DETALJPLAN SÖDRA SANDEN

PM GEOTEKNIK



DETALJPLAN

UPPDRAGSNUMMER 30030552

2022-03-08

SWECO SVERIGE AB

UPPDRAGSLEDARE	**Elisabeth Nejdmo**
HANDLÄGGARE	**Farhad Safdari**
GRANSKAD AV	**Björn Hedberg**

repo002.docx 2013-06-14

Sammanfattning

Skanska planerar att utveckla området Sanden i Vänersborg. Området är av Vänersborgs kommun utpekat som lämpligt att omvandla från dagens industrikaraktär till ett attraktivt område med bostäder, kontor och handel. Inom området planeras det byggnader upp till sexton våningar och mark- och gatunivåerna kommer att behöva höjas till +47,2 i syfte att minska risken för negativa följder vid översvämning.

På uppdrag av Skanska har Sweco utfört geoteknisk utredning inom aktuellt område för att därmed ge underlag till upprättande av ny detaljplan.

Jordlagerföljden inom aktuellt område kan översiktligt beskrivas enligt följande:

- Fyllnadsmassor, ca 1 – 3 m.
- Sedimentjord av sand- och silt och lera, ca 7 – 14 m.
- Lera, ca 1 – 40 m. Leran som är siltig har i allmänhet sin största mäktighet i centrala delar av ön och avtar mot vattnet. Lerans odränerade skjuvhållfasthet varier mellan ca 20 och 80 kPa. Leran bedöms vara normalkonsoliderad. Detta innebär att all ny tillskottslast ger upphov till sättningar.
- Morän.
- Berg.

Grundvattenytan inom området bedöms ligga i nivå med Vänerns vattenyta.

Erosionsförhållanden inom området är i allmänhet väldigt goda speciellt längs slänter där höga vattenflöden kan uppkomma.

Stabilitetsförhållanden för dagens förhållande är tillfredsställande förutom ett lokalt område närmast släntkrön. Stabilitetsförhållanden är även tillfredsställande för planerade förhållanden under förutsättningen att inga byggnader uppförs eller marken höjs upp inom ett område på ca 10 – 30 m ifrån släntkrönet. Vid behov av byggnation inom detta område krävs kompletterande geoteknisk utredning.

För grundläggning av byggnader krävs djupgrundläggning med spetsburna pålar till följd av sättningsproblematiken samt på grund av skredrisk inom områden närmast slänterna.

Radonmätning ska utföras separat för varje byggnad på grund av varierande radonhalter inom området.

Vid ändrade förutsättningar krävs kompletterande stabilitetsberäkningar.

Sweco
Södergatan 1

SE 462 34 Vänersborg, Sverige
Telefon +46 (0)521 57 55 50
Fax +46 (0)521 65510
www.sweco.se

Sweco Sverige AB
RegNo: 556767-9849
Styrelsens säte: Stockholm

Elisabeth Nejdmo

Mobil +46 (0)701 65 75 96
elisabeth.nejdmo@sweco.se

Innehållsförteckning

1	**Bakgrund och syfte**	**1**
2	**Befintliga förhållanden**	**1**
3	**Planerad byggnation**	**2**
4	**Geoteknisk undersökning**	**3**
5	**Jordlagerförhållanden**	**3**
6	**Grundvattenförhållanden**	**3**
7	**Sättningar**	**4**
8	**Erosion**	**5**
9	**Stabilitet**	**7**
9.1	Val av beräkningssektioner	7
9.2	Val av vattennivåer	8
9.3	Laster	8
9.4	Valda parametrar	8
9.5	Val av säkerhetsfaktor	11
9.6	Resultat	15
9.7	Slutsats stabilitetsberäkningar	16
10	**Radon**	**17**
11	**Planrestriktioner och rekommendationer**	**18**
11.1	Grundläggning	18
11.2	Stabilitet	18
11.3	Mark och gatunivåer	19
11.4	Radon	19
12	**Övrigt**	**20**

Sweco
Södergatan 1

SE 462 34 Vänersborg, Sverige
Telefon +46 (0)521 57 55 50
Fax +46 (0)521 65510
www.sweco.se

Sweco Sverige AB
RegNo: 556767-9849
Styrelsens säte: Stockholm

Elisabeth Nejdmo

Mobil +46 (0)701 65 75 96
elisabeth.nejdmo@sweco.se

Bilagor

Beteckning	*Innehåll*	*Sidor*	*Format*
Bilaga 1	Sammanställning av skjuvhållfasthet	6	A4
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar	20	A3
Bilaga 3	Spänningsanalys	1	A4
Bilaga 4	Sättningsberäkning	5	A4

Fel Okänt namn på dokumentegenskap.

1 Bakgrund och syfte

Skanska planerar att utveckla området Sanden i Vänersborg. Området är av Vänersborgs kommun utpekat som lämpligt att omvandla från dagens industrikaraktär till ett attraktivt område med bostäder, kontor och handel. Projektet drivs som en exploatörsdriven detaljplan där exploatören ansvarar för att ta fram underlag till planhandlingar.

På uppdrag av Skanska har Sweco utfört geoteknisk utredning inom aktuellt område för att därmed ge underlag till upprättande av ny detaljplan. Den geotekniska undersökningen omfattar även kompletterande sonderingar inför etapp 1 av kommande byggnationer.

Föreliggande utredning behandlar och beskriver områdets marktekniska förhållanden avseende sättning, erosion, stabilitet och radon. Syftet med utredningen är att utarbeta rekommendationer och restriktioner som säkerställer att området uppfyller geotekniska säkerhetskrav för avsatt ändamål.

Geoteknisk fältundersökning har utförts i samband med miljöteknisk markundersökning först under september – oktober 2021 och sedan kompletterats under mars 2022. Till denna handling hör även Markteknisk undersökningsrapport, MUR, daterat: 2022-03-08.

Denna handling är ett underlag i detaljplaneskedet och behandlar endast rekommendationer och synpunkter för detta skede. Kompletterande geotekniska undersökningar kan erfordras i projekteringsskedet.

2 Befintliga förhållanden

Aktuellt område ligger väster om Vänersborgs centrumkärna och omfattar del av ön Sanden som omringas av Dalbobron i norr, Vassbottenleden och Gamla Hamnkanalen i öster, Vassbotten i söder och Trafikkanalen i väster, se bild 1. Området utgörs av fastigheterna Barkskeppet, Fregatten, Briggen och Skonaren.



Bild 1 - Flygbild över området - aktuellt område för ny detaljplan omringat med röd linje

Inom aktuellt område återfinns idag främst industri och hamnverksamhet, se bild 2. I områdets sydvästra hörn finns Vattenfalls reservvärmeverk och i sydöst finns bussdepå för kollektivtrafik. Söder om området sträcker sig ett järnvägsspår för tågtrafik. Marken inom området är relativt plan med en marknivå på mellan ca +45 och +47 (RH 2000). Terrängen sluttar ned mot vattendragen runt om området. Marken består huvudsakligen av asfalt samt små gräsytor med enstaka träd.



Bild 2 - Flygbild över området i riktning mot Vassbotten i söder

3 Planerad byggnation

Målet med detaljplaneändringen är att omvandla området från dagens industrikaraktär till ett område med bostäder, kontor och handel. Enligt gestaltningsförslag daterat 2021-11-26 planeras det att byggas byggnader upp till sexton våningar inom området, se bild 3.

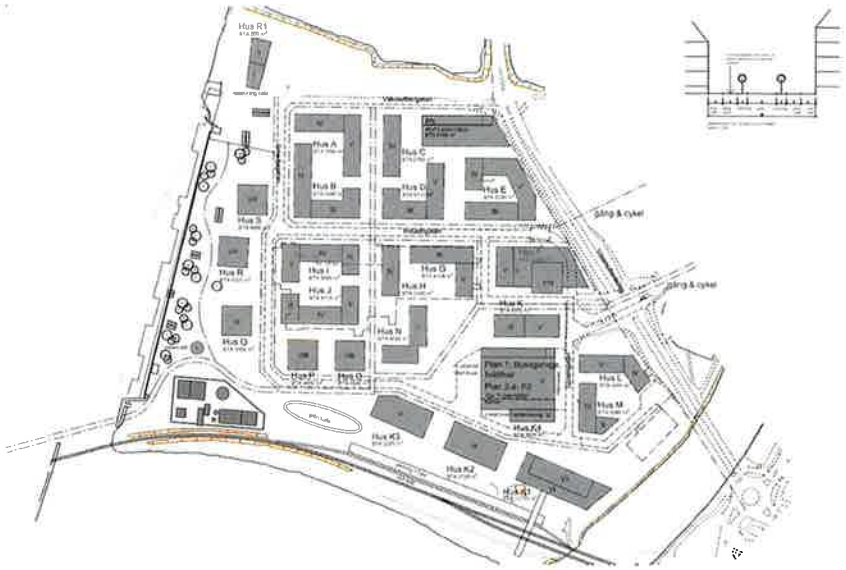


Bild 3 Förslag på framtida gestaltning av området, daterat 2021-11-26

Mark- och gatunivåerna kommer att behöva höjas i syfte att minska risken för negativa följder vid översvämning. Lägsta nivå för mark och gator är planerad till +47,2 (RH 2000).

Slutgiltigt planläge, utformning och blivande last från nya byggnader är för dagen ej känd.

4 Geoteknisk undersökning

Se Markteknisk undersökningsrapport, MUR.

5 Jordlagerförhållanden

Jordlagerföljden inom aktuellt område kan översiktligt beskrivas enligt följande:

- Fyllnadsmassor, ca 1 – 3 m, bestående av silt, sand, grus och sten med innehåll av tegel, organiskt material och växtdelar.
- Sedimentjord av sand- och silt och lera, ca 7 – 14 m. Varierar från löst till fast lagrad.
- Lera, ca 1 – 40 m. Leran som är siltig har i allmänhet sin största mäktighet i centrala delar av ön och avtar mot vattnet.
- Morän.
- Berg.

Inom södra och sydöstra kanten av området underlagras fyllningen av ca 1 – 3 m lös lera samt ställvis av ett tunt lager torv.

Den siltiga lerans odränerade skjuvhållfasthet reducerat med avseende på konflytgräns har utvärderats, ur resultat från utförda sonderingar och laboratorieundersökningar, till mellan 20 och 80 kPa. Det finns på vissa nivåer tunna skikt av silt eller sand i lerlagret. Sammanställning av den odränerade skjuvhållfastheten för respektive sektion redovisas i bilaga 1. Vidare visar utförd kolvprovtagning och rutinanalys att lerans vattenkvot varierar mellan ca 40% och 60% och dess konflytgräns mellan ca 40% och 60%. Lerans tunghet uppgår till ca 18 kN/m^3.

Sonderingar har avslutats på djup mellan 11 och 49 m under rådande markyta med stopp mot block, sten eller förmodat berg. Djup till definitiv bergnivå har bestämts med jord-bergsondering i sex undersökningspunkter till ca 11 till 30 meter under rådande markyta.

6 Grundvattenförhållanden

Området ligger idag på nivåer mellan ca +45 och +47 (RH 2000). Mätningar i grundvattenrören samt notering av fritt vatten vid skruvprovtagningar visar på en grundvattenyta på ca 1 – 2 meters djup under markytan. Grundvattennivån ska förväntas variera över tid, årstid och väderlek samt vara styrd av aktuellt vattenstånd i Vänern.

Karakteristiska vattennivåer i Vänern som styr grundvattennivån samt vattennivån i Gamla Hamnkanalen, Trafikkanalen samt Vassbotten redovisas nedan (RH 2000):

- HHW +46,58
- MW +44,52
- LLW +43,47

Ovanstående nivåer representerar karaktäristiska nivåer enligt dagens klimat.

7 Sättningar

Vid spänningsökningar på naturligt, löst, lagrade sediment och i befintlig okontrollerad fyllning, bedöms sättningar kunna uppstå. Sättningarnas storlek är beroende av spänningsökningens storlek, varaktighet, befintligt jorddjup samt jordens/fyllningens beskaffenheter och eventuell förekomst av organiskt material.

Lerans deformationsegenskaper har undersökts med hjälp av CRS-analys ned till 19 m djup och leran inom området bedöms vara normalkonsoliderad. Utförd spänningsanalys redovisas i bilaga 3. Detta innebär att all ny tillskottslast ger upphov till sättningar.

Sättningen för en uppfyllning på 1,7 m har beräknats i läget för borrpunkt 21SW05 och redovisas i bilaga 4. Sättningen i den löst lagrade friktionsjorden från 2 till 16 m djup beräknas till ca 10 cm och i den underliggande leran med ca 28 m mäktighet till 35 cm. Sättningen i friktionsjorden kommer huvudsakligen att ha inträffat inom 1 månad men sättningen i lerlagret kommer att ske under lång tid, 30% beräknas ha skett efter 10 år.

I borrpunkt 21SW01 finns ett 0,4 m tjockt torvlager under befintlig fyllning. Sättningen i torvlagret bedöms till 10 cm vid en pålastning av 1,7 m ytterligare fyllning. Denna sättning beräknas ske snabbt inom 1 månad.

Eftersom lermäktigheten varierar inom området, med mellan ca 1 och 40 m, kommer ojämna sättningar utbildas.

För noggrannare sättningsberäkning erfordras kompletterande undersökningar samt uppgift från slutgiltigt planläge, utformning och blivande last från nya byggnader och markuppfyllningar.

8 Erosion

Slänterna mot vatten är skyddat mot erosion längs hela sträckan. Skikt och standard på erosionsskyddet är av varierande grad, se bilder nedan:



Bild 4 - Erosionsskydd utförd som stenmur inom sydöstra delen av området mot Gamla Hamnkanalen



Bild 5 - Erosionsskydd av stenmur vid utmynning av Gamla Hamnkanalen



Bild 6 Utlagt sten och block i norra delen av området mot Dalbobron



Bild 7 Erosionsskydd av sten och block i nordvästra delen av området



Bild 8 - Erosionsskydd i södra delen av området söder om järnvägen

Erosionsförhållanden längs med hamnen kunde inte utredas då området inte var tillgängligt vid platsbesöket men hamnen antas vara skyddad mot erosion.

Erosionsförhållanden inom området är i allmänhet väldigt goda speciellt längs slänter där höga vattenflöden kan uppkomma.

9 Stabilitet

Totalstabiliteten för området har kontrollerats i fem sektioner med beräkningsprogrammet Slope/W version 10.0.2.18035. Beräkningarna har utförts i totalsäkerhetsanalys för planläggning med utredningsnivå enligt detaljerad utredning, i enighet med IEG rapport 4:2010.

9.1 Val av beräkningssektioner

Beräknade sektioner har valts utifrån brantast lutning och störst mäktighet på lerlagret. Läget för beräknade sektioner A – A, B – B, C – C, E – E och F – F, framgår av planritning G0201 samt av bild 9.



Bild 9 - Beräknade sektioner vid stabilitetsberäkningarna

9.2 Val av vattennivåer

Grundvattenytan inom området bedöms ligga i nivå med Vänerns vattenyta och portrycket antas vara hydrostatiskt.

Släntstabiliteten har vid beräkningarna kontrollerats både för högsta högvatten (+46,58) och för lägsta lågvatten (+43,47).

9.3 Laster

Följande karaktäristiska schablonlaster har valts utifrån IEG och TK Geo 13 vers 2:

- 20 kPa på bilvägar
- 5 kPa på GC-väg och parkeringsytor
- 44 kPa på järnväg fördelad över 2,5 m.

9.4 Valda parametrar

Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial för respektive sektion redovisas i tabell 9.1 till 9.5:

Tabell 9.1 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion A

Jordart	Nivå uk jordlager [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ_k/γ'_k [kN/m^3]	Inre Friktionsvinkel ϕ_k [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} [kPa]
Fyllning (ny)	-	20/11	34	-
Fyllning (befintlig)	+45,0 - +46,7	19/11	33	-
Lera 1	+43,4 - +45,8	17/7	30	20
Torv	+43,0 - +43,5	12/5	28	10
Sand och Silt	+36,0 – +43,0	18/10	33	-
Lera 2	+26,0 - +36,0	17/7	30	25+2,3·z*
Friktionsjord	<+34,5	20/11	35	-

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Tabell 9.2 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion B

Jordart	Nivå uk jordlager [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ_k/γ'_k [kN/m^3]	Inre Friktionsvinkel ϕ_k [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} [kPa]
Fyllning (ny)	-	20/11	34	-
Fyllning (befintlig)	+44,4 - +47,2	19/11	33	-
Lera 1	+42,0 - +45,3	17/7	30	20
Sand och Silt	+31,0 – +44,3	18/10	33	-
Lera 2	+00,0 - +31,0	17/7	30	40+0,6·z*
Friktionsjord	<+07,0	20/11	35	-

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Tabell 9.3 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion C

Jordart	Nivå uk jordlager [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ_k/γ'_k [kN/m^3]	Inre Friktionsvinkel ϕ_k [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} [kPa]
Fyllning (ny)	-	20/11	34	-
Fyllning (befintlig)	+43,3 - +46,5	19/11	33	-
Lera 1	+42,7 - +44,7	17/7	30	20
Sand och Silt	+33,4 – +44,1	18/10	33	-
Lera 2	-26,0 - +33,4	17/7	30	35
Lera 3	-2,0 - +26,0	17/7	30	35+1,6·z*
Friktionsjord	<+12,0	20/11	35	-

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Tabell 9.4 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion E

Jordart	Nivå uk jordlager [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ_k/γ'_k [kN/m^3]	Inre Friktionsvinkel ϕ_k [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} [kPa]
Fyllning (ny)	-	20/11	34	-
Fyllning (befintlig)	+43,3 - +46,8	19/11	33	-
Sand och Silt	+31,0 – +44,6	18/10	33	-
Lera	+07,0 - +31,0	17/7	30	31+1,2·z*
Friktionsjord	<+07,0	20/11	35	-

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Tabell 9.5 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion F

Jordart	Nivå uk jordlager [RH2000]	Tunghet över/under gvy γ_k/γ'_k [kN/m^3]	Inre Friktionsvinkel ϕ_k [°]	Odränerad skjuvhållfasthet c_{uk} [kPa]
Fyllning (ny)	-	20/11	34	-
Fyllning (befintlig)	+45,0 - +46,0	19/11	33	-
Lera 1	+43,4 - +45,0	17/7	30	20
Sand och Silt	+37,0 – +44,0	18/10	33	-
Lera 2	+31,0 - +37,0	17/7	30	26
Friktionsjord	<+35,5	20/11	35	-

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

9.5 Val av säkerhetsfaktor

Följande krav på totalsäkerhetsfaktorn gäller vid planläggning och detaljerad utredning, enligt tabell 4.2 i IEG rapport 4:2010:

$$F_c \geq 1,7 - 1,5$$

$$F_{komb} \geq 1,5 - 1,4$$

För val av erforderlig säkerhetsfaktor inom ovanstående intervall har en värdering av relevanta gynnsamma och ogynnsamma förhållanden utförts i enlighet med tabell 4.1a-e i IEG Rapport 4:2010. Dessa faktorer är beroende av undersökningens omfattning och osäkerheten i beräkningsantagandena. Det krävs en högre säkerhetsfaktor om flera av relevanta förutsättningar är ogynnsamma och en lägre säkerhetsfaktor kan tillåtas om de flesta relevanta förutsättningar är gynnsamma.

