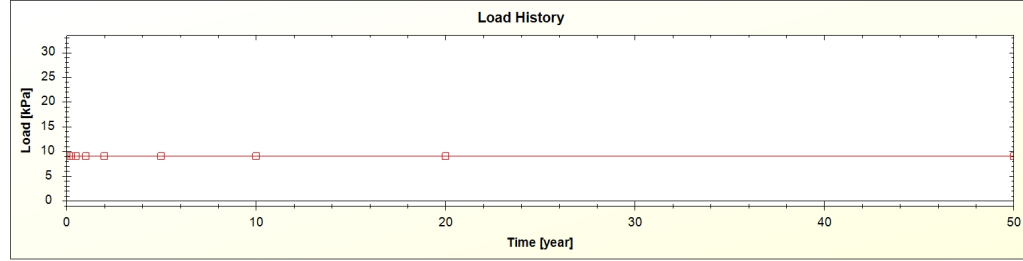
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 täyttö	20,000	20,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY

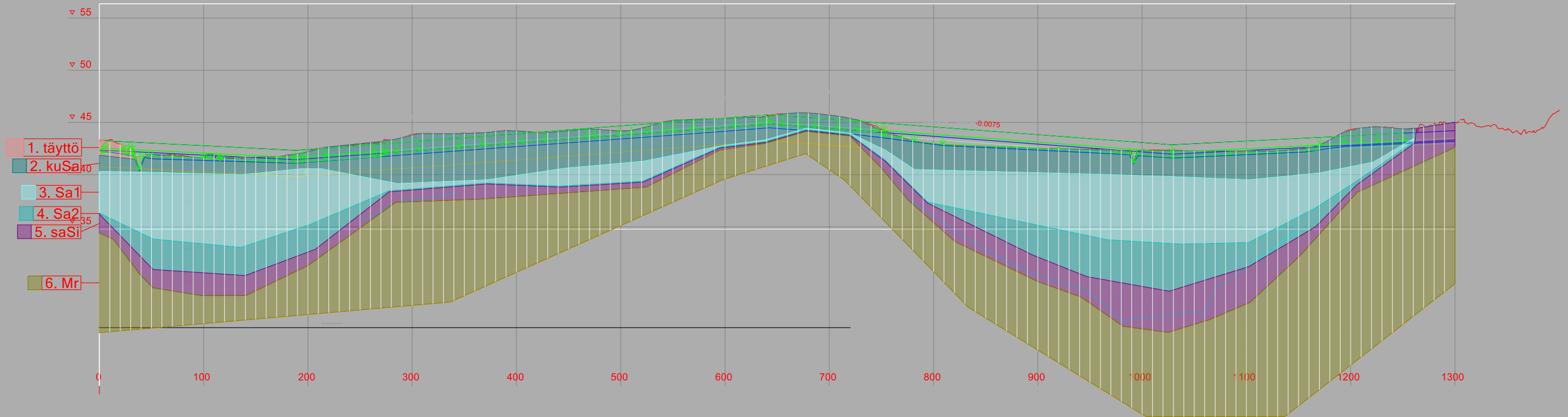
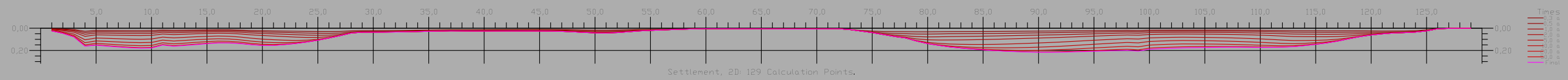
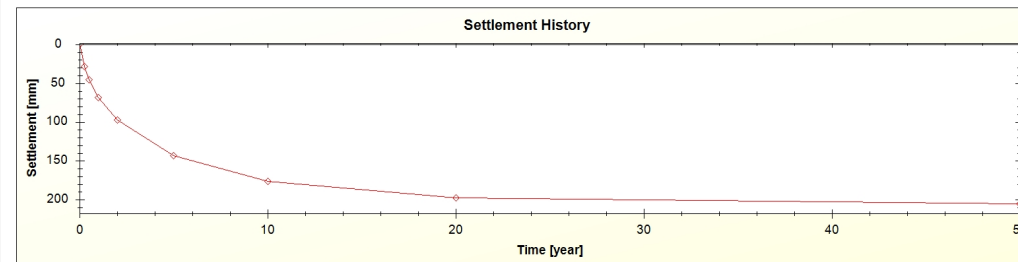
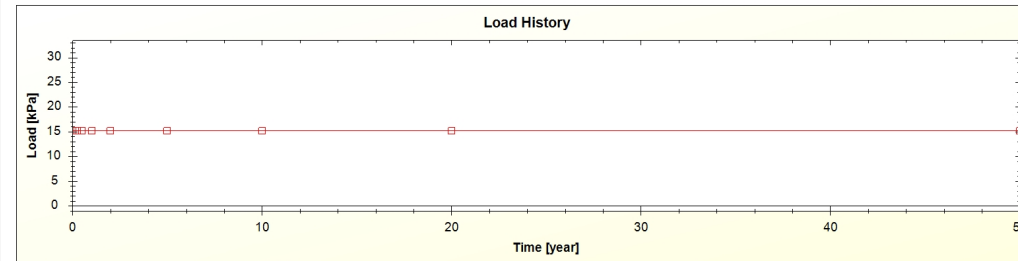
Time-Settlement Point 12 (12,0 0,0)

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 16:51)



Time-Settlement Point 87 (87,0 0,0)

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 16:51)



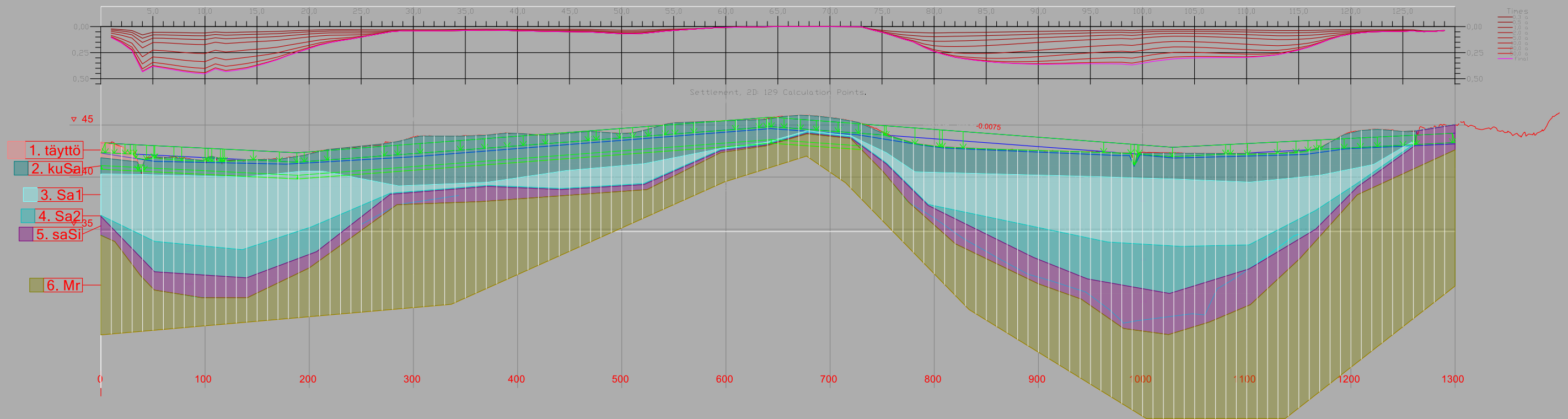
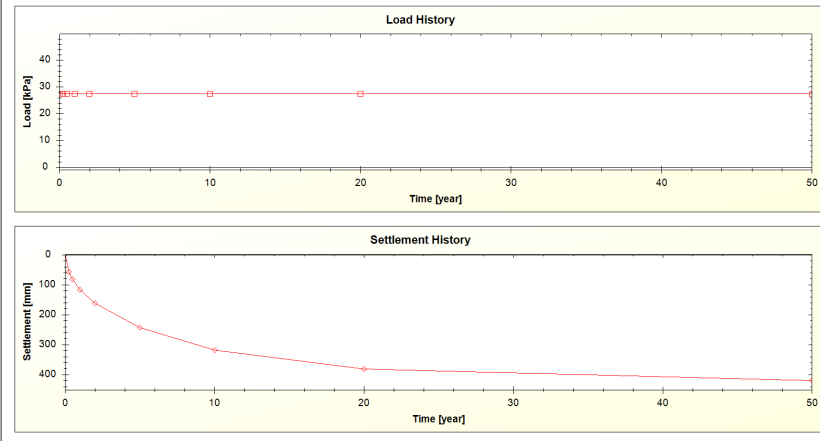
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 täyttö	20,000	20,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Vaahtolasi 0,5m + pengertäyttö

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY

Time-Settlement Point 12 (12,0 0,0)

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 17:30)



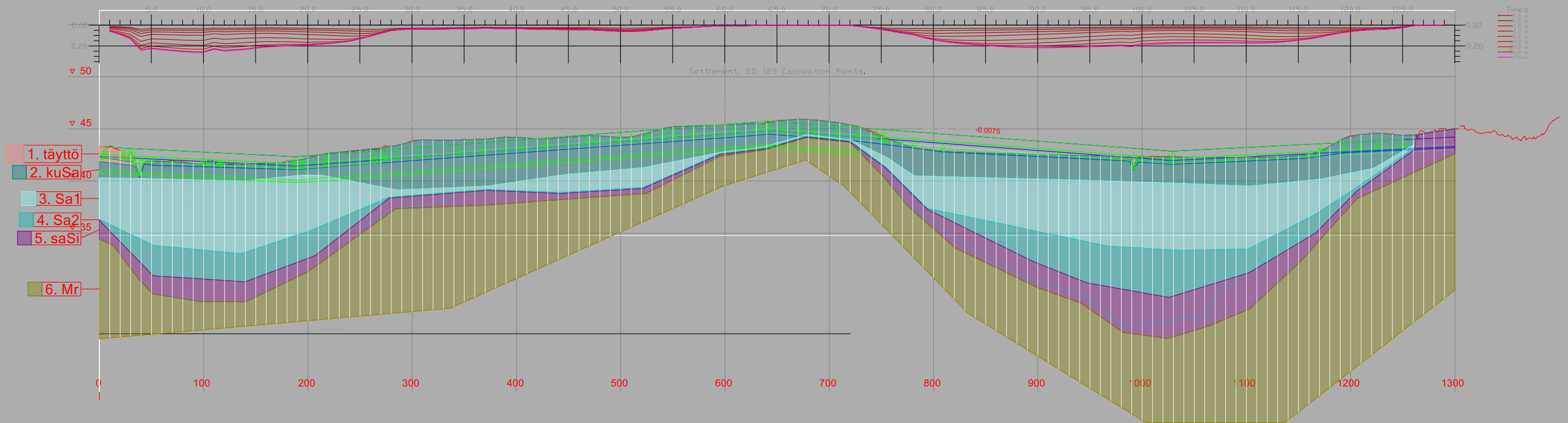
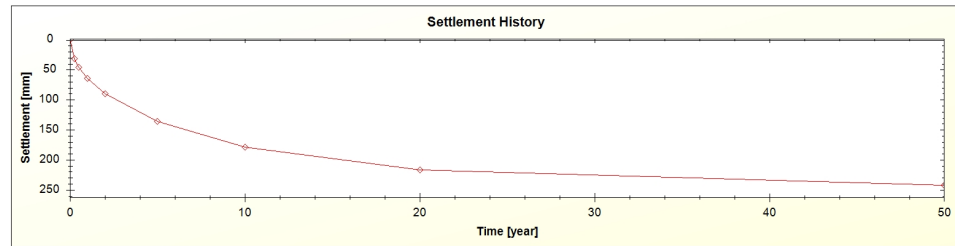
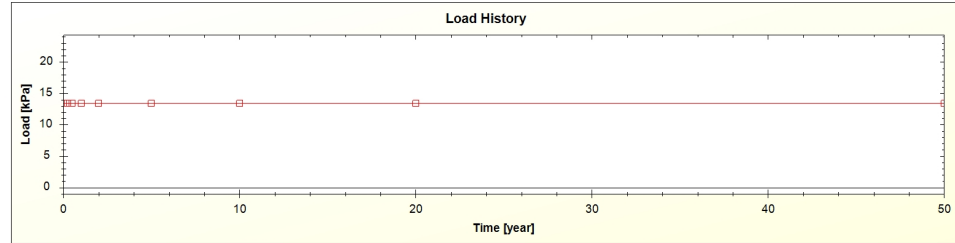
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 täyttö	20,000	20,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
plv 0-743 PJV

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY

Time-Settlement Point 12 (12,0 0,0)

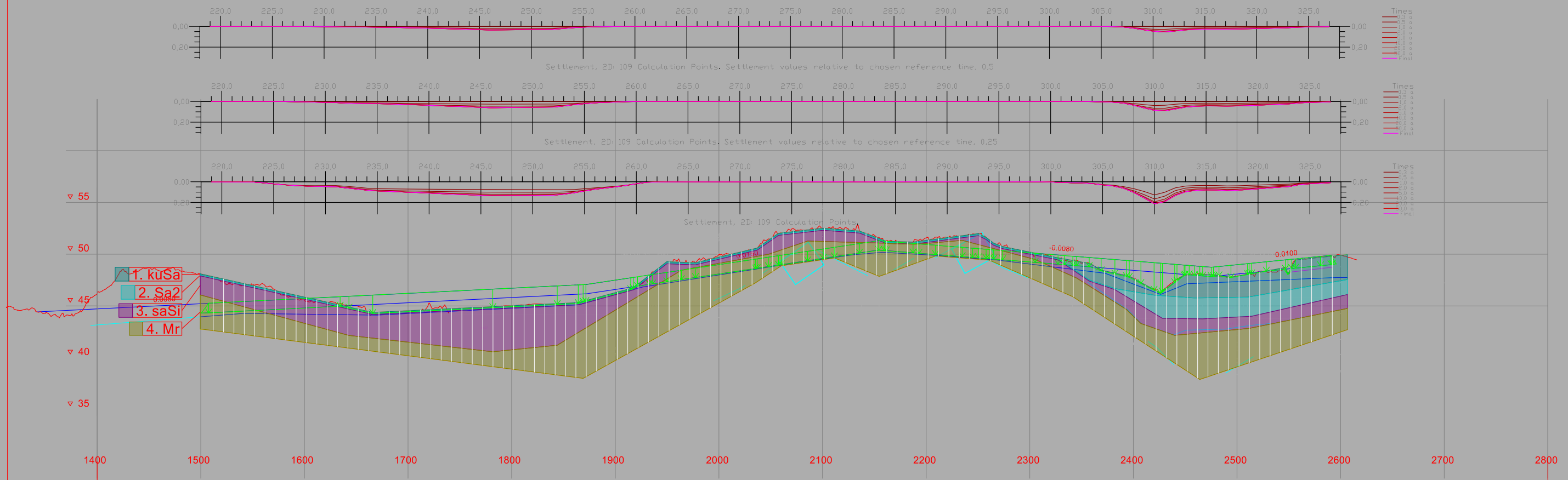
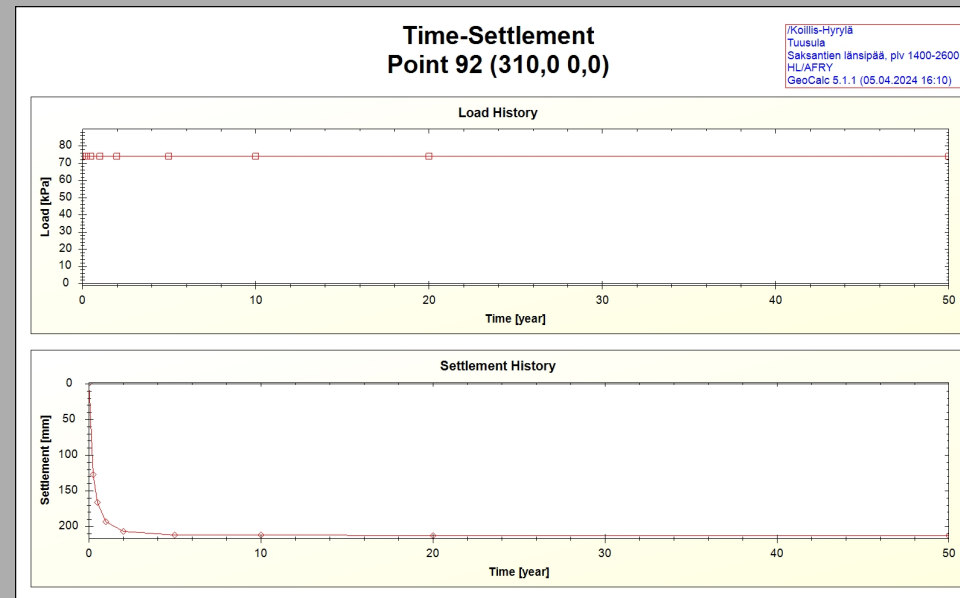
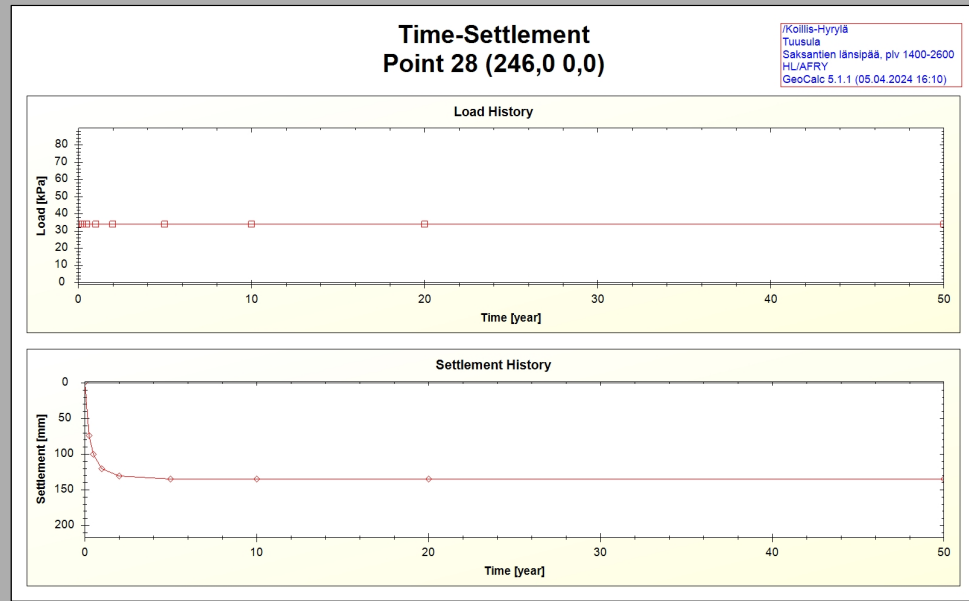
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 17:07)



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 täyttö	20,000	20,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Painejätevesiputki plv 0-740
Vaahtolasi 0,5m + pengertäyttö
Putken kohdalla lopputäyttö VAM (0,4m)
(pysyvästi veden alla)

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Saksantien länsipää, plv 0-1300
HA/AFRY

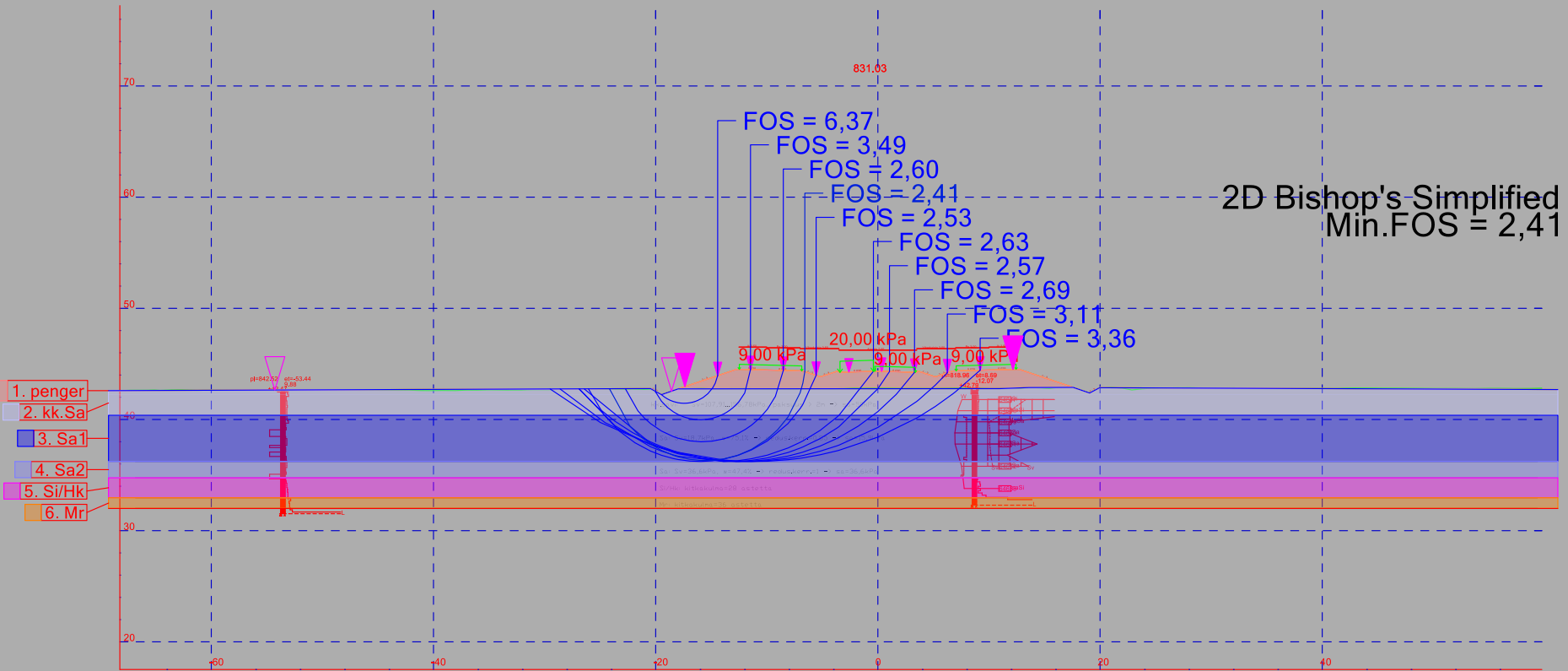


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
3 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
4 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

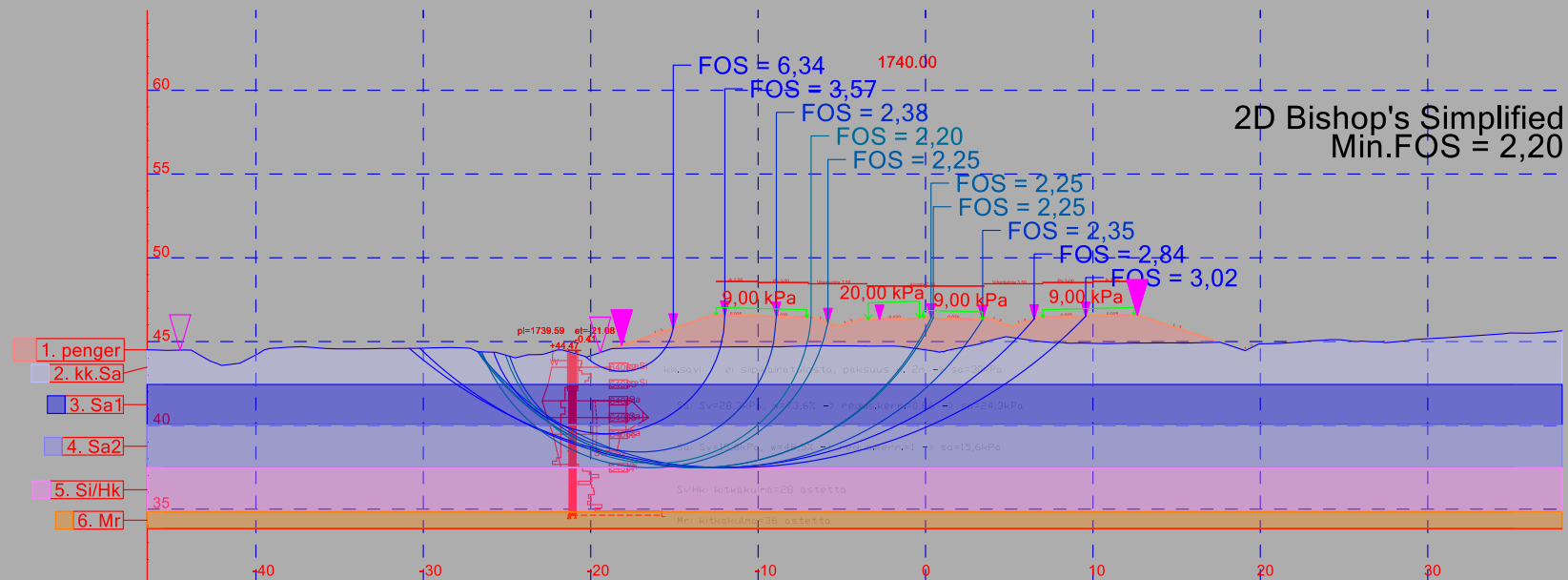
/Koillis-Hyrylä
 Tuusula
 Saksantien länsipää, plv 1400-2600
 HL/AFRY

Liite 1.2



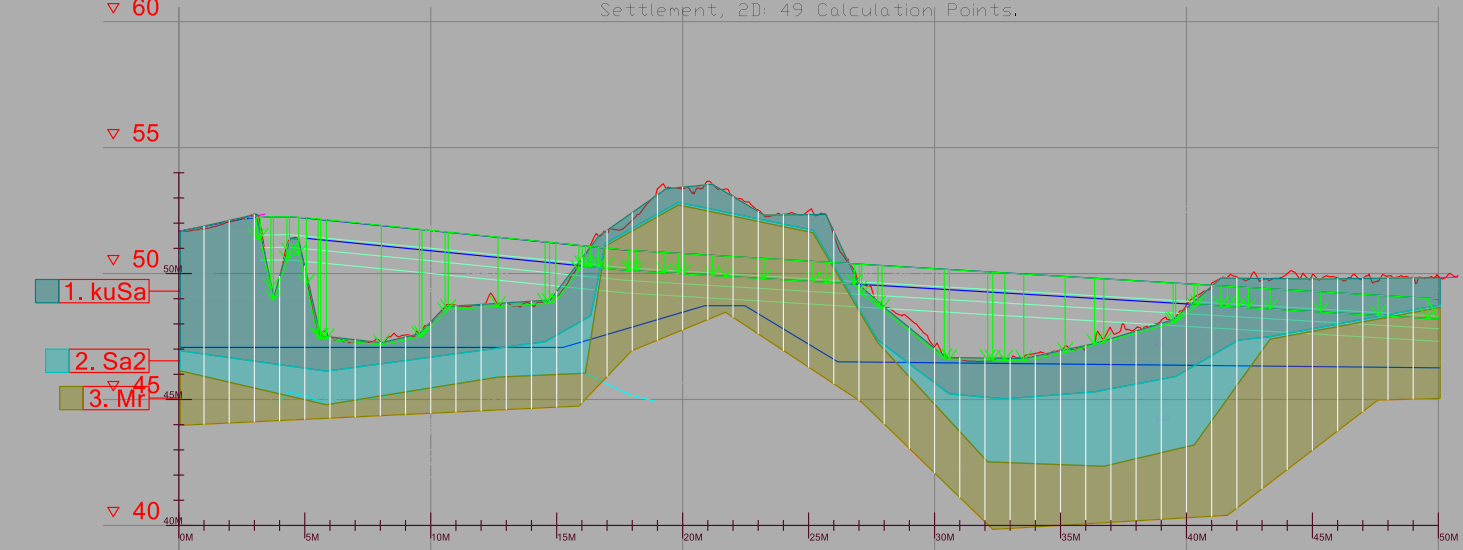
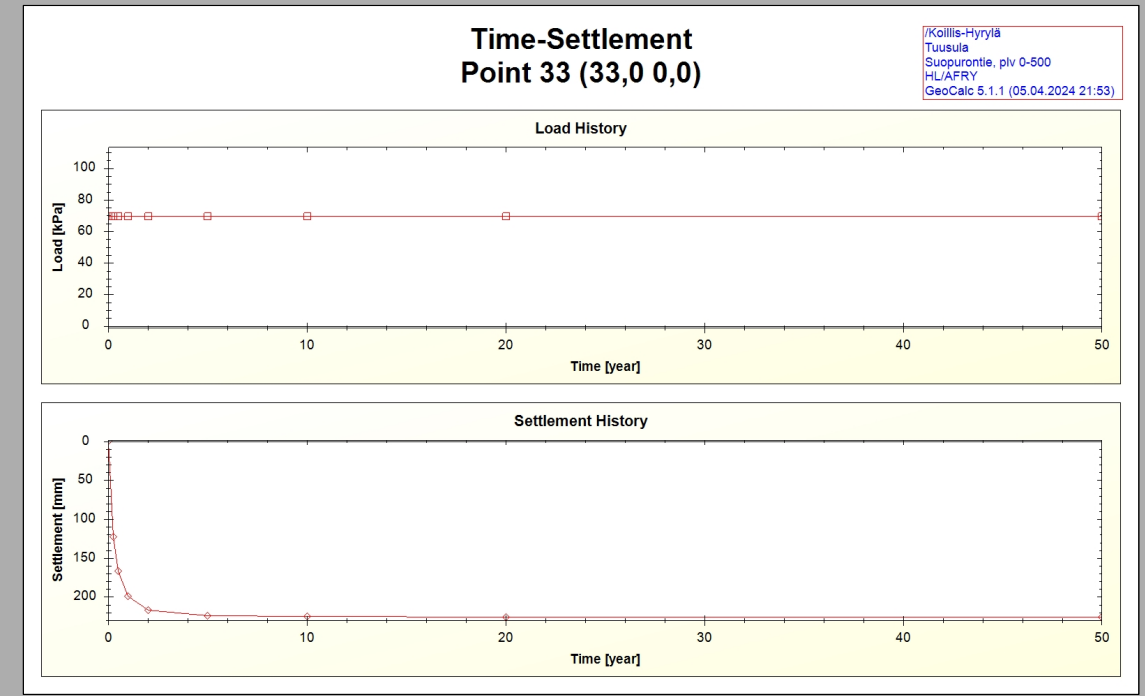
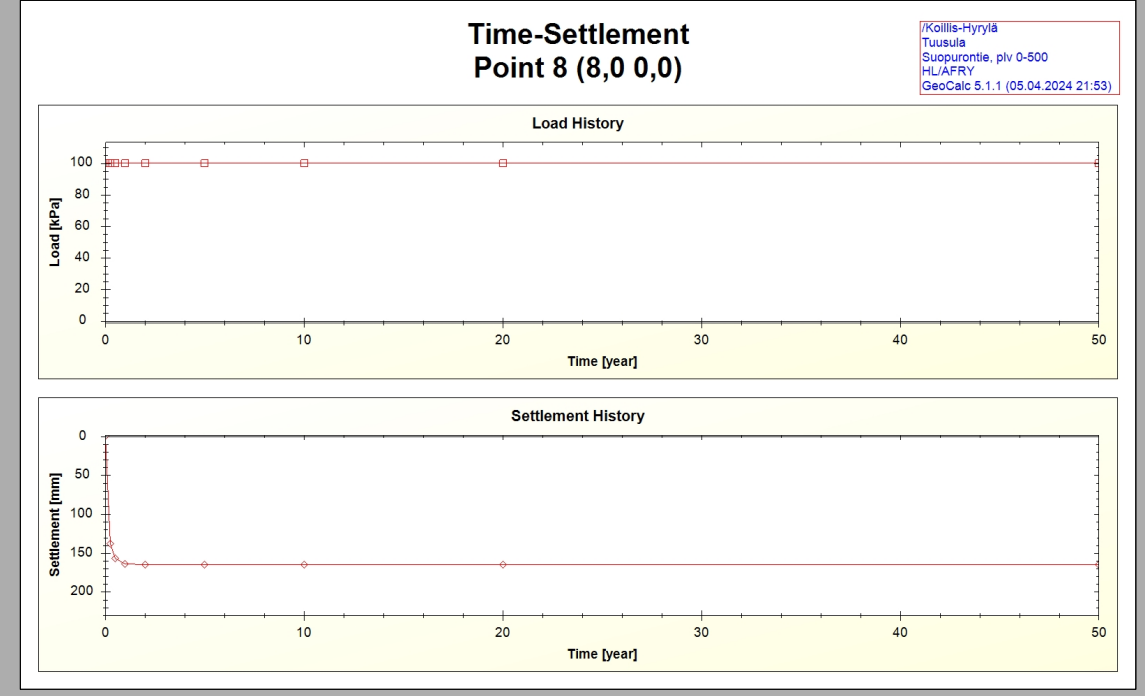
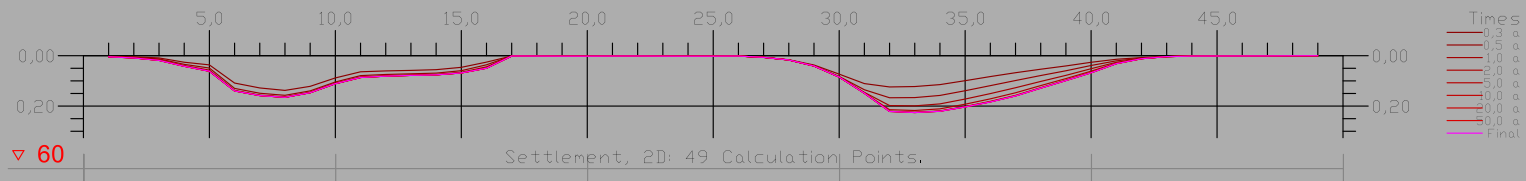
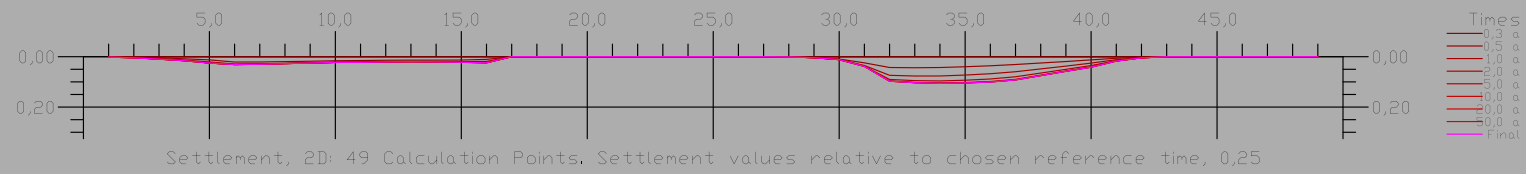
Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Su [kN/m ²]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	penger	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00			30,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00			15,90			Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00			36,60			Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Si/Hk	17,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

