

Trollhättan, Hults Höjd, GC-bana

Geoteknisk PM, underlag för detaljplan

2025-05-15

DOKUMENT-ID 25024-11

Trollhättan, Hults Höjd, GC-bana

Geoteknisk PM, underlag för detaljplan

Revision: -

Datum: 2025-05-15

Beställare: Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB
Falkenbergsgatan 3
412 85 Göteborg

Beställarens representant: Anders Oscarsson

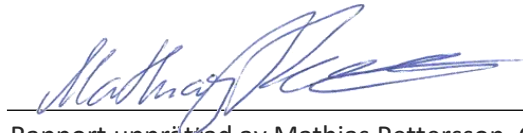
Konsult: Geotechnical Engineers of Sweden AB
Theres Svenssons gata 15
417 55 Göteborg

Uppdragsledare: Mikael Lindström, mikael@geos.se

Handläggare: Mathias Pettersson, mathias@geos.se
Mikael Lindström, mikael@geos.se

Uppdragsnummer: 25024

Filnamn och sökväg: A:\Projekt\2025\25024-Trollhättan-Hults Höjd Gc-Bana\Arbetsdokument\Textdokument\PM\25024-11_PM_2025-05-15.Docx



Rapport upprättad av Mathias Pettersson, GEOS, datum 2025-05-15



Rapport granskad av Mikael Lindström, GEOS, datum 2023-05-15

Innehållsförteckning

1. Objekt.....	4
2. Syfte	4
3. Styrande dokument.....	5
4. Underlag för PM.....	5
5. Befintliga förhållanden	5
5.1. Topografi och markbeskaffenhet.....	5
5.1.1. GC-Natur 1 (0/000 - ca 0/470)	5
5.1.2. GC-Natur 3 (0/000 - ca 0/290)	5
5.2. Geotekniska förhållanden.....	5
5.2.1. Allmänt.....	5
5.2.2. GC-Natur 1 (0/000 - ca 0/470)	6
5.2.3. GC-Natur 3 (0/000 - ca 0/290)	6
5.3. Hydrogeologiska förhållanden.....	6
6. Härledda och valda egenskaper	7
6.1. Odränerade egenskaper	7
7. Sättningar	8
8. Stabilitet	8
8.1. Allmänt	8
8.2. Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster	9
8.3. Omräkningsfaktorer.....	9
8.4. Karakteristiska värden	9
8.5. Dimensionerande värden	10
8.6. Indata till beräkningsprogram.....	10
8.7. Resultat.....	10
8.7.1. Befintliga förhållanden.....	10
8.7.2. Framtida förhållanden	11
8.8. Sammanfattning	11
9. Rekommendationer	12
9.1. Allmänt	12
9.2. Stabilitet	12
9.3. Markplanering/sättningar.....	12
9.4. Kompletterande undersökningar.....	12

Bilagor

A:1-A:4

Stabilitetsberäkningar, GC-Natur 3, sektion 0/140

1. Objekt

Geotechnical Engineers of Sweden AB (GEOS) har på uppdrag av Nielsen-Oscarssons Fastigheter AB utfört en geoteknisk undersökning och utredning för planerad GC-bana mellan området Hults Höjd och Överbyvägen i Trollhättan, se även Figur 1.1 nedan.



Figur 1.1 Översiktspild av ungefärlig sträckning av ny GC-bana mellan Hults höjd och Överbyvägen i Trollhättan. (<https://minkarta.lantmateriet.se/> 2025-05-02)

2. Syfte

Undersökningen och utredningen har utförts i syfte att utreda de geotekniska förhållandena inför granskningsskede för planerad GC-bana för aktuell detaljplan.

Följande PM är en beställarhandling och utnyttjas som underlag för fortsatt projektering. Vid upprättande av bygghandlingar inarbetas de geotekniska uppgifter och rekommendationer som överensstämmer med planerad byggnation.

3. Styrande dokument

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Nedan uppräknade tillämpningsdokument utgör underlag till utförda stabilitetsberäkningar:

- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 2:2008, Rev 2 "Grunder"
- IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008, Rev 1 "Slänter och bankar"

4. Underlag för PM

Utförda undersökningar i aktuellt område redovisas separat i "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR/Geo)" med samma uppdragsnummer, daterad 2025-05-15.