Utförda utvärderingar av relevanta faktorer vid val av erforderlig säkerhetsfaktor framgår av tabell 9.6 till 9.14 nedan.

Tabell 9.6 Konsekvenser av skred

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Ingen risk för människoliv och ringa ekonomisk skada		Risk för människoliv eller stor ekonomisk skada	X
Begränsad utbredning av skred		Risk för bakåt- eller framåtgripande skred	X
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan		Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	X
Ej kvicklera	X	Kvicklereområde enligt kap 4.4.3	

Tabell 9.7 Släntens beständighet

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Inga tecken på rörelser i slänten	X	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning m. m.	
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion	X	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterosion	
Intakt gräs-, busk- eller trädvegetation	X	Vegetationsfria eller avverkade områden alt. lutande och/eller nedfallna träd	

Tabell 9.8 Tidigare förändringar i slänten

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Utlagda fungerande erosionsskydd	X	Pågående erosion	
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder	X	Ingrepp som försämrat stabiliteten	
Belastningsminskningar		Belastningsökningar	X
Ogynnsam reglering av vattendrag	X	Gynnsam reglering av vattendrag	
	X	Avverkning	

Tabell 9.9 Jordens egenskaper

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Friktionsjordar	X	Kohesionsjordar	X
Låg sensitivitet	X	Hög sensitivitet, kvicklera	
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	X	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	
Homogen jord	X	Skiktade jordar	X

Tabell 9.10 Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Stort antal beräknade glidytor	X	Litet antal beräknade glidytor	
Känslighetsanalys utförd på valda parametrar		Ingen känslighetsanalys utförd på valda parametrar	X
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffar samtidigt	X	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten	
Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet	X	Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultat	
Kritiska glidytan omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet	X	Kritiska glidytan omfattar mindre jordvolymer med ett fåtal hållfasthetsbestämningar	
Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	X	Förhållandena är komplicerade med stora variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet	
Glidytans läge i plan vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt.	X	Glidytans läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri	
Tvådimensionell analys (som regel något på säkra sidan)	X	Tredimensionell analys (begränsad erfarenhet för stora slänter)	

Tabell 9.11 Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Tätt undersökt, d.v.s undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet	X	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen	
CPT-sonderingar är utförda	X	Endast sonderingar typ Tr, Vim är utförda	
Stort antal undersökta prover i lab		Litet antal undersökta prover i lab	X
Kompressionsförsök utförda	X	Kompressionsförsök saknas	
Direkta skjuvförsök är utförda		Direkta skjuvförsök saknas	X
Triaxialförsök är utförda		Triaxialförsök saknas	X
In situ-provning är utförd med vingförsök och/eller dilatometerförsök	X	Ingen eller ringa provning i fält (vingförsök och/eller dilatomerförsök)	

Tabell 9.12 Sländens geometri

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar etc.)	X	Glest avvägt och/eller lodat	
Flack slänt		Brant slänt	X
Lokala branta partier finns ej i slänten	X	Lokala branta partier finns i slänten	

Tabell 9.13 Grundvatten- och portrycksförhållanden

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena utförd		Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och portrycksförhållandena inte utförd	X
Långtidsobservationer finns	X	Långtidsobservationer saknas	
Begränsade förväntade tryckvariationer	X	Risk för stora tryckvariationer	
God kännedom om portrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet	X	Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten	

Tabell 9.14 Ytvattenförhållanden

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Karaktäristiska vattenstånd är kända	X	Karaktäristiska vattenstånd är okända	
Små vattenståndsvariationer	X	Stora vattenståndsvariationer	
Långsam förändring i vattenstånd	X	Hastiga förändringar i vattenstånd	
Väldränerat och dikat område	X	Stor risk för lokala vattensamlingar	

Sammanräkningen av relevanta förhållanden ger 32 st. gynnsamma och 12 st. ogynnsamma förhållanden.

En sammanlagd värdering av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden med i tabellerna fallande viktning utförts och det bedöms att säkerhetsfaktorn ska höjas med 35% av spannet från lägsta valbara säkerhetsfaktorn. Valda erforderliga säkerhetsfaktorer blir därmed:

$$F_c \geq 1{,}57$$

$$F_{komb} \geq 1{,}44$$

9.6 Resultat

Stabilitetsberäkningen har utförts med odränerad och kombinerad analys för två olika förutsättningar: en beräkning för befintligt förhållande och en för planerade förhållanden. Vid kontroll av totalstabiliteten för planerade förhållanden har mark- och gatunivåer satts till +47,2 inom områden med planerade vägar och byggnader.

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i tabell 9.15 nedan och utförda stabilitetsberäkningar redovisas i bilaga 2. För samtliga stabilitetsberäkningar blir lägsta lågvatten (+43,47) det dimensionerande beräkningsfallet.

Tabell 9.15 Säkerhetsfaktor för kritiska glidytor

Sektion	Fall	Analysform	F_s	Anmärkning
A – A	Befintligt förhållande	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
A – A	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
A – A	Planerade förhållanden	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
A – A	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
B – B	Befintligt förhållande	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
B – B	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,45	Erforderlig säkerhet
B – B	Planerade förhållanden	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
B – B	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
C – C	Befintligt förhållande	Odränerad	1,58	Erforderlig säkerhet
C – C	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,47	Erforderlig säkerhet
C – C	Planerade förhållanden	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
C – C	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,46	Erforderlig säkerhet
E – E	Befintligt förhållande	Odränerad	1,64	Erforderlig säkerhet
E – E	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,64	Erforderlig säkerhet
E – E	Planerade förhållanden	Odränerad	1,64	Erforderlig säkerhet
E – E	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,64	Erforderlig säkerhet
F – F	Befintligt förhållande	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
F – F	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
F – F	Planerade förhållanden	Odränerad	1,57	Erforderlig säkerhet
F – F	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet

9.7 Slutsats stabilitetsberäkningar

Beräknade sektioner uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor för kritiska glidytor för befintligt förhållande förutom ett lokalt område närmast släntkrön. Omfattning på området som inte uppfyller erforderlig säkerhetsfaktor redovisas i bild 10, nedan.

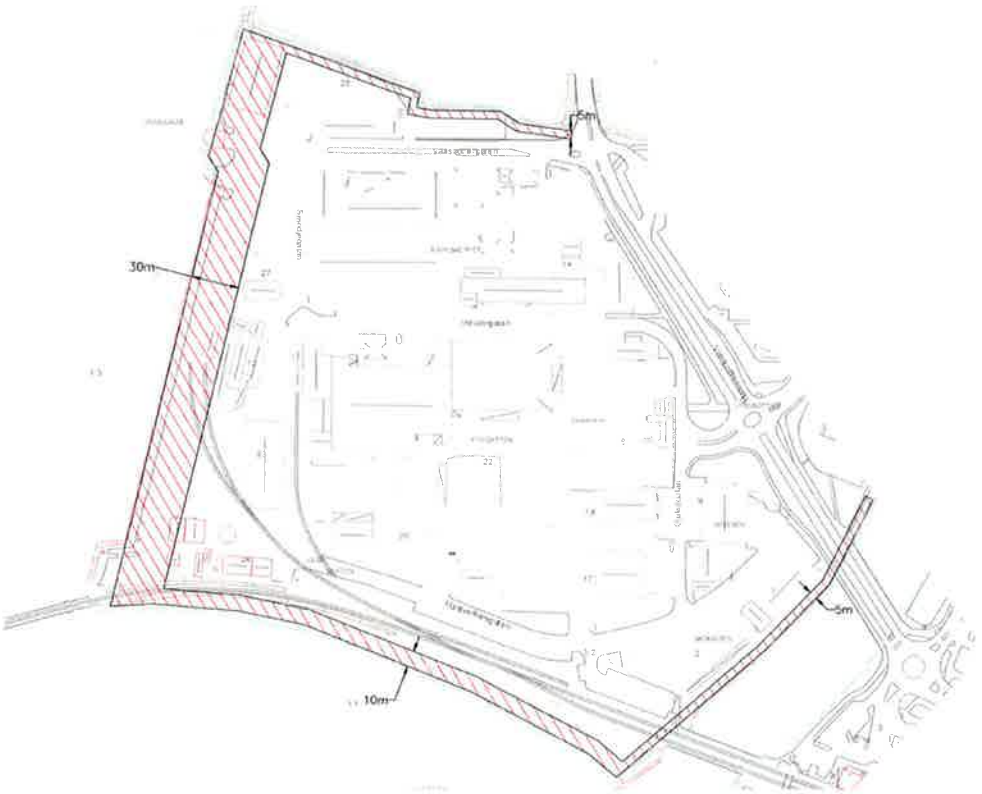


Bild 10 – Marken inom streckat område uppfyller inte erforderlig säkerhetsfaktor avseende stabilitet. Bredden på det streckade området anges från släntkrön in mot landområdet.

Den geotekniska totalstabiliteten i området klarar erforderliga säkerhetsfaktorer för planerade förhållanden om byggnader och väger uppförs enligt gestaltningsförslag daterat 2021-11-26 samt att restriktioner under kapitel 11 följs.

10 Radon

Radonmätning har utförts med mätinstrumentet *Marcus 10* i sex undersökningspunkter. Mätningen har syftat till att kontrollera radonhalten i markluft och därmed ge förutsättningar för att projektera erforderligt radonskydd för planerade byggnader.

Vid nybyggnation kopplas markradonklassningen samman med krav på byggnad, framför allt utförandet av grundkonstruktion och rör- och kabelgenomföringar.

Gränsvärden för klassificering av radonhalt i jordluft framgår av tabell 10.1 och resultat från undersökningen redovisas i tabell 10.2.

Tabell 10.1 Riktlinjer för radonhalt i mark enligt byggforskningsrådet BFR Rapport R85:1988.

Klassning	Radonhalt i markluft [kBq/m3]
Lågradonmark	<10
Normalradonmark	10-50
Högradonmark	>50

Tabell 10.2 Uppmätta radonvärden

Undersökningspunkt	*Mätvärde [kBq/m³]*	*Klassning*
21SW02	14,5	Normalradonmark
21SW03	12,0	Normalradonmark
21SW05	3,0	Lågradonmark
21SW07	50,7	Högradonmark
21SW08	9,3	Lågradonmark
21SW09	16,2	Normalradonmark

I området har mätvärden mellan 3,0 och 50,7 kBq/m³ uppmätts med ett medelvärde om 17,6 kBq/m³ och standardavvikelse 16,9 kBq/m³.

Radonhalten inom området varierar och marken klassas som låg- till högradonmark.

11 Planrestriktioner och rekommendationer

11.1 Grundläggning

För grundläggning av byggnader krävs djupgrundläggning med spetsburna pålar till följd av sättningsproblematiken samt på grund av skredrisk inom områden närmast slänterna. Mindre konstruktioner som leder till ett grundtryck på maximalt 5 kPa och som inte är känslig för differenssättning kan grundläggas ytligt.

Pålningen ger upphov till jordundanträngning och påverkar befintliga pålar. En noggrann planering av pålslagningen med kontroll av rörelser fordras för att inte få skador på befintlig pålning. Eventuellt kan augerborrning fordras för vissa pålar eller övergång till borrade pålar.

I samband med tekniskt samråd inför byggstarten skall det värderas huruvida krav skall ställas på entreprenören och dennes projektör att redovisa projektspecifik pålningsordningsplan som beskriver i vilken ordning pålarna skall installeras, för att på så vis undvika menlig påverkan på omgivande byggnader, anläggningar och 3:e man. I detta sammanhang skall också värderas om grundläggningsarbetena för byggnaden tillhör och skall utföras med hänsyn till krav enligt Geoteknisk Kategori 3 (GK3). GK3-granskning innebär oberoende granskning av kontrollplaner för aktuella geokonstruktioner och av utförandet med hänsyn till omgivningspåverkan och påverkan på 3:e man.

Inom området finns stora jorddjup med mäktiga lerlager. Leran bedöms som normalkonsoliderad och delvis något underkonsoliderad på grund av tidigare uppfyllningar. All tillförd last kommer att ge långtidssättningar i lerlagren.

Det rekommenderas att uppfyllningen av området ges liggtid på ca 0,5 – 1 år så att huvuddelen av sättningarna i sand- och siltlager samt torvlagret hinner ske innan pålning.

Nedgrävt garage är att föredra vid grundläggning av husen ur ett geotekniskt perspektiv för att förbättra totalstabiliteten inom området och undvika sättningar på grund av påförd last i form av markuppfyllning.

11.2 Stabilitet

För att undvika stabilitetsproblem (skredrisk) och uppfylla erforderliga säkerhetsfaktorer för slänterna ska det inte ske någon extra belastning av marken närmast slänterna. Uppförande av byggnader utan djupgrundläggning och markuppfyllning utan lastkompensation leder till extra belastning av marken. Utsträckning på område där det inte ska belastas framgår av bild 11.

Vid behov av byggnation eller markuppfyllning inom det streckade området krävs kompletterande geoteknisk utredning för att ta fram tekniska lösningar som gör det möjligt att bygga inom området.

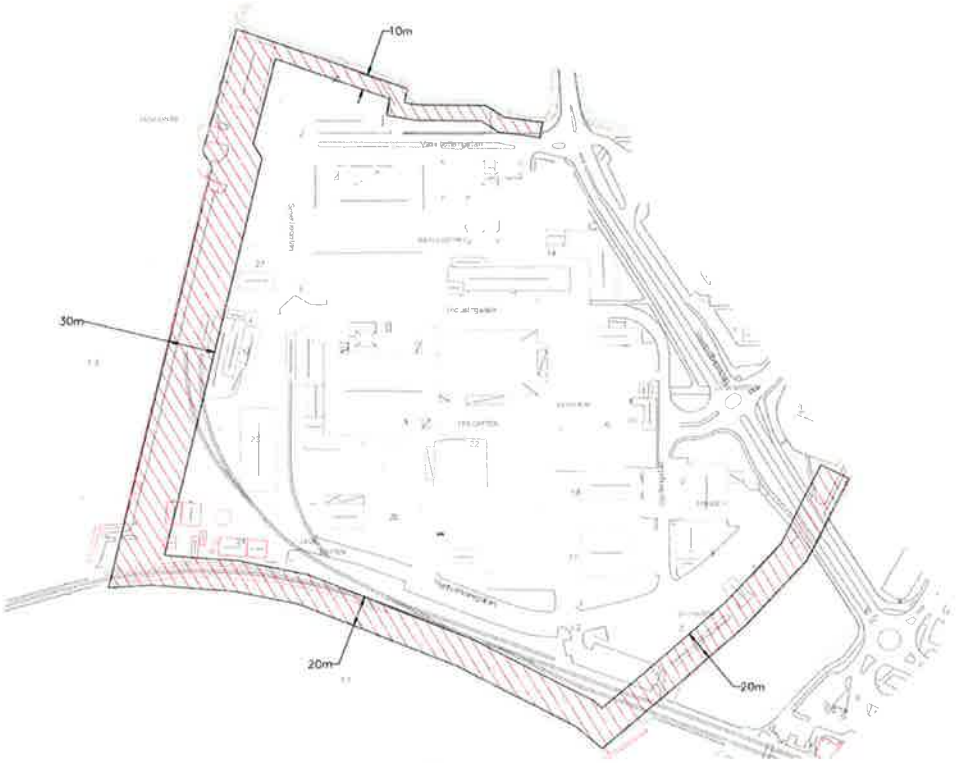


Bild 11 – Marken inom streckat område visar mark som inte får belastas. Bredden på det streckade området anges från släntkrön in mot landområdet.

11.3 Mark och gatunivåer

Vid en marknivå högre än +47,2 krävs kompletterande stabilitetsberäkningar.

11.4 Radon

Radonmätning ska utföras separat för varje byggnad på grund av varierande radonhalter inom området.

12 Övrigt

Kompletterande geoteknisk undersökning erfordras i projekteringsskedet.

Lokal schakt under byggskedet behöver detaljprojekteras med hänsyn till släntlutningar, grundvatten och andra stabilitetsproblem.