101022291_001/Koillis-Hyrylä
Saksantie pl 830/Lopputilanne
Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
M. Ruotsala/Afry Finland Oy



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	S_u [kN/m ²]	ΔS_u [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	penger	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00			30,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00			24,30			Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00			15,60			Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Si/Hk	17,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

101022291_001/Koillis-Hyrylä
Saksantie pl 1740/Lopputilanne
Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
M. Ruotsala/Afry Finland Oy



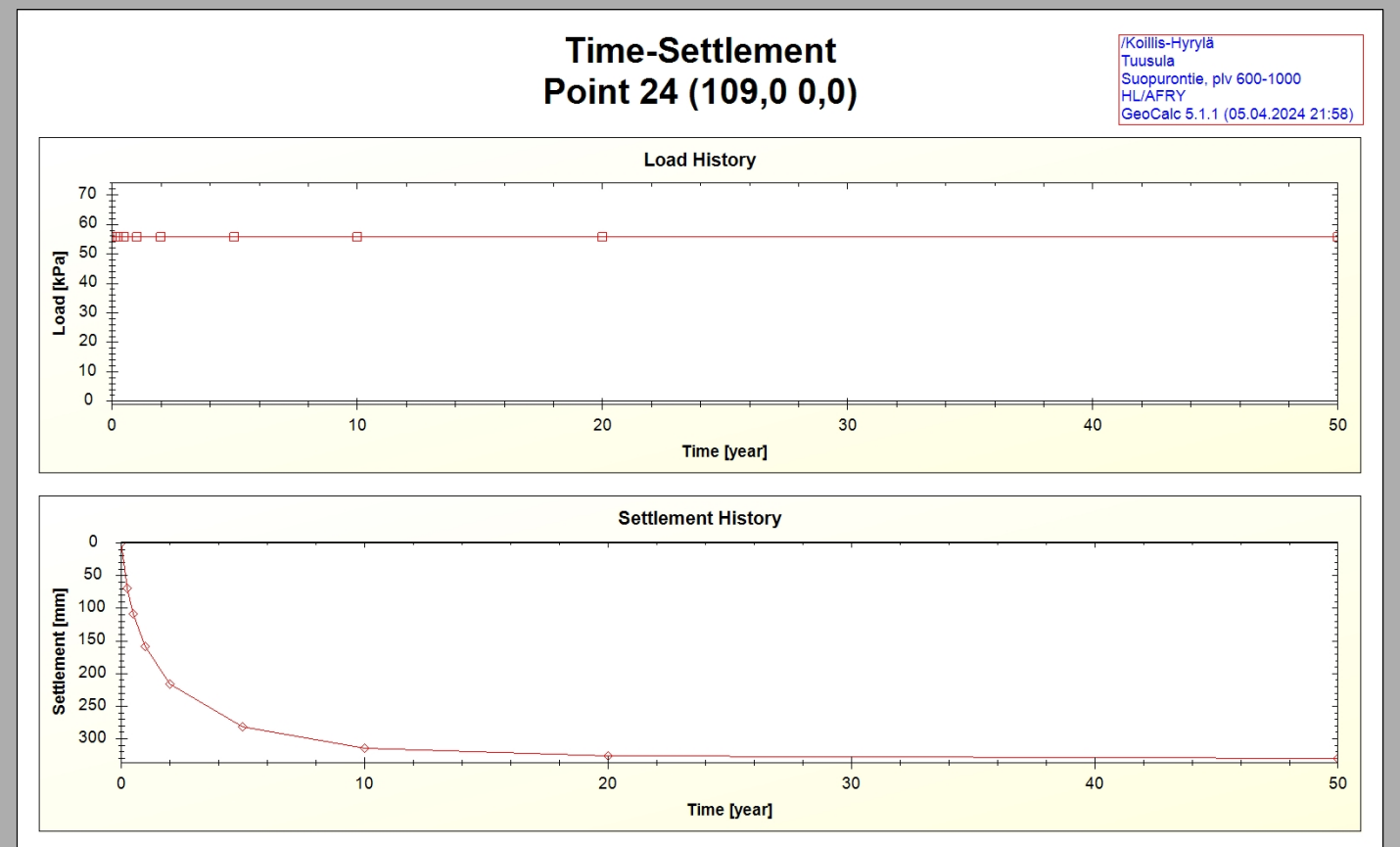
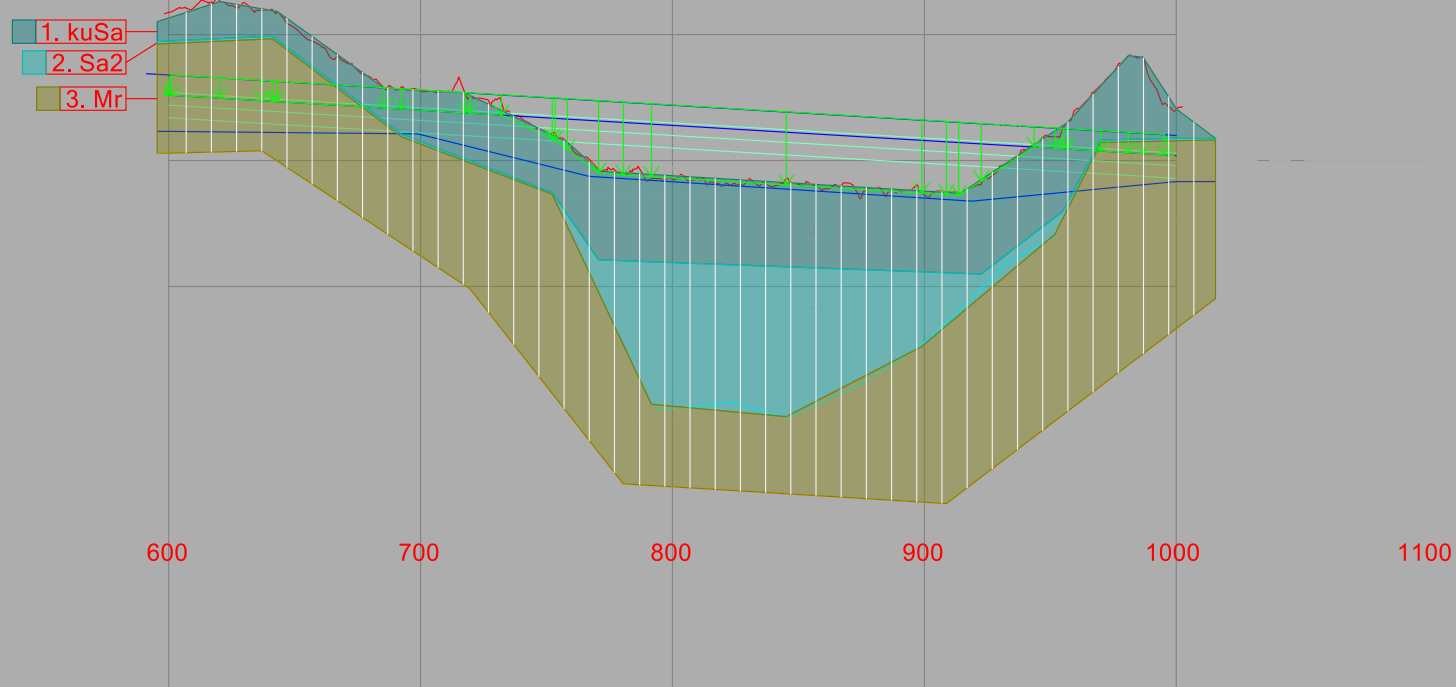
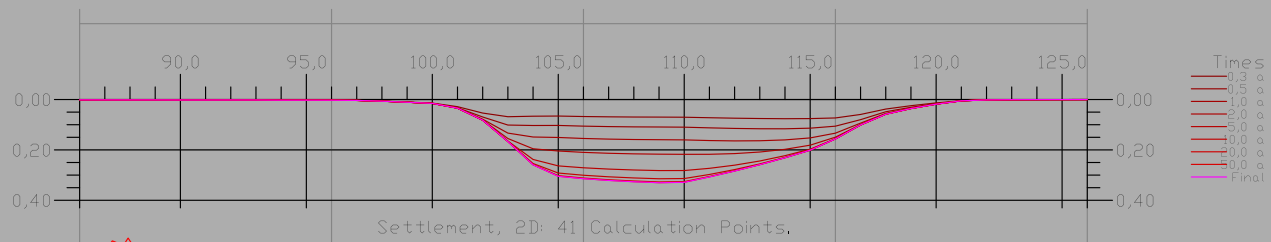
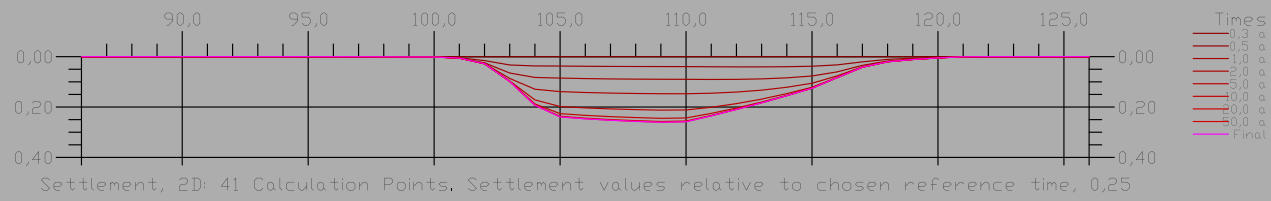
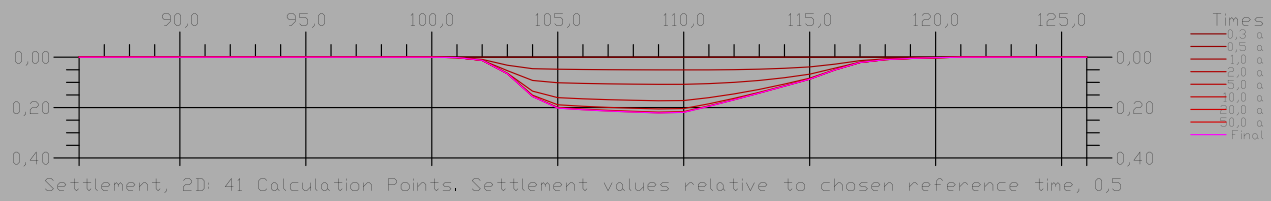
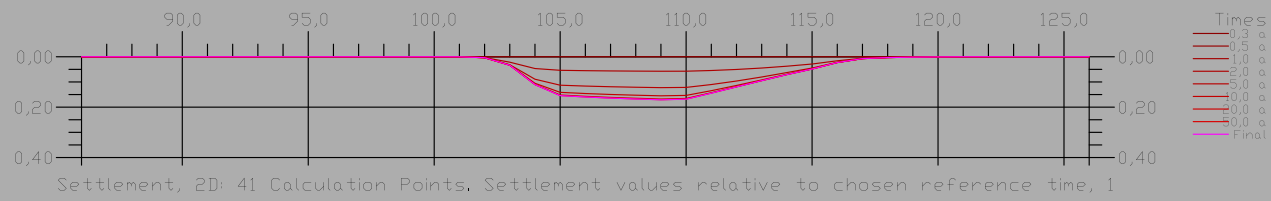
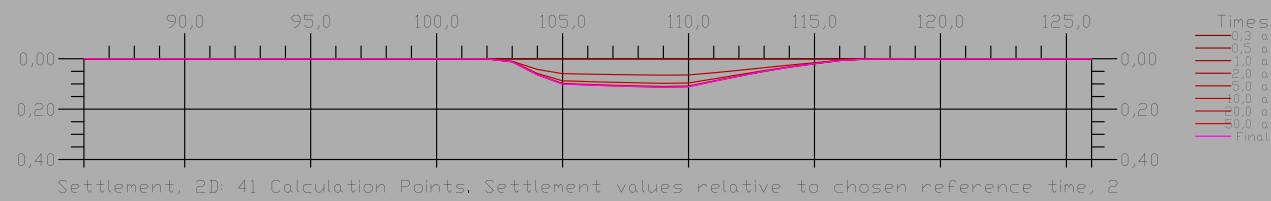
Pohjanvahvistus 0 100 200 300 400 500

Massat

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kuSa	16,000	16,000	Constant c_v	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
3 Mr	21,000	21,000	Constant c_v	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

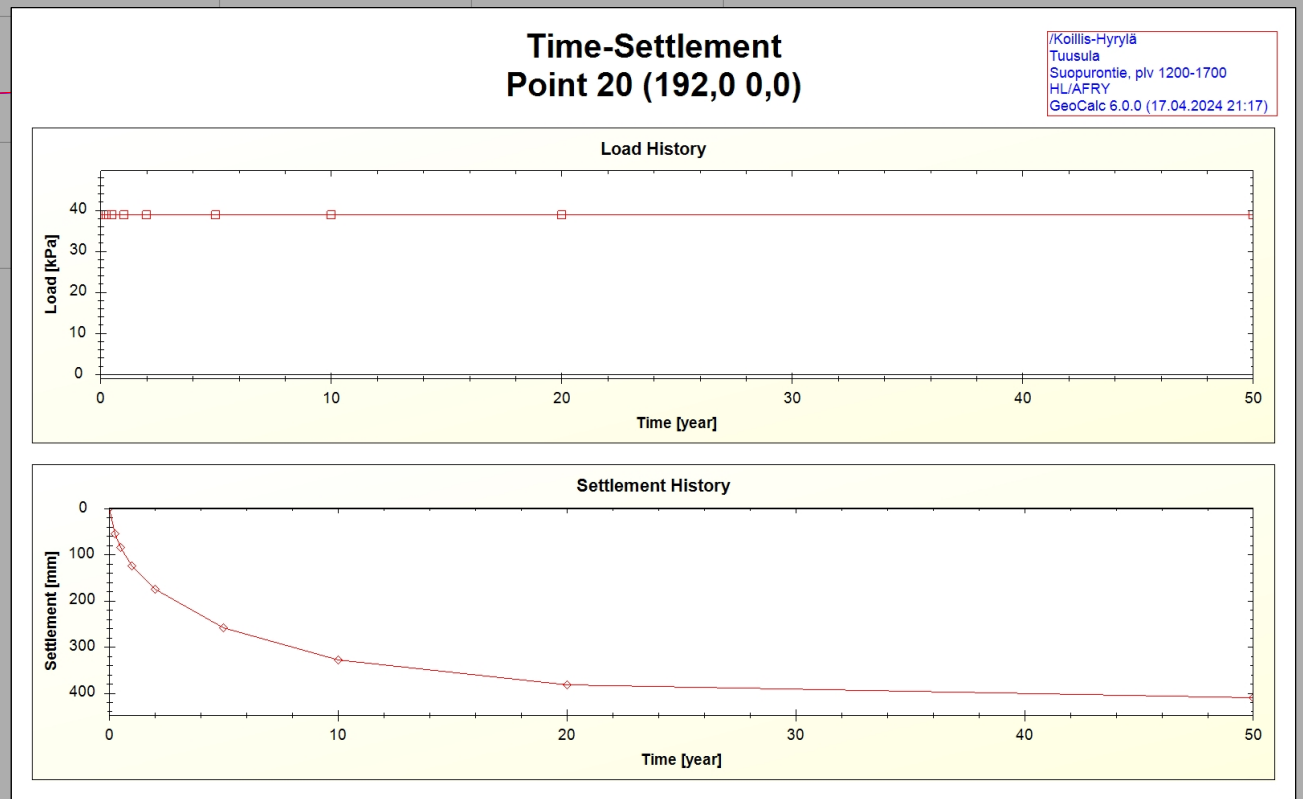
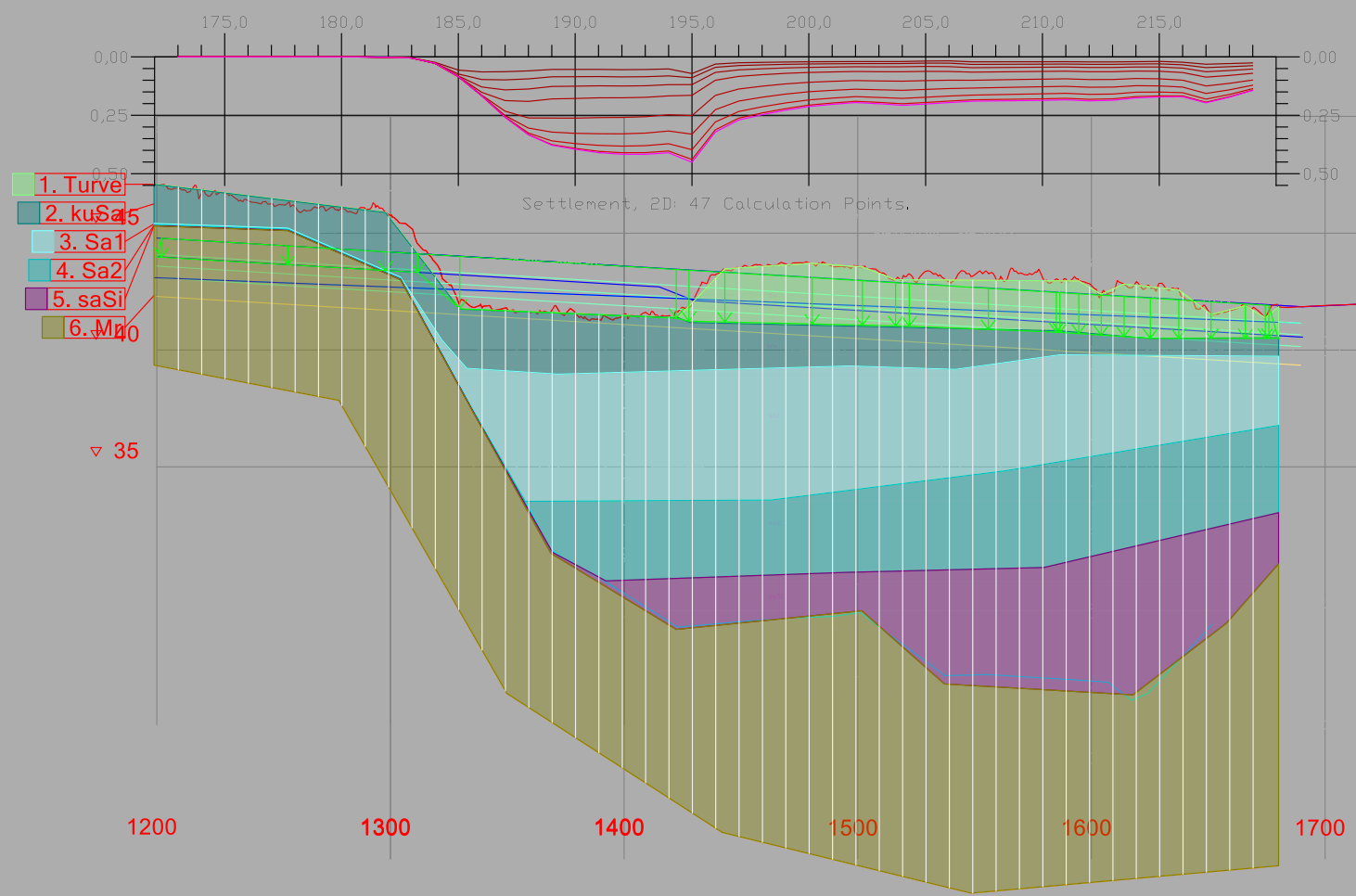
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie, plv 0-500
HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:53)



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kuSa	16,000	16,000	Constant c_v	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
3 Mr	21,000	21,000	Constant c_v	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

/Koillis-Hyrylä
 Tuusula
 Suopurontie, plv 600-1000
 HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 22:00)

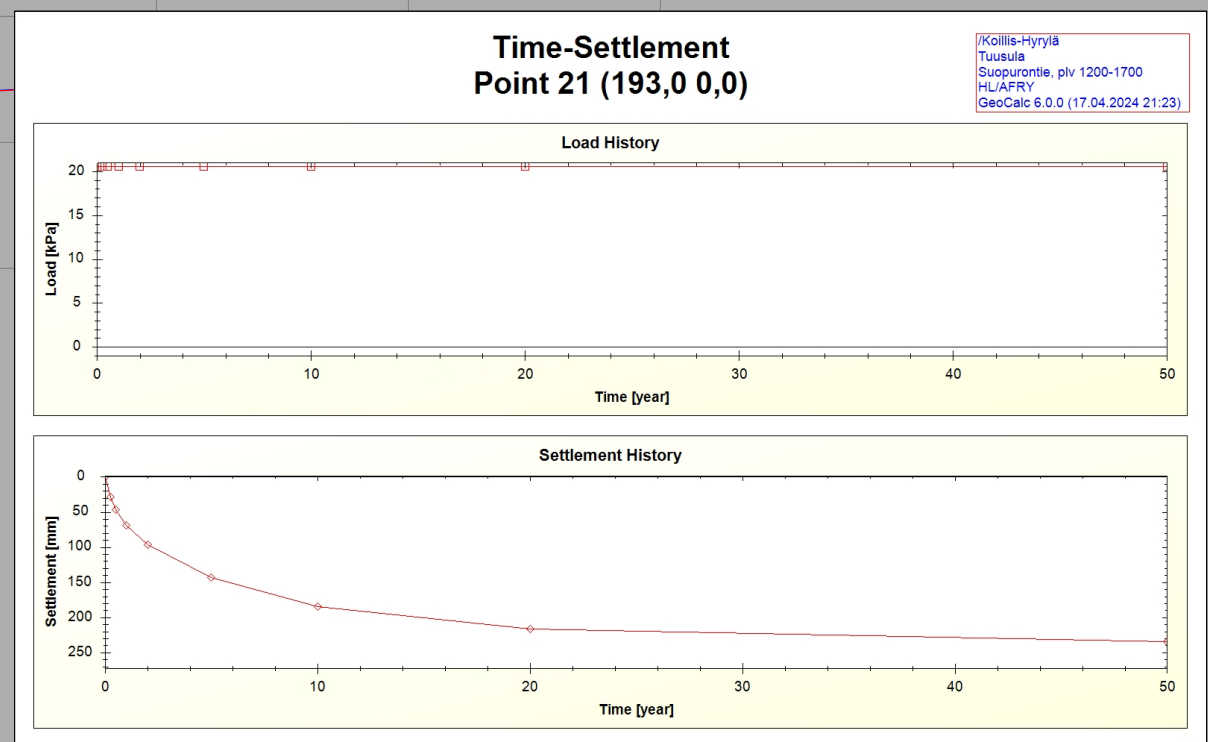
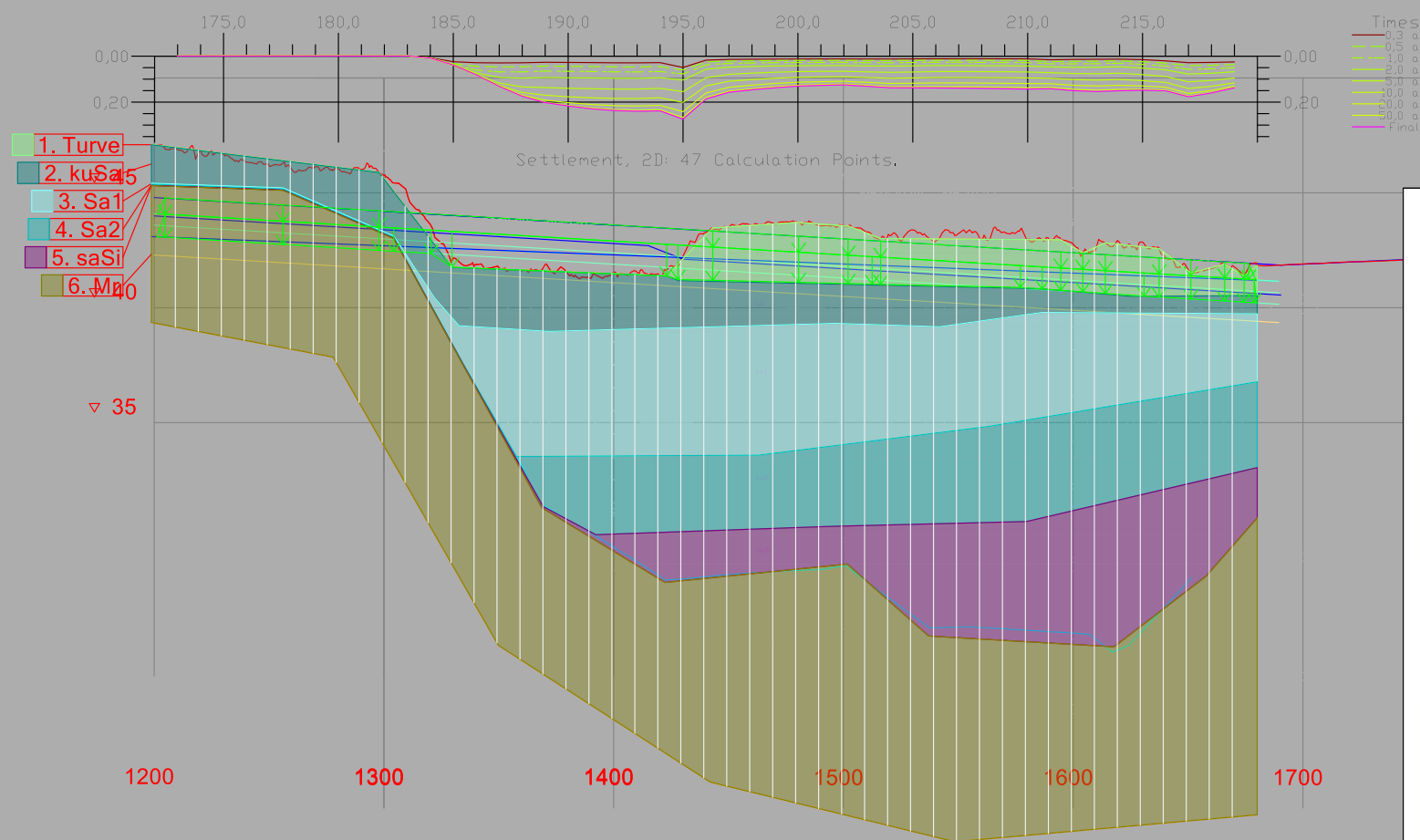


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	$\sigma_{c\ oedo}$ [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]
1 Turve	11,000	11,000	Constant cv	0,10000	no	w Helenelund	NC						500,00
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00					
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no	
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no	
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no	
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no	

Maanvarainen perustaminen
Massanvaihto turpeeseen

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie, plv 1200-1700
HL/AFRY

GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 21:17)



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]
1 Turve	11,000	11,000	Constant cv	0,10000	no	w Helenelund	NC						500,00
2 kuSa	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00					
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no	
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no	
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no	
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no	

Vahtolasi 1m
Ylin 0,3m -> Y=3,5kPa
Tämän alapuolella Y=10kPa

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie, plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 21:22)

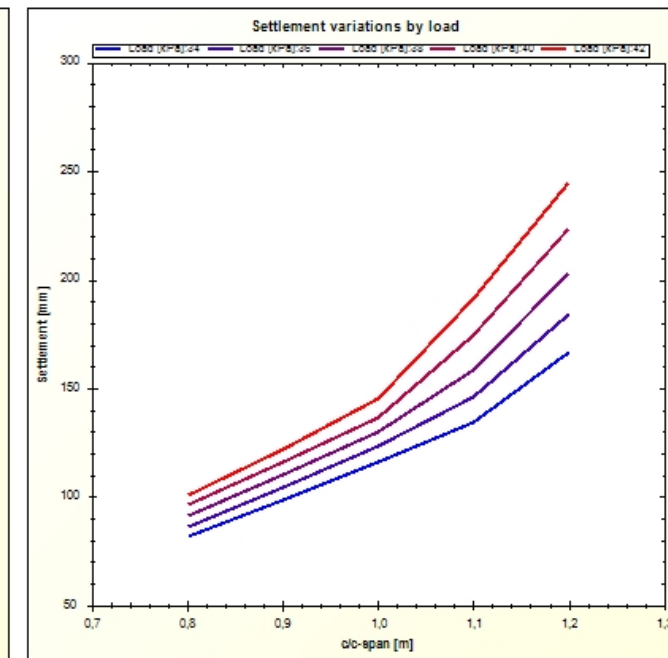
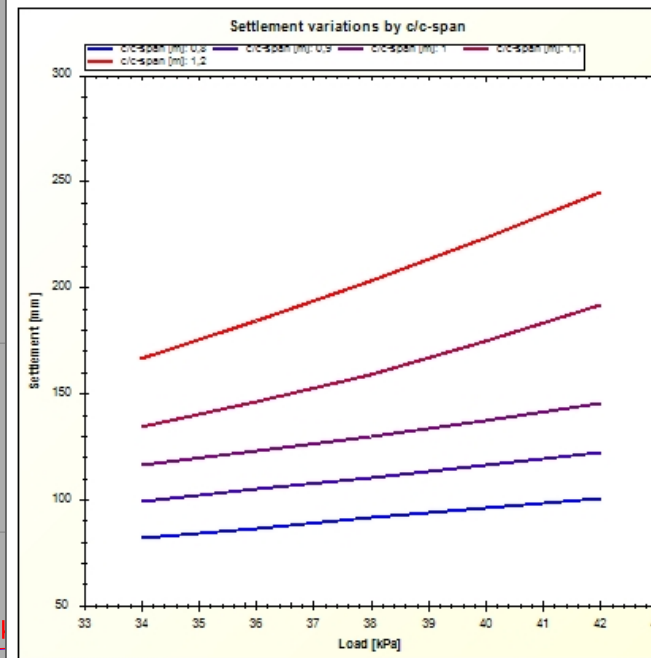