5. Befintliga förhållanden

5.1. Topografi och markbeskaffenhet

5.1.1. GC-Natur 1 (0/000 - ca 0/470)

Gc-bana "GC-Natur 1" (se läge på ritning G-P-01 i MUR/Geo angiven under avsnitt 3) börjar direkt norr om Älvåsvägen och sträcker sig sedan norrut på en sträcka av ca 470 m. Sträckan utgörs främst av ett skogsområde och markytans nivåer varierar från som lägst +63 á +64 vid Älvåsvägen i söder till som mest +79 á +80 vid sträckans slut. För detaljer avseende topografi, se ritning G-P-01 i MUR/Geo.

5.1.2. GC-Natur 3 (0/000 - ca 0/290)

Gc-bana "GC-Natur 3" (se läge på ritning G-P-01 i MUR/Geo angiven under avsnitt 3) börjar direkt söder om Älvåsvägen och sträcker sig sedan i sydostlig riktning (delvis utmed Älvåsvägen) och ansluter efter ca 290 m vid Överbyvägen/Norra Eriksbergsrondellen.

Sträckan utgörs främst av ett skogsområde och markytans nivåer varierar från som högst +62 á +63 vid Älvåsvägen i norr till som lägst +43 á +44 vid Överbyvägen/Norra Eriksbergsrondellen. För detaljer avseende topografi, se ritning G-P-01 i MUR/Geo.

5.2. Geotekniska förhållanden

5.2.1. Allmänt

Den övre mulljorden bedöms i huvudsak utgöras av materialtyp 6A och tjälfarlighetsklass 3, sanden/friktionsjord bedöms utgöras av materialtyp 3B och tjälfarlighetsklass 2 och leran bedöms utgöras materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 enligt Anläggnings AMA.

Leran är siltig och har torrskorpekaraktär. Dess vattenkvot och konflytgräns varierar mellan ca 20-40 % respektive mellan 40-60 %. Lerans densitet varierar i huvudsak mellan ca 1,8 och 1,9 ton/m³. Enligt nu utförda kon- och vingförsök varierar **lerans** odränerade skjuvhållfasthet (okorrigerad) huvudsakligen mellan ca 140-200 kPa, dvs leran är hög till mycket hög. Korrigerad skjuvhållfasthet med avseende på konflytgräns redovisas under avsnitt 6.

5.2.2. GC-Natur 1 (0/000 - ca 0/470)

Delsträcka ca 0/000 – 0/140

Enligt utförda undersökningar bedöms jorden för denna del utgöras av mulljord till ca 0,3-0,4 m djup. Därunder följer sedan sand till ca 0,5-2 m djup. Sanden kan även innehålla grus, mulljord och silt. Under sanden följer sedan fast lera till mellan ca 3-6 m djup. Leran är siltig och har torrskorpekaraktär. Leran underlagras sedan av friktionsjord. Enligt utförda undersökningar bedöms djupet till fast botten inom delsträckan variera mellan 3-9 m.

Delsträcka ca 0/140 – 0/470

Utmed denna sträcka har det knappt utförts några undersökningar (se dock borrhypunkt GS02 och GS03 i MUR/Geo). Utifrån SGUs jordartskarta samt utförda undersökningar i början av delsträckan så bedöms denna del bestå av fastmark där jorden överst utgörs av ett tunt lager av mulljord som sedan övergår till friktionsjord. Djupet till fast botten/berg bedöms variera mellan 0-3 m utmed sträckan.

5.2.3. GC-Natur 3 (0/000 - ca 0/290)

Delsträcka ca 0/000 – 0/120

Enligt utförda undersökningar bedöms jorden för denna del utgöras av mulljord till ca 0,2-0,3 m djup. Därunder följer sedan sand eller fast lera till ca 0,5-2 m djup. Sanden kan även innehålla grus, mulljord och silt. Leran är siltig och har torrskorpekaraktär. Under leran/sanden följer sedan grövre friktionsjord. Enligt utförda undersökningar bedöms djupet till fast botten inom delsträckan variera mellan 1-4 m.