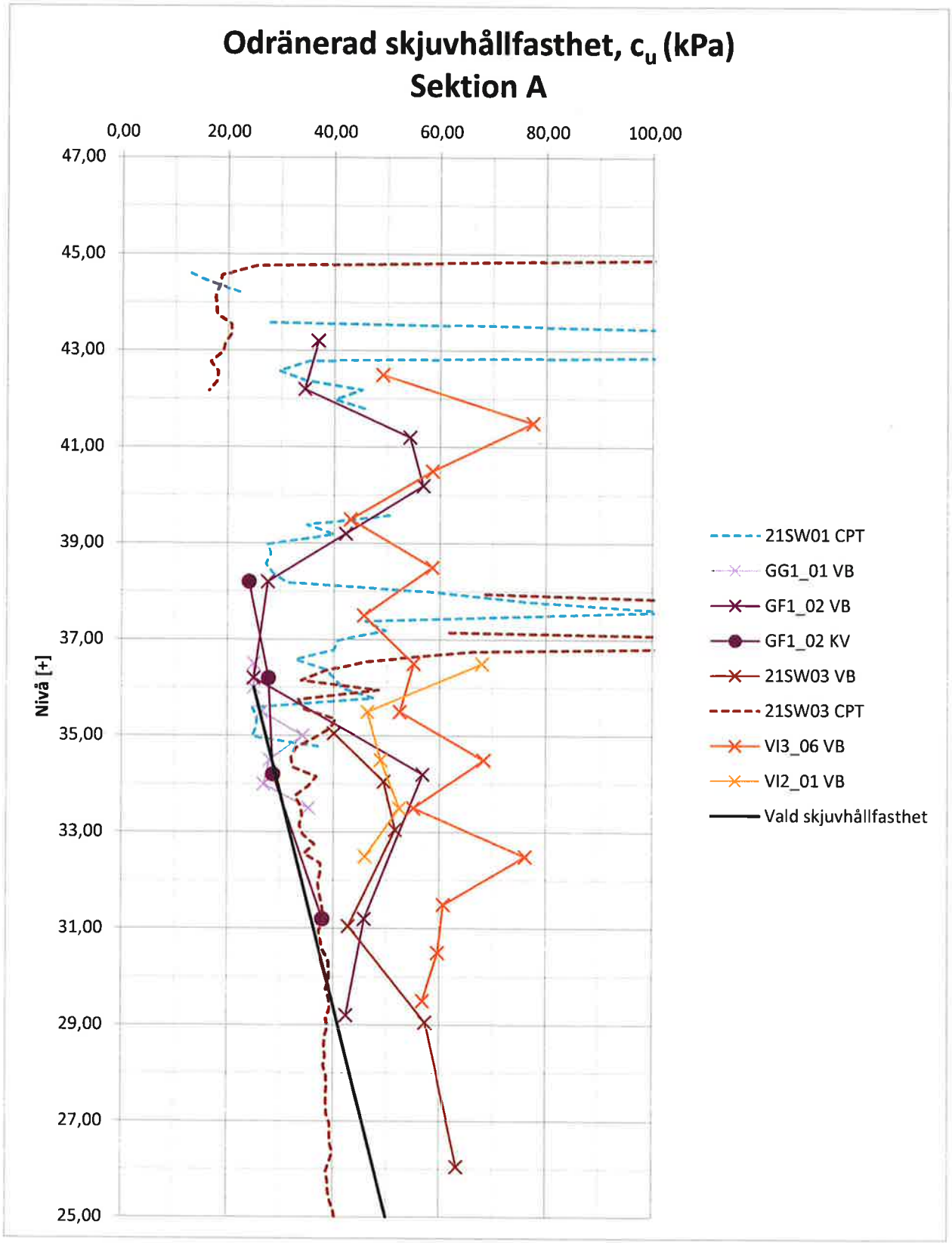
Karlstad 2022-03-08
Sweco Sverige AB
Karlstadskontoret - Geoteknik

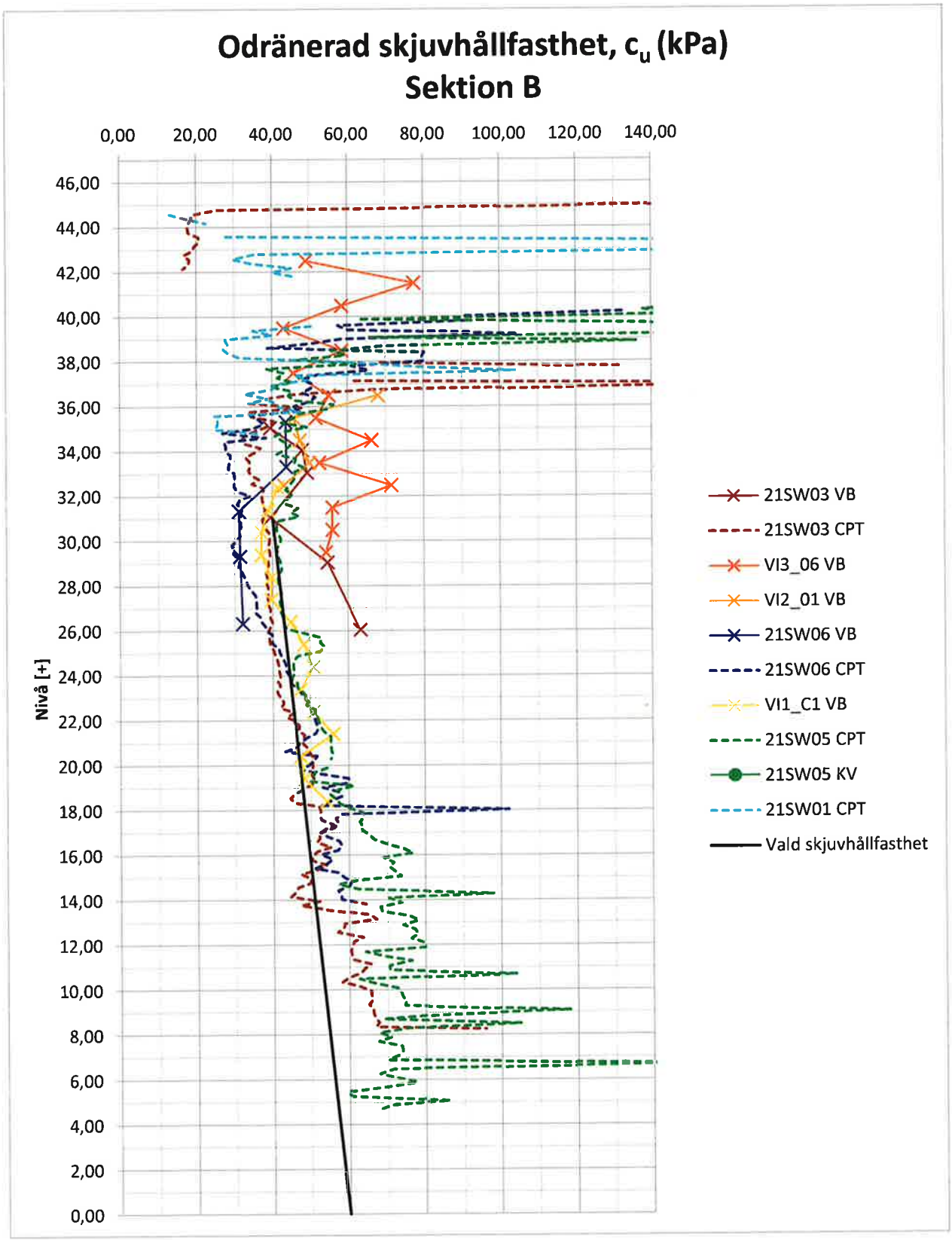
Farhad Safdari
Handläggare

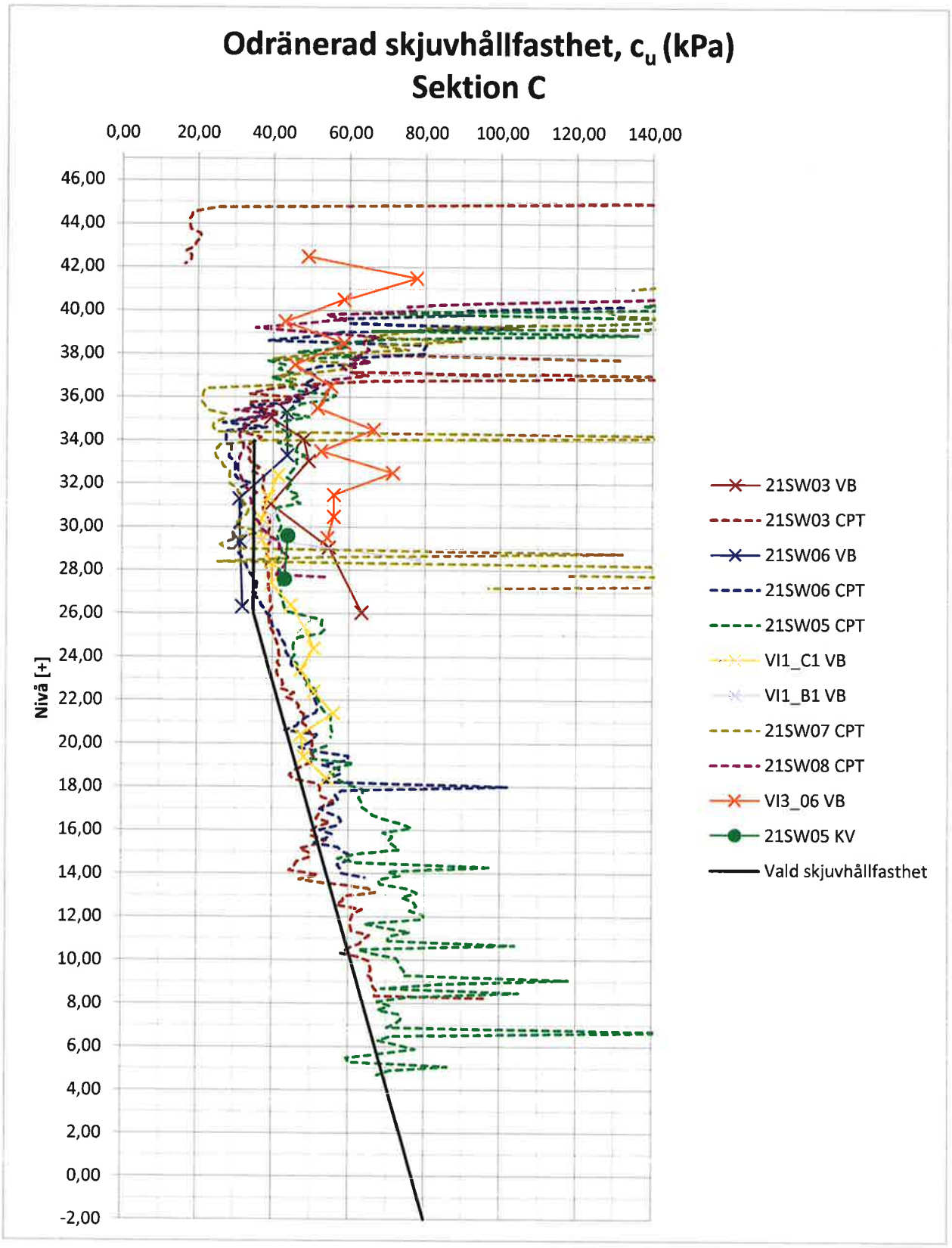
Björn Hedberg
Björn Hedberg (8 Mar 2022 14:41 GMT+1)
Björn Hedberg
Granskning

repo002.docx 2013-06-14

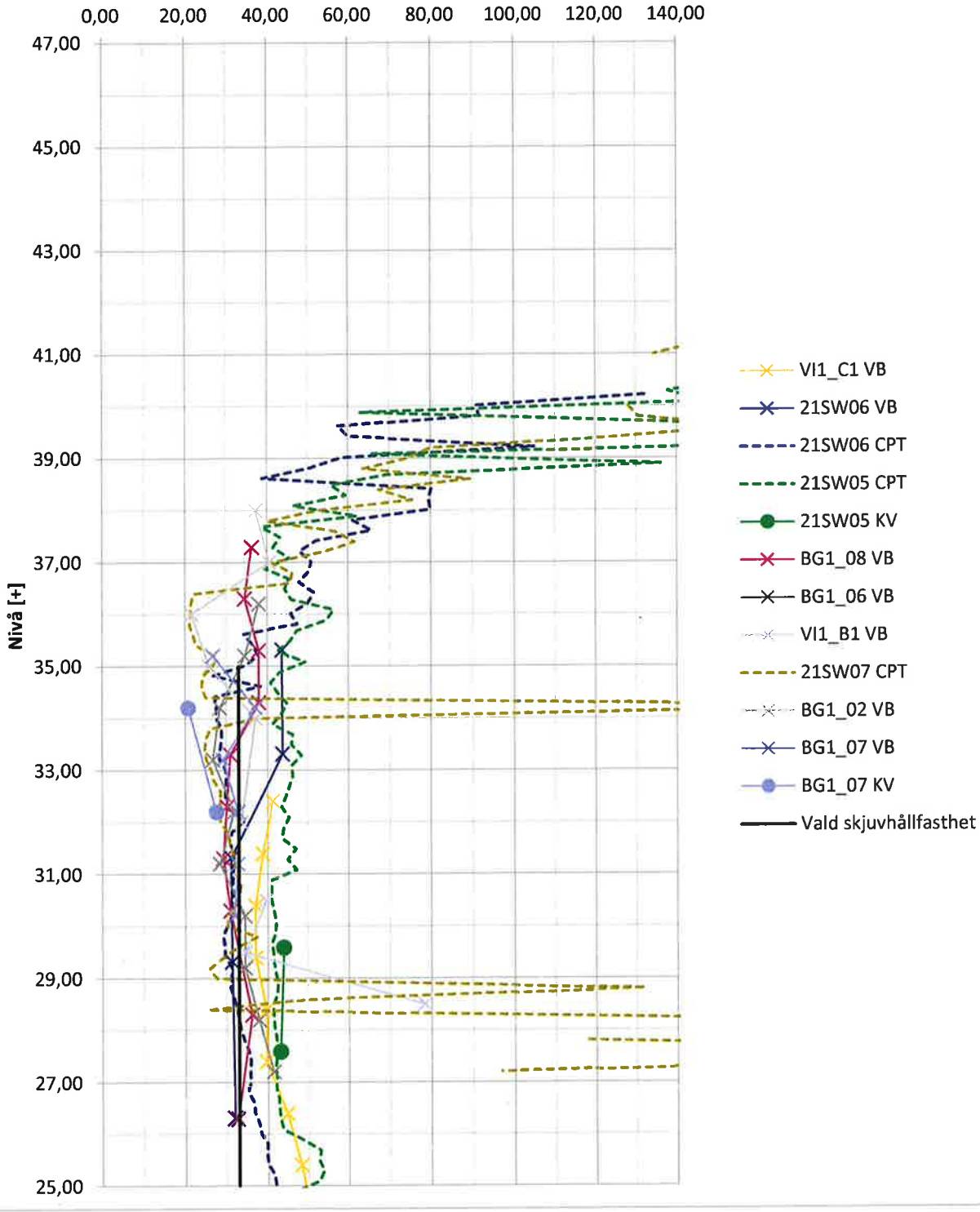
Bilaga 1

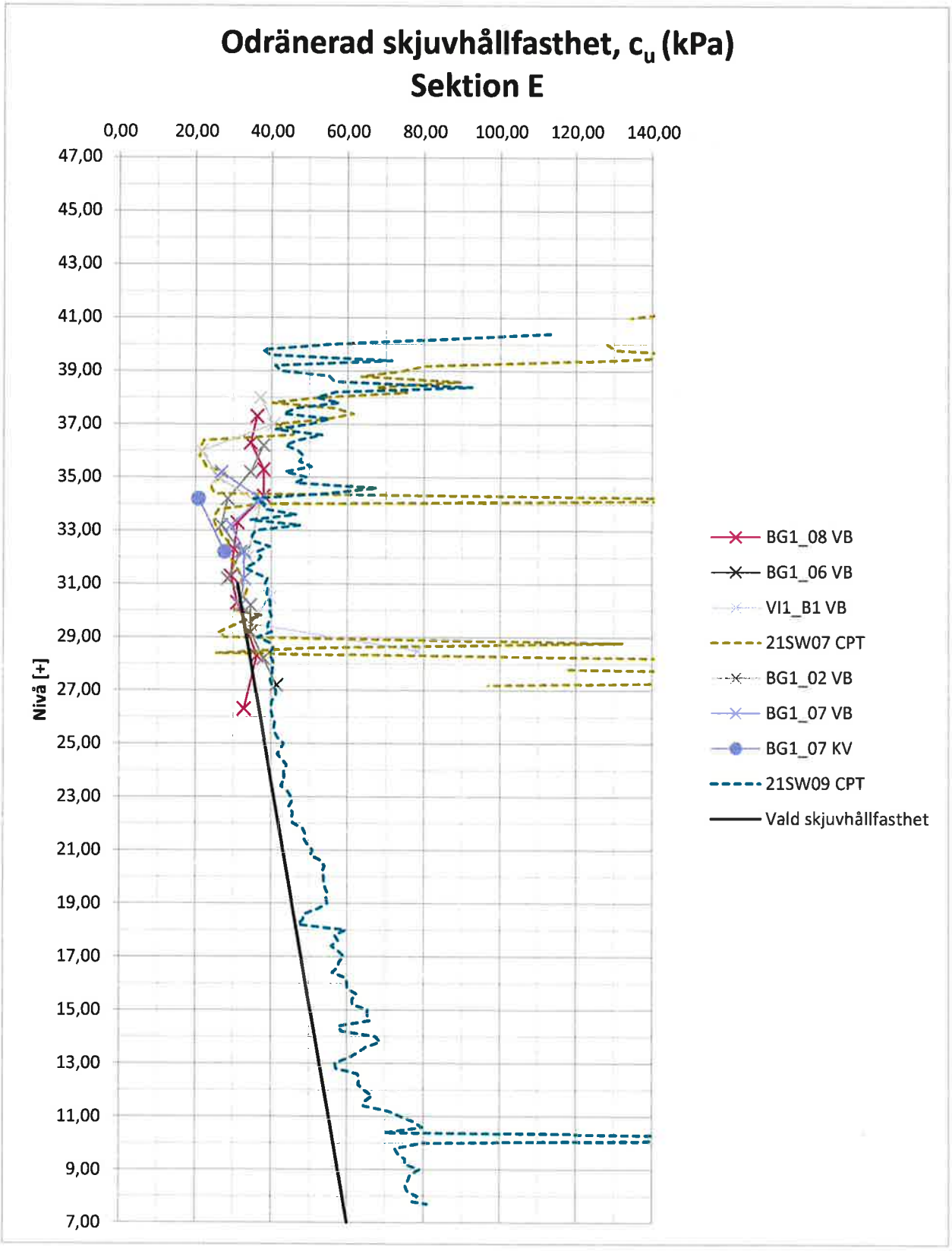

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion A
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
47,00
45,00
43,00
41,00
39,00
37,00
35,00
33,00
31,00
29,00
27,00
25,00
Nivå [+]
21SW01 CPT
GG1_01 VB
GF1_02 VB
GF1_02 KV
21SW03 VB
21SW03 CPT
VI3_06 VB
VI2_01 VB
Vald skjuvhållfasthet


Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion B
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
120,00
140,00
46,00
44,00
42,00
40,00
38,00
36,00
34,00
32,00
30,00
28,00
26,00
24,00
22,00
20,00
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
Nivå [+]
21SW03 VB
21SW03 CPT
VI3_06 VB
VI2_01 VB
21SW06 VB
21SW06 CPT
VI1_C1 VB
21SW05 CPT
21SW05 KV
21SW01 CPT
Vald skjuvhållfasthet