Zone 1	
Column diameter [mm]	600
Column c/c span [m]	1
Positioning	2 - Triangle
Column max length [m]	20

Id	Soil layer	Material model	Consolidation Pressure	γ [kN/m ³]	Col. τ [kPa]	Col. E [kPa]	Soil strength [kPa]	σ_c	OCR	POP	σ_c top	σ_c bottom	m1	β_1	m2	β_2	σ'_{cv}	Cc	e0	Cr	w [%]	M0	ML	$\sigma_L - \sigma_c$	EM'	M
1	kuSa	Constant M	Normally consolidated	16,00	80	12000															0				5000	
2	Sa1	Ohde-Janbu	Normally consolidated	14,00	80	12000							10,5	0,3	10,5	0,3					0					
3	Sa2	Ohde-Janbu	Normally consolidated	16,00	80	12000							15	0,3	15	0,3					0					
4	saSi	Ohde-Janbu	Normally consolidated	18,00	80	12000							20	0,5	20	0,5					0					

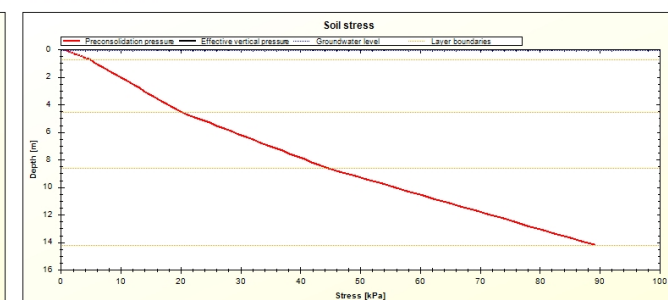
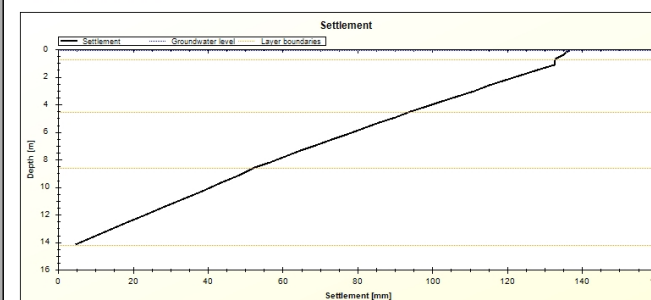
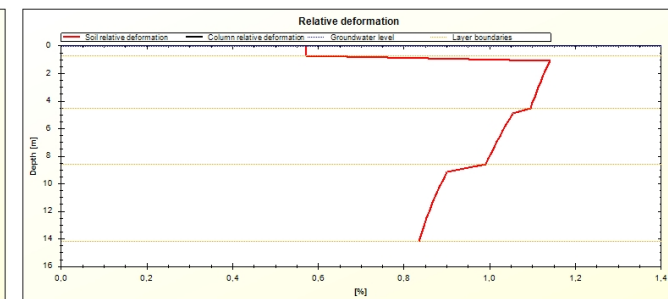
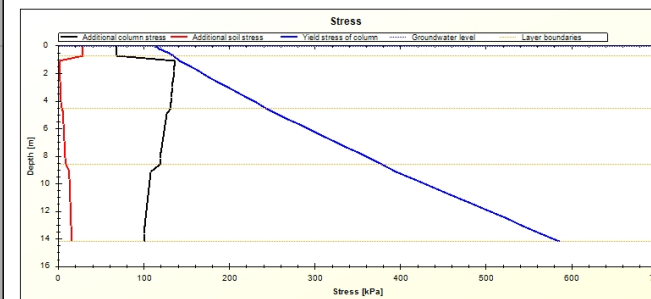
Calculation Graphs Column nr 31, x = 215,245

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:33)

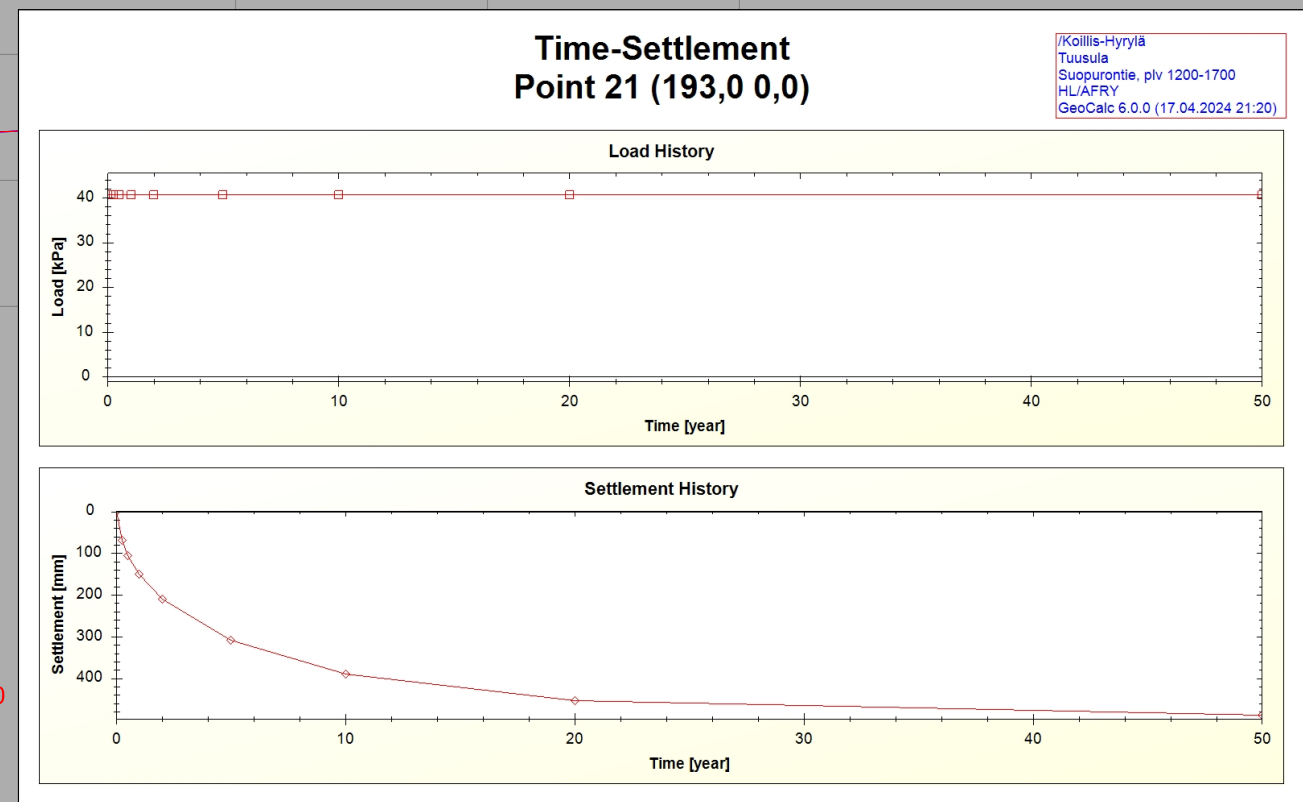
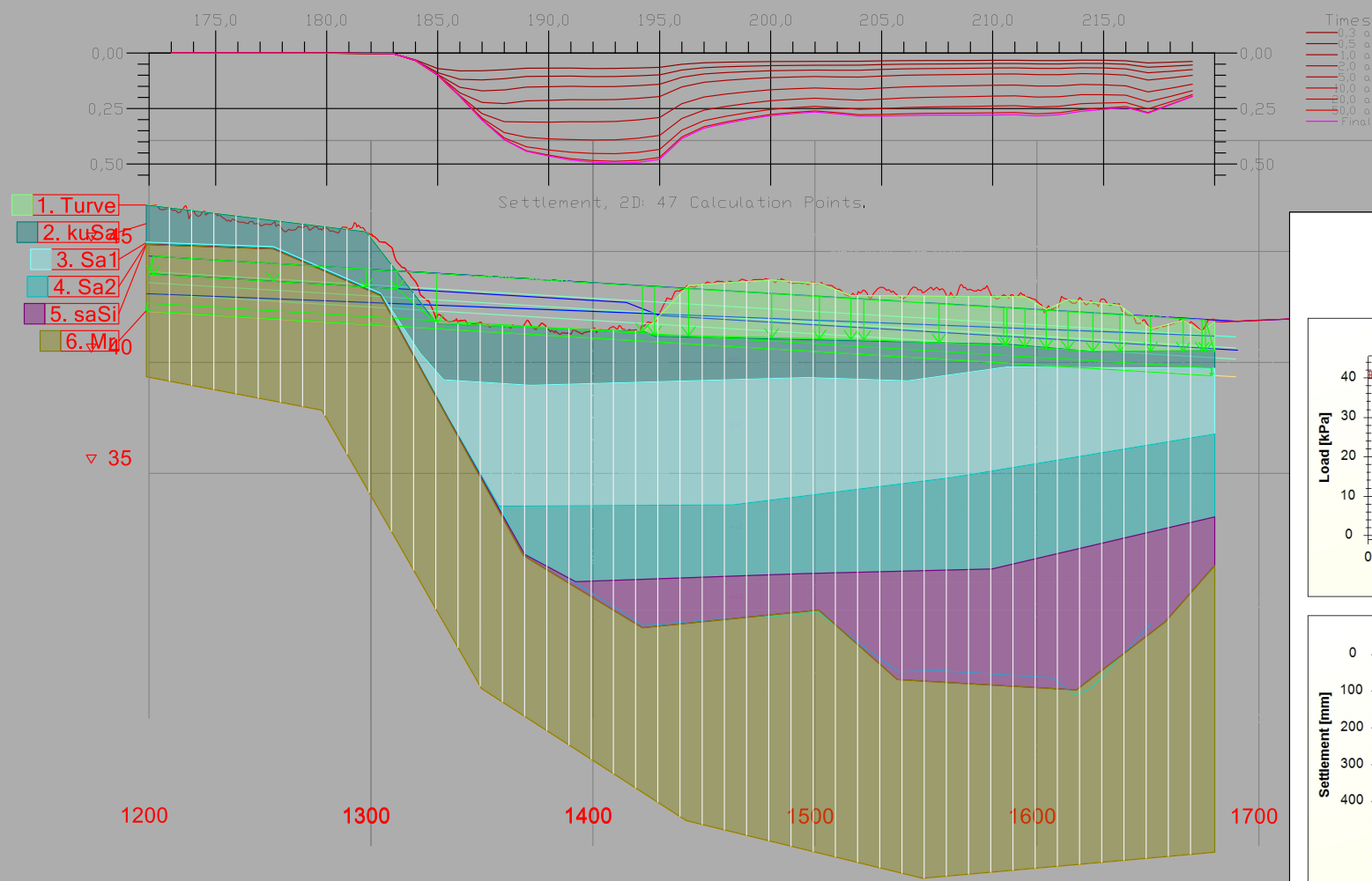


Calculation Graphs Column nr 31, x = 215,245 Load = 40 kPa c/c-span = 1 m

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:33)



/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie plv 1200-1700
HL/AFRY



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	$\sigma_{c\ oedo}$ [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]
1 Turve	11,000	11,000	Constant cv	0,10000	no	w Helenelund	NC						500,00
2 kuSa1	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00					
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no	
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no	
5 saSi	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no	
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	50,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no	

Maanvarainen perustaminen
Massanvaihto turpeeseen
Vesijohto huomioitu kuormana

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie, plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 21:20)

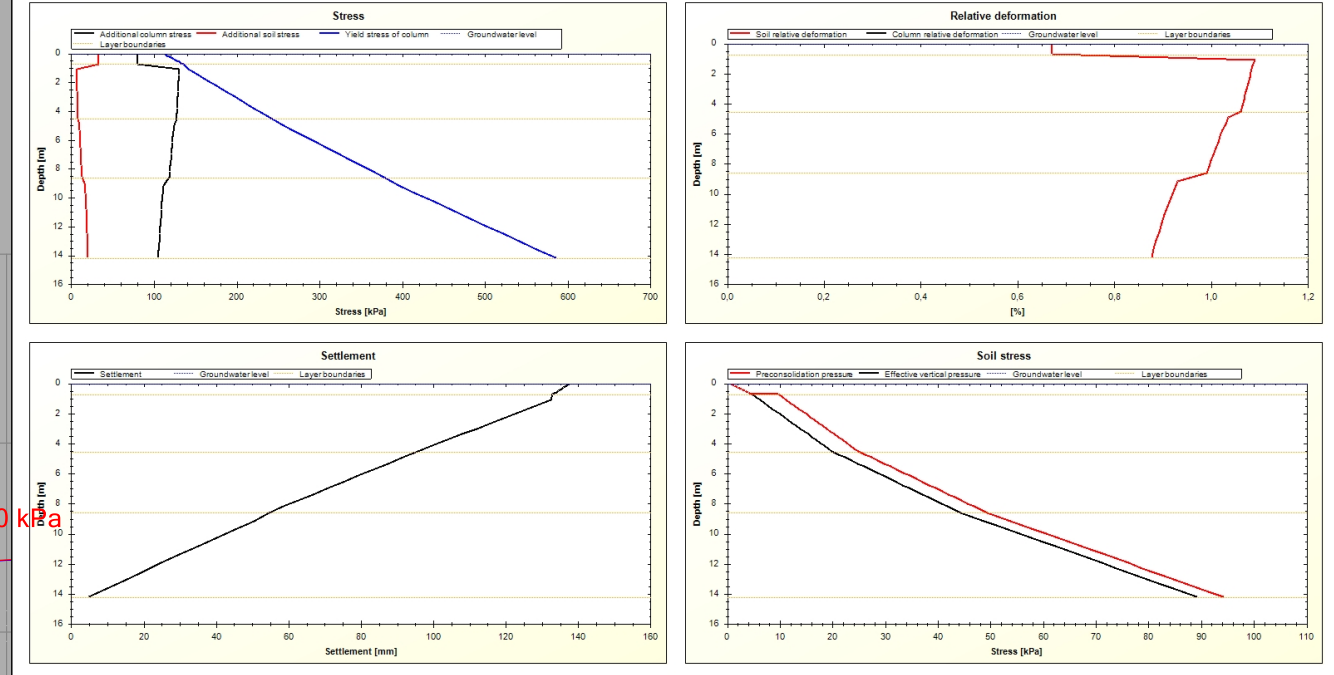


Zone 1	
Column diameter [mm]	600
Column c/c span [m]	1
Positioning	2 - Triangle
Column max length [m]	20

Id	Soil layer	Material model	Consolidation Pressure	γ [kN/m ³]	Col. τ [kPa]	Col. E [kPa]	Soil strength [kPa]	σ_c	OCR	POP	σ_c top	σ_c bottom	m1	β_1	m2	β_2	σ'_{cv}	Cc	e0	Cr	w [%]	M0	ML	σ_L - σ_c	EM'	M	
1	kuSa	Constant M	Normally consolidated	16,00	80	12000				5																	
2	Sa1	Ohde-Janbu	Pre Overburden pressure (POP)	14,00	80	12000				5			10,5	0,3	50	0,5											
3	Sa2	Ohde-Janbu	Pre Overburden pressure (POP)	16,00	80	12000				5			15	0,3	50	0,5											
4	saSi	Ohde-Janbu	Pre Overburden pressure (POP)	18,00	80	12000				5			20	0,5	50	0,5											

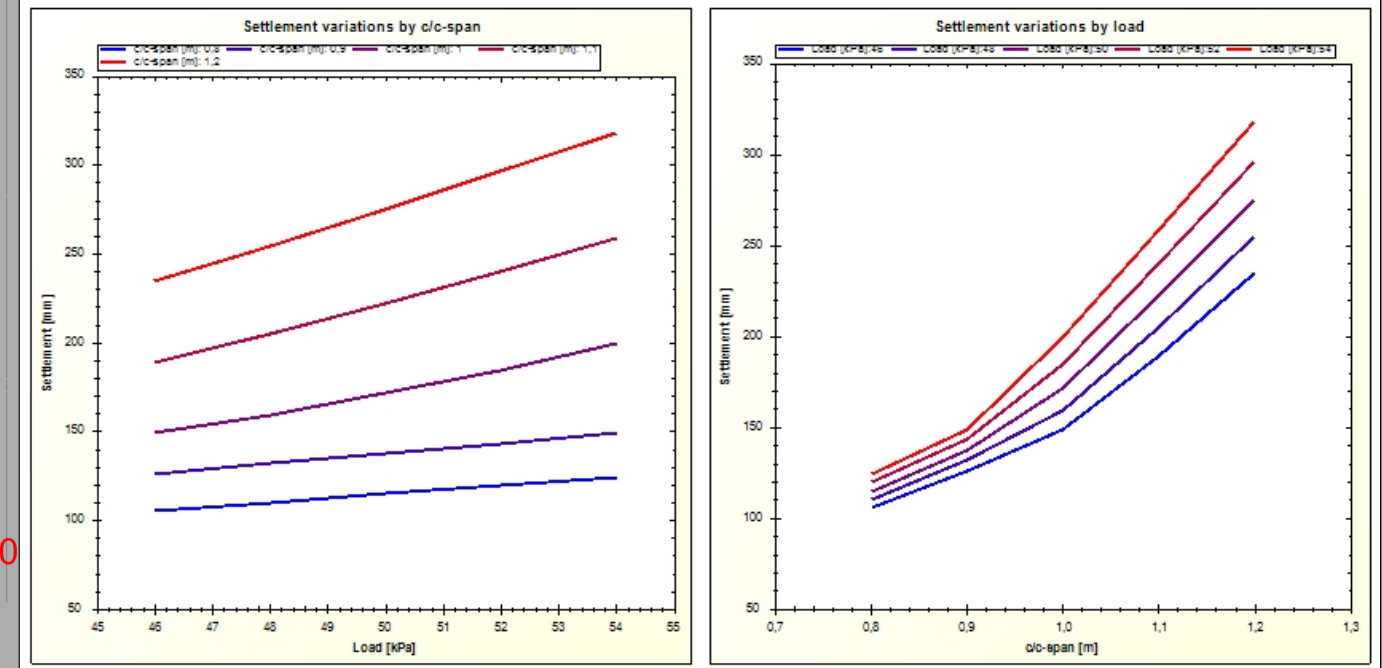
Calculation Graphs Column nr 31, x = 215,245 Load = 50 kPa c/c-span = 0,9 m

Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:30)



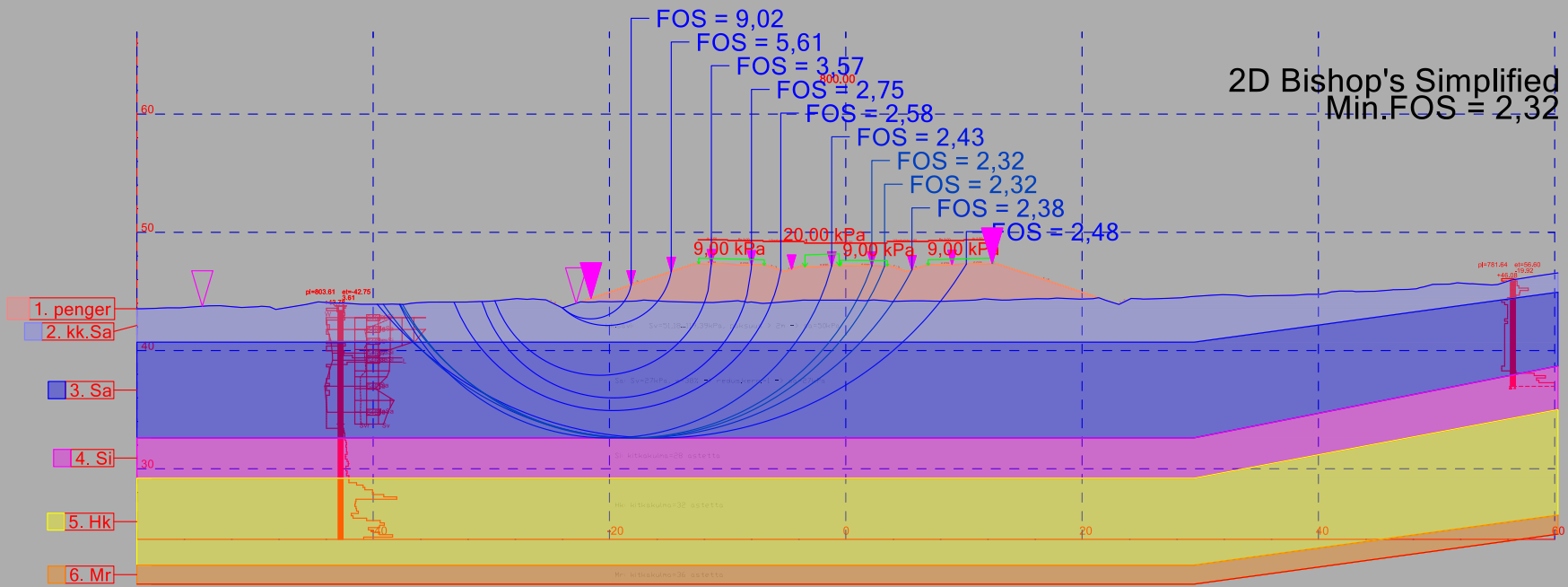
Calculation Graphs Column nr 31, x = 215,245

Koillis-Hyrylä
Tuusula
Suopurontie plv 1200-1700
HL/AFRY
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:31)



Vesijohto	
/Koillis-Hyrylä Tuusula Suopurontie plv 1200-1700 HL/AFRY	
GeoCalc 5.1.1 (05.04.2024 21:32)	

Liite 2.2

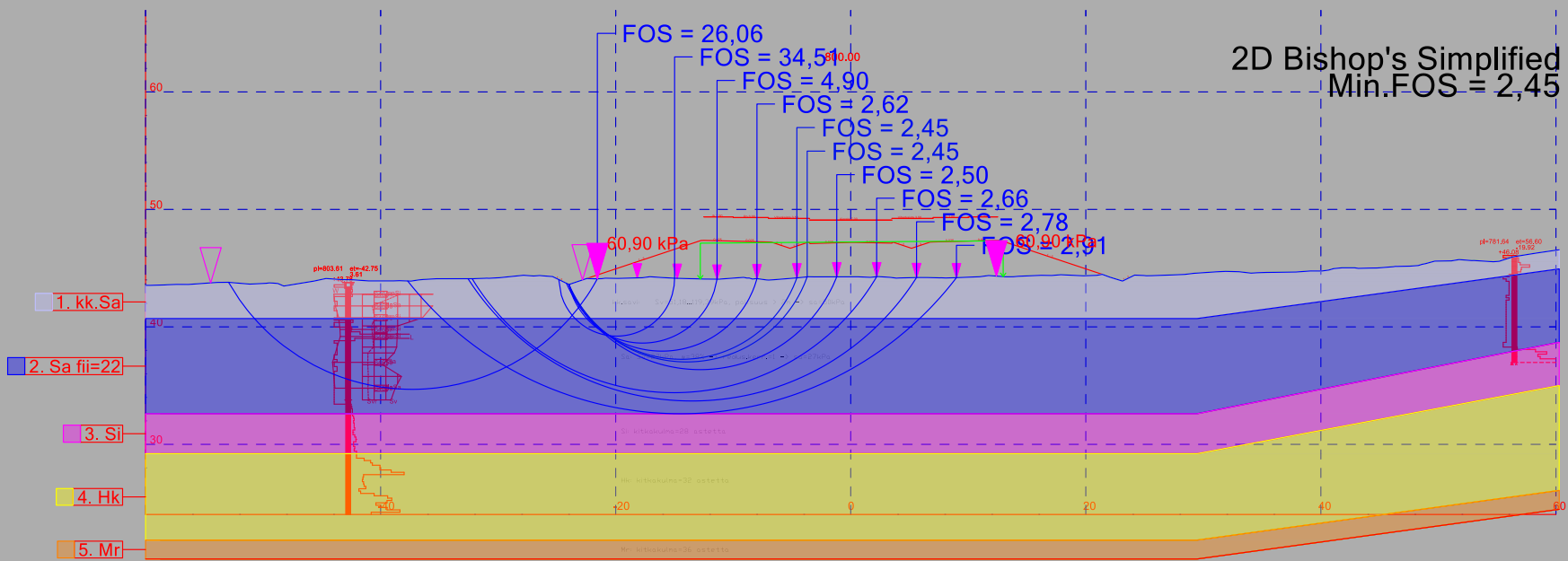


Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Su [kN/m ²]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	pengler	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00			50,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa	15,00			27,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Si	16,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Hk	17,00		32,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

101022291_001/Koillis-Hyrylä
Suopurontie pl 800/Lopputilanne
Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
M.Ruotsala/Afry Finland Oy

GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 12:42)

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, ru off, ruq off, ru' off

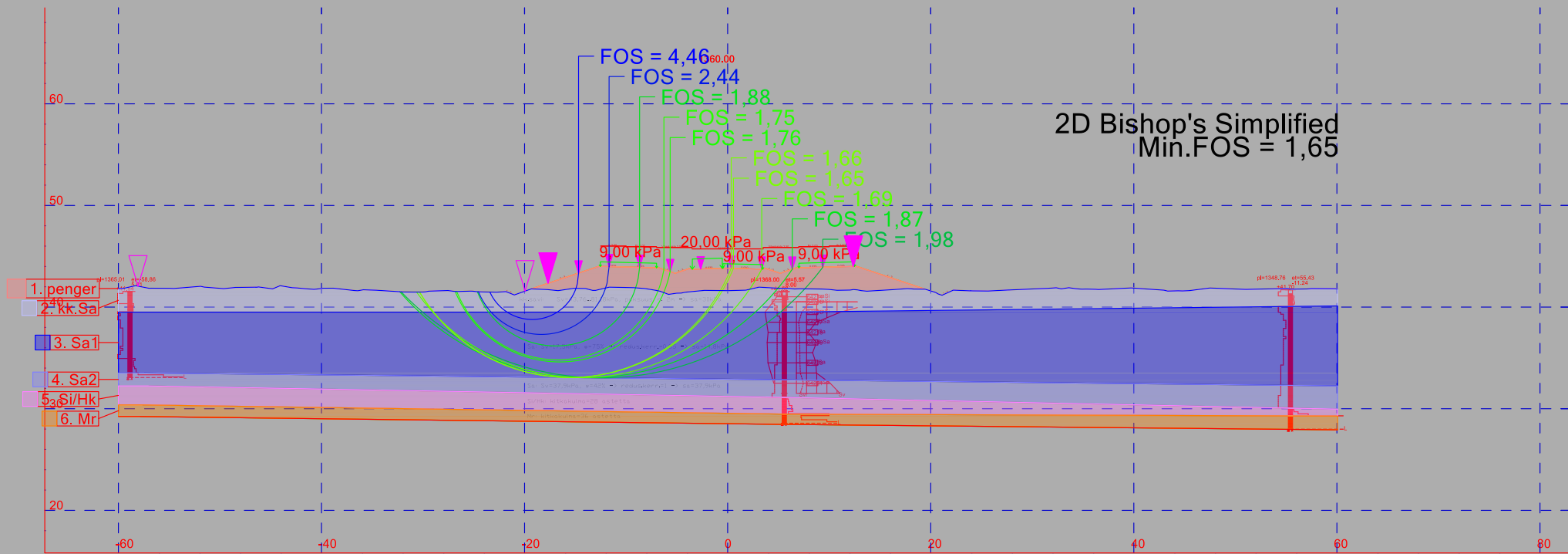


2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 2,45

Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ '[°]	c [kPa]	Su [kN/m ²]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kk.Sa	15,00		0,00		50,00		Undrained	Independent on depth				Isotropic			
2	Sa fii=22	15,00		22,00	0,00			Effective	Independent on depth	1,00	0,21		Isotropic			
3	Si	16,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Hk	17,00		32,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

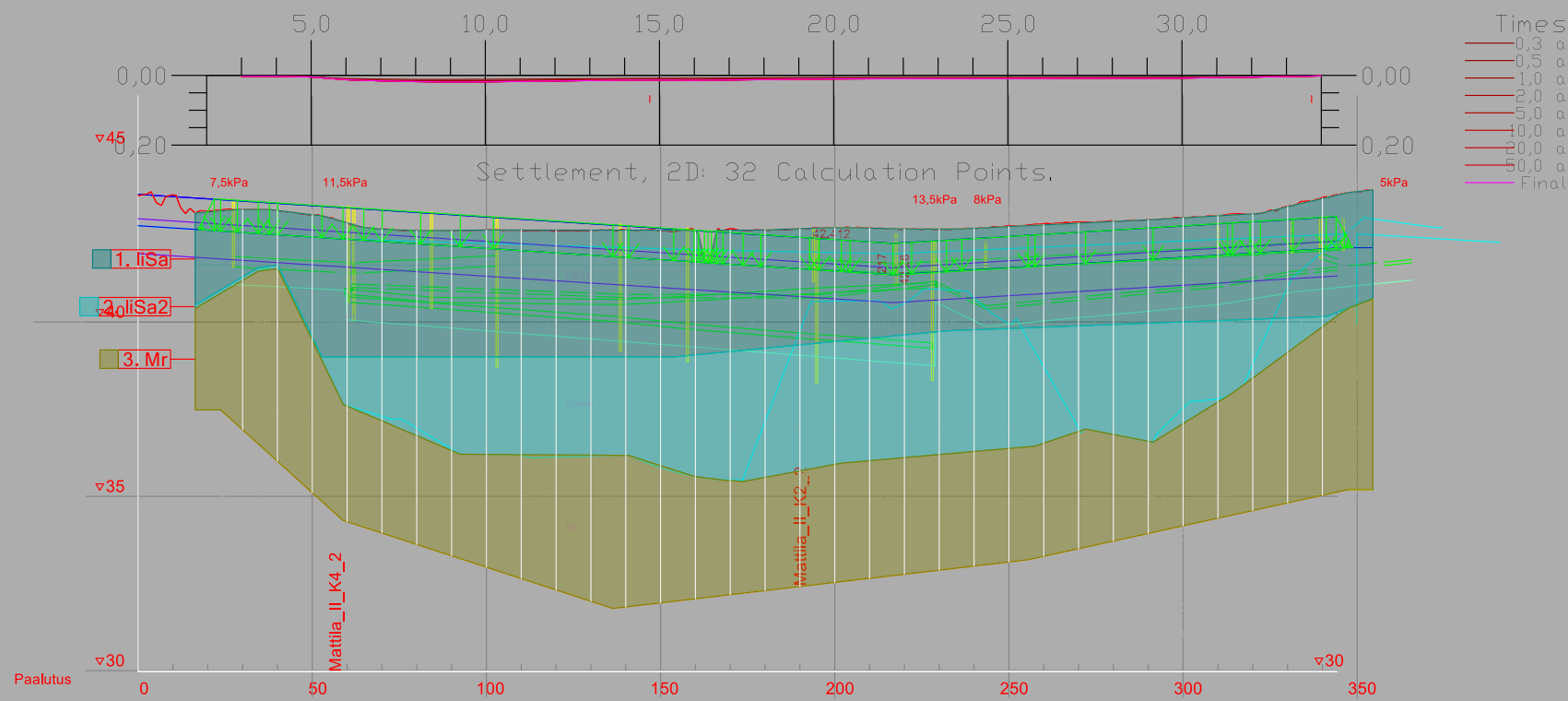
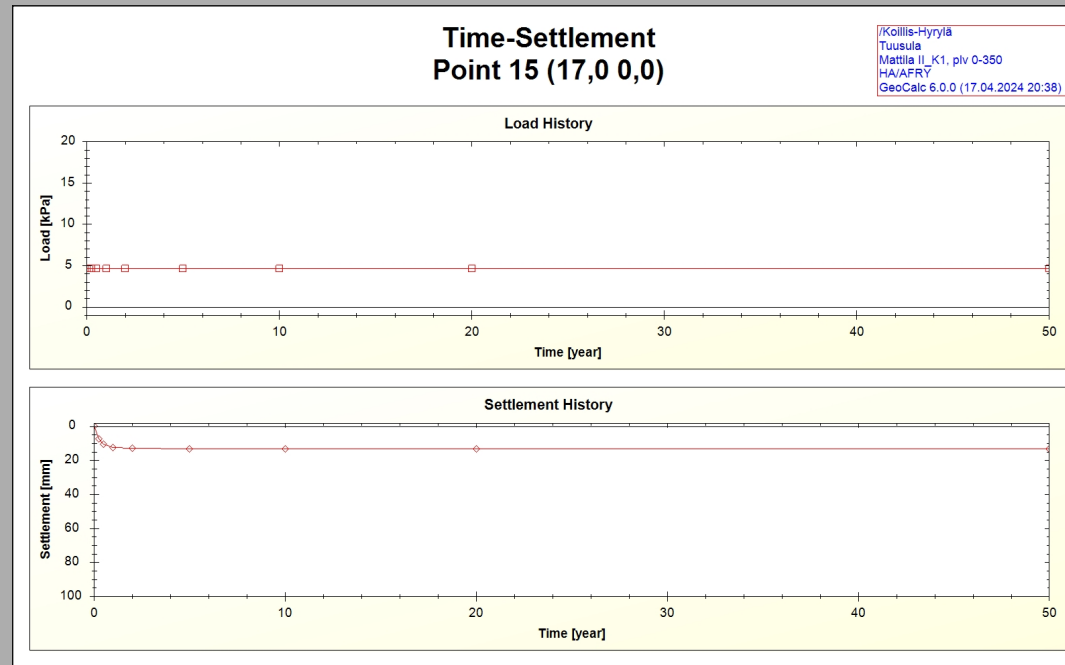
101022291_001/Koillis-Hyrylä
Suopurontie pl 800/Lopputilanne/Kokonais-
varmuuslukumenetelmä/Huokospaineparametri
M. Ruotsala/Huokospaineparametri