Delsträcka ca 0/120 – 0/290

Enligt utförda undersökningar bedöms jorden för denna del utgöras av mulljord till ca 0,1-0,3 m djup. Därunder följer sedan fast lera till mellan ca 2-7 m djup. Leran är siltig och har torrskorpekaraktär. Leran underlagras sedan av friktionsjord. Enligt utförda undersökningar bedöms djupet till fast botten inom delsträckan variera mellan 3-8 m.

5.3. Hydrogeologiska förhållanden

Fri vattenyta har försökt mätas i skruvprovtagningshålen vid undersökningstillfället i april 2025. I skruvprovtagningshål GS04 uppmättes en fri vattenyta på ca 0,7 m djup och i skruvprovtagningshål GS17 på ca 1,8 m djup. För övriga skruvprovtagningshål (GS06, GS09, GS11, GS14 och GS18) var det torrt till underkant skruvprovtagningshål.

Grundvattenytan fluktuerar under året beroende på nederbördsmängd och påverkas lokalt av topografiska-, vegetations- och jordlagerförhållanden. Sammanfattningsvis bedöms grundvattenytan inom större delen av området ligga minst 1 m under befintlig markyta eller där djupen till berg är mindre i nivå med bergnivån.

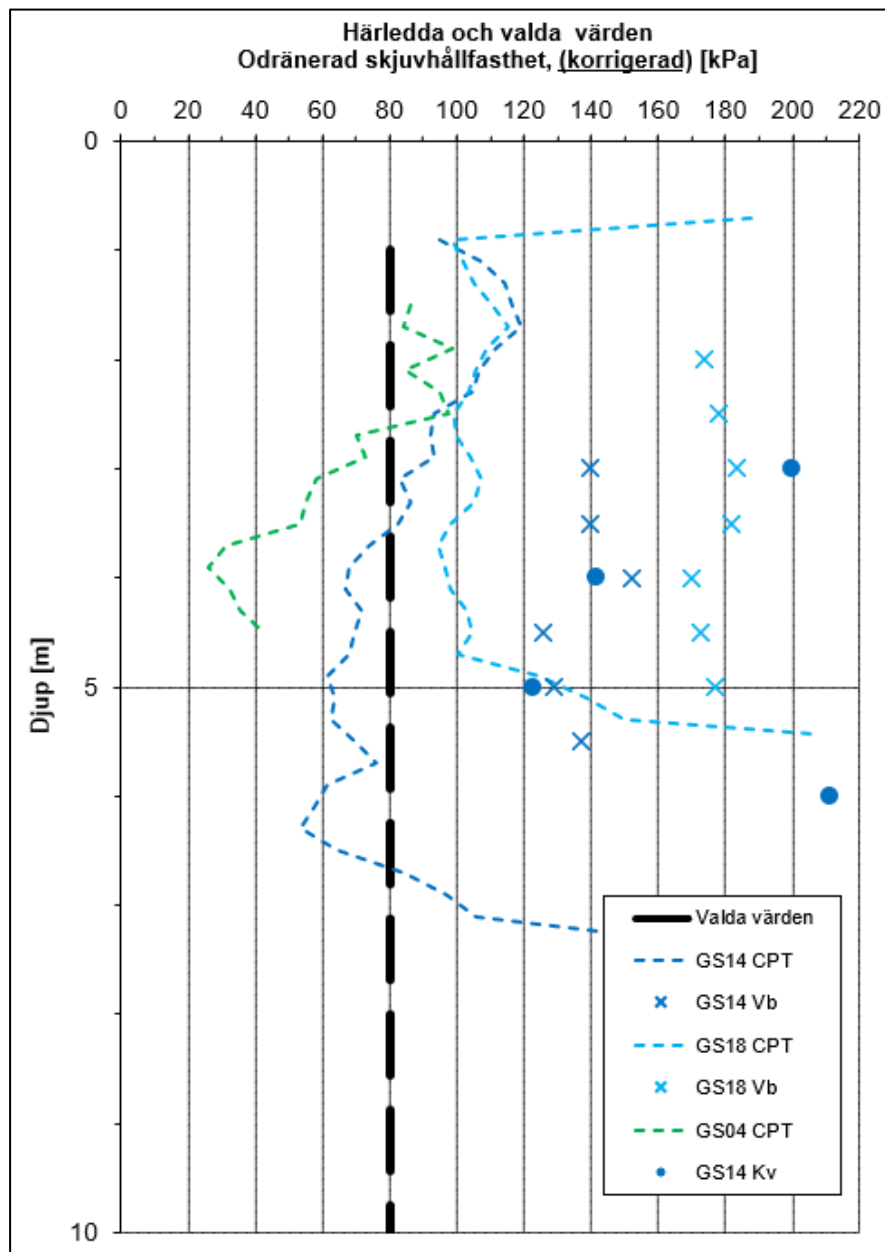
6. Härledda och valda egenskaper

6.1. Odränerade egenskaper

Härledda och valda värden för kohesionsjordens korrigerade skjuvhållfasthet redovisas i Figur 6.1 samt i Tabell 6.1.

Tabell 6.1 Valda värden, korrigerad skjuvhållfasthet.

Djup (m)	$c_{u,korr}$ (kPa)
1-10	80



Figur 6.1 Härledda och valda hållfasthetsvärden, korrigerad skjuvhållfasthet.

