

Vantaanjoen siirron yleissuunnittelu ja vesilupahakemus

Geotekninen laskentaraaportti

Päiväys	17/12/2020
Tekijä	Juho Kivivuori
Tarkastaja	Olli Himanen
Hyväksynyt	[Hyväksyjä]
Projektinumero	KAU45637

Sisällys

1	Pohjasuhteet.....	1
1.1	Pohjatutkimukset.....	1
1.2	Maaperäkuvaus	1
2	Stabiliteetti	1
2.1	Yleistä	1
2.2	Tulokset.....	3
3	Painumat	3
3.1	Yleistä	3
3.2	Tulokset.....	4
4	Liitteet	5



1 Pohjasuhteet

1.1 Pohjatutkimukset

Alueelta ei ollut käytettävissä aikaisempia pohjatutkimustietoja, lukuun ottamatta muutamia pisteitä nykyisen uoman varrella pohjoisosassa ja Eteläisen Asemakadun kohdalla. Yleissuunnitelmaa varten suoritettiin pohjatutkimuksia yhteensä 35 tutkimuspisteestä. Pisteissä on toteutettu puristinheijarikairauksia 35 pisteessä, siipikairauksia 10 ja porakonekairauksia neljässä pisteessä. Lisäksi kuudesta pisteestä on otettu kairauksien yhteydessä häiriintyneitä näytteitä, joista määritettiin maalaji silmämääräisesti sekä laboratorioissa vesipitoisuus ja hienousluku. Pohjavesiputkia asennettiin alueelle kaksi kappaletta. Pohjatutkimuspisteet on esitetty pohjavahvistus- ja tutkimuskartalla liitteessä 2.

Puristinheijarikairauksilla on määritetty maaperäkerrosten rajat. Siipikairauksien sekä häiriintyneiden näytteiden tuloksilla arvioitiin saven leikkauslujuutta. Porakonekairauksilla saatiin tietoa kallioinnin sijainnista erityisesti suunnitellun sillan kohdalta.

Pohjatutkimusten lisäksi alueelle suoritettiin myös erilliset maastonmittaukset.

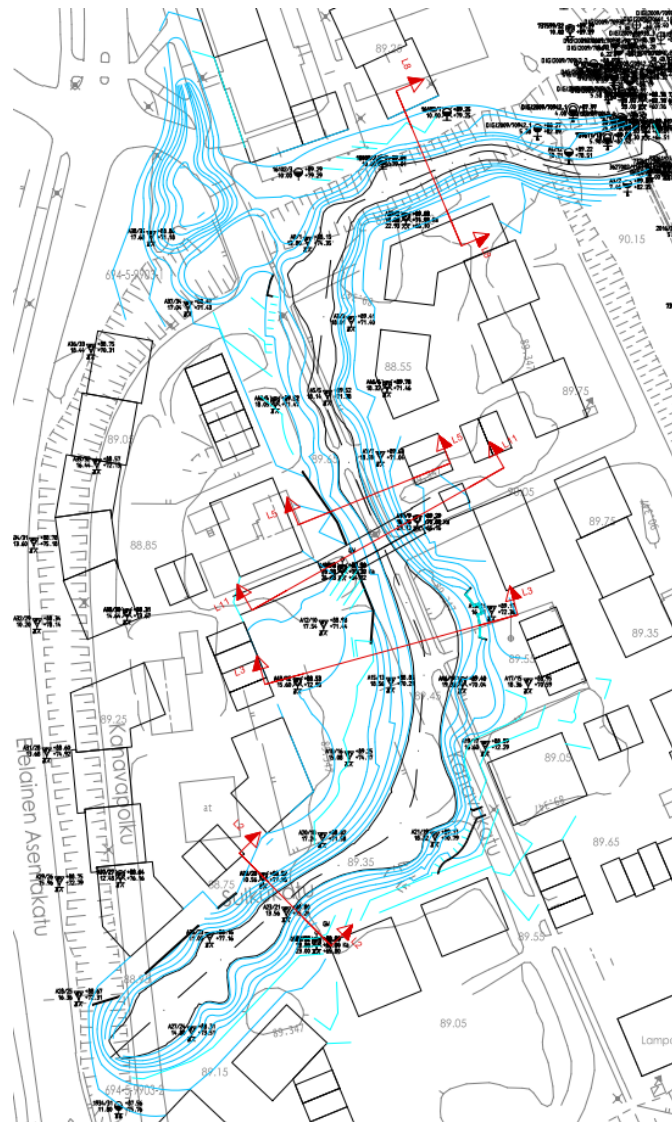
1.2 Maaperäkuvaus

Jokikylän alue on maastonmuodoiltaan suhteellisen tasaista maanpinnan korkeustason vaihdellessa noin +87 ja +91 tasolla (N2000). Suunnitellun uoman kohdalla sijaitsee sora-pintainen katu, Kanavakatu. Kadun ja kiinteistöjen ympäristössä on täyttömaita enimmäkseen noin kahden metrin paksuudelta. Ylimpänä luonnollisena maakerroksena on noin 0,5...1,5 metrin paksuinen kuivakuorisavikerros. Sen alapuolella on noin 5...8 metrin paksuinen savikerros. Pehmeän saven leikkauslujuus vaihtelee siipikairausten perusteella noin välillä 8...30 kPa. Siipikairausten tulokset ovat paikoitellen ristiriitaisia ja samalta alueelta tehtyjien tutkimusten tulokset vaihtelevat huomattavasti. Saven alapuolella on noin 2...6 metrin paksuinen siltti/hiekka kerros. Alimpana maakerroksena on noin 2...7 metriä moreenia. Kallio-pinta on porakonekairauksien perusteella noin 20 metrin syvyydellä, tasolla +69... +72.

2 Stabiliateetti

2.1 Yleistä

Uuden uoman stabiliateettia on tarkasteltu neljästä poikkileikkauksesta ja lisäksi siltapaikan kohdalta. Laskentapoikkileikkaukset on esitetty kuvassa 1 ja ne on valittu uoman poikkileikkauksiprofiiliin ja stabiliateetin kannalta vaarallisimmista kohdista. Ensimmäisenä on laskettu uuden uoman stabiliateetti ilman pohjanvahvistuksia ja maanpinnan ollessa nykyisellä tasollaan. Tämän jälkeen on laskettu pohjanvahvistetun uoman stabiliateetti. Pohjanvahvistusmenetelmäksi on valittu lamellistabilointi, joka sijaitsee uoman luiskissa ja sivuilla, rajautuen viitesuunnitelmassa esitettyihin kiinteistöihin. Vaadituksi varmuustasoksi on valittu kokonaisvarmuus $F=2,0$, sillä alueelle suunnitellut rakennukset sekä muut siirtymille herkätkä rakenteet ovat lähellä uutta uomaa. Tällöin tuleva rakentaminen ei edellyttäisi jatkossa pohjanvahvistuksia uoman läheisyydessä.



Kuva 1: Stabiliateetin laskentaleikkaukset

Maaparametrien ominaisarvot on määritetty alueella suoritettujen pohjatutkimusten perusteella. Saven leikkauslujuutta on arvioitu siipikairauten perusteella, redusoituna hienouslunun mukaan. Savikerros on laskentamallissa jaettu siipikairausvastuksen perusteella kahdeksi kerrokseksi. Kitkamaiden parametrit on arvioitu puristinheijarikairauten perusteella kirjallisuuden (mm. NCCI 7 Liite 6) mukaisin korrelaatioin. Käytetyt parametrit on esitetty laskentatulosteissa liitteissä 1-9. Uoman reunoilla on muuttuvan kuorman ominaisarvona käytetty 10 kPa, joka vastaa huoltoajoneuvojen kuormaa.

Uoman vahvistusten laajuus on arvioitu laskemalla lamellistabiloidun uoman stabiliateetti. Lamellistabiloidun maan leikkauslujuus on arvioitu Väyläviraston ohjeen 17/2018 Syvästabiloinnin suunnittelu mukaisesti. Stabilointipilarin leikkauslujuutena on käytetty 120 kPa.