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, ru off, ruq off, ru' off



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Su [kN/m ²]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	pengler	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00			30,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00			14,80			Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00			37,90			Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Si/Hk	17,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

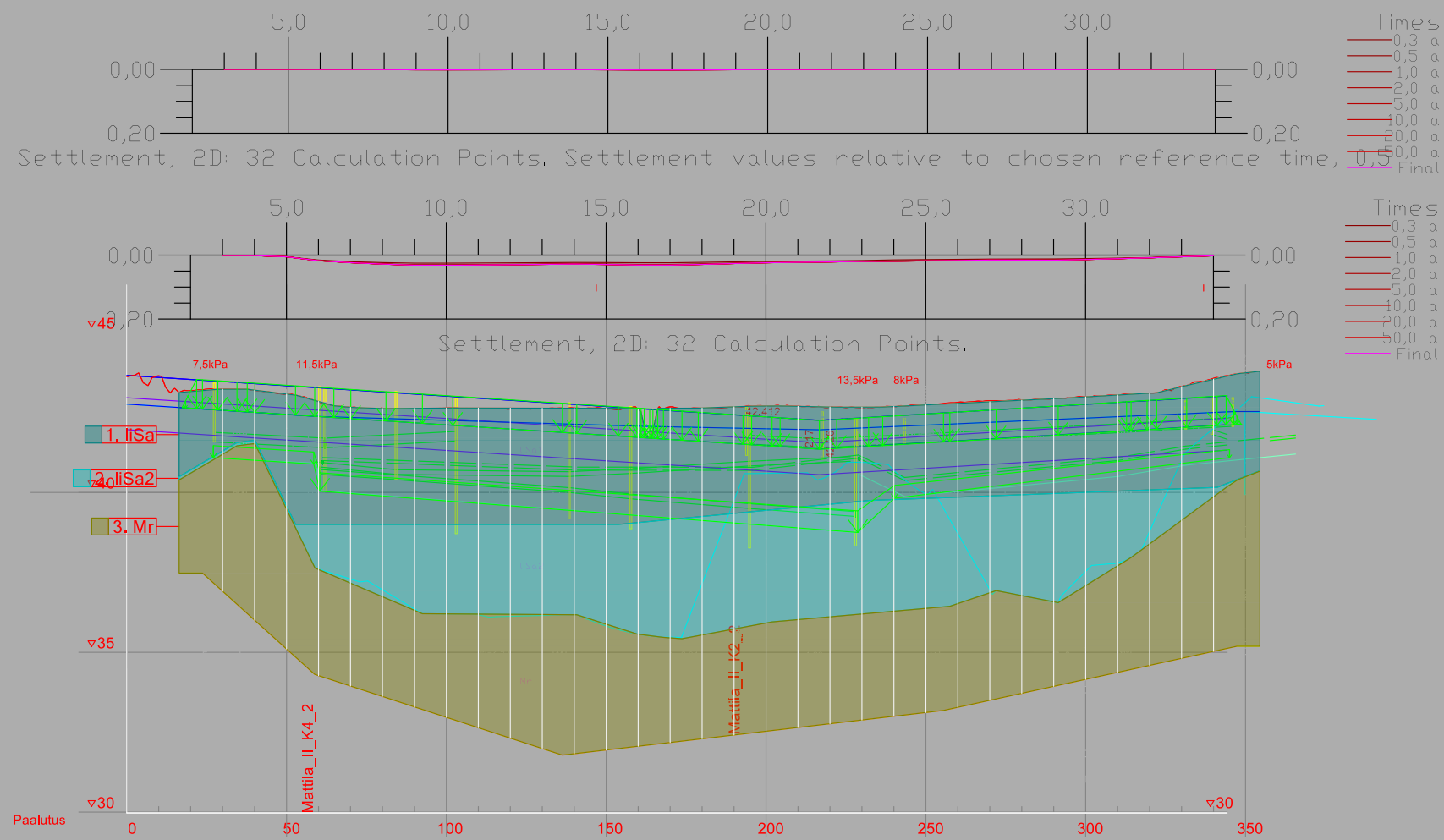
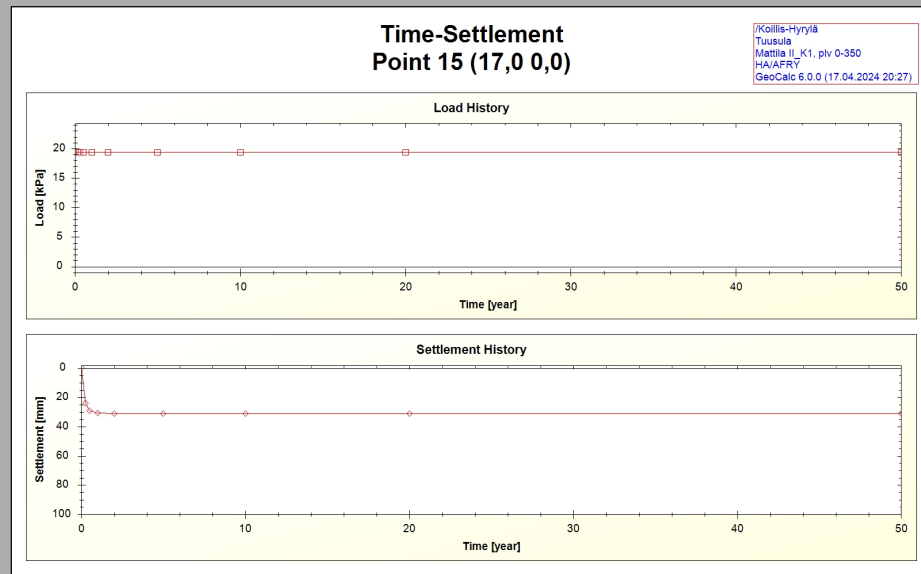
101022291_001/Koillis-Hyrylä
Suopurontie pl 1360/Lopputilanne
Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
M. Ruotsala/Afry Finland Oy



Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1. liSa	15,000	15,000	Constant cv	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2. liSa2	18,000	18,000	Constant cv	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
3. Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	

Maanvarainen perustaminen

/Koillis-Hyrylä
 Tuusula
 Mattila II_K1, plv 0-350
 HA/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 20:38)



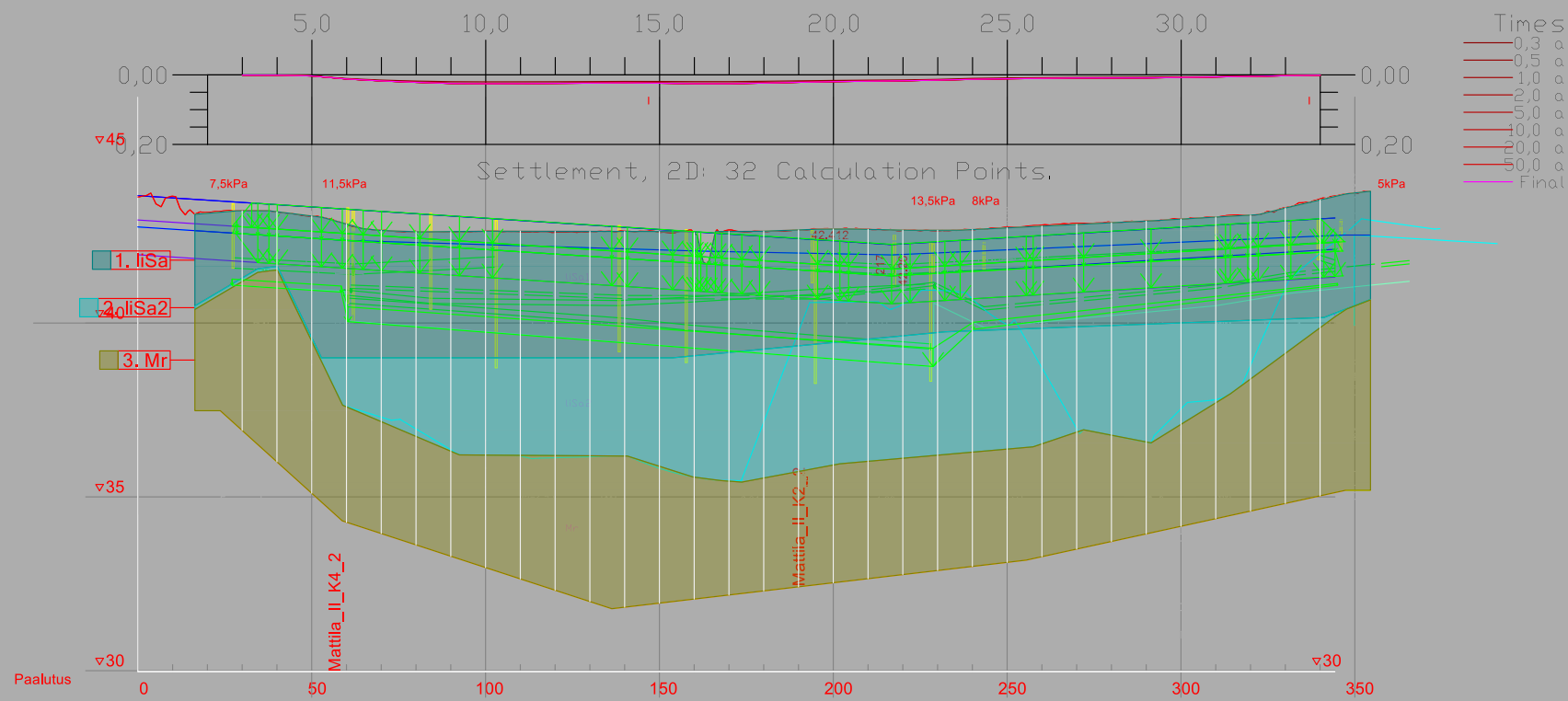
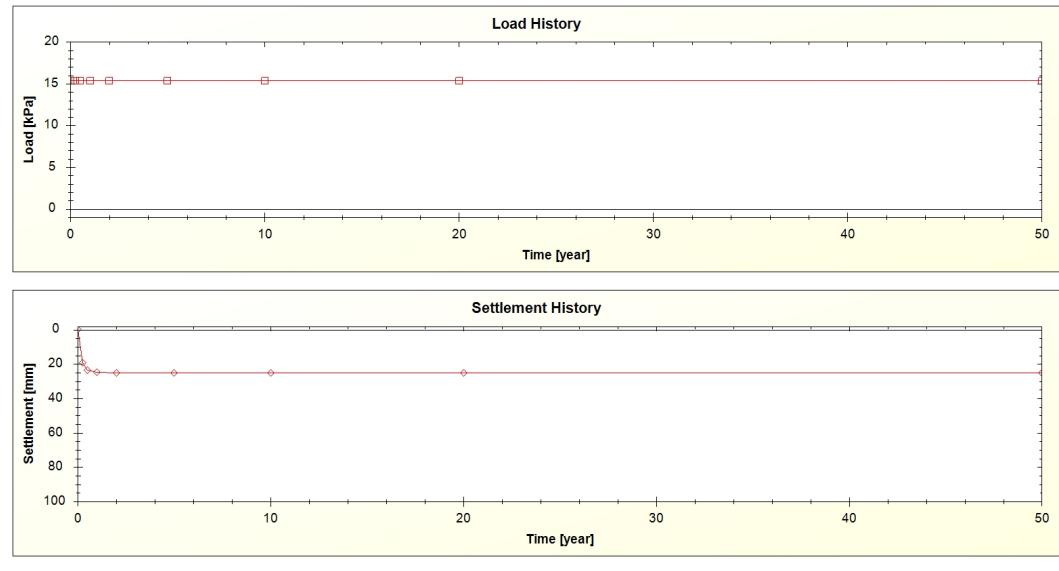
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1. liSa	15,000	15,000	Constant cv	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2. liSa2	18,000	18,000	Constant cv	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
3. Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	

Maanvarainen perustaminen
putkilinja

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 0-350
HA/AFRÿ

Time-Settlement Point 15 (17,0 0,0)

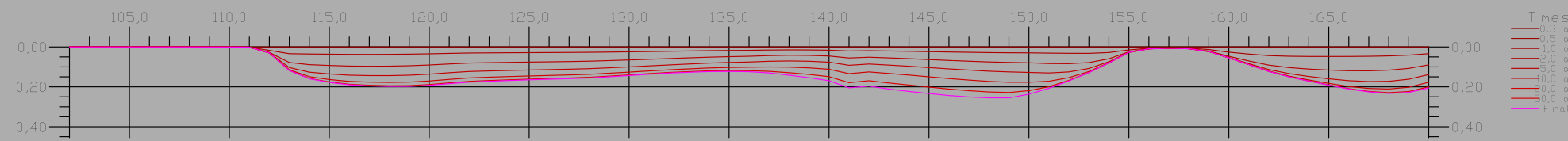
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 0-350
HA/AFRÛ
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 20:33)



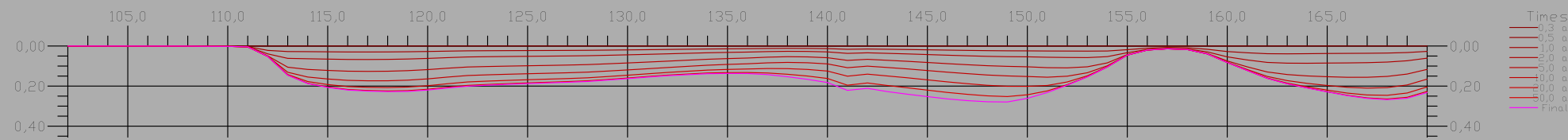
Maanvarainen perustaminen
putkilinja
VAM 1m
Ylin 0,3m kuiva, Y=3,5kPa
Tämän alapuolella Y=10kPa

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Cv OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1. liSa	15,000	15,000	Constant cv	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2. liSa2	18,000	18,000	Constant cv	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
3. Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	

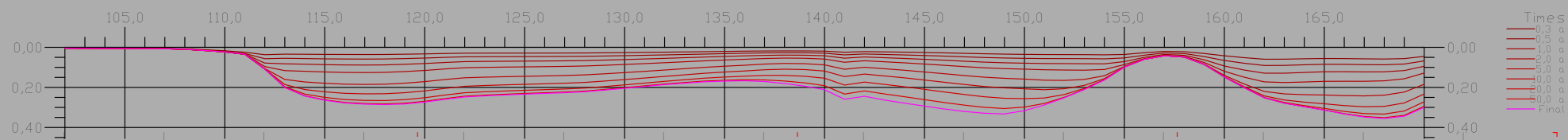
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 0-350
HA/AFRÛ



Settlement, 2D: 69 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 1



Settlement, 2D: 69 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 0,5

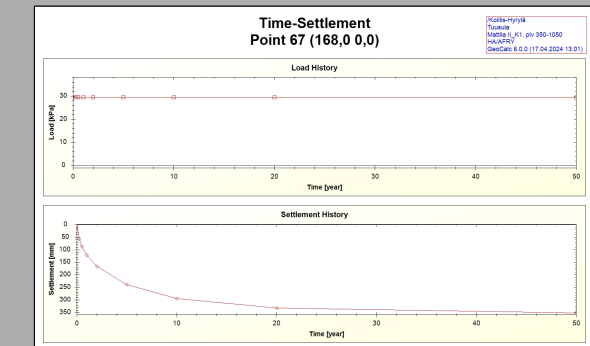
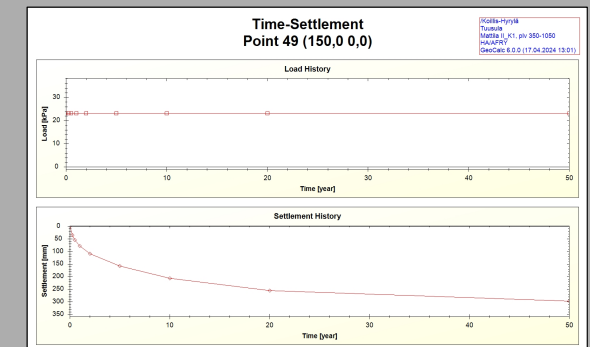
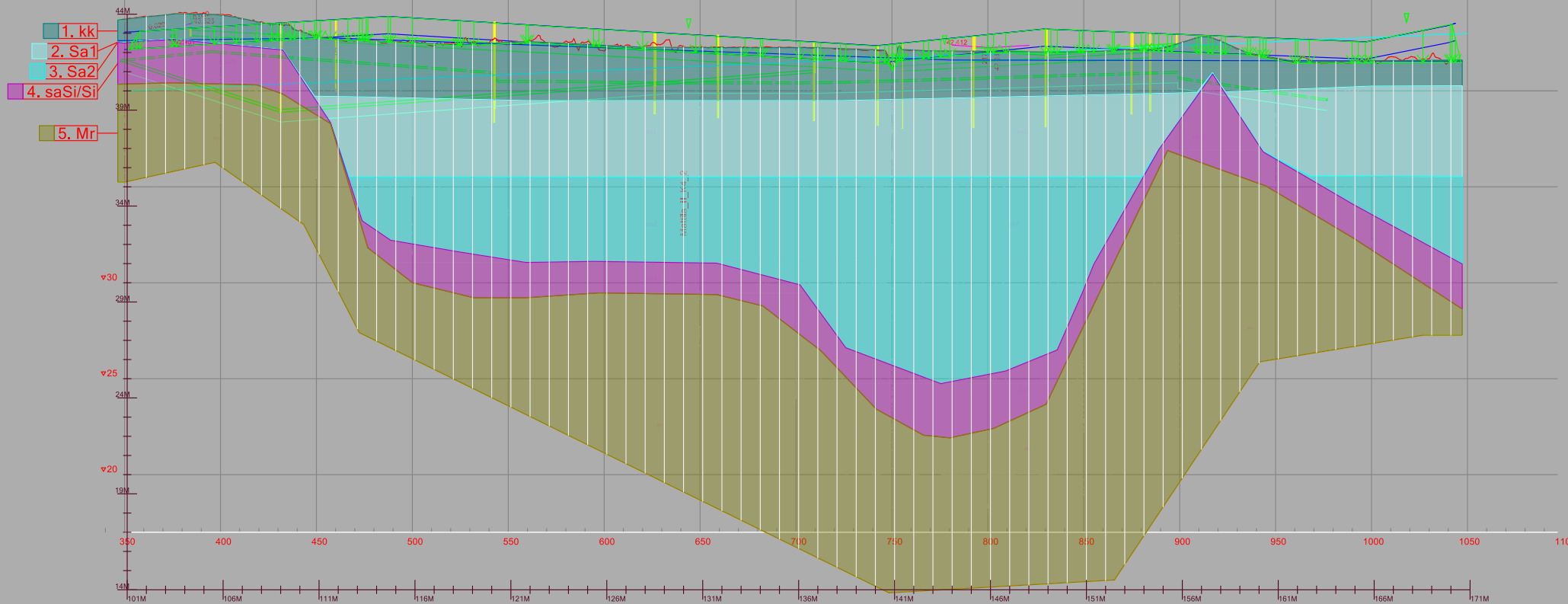


Settlement, 2D: 69 Calculation Points.

Times
0,3 a
0,5 a
1,0 a
2,0 a
5,0 a
10,0 a
20,0 a
50,0 a
Final

Times
0,3 a
0,5 a
1,0 a
2,0 a
5,0 a
10,0 a
20,0 a
50,0 a
Final

Times
0,3 a
0,5 a
1,0 a
2,0 a
5,0 a
10,0 a
20,0 a
50,0 a
Final

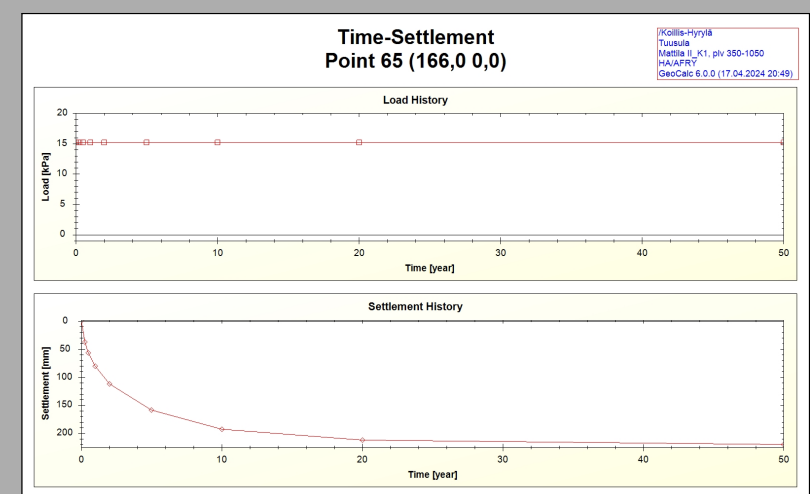
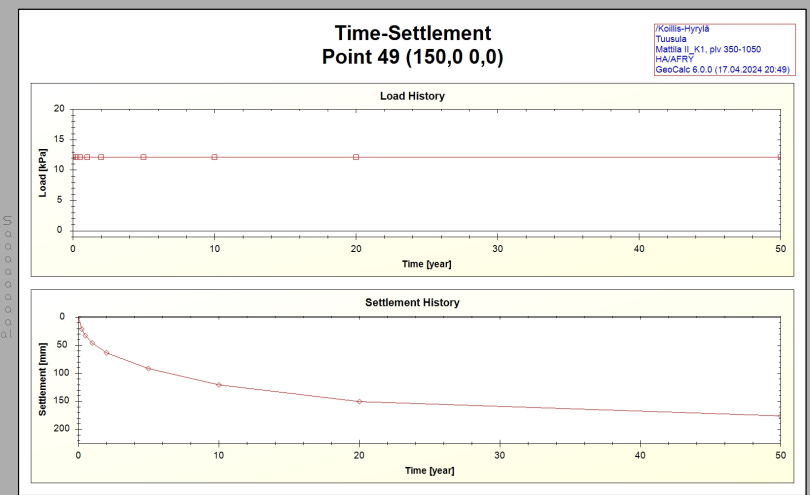
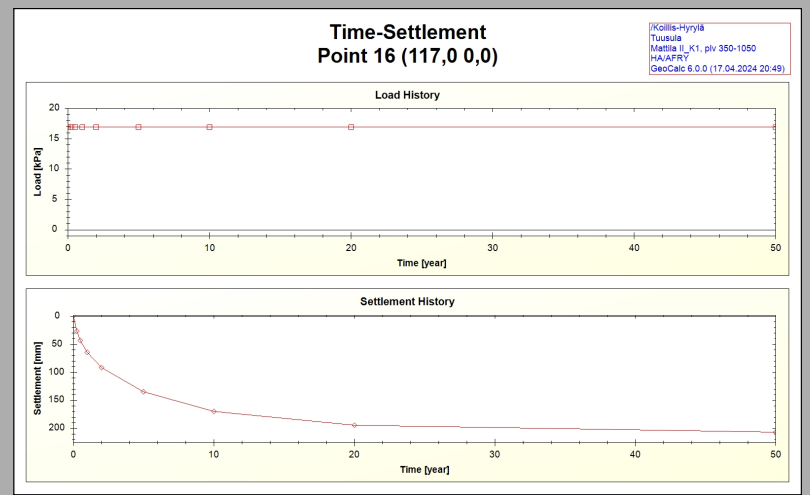
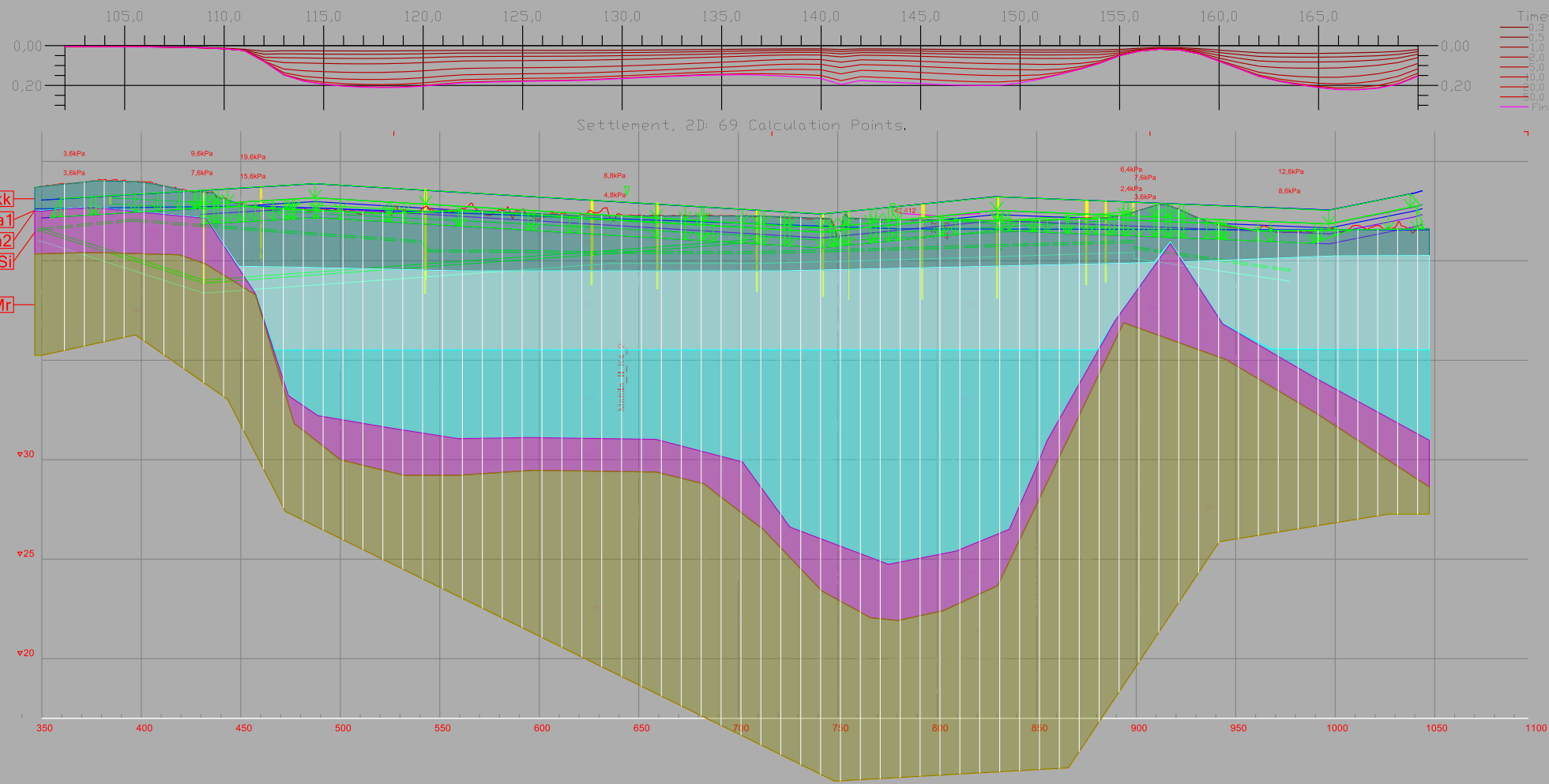


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 350-1050
HA/AFRY

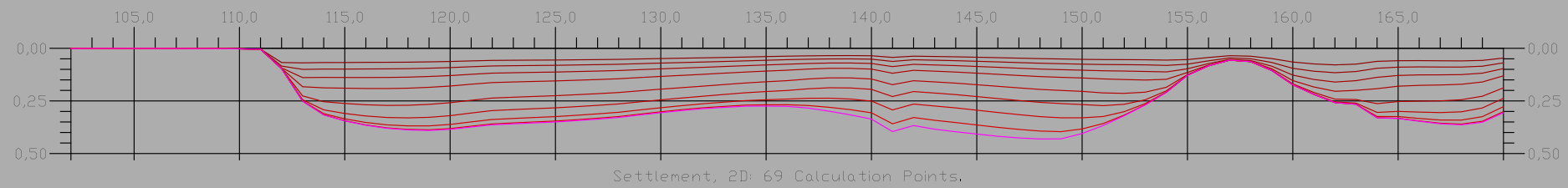
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 13:05)