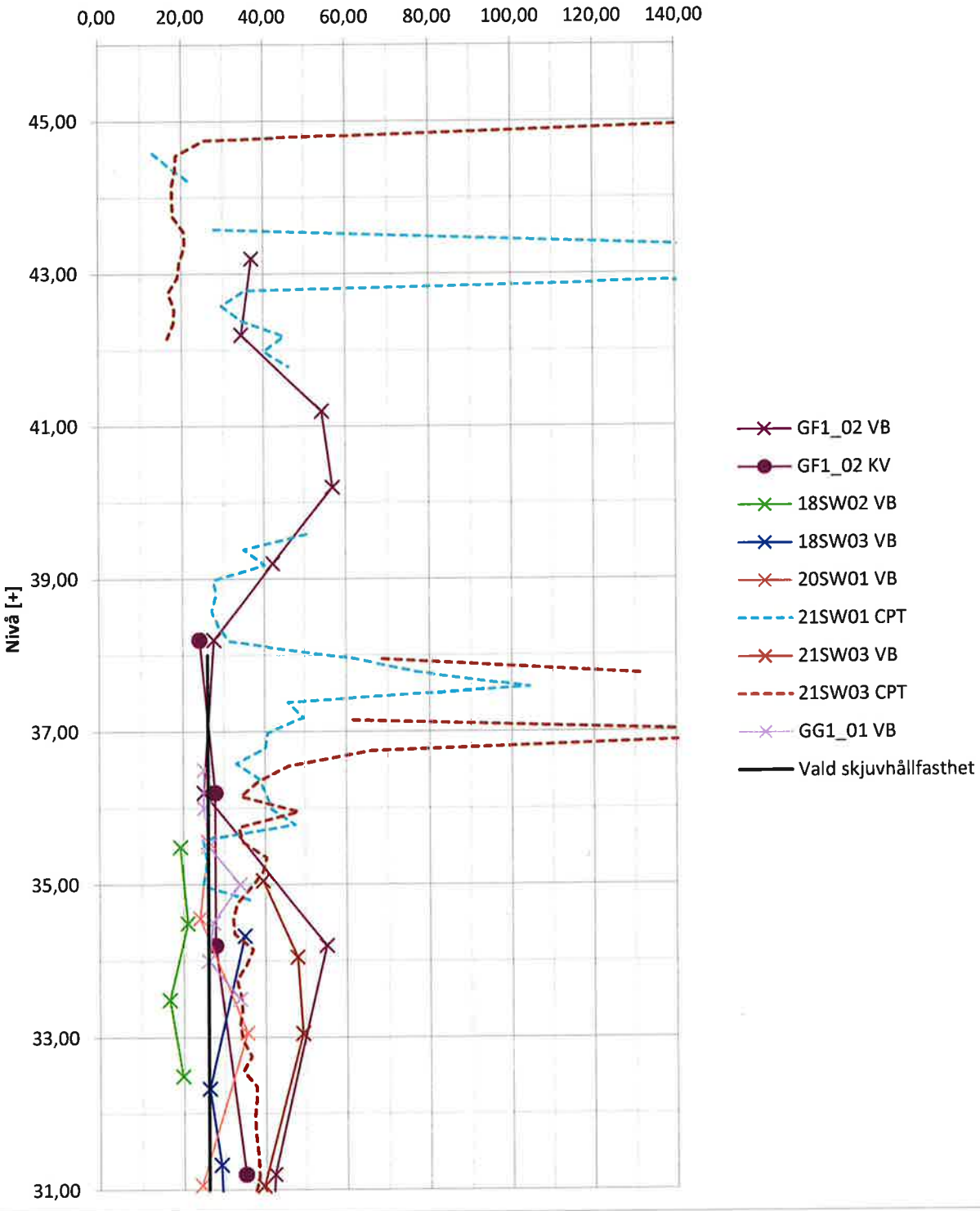

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion C
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
120,00
140,00
46,00
44,00
42,00
40,00
38,00
36,00
34,00
32,00
30,00
28,00
26,00
24,00
22,00
20,00
18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00
-2,00
Nivå [+]
21SW03 VB
21SW03 CPT
21SW06 VB
21SW06 CPT
21SW05 CPT
VI1_C1 VB
VI1_B1 VB
21SW07 CPT
21SW08 CPT
VI3_06 VB
21SW05 KV
Vald skjuvhållfasthet

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion D




Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion E
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
120,00
140,00
47,00
45,00
43,00
41,00
39,00
37,00
35,00
33,00
31,00
29,00
27,00
25,00
23,00
21,00
19,00
17,00
15,00
13,00
11,00
9,00
7,00
Nivå [+]
BG1_08 VB
BG1_06 VB
VI1_B1 VB
21SW07 CPT
BG1_02 VB
BG1_07 VB
BG1_07 KV
21SW09 CPT
Vald skjuvhållfasthet

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion F



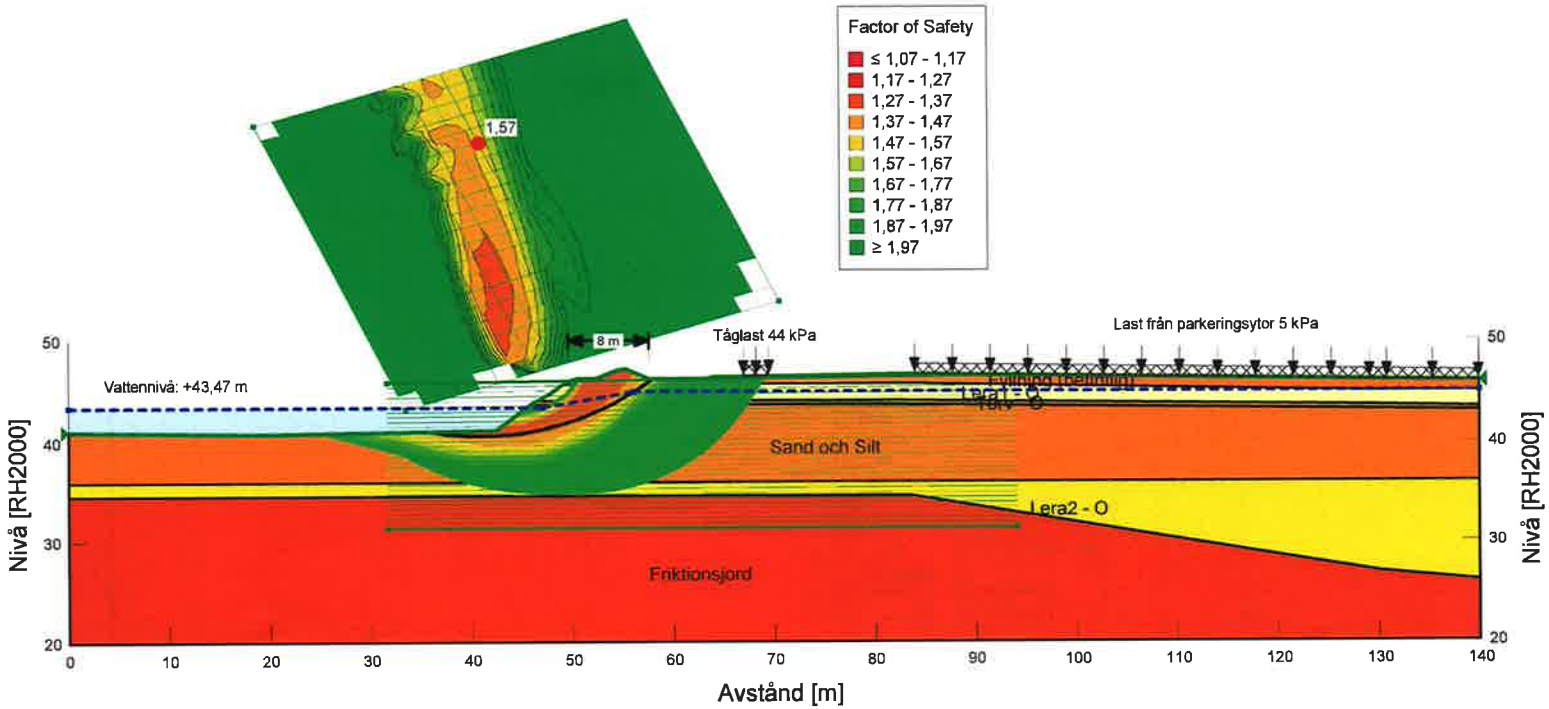
Bilaga 2

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2022-01-21; 10:33:20

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	25	2,3	50						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1
	Torv - O	Undrained (Phi=0)	12				10					1

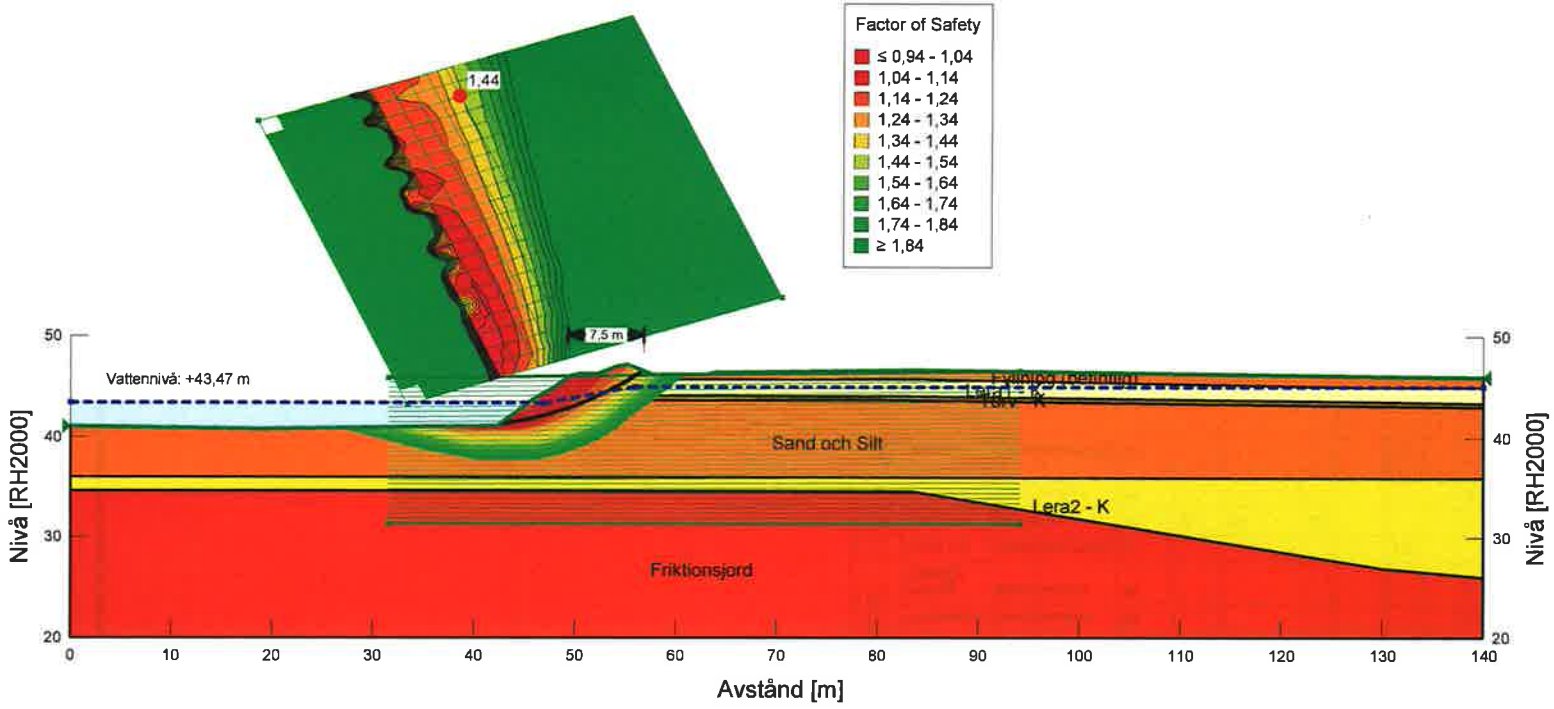


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyp: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2022-01-21; 10:33:20

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0,23	25	2,3	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1
	Torv - K	Combined, S=f(depth)	12		28	1	0	10	0	0,1			1

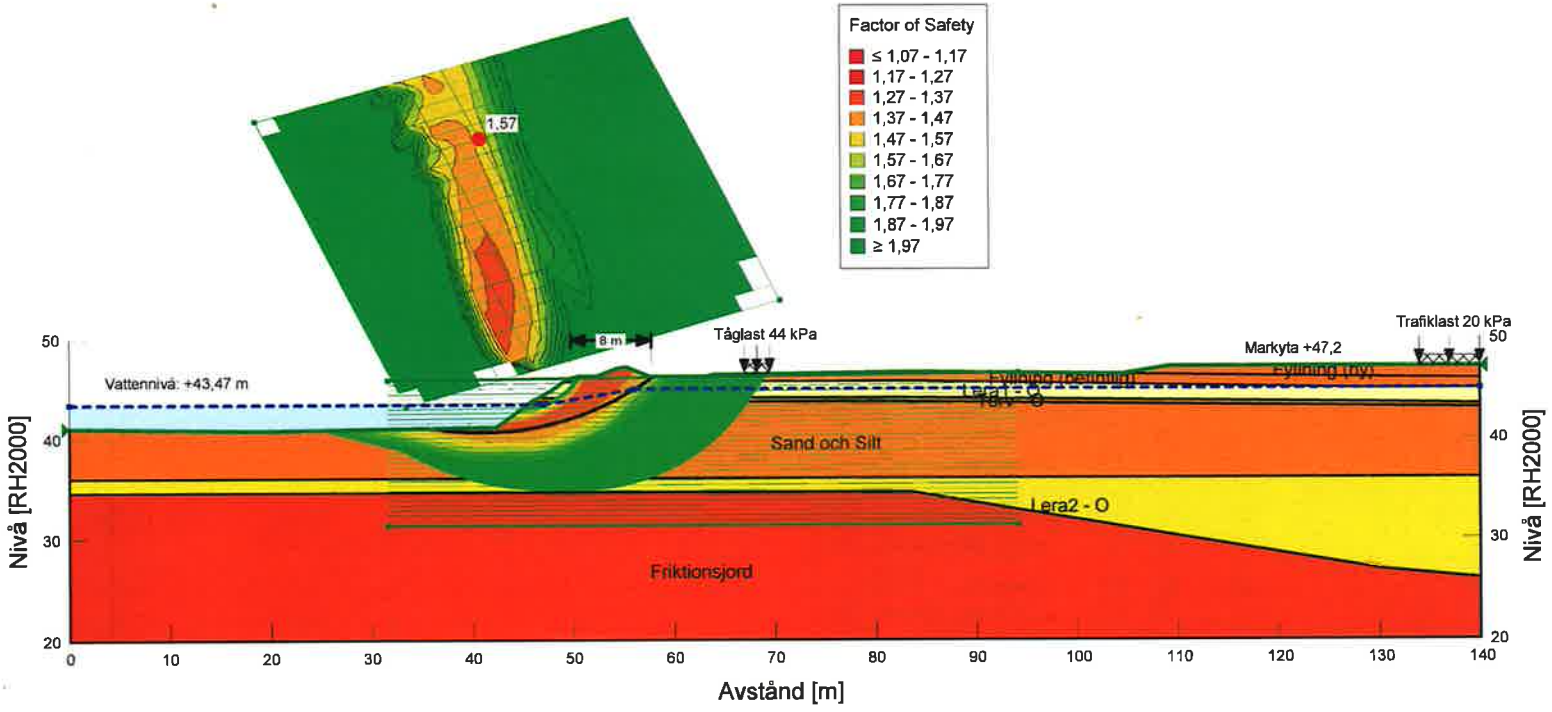


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2022-01-21; 10:33:20

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	25	2,3	50						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1
	Torv - O	Undrained (Phi=0)	12				10					1

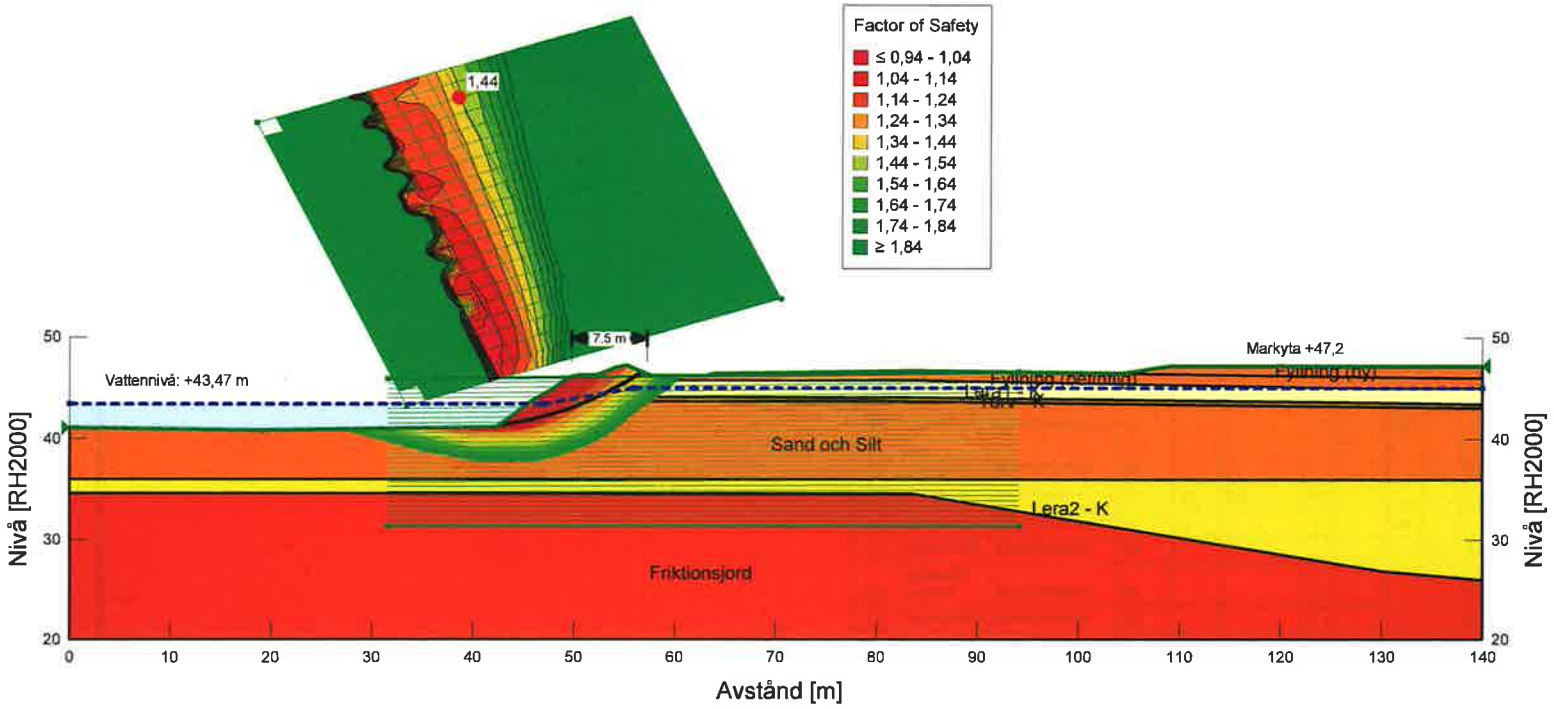


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyp: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2022-01-21 10:33:20