2.2 Tulokset

Stabiiliteettilaskelmien tulokset on esitetty liitteissä 1-9. Laskelmat on tehty GeoCalc 4.2 ohjelmistolla käyttäen pääsääntöisesti ympyränmuotoisia liukupintoja ja laskentamenetelmänä Bishop's simplified. Laskentatulokset on koottu taulukoon 1. Taulukossa on esitetty kokonaisvarmuustarkastelun tulokset ilman vahvistuksia sekä lamellistabiloituna tilanteessa.

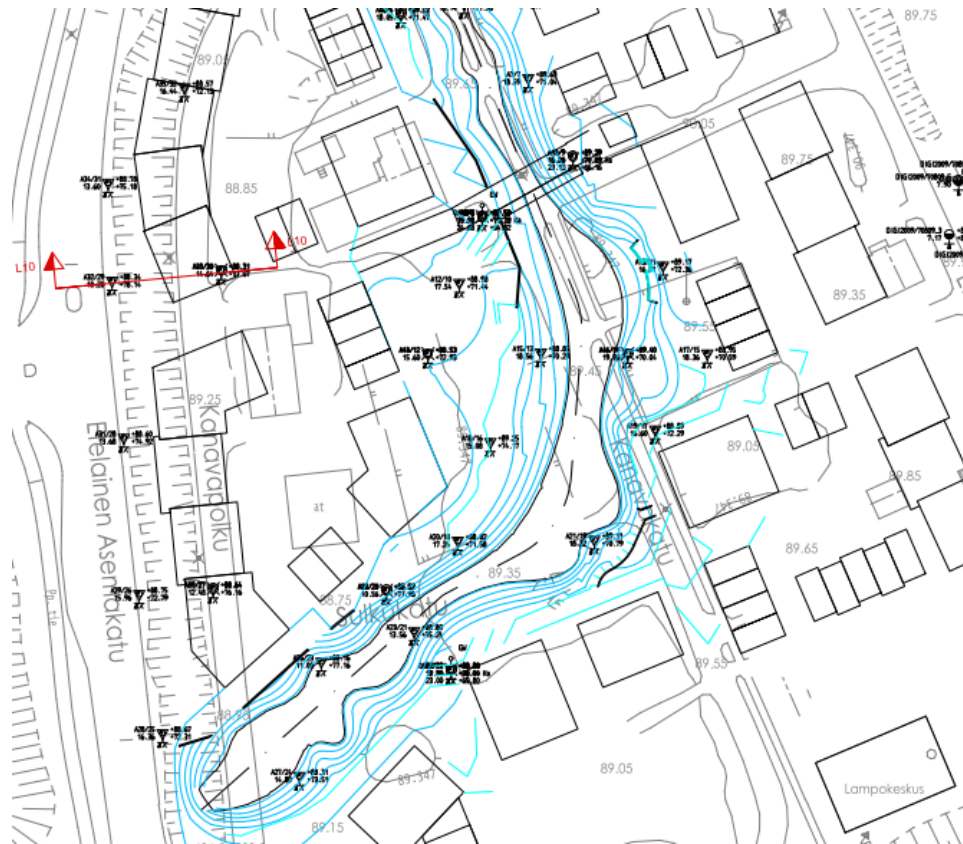
Taulukko 1: Laskennan tulokset

Laskentaleikkaus	Kokonaisvarmuus Ilman vahvistuksia	Kokonaisvarmuus lamellistabiloituna	Pilareita lamellissa (kpl)	lamellijako k/k (m)
L2 itäranta	1,57	2,06	7	2,5
L2 länsiranta	1,54	2,07	7	2,5
L3 itäranta	1,93	-	-	-
L3 länsiranta	1,83	-	-	-
L5 itäranta	0,97	1,94	14	2
L5 länsiranta	1,26	2,03	12	2
L8 itäranta	1,15	2,03	12	2,5
L8 länsiranta	1,47	2,02	8	2,5
L11 itäranta (Silta)	1,09	2,01	14	2
L11 länsiranta (Silta)	1,04	1,94	14	2

3 Painumat

3.1 Yleistä

Rakennettavien täyttöjen painumia on tarkasteltu nykyisen uoman kohdalta kuvan 2 osoittamasta leikkauksesta L10 tilanteessa, jossa nykyinen uoma täytetään Eteläisen Asemakadun tasoon.



Kuva 2: Painumatarkastelu leikkaus

Maaperän painumaparametrit on määritetty alueella jo aiemmin tehtyjen laboratorio tutkimusten perusteella. Nykyisen uoman kohdalla on otettu vuonna 2018 kahdesta pisteestä häiriintymättömiä näytteitä, joista on tehty ödometrikokeet. Saven painumaparametrit on määritetty varovaisena arviona ödometrikokeiden tuloksista. Muiden maakerrosten parametrit on arvioitu kairausvastuksen ja kirjallisuuden (mm. NCCI 7 Liite 6) perusteella.

Painumat on laskettu kahdella eri menetelmällä: käyttämällä savelle ödometrikokeista satuja parametrejä sekä vesipitoisuusmenetelmällä. Vesipitoisuudet on saatu uusista tutkimuksista.

3.2 Tulokset

Painumalaskelmatulokset on esitetty liitteissä 10-11. Laskelmat on tehty GeoCalc 4.2 ohjelmistolla käyttäen Ohde-Janbu tangenttimoduulimenetelmää sekä Janbun vesipitoisuuteen perustuvaa menetelmää. Laskettu painuma on noin 260mm...500mm. Painumat ovat merkittäviä muun muassa alueelle tulevien katurakenteiden kannalta ja alueen yleissuunnitelmassa onkin esitetty kadun perustamista pilaristabiloinnille.

4 Liitteet

Liite 1: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus ilman vahvistuksia, leikkaus 2

Liite 2: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus stabiloituna, leikkaus 2

Liite 3: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus ilman vahvistuksia, leikkaus 3

Liite 4: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus ilman vahvistuksia, leikkaus 5

Liite 5: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus stabiloituna, leikkaus 5

Liite 6: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus ilman vahvistuksia, leikkaus 8

