DETALJPLAN SÖDRA SANDEN

PM GEOTEKNIK



DETALJPLAN

UPPDRAGSNUMMER 30108098

2026-06-30
REVIDERAD 2026-09-28

SWECO SVERIGE AB

UPPDRAGSLEDARE **Cristoffer Schnelzer**
GRANSKAD AV **Björn Hedberg**

Dokument-ID 092221155575907527731 Signerat CS, HF

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

Cristoffer Schnelzer

Mobil +46 (0)768 94 95 94
Cristoffer.schnelzer@sweco.se

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Innehållsförteckning

1 Bakgrund och syfte 3

2 Befintliga förhållanden 3

3 Planerad byggnation 4

4 Geoteknisk undersökning 5

5 Jordlagerförhållanden 6

6 Grundvattenförhållanden 6

7 Sättningar 7
7.1 Kompensationsfyllning för vägar. 7

8 Erosion 9

9 Stabilitet 11
9.1 Val av beräkningssektioner 11
9.2 Val av vattennivåer 12
9.3 Laster 12
9.4 Valda parametrar 13
9.5 Val av säkerhetsfaktor 16
9.6 Resultat 20
9.7 Slutsats och diskussion stabilitetsberäkningar 22

10 Geotekniska rekommendationer och restriktioner 23

11 Radon 24

12 Planrestriktioner och rekommendationer 25
12.1 Grundläggning 25
12.2 Mark och gatunivåer 25
12.3 Radon 25

13 Övrigt 25

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Bilagor

Beteckning	*Innehåll*	*Sidor*	*Format*
Bilaga 1	Sammanställning av skjuvhållfasthet	6	A4
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar	23	A3
Bilaga 3	Spänningsanalys	1	A4
Bilaga 4	Sättningsberäkning	5	A4

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

1 Bakgrund och syfte

Sweco har tidigare i samarbete med Skanska under 2022 och 2023 utfört översiktlig geoteknisk undersökning inom Södra sanden för ny detaljplan. Då utförd undersökning syftade till att översiktligt klarlägga jordlager- och grundvattenförhållanden och därmed ge underlag till upprättande av ny detaljplan.

Under 2025 reviderades planutformningen och dess beskrivning av Vänersborgs kommun och lades ut på granskning. Syftet med denna handling är att ersätta tidigare av Sweco framtagna handlingar under 2022 och 2023 samt bemöta synpunkter ifrån myndigheter så som: Länsstyrelsen och SGI, som lämnat synpunkter inför ny detaljplan. Beräkningar och utformning av denna handling har beaktat synpunkter ifrån Länsstyrelsen och SGI som utgörs av bland annat synpunkter på stabilitetsberäkningar samt att beräknade sektioner stämmer överens med planförslag.

Föregående handling daterad 2026-06-30 har granskats av SGI 2026-08-31 med diarienummer: 4.3.1-2607-0955. Föreliggande handling ämnar till att svara på SGI:s granskningssynpunkter och ersätter där av föregående handling. Justeringar i föreliggande handling markeras i vänsterspalten.

Till denna handling hör upprättad MUR med samma uppdragsnummer, daterat: 2026-09-28.

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 större delen av ön samt mindre del öster om Gamla Hamnkanalen i öster längs med Järnvägsbacken. Området avgränsas av Vassbotten i söder och Trafikkanalen i väster, se bild 1. Området utgörs av fastigheterna inom kvarteren Barkskeppet, Fregatten, Briggen och Skonaren.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF



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 +46 och +47 (RH 2000). Terrängen sluttar ned mot vattendragen runt om området. Marken består huvudsakligen av asfalt samt små gräsytor med enstaka träd.



Bild 1 - Flygbild över området i riktning mot Vassbotten i söder.

3 Planerad byggnation

Detaljplanen syftar även till att möjliggöra utbyggnad av järnvägsanläggningen samt upprätta ny gång- och cykelbro över Trafikkanalen och ombyggnad av Vassbottenleden. Ombyggnation av Vassbottenleden inkluderar bland annat flytt av befintlig cirkulationsplats. Som en del i förändringarna ingår även att Kustbevakningen flyttar sin verksamhet ifrån söder till den norra delen.

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 +47,4 (RH 2000). Kvartersmark höjs upp i samband med att den etableras. Befintliga gator höjs ej för att möta översvämningsnivån. Nya gator som anläggs för att kunna hantera översvämning ansluter till befintliga gator. Lägsta nivå för byggnader och anläggningar inom delar av området ska utformas så att översvämningar upp till nivå +47,6 (RH2000) ej skadar byggnad eller anläggning.

I den nordvästra delen av området planeras en ny kaj med byggnader för sjöräddning.

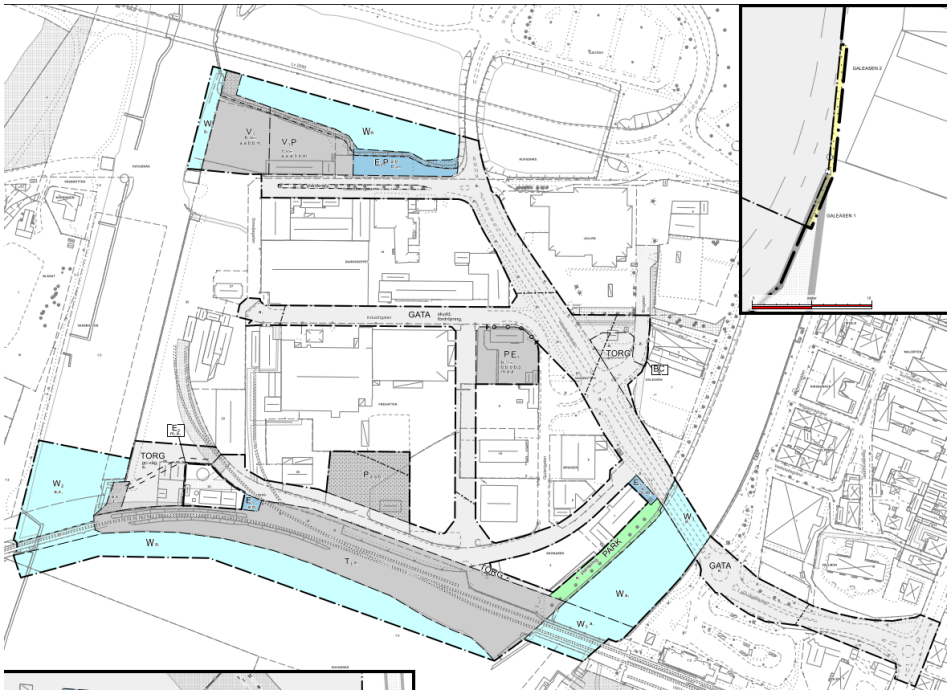


Bild 2 Planområde enligt planbeskrivning, utkast 2026-06-24.

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 +45,98
- MW +44,64
- LLW +43,56

Ovanstående nivåer representerar karaktäristiska nivåer enligt dagens klimat. Tidigare angivna nivåer hade delvis redovisats i höjdsystemet R2000 utan redovisades i RH00.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

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.

7.1 Kompensationsfyllning för vägar.

Gator som erfordrar höjning för att möta översvämningsnivån och riskerar omgivningspåverkan i form av sättningar kan utföras med kompensationsfyllning.

Lastkompensation utförs genom att schakta ur en del av befintlig jord som ersätts med lättfyllning, till exempel skumglas. Erforderlig tjocklek på skumglas, överbyggnad och urschaktning redovisas i tabell 1 och beräkningar redovisas i bilaga 3. Beräkningarna grundar sig på full kompensation för tillkommande last och säkerhet mot uppflytning vid en framtida möjlig högsta vattenyta enligt kapitel 3. Fyllning med skumglas utförs enligt typsektioner redovisade i bild 4 samt enligt AMA Anläggning 23 CED.131.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Tabell 1 Erforderlig tjocklek på överbyggnad, skumglas och urschaktning vid upphöjning av marken.

Markhöjning [m]	*Överbyggnad [m]*	Skumglas [m]	*Urschaktning [m]*
0,25	0,80	0,37	0,92
0,50	0,80	0,73	1,03
0,75	0,80	1,10	1,15
1,00	0,90	1,45	1,35
1,25	1,00	1,78	1,53
1,50	1,10	2,12	1,72
1,75	1,20	2,46	1,91

Vart lastkompensation erfordras bestäms i samband med exploatering samt i samråd mark- och ledningsägare.

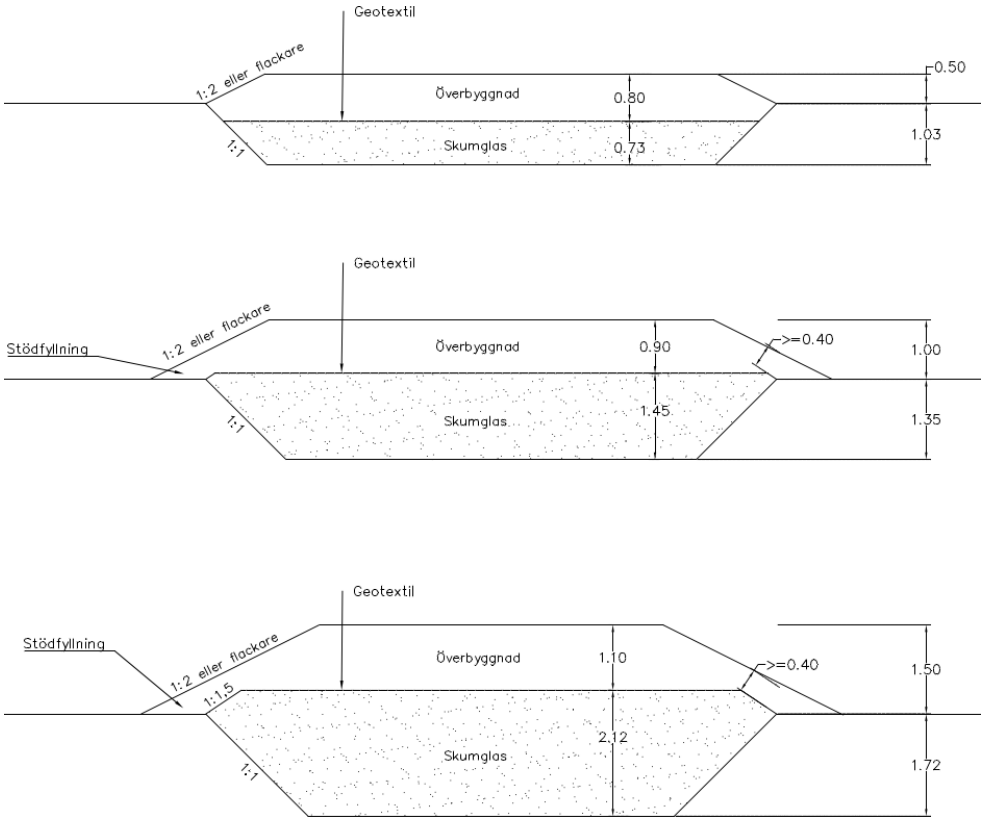


Bild 4 – Typsektioner vid upphöjning av vägen med 0,5, 1 respektive 1,5 m.

Inom Södra Sanden där gator erfordrar höjning för att möta översvämningsnivåer enligt kapitel 3 och sättningar kan accepteras kan gatan utföras utan lättfyllning. Förutsatt att sättningarna inte orsakar någon omgivningspåverkan, på exempelvis fastigheter och

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

ledningar, kan gatorna justeras över tid. Utformning vart lättfyllning är lämpligt utreds i projekteringsskedet. Utförda stabilitetsberäkningar i kapitel 9 har ej beräknat gator med lättfyllning.

8 Erosion

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



Bild 5 - Erosionsskydd utförd som stenmur inom sydöstra delen av området mot Gamla Hamnkanalen.



Bild 5 - Erosionsskydd av stenmur vid utmynning av Gamla Hamnkanalen.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

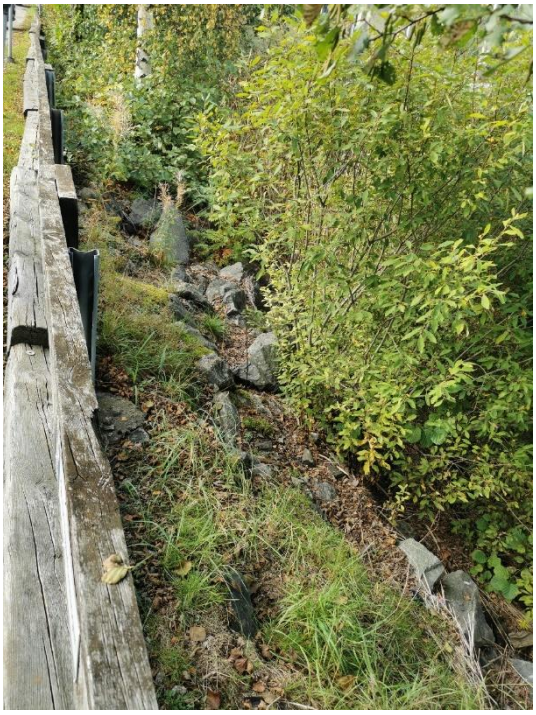


Bild 7 Utlagt sten och block i norra delen av området mot Dalbobron.



Bild 8 Erosionsskydd av sten och block i nordvästra delen av området.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF



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.

Förhållandet mot erosion inom området är i allmänhet goda speciellt längs slänter där höga vattenflöden kan uppkomma.

9 Stabilitet

Totalstabiliteten för området har kontrollerats i sju sektioner med beräkningsprogrammet Slope/W version 24.1.0.1406. 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, F – F och I - I, framgår av planritning G0201 samt av bild 10.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF



Bild 10 – Bilden visar beräknade sektioner, se även planritning MUR G0201.

9.2 Val av vattennivåer

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

Släntstabiliteten har beräknats med lägsta lågvatten (+43,56) för odränerad, kombinerad och dränerad analys.

9.3 Laster

Följande karaktäristiska schablonlaster har valts utifrån IEG och TRVINFRA-00230 samt erfarenhetsbedömning:

- 20 kPa på bilvägar
- 5 kPa på GC-väg, parkeringsytor och torgverksamhet.
- 44 kPa på järnväg fördelad över 2,5 m. Dubbelspår reduceras med 25% till 33 kPa
- Park bedöms som fri från större tillskotslaster, en belastning på 3,0 kPa har lagts till för att motsvara större motordriven gräsklippare*.
- 15 kPa på Kaj för lastbil med kran (W_1)

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

- Gator som höjs upp till nivå +47.2 har ej utförts med lättfyll enligt kapitel 7.1

* last ifrån gräsklippare modell Husqvarna P525DX är beräknad på tyngd 684 kg och en area på 2,07 x 1,15 m vilket ger 2,87 kPa som avrundas upp till 3,0 kPa för att beakta andra tillverkare och modeller.

9.4 Valda parametrar

Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial för respektive sektion redovisas i tabell 9.1 till 9.6:

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	36	-
Fyllning (befintlig)	+45,0 - +46,7	19/11	36	-
Lera 1	Ca +42,0 - +45,5	17/7	30	30
Torv	+43,0 - +43,5	12/5	28	10
Sand och Silt	+36,0 – +43,0	18/10	36	-
Lera 2	+26,0 - +36,0	17/7	30	25+2,3·z*
Friktionsjord	<+34,5	20/11	35	-
Erosionsskydd	-	20/13	45	

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

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	30
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	-
Erosionsskydd	-	20/13	45	

* 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	30
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.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

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	-
Erosionsskydd	-	20/13	45	

* z avser djup räknat från överkant aktuellt lerlager.

Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial redovisas i tabell 4:

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Tabell 9,6 Beräkningsparametrar på ingående jordmaterial i sektion I

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 (befintlig)	+44,0 - +46,5	19/11	33	-
Sand	+41,0 - +44,0	18/10	35	-
Silt	+37,0 - +41,0	17,5/9,5	33	-
Lera	+24,0 - +37,0	17/7	30	30+1·z*

* z avser djup räknat från överkant 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:

$$F_c \geq 1,7 – 1,5$$

$$F_{komb} \geq 1,5 – 1,4$$

$$F_\Phi \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

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 9.7 till 9.15 nedan.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Tabell 9.7 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	X	Risk för bakåt- eller framåtgripande skred	
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan		Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	X
Ej kvicklera	X	Kvicklereområde enligt kap 4.4.3	

Tabell 9.8 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 9.9 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 9.10 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

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Tabell 9.11 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 9.12 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)	

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Tabell 9.13Släntens 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 9.14 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 9.15 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 för planläggning blir därmed:

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

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

$$F_\Phi \geq 1{,}3 \text{ (sand)}$$

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

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. Lägsta lågvatten (+43,56) är dimensionerande och där av redovisas endast beräkningsresultat med ovan nämnda grundvattenytor.

I beräkningar används lägsta lågvattenyta, för att lägsta lågvatten ska uppstå krävs längre perioder med lite nederbörd varför även grundvattenytan kommer att avsänkas i friktionsjorden och portrycket i underliggande lera till en nivå motsvarande lägsta lågvatten. Därtill har Vänerns vattennivå inte understigit +44,0 sedan år 1976.

Tabell 9.15 Säkerhetsfaktor för kritiska glidytor.