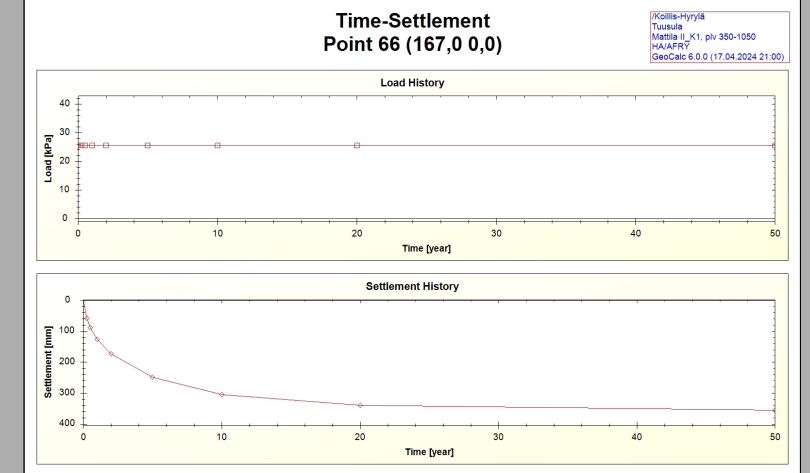
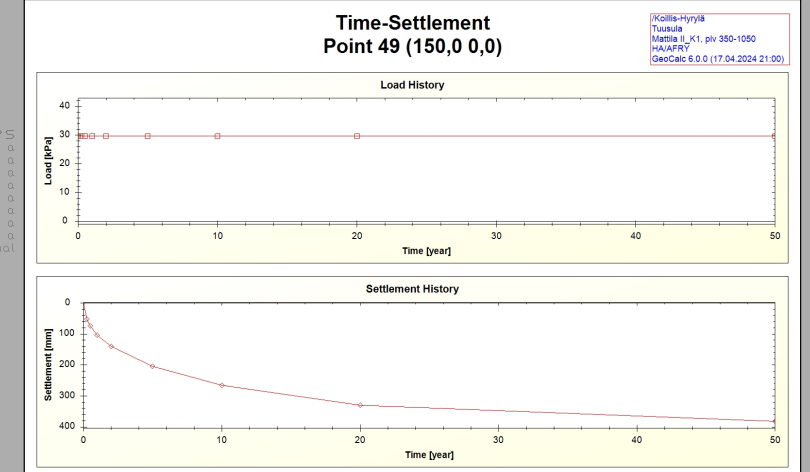
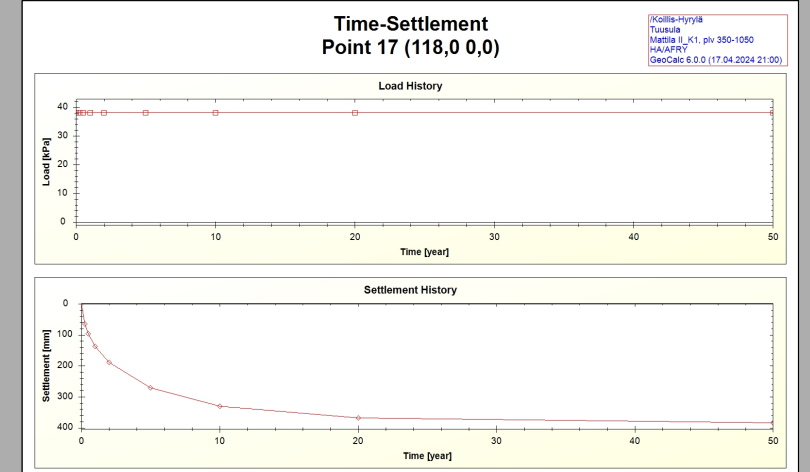
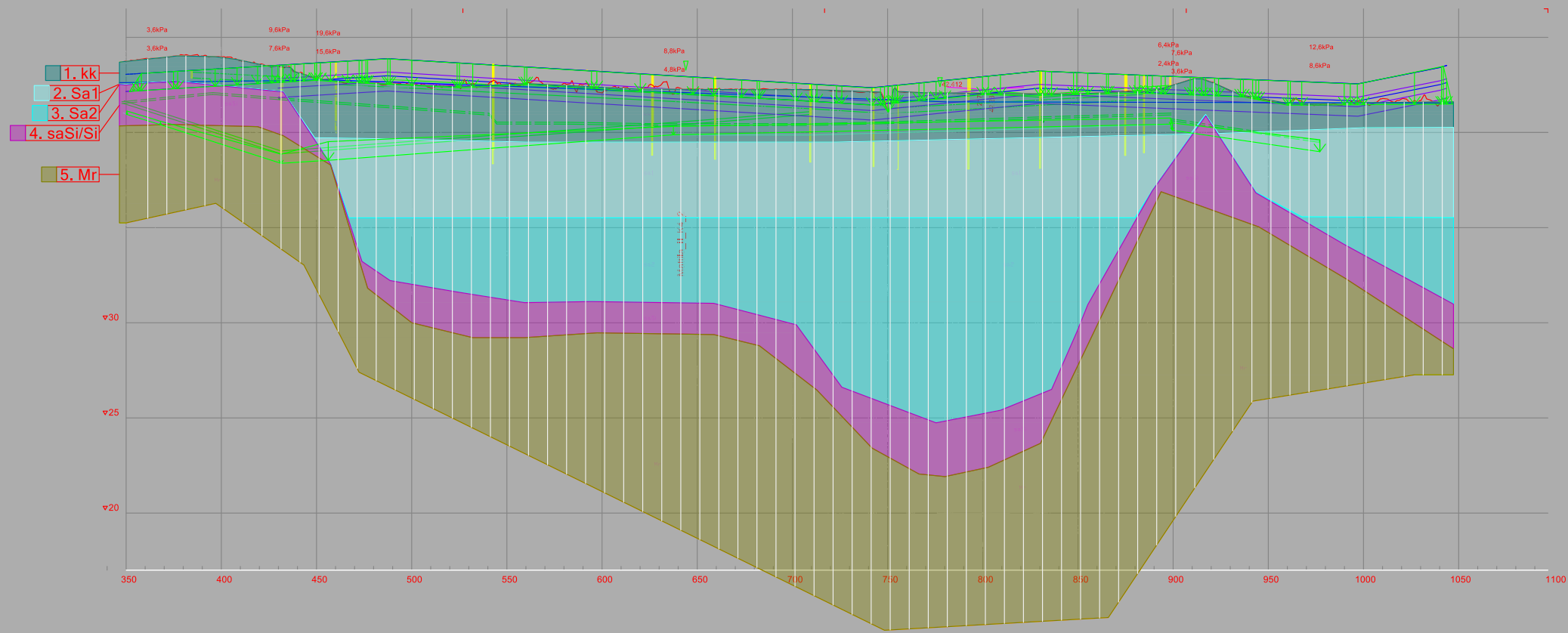
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
VAM 1m
Ylin 0,3m + nyky yläpuolella -> Y=3,5kPa
Tämän alapuolella -> Y=10kPa

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 350-1050
HA/AFRÛ
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 20:49)



Time [years]
 0.00
 0.10
 0.20
 0.30
 0.40
 0.50
 1.00
 2.00
 5.00
 10.00
 20.00
 50.00
 Final

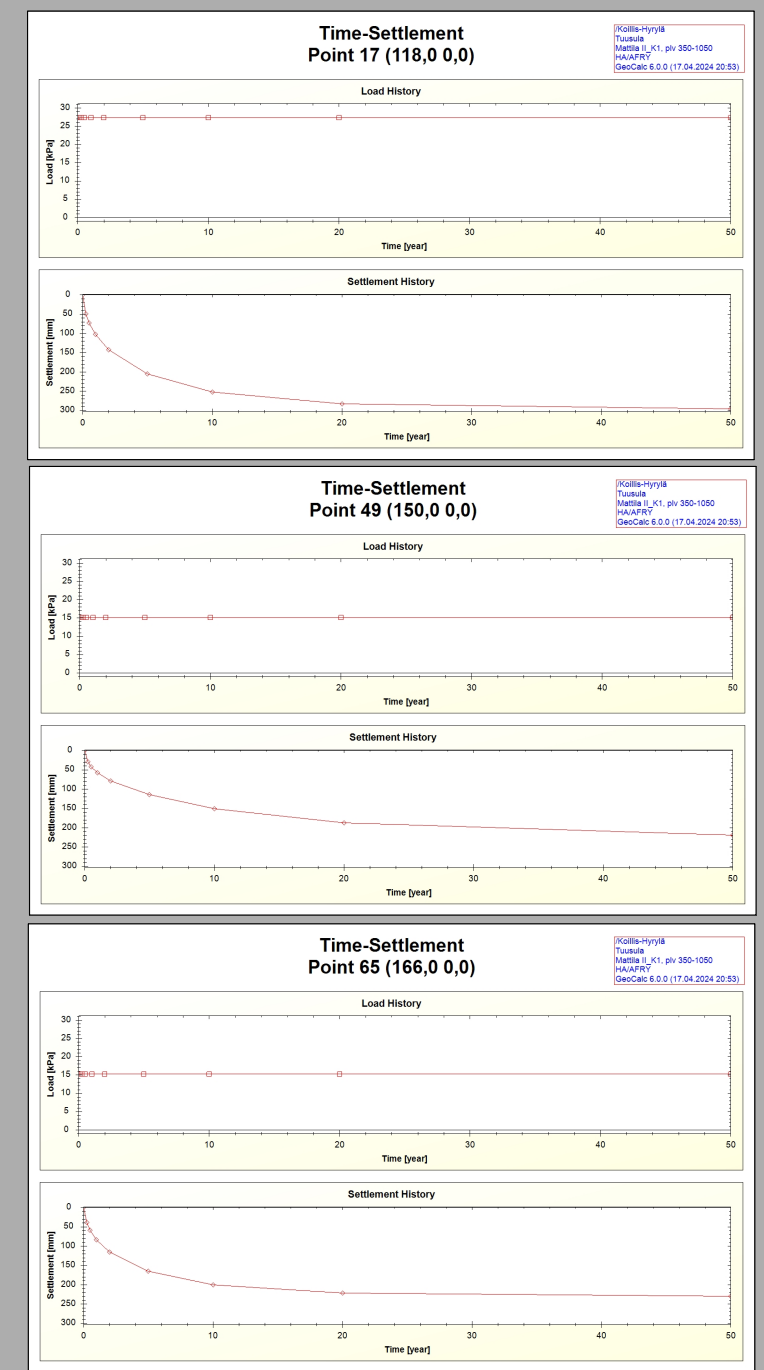
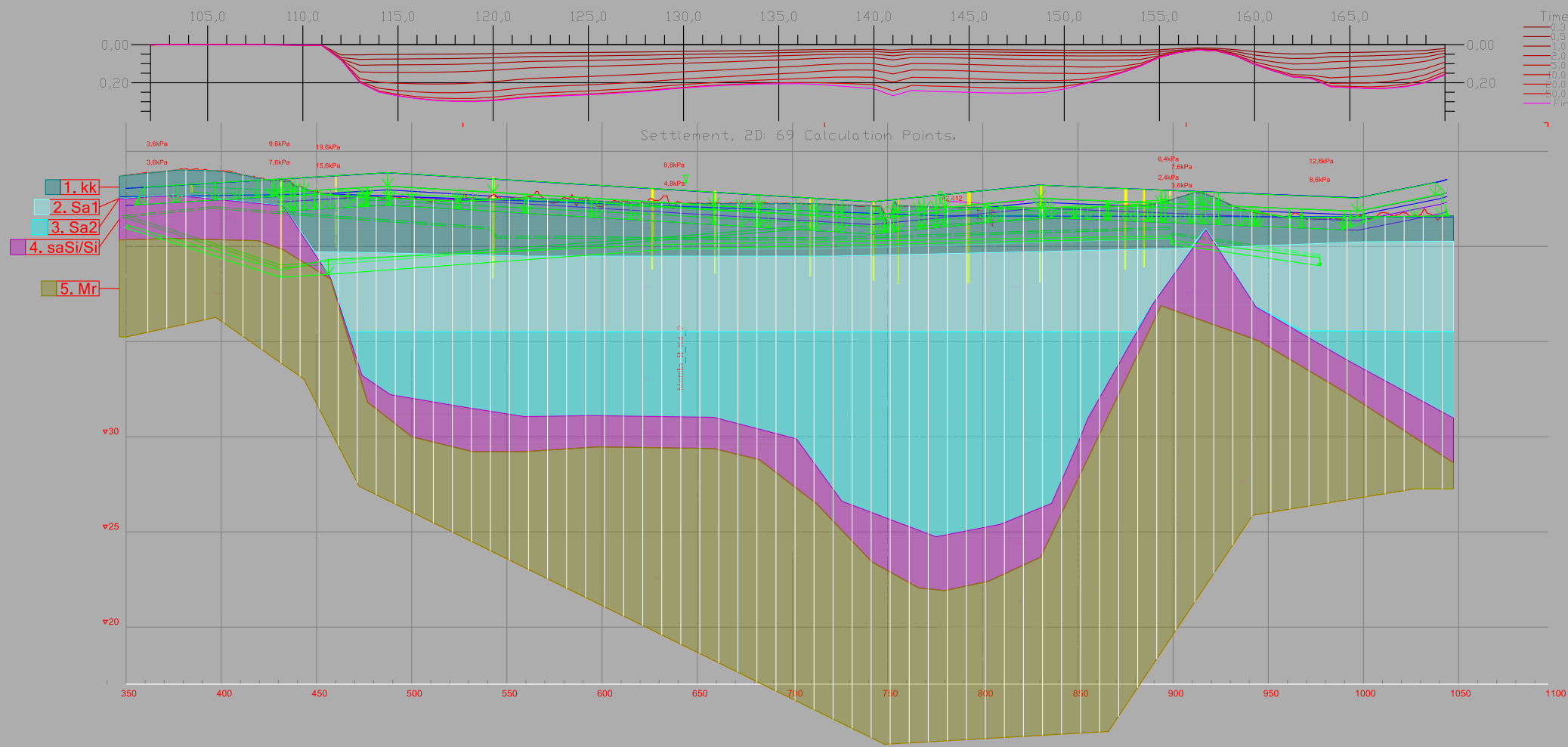


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
 putkiliinjat

/Koillis-Hyrylä
 Tuusula
 Mattila II_K1, plv 350-1050
 HA/AFRY

GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 21:00)

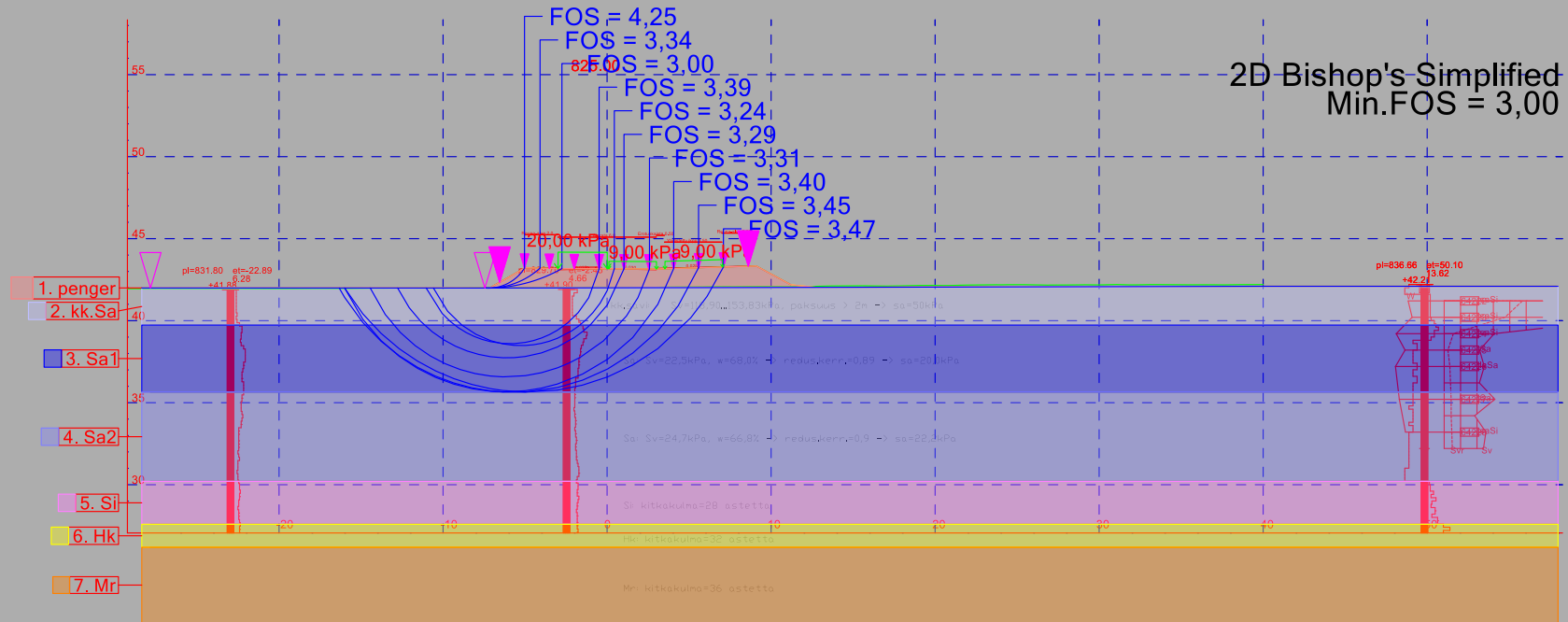


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
putkilinjat
VAM 1m
Ylin 0,3m + nyk mp yläpuolinen osa -> Y=3,5kPa
Tämän alapuolella -> Y=10kPa

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K1, plv 350-1050
HA/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (17.04.2024 20:53)

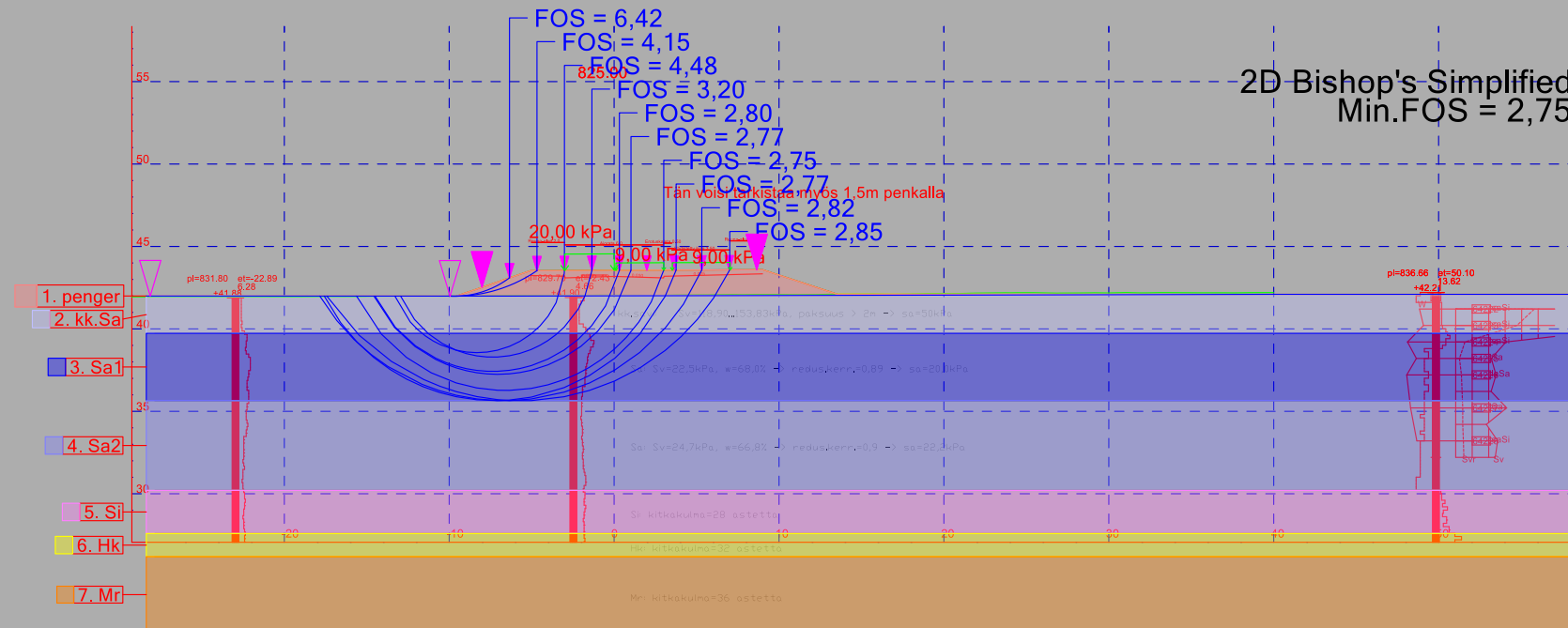
Liite 3.2



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Su [kN/m ²]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	pengerr	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00			30,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00			20,00			Effective	Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00			22,20			Effective	Independent on depth				Isotropic			
5	Si	16,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Hk	17,00		32,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

101022291_001/Koillis-Hyrylä
 Mattila_K1_pl825
 Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
 M. Ruotsala/Afry Finland Oy

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 2,75

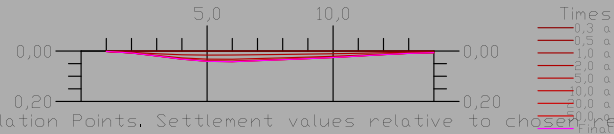


Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Φ [°]	c [kPa]	Su [kN/m ³]	ΔSu [kPa/m]	Strength	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	pengler	21,00		40,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
2	kk.Sa	15,00				30,00		Undrained	Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00				20,00		Undrained	Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00				22,20		Undrained	Independent on depth				Isotropic			
5	Si	16,00		28,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
6	Hk	17,00		32,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	19,00		36,00				Effective	Independent on depth				Isotropic			

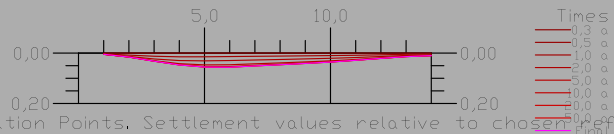
Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, ru off, ruq off, ru' off

101022291_001/Koillis-Hyrylä
Mattila_K1_pl825 (1,5m korkea pengler)
Kokonaisvarmuuslukumenetelmä
M. Ruotsala/Afry Finland Oy
GeoCalc 6.0.0 (19.04.2024 14:01)

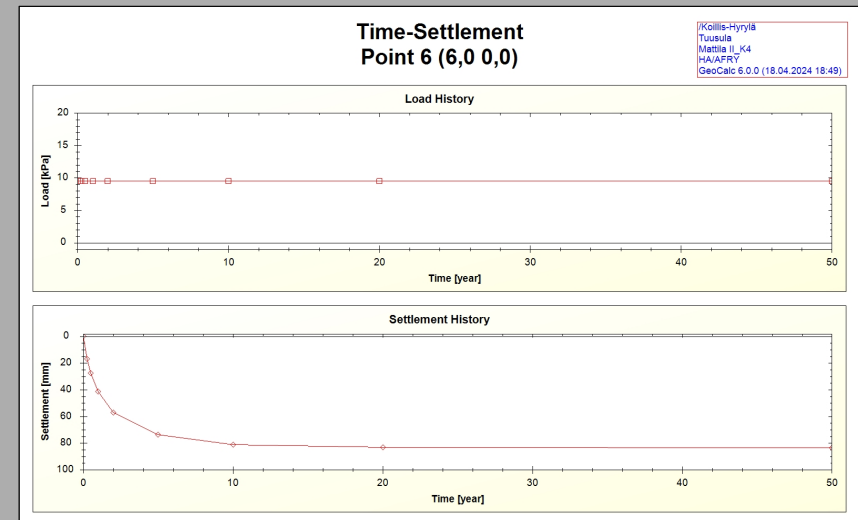
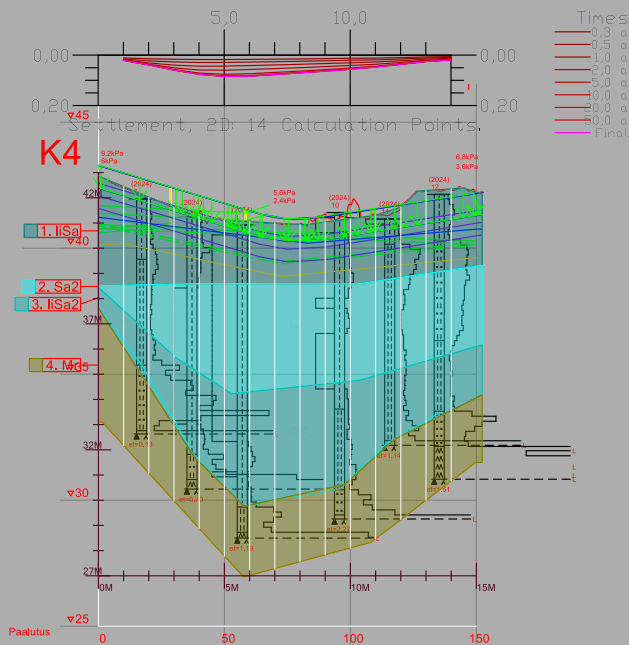
Liite 4



Settlement, 2D: 14 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 1



Settlement, 2D: 14 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 0,5

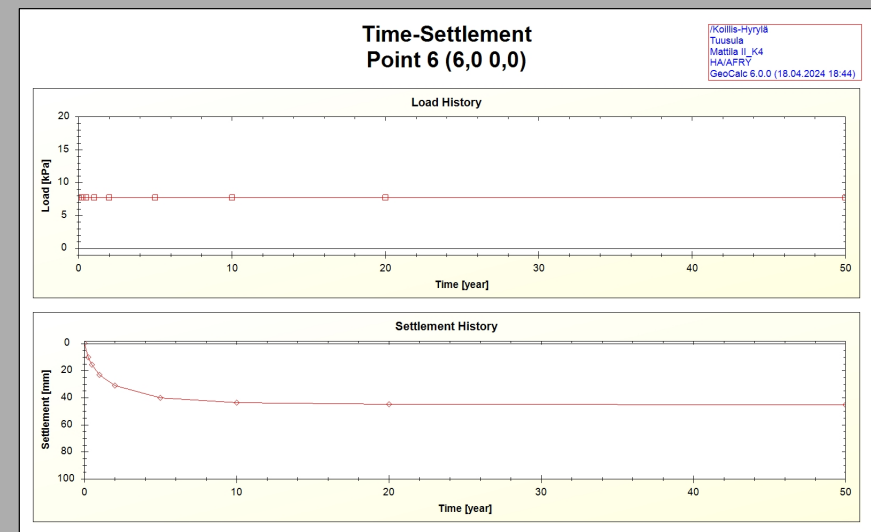
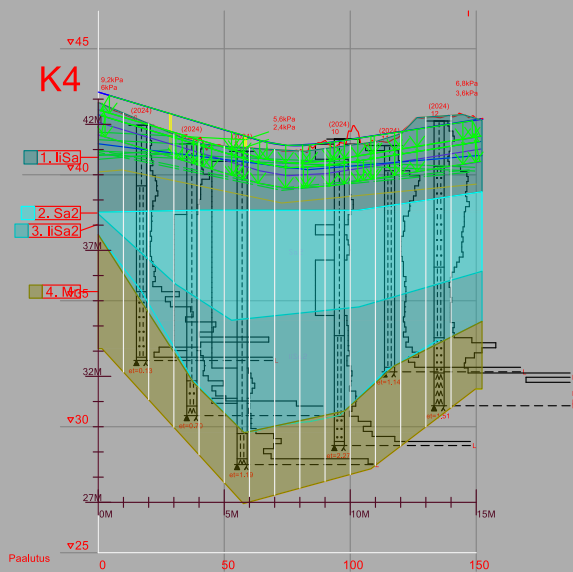
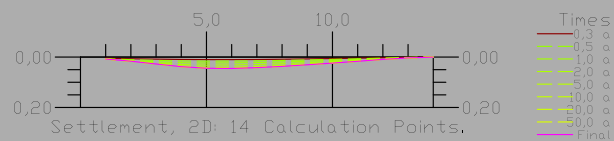


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1. liSa	15,000	15,000	Constant c_v	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00	
2. Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,50000		no	Ohde-Janbu NC	15,00	0,30			0,00	no		
3. liSa2	18,000	18,000	Constant c_v	12,00000		no	Ohde-Janbu NC	31,00	0,50			0,00	no		
4. Mr	21,000	21,000	Constant c_v	100,00000		yes	Ohde-Janbu NC	600,00	0,50			0,00	no		

Maanvarainen perustaminen

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K4
HA/AFRY

GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 18:49)

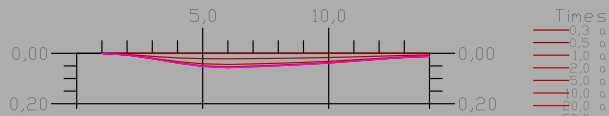


Maanvarainen perustaminen
VAM 1m
Ylin 0,2m -> Y=3,5kPa
Tämän alapuolella -> Y=10kPa

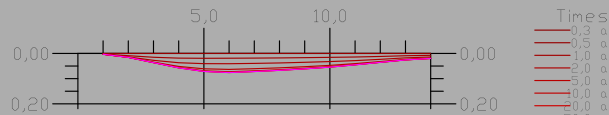
Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K4
HA/AFRY

GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 18:44)

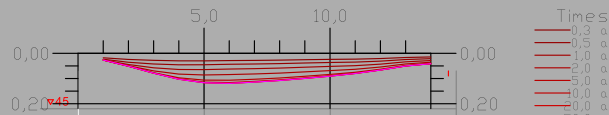
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	$\sigma_{c\ oedo}$ [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1 liSa	15,000	15,000	Constant c_v	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2 Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,500000		no	Ohde-Janbu	NC	15,00	0,30			0,00	no	
3 liSa2	18,000	18,000	Constant c_v	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
4 Mr	21,000	21,000	Constant c_v	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	



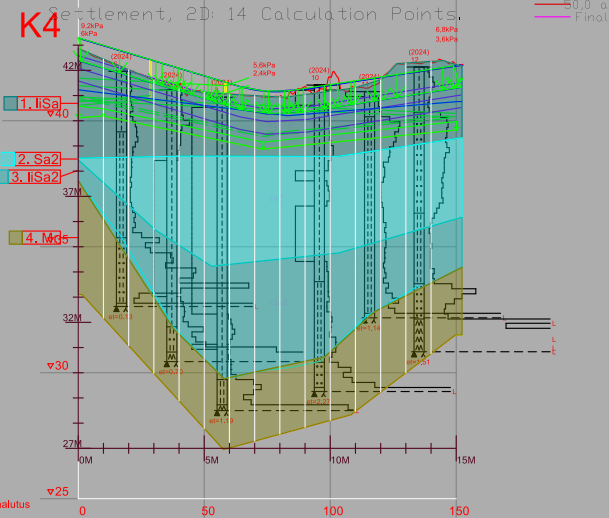
Settlement, 2D: 14 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 1



Settlement, 2D: 14 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 0,5

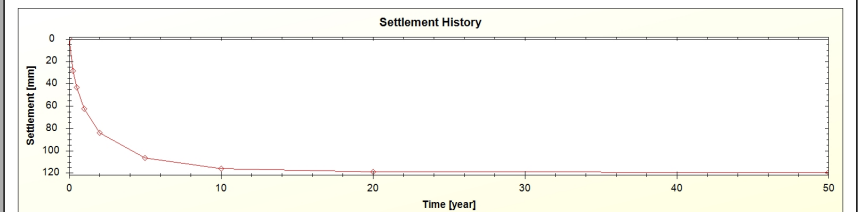
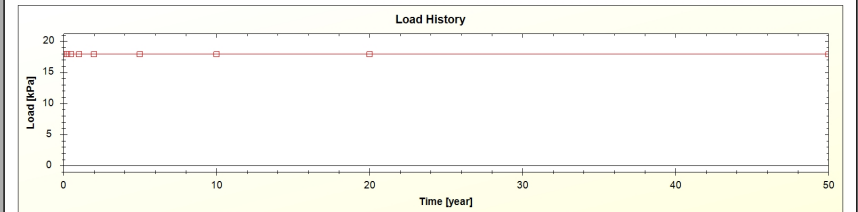


Settlement, 2D: 14 Calculation Points.