Liite 7: Uoman stabiliteetti, Kokonaisvarmuus stabiloituna, leikkaus 8

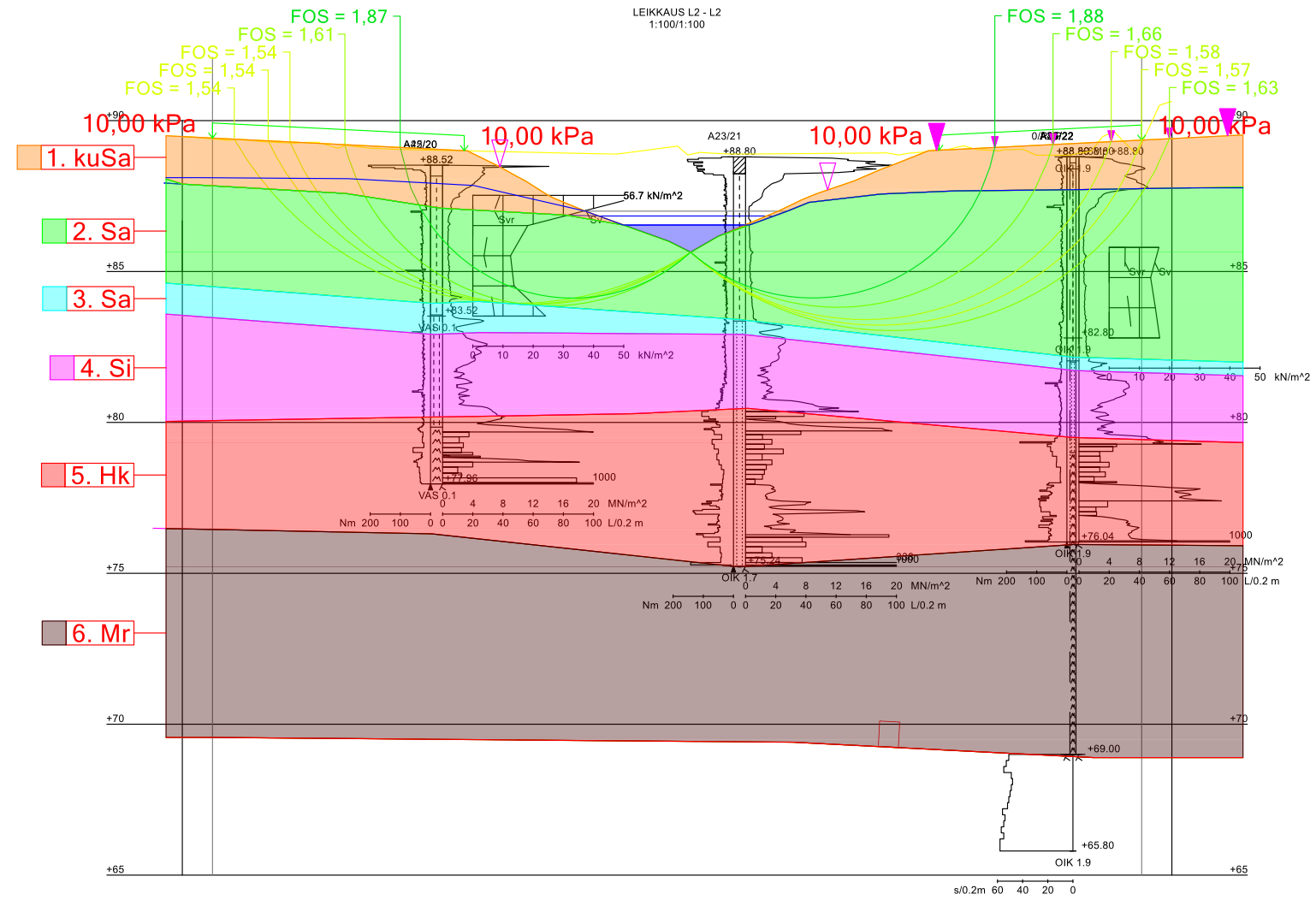
Liite 8: Siltapaikan stabiliteetti, Kokonaisvarmuus ilman vahvistuksia, leikkaus 11

Liite 9: Siltapaikan stabiliteetti, Kokonaisvarmuus stabiloituna, leikkaus 11

Liite 10: Painumalaskelma nykyisen uoman täyttö, tangenttimoduulimenetelmä, leikkaus 10

Liite 11: Painumalaskelma nykyisen uoman täyttö, vesipitoisuusmenetelmä, leikkaus 10

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 1,57



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	$r_{u'}$	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kuSa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Sa	15,00		14,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa	15,00		22,00	0,00			Independent on depth				Isotropic			
4	Si	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
5	Hk	18,00			34,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

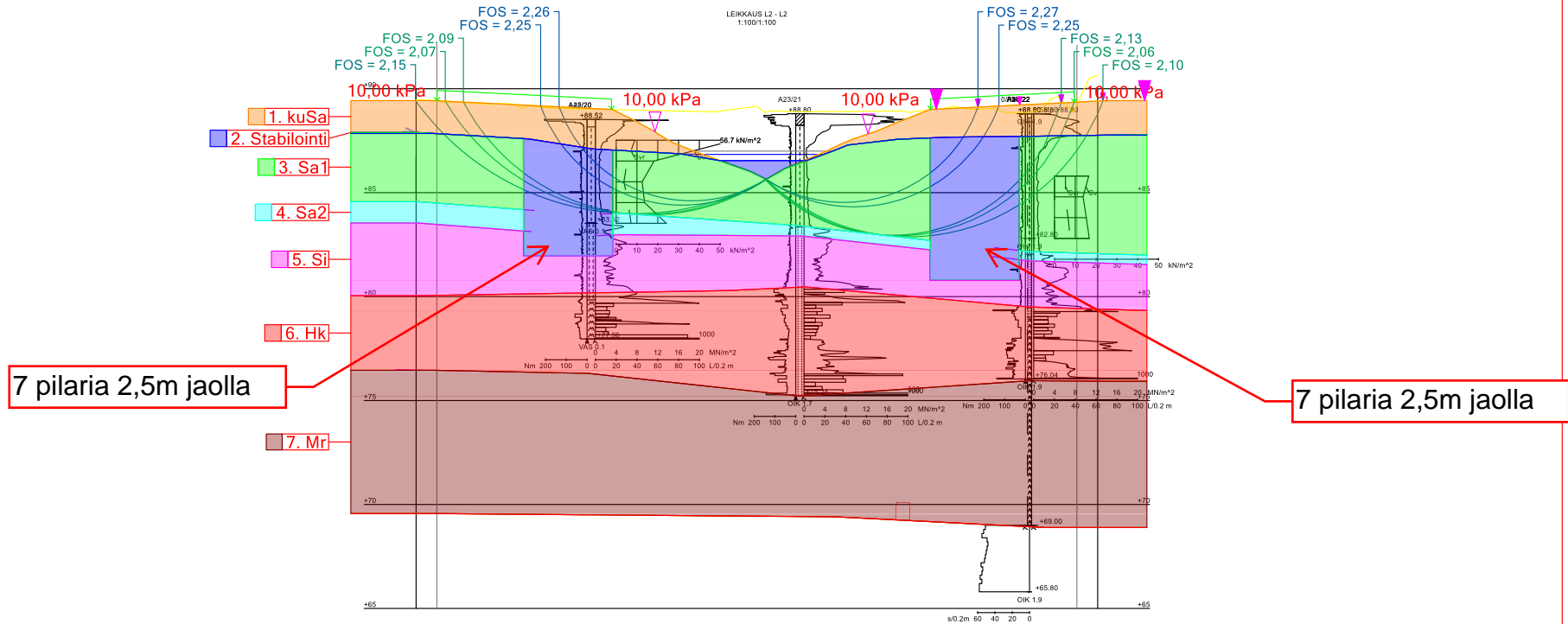
Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, $r_{u'}$ off

Kokonaisvarmuus, Leikkaus 2

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Uoman stabiiteetti
/Sitowise Oy

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 2,06



7 pilaria 2,5m jaolla

7 pilaria 2,5m jaolla

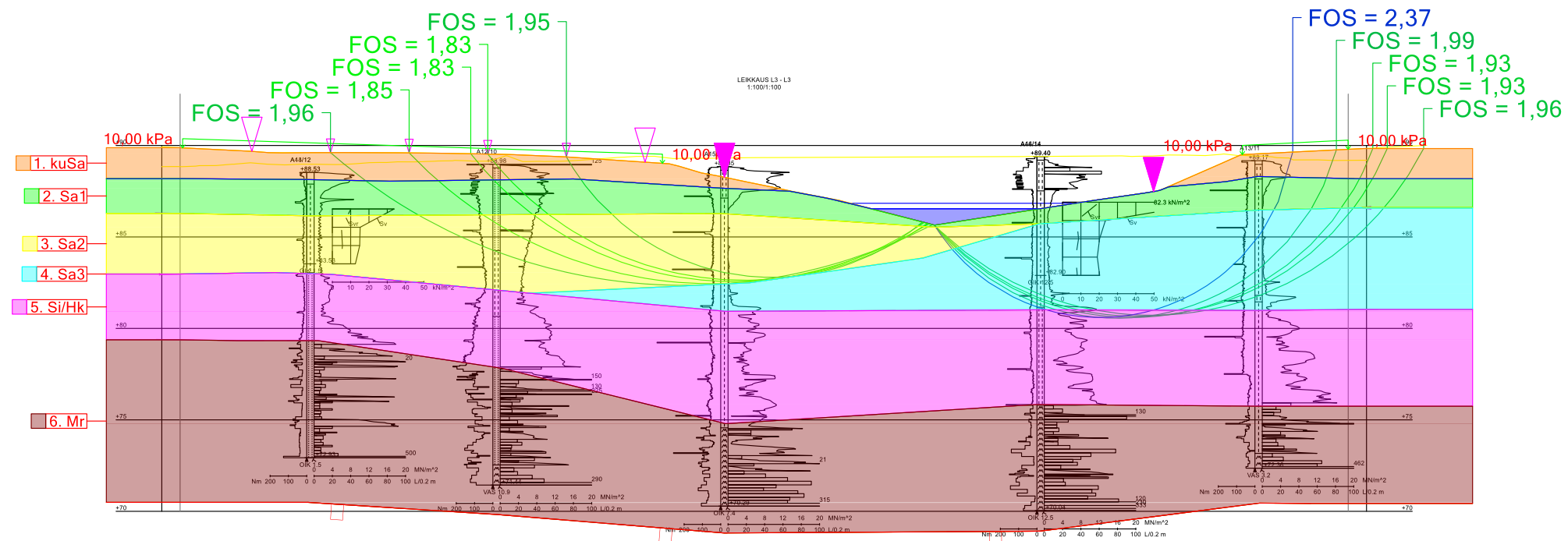
Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	r_u'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kuSa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Stabilointi	16,00		36,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00		14,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00		22,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Si	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Hk	18,00			34,00			Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, r_u' off