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0,23	25	2,3	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1
	Torv - K	Combined, S=f(depth)	12		28	1	0	10	0	0,1			1

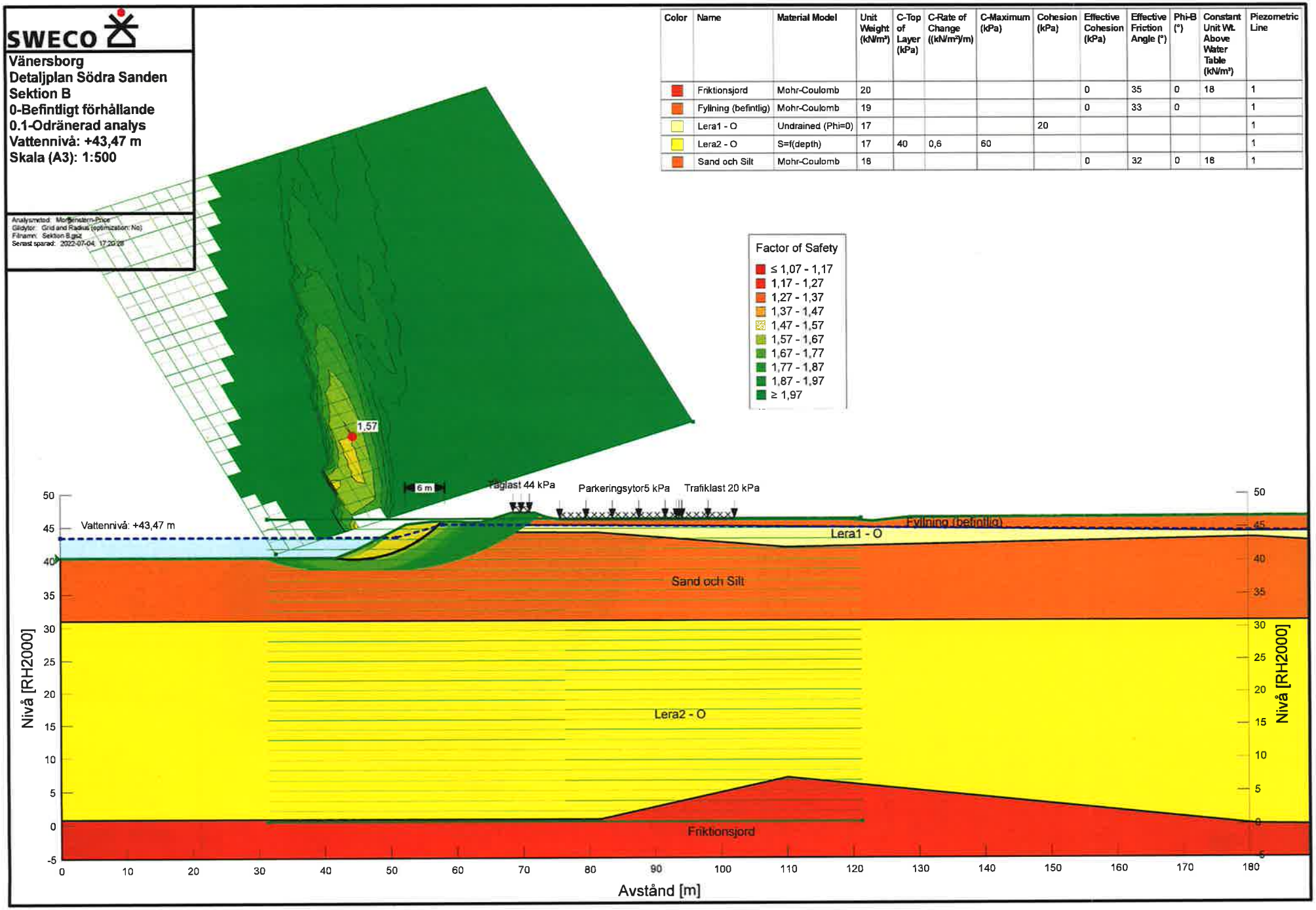


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2022-07-04, 17:29:28

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	40	0,6	60						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1



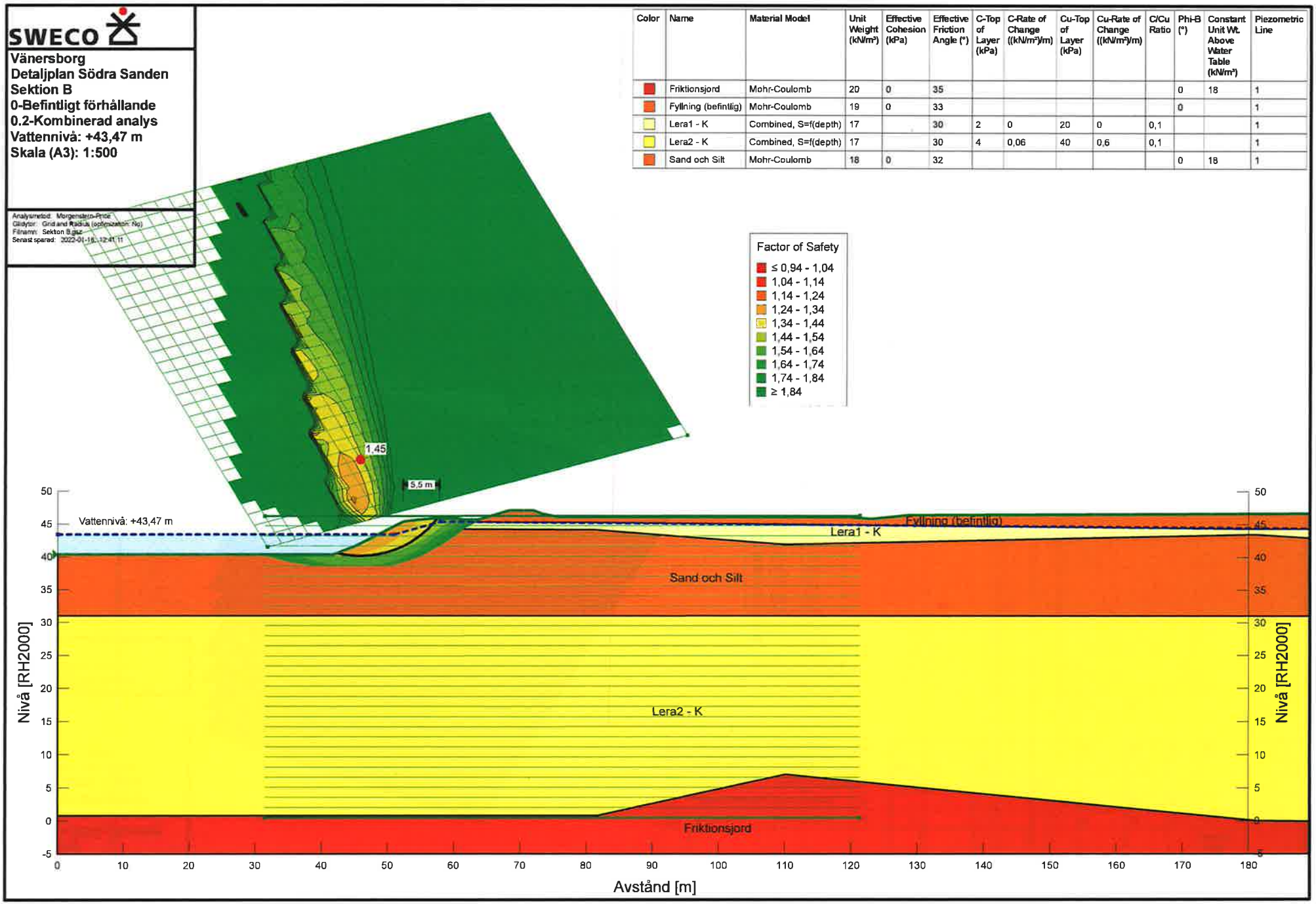
\\Sevant\001\projekt\21312300305\2000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Berakningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion B.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2022-01-18, 12:41:11

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	4	0,06	40	0,6	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1



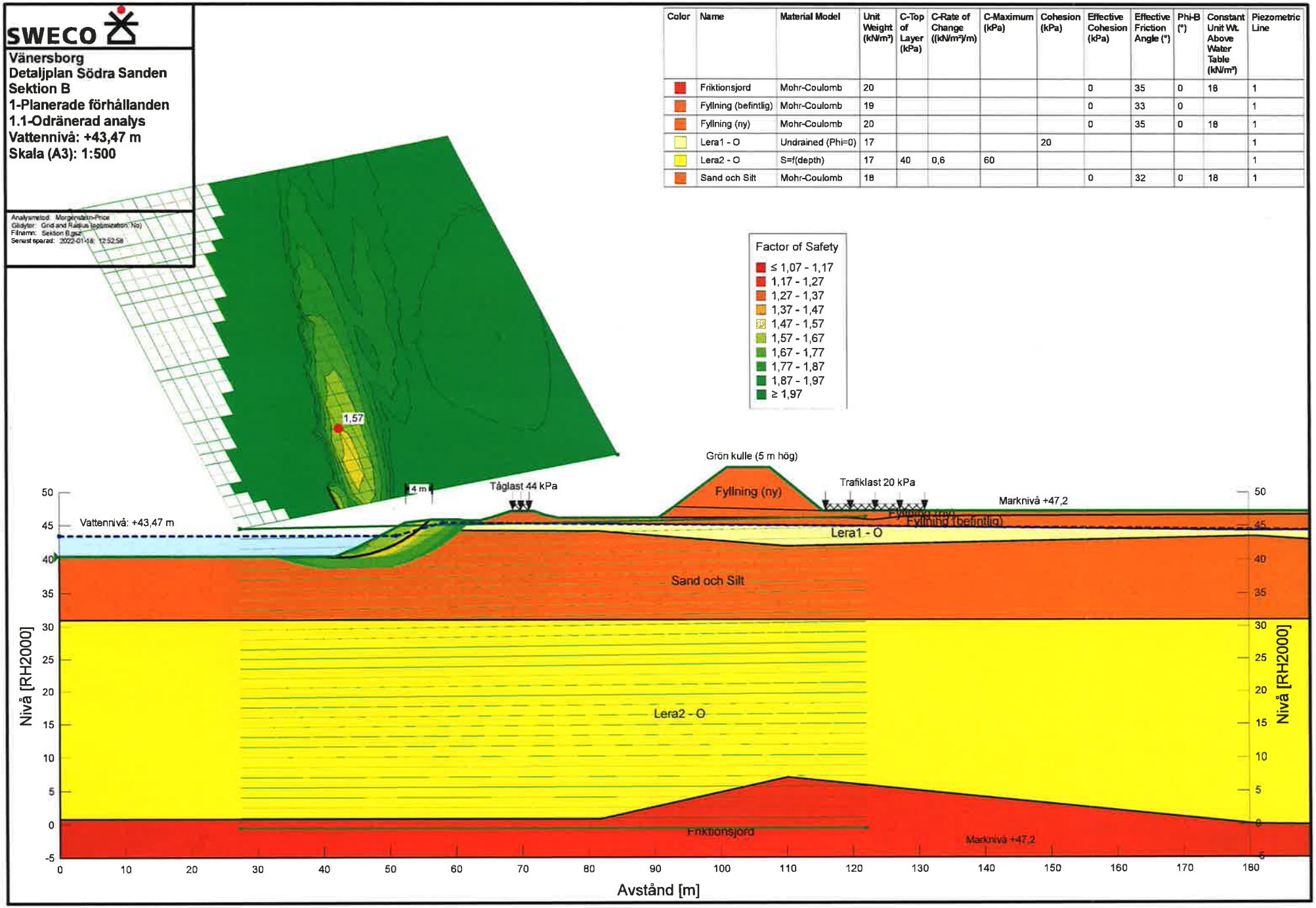
\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion B.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius Ipoptimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2022-01-18 12:52:58

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	40	0,6	60						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1



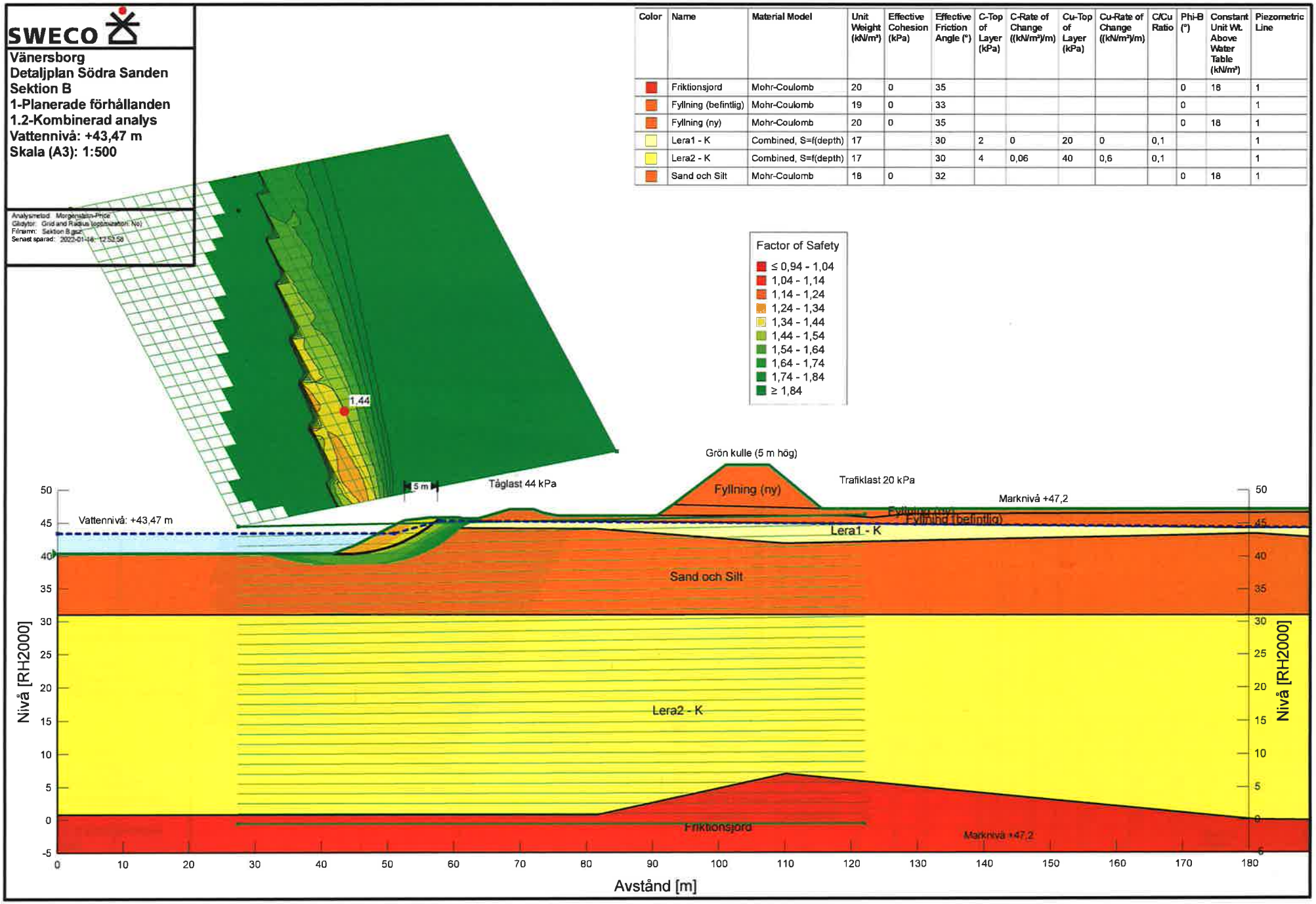
\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion B.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2022-01-14 12:53:58

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	4	0,06	40	0,6	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1



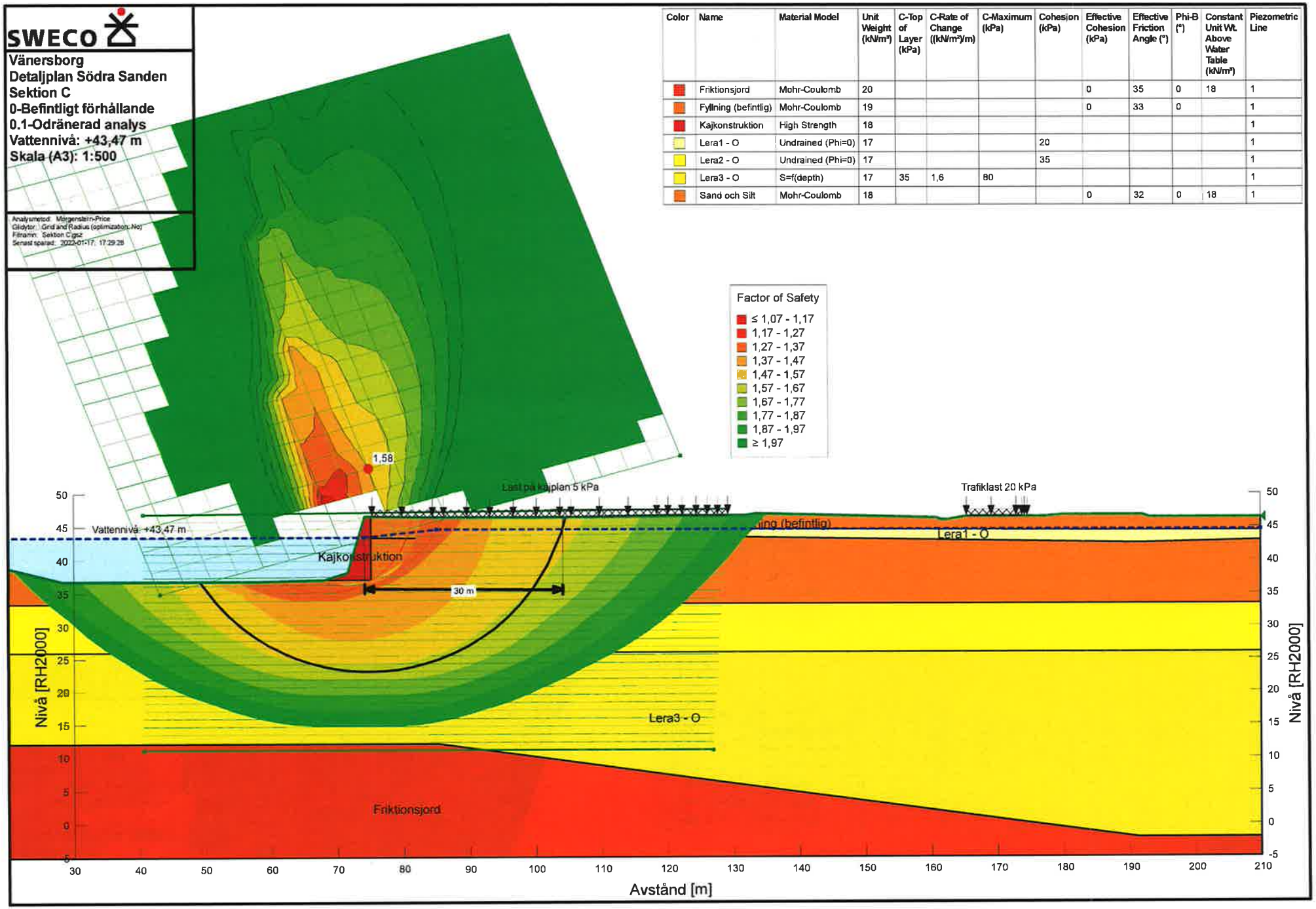
\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Berakningar\Stabilitet\2022-07-04_Kompletterings\Sektion B.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2022-07-17, 17:29:28