Sektion	Fall	Analysform	F_s	Anmärkning
A – A	Befintligt förhållande	Odränerad / Dränerad	1,77/1,43	Erforderlig säkerhet
A – A	Befintligt förhållande	Kombinerad / Dränerad	1,34*/1,33	Erforderlig säkerhet*
A – A	Planerade förhållanden	Odränerad / Dränerad	1,77/1,43	Erforderlig säkerhet
A – A	Planerade förhållanden	Kombinerad / Dränerad	1,34*/1,33	Erforderlig säkerhet*
B – B	Befintligt förhållande	Odränerad / Dränerad	1,92/1,50	Erforderlig säkerhet
B – B	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
B – B	Planerade förhållanden	Odränerad / Dränerad	1,92/1,50	Erforderlig säkerhet
B – B	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,44	Erforderlig säkerhet
C – C	Befintligt förhållande	Odränerad/ dränerad	1,64/1,51	Erforderlig säkerhet
C – C	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,51	Erforderlig säkerhet

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

C – C	Planerade förhållanden	Odränerad/ dränerad	1,64/1,51	Erforderlig säkerhet
C – C	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,51	Erforderlig säkerhet
E – E	Befintligt förhållande	Dränerad/ Odränerad	1,64/4,26	Erforderlig säkerhet
E – E	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,64	Erforderlig säkerhet
E – E	Planerade förhållanden	Dränerad/ Odränerad	1,64/3,85	Erforderlig säkerhet
E – E	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,64	Erforderlig säkerhet
F – F	Befintligt förhållande	Odränerad	1,61	Erforderlig säkerhet
F – F	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,47	Erforderlig säkerhet
F – F	Planerade förhållanden	Odränerad	1,60	Erforderlig säkerhet
F – F	Planerade förhållanden	Kombinerad	1,48	Erforderlig säkerhet
I - I	Befintligt förhållande	Odränerad	1,59	Erforderlig säkerhet
I - I	Befintligt förhållande	Kombinerad	1,59	Erforderlig säkerhet

*majoriteten av kritisk glidyta är dränerad, se kapitel 9.7.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

9.7 Slutsats och diskussion stabilitetsberäkningar

Beräknade sektioner uppfyller erforderliga säkerhetsfaktorer för kritiska glidytor i slänter inom aktuellt planförslag, vid beaktande av hur stor del av glidytan som går i lera.

Runt om Södra Sanden förekommer erosionsskydd i olika former, foton på deras ytliga utformning finns, se kapitel 8. Ett antagande har där av ställvis antagits om en tjocklek på 1,0 m och att de utgörs av sprängsten. Troligen är tjockleken mäktigare och det kan ev förekomma viss armering. Ytliga glidytor som passerar genom erosionsskyddet redovisas.

Gator som inkluderas i ny detaljplan och på sikt kan höjas har satts till nivå +47,4 och har ej lastkompenserats med skumglas eller liknande lättfyllning. Parkeringsplatser, torgytor mm har inte justerats i höjd. Det förekommer transformatorstationer och pumpstationer inom ny detaljplan som ska förläggas ovan översvämningsnivå. Dessa ytor har förutsatts anläggas utan tillskottslast och detta löses genom exempelvis pålgrundläggning och kompensationsgrundläggning. När slutgiltig placering och utrustning har valts i kommande detaljprojektering väljs grundläggningstyp och lämplig förstärkning där totalstabiliteten beaktas.

I **sektion-A** uppnår samtliga odränerade och dränerade glidytor tillfredställande säkerhetsfaktorer. Friktionsvinklar och skjuvhållfasthet för sand, fyll och *lera 1* har justerats i samband med nytt underlag tillhandahållet ifrån Trafikverket samt noggrannare utvärdering av parametrar, se bilaga 1. Lägsta framräknade glidytor är dränerade och uppfyller kravet på 1,3. Lerlagret i sektionen är begränsat, lägst framräknad säkerhetsfaktor för glidytan som går genom lerlagret är 1,34 och delen som utgörs av lera är 17%. Vid hänsyn av hur stor del av glidytan som omfattas av kombinerad analys (17%) och utför en procentuell viktning av erforderlig säkerhetsfaktor blir kravet 1,32 (83% friktion 17% kohesion), se spänningsdiagram bilaga 2.

I **sektion-C** uppnår samtliga odränerade och kombinerade glidytor tillfredställande säkerhetsfaktorer. Dränerade glidytor i den övre friktionsjorden uppnår samtliga säkerhetsfaktor $F_\Phi \geq 1,3$. Slutgiltig utformning av bro och anslutande GC-väg föreligger ej för dagen. I samband med byggnation av ny GC-bro kommer brofundamentet att pålgrundläggas vilket reducerar lasten ifrån nu beräknad sektion. Skulle anslutande GC-väg anläggas på en högre höjd än dagens nivå så ska totalstabiliteten beaktas i detaljprojekteringen.

I **sektion-F** uppnår samtliga odränerade och kombinerade glidytor tillfredställande säkerhetsfaktorer. Beräknat område utgörs idag av mindre gräsyta med enstaka större träd, ytan kommer ej att bebyggas med vägar inom föreslagen detaljplan. Ytan förväntas endast nyttjas dagtid och då för skötsel. I planbestämmelsen skrivs det in att ingen markhöjning får utföras ifrån dagens nivåer samt att upplag inom ytan är förbjudet. Där av har ingen tillskottslast i form av markjustering används vid stabilitetsberäkning.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

I **sektion-I** påvisar reviderade beräkningar där grundvattenytan anpassas till dimensionerande lågvatten och medellågvattenyta för kombinerad analys att beräkningssektionen nu uppfyller tillfredställande stabilitetsberäkningar.

Utformning för ny kajkonstruktion föreligger ej för dagen. I samband med utformning av yta inom Fregatten 25 samt utformning och dimensionering av ny kajkonstruktion ska totalstabiliteten beaktas i både vatten och på land. För utförandets krävs anmälan om vattenverksamhet eller vattendom vilket säkerställer att stabiliteten granskas av Länsstyrelsen/SGI. Arbete i vatten i form av muddring och erosionsskydd samt belastningar på land i form av parkering och kranbilar är dimensionerande faktorer.

Övriga beräknade sektioner påvisar en tillfredställande totalstabilitet utifrån nytt användningsområde i samband med föreslagen detaljplan.

10 Geotekniska rekommendationer och restriktioner

För att klara erforderliga stabilitetsfaktorer samt för att undvika sättningar i marken krävs följande:

- Djupgrundläggning med spetsburna pålar vid grundläggning av nya byggnader och vid grundläggning av ny kaj.
- Lastkompensering, t.ex. genom skumglas, vid upphöjning av mark- och gatunivåer och nivå på kajplan. Detta gäller även under nya byggnader.

Pålningen ger upphov till jordundanträngning och påverkar befintliga pålar. En noggrann planering av pålslagning med kontroll av rörelser fordras för att inte få skador på befintlig pålning.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

11 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/m^3]***	***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/m^3 uppmätts med ett medelvärde om 17,6 kBq/m^3 och standardavvikelse 16,9 kBq/m^3.

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

12 Planrestriktioner och rekommendationer

12.1 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 känsliga för differenssättningar 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.

Sättningarna följs upp genom avvägning av sättningspeglar.

Nedgrävt garage (källare) 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.

12.2 Mark och gatunivåer

Vid en marknivå högre än +47,4 krävs kompletterande stabilitetsberäkningar.

12.3 Radon

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

13 Övrigt

Kompletterande geoteknisk undersökning erfordras i projekteringsskedet.

Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

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

Vidare fordras:

Dimensionering av kompensationsgrundläggning när nivåer för uppfyllningar har bestämts.

Dimensionering av erosionsskydd med hänsyn till vattenströmmar av fartygspropellrar mm i samband med byggnation av ny kaj.

Karlstad 2026-06-30
Reviderad 2026-09-28
Sweco Sverige AB
Karlstadskontoret – Geoteknik

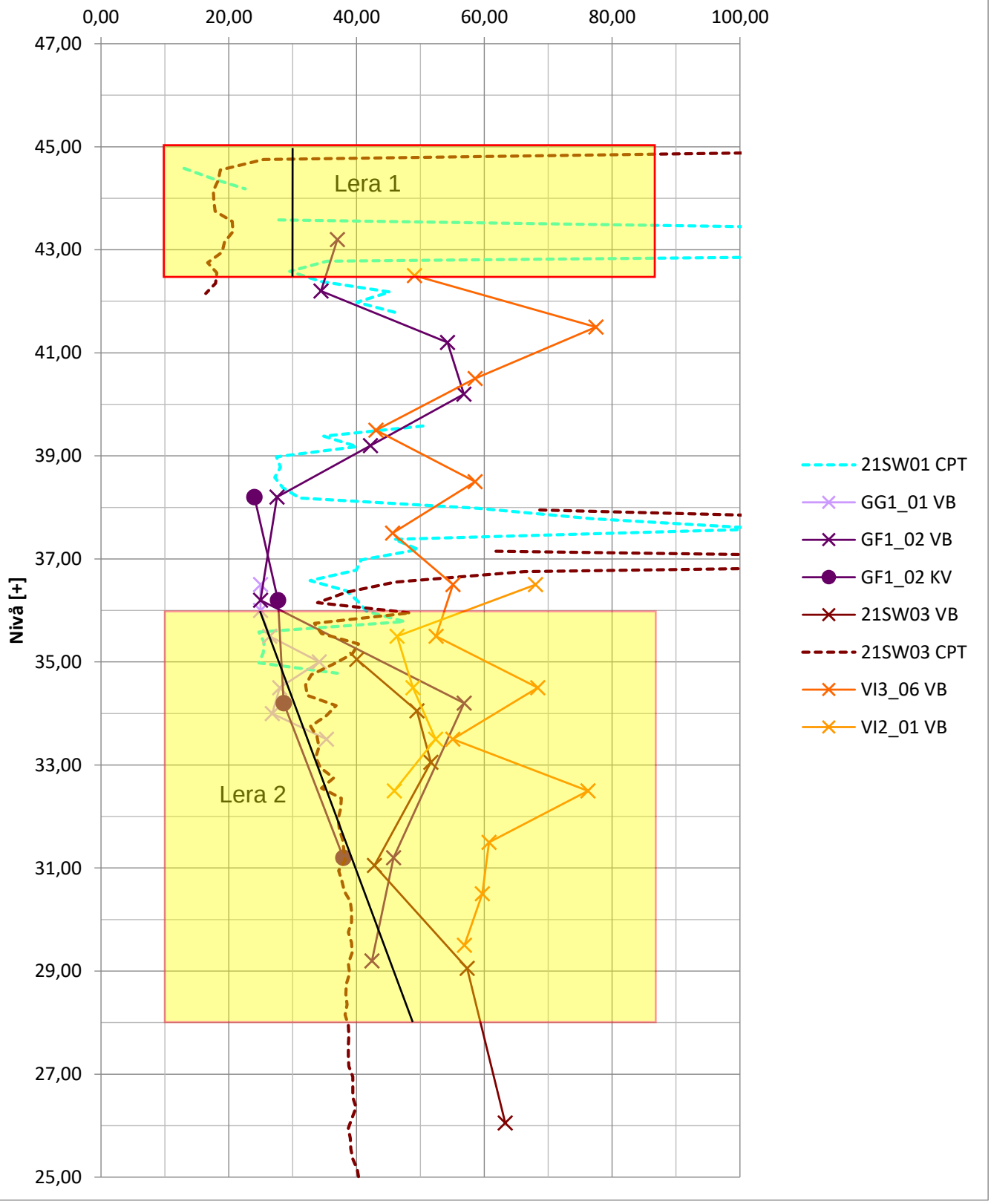
Cristoffer Schnelzer
Uppdragsledare

Henrik Falch
Granskare

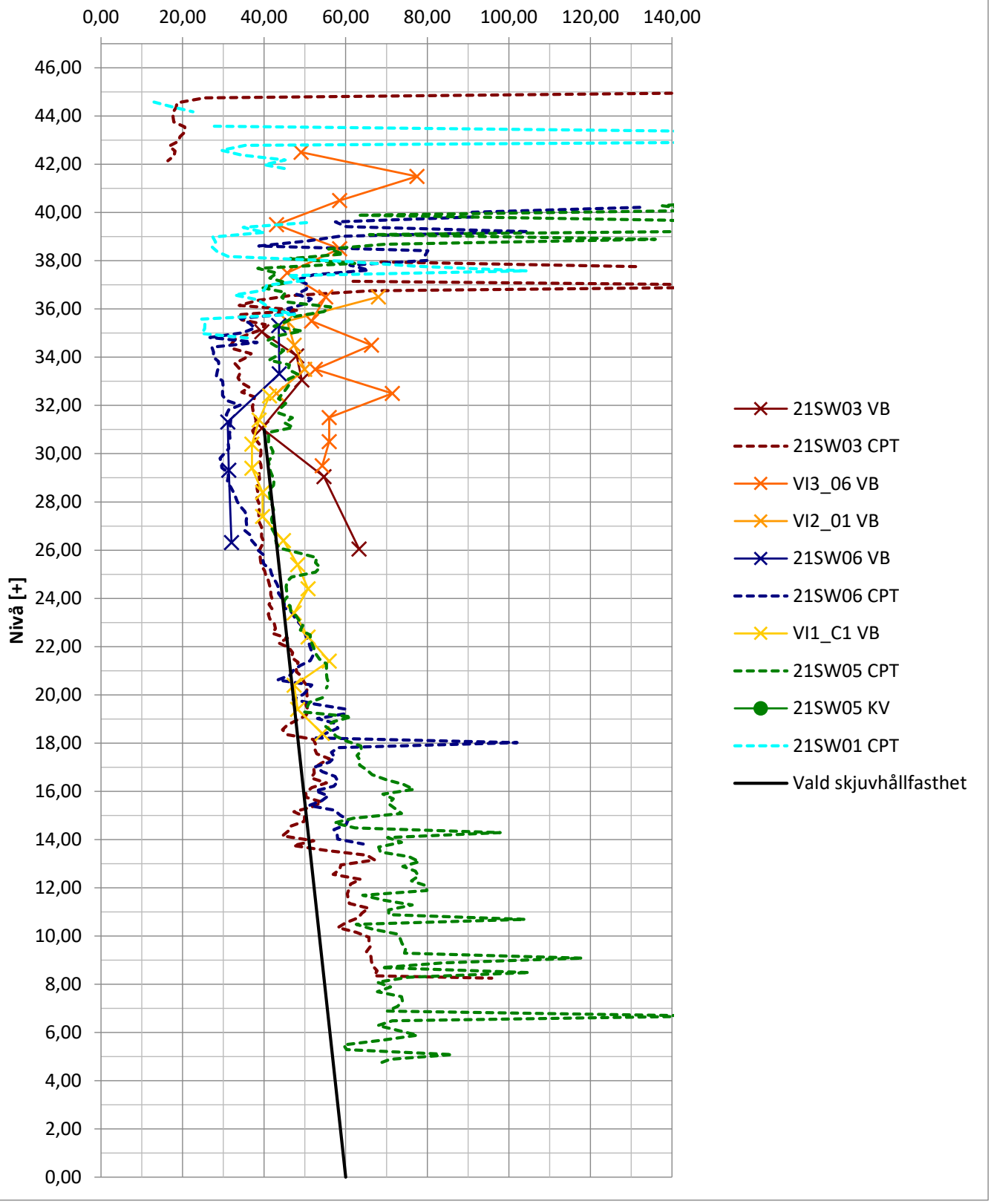
Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Bilaga 1

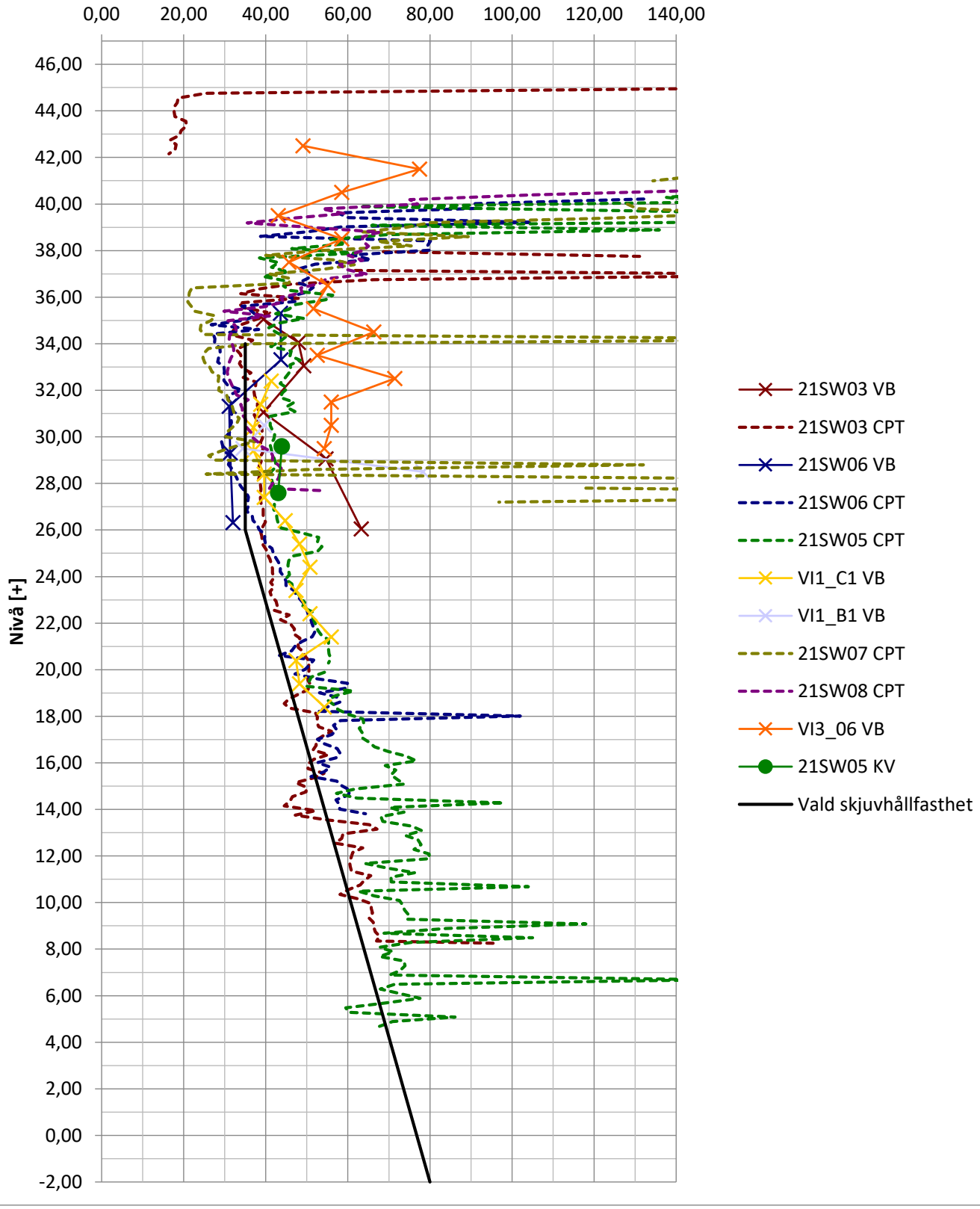
Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion A



Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion B

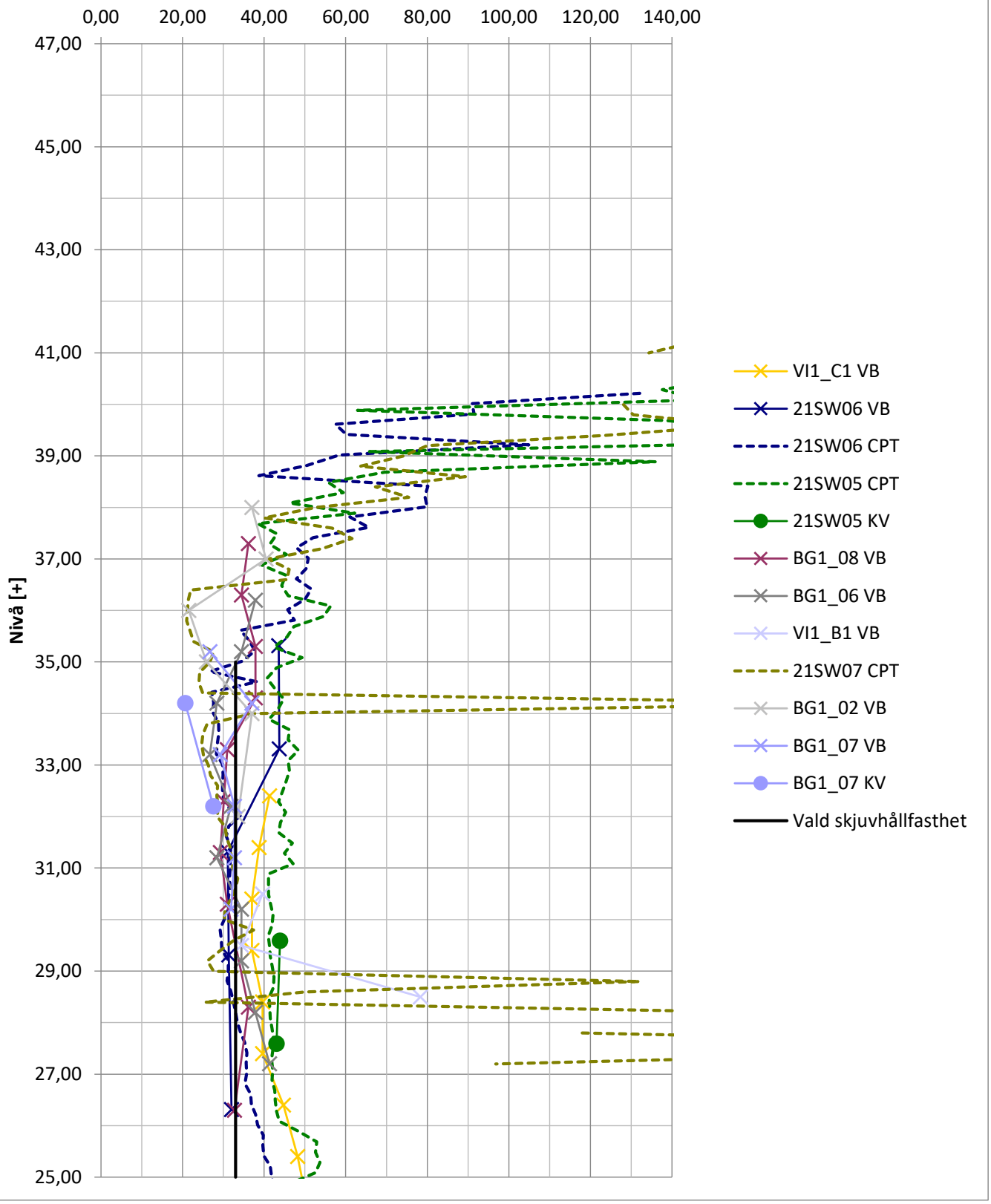


Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion C

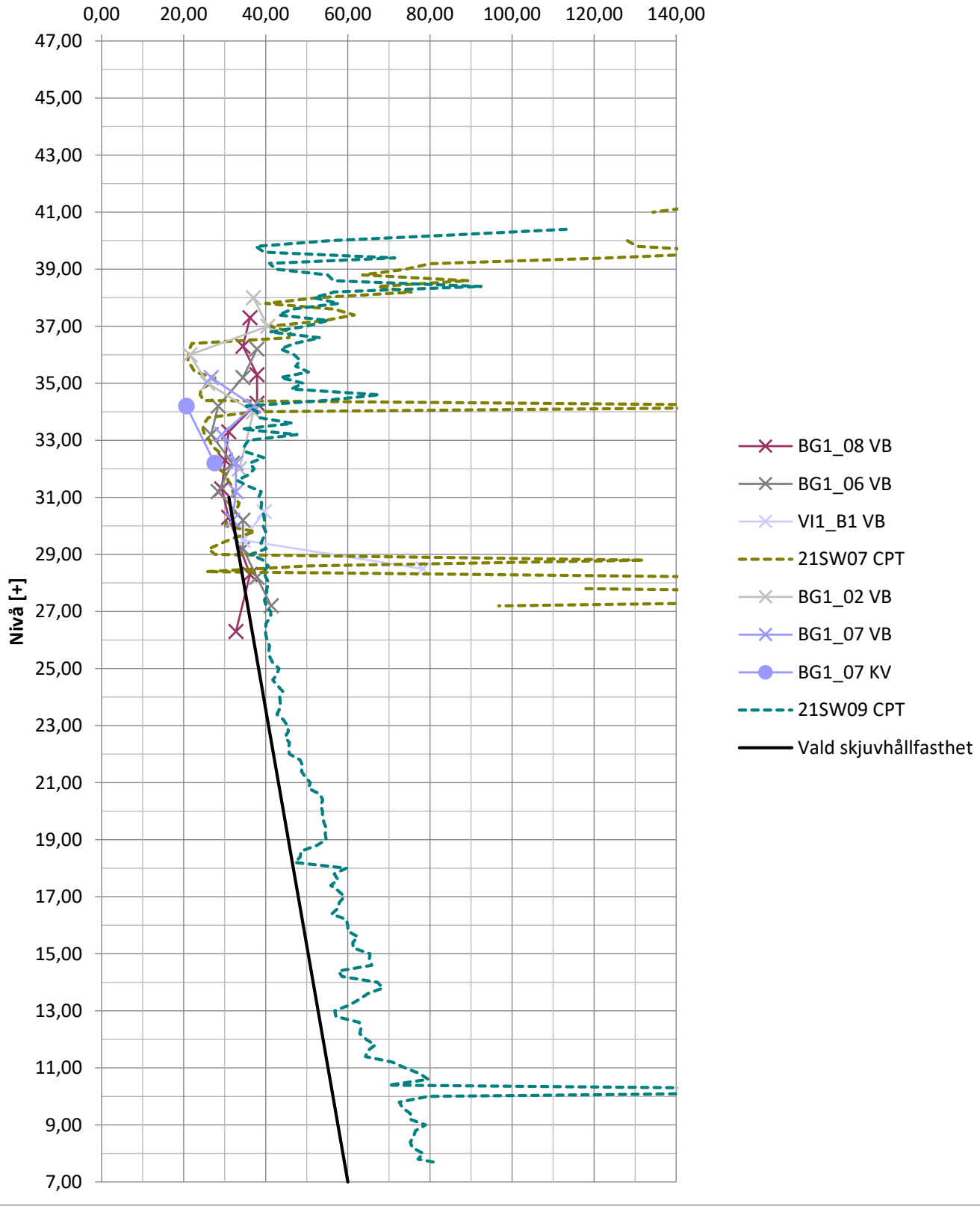


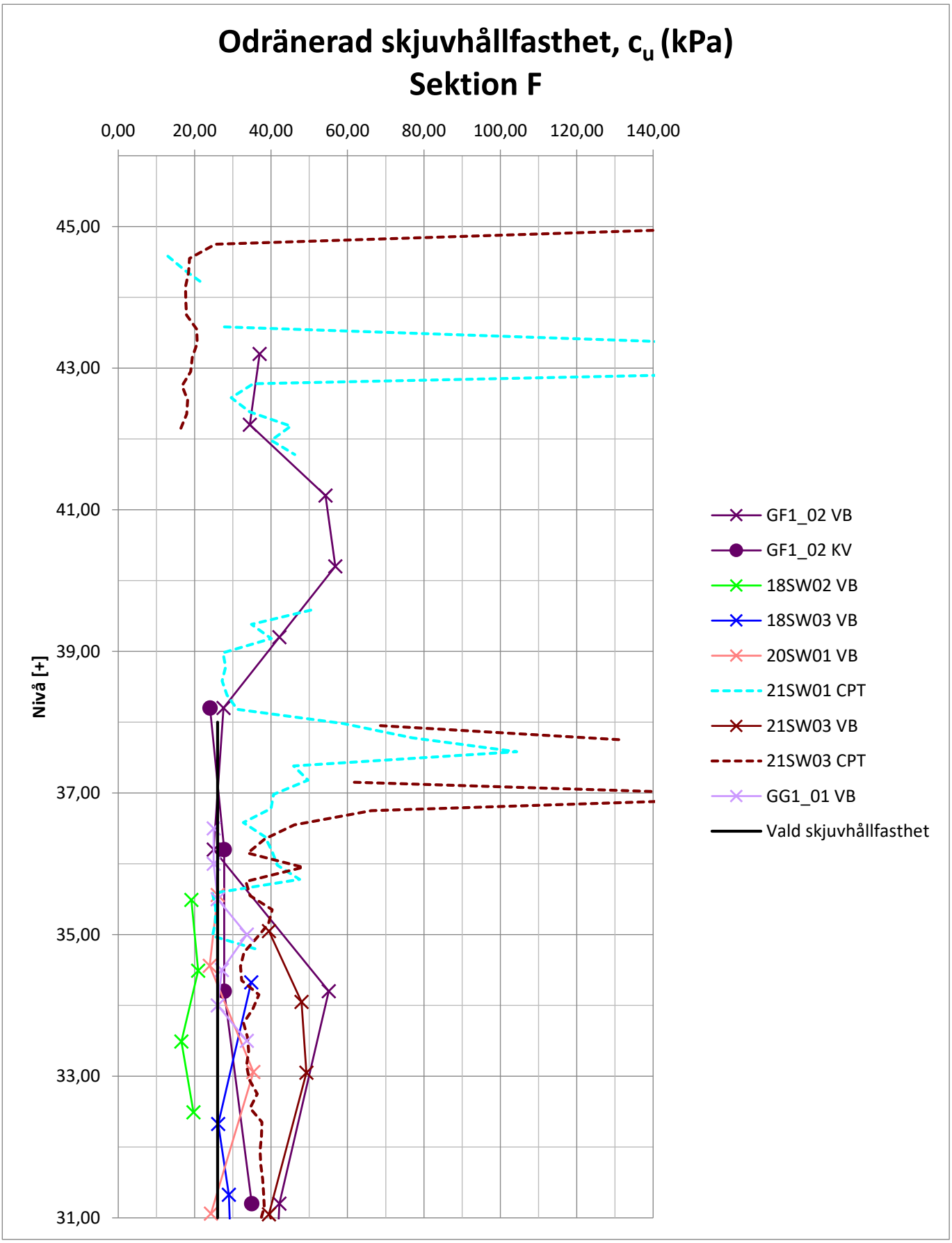
Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion D



Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion E




Odränerad skjuvhållfasthet, c_u (kPa)
Sektion F
0,00
20,00
40,00
60,00
80,00
100,00
120,00
140,00
45,00
43,00
41,00
39,00
37,00
35,00
33,00
31,00
Nivå [+]
GF1_02 VB
GF1_02 KV
18SW02 VB
18SW03 VB
20SW01 VB
21SW01 CPT
21SW03 VB
21SW03 CPT
GG1_01 VB
Vald skjuvhållfasthet

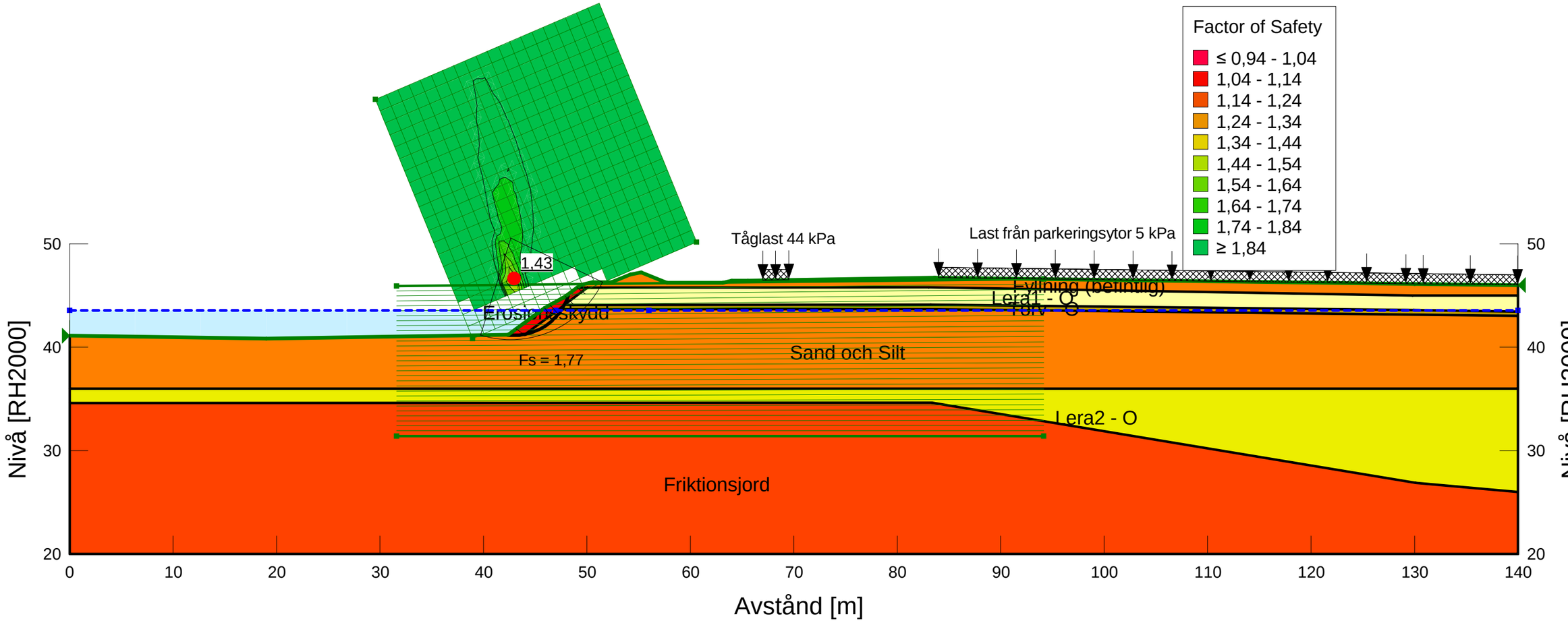
Bilaga 2

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 15:34:15

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	19	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	25	2,3	50	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	18	1				
	Torv - O	Undrained (Phi=0)	12					1				10

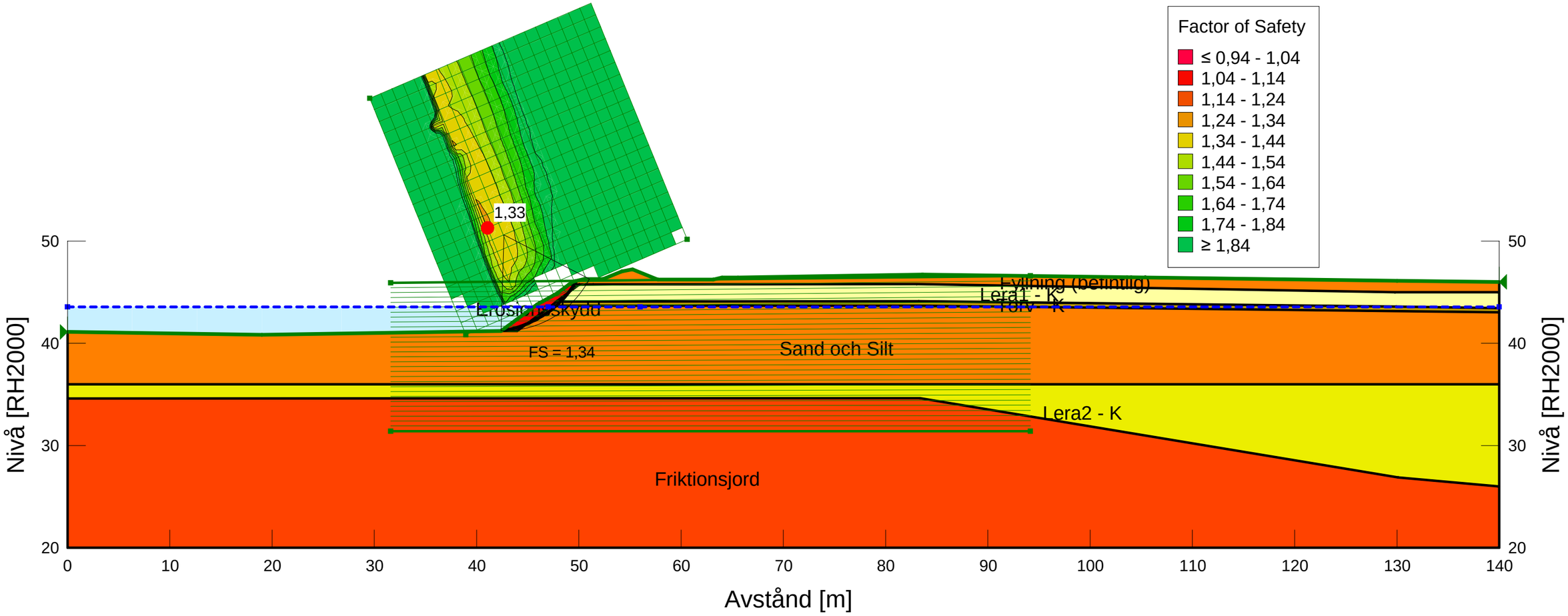


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 15:34:15

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	19	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2,5	0,23	25	2,3	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	18	1					
	Torv - K	Combined, S=f(depth)	12		28		15	1	1	0	10	0	0,1