Kokonaisvarmuus, Leikkaus 2
Lamellistabilointi, 7 pilaria 2,5m jaolla

KAU45637/Vantaanjoen siirto
Uoman stabiileetti
/Sitowise

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 1,83



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	r_u'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kuSa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Sa1	15,00		25,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa2	15,00		14,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa3	15,00		19,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Si/Hk	16,00			26,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, r_u' off

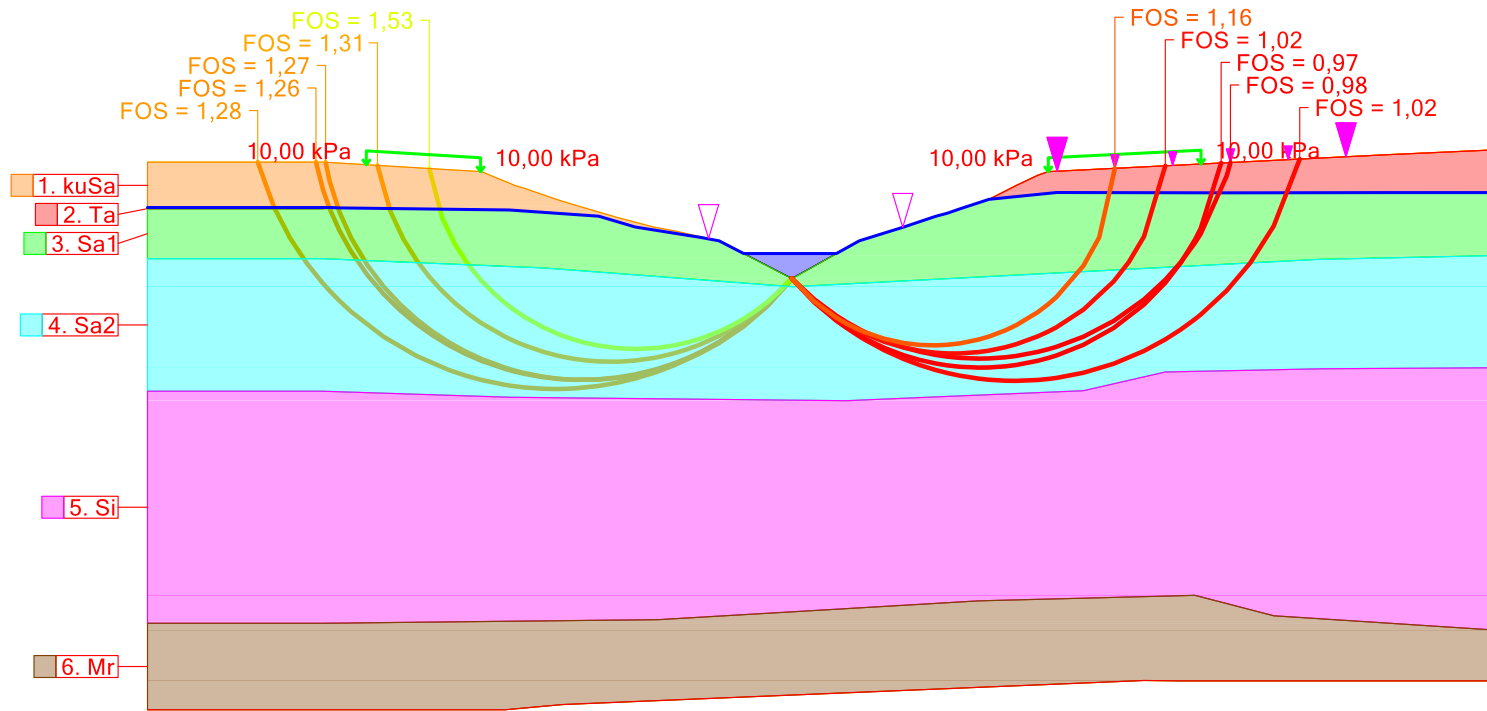
Kokonaisvarmuus, Leikkaus 3

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Stabiileetti
/Sitwise

GeoCalc 4.2 (10.11.2020 15:24)

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 0,97



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	$r_{u'}$	Anisotropy Type	S_uA/S_{u0}	S_{uD}/S_{u0}	S_{uP}/S_{u0}
1	kuSa	16,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Ta	18,00		0,00	36,00			Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00		18,10				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00		9,35	0,00			Independent on depth				Isotropic			
5	Si	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, $r_{u'}$ off

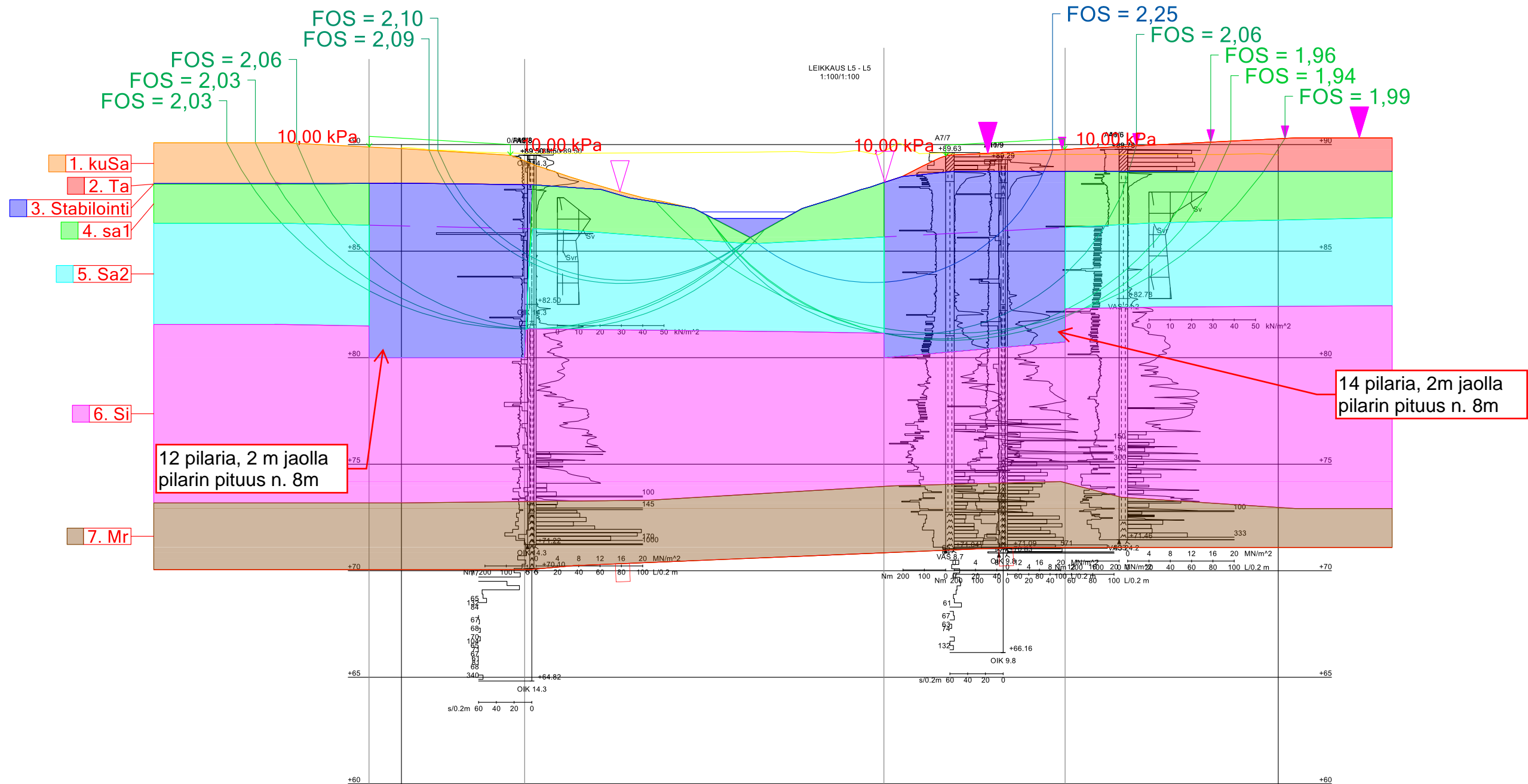
Kokonaisvarmuus, Leikkaus 5

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Stabiilitteetti
/Sitowise Oy