Time-Settlement Point 6 (6,0 0,0)

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K4
HA/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 18:33)

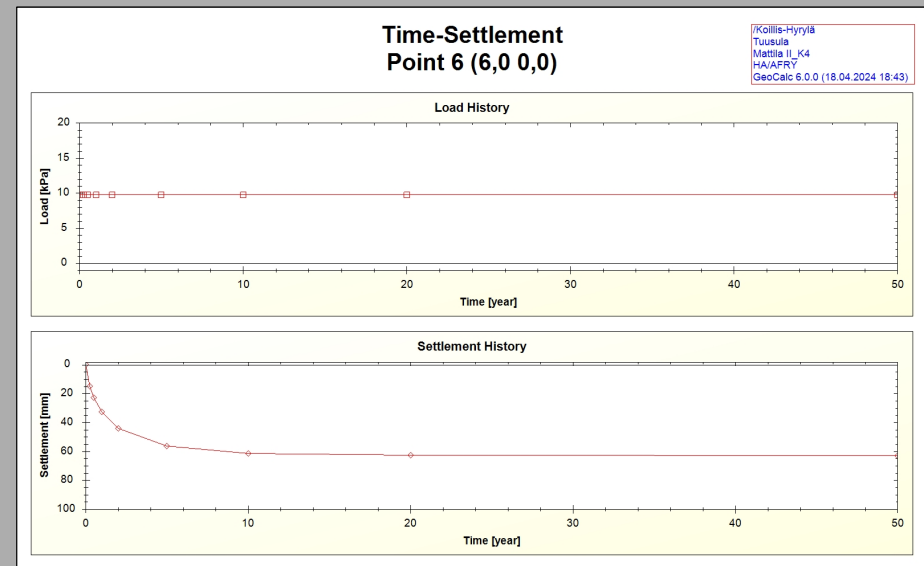
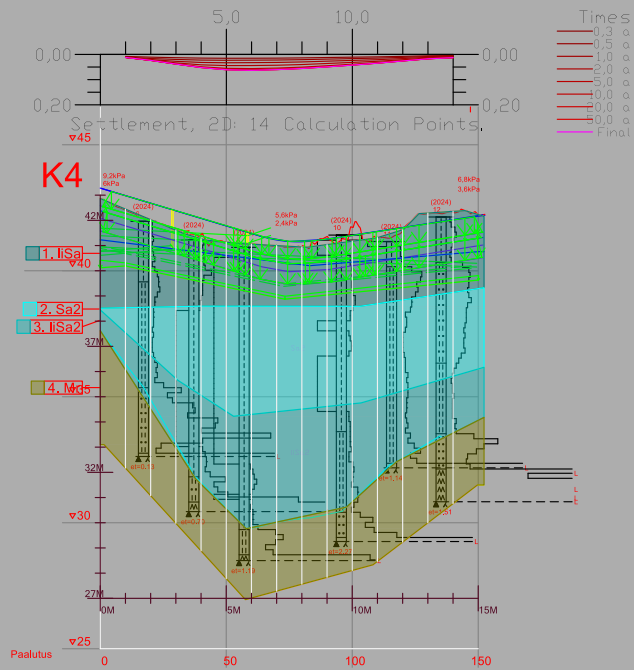


Maanvarainen perustaminen
Putkilinja

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K4
HA/AFRY

GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 18:33)

Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	σ_{oed} [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1 liSa	15,000	15,000	Constant c_v	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2 Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,50000		no	Ohde-Janbu	NC	15,00	0,30			0,00	no	
3 liSa2	18,000	18,000	Constant c_v	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
4 Mr	21,000	21,000	Constant c_v	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	

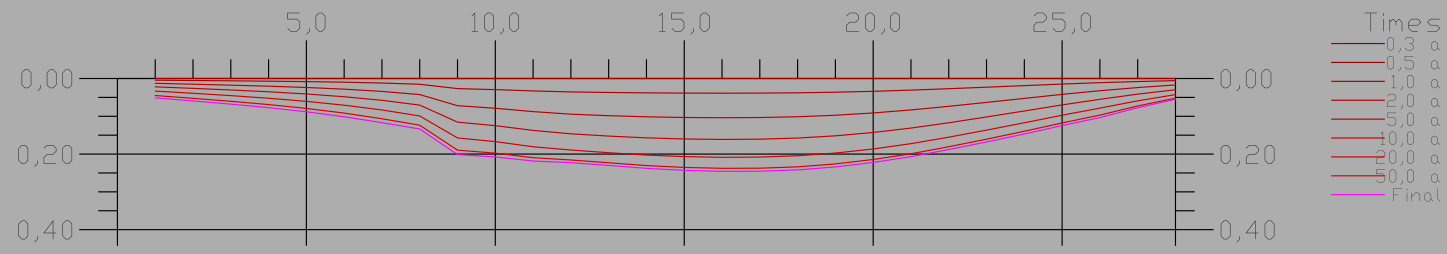


Maanvarainen perustaminen
 Putkilinja
 VAM 1m
 Ylin 0,2m -> Y=3,5kPa
 Tämän alapuolella -> Y=10kPa

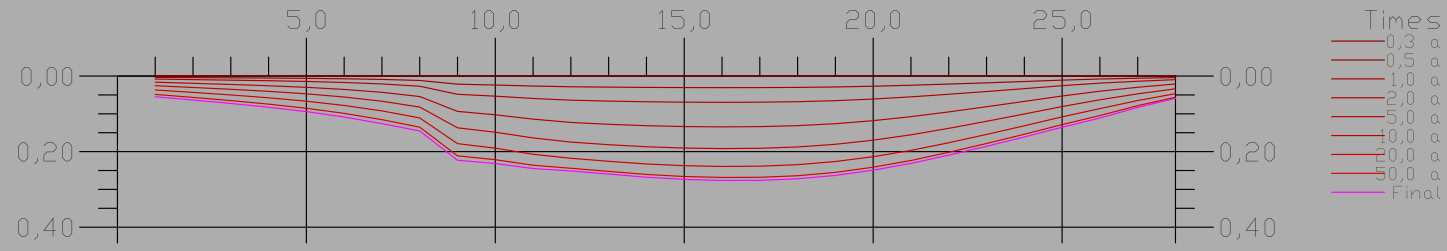
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	C_v OC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	β_1	m2	β_2	$\sigma_{c\ oedo}$ [kPa]	m1 bound to σ_c	POP
1 liSa	15,000	15,000	Constant c_v	12,00000	20,00000	no	Ohde-Janbu	POP	10,70	0,50	75,00	1,00	0,00	no	40,00
2 Sa2	16,000	16,000	Constant c_v	1,50000		no	Ohde-Janbu	NC	15,00	0,30			0,00	no	
3 liSa2	18,000	18,000	Constant c_v	12,00000		no	Ohde-Janbu	NC	31,00	0,50			0,00	no	
4 Mr	21,000	21,000	Constant c_v	100,00000		yes	Ohde-Janbu	NC	600,00	0,50			0,00	no	

/Koilis-Hyrylä
 Tuusula
 Mattila II_K4
 HA/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 18:43)

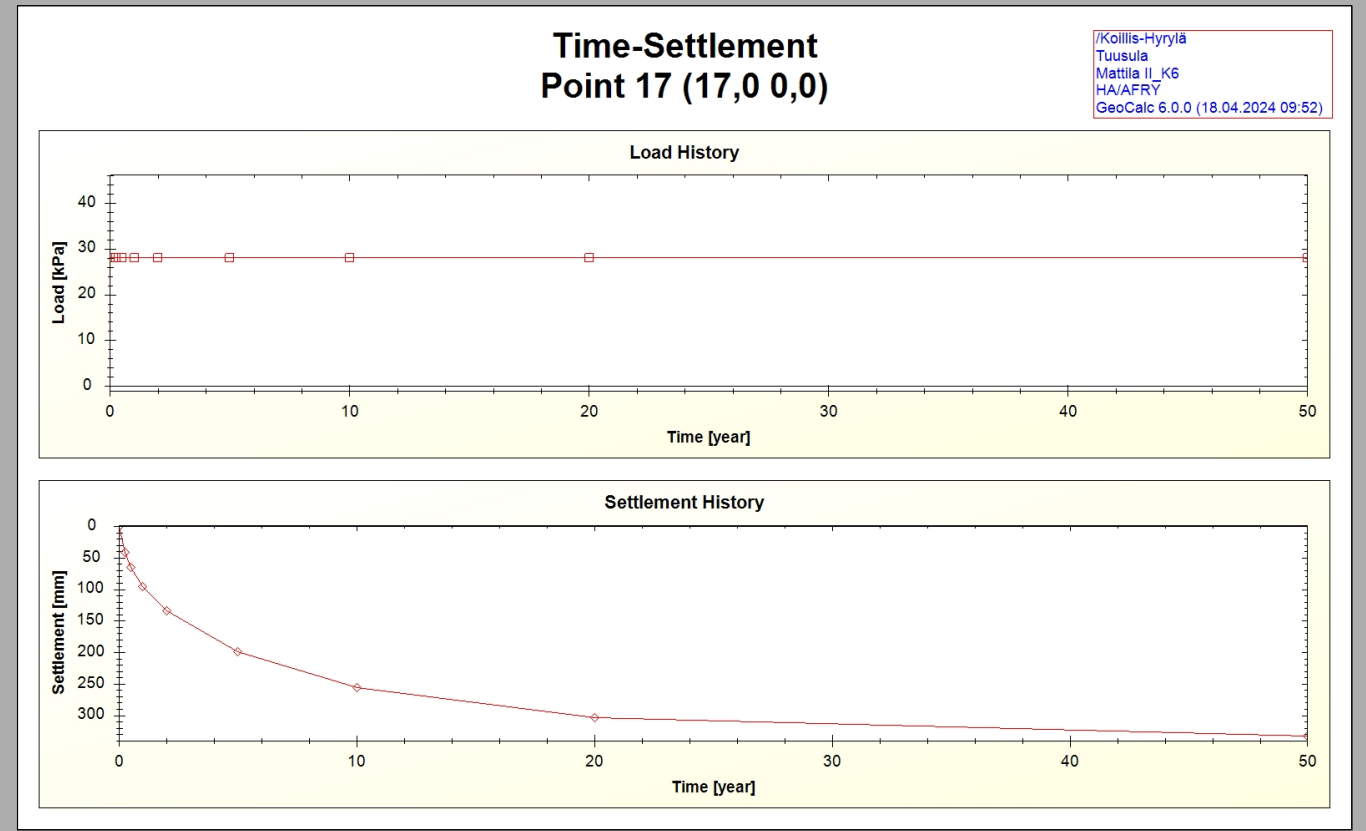
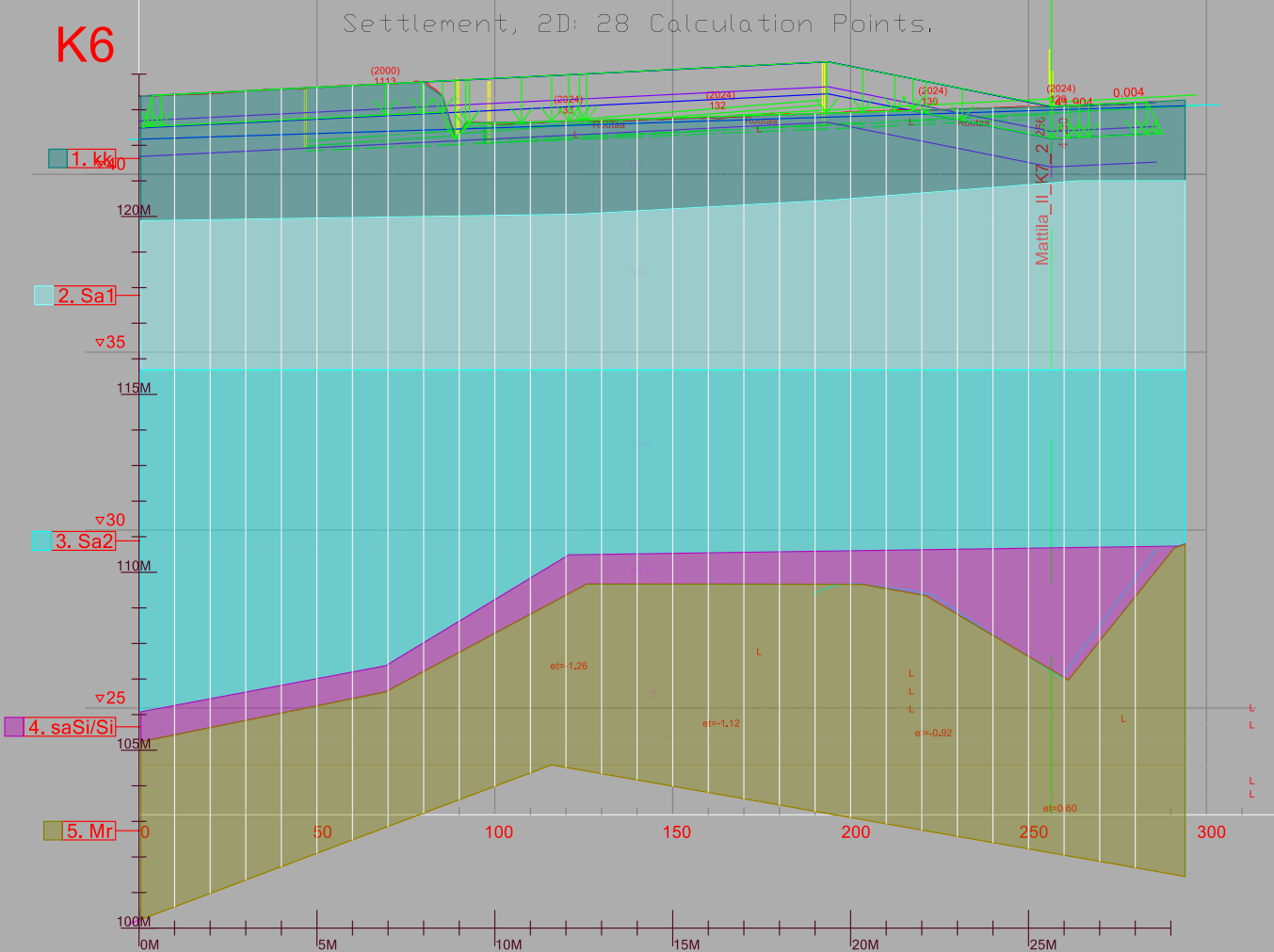
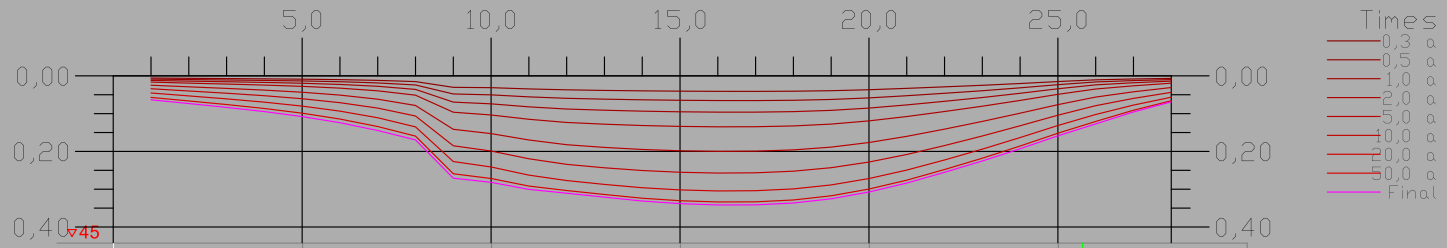
Liite 5



Settlement, 2D: 28 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 1



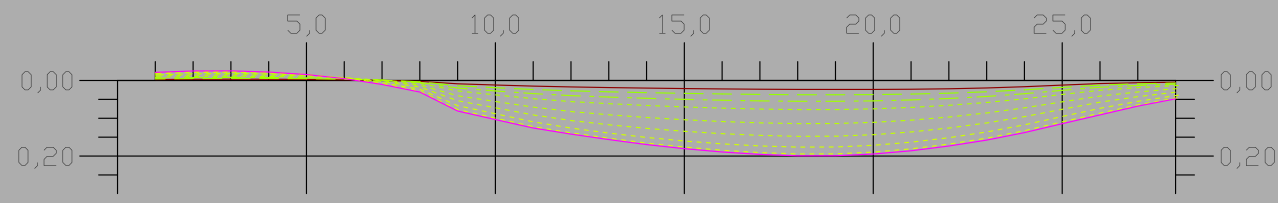
Settlement, 2D: 28 Calculation Points. Settlement values relative to chosen reference time, 0,5



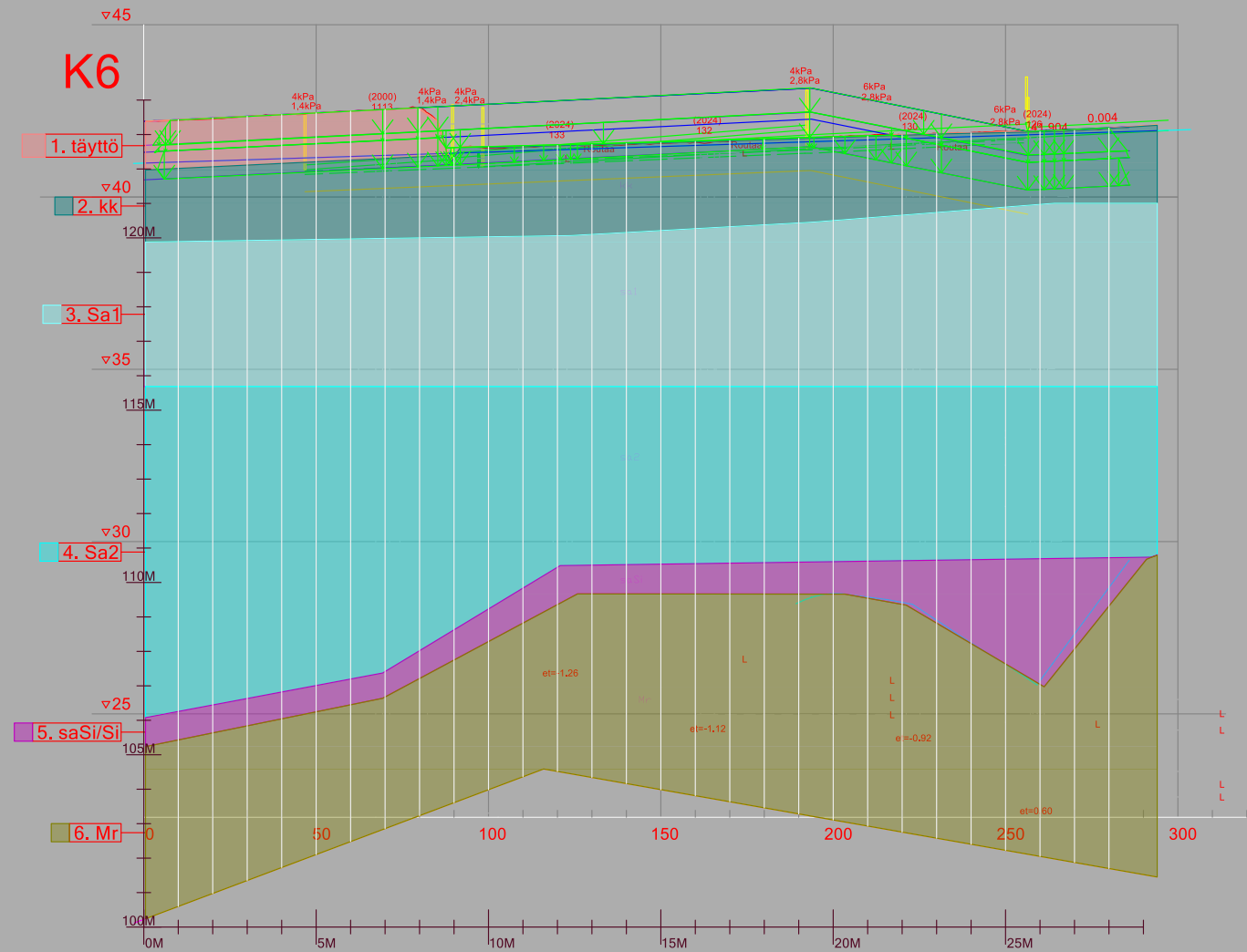
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	α p _{oed} [kPa]	m1 bound to α
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen

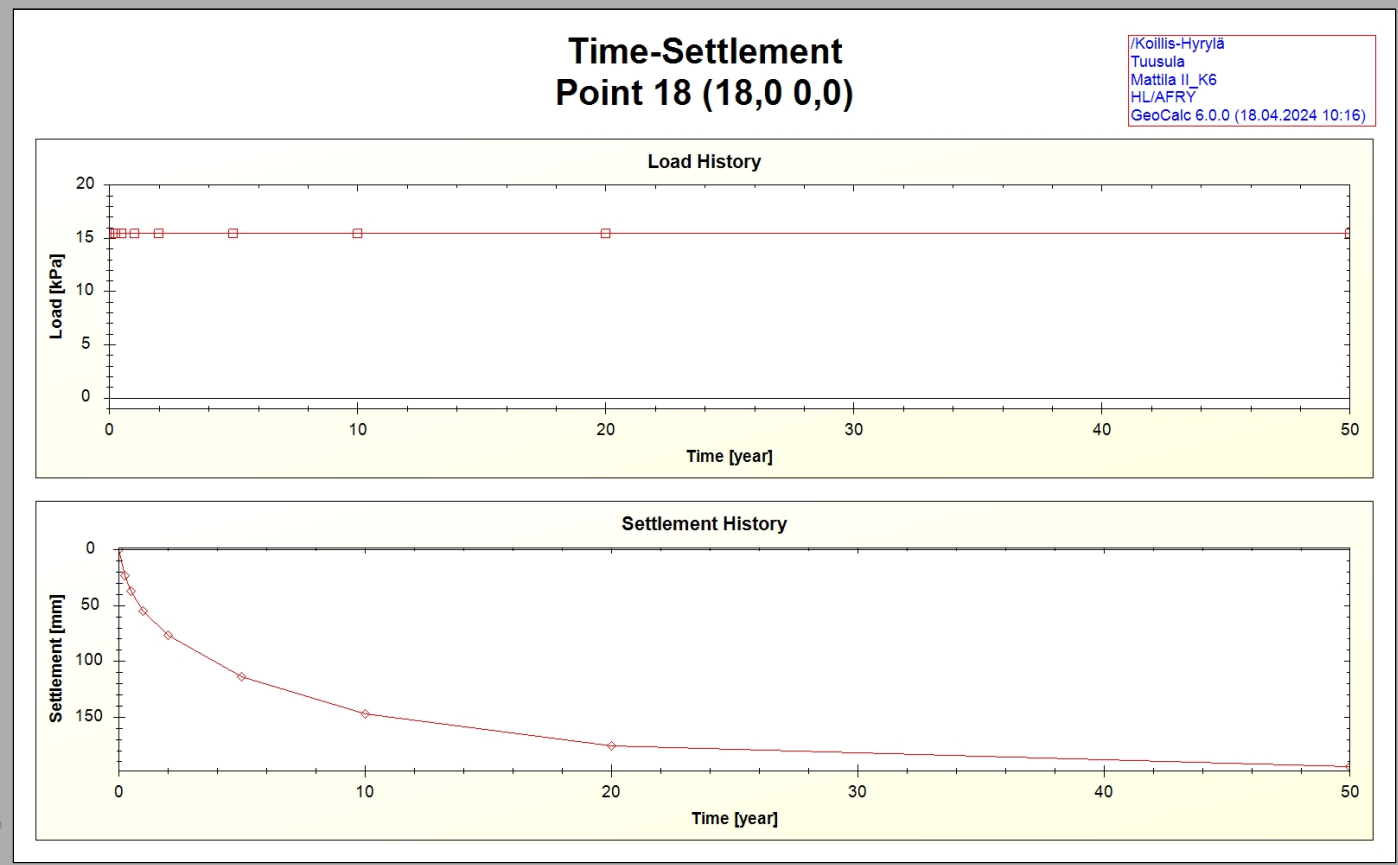
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K6
HA/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 09:52)



Settlement, 2D: 28 Calculation Points.



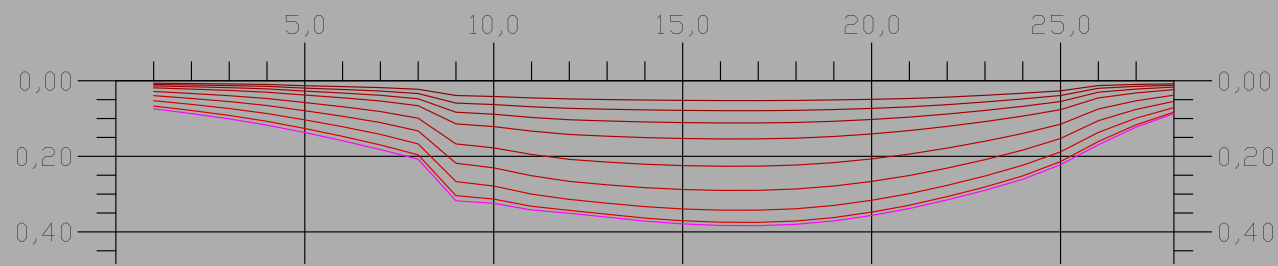
- Times
- 0,3 a
- 0,5 a
- 1,0 a
- 2,0 a
- 5,0 a
- 10,0 a
- 20,0 a
- 50,0 a
- Final



Maanvarainen perustaminen
 VAM 1m
 Ylin 0,2m + nyky maanpinnan yläpuolinen osuus -> Y=3,5kPa
 Tämän alapuolella Y=10kPa

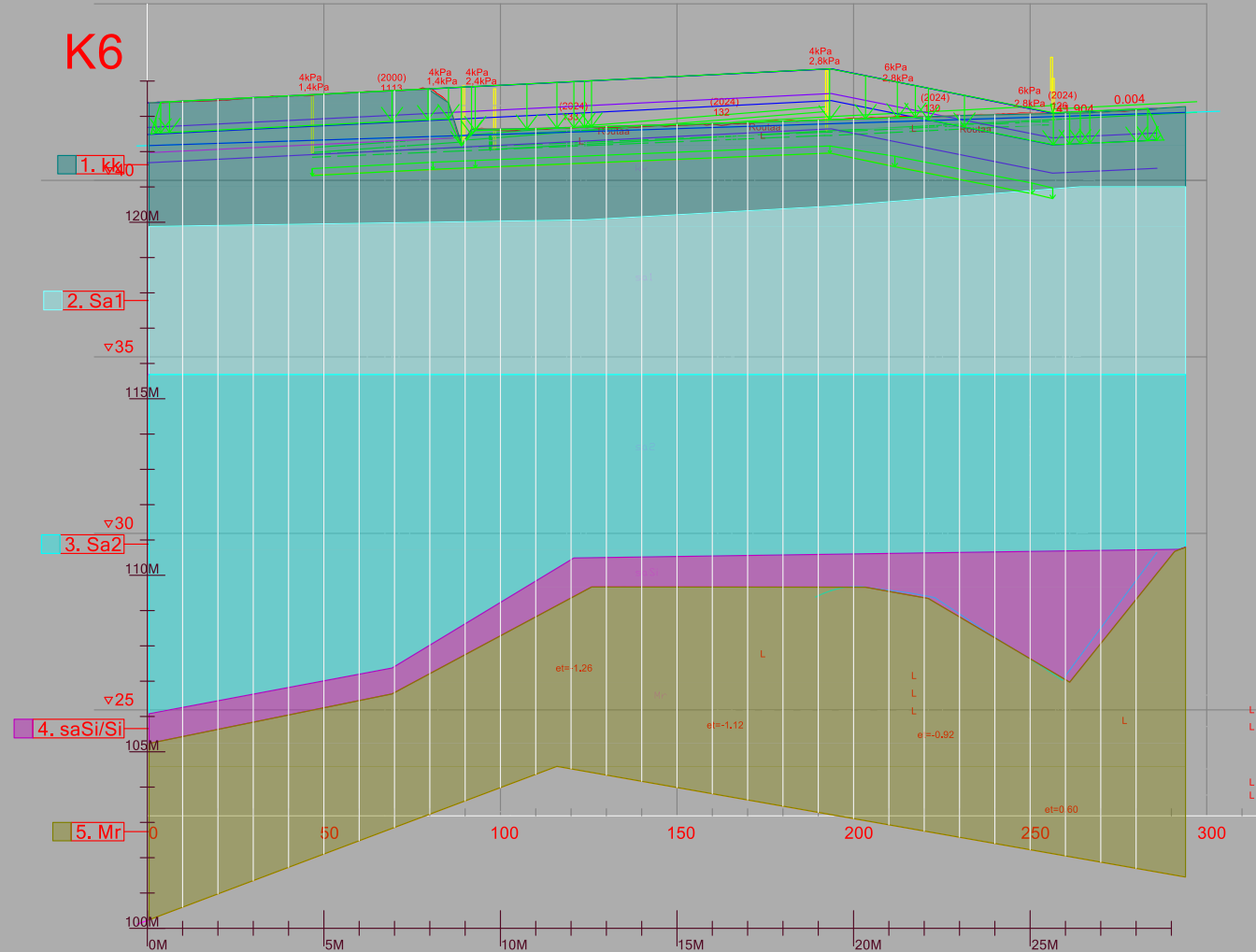
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	α oedo [kPa]	m1 bound to α
1 täyttö	19,000	19,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

/Koillis-Hyrylä
 Tuusula
 Mattila II_K6
 HL/AFRY
 GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 10:16)



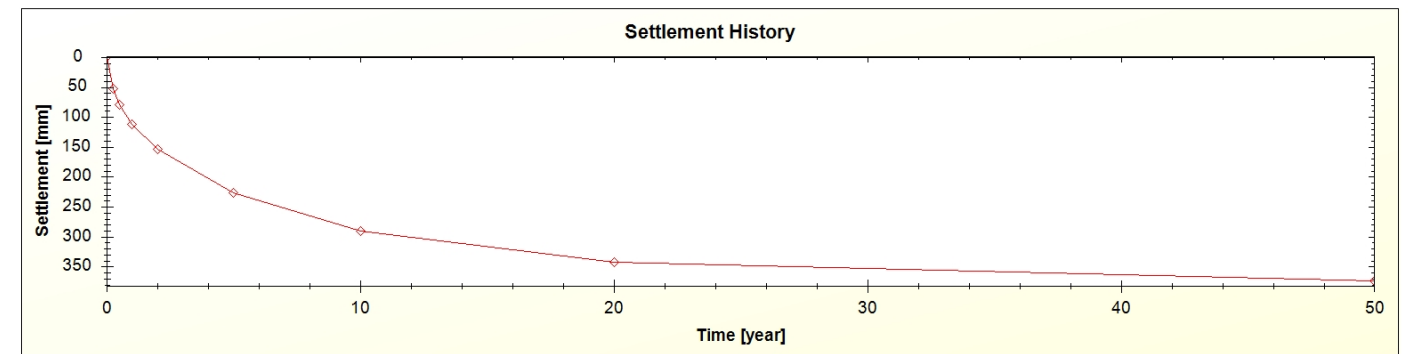
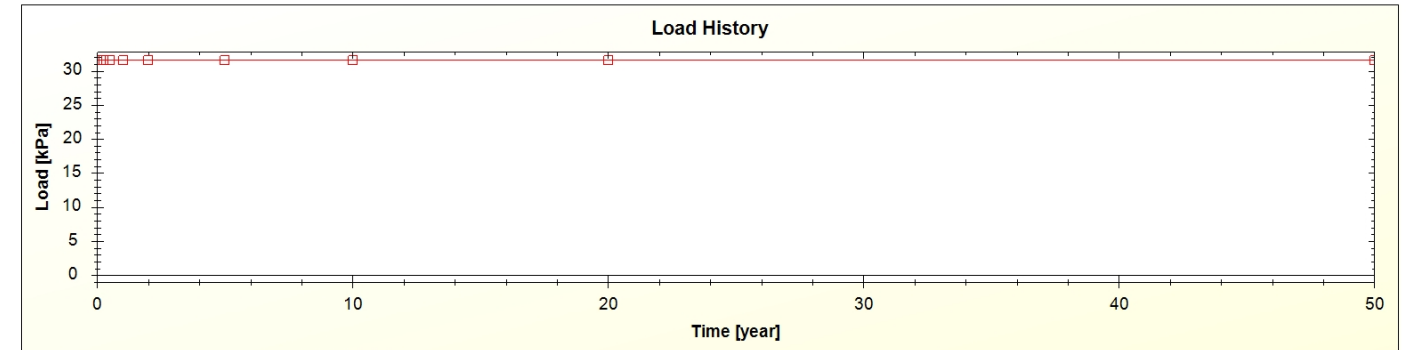
- Times
- 0,3 a
 - 0,5 a
 - 1,0 a
 - 2,0 a
 - 5,0 a
 - 10,0 a
 - 20,0 a
 - 50,0 a
 - Final

Settlement, 2D: 28 Calculation Points.