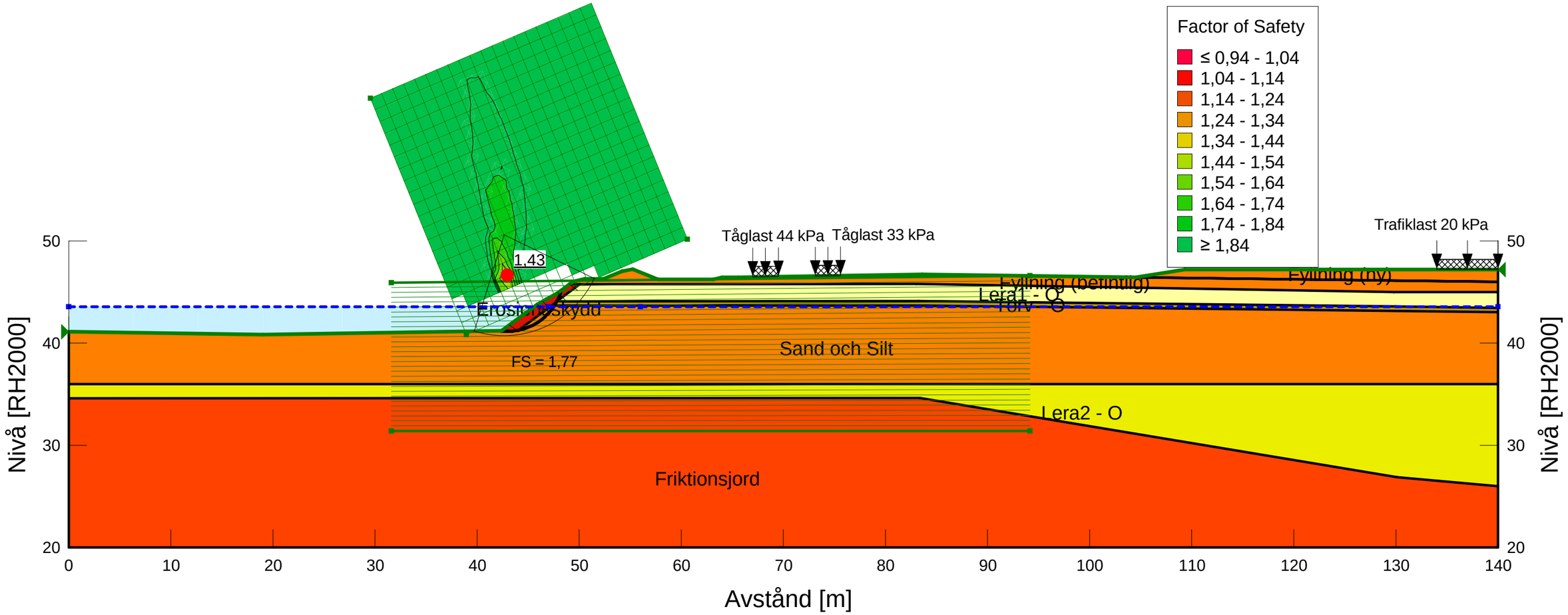


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 15:34:15

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	19	1				
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	20	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	25	2,3	50	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	18	1				
	Torv - O	Undrained (Phi=0)	12					1				10

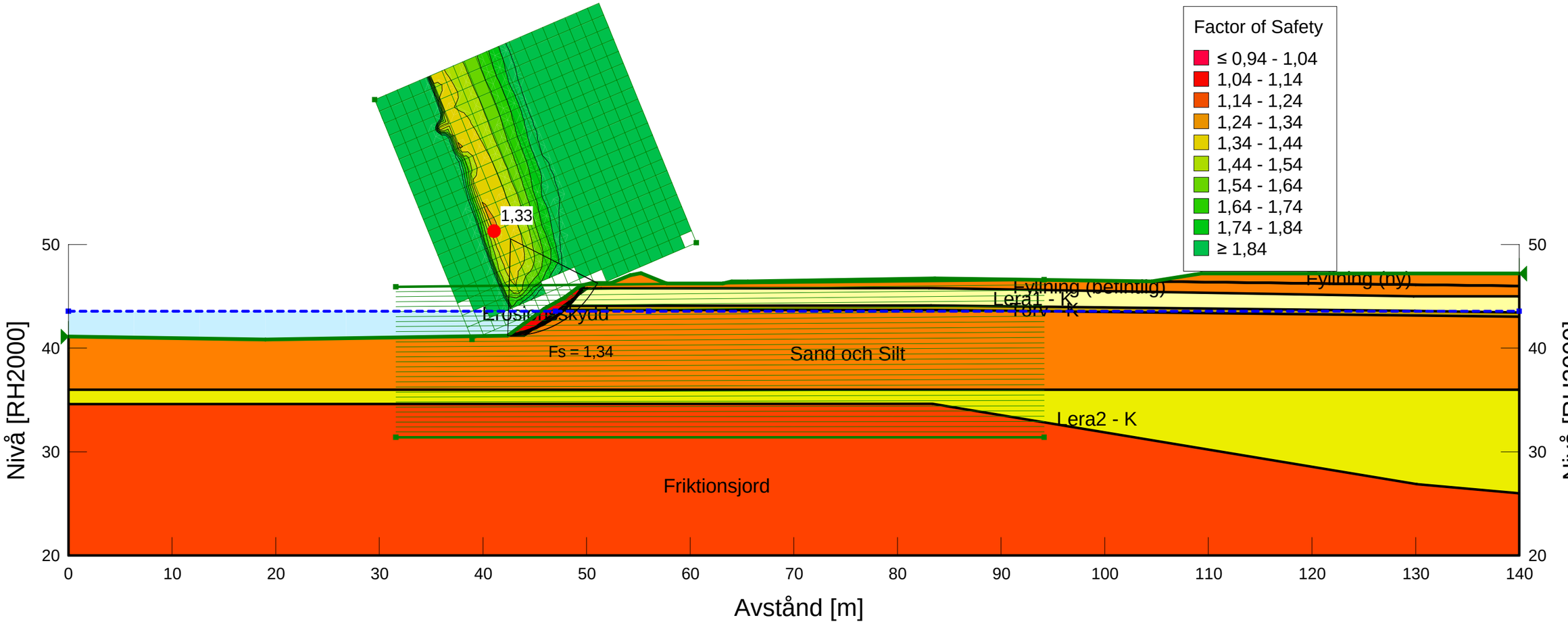


SWECO

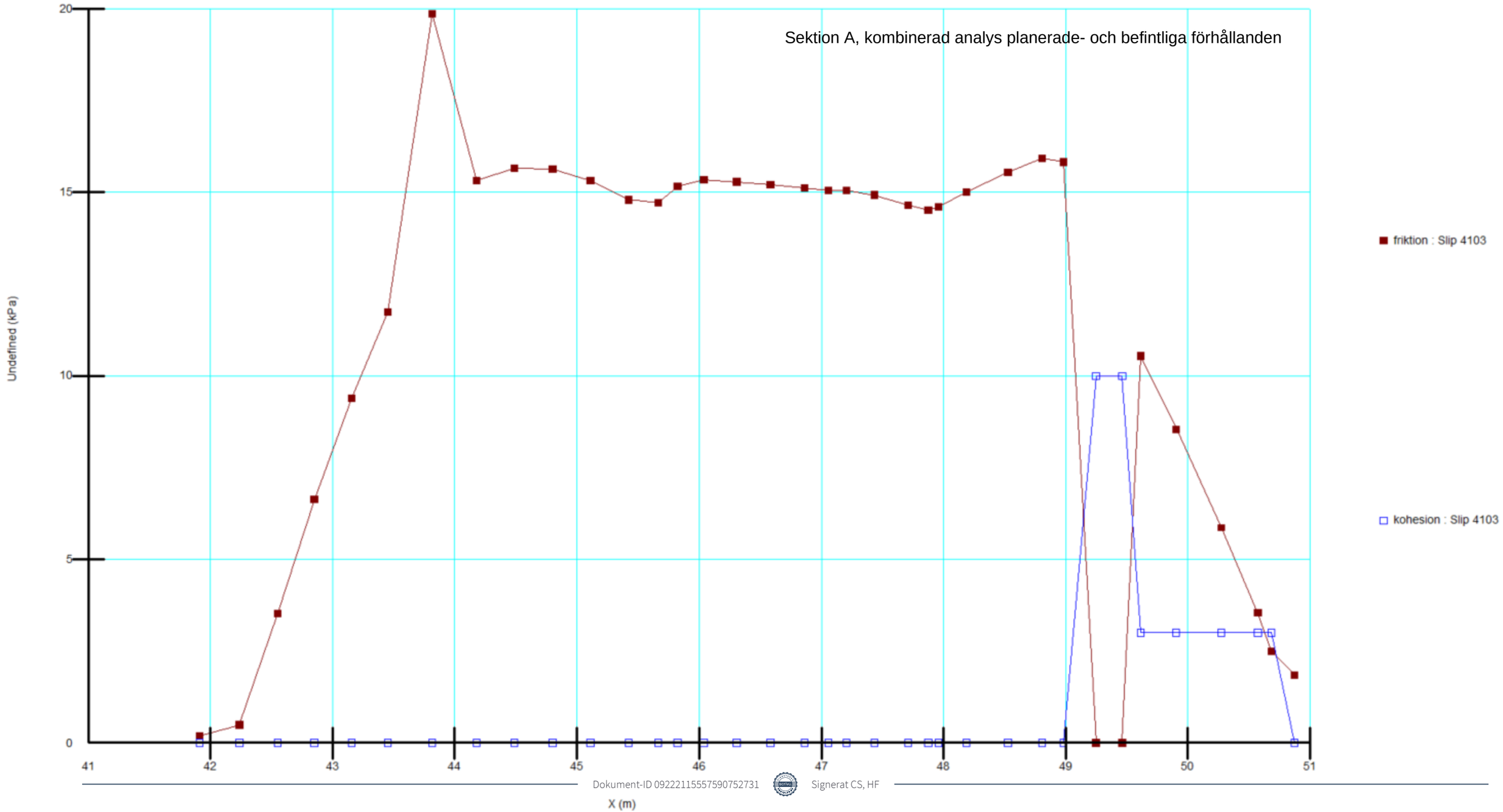
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion A
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:400

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion A.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 15:34:15

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	19	1					
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	36	0	20	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2,5	0,23	25	2,3	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	18	1					
	Torv - K	Combined, S=f(depth)	12		28		15	1	1	0	10	0	0,1



Sektion A, kombinerad analys planerade- och befintliga förhållanden



Dokument-ID 09222115557590752731 Signerat CS, HF

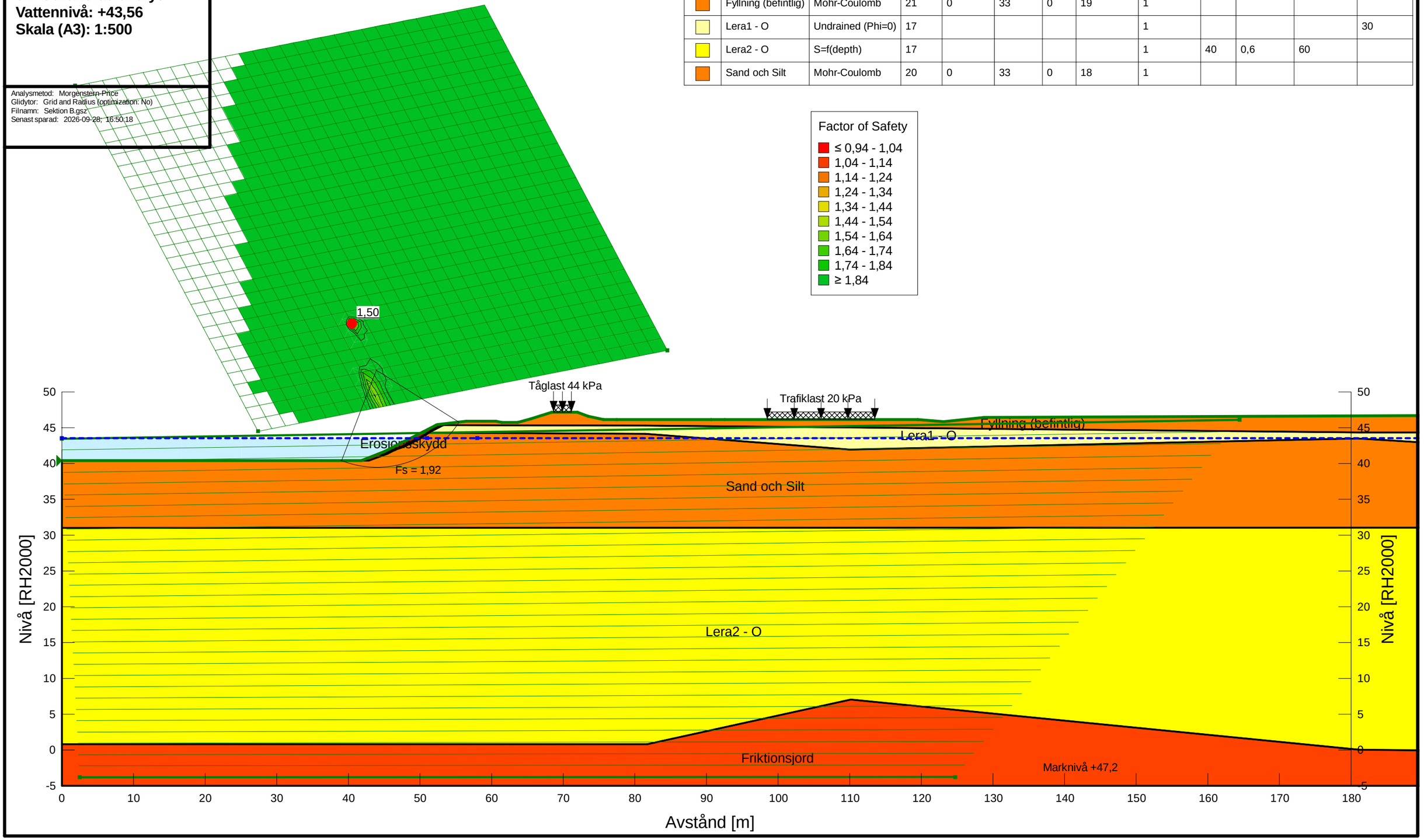
SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
0-Befintliga förhållanden
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2026-09-28, 16:50:18

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	40	0,6	60	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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



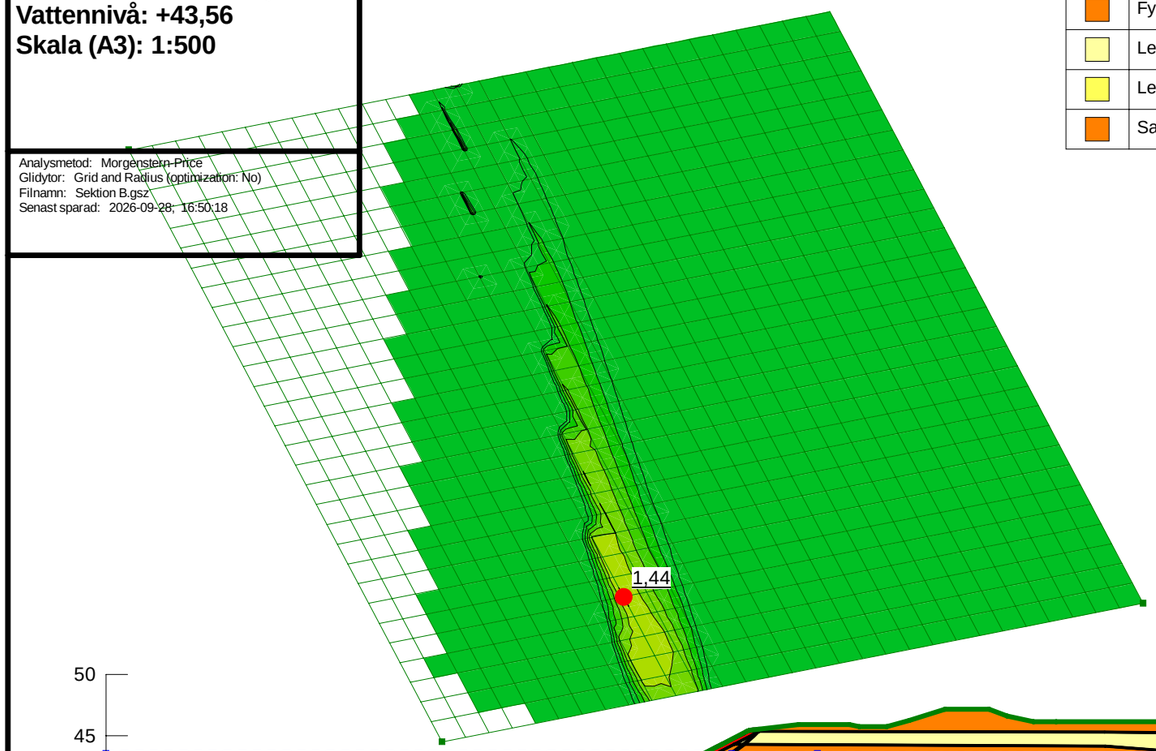
SWECO

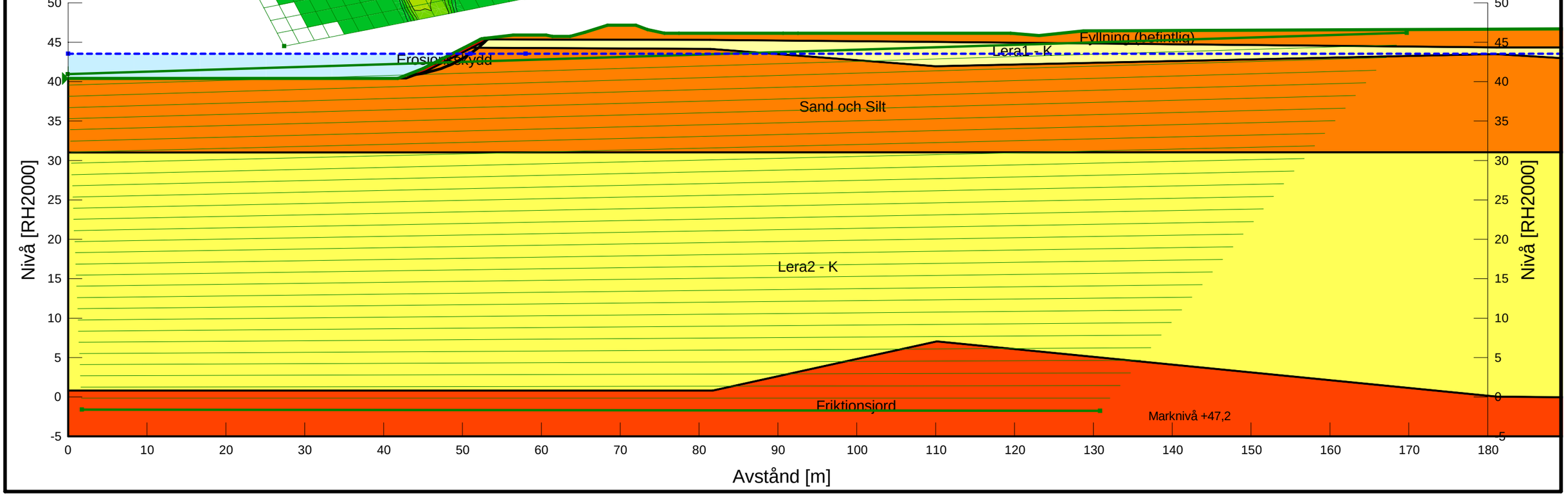
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
0-Befintliga förhållanden
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2026-09-28, 16:50:18