GeoCalc 4.2 (18.01.2021 16:59)

2D Bishop's Simplified Min.FOS = 1,94

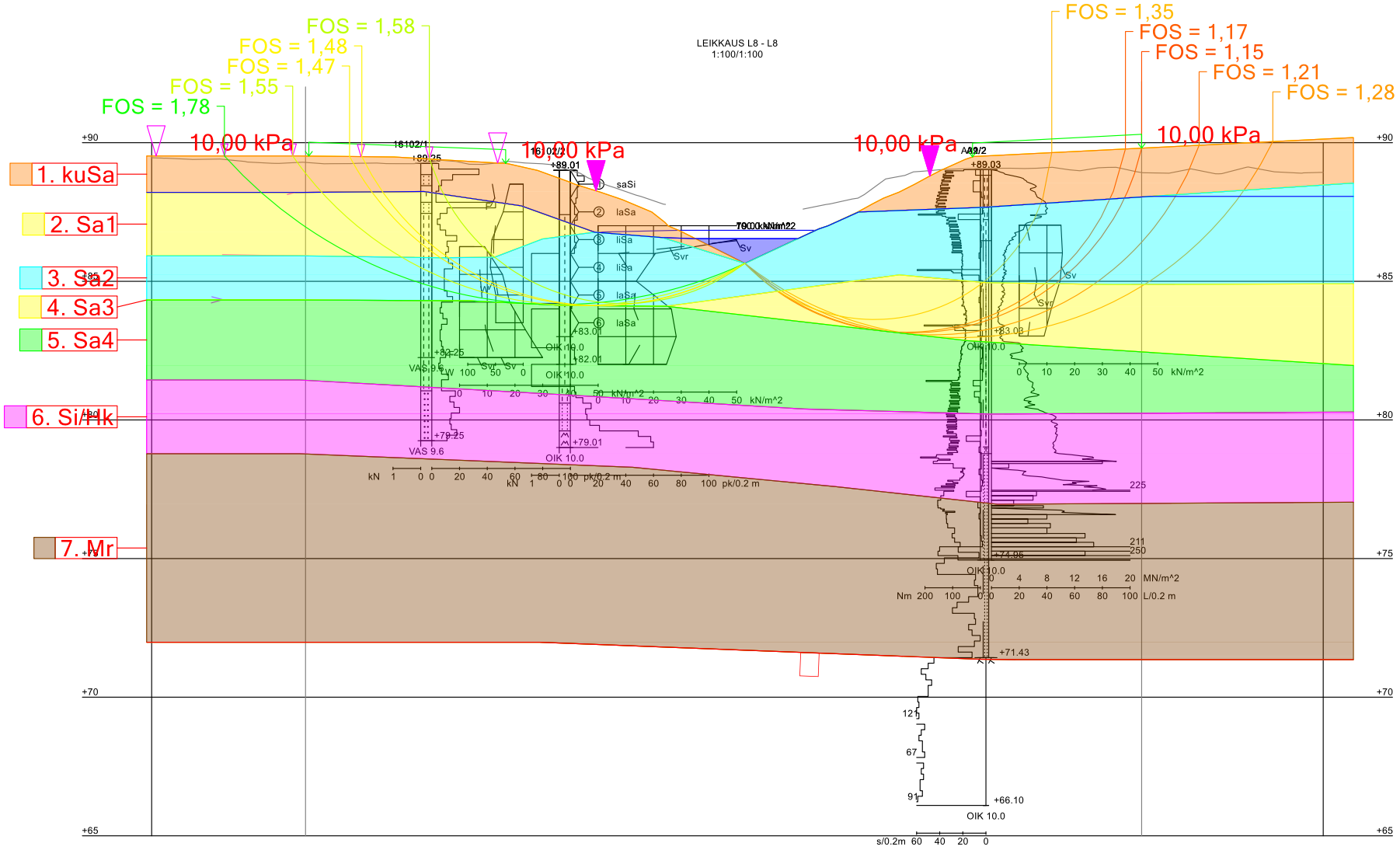


Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	$r_{u'}$	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kuSa	17,00		30,00	0,00			Independent on depth				Isotropic			
2	Ta	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			
3	Stabilointi	16,00		41,00				Independent on depth				Isotropic			
4	sa1	15,00		18,10				Independent on depth				Isotropic			
5	Sa2	15,00		9,35				Independent on depth				Isotropic			
6	Si	16,00		0,00	28,00			Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, $r_{u'}$ off

Kokonaisvarmuus, Leikkaus 5
 Lamelistabilointi
 KAU45637/Vantaanjoen siirto
 Uoman stabiileetti
 /Sitowise
 GeoCalc 4.2 (03.11.2020 10:26)

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 1,47



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ ' [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ ' [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	$r_{u'}$	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	kuSa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Sa1	15,00		9,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa2	15,00		15,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa3	15,00		9,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Sa4	15,00		22,00				Independent on depth				Isotropic			
6	Si/Hk	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

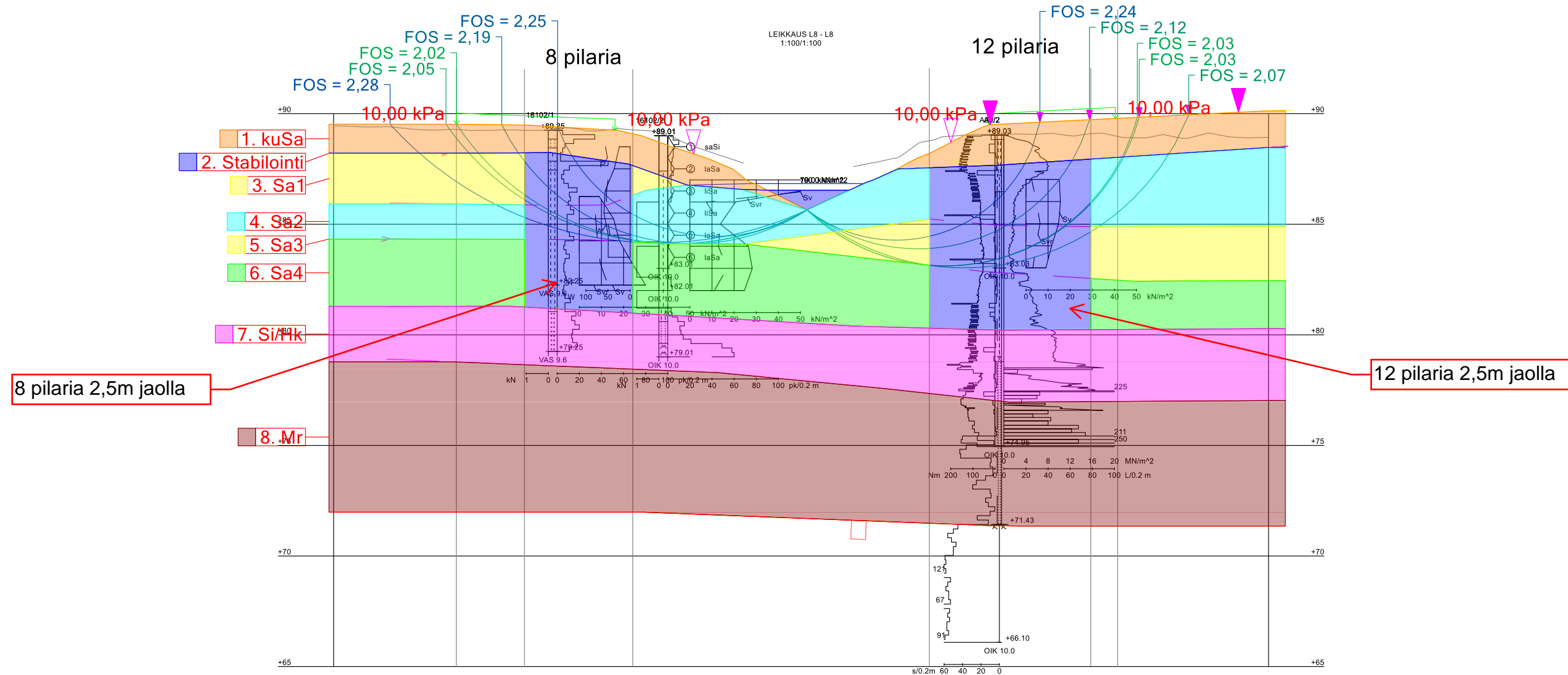
Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, $r_{u'}$ off