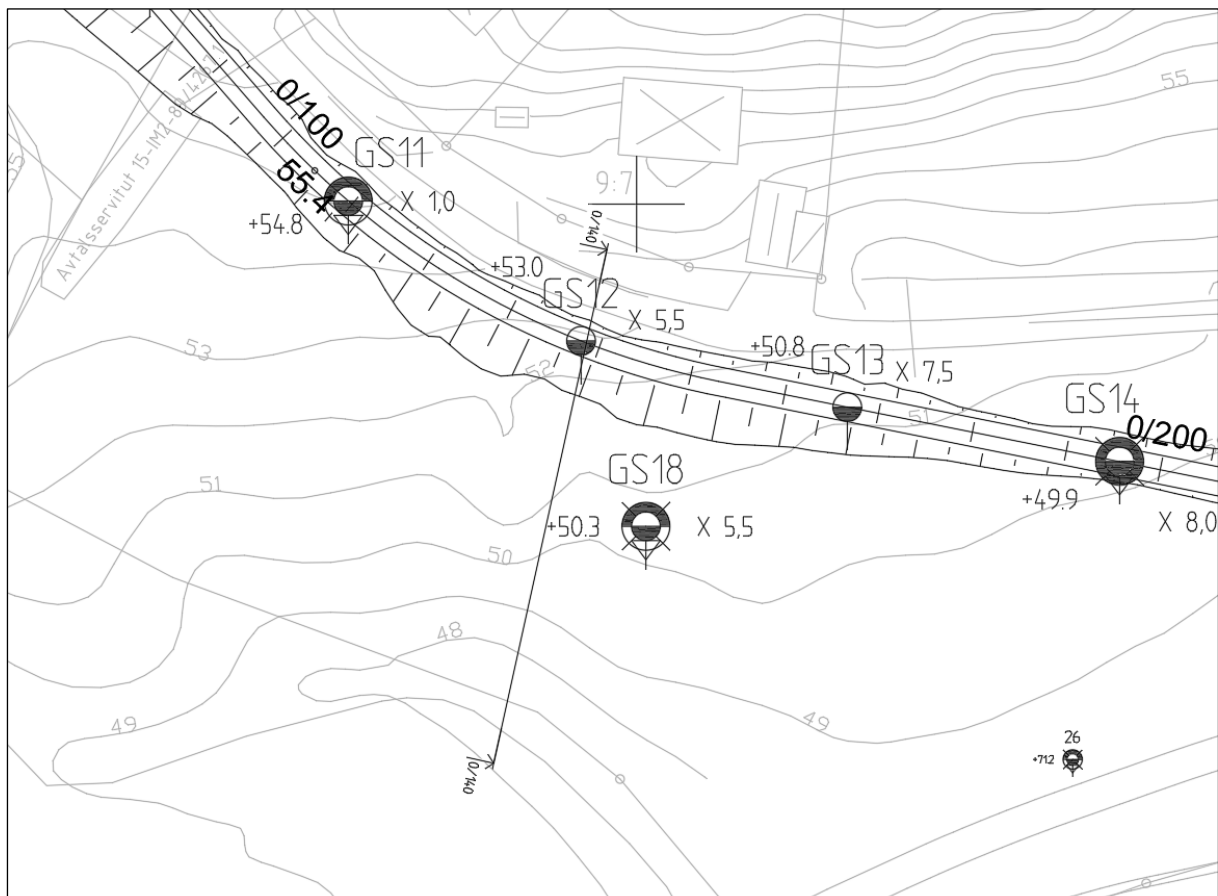
7. Sättningar

Enligt utförda undersökningar består jorden i huvudsak av relativt fast jord (fast lera och friktionsjord) och därmed bedöms inte jorden vara så sättningsskänslig. Vidare är uppmätta vattenkvoter i leran låg samt utförda vingförsök påvisar en väldigt hög skjuvhållfasthet vilket ytterligare visar att leran inte är sättningsskänslig. Dock förekommer ytligt organisk jord (tex mulljord) som bedöms vara sättningsskänslig. Därför rekommenderas det att all ytligt organisk jord schaktas bort i läget för planerad GC-bana.

8. Stabilitet

8.1. Allmänt

Över stora delar av området där GC-banan ska byggas är djupet till fast botten/berg litet. I de områdena där större jorddjup har hittats har området runt sektion 0/140 för GC-Natur 3 bedömts som det värsta området sett till både jordlagerförhållanden och topografi. Grundvattenytan för befintliga förhållanden har förutsatts ligga på ca 2 m djup under befintlig markyta. Stabilitetskontroll har utförts för denna sektion i programmet Geostudio Slope/W. Sektionen redovisas i Figur 8.1 nedan.



Figur 8.1 Plan med beräkningssektion 0/140.

8.2. Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster

Dimensionering och beräkningar för stabiliteten i området har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt i säkerhetsklass 2, SK 2. Motiveringen till att säkerhetsklass tillämpas är att konsekvensen av ett skred anses vara stort. Det bedöms också som att ett större skred skulle kunna leda till följskred.

- SK2 → Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass $\gamma_d = 0,91$
 → $F_{EN} = 1,0$

Trafiklast (karaktéristiska värden) för GC-banan direkt väster om planområdet har valts till 5 kPa. Dimensionerande trafiklaster uppgår därmed till $\gamma_d \times 1,4 \times Q = 0,91 \times 1,4 \times 5 = 6,4 \text{ kPa}$.