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	4	0,06	40	0,6	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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





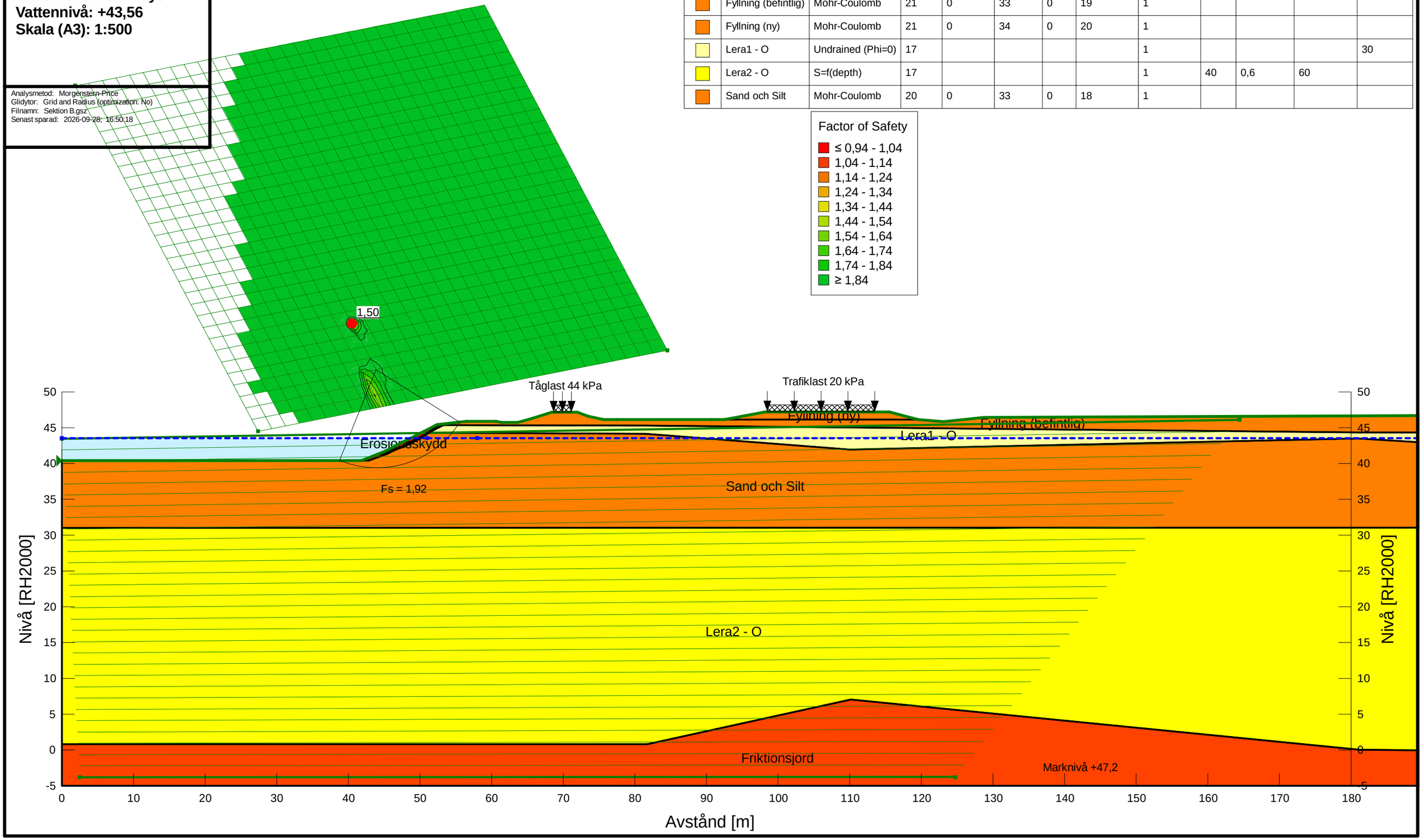
SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2026-09-28, 16:50:18

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	40	0,6	60	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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

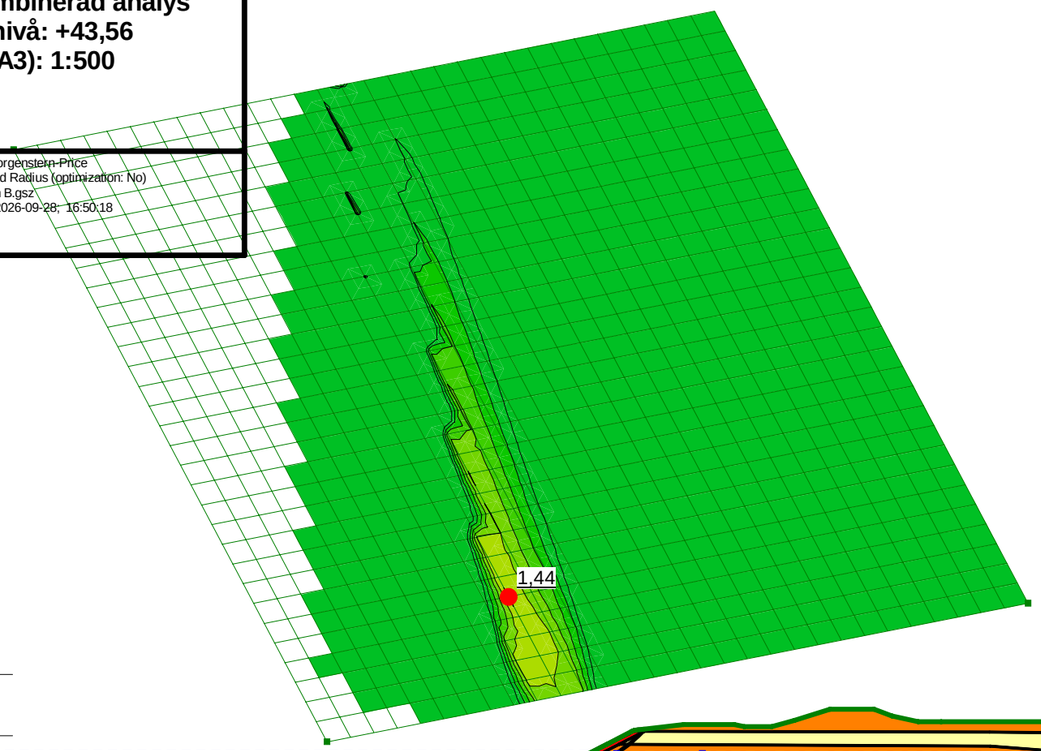


SWECO

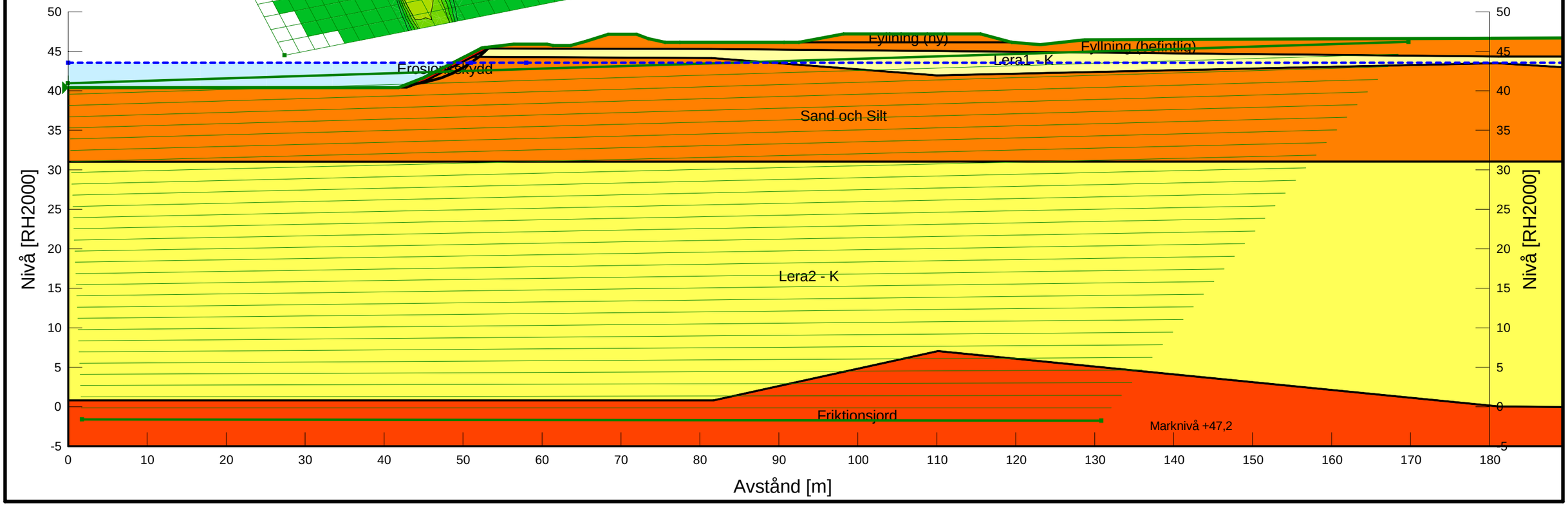
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion B
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion B.gsz
Senast sparad: 2026-09-28, 16:50:18

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	4	0,06	40	0,6	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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



SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
0-Befintliga förhållanden
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 17:00:00

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Kajkonstruktion	High Strength	18					1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				35
	Lera3 - O	S=f(depth)	17					1	35	1,6	80	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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

1,51

Last på kajplan 5kPa

Trafiklast 20 kPa

Fs = 1,64

Nivå [RH2000]

Avstånd [m]

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
0-Befintliga förhållanden
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 17:00:00

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Kajkonstruktion	High Strength	18					1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,5	0	35	0	0,1
	Lera3 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,5	0,16	35	1,6	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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

1,51

Last på kajplan 5 kPa

Nivå [RH2000]

Avstånd [m]

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
1-Planderade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 17:00:00

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Kajkonstruktion	High Strength	18					1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				30
	Lera2 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				35
	Lera3 - O	S=f(depth)	17					1	35	1,6	80	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	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

1,51

GC-väg och Torglast 5 kPa

Marknivå +47,2

Fs = 1,64

Nivå [RH2000]

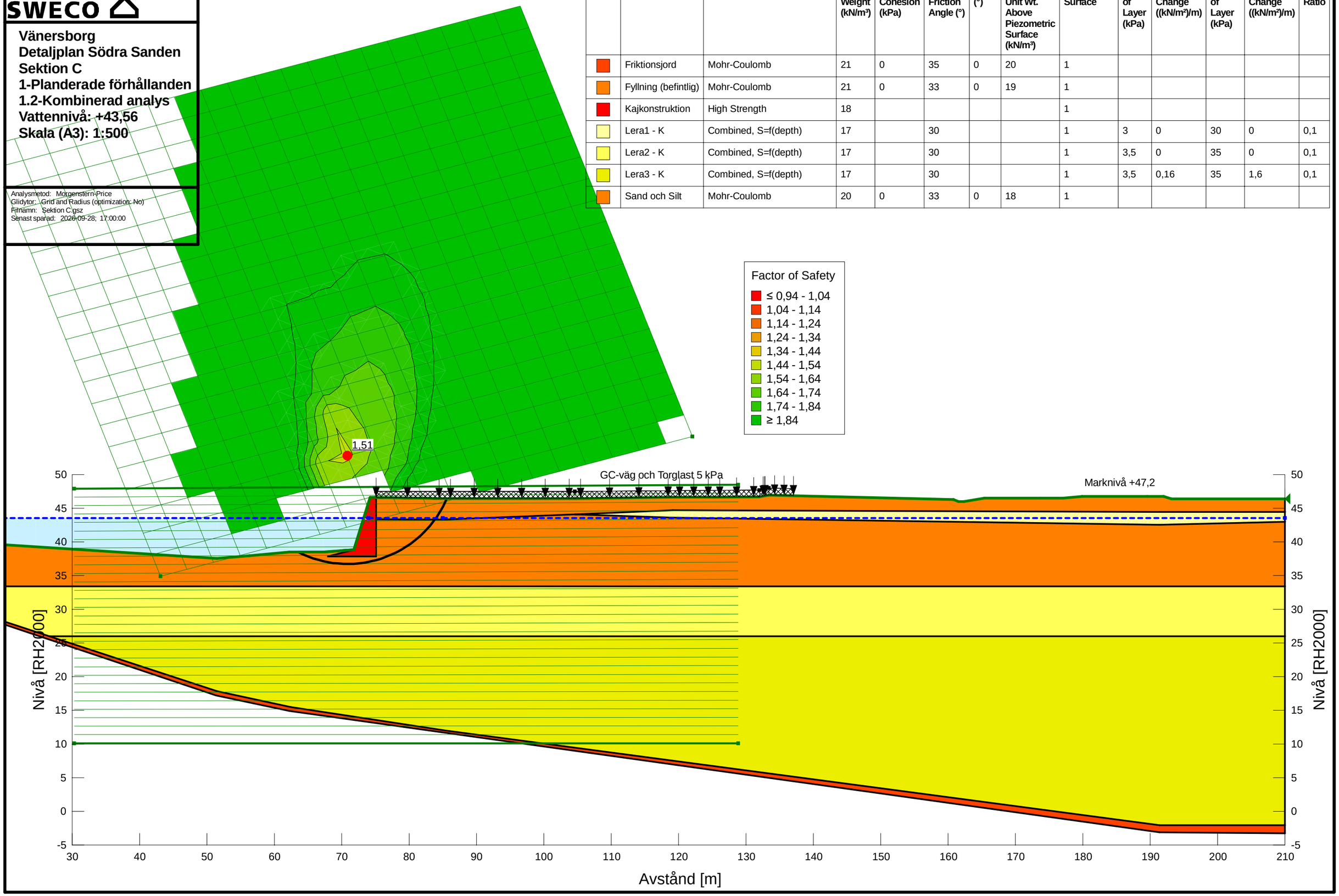
Avstånd [m]

SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion C
1-Planderade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion C.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 17:00:00

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Kajkonstruktion	High Strength	18					1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0	30	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,5	0	35	0	0,1
	Lera3 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,5	0,16	35	1,6	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1					