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Kajkonstruktion	High Strength	18									1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	Undrained (Phi=0)	17				35					1
	Lera3 - O	S=f(depth)	17	35	1,6	80						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1

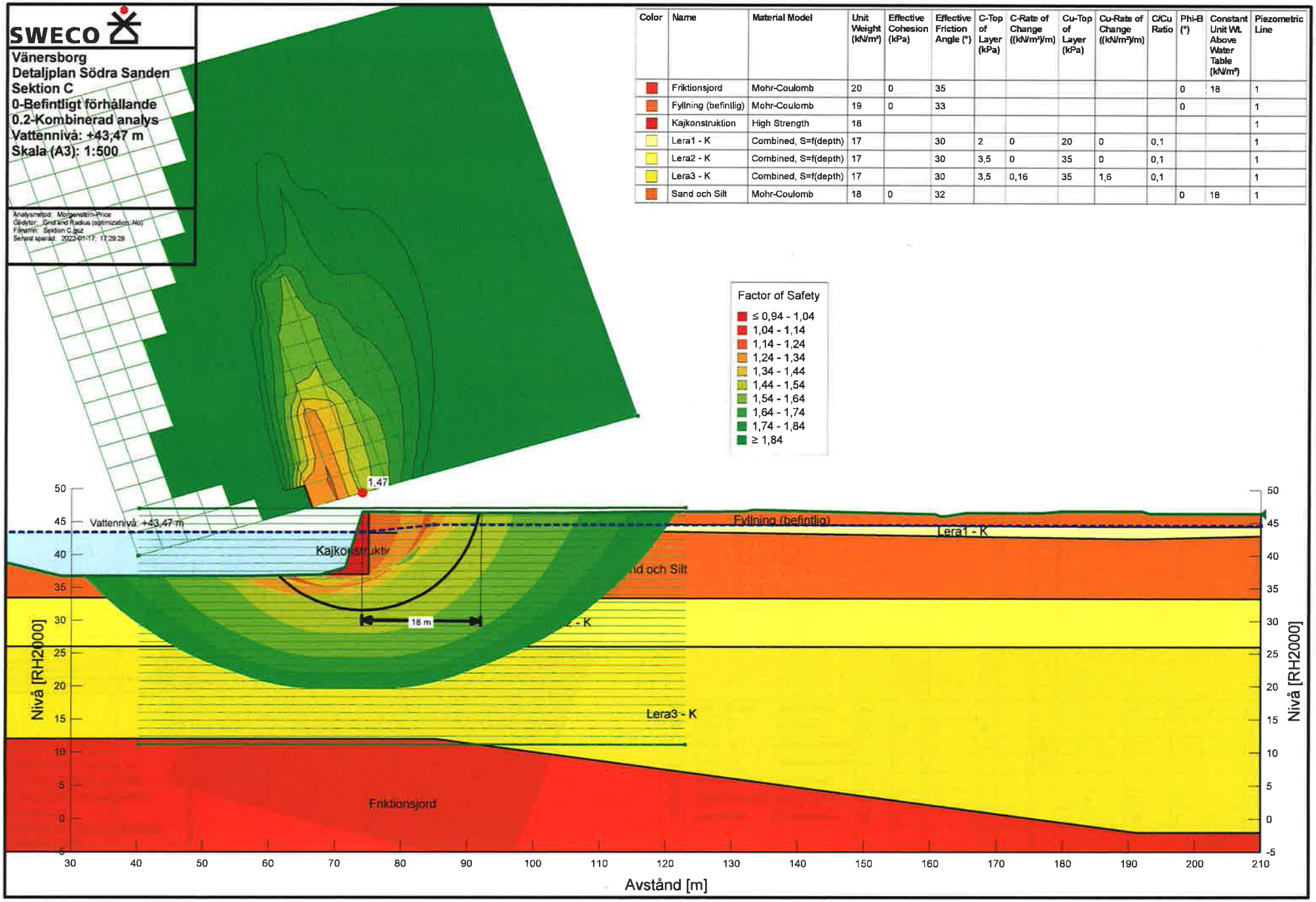


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyp: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2022-01-17, 17:29:28

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Kajkonstruktion	High Strength	18										1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,5	0	35	0	0,1			1
	Lera3 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,5	0,16	35	1,6	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1



\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion C.gsz

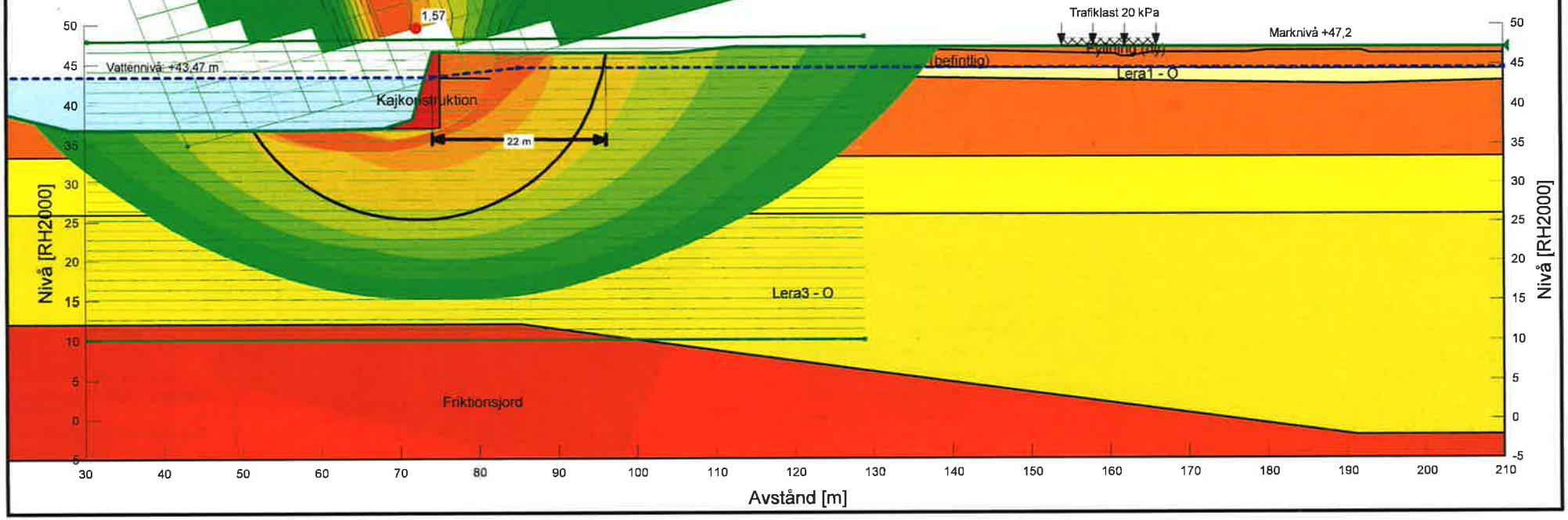
SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
1-Planderade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyp: Grid and Radius (optimization, Nc)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2022-01-17, 17:34:44

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Kajkonstruktion	High Strength	18									1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	Undrained (Phi=0)	17				35					1
	Lera3 - O	S=f(depth)	17	35	1,6	80						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1

Factor of Safety
- ≤ 1,07 - 1,17
- 1,17 - 1,27
- 1,27 - 1,37
- 1,37 - 1,47
- 1,47 - 1,57
- 1,57 - 1,67
- 1,67 - 1,77
- 1,77 - 1,87
- 1,87 - 1,97
- ≥ 1,97



\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Kompletterings\Sektion C.gsz

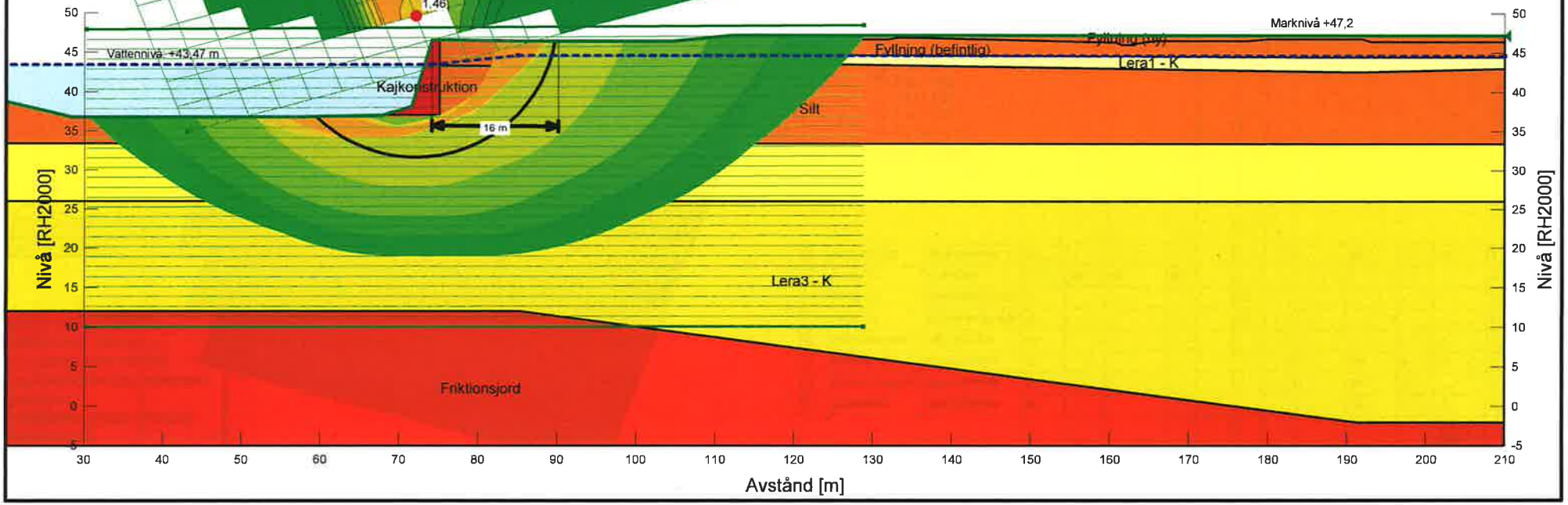
SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
1-Planderade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2022-07-17, 17:34:44

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Kajkonstruktion	High Strength	18										1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,5	0	35	0	0,1			1
	Lera3 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,5	0,16	35	1,6	0,1			1
	Sand och Sill	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1

Factor of Safety
- ≤ 0,94 - 1,04
- 1,04 - 1,14
- 1,14 - 1,24
- 1,24 - 1,34
- 1,34 - 1,44
- 1,44 - 1,54
- 1,54 - 1,64
- 1,64 - 1,74
- 1,74 - 1,84
- ≥ 1,84



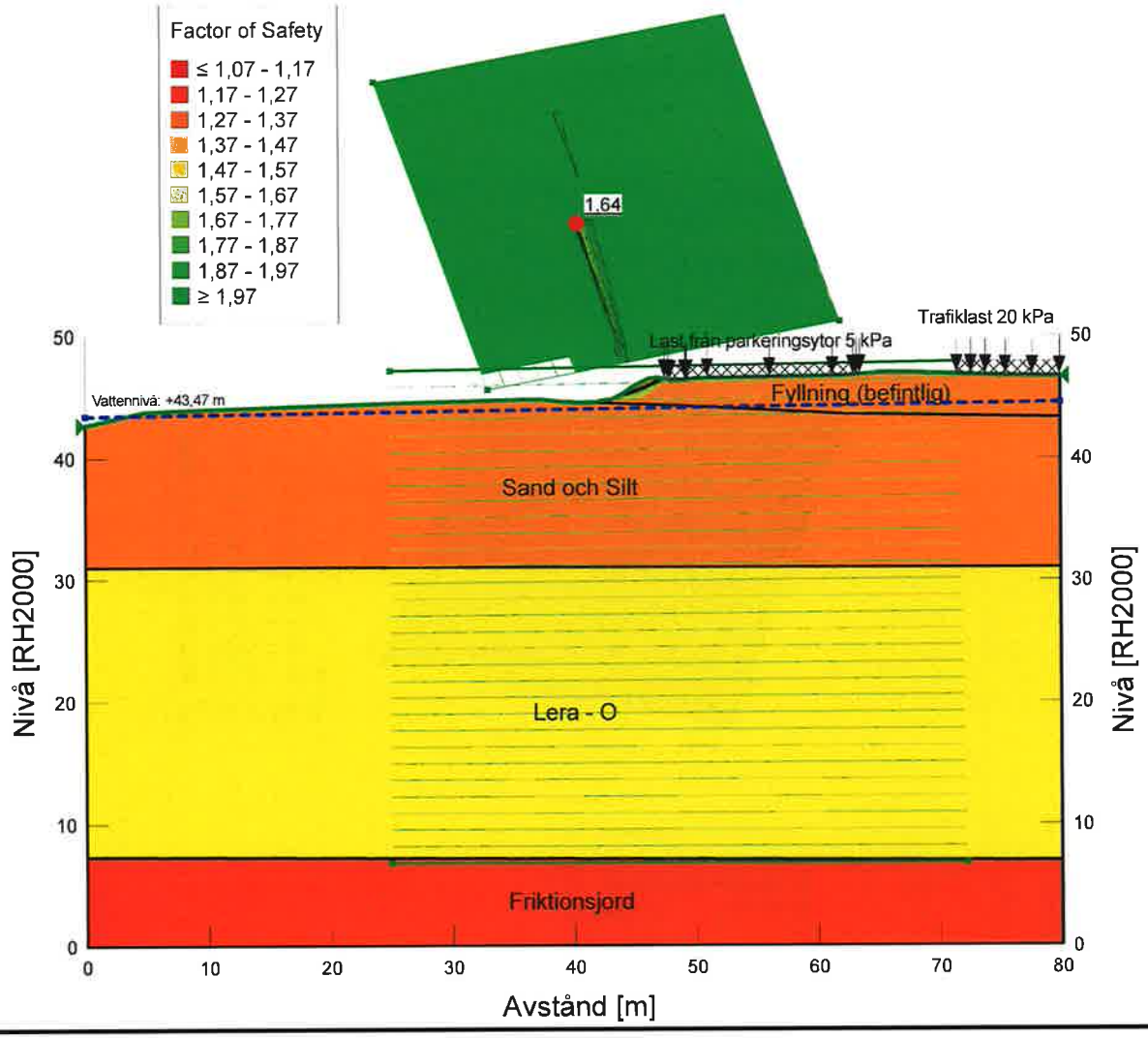
\\Sevants001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion C.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2022-01-18: 14:18:54

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20				0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19				0	33	0		1
	Lera - O	S=f(depth)	17	31	1,2	60					1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18				0	32	0	18	1

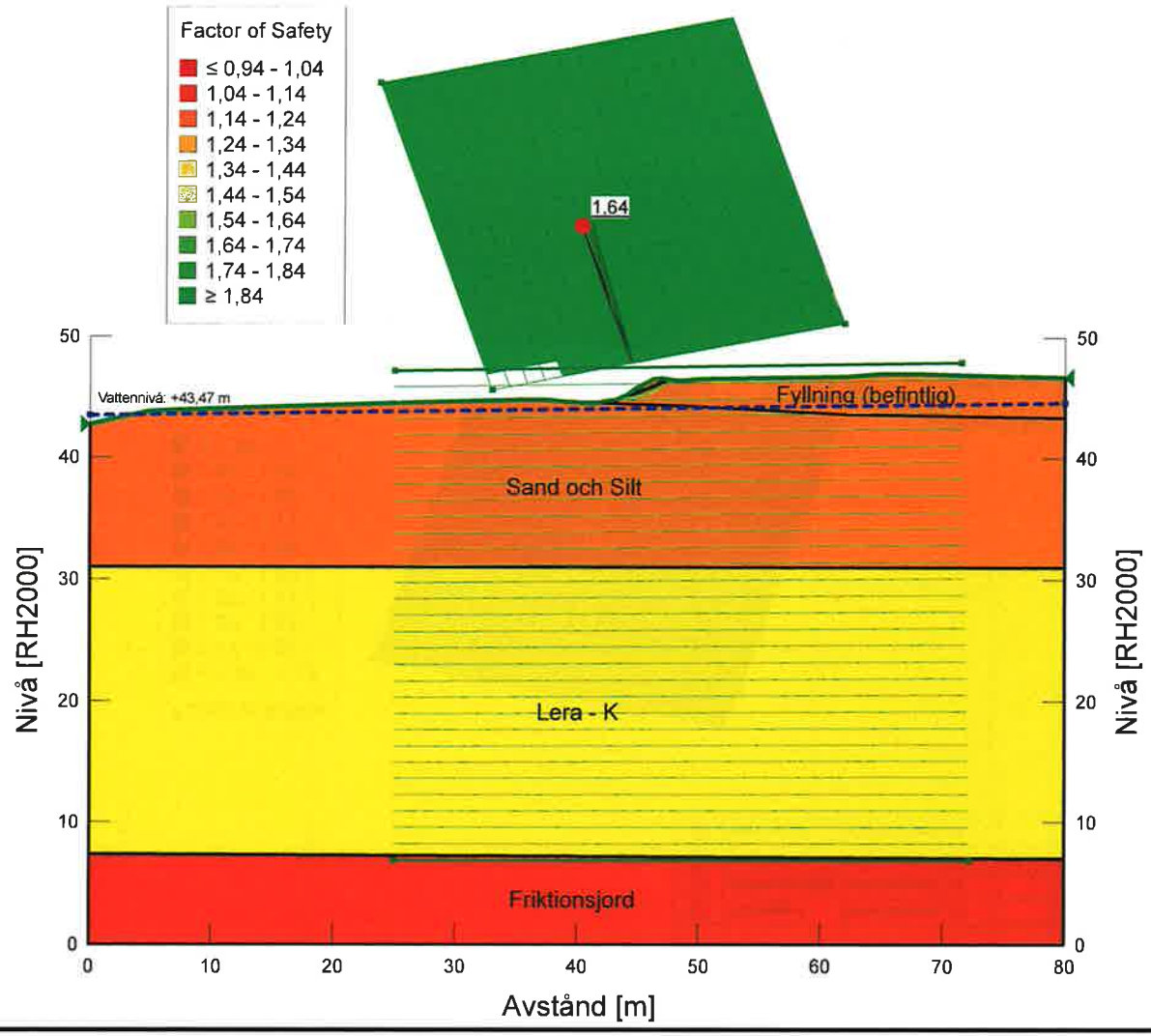


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2022-01-18; 14:18:54

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Lera - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,1	0,12	31	1,2	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1