I kombinerad analys har all trafiklast tagits bort.

8.3. Omräkningsfaktorer

Antalet oberoende undersökningspunkter $n=5$ st
 Jorden förutsätts motsvara "normalsvensk lera".

$$\eta_{(1,2)}=1,0$$

2 metoder har använts och spridning bedöms som väldigt stor.

$\eta_{(3)}=0,9$ (Enligt IEG ska ett värde av 0,95 väljas men på grund av den extrema spridning i resultat anses 0,9 vara rimligare)

Brottytan bedöms vara stor.

$$\eta_{(4,5,6,7)}=1,0$$

För dimensionering av slänter och bankar sätts

$$\eta_{(8)}=1,0$$

Sammantaget ger detta:

$$\eta_{tot} = \eta_{(1,2)} \times \eta_{(3)} \times \eta_{(4,5,6,7)} \times \eta_{(8)} = 1,0 \times 0,9 \times 1,0 \times 1,0 = 0,9$$

8.4. Karakteristiska värden

Det karakteristiska värdet för en materialparameter definieras som:

$$X_k = \eta_{tot} \times X$$

Karakteristiska hållfasthetsvärden samt tunghet för leran redovisas i Tabell 8.1.

Tabell 8.1 Kohesionsjord, karakteristiska värden.

Nivå	c_{uk}	c'_k	γ_k
-	72 kPa	7,2 kPa	18 kN/m ³

I området förekommer sand ovan leran samt grövre friktionsjord under leran. Sand har en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel, $\phi'_k = 34^\circ$ samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³/ $\gamma'_k=10$ kN/m³.

Friktionsjorden under leran bedöms ha en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel, $\phi'_k = 36^\circ$ samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³/ $\gamma'_k=10$ kN/m³.

Ny fyllning för GC-banan förutsätts ha en karakteristisk ($\eta=1$) friktionsvinkel, $\phi'_k = 42^\circ$ samt en karakteristisk tunghet på $\gamma_k=18$ kN/m³.

8.5. Dimensionerande värden

En sammanställning av dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden redovisas i Tabell 8.2.