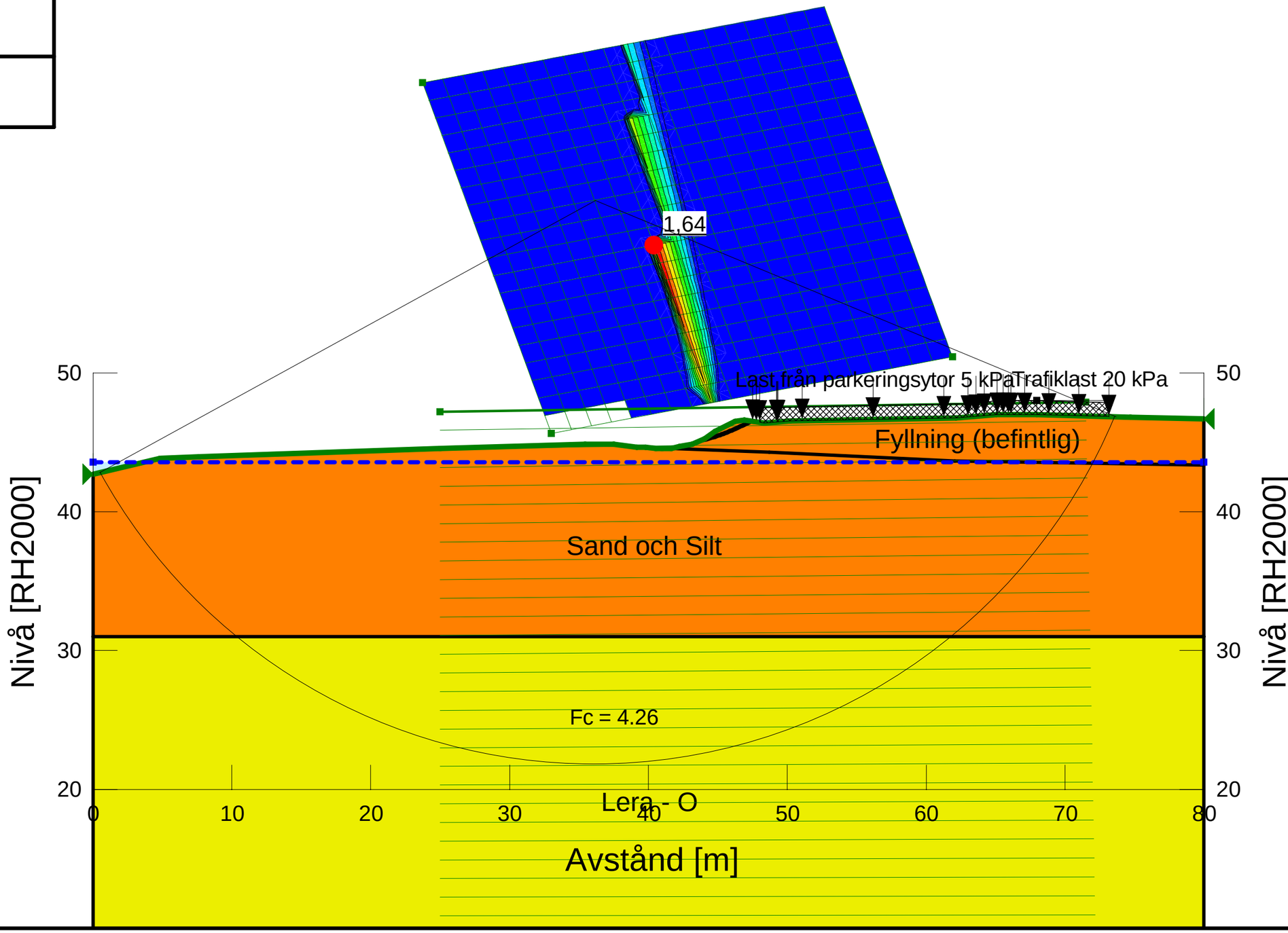


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:16:57

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1			
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1			
	Lera - O	S=f(depth)	17					1	31	1,2	60
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1			

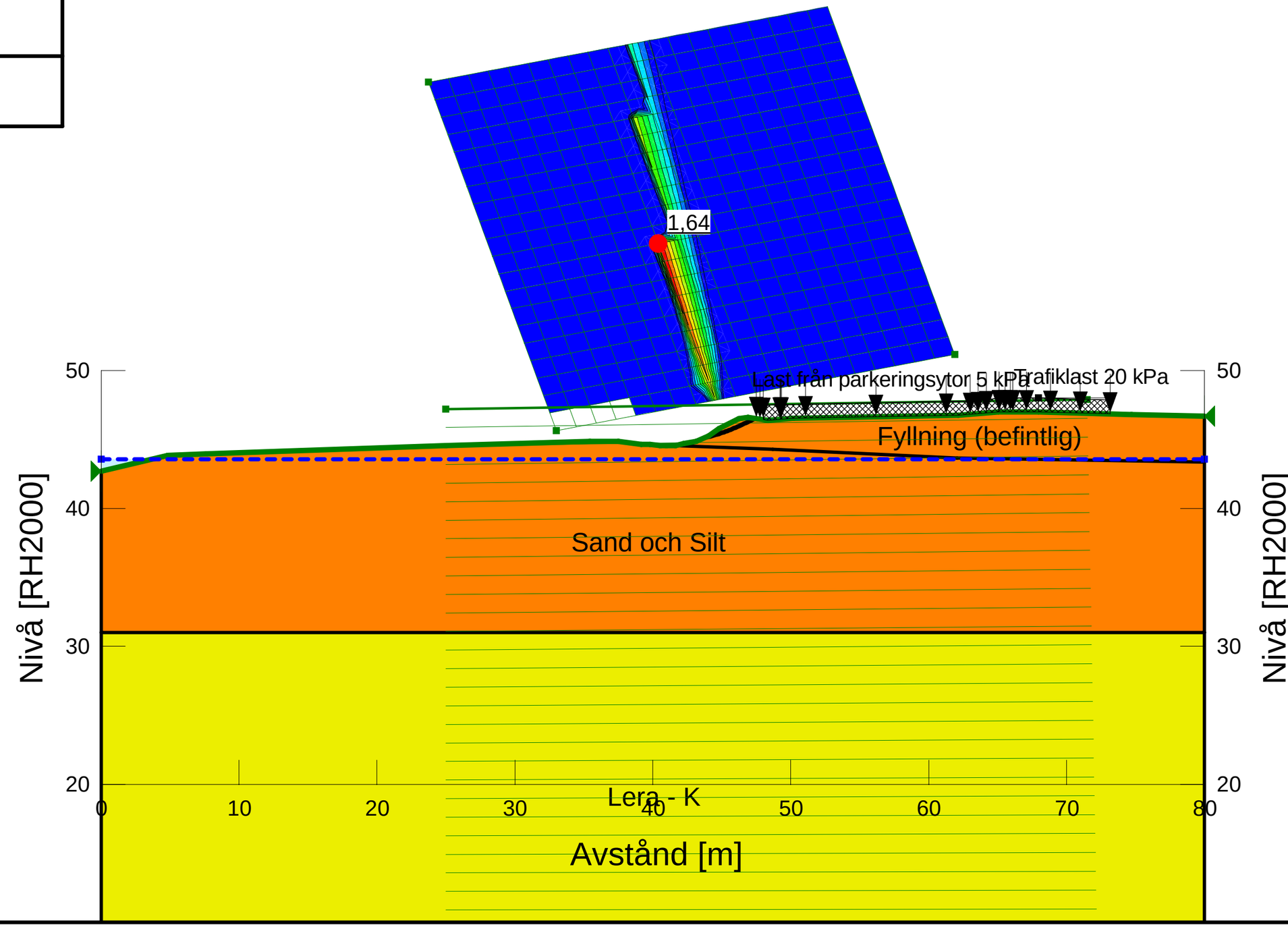


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:16:57

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Lera - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,1	0,12	31	1,2	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1					

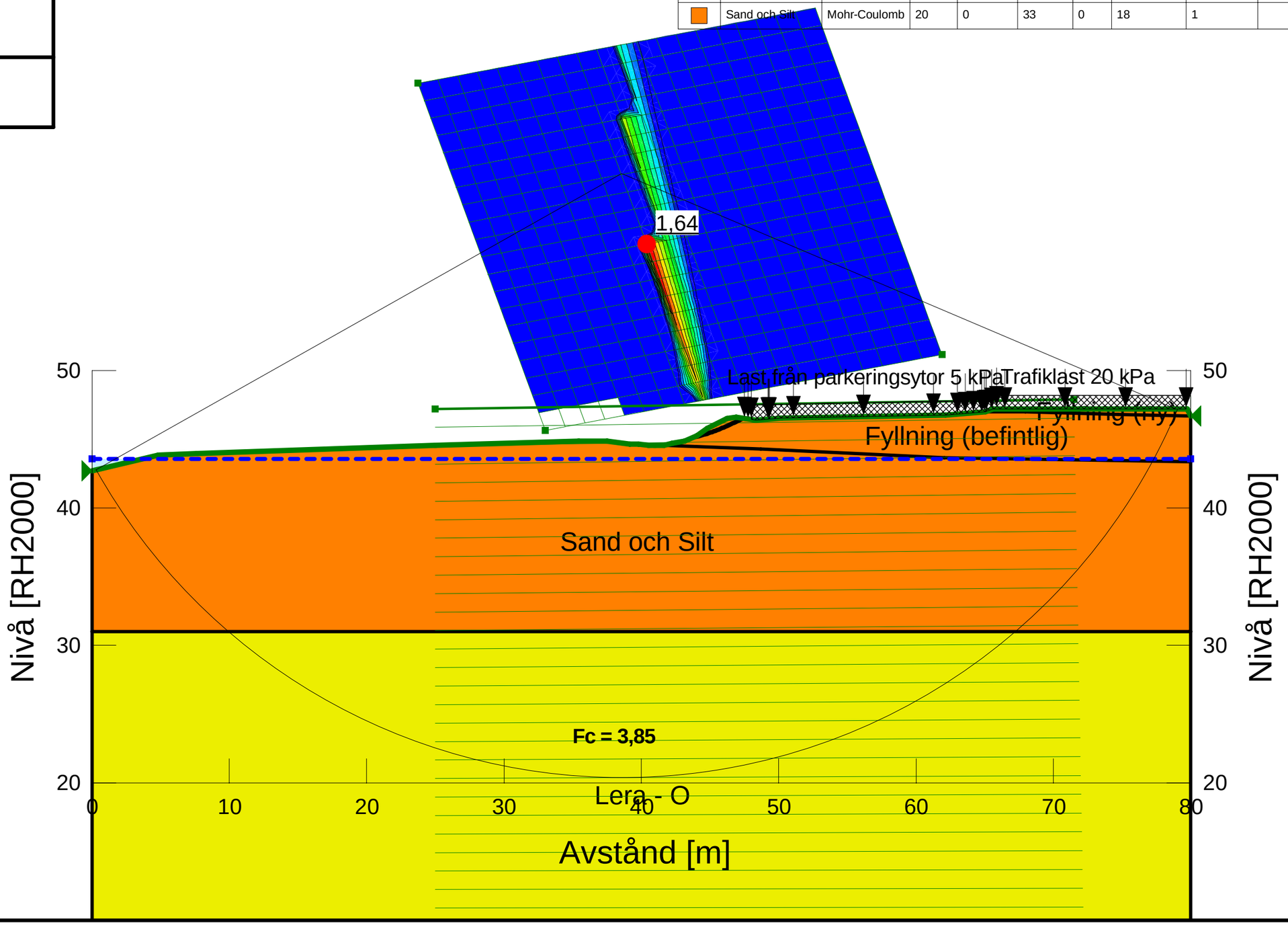


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
1-Planerade förhållande
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:16:57

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1			
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1			
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1			
	Lera - O	S=f(depth)	17					1	31	1,2	60
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1			

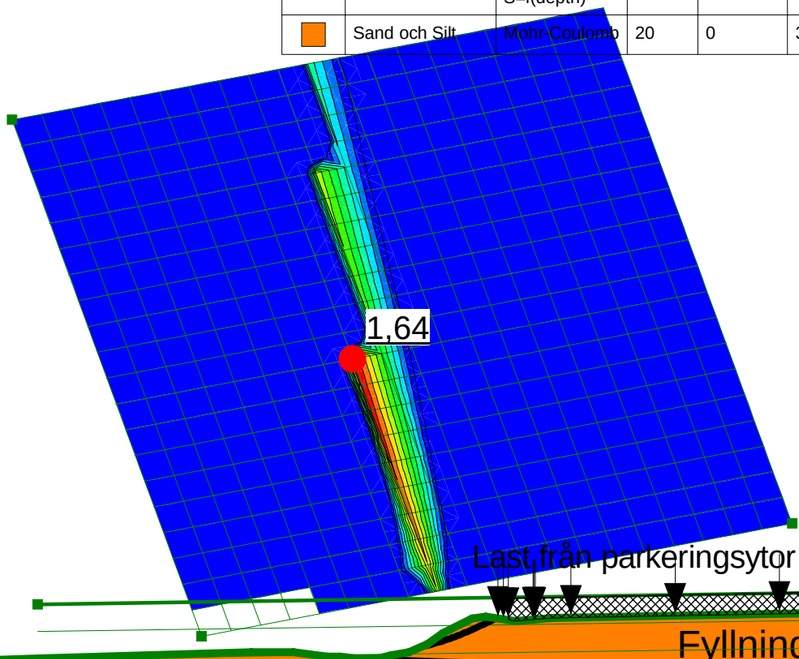


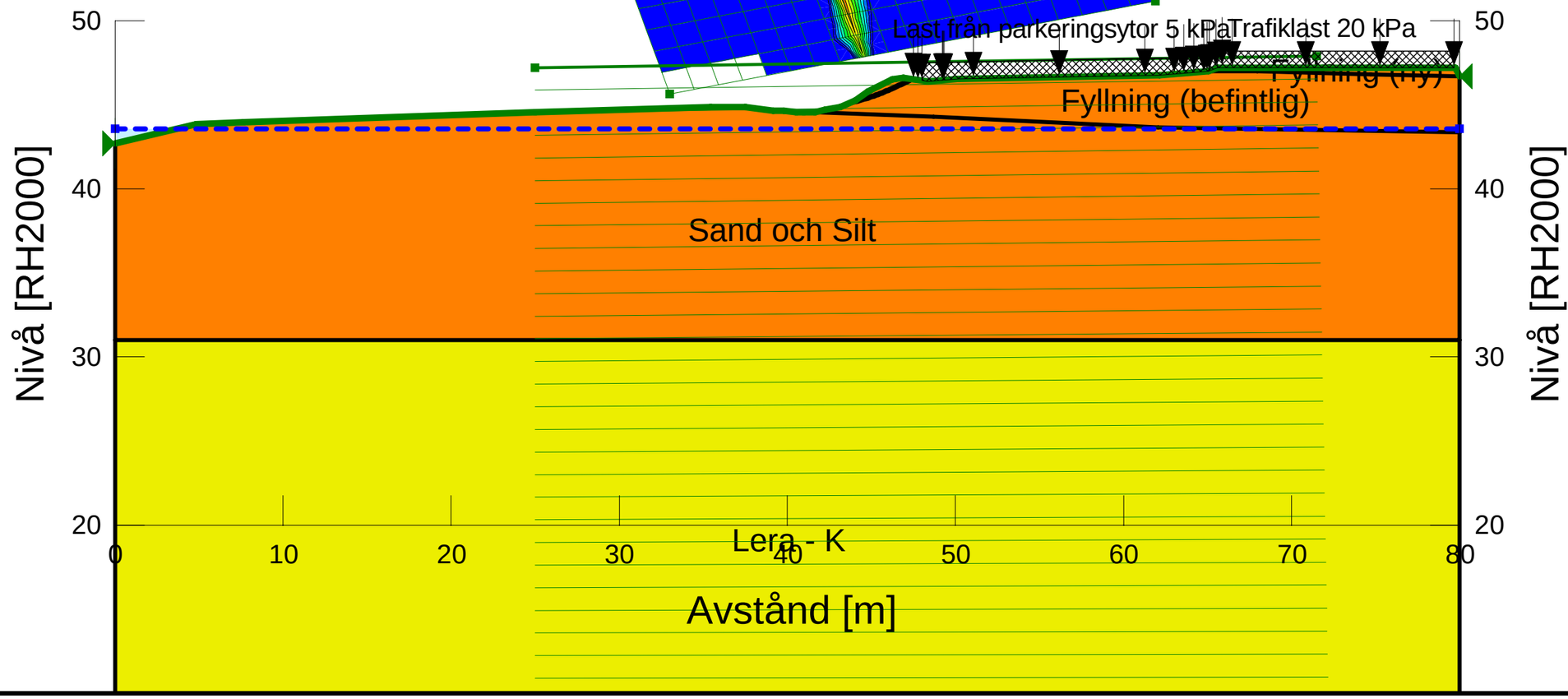
SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion E
1-Planerade förhållande
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion E.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:16:57

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1					
	Lera - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3,1	0,12	31	1,2	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1					



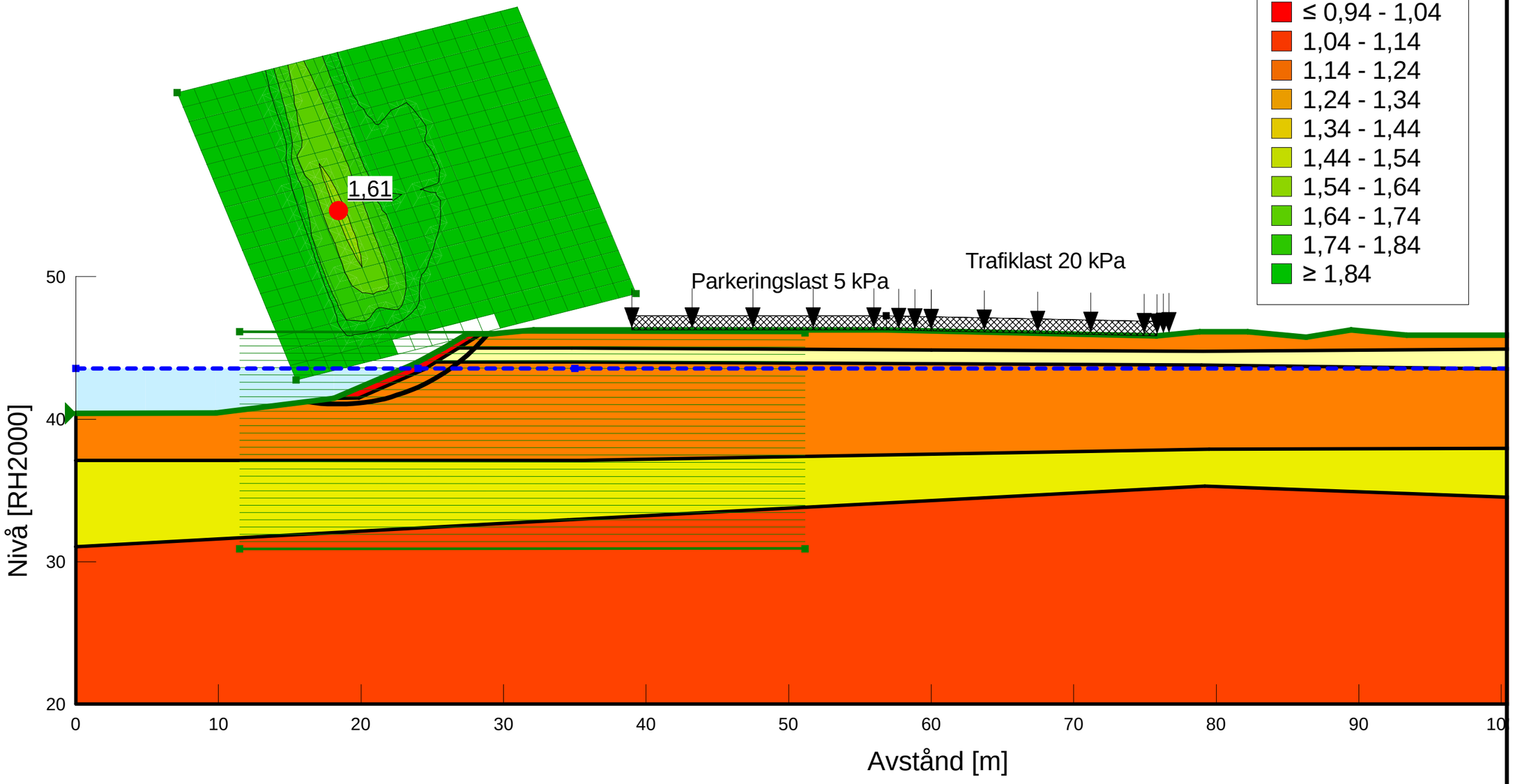


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:22:24

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				20
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	26	0	40	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1				