Kokonaisvarmuus, Leikkaus 8

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Stabiileetti
/Sitowise

2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 2,03



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	r_u	r_{uq}	$r_{u'}$	Anisotropy Type	S_uA/S_{u0}	S_{uD}/S_{u0}	S_{uP}/S_{u0}
1	kuSa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
2	Stabilointi	16,00		33,60				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00		9,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00		15,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Sa3	15,00		9,00				Independent on depth				Isotropic			
6	Sa4	15,00		22,00				Independent on depth				Isotropic			
7	Si/Hk	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
8	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

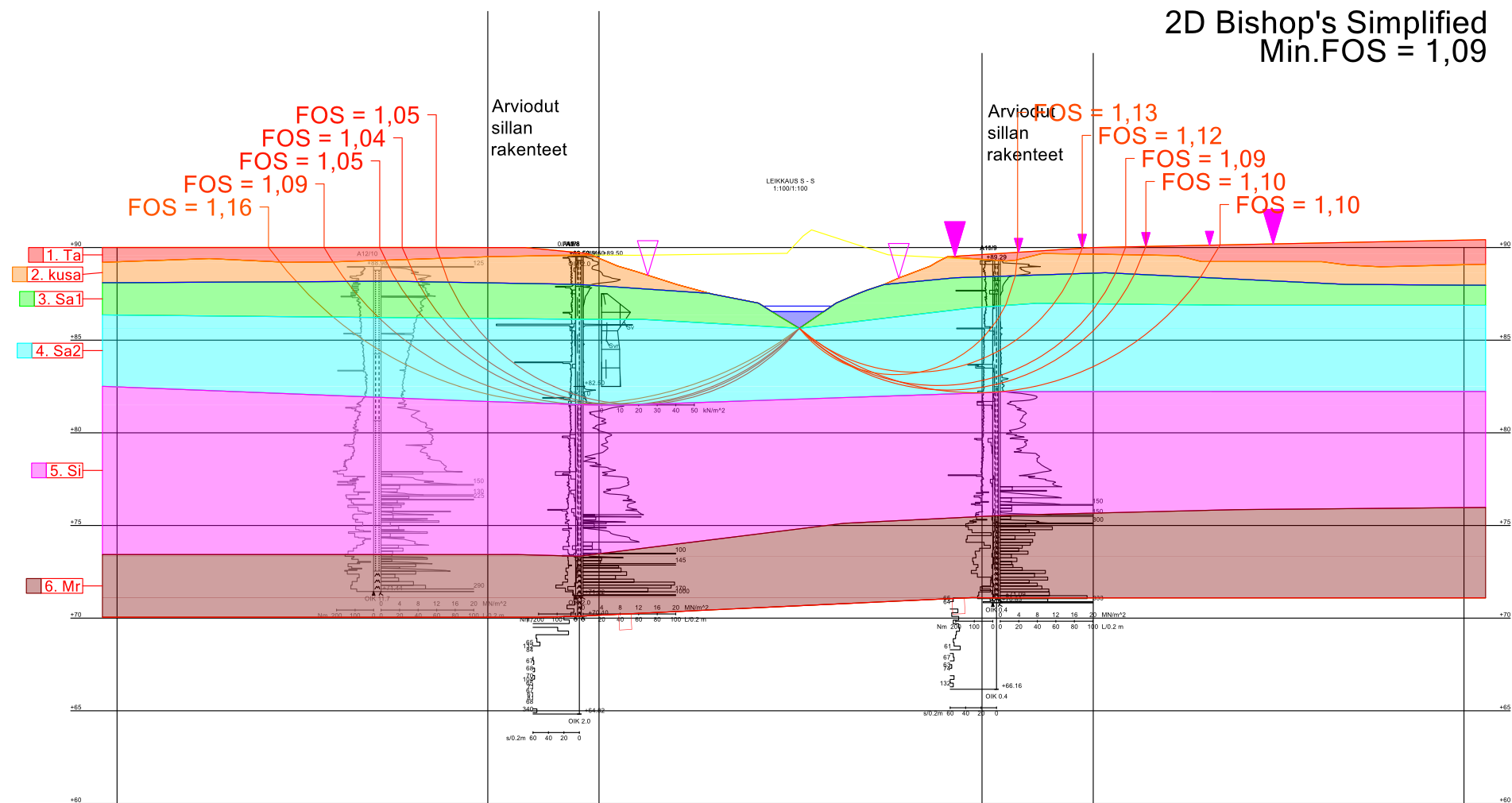
Pore Pressure Settings: GW on, PW off, PPC off, r_u off, r_{uq} off, $r_{u'}$ off