Tabell 8.2 Dimensionerande värden för kohesionsjorden.

Nivå	c_{ud}	c'_d	γ_d
-	48 kPa	5,5 kPa	18 kN/m ³

Den dränerade kohesionen, c'_d i Tabell 8.2 beräknas enligt följande formeln: $c'_d = 0,115 \times c_{ud}$

8.6. Indata till beräkningsprogram

Värden enligt Tabell 8.3 används som indata i beräkningsprogrammet, Geostudio Slope/W, för att kunna göra stabilitetsanalyser med partialkoefficienter enligt IEG:s Tillämpningsdokument EN 1997-1 "Slänter och bankar".

Tabell 8.3 Indata till beräkningsprogram

Nivå	Material	c_{ud}	c'_d	ϕ'_d	γ_d/γ'_d
Varierar	Ny fyllning	-	-	34,7°	18/- kN/m ³
Varierar	Sand	-	-	27,4°	18/10 kN/m ³
Varierar	Lera	48 kPa	5,5 kPa	23,9°	18/8 kN/m ³
Varierar	Friktionsjord	-	-	29,2°	18/10 kN/m ³

8.7. Resultat

8.7.1. Befintliga förhållanden

Utförda beräkningar för befintliga förhållanden visar att säkerheten mot skred är tillfredställande för GC-Natur 3 sektion 0/140. Lägsta beräknade säkerhet mot skred har här beräknats till 3,39 i kombinerad analys. För att säkerheten mot skred ska vara tillfredställande ska beräknad säkerhetsfaktor vara minst 1,0.

Resultat från utförda beräkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 8.4, för detaljer se Bilaga A:1-A:2.

Tabell 8.4 Beräknad lägsta säkerhet mot skred, befintliga förhållanden.

Sektion	Odränerad analys	Kombinerad analys	Bilaga
GC-Natur 3, 0/140	3,58	3,39	A:1-A:2

8.7.2. Framtida förhållanden

För framtida förhållanden har en grundvattenyta motsvarande markytan förutsatts (GC-banans bank är dock torr).

Utförda beräkningar för framtida förhållanden visar att säkerheten mot skred är tillfredställande för GC-Natur 3 sektion 0/140. Lägsta beräknade säkerhet mot skred har här beräknats till 1,37 i kombinerad analys. Det ska dock noteras att glidytor med lägst säkerhet för framtida förhållanden endast går igenom den nya fyllningen och sanden. Glidytor som involverar leran har betydligt högre säkerhet (över 2 i säkerhetsfaktor). För att säkerheten mot skred ska vara tillfredställande ska beräknad säkerhetsfaktor vara minst 1,0.

Resultat från utförda beräkningar för framtida förhållanden redovisas i Tabell 8.5, för detaljer se Bilaga A:3-A:4.

Tabell 8.5 Beräknad lägsta säkerhet mot skred, befintliga förhållanden.

Sektion	Odränerad analys	Kombinerad analys	Bilaga
GC-Natur 3, 0/140	1,37	1,41	A:3-A:4

8.8. Sammanfattning

Totalstabiliteten för aktuellt område är tillfredställande för befintliga och framtida förhållanden med relativt stor marginal.

För framtida förhållanden har en förhöjd grundvattenyta motsvarande ett grundvattentryck som följer markytans nivå.

9. Rekommendationer

9.1. Allmänt

Ur geoteknisk synvinkel bedöms marken för planerad GC-bana mellan Hults Höjd och Överbyvägen vara lämplig, se även avsnitt 9.2-9.4.

9.2. Stabilitet

Totalstabiliteten är ur geoteknisk synvinkel tillfredställande för befintliga och framtida förhållanden med relativt stor marginal, se även avsnitt 8.

9.3. Markplanering/sättningar

Enligt utförda undersökningar består jorden i huvudsak av relativt fast jord (fast lera och friktionsjord) och därmed bedöms inte jorden vara så sättningsskänslig. Dock förekommer ytligt organisk jord (tex mulljord) som bedöms vara sättningsskänslig. Därför rekommenderas det att all ytligt organisk jord schaktas bort i läget för planerad GC-bana.