Time-Settlement Point 16 (16,0 0,0)

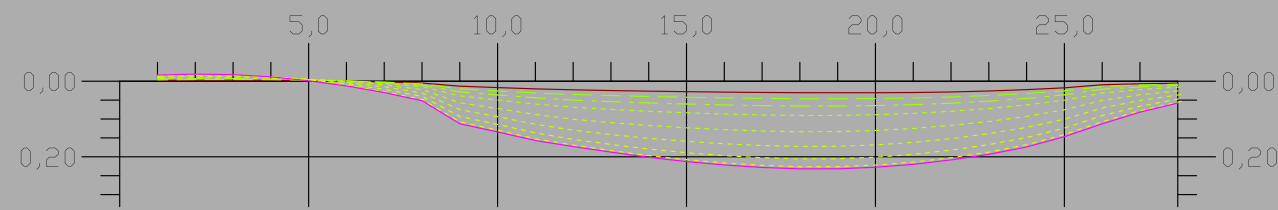
/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K6
HL/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (18.04.2024 10:05)



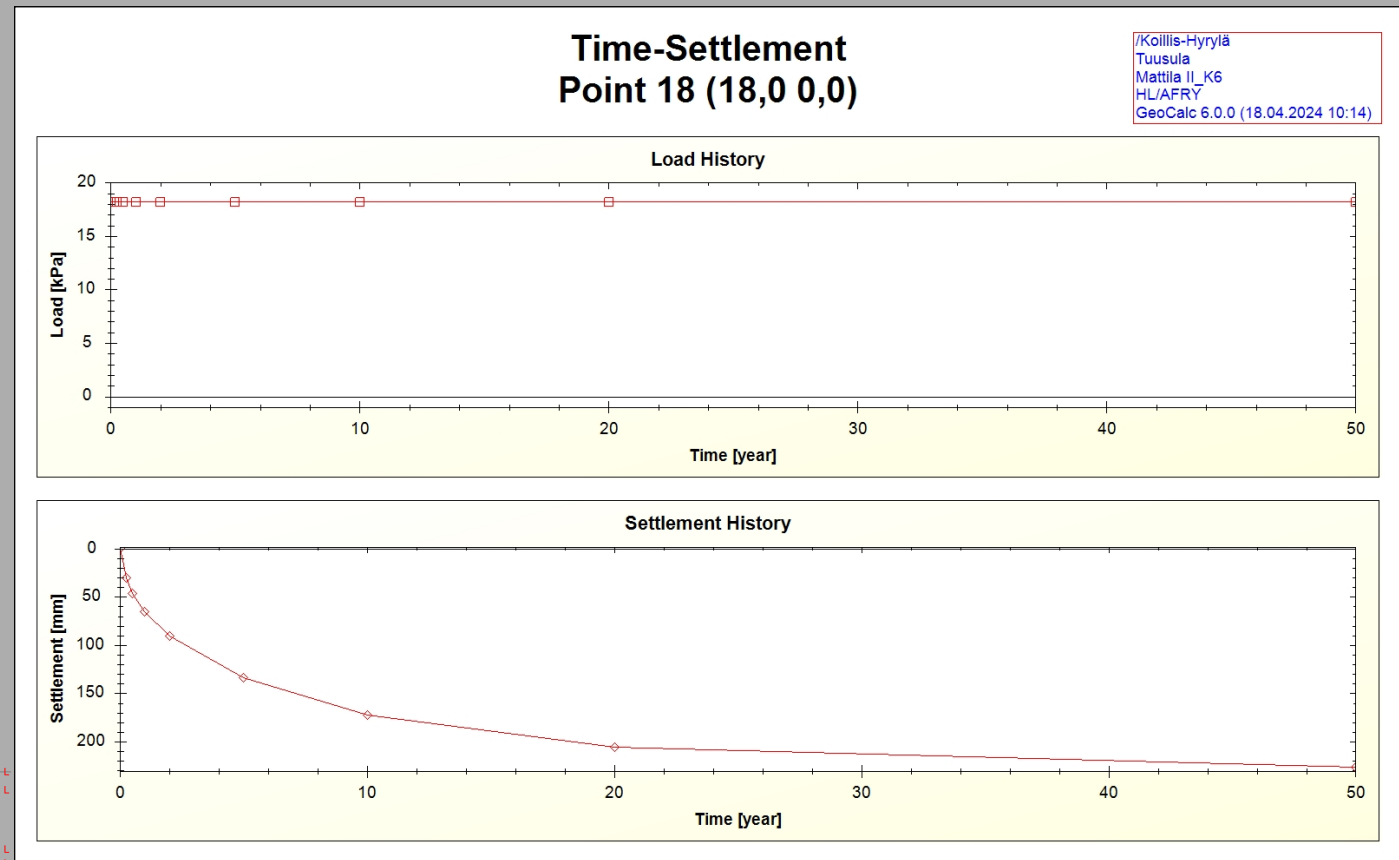
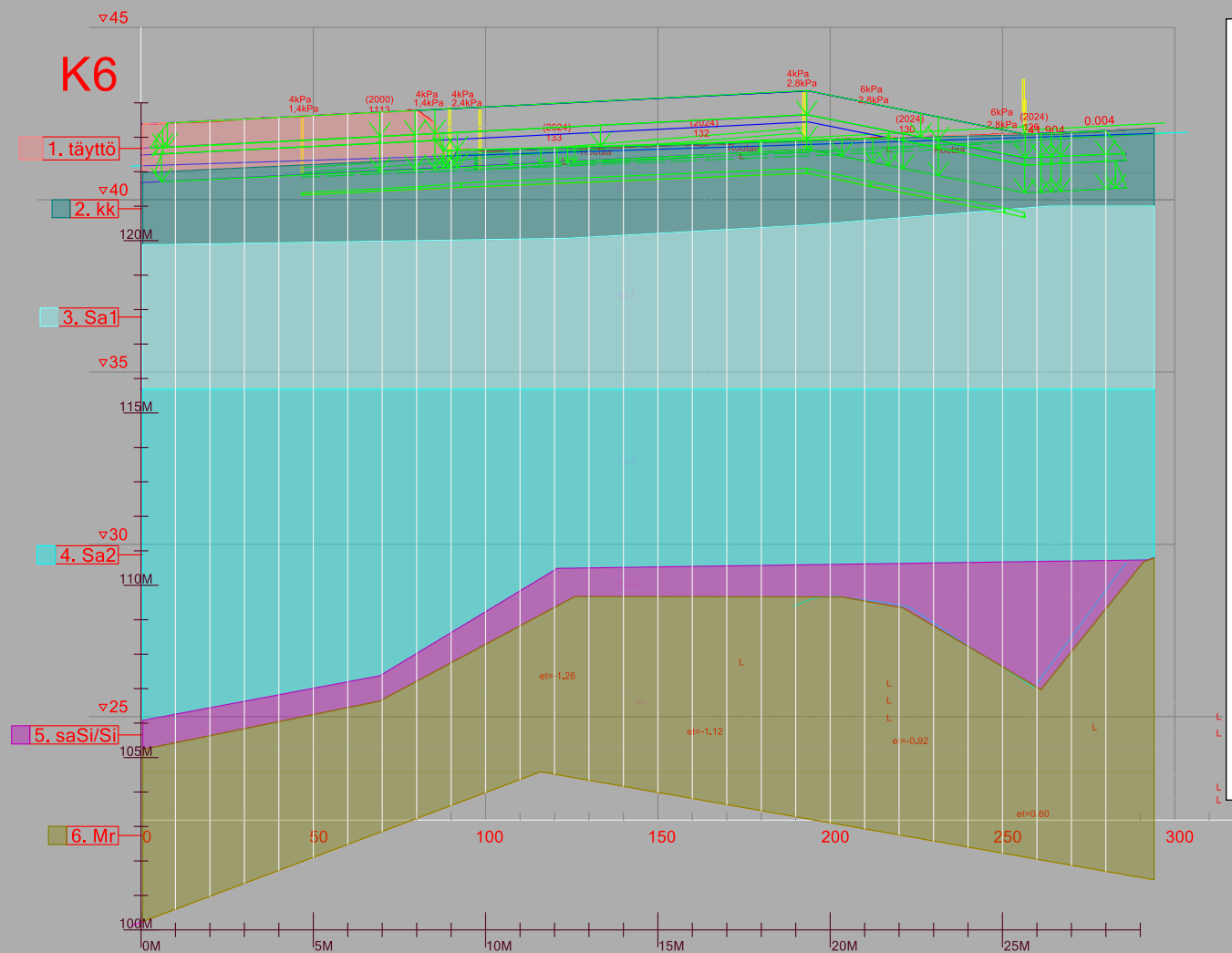
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	C_v NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c
1 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
2 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
3 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
4 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
5 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
Putkilinja

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K6
HL/AFRY



Settlement, 2D: 28 Calculation Points.



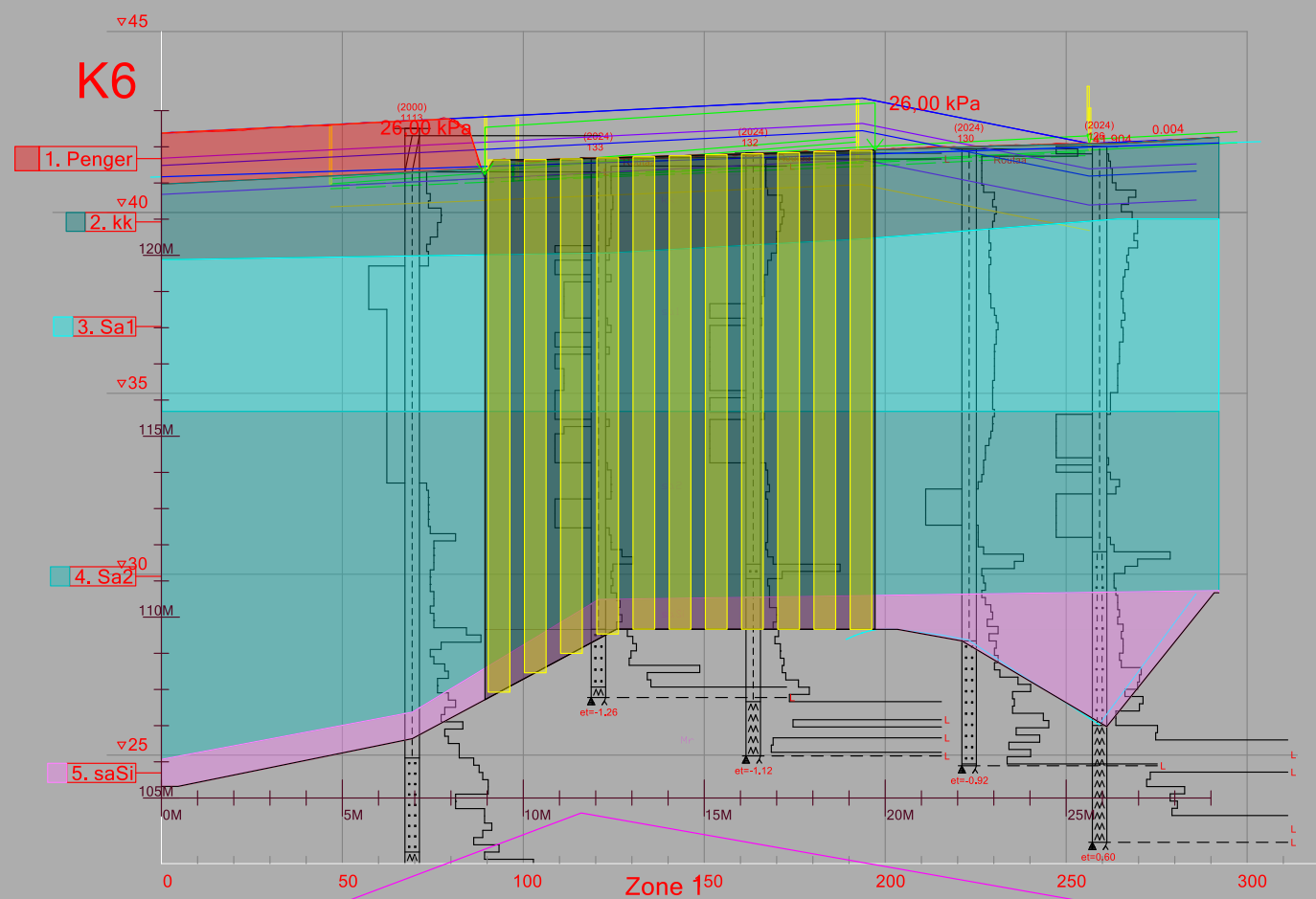
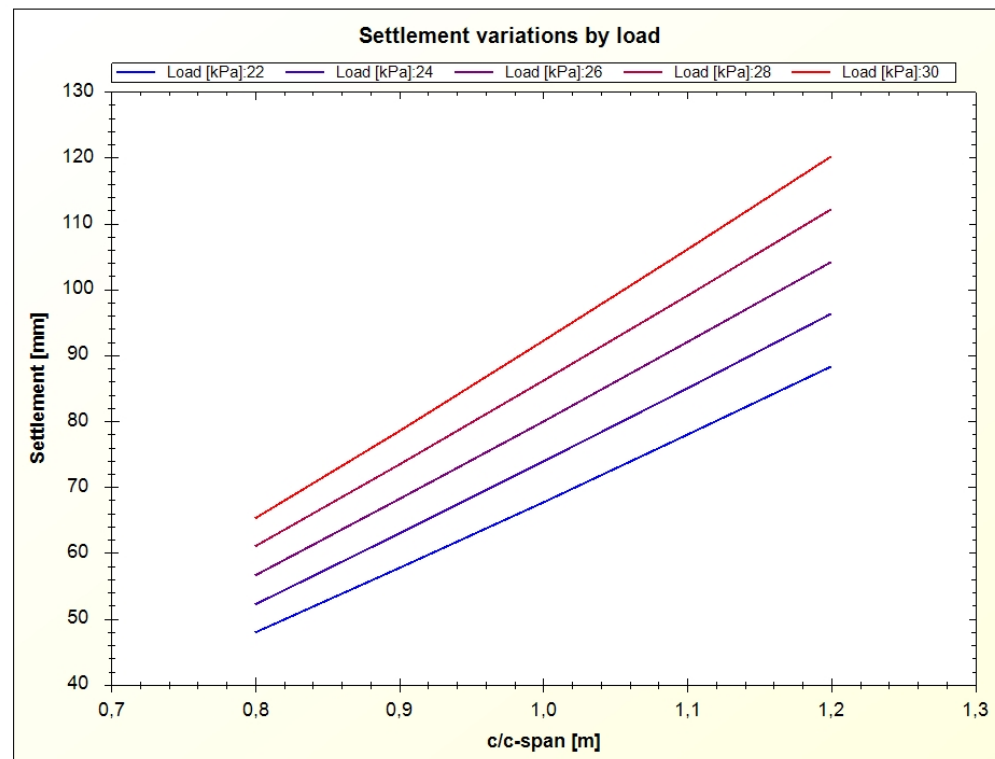
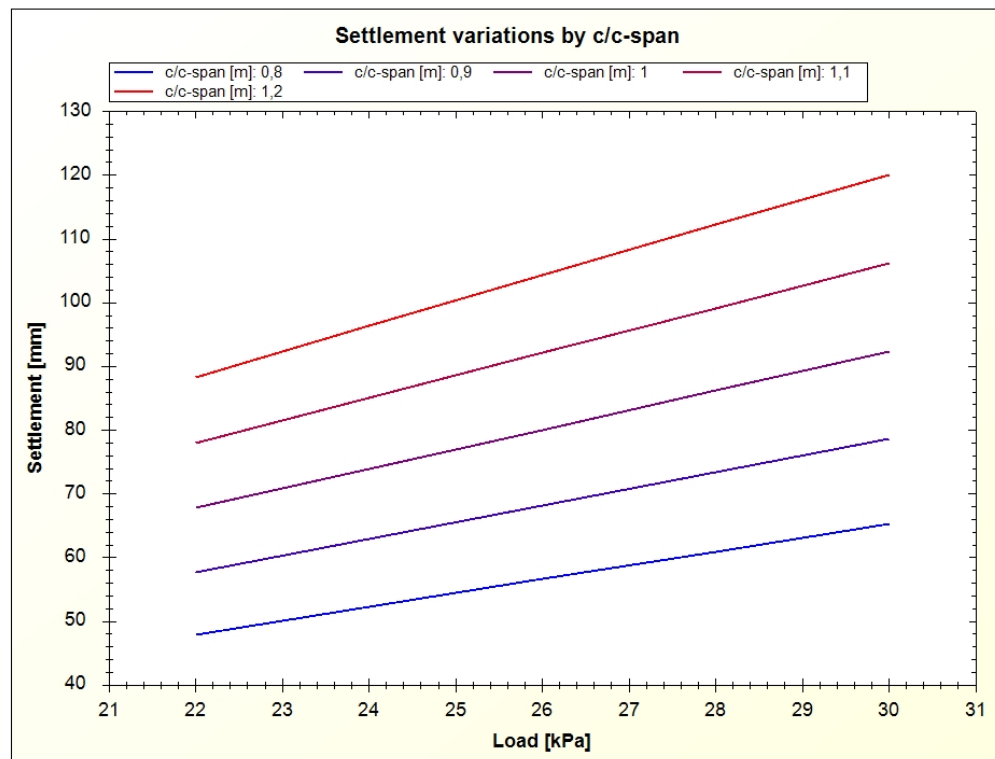
Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	M [kPa]	m1	β_1	σ_{oedo} [kPa]	m1 bound to σ_c
1 täyttö	19,000	19,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		400,00	0,50	0,00	no
2 kk	16,000	16,000	Constant cv	20,00000	no	Constant M	NC	5000,00				
3 Sa1	14,000	14,000	Constant cv	1,00000	no	Ohde-Janbu	NC		10,50	0,30	0,00	no
4 Sa2	16,000	16,000	Constant cv	1,50000	no	Ohde-Janbu	NC		15,00	0,30	0,00	no
5 saSi/Si	18,000	18,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC		20,00	0,50	0,00	no
6 Mr	21,000	21,000	Constant cv	100,00000	yes	Ohde-Janbu	NC		600,00	0,50	0,00	no

Maanvarainen perustaminen
Putkilinja
VAM 1m
Ylin 0,2m + nykyisen maanpinnan yläpuolinen osuus -> Y=3,5kPa
Tämän alapuolella Y=10kPa

/Koillis-Hyrylä
Tuusula
Mattila II_K6
HL/AFRY

Calculation Graphs Column nr 8, x = 16,33

/Koillis Hyrylä
Tuusula
Mattila II, K6 stabilointi
HL/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (23.04.2024 09:44)

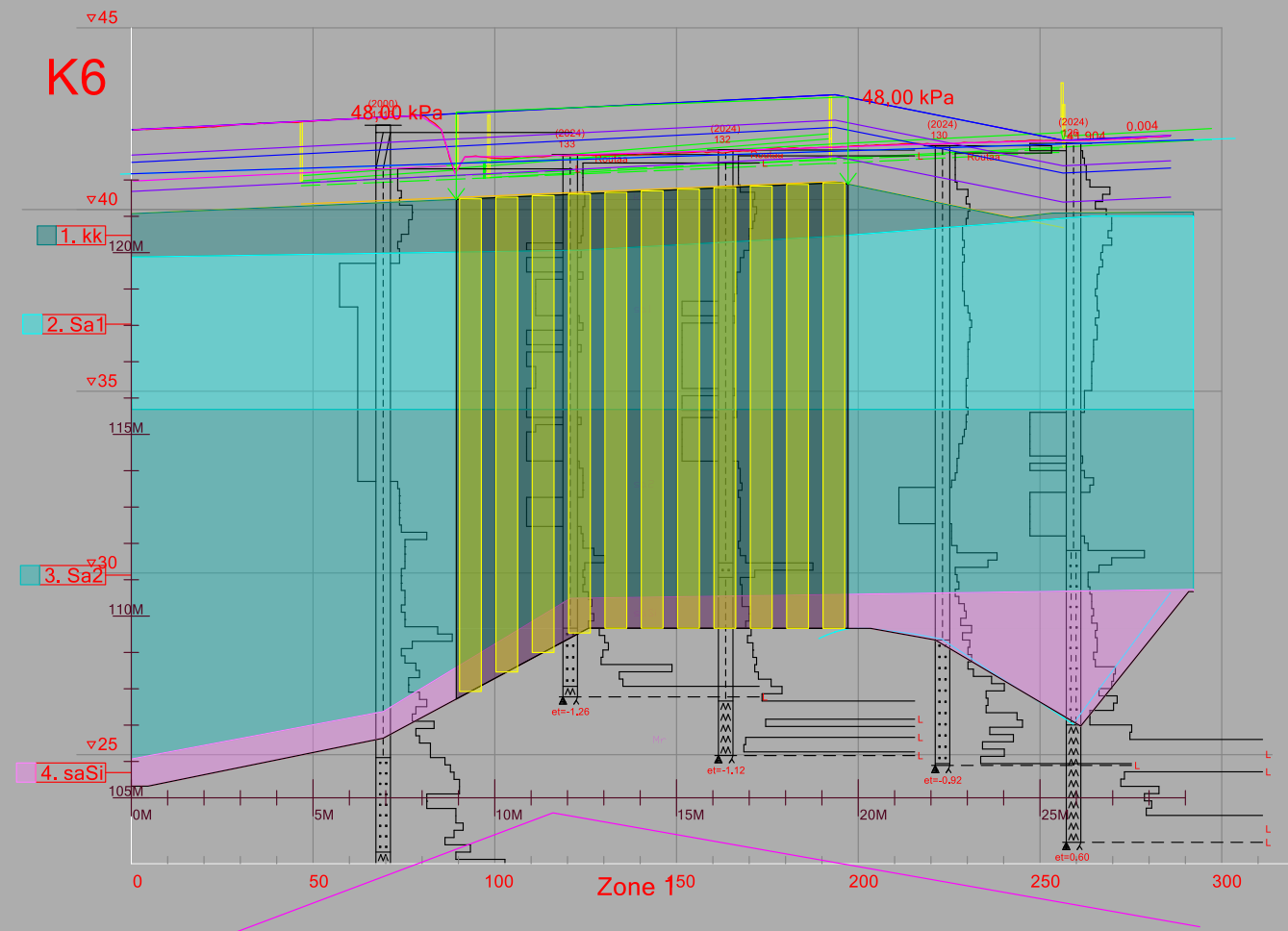
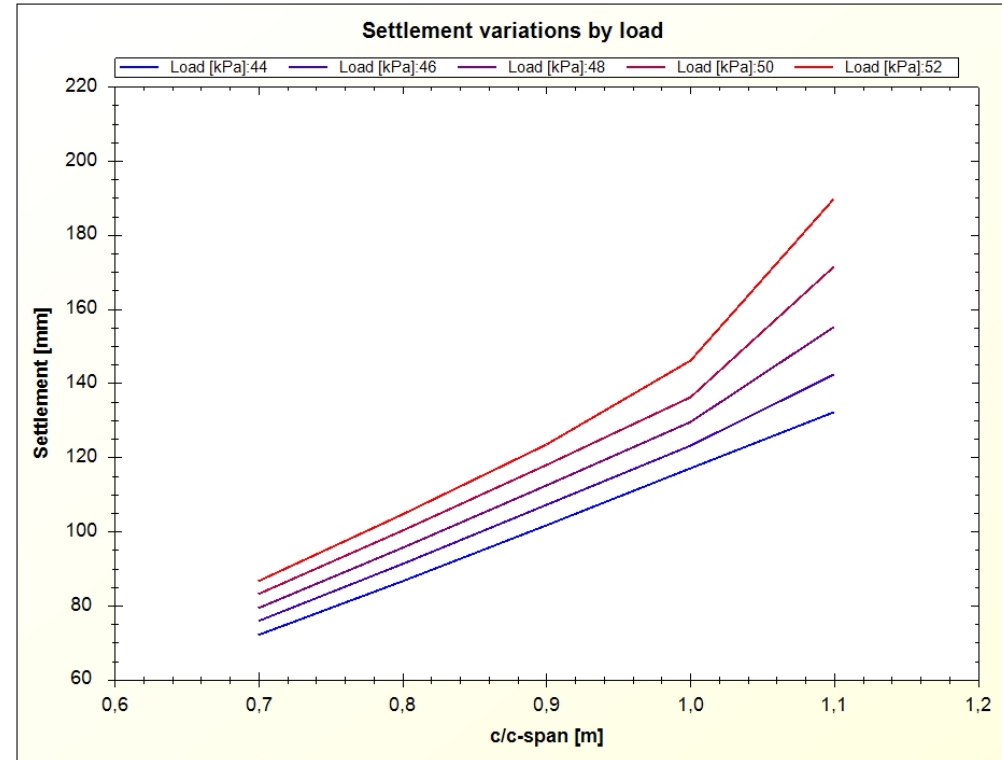
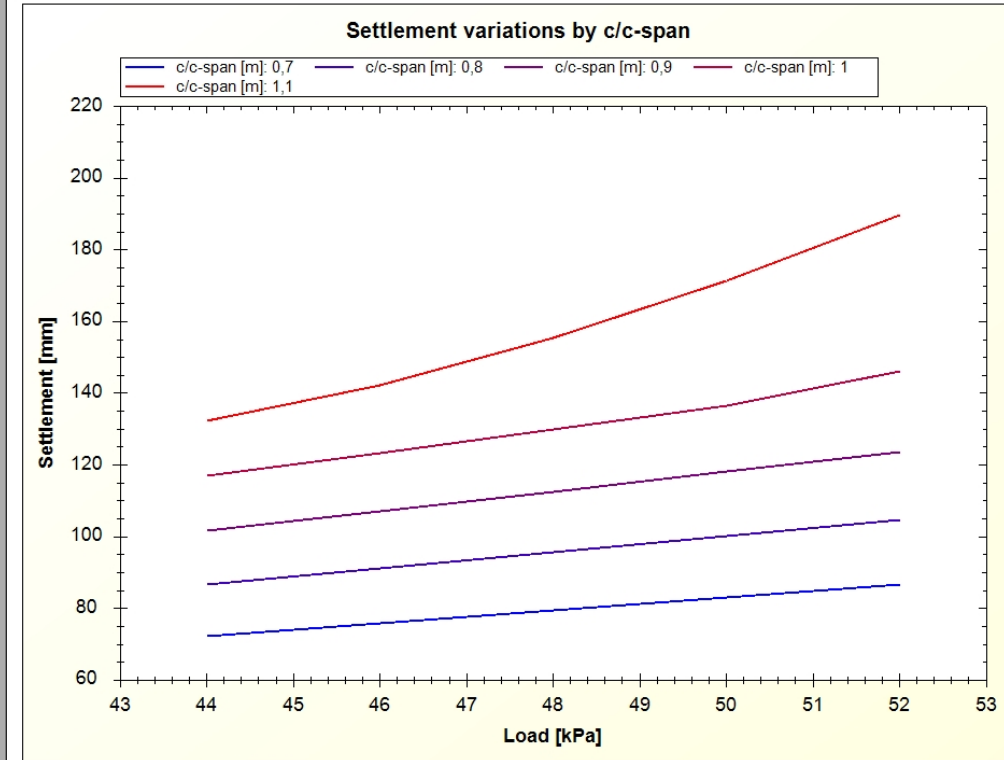


Id	Soil layer	Material model	Consolidation Pressure γ [kN/m ³]	Col. τ [kPa]	Col. E [kPa]	Soil strength [kPa]	oc	OCR	POP	oc top	oc bottom	m1	β_1	m2	β_2	σ'_{cv}	Cc	e0	Cr	w [%]	M0	ML	$\sigma_L - \sigma_c$	EM'	M
1	Penger	Ohde-Janbu	Normally consolidated	20,00	80	12000						400	0,5	400	0,5					0					5000
2	kk	Constant M	Normally consolidated	16,00	80	12000														0					5000
3	Sa1	Ohde-Janbu	Normally consolidated	14,00	80	12000						10,5	0,3	40	1					0					
4	Sa2	Ohde-Janbu	Normally consolidated	16,00	80	12000						15	0,3	40	1					0					
5	saSi	Ohde-Janbu	Normally consolidated	18,00	80	12000						20	0,5	40	1					0					

/Koillis Hyrylä
Tuusula
Mattila II, K6 stabilointi
HL/AFRY

Calculation Graphs Column nr 2, x = 10,28

/Koillis Hyrylä
Tuusula
Mattila II, K6 stabilointi, putkilinja
HL/AFRY
GeoCalc 6.0.0 (23.04.2024 09:51)



Id	Soil layer	Material model	Consolidation Pressure	γ [kN/m ³]	Col. τ [kPa]	Col. E [kPa]	Soil strength [kPa]	OCR	POP	OCR top	OCR bottom	m1	β_1	m2	β_2	σ'_{cv}	Cc	e0	Cr	w [%]	M0	ML	σ_L -oc	EM'	M
1	kk	Constant M	Normally consolidated	16,00	80	12000														0				5000	
2	Sa1	Ohde-Janbu	Pre Overburden pressure (POP)	14,00	80	12000		15				10,5	0,3	40	1					0					
3	Sa2	Ohde-Janbu	Pre Overburden pressure (POP)	16,00	80	12000		15				15	0,3	40	1					0					
4	saSi	Ohde-Janbu	Normally consolidated	18,00	80	12000						20	0,5	40	1					0					

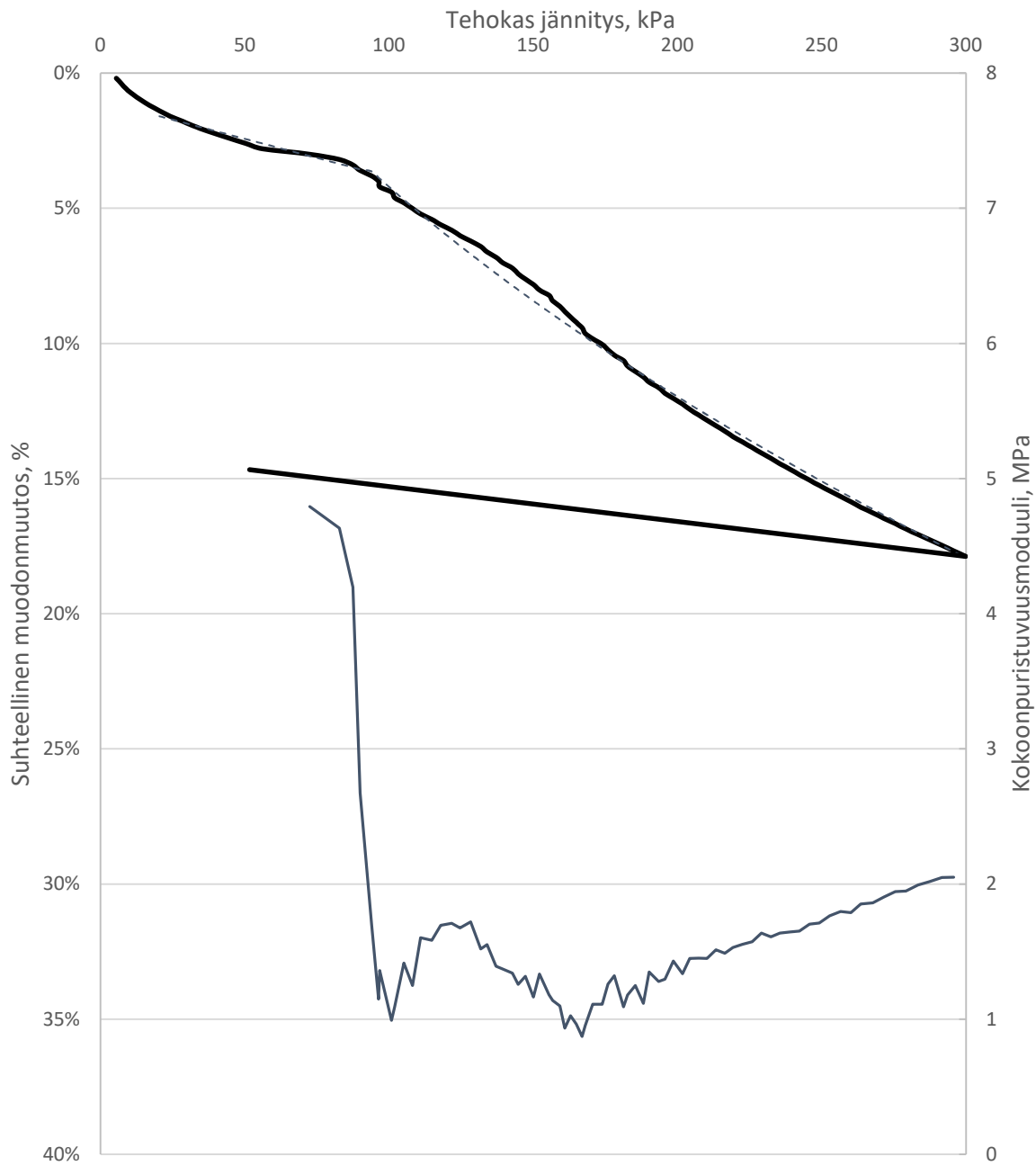
/Koillis Hyrylä
Tuusula
Mattila II, K6 stabilointi, putkilinja
HL/AFRY

Koepäivämäärä:	27.2.2024	27.2.2024
Piste:	P17	P17
Syvyys:	3,17-3,34 m	5,0-5,17 m
	*1)	*2)
Tekijä	JSj	JSj
Kuormitusnopeus %/h	0,4	0,4
Kuormitusnopeus mm/min	0,0013	0,0013
Näytteen korkeus mm	20	20
Näytteen pinta-ala cm ²	11,341	11,341
Näytteen tilavuus cm ³	22,682	22,682
Näyte ja rengas g	96,7	103
Renkaan paino g	61,4	61,4
Kostea näyte g	35,3	41,6
Vesi g	14,91	11,14
Vesipitoisuus %	73,1	36,6
Irtotiheys g/cm ³	1,56	1,83
Tilavuuspaino kN/m³	15,3	18,0
Kuivairtotiheys g/cm ³	0,90	1,34
Kuivatilavuuspaino kN/m ³	8,8	13,2
Kyllästysaste, oletus %	100,0	100,0
Kiintotiheys g/cm ³	2,62	2,64
Huokosluku	1,92	0,97
Ominaistilavuus	2,92	1,97
Kiintotiheys, oletus g/cm ³	2,70	2,70
Kyllästysaste %	98,5	97,7
Huokosluku	2,00	1,01
Ominaistilavuus	3,00	2,01
KOKEEN LOPUSSA:		
Näytteen numero	20669_1	20669_2
Kostea näyte g	32,51	39,41
Kuiva näyte g	20,39	30,46
Vesi g	12,12	8,95
Vesipitoisuus %	59,4	29,4

*1) Näytteen laskennalliseksi esikonsolidaatiojännitykseksi määritetty 91,1 kPa.