Kokonaisvarmuus, Leikkaus 8
Lamellistabilointi

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Stabiileetti
/Sitowise

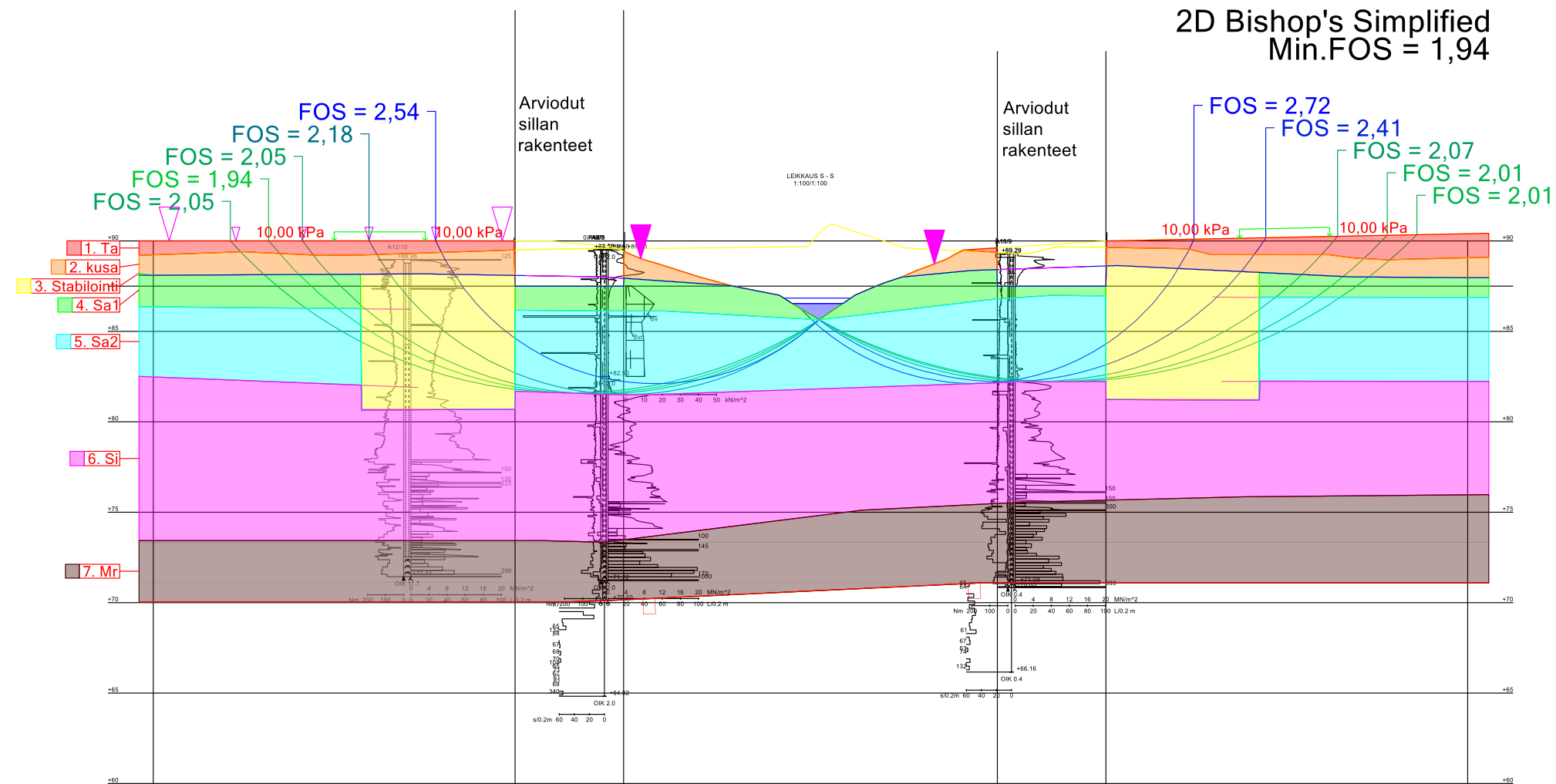
GeoCalc 4.2 (10.11.2020 14:56)



Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	Ta	20,00			32,00			Independent on depth				Isotropic			
2	kusa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Sa1	15,00		14,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa2	15,00		9,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Si	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

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

KAU45637/Vantaanjoen siirto
Sillan taustat ilman vahvistuksia



2D Bishop's Simplified
Min.FOS = 1,94

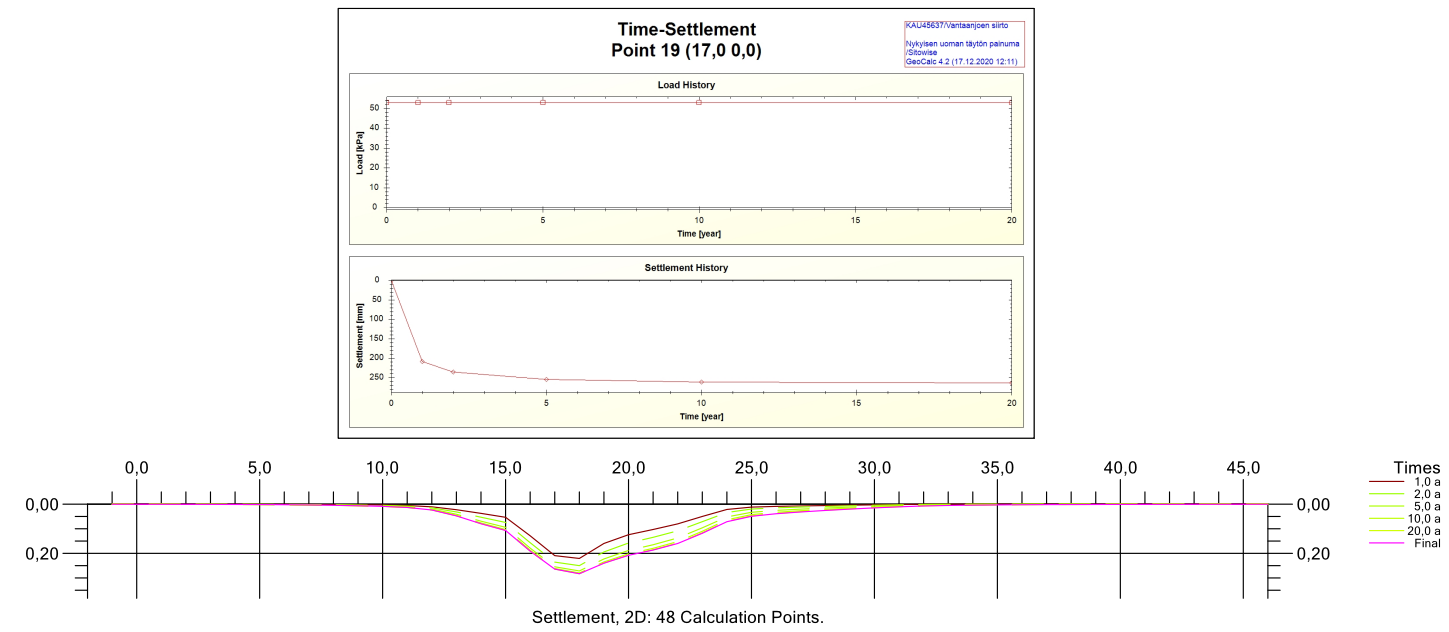
Id	Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c [kPa]	Φ [°]	Δc [kPa/m]	$\Delta \Phi$ [°/m]	Material Type	ru	ruq	ru'	Anisotropy Type	SuA/Su0	SuD/Su0	SuP/Su0
1	Ta	20,00			32,00			Independent on depth				Isotropic			
2	kusa	17,00		30,00				Independent on depth				Isotropic			
3	Stabilointi	16,00		40,00				Independent on depth				Isotropic			
4	Sa1	15,00		14,00				Independent on depth				Isotropic			
5	Sa2	15,00		9,00	0,00			Independent on depth				Isotropic			
6	Si	16,00			28,00			Independent on depth				Isotropic			
7	Mr	20,00			36,00			Independent on depth				Isotropic			