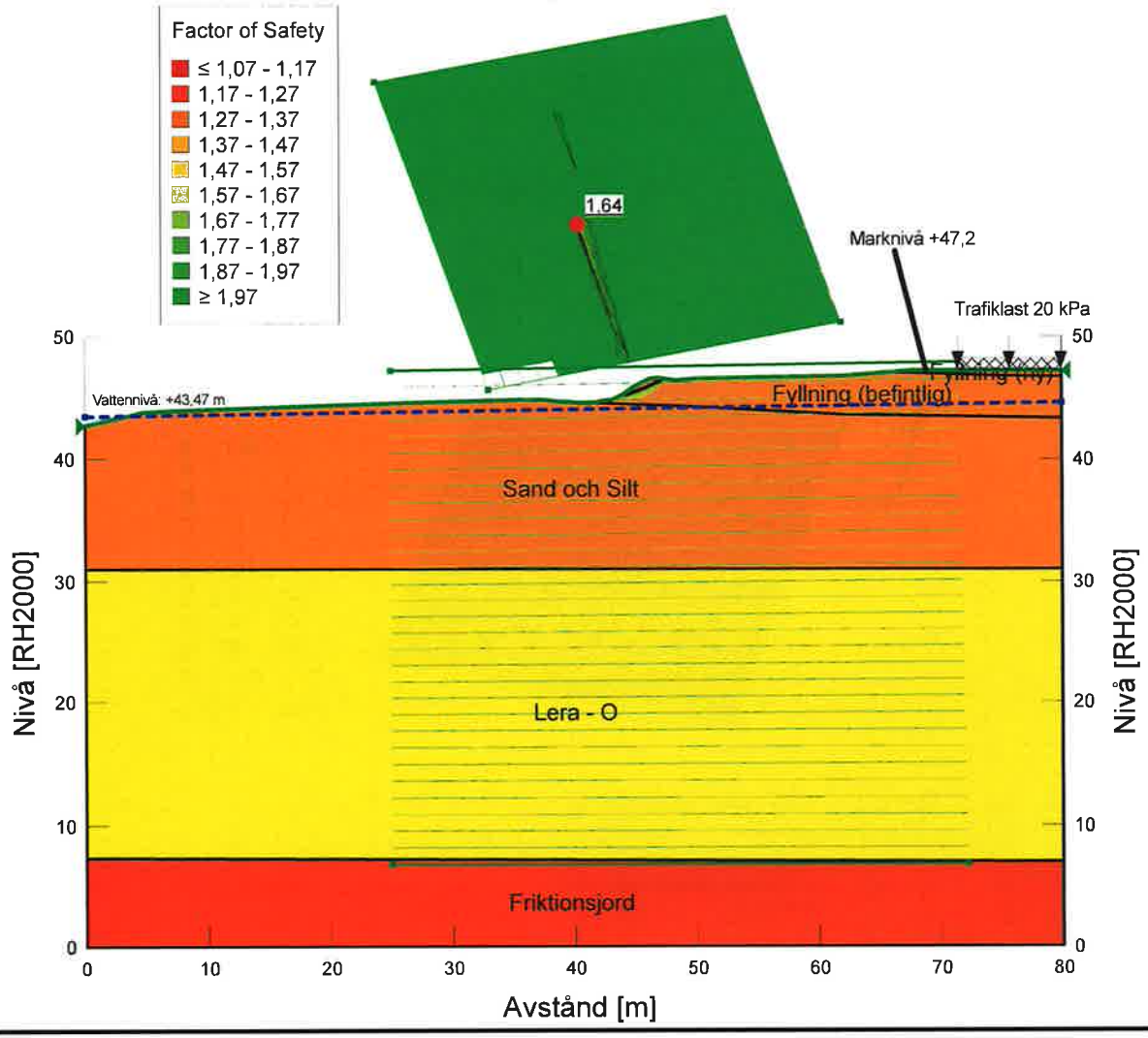


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2022-01-18: 14:18:54

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20				0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19				0	33	0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20				0	35	0	18	1
	Lera - O	S=f(depth)	17	31	1,2	60					1
	Sand och Sill	Mohr-Coulomb	18				0	32	0	18	1



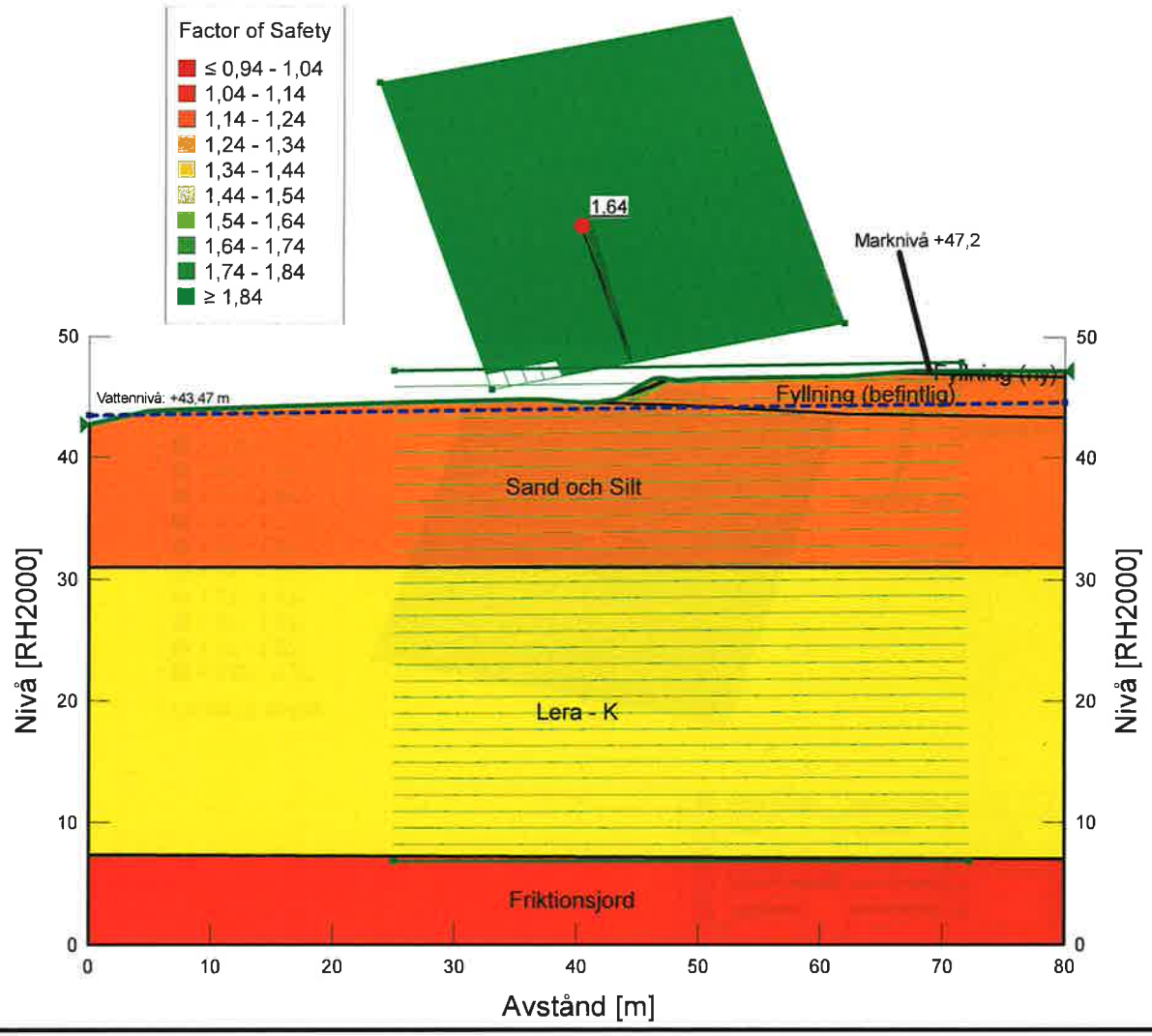
\\Sevanfs001\projekt\21312\30030552\000_Sanden_Utredningar_Skanska\10 Arbetsmtrl_dok\Geoteknik\09_Beräkningar\Stabilitet\2022-07-04_Komplettering\Sektion E.gsz

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2022-01-18: 14:18:54

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera - K	Combined, S=f(depth)	17		30	3,1	0,12	31	1,2	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1

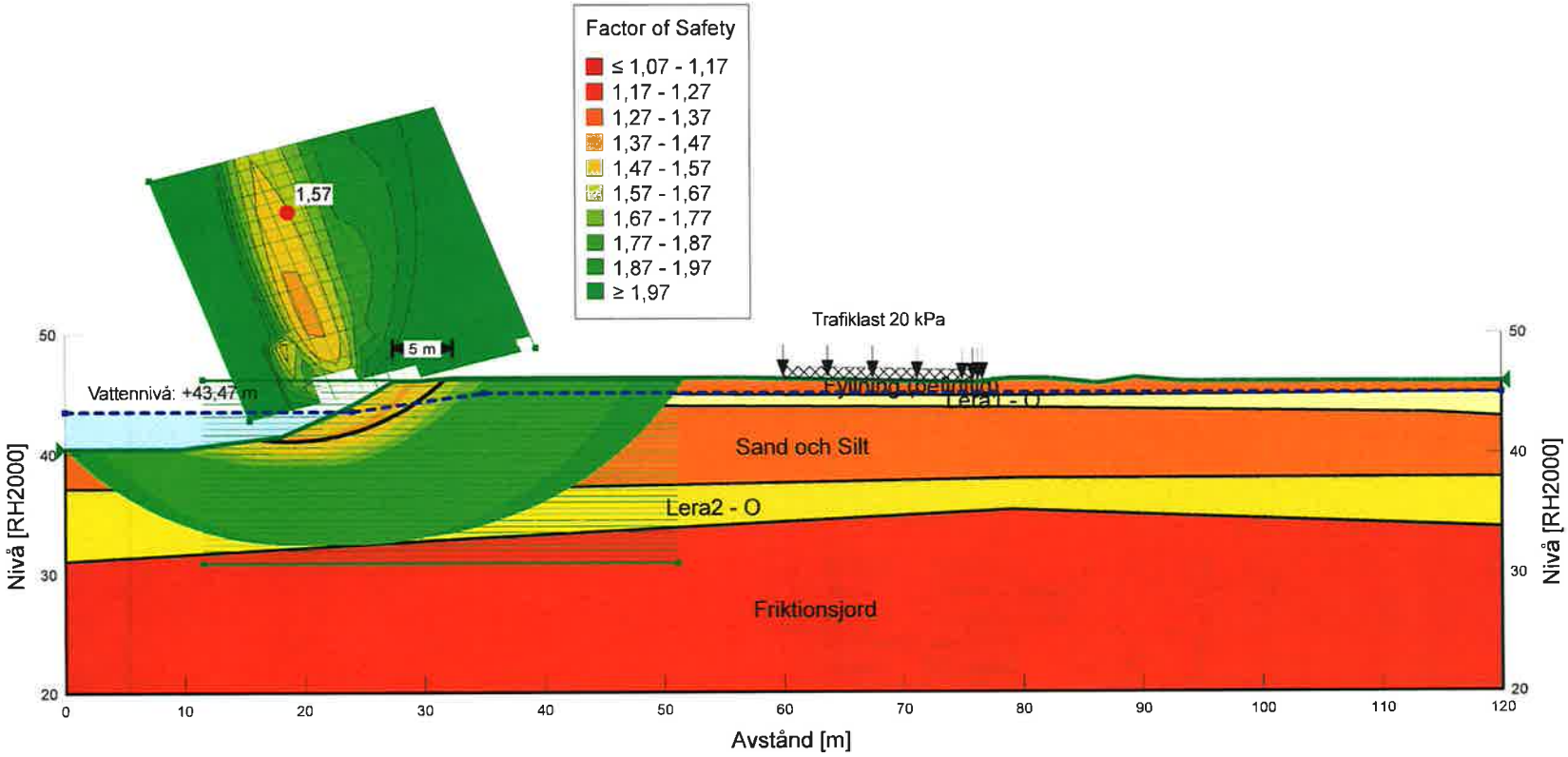


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2022-01-18; 15:49:11

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	26	0	40						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1

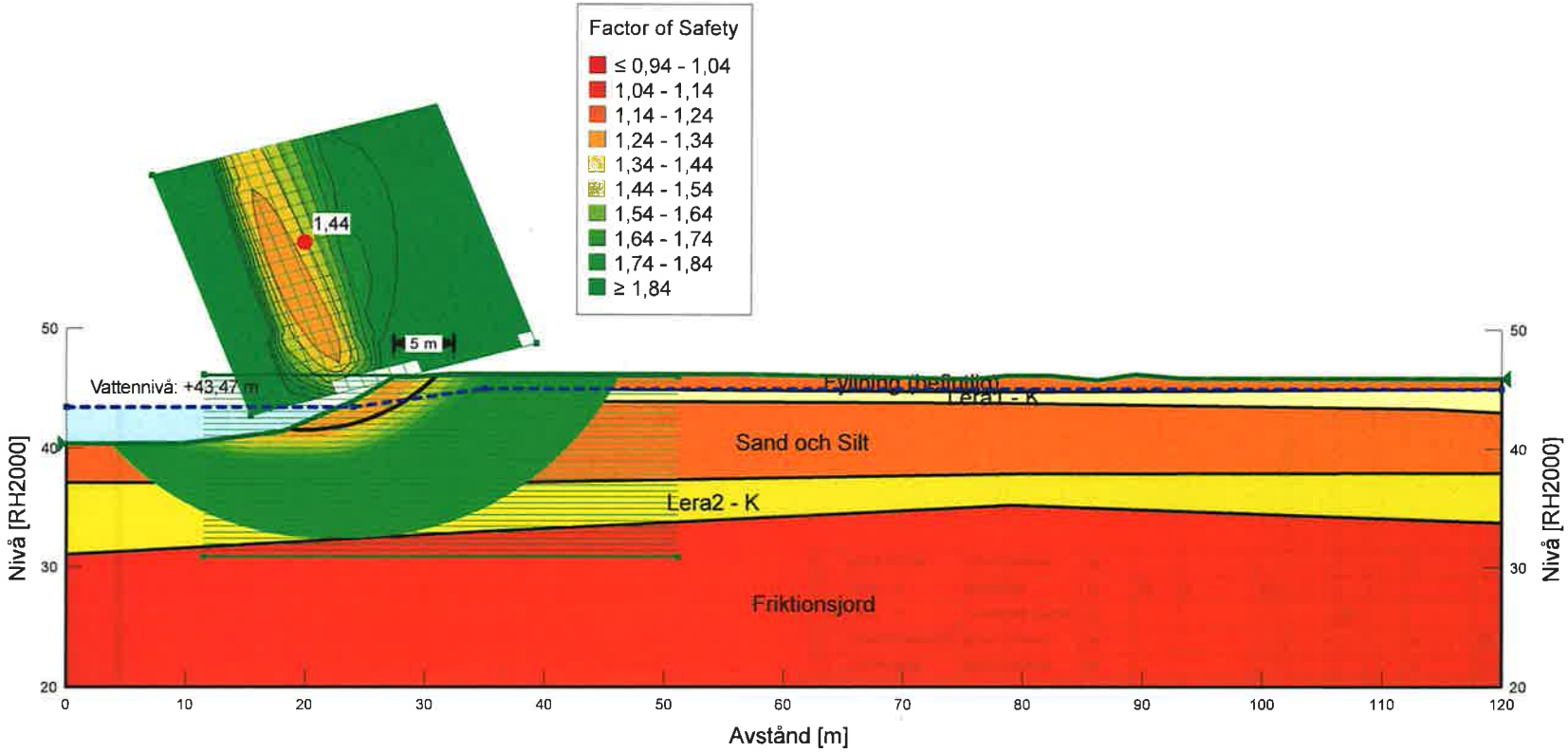


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2022-01-18, 15:49:11

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2,6	0	26	0	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1