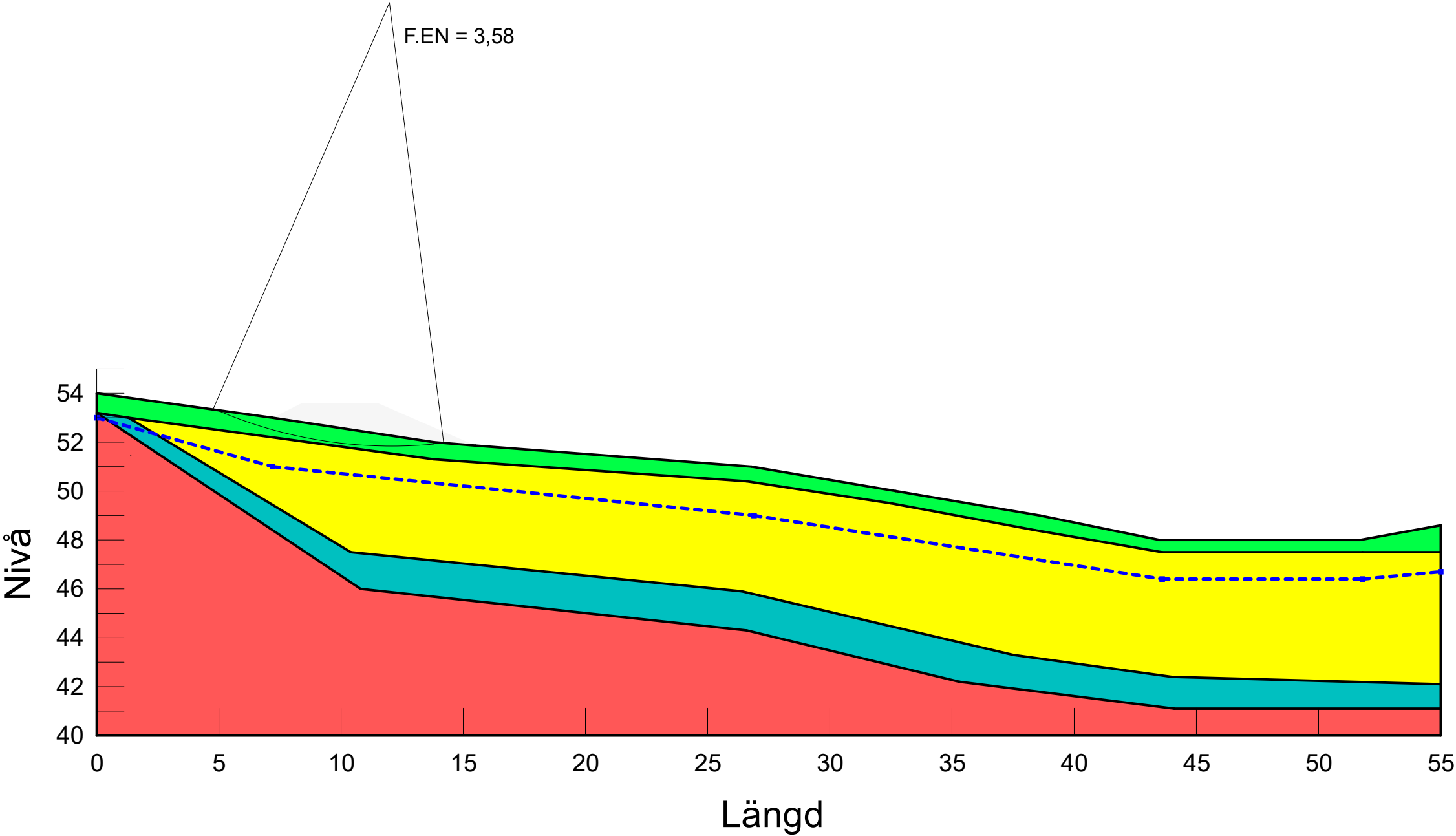
9.4. Kompletterande undersökningar

I samband med detaljprojektering av GC-banan kan det bli aktuellt med kompletterande geotekniska fält- och laboratorieundersökningar.

Trollhättan, Hults Höjd GC-bana
Uppdragsnummer 25024

GC-Natur 3, Sektion 0/140
Befintliga förhållanden
Odränerad analys, SK2

Skala: 1:200
Datum: 2025-05-11 10:55:33
Senast modifierad av: Mathias Pettersson