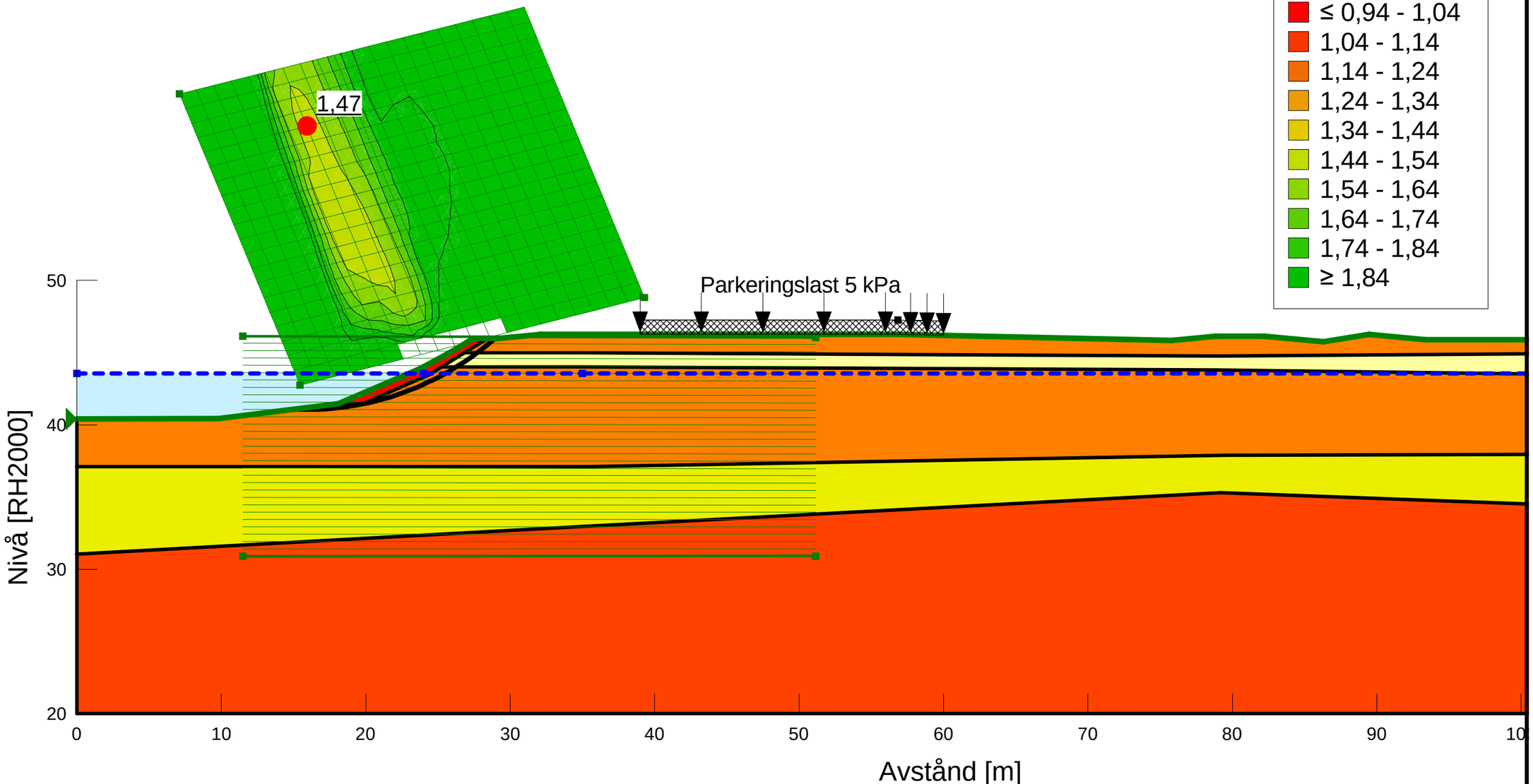


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:22:24

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2	0	20	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2,6	0	26	0	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1					

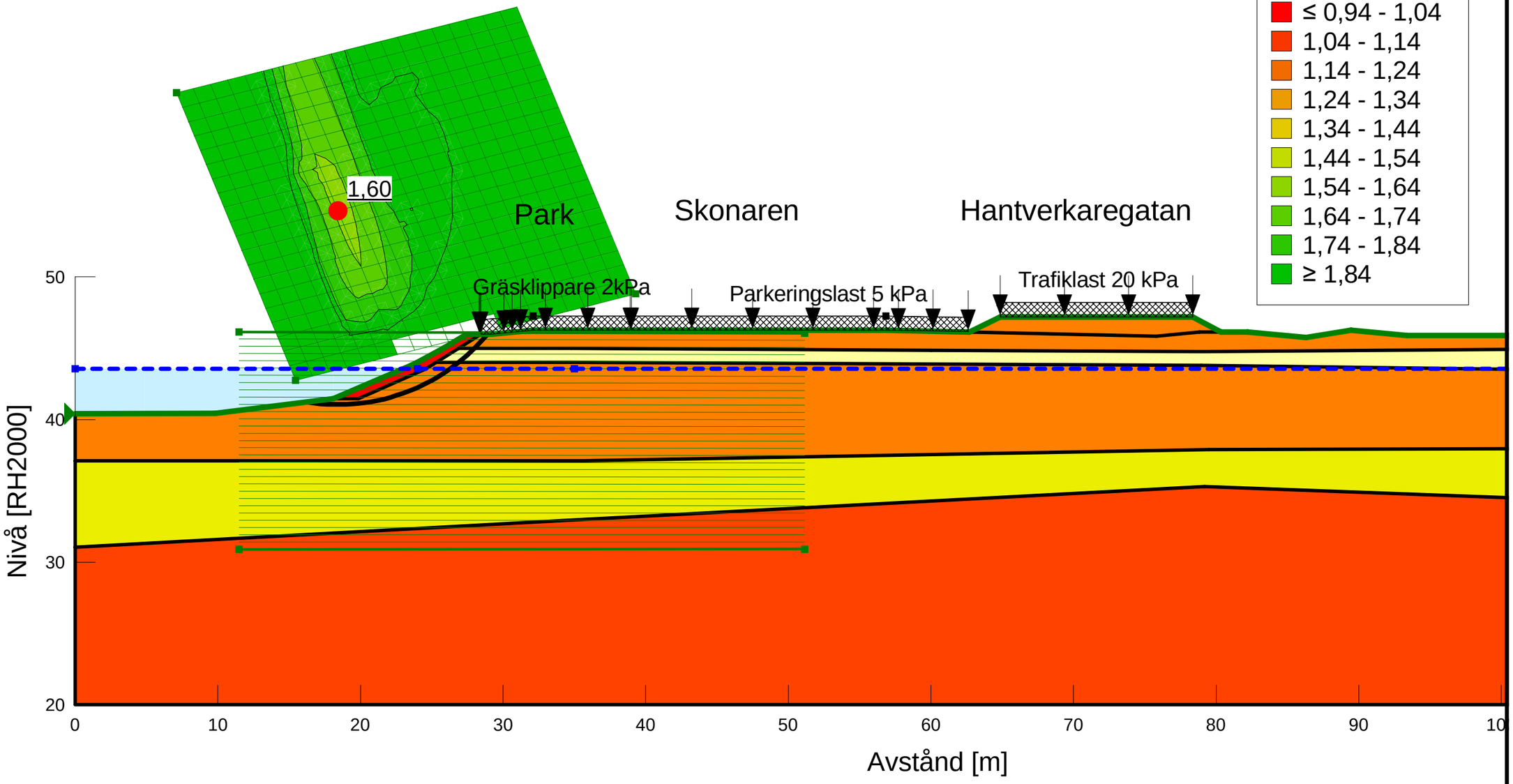


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
1-Planerade förhållanden
1.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:22:24

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Undrained Shear Strength (kPa)
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1				
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1				
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1				
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1				
	Lera1 - O	Undrained (Phi=0)	17					1				20
	Lera2 - O	S=f(depth)	17					1	26	0	40	
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1				

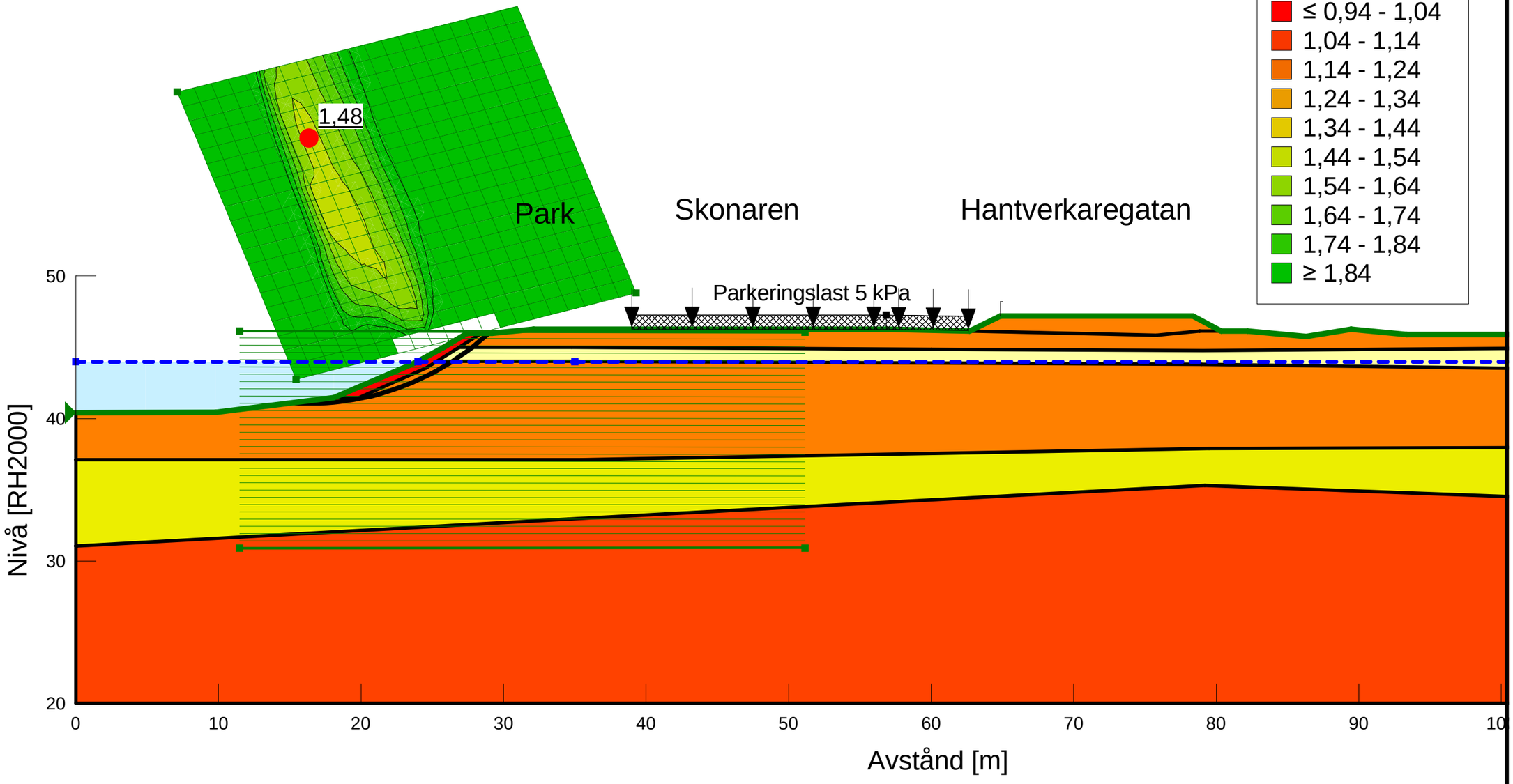


SWECO

Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion F
1-Planerade förhållanden
1.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion F.gsz
Senast sparad: 2026-09-25; 14:23:20

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	23	0	45	0	20	1					
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Fyllning (befintlig)	Mohr-Coulomb	21	0	33	0	19	1					
	Fyllning (ny)	Mohr-Coulomb	21	0	34	0	20	1					
	Lera1 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2	0	20	0	0,1
	Lera2 - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	2,6	0	26	0	0,1
	Sand och Silt	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	18	1					

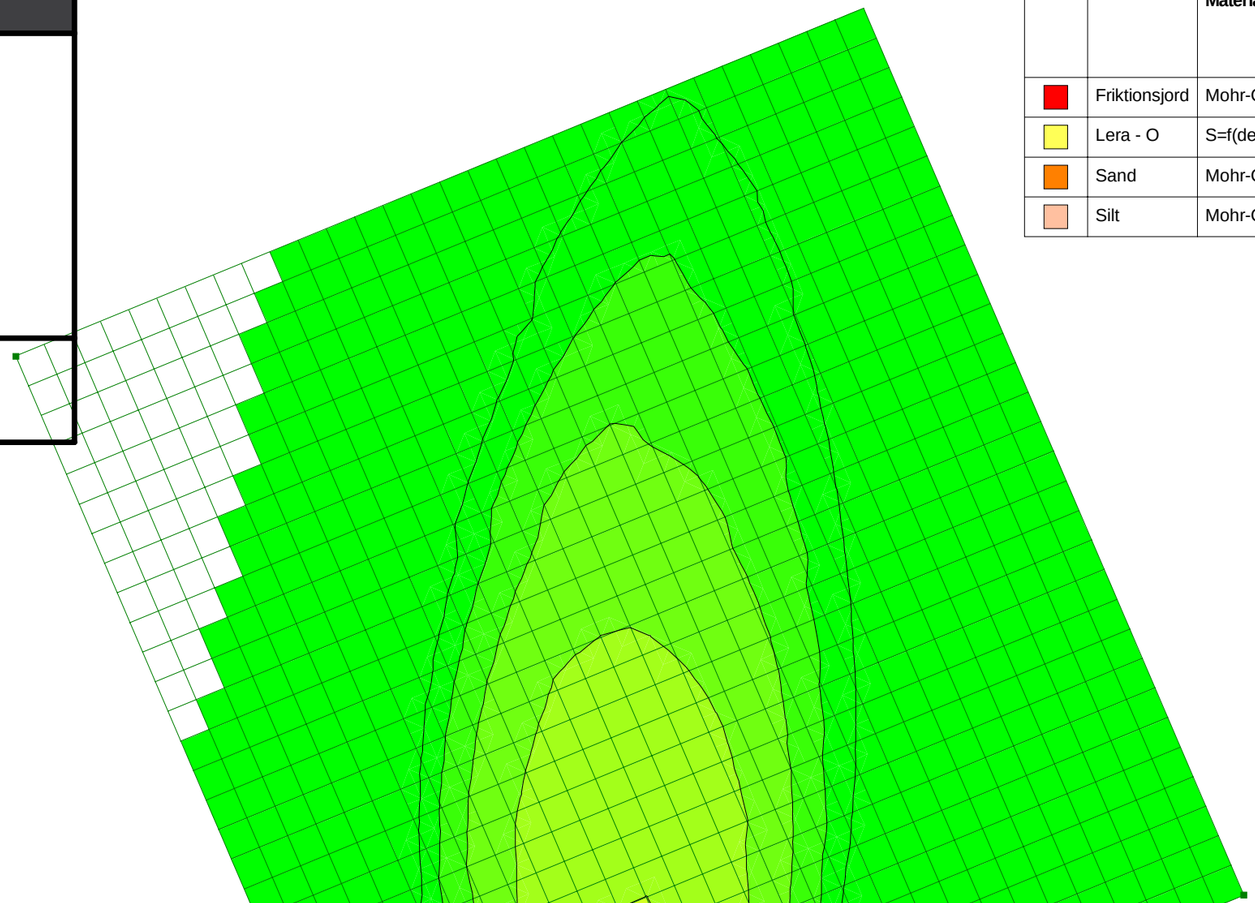


SWECO

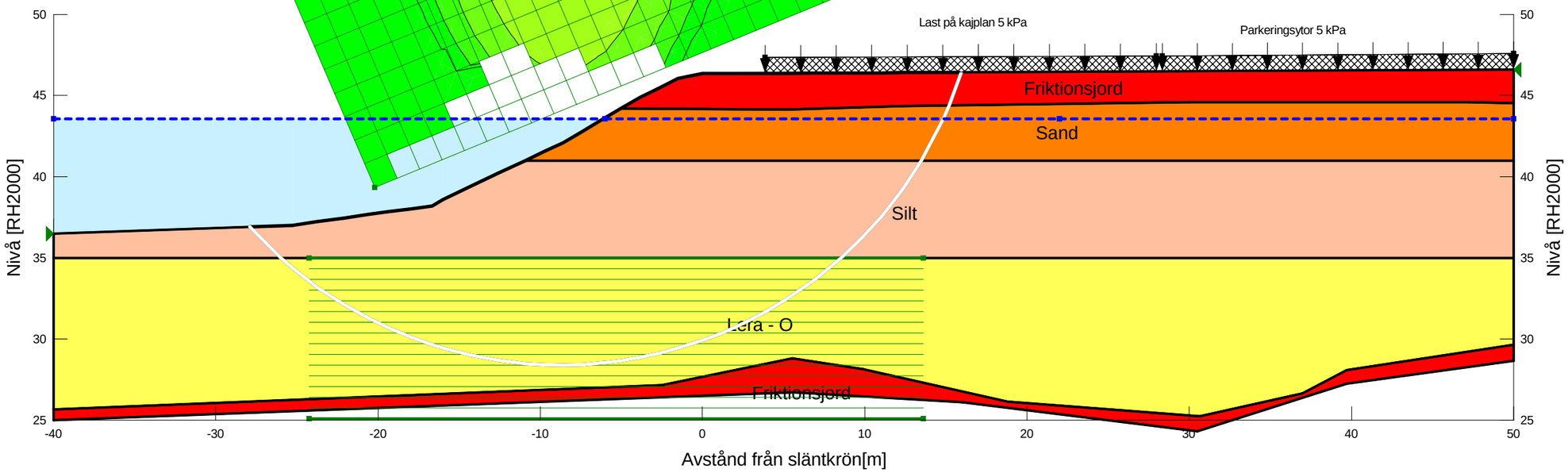
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion I
0-Befintligt förhållande
0.1-Odränerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion I.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:26:03