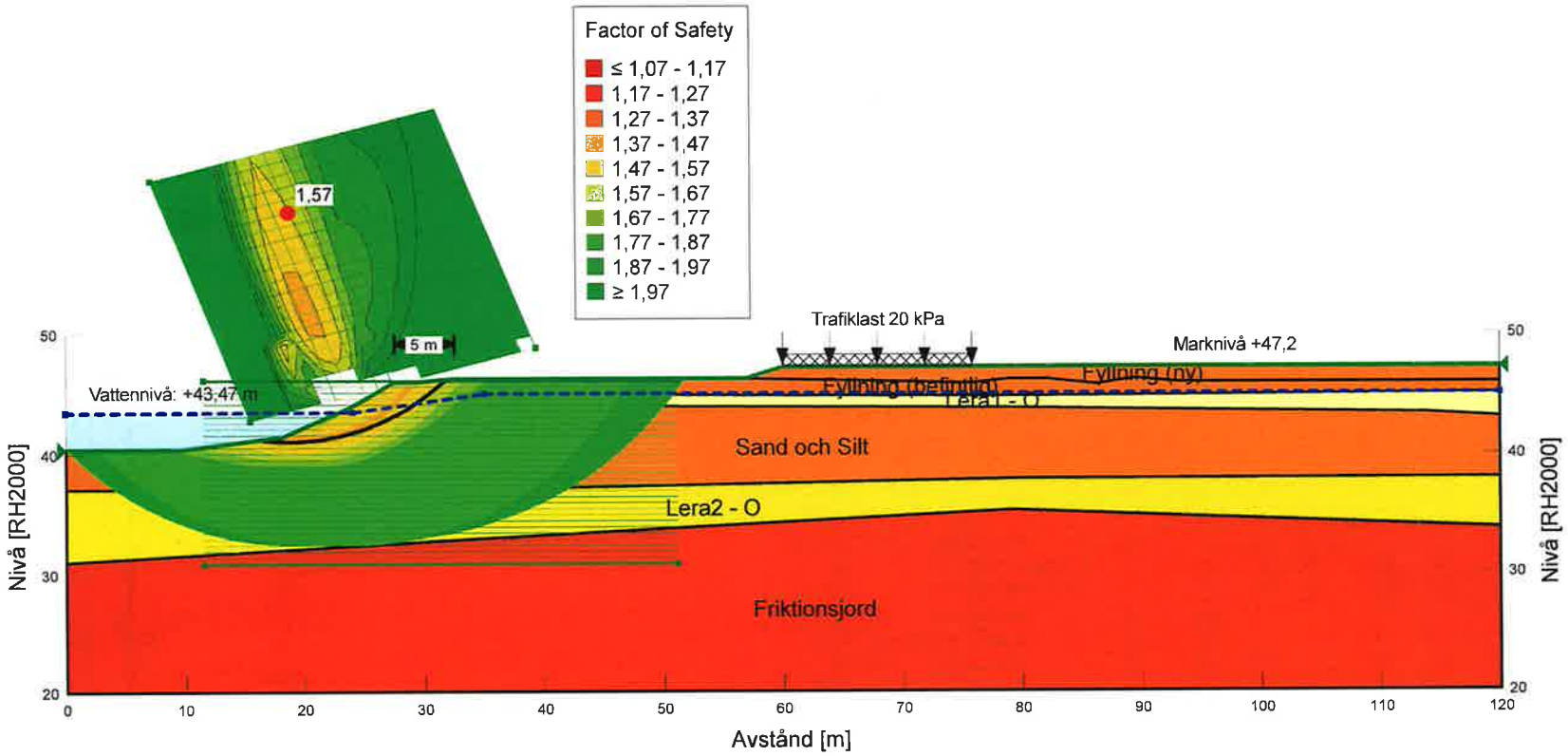


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2022-01-18; 15:49:11

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19					0	33	0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17				20					1
	Lera2 - O	S=f(depth)	17	26	0	40						1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18					0	32	0	18	1

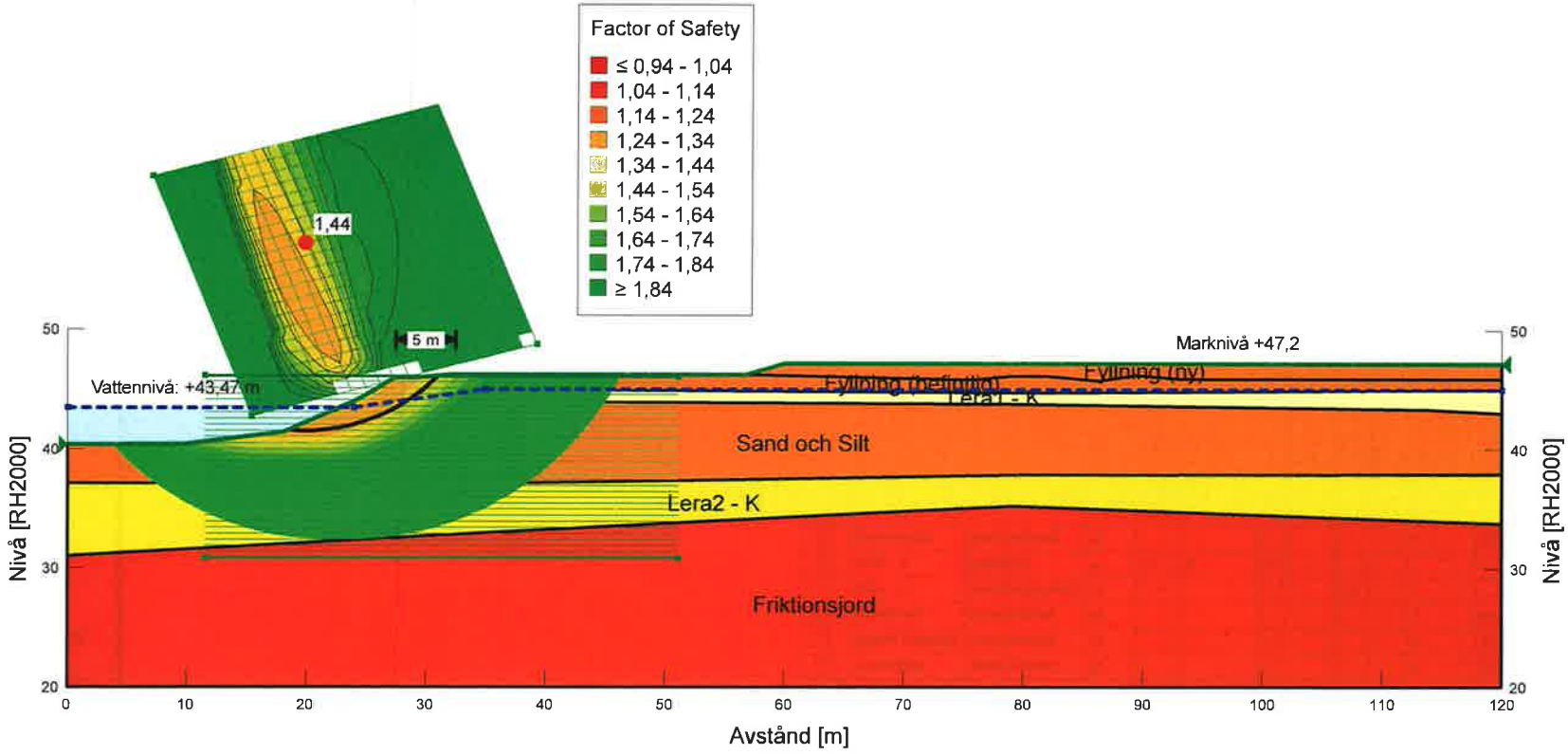


SWECO

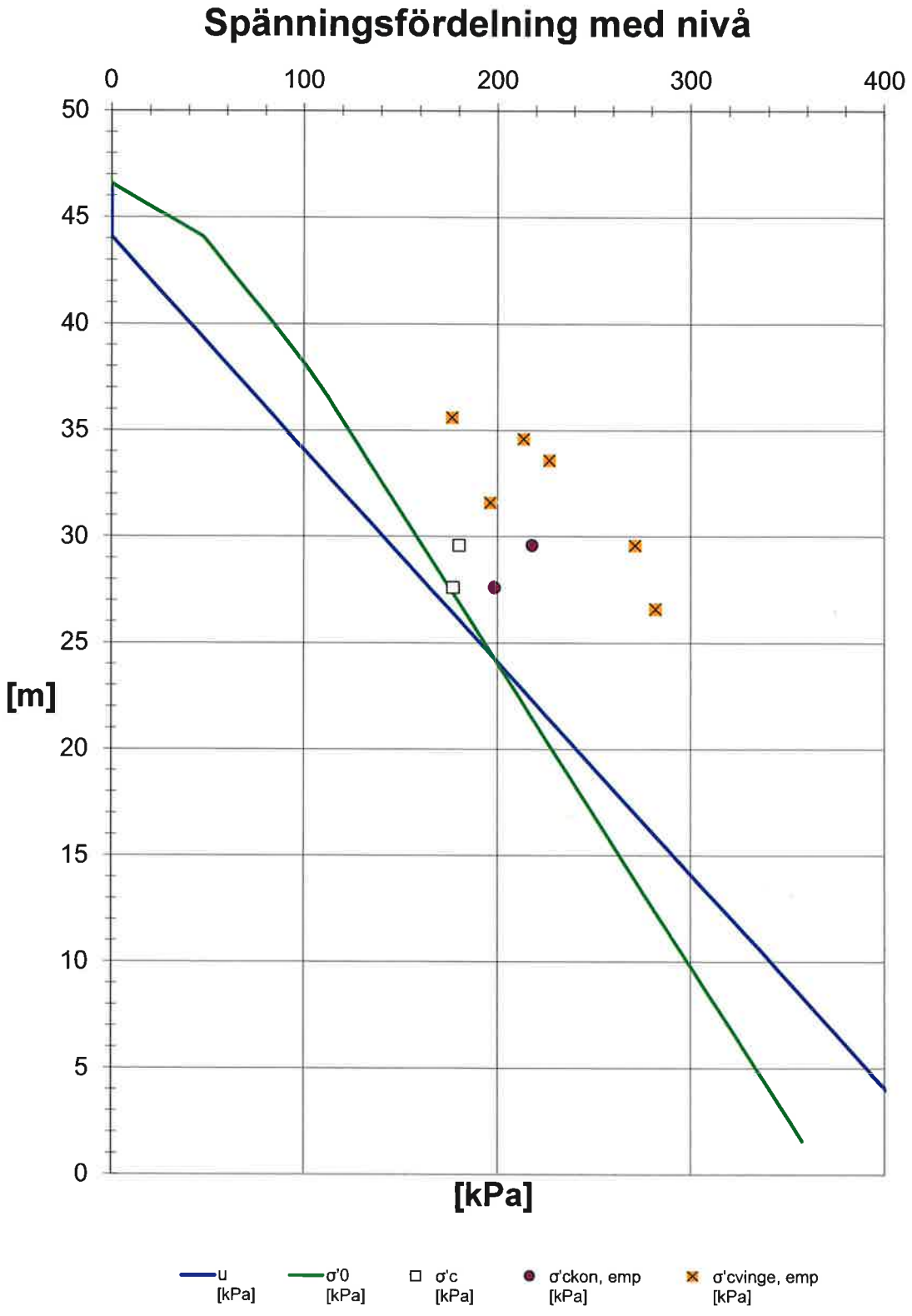
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,47 m
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyp: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2022-01-18, 15:54:01

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	19	0	33						0		1
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	0,1			1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30	2,6	0	26	0	0,1			1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	18	1



Bilaga 3

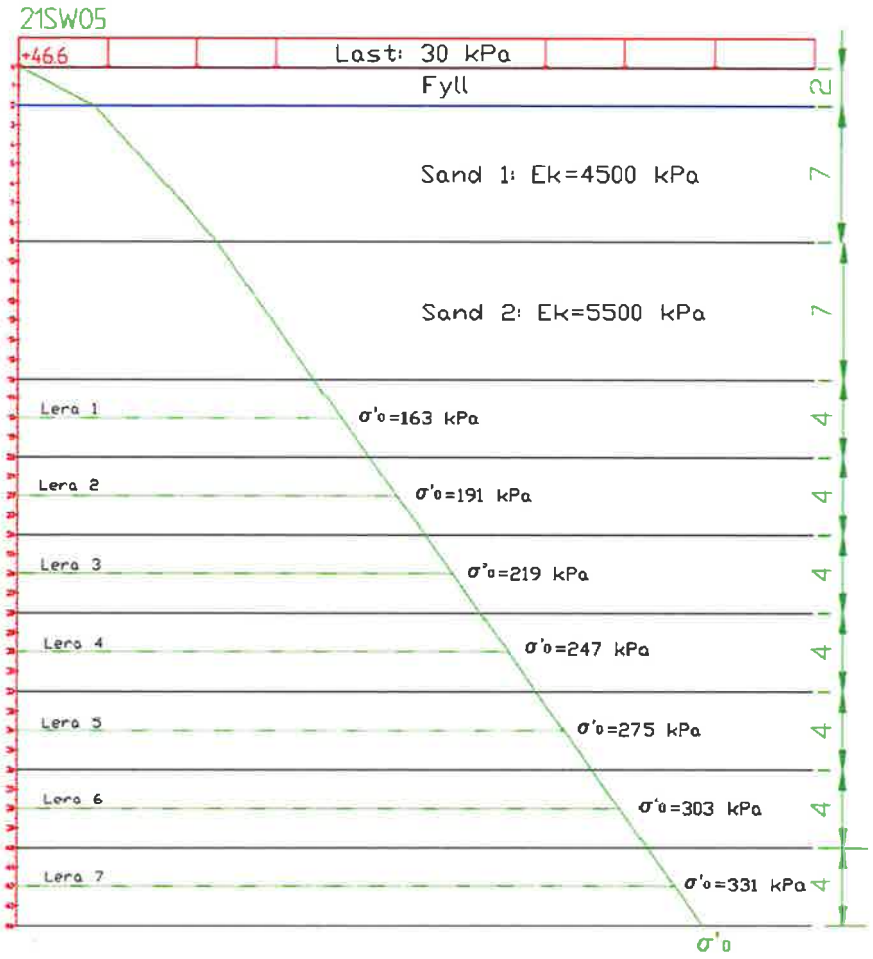

Spänningsfördelning med nivå
0
100
200
300
400
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
[m]
[kPa]
u [kPa]
σ'0 [kPa]
σ'c [kPa]
σ'ckon, emp [kPa]
σ'cvinge, emp [kPa]

Bilaga 4

Beräkning av sättningar på grund av utbredd last

Projektinfo:

Projekt:	Vänersborg, Södra Sanden
Uppdragsnummer:	30030552
Handläggare/datum	Farhad Safdari / 2022-03-07



Laster:

$\Delta\sigma = 30\text{kPa}$

Sättningar i sand:

Sand1: $E_1 = 4500\text{kPa}$ $h_{s1} = 7\text{m}$

$$s_{s1} = h_{s1} \cdot \frac{\Delta\sigma}{E_1} = 4.7 \cdot \text{cm}$$

Sand2: $E_2 = 5500\text{kPa}$ $h_{s2} = 7\text{m}$

$$s_{s2} = h_{s2} \cdot \frac{\Delta\sigma}{E_2} = 3.8 \cdot \text{cm}$$

$$s_{Sand} = s_{s1} + s_{s2} = 8.5 \cdot \text{cm}$$

Sättningar i lera:

ε_2 -värde enligt gamla ödometerförsök:

$\varepsilon_{2_old} = 8.5\%$

ε_2 -värde enligt nya CRS-försök:

D2 = 19m $M_{L_19} = 1815\text{kPa}$ $\sigma'_{0_19} = 175\text{kPa}$

$$\xi_{2_19} = \frac{\Delta\sigma \cdot \log(2)}{M_{L_19} \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_19} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_19}}\right]} = 7.2 \cdot \%$$

ε_2 -värde vald:

$\varepsilon_{2_vald} = 7\%$

Indata:

$h = 4\,m$ $\varepsilon_{2_vald} = 0.07$ $\Delta\sigma = 30 \cdot kPa$

Formel för beräkning av sättningar i lera:

$$s_L = \left(\frac{\varepsilon_2}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_0 + \Delta\sigma)}{\sigma'_0}\right]$$

Lera 1 (16 - 20 m):

$\sigma'_{0_L1} = 163\,kPa$

$$s_{L1} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L1} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L1}}\right] = 6.8 \cdot cm$$

Lera 2 (20 - 24 m):

$\sigma'_{0_L2} = 191\,kPa$

$$s_{L2} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L2} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L2}}\right] = 5.9 \cdot cm$$

Lera 3 (24 - 28 m):

$\sigma'_{0_L3} = 219\text{kPa}$

$$s_{L3} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L3} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L3}}\right] = 5.2 \cdot \text{cm}$$

Lera 4 (28 - 32 m):

$\sigma'_{0_L4} = 247\text{kPa}$

$$s_{L4} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L4} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L4}}\right] = 4.6 \cdot \text{cm}$$

Lera 5 (32 - 36 m):

$\sigma'_{0_L5} = 275\text{kPa}$

$$s_{L5} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L5} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L5}}\right] = 4.2 \cdot \text{cm}$$

Lera 6 (36 - 40 m):

$\sigma'_{0_L6} = 303\text{kPa}$

$$s_{L6} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L6} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L6}}\right] = 3.8 \cdot \text{cm}$$

Lera 7 (40 - 44 m):

$\sigma'_{0_L7} = 331\text{kPa}$

$$s_{L7} = \left(\frac{\varepsilon_{2_vald}}{\log(2)}\right) \cdot h \cdot \log\left[\frac{(\sigma'_{0_L7} + \Delta\sigma)}{\sigma'_{0_L7}}\right] = 3.5 \cdot \text{cm}$$

Sättningar i lera:

$$s_{Lera} = s_{L1} + s_{L2} + s_{L3} + s_{L4} + s_{L5} + s_{L6} + s_{L7} = 34 \cdot \text{cm}$$

Karakteristisk konsolideringssättning $S_k = s_{Lera} + s_{Sand} = 43 \cdot cm$

Byggnadens livslängd i år: $t = 100$

Karaktersistisk sättning efter 100 år med krypsättning: $s_{k100} = s_{Lera} \cdot (1 + 0.2 \log(10t)) + s_{Sand} = 63 \cdot cm$

30030552_PM_Geoteknik

Slutgiltig revideringsrapport 2022-03-08

Skapad:	2022-03-08
Av:	Farhad Safdari (farhad.safdari@sweco.se)
Status:	Signerat
Transaktions-ID:	CBJCHBCAABAAWYOrZ7Jr2pxj1cgYEoRwrxvlLwiyFXUR

”30030552_PM_Geoteknik” – historik

Dokumentet skapades av Farhad Safdari (farhad.safdari@sweco.se)
2022-03-08 - 09:20:29 GMT– IP-adress: 194.71.135.254

Dokumentet har e-signerats av Farhad Safdari (farhad.safdari@sweco.se)
Signaturdatum: 2022-03-08 - 09:21:38 GMT – Tidskälla: server– IP-adress: 194.71.135.254

Dokumentet skickades med e-post till Björn Hedberg (bjorn.hedberg@sweco.se) för signering
2022-03-08 - 09:21:41 GMT

E-postmeddelandet har visats av Björn Hedberg (bjorn.hedberg@sweco.se)
2022-03-08 - 13:41:28 GMT– IP-adress: 185.125.227.18

Dokumentet har e-signerats av Björn Hedberg (bjorn.hedberg@sweco.se)
Signaturdatum: 2022-03-08 - 13:41:47 GMT – Tidskälla: server– IP-adress: 185.125.227.18

Avtal har slutförts.
2022-03-08 - 13:41:47 GMT

Adobe Sign