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

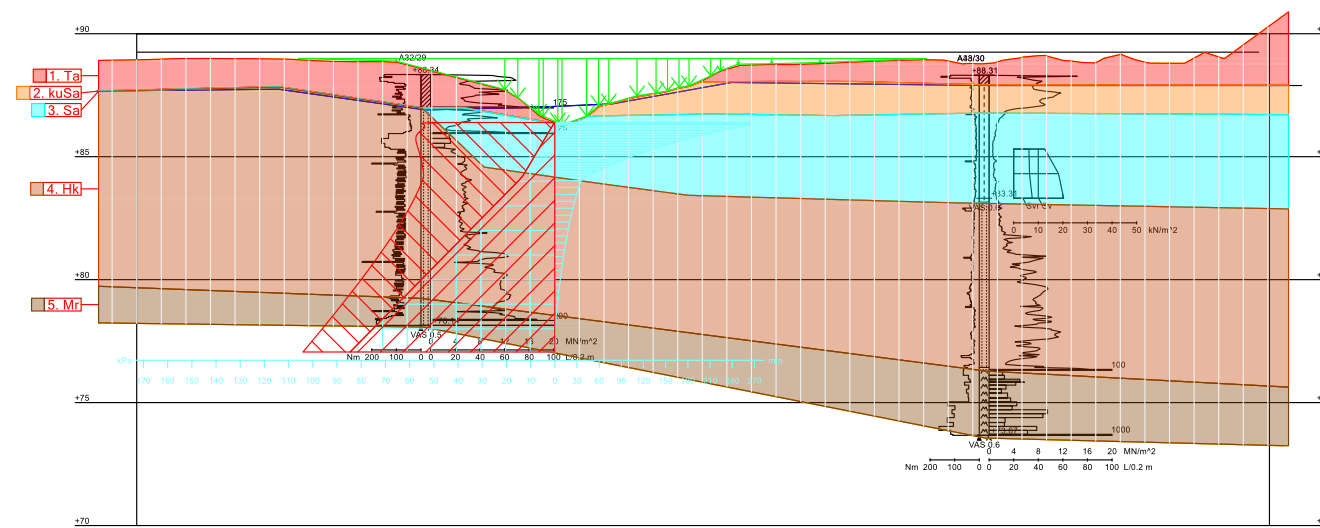
Lamelistabilointi
14 pilaria 2m jaolla

KAU45637/Vantaanjoen siirto

Sillan taustapenkereen stabiileetti
/Sitowise



LEIKKAUS L10 - L10
1:100/1:100

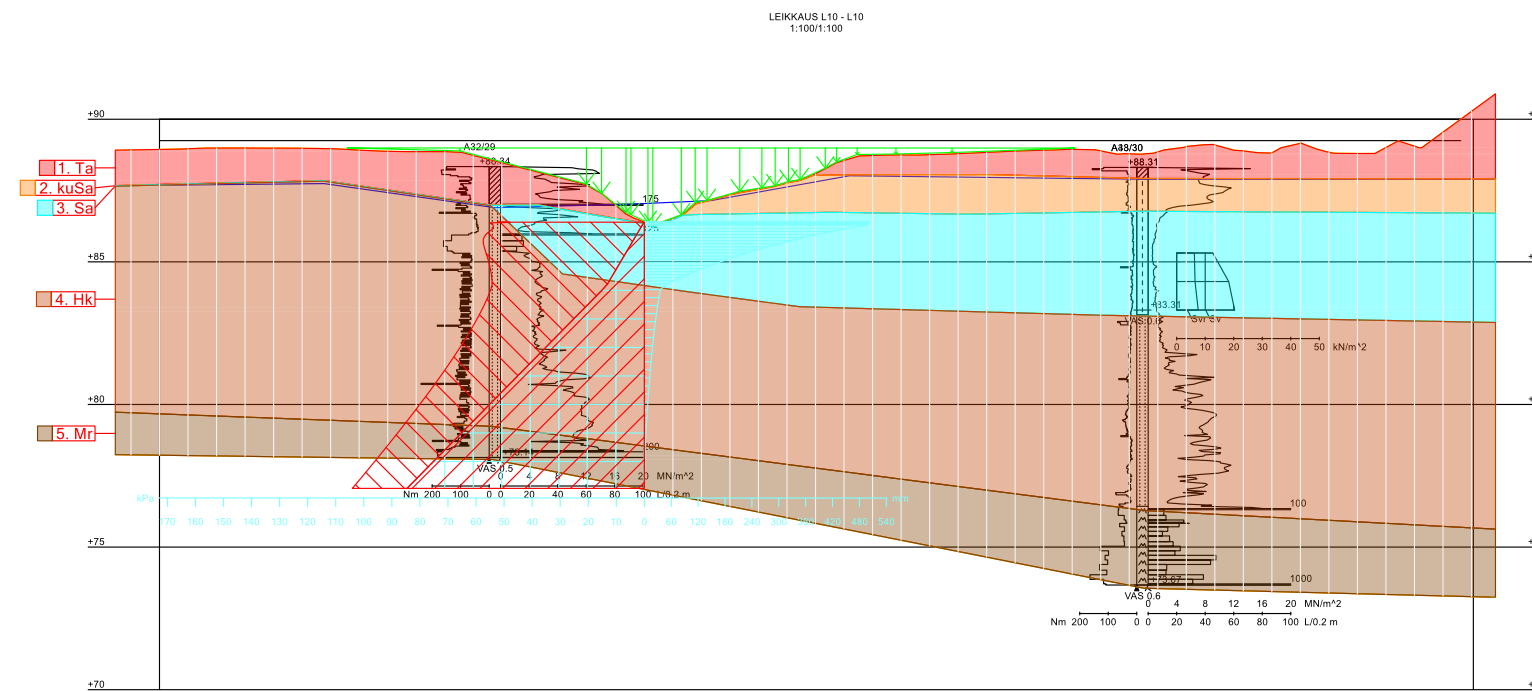
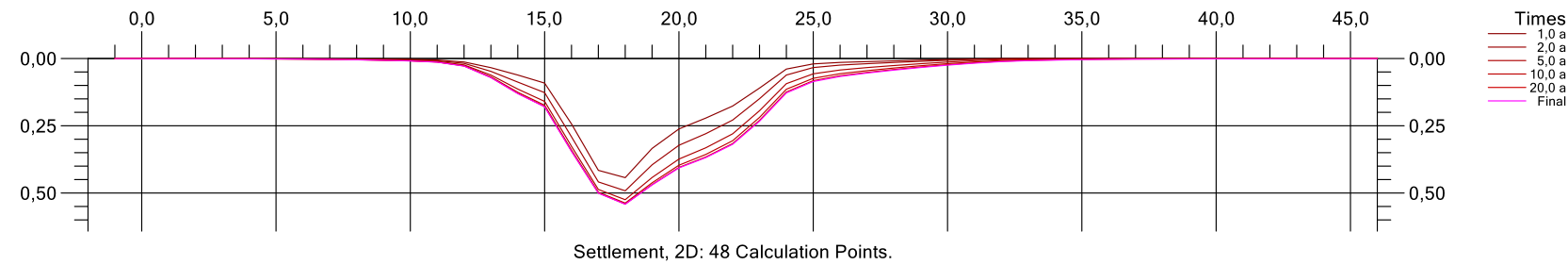
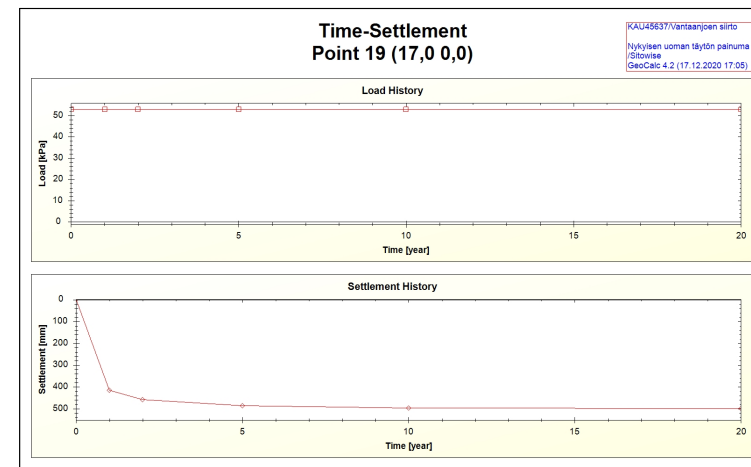


Soil layer	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	Consolidation input	Cv NC [m ² /a]	Permeable horizontally	Material model	Consolidation pressure	m1	$\beta 1$	αc oedo [kPa]	m1 bound to αc
1 Ta	19,000	19,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	100,00	0,30	0,00	no
2 kuSa	17,000	17,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	30,00	0,50	0,00	no
3 Sa	16,000	16,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	20,00	0,05	0,00	no
4 Hk	20,000	20,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	80,00	0,30	0,00	no
5 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	200,00	0,50	0,00	no

Ohde-Janbu tangenttimoduulimenetelmä

KAU45637/Vantaanjoen siirto
Nykyisen uoman täytön painuma
/Siltowise

GeoCalc 4.2 (17.12.2020 12:11)



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	m1	β_1	σ_c oedo [kPa]	m1 bound to σ_c	w [%]
1 Ta	19,000	19,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	100,00	0,30	0,00	no	
2 kuSa	17,000	17,000	Constant cv	5,00000	no	w Janbu	NC					23,00
3 Sa	16,000	16,000	Constant cv	5,00000	no	w Janbu	NC					65,00
4 Hk	20,000	20,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	80,00	0,30	0,00	no	
5 Mr	20,000	20,000	Constant cv	5,00000	no	Ohde-Janbu	NC	200,00	0,50	0,00	no	

Janbun vesipitoisuus menetelmä
 KAU45637/Vantaanjoen siirto
 Nykyisen uoman täytön painuma
 /Sitowise
 GeoCalc 4.2 (17.12.2020 17:05)