*2) Näytteestä ei havaittu selkeää esikonsolidaatiojännitystä. Häiriintyneeltä vaikuttava näyte.

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P17
Syvyys: 3,17-3,34

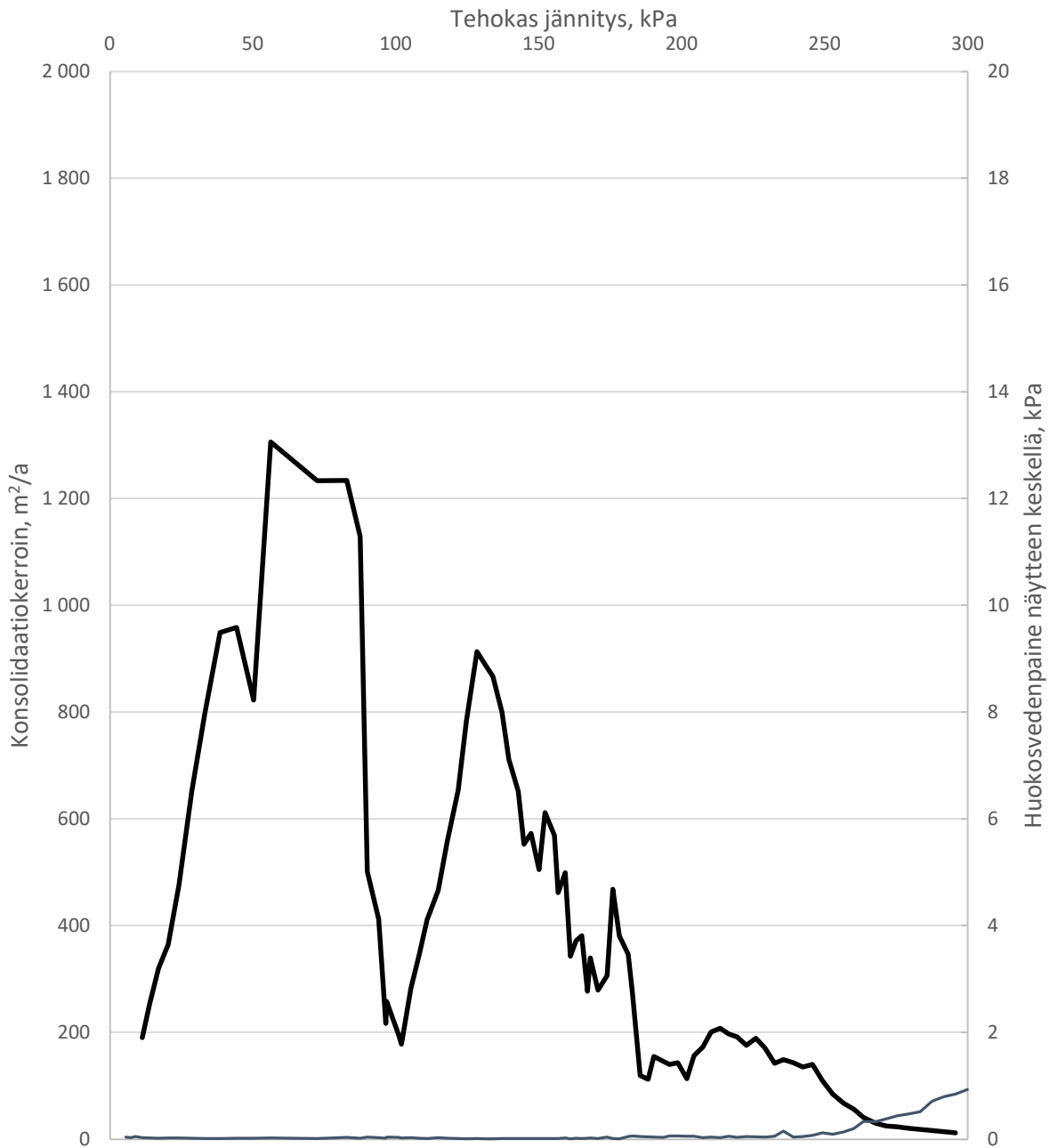


m₁ 10,7
β₁ 0,50
m₂ 35,4
β₂ 1

(77,5 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: 91,1 kPa **Nopeus:** 0,4 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 11,9 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min
Kuormituksen kesto: 44,4 h **Näytetunnus:** 20669_1

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P17
Syvyys: 3,17-3,34

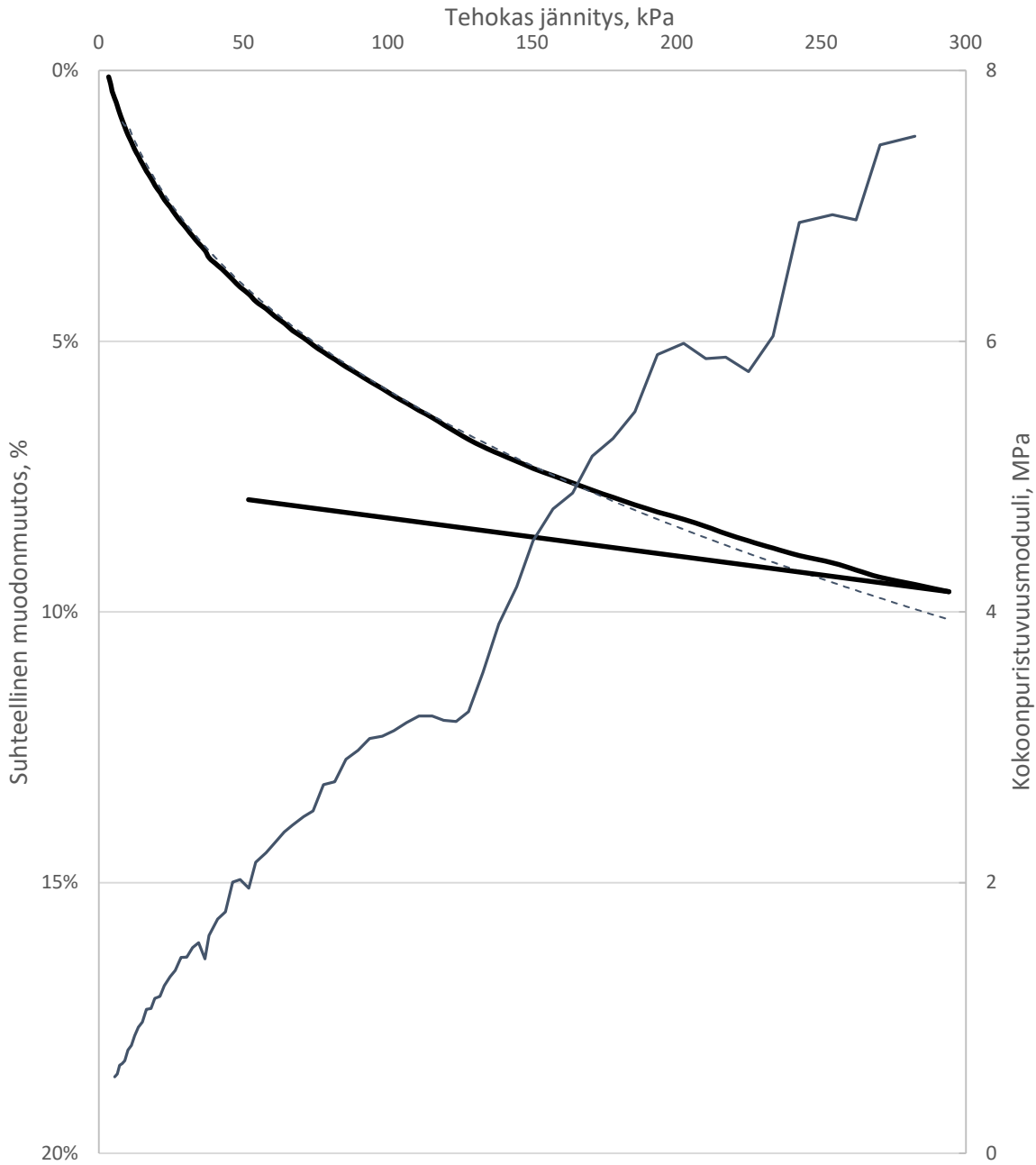


m_1 10,7
 β_1 0,50
 m_2 35,4
 β_2 1

(77,5 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: 91,1 kPa **Nopeus:** 0,4 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 11,9 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min
Kuormituksen kesto: 44,4 h **Näytetunnus:** 20669_1

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P17
Syvyys: 5,0-5,17

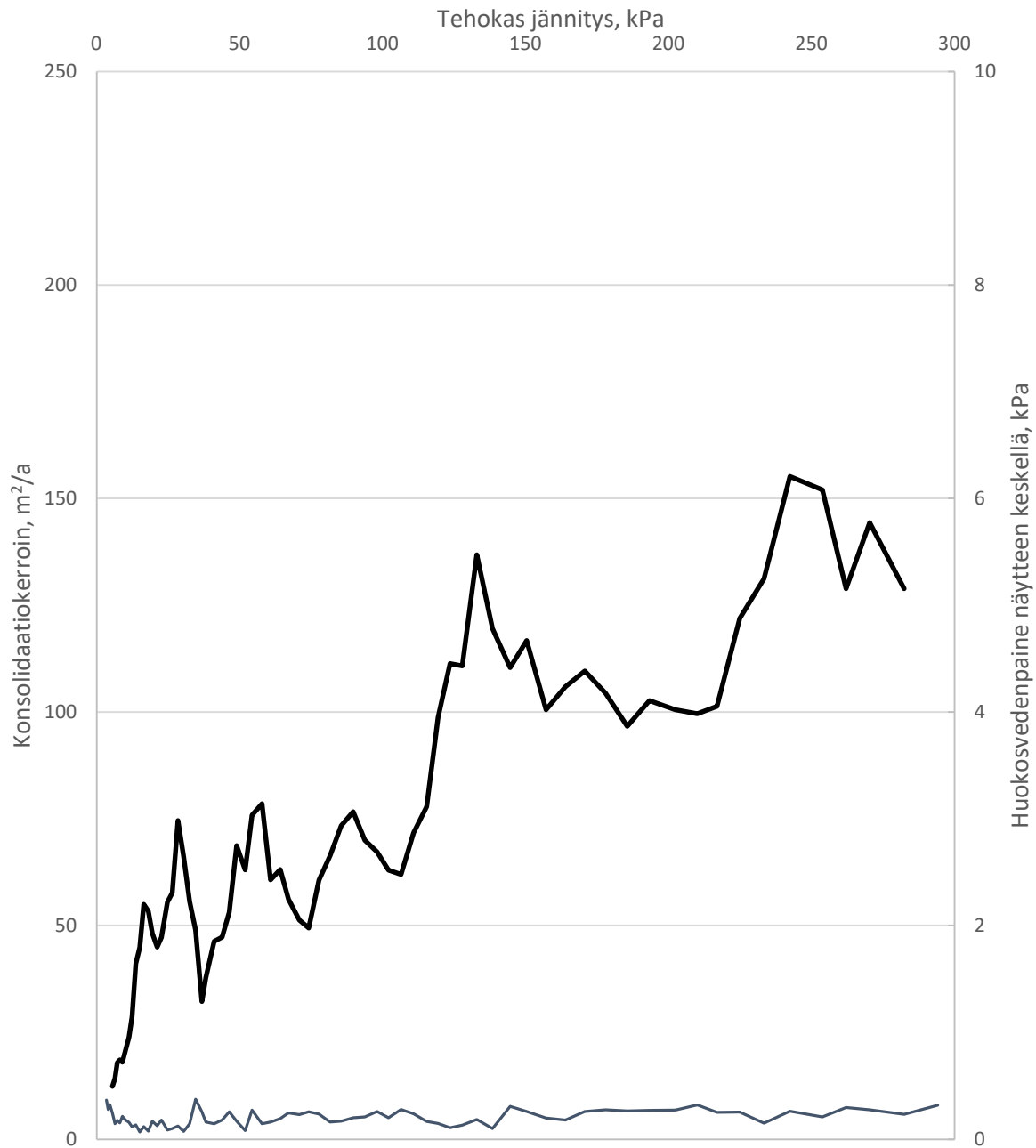


m₁ 31,4
β₁ 0,38
m₂ -
β₂ -

(142,4 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,6 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 12,4 m²/a **Nopeus:** 0,0020 mm/min
Kuormituksen kesto: 23,9 h **Näytetunnus:** 20669_2

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P17
Syvyys: 5,0-5,17



m₁ 31,4

β₁ 0,38

m₂ - (142,4 palautus)

β₂ -

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,6 %/h

Pienin konsolidaatiokerroin: 12,4 m²/a **Nopeus:** 0,0020 mm/min

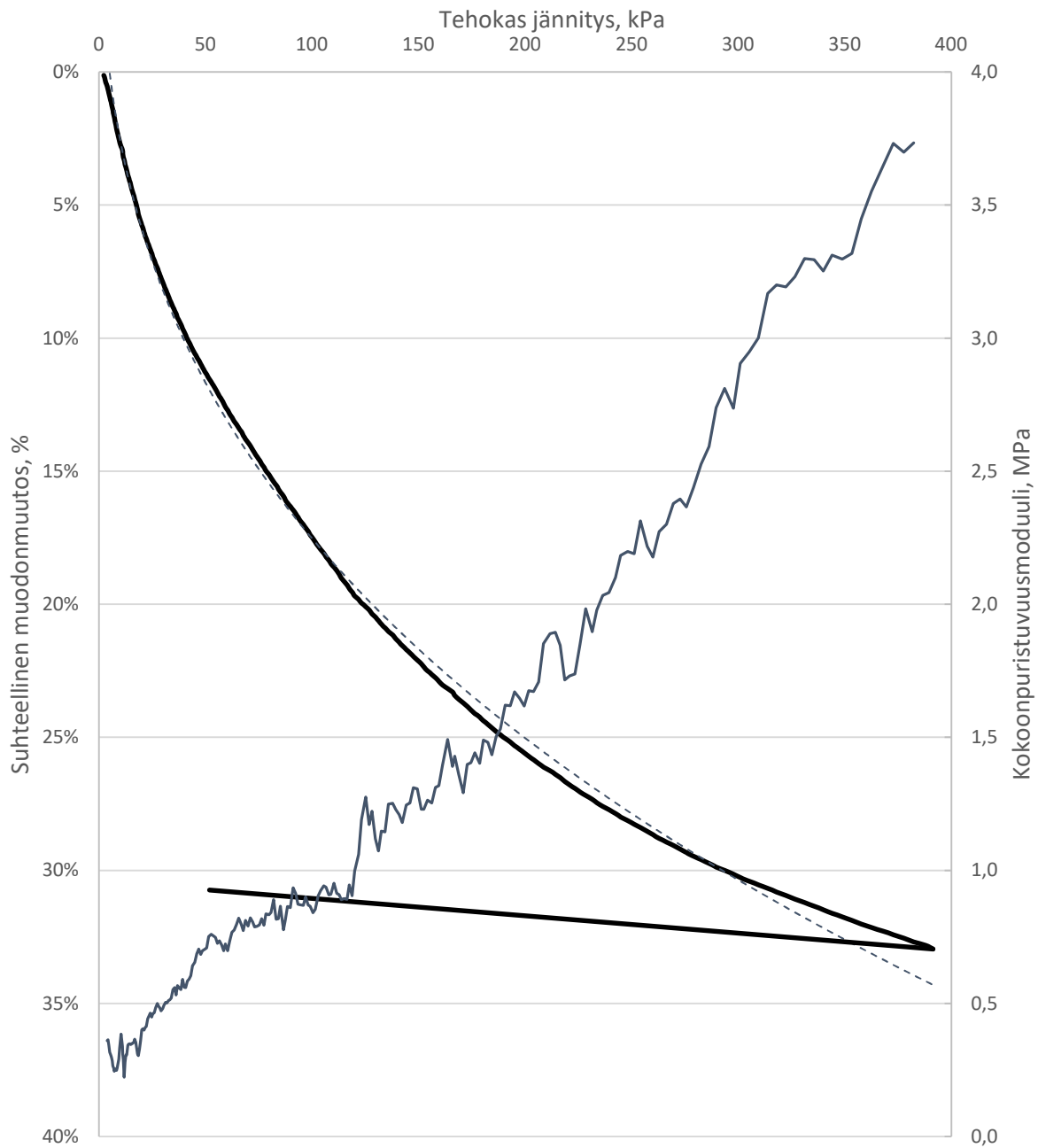
Kuormituksen kesto: 23,9 h **Näytetunnus:** 20669_2

	4.3.2024	4.3.2024
Koepäivämäärä:	4.3.2024	4.3.2024
Piste:	P45	P45
Syvyys:	2,83-3,00 m	5,17-5,34 m
	*1)	*2)
Tekijä	JSj	JSj
Kuormitusnopeus %/h	0,4	0,4
Kuormitusnopeus mm/min	0,0013	0,0013
Näytteen korkeus mm	20	20
Näytteen pinta-ala cm ²	11,341	11,341
Näytteen tilavuus cm ³	22,682	22,682
Näyte ja rengas g	94,18	98,46
Renkaan paino g	61,5	61,4
Kostea näyte g	32,68	37,06
Vesi g	15,81	13,65
Vesipitoisuus %	93,7	58,3
Irtotiheys g/cm ³	1,44	1,63
Tilavuuspaino kN/m³	14,1	16,0
Kuivairtotiheys g/cm ³	0,74	1,03
Kuivatilavuuspaino kN/m ³	7,3	10,1
Kyllästysaste, oletus %	100,0	100,0
Kiintotiheys g/cm ³	2,45	2,59
Huokosluku	2,30	1,51
Ominaistilavuus	3,30	2,51
Kiintotiheys, oletus g/cm ³	2,70	2,70
Kyllästysaste %	96,2	97,4
Huokosluku	2,63	1,62
Ominaistilavuus	3,63	2,62
KOKEEN LOPUSSA:		
Näytteen numero	20669_3	20669_4
Kostea näyte g	26,56	33,32
Kuiva näyte g	16,87	23,41
Vesi g	9,69	9,91
Vesipitoisuus %	57,4	42,3

*1) Näytteestä ei havaittu selkeää esikonsolidaatiojännitystä.

*2) Näytteestä ei havaittu selkeää esikonsolidaatiojännitystä.

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P45
Syvyys: 2,83-3,00

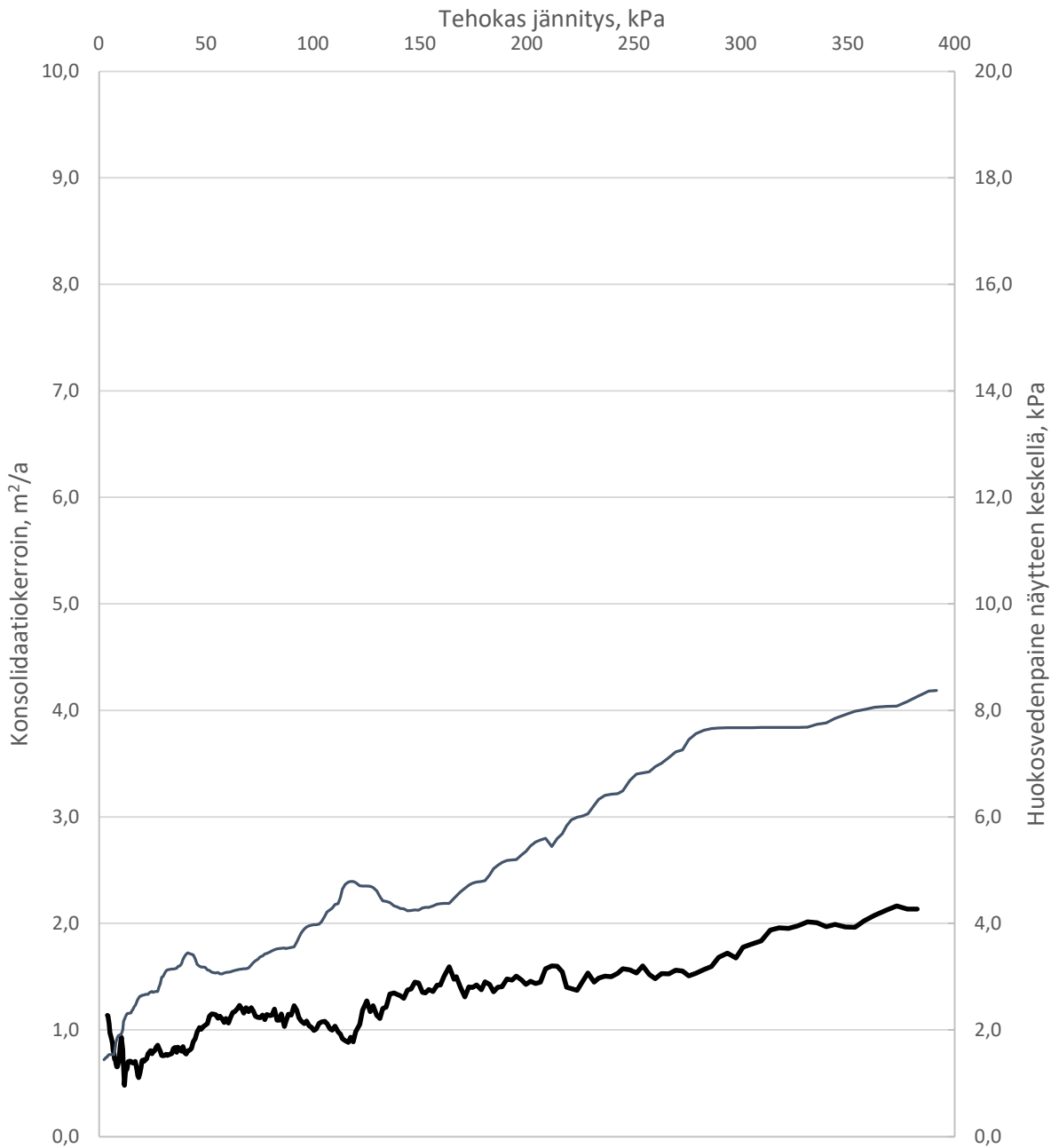


m₁ 10,5
β₁ 0,36
m₂ -
β₂ -

(153,4 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,4 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 0,5 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min
Kuormituksen kesto: 82,0 h **Näytetunnus:** 20669_3

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P45
Syvyys: 2,83-3,00



m_1 10,5

β_1 0,36

m_2 - (153,4 palautus)

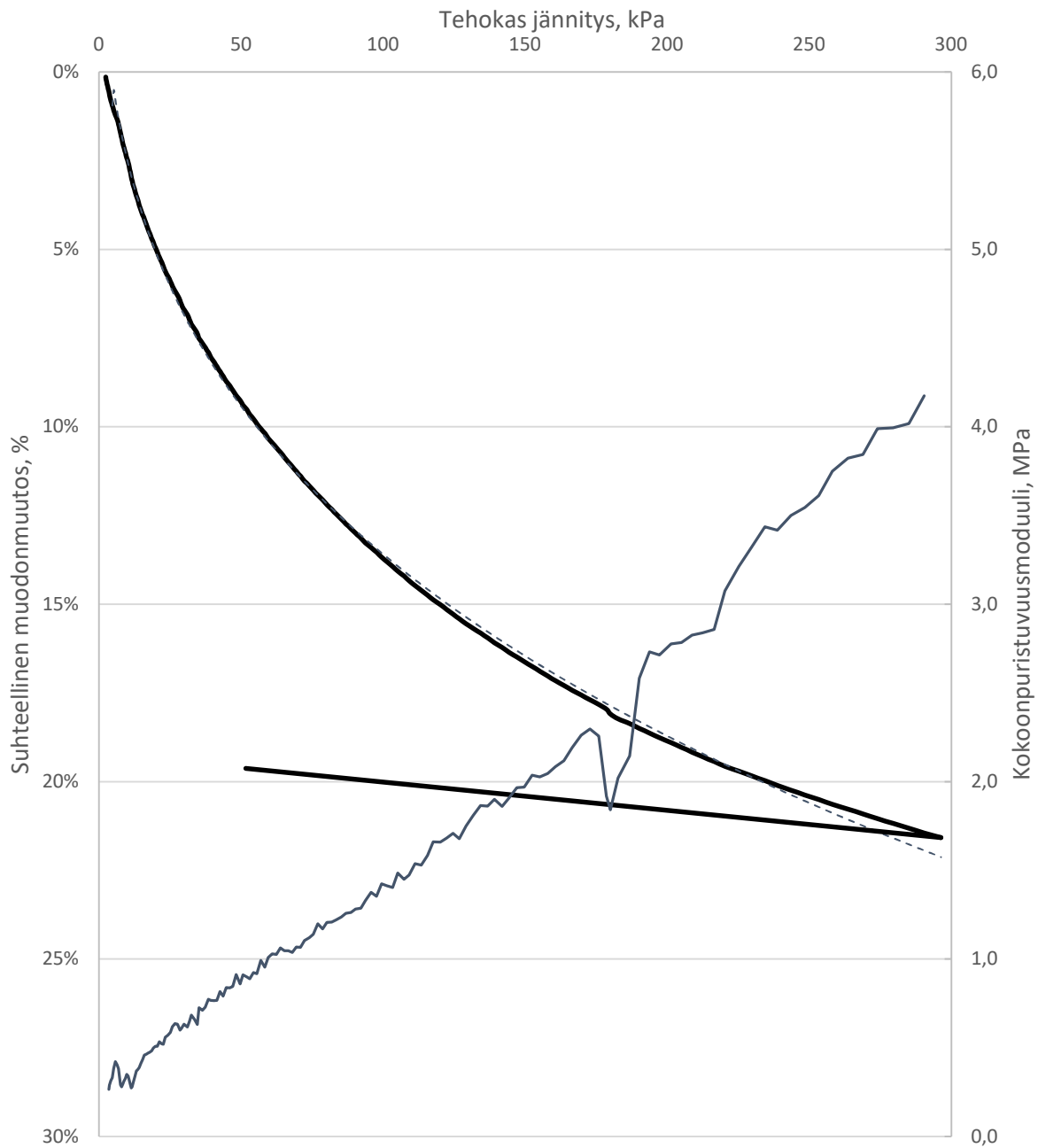
β_2 -

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,4 %/h

Pienin konsolidaatiokerroin: 0,5 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min

Kuormituksen kesto: 82,0 h **Näytetunnus:** 20669_3

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P45
Syvyys: 5,17-5,34

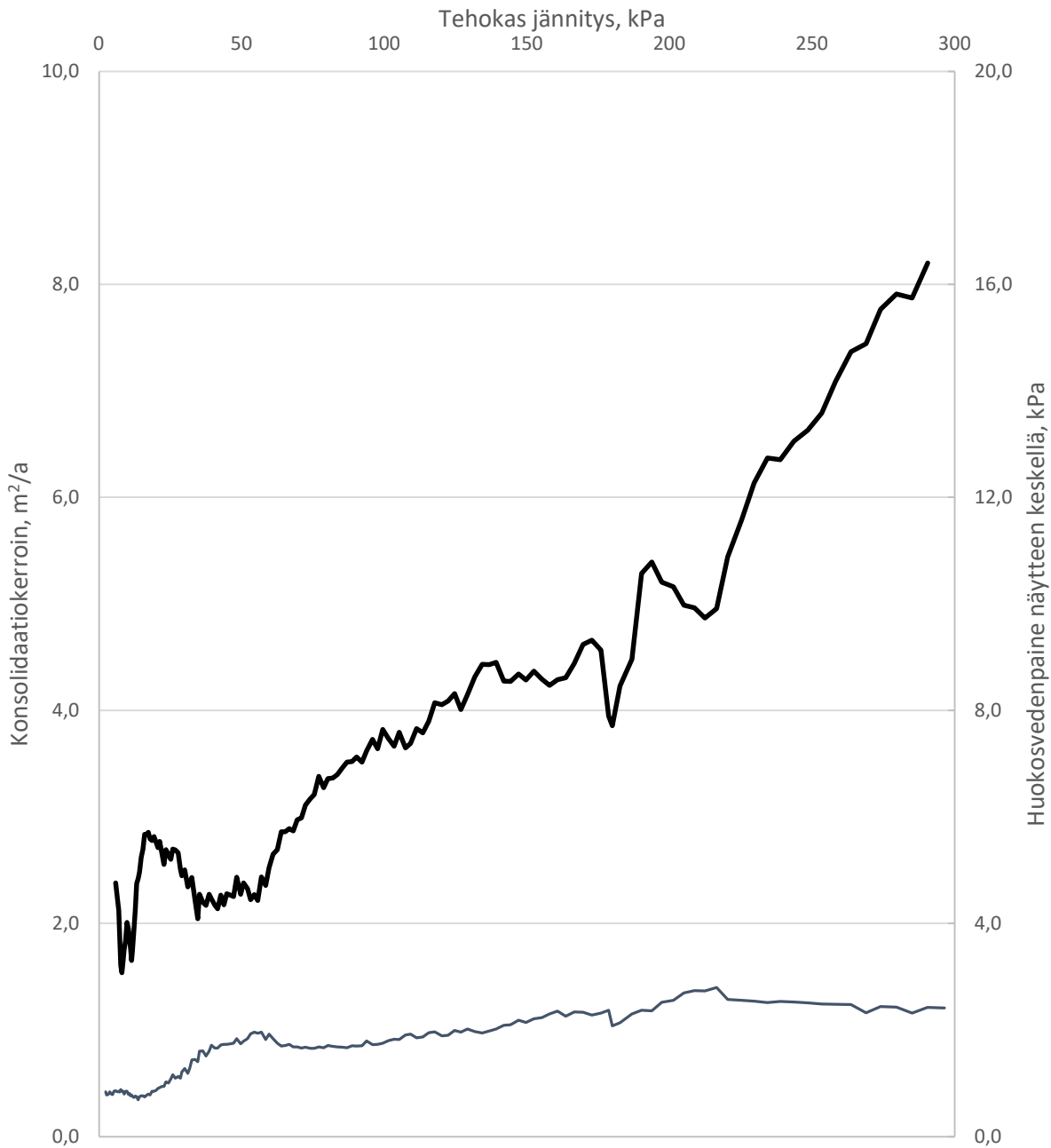


m₁ 15,0
β₁ 0,30
m₂ -
β₂ -

(125,2 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,4 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 1,5 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min
Kuormituksen kesto: 53,7 h **Näytetunnus:** 20669_4

Asiakas: Tuusulan kunta
Tutkimuskohde: 20669 Koillis-Hyrylän alue, Mattila II
Piste: P45
Syvyys: 5,17-5,34



m₁ 15,0
β₁ 0,30
m₂ -
β₂ -

(125,2 palautus)

Esikonsolidaatiojännitys: - kPa **Nopeus:** 0,4 %/h
Pienin konsolidaatiokerroin: 1,5 m²/a **Nopeus:** 0,0013 mm/min
Kuormituksen kesto: 53,7 h **Näytetunnus:** 20669_4