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1			
	Lera - O	S=f(depth)	17					1	30	1	80
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	18	1			
	Silt	Mohr-Coulomb	19,5	4	33	0	17,5	1			



Factor of Safety
- ≤ 0,90 - 1,00
- 1,00 - 1,10
- 1,10 - 1,20
- 1,20 - 1,30
- 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- ≥ 1,90

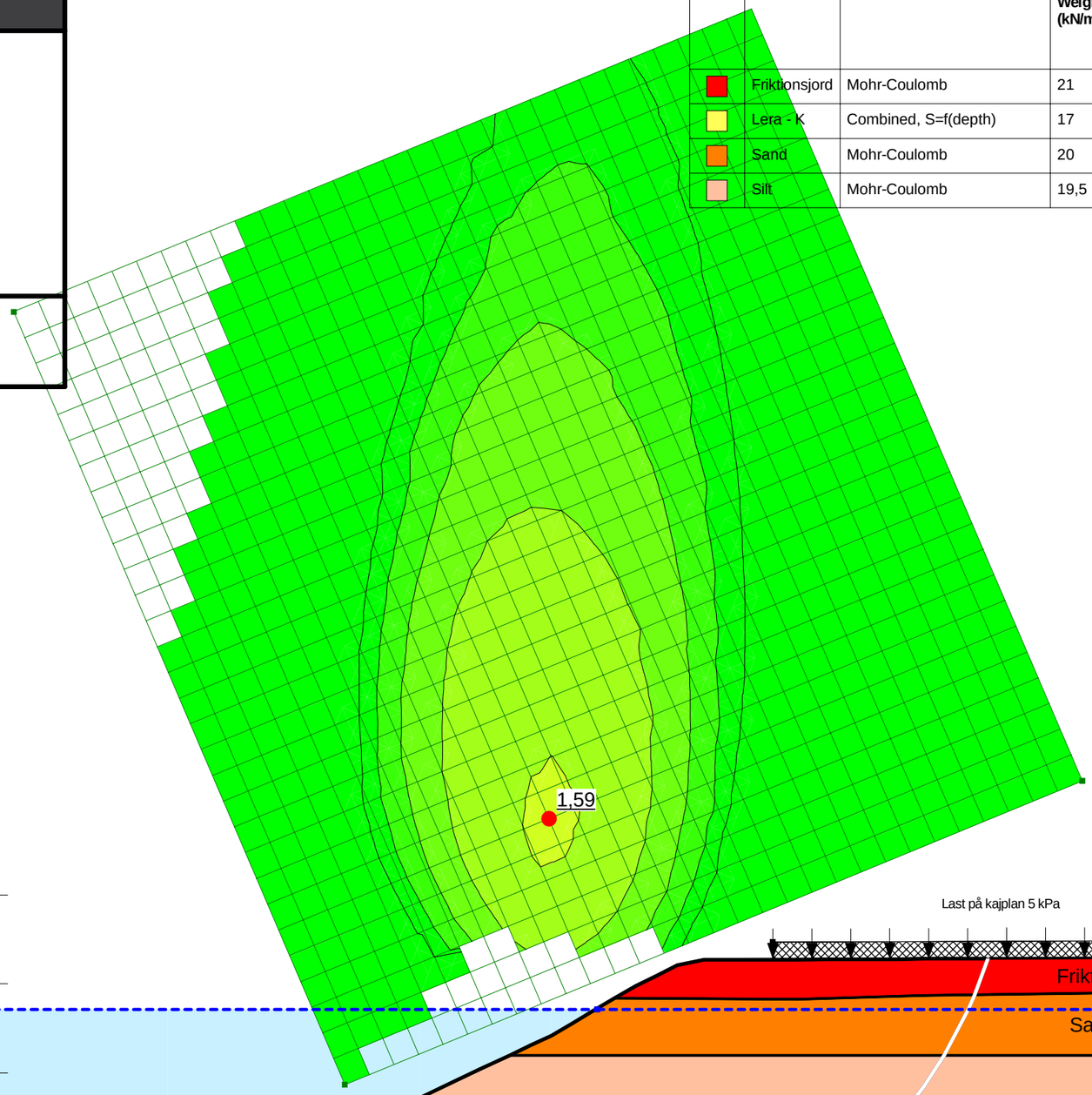


SWECO

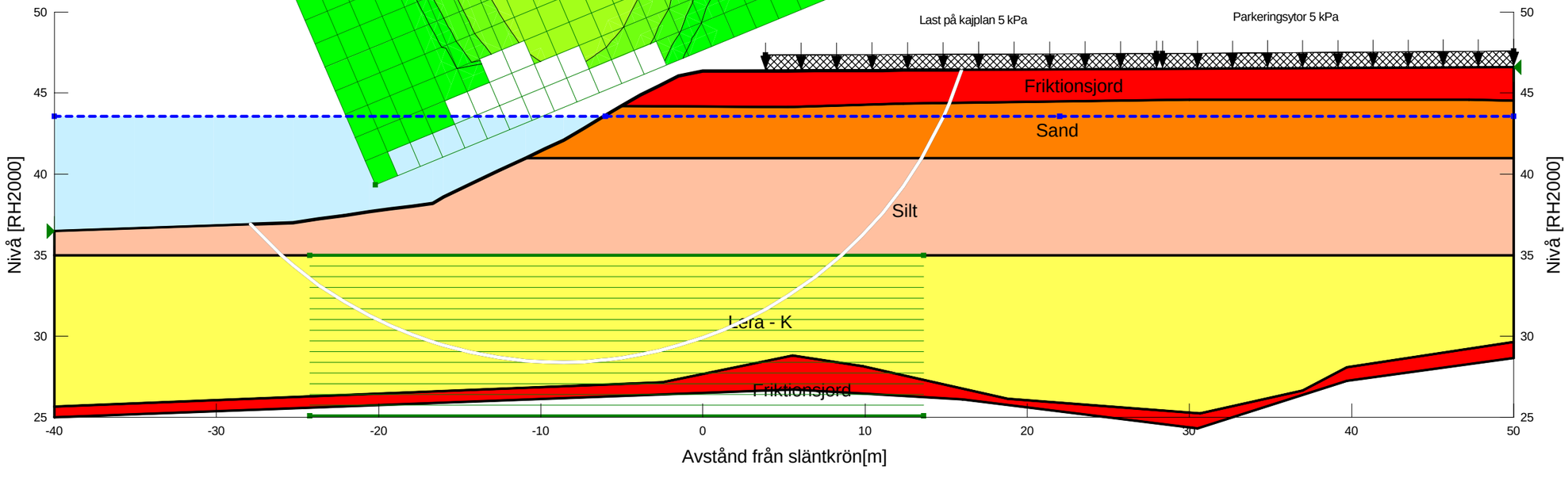
Vänersborg
Detaljplan Södra Sanden
Sektion I
0-Befintligt förhållande
0.2-Kombinerad analys
Vattennivå: +43,56
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
Filnamn: Sektion I.gsz
Senast sparad: 2026-09-28; 14:26:03

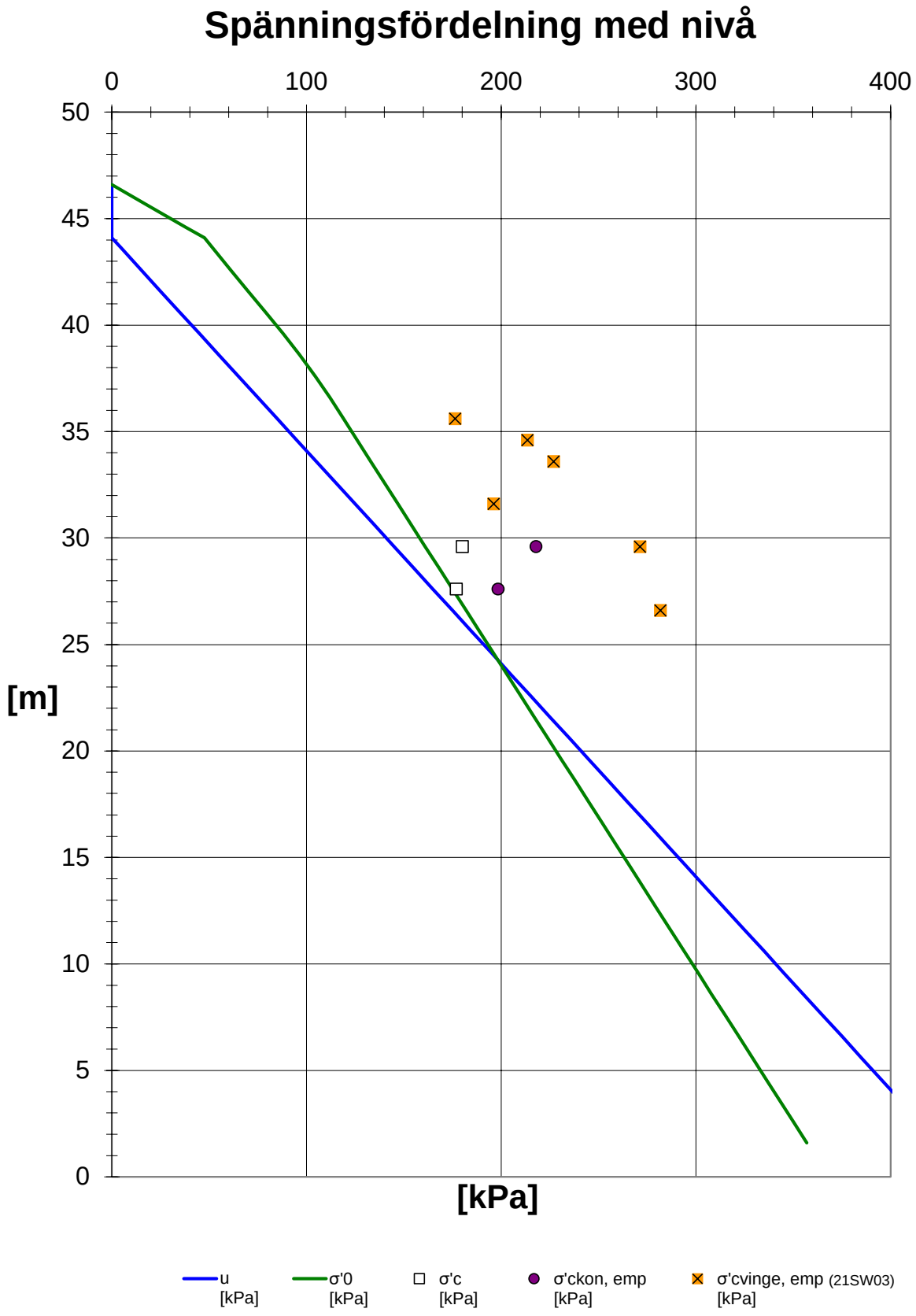
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	Piezometric Surface	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Su-Top of Layer (kPa)	Su-Rate of Change ((kN/m²)/m)	c'/Su Ratio
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	21	0	35	0	20	1					
	Lera - K	Combined, S=f(depth)	17		30			1	3	0,1	30	1	0,1
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	18	1					
	Silt	Mohr-Coulomb	19,5	4	33	0	17,5	1					



Factor of Safety
- ≤ 0,90 - 1,00
- 1,00 - 1,10
- 1,10 - 1,20
- 1,20 - 1,30
- 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- ≥ 1,90



Bilaga 3

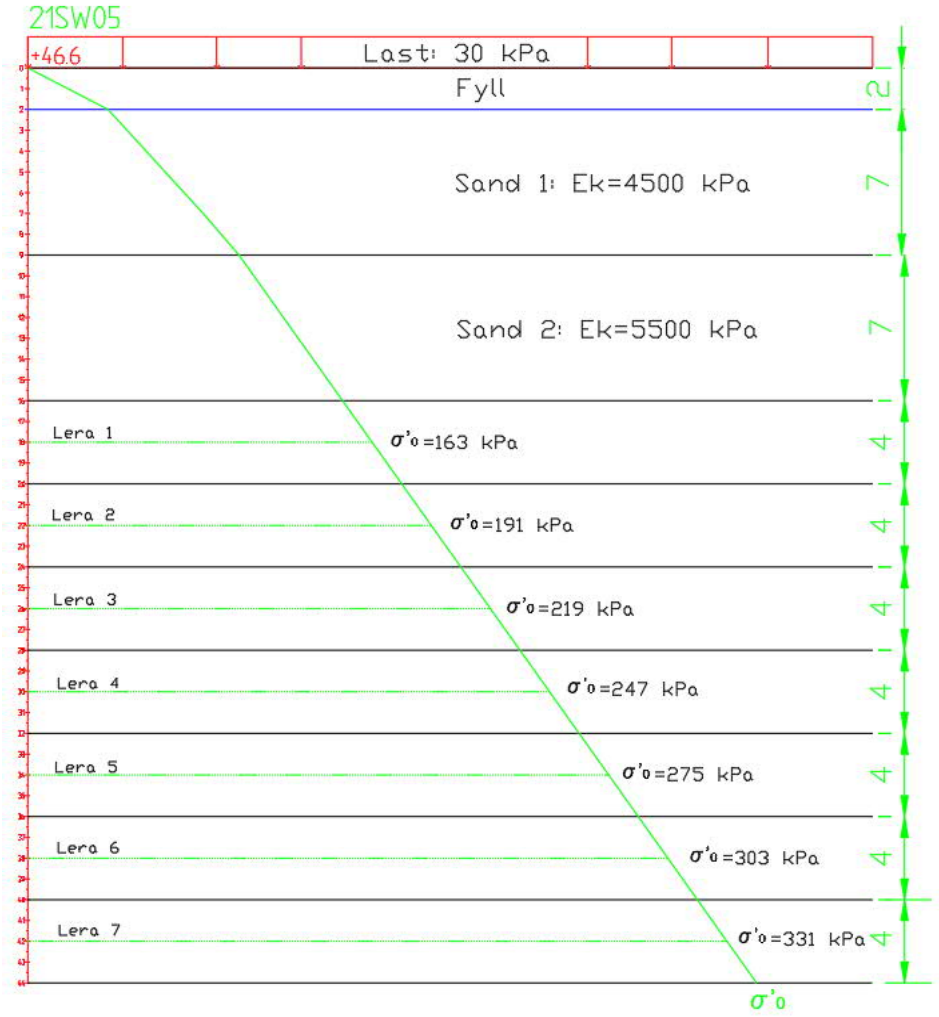

Spänningsfördelning med nivå
0
100
200
300
400
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
[m]
[kPa]
u [kPa]
σ'0 [kPa]
σ'c [kPa]
σ'ckon, emp [kPa]
σ'cvinge, emp (21SW03) [kPa]

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:

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

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):

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

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

Lera 2 (20 - 24 m):

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

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

Lera 3 (24 - 28 m):

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

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

Lera 4 (28 - 32 m):

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

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

Lera 5 (32 - 36 m):

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

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

Lera 6 (36 - 40 m):

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

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

Lera 7 (40 - 44 m):

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

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

Sättningar i lera:

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

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

Byggnadens livslängd i år: $t = 100$

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

Verifikat

Dokument-ID 09222115557590752731

Dokument

30108098_PM_Geoteknik
Huvuddokument
67 sidor
Startades 2026-09-30 09:01:21 CEST (+0200) av Cristoffer Schnelzer (CS)
Färdigställt 2026-09-30 10:02:31 CEST (+0200)

Signerare

Cristoffer Schnelzer (CS)
Sweco
cristoffer.schnelzer@sweco.se
+46768949594



Signerade 2026-09-30 10:02:31 CEST (+0200)

Henrik Falch (HF)
henrik.falch@sweco.se



Signerade 2026-09-30 09:28:30 CEST (+0200)

Detta verifikat är utfärdat av Scrive. Se de dolda bilagorna för mer information/bevis om detta dokument. Använd en PDF-läsare som t ex Adobe Reader som kan visa dolda bilagor för att se bilagorna. Observera att om dokumentet skrivs ut kan inte integriteten i papperskopian bevisas enligt nedan och att en vanlig papperutskrift saknar innehållet i de dolda bilagorna. Den digitala signaturen (elektroniska förseglingen) säkerställer att integriteten av detta dokument, inklusive de dolda bilagorna, kan bevisas matematiskt och oberoende av Scrive. För er bekvämlighet tillhandahåller Scrive även en tjänst för att kontrollera dokumentets integritet automatiskt på: https://scrive.com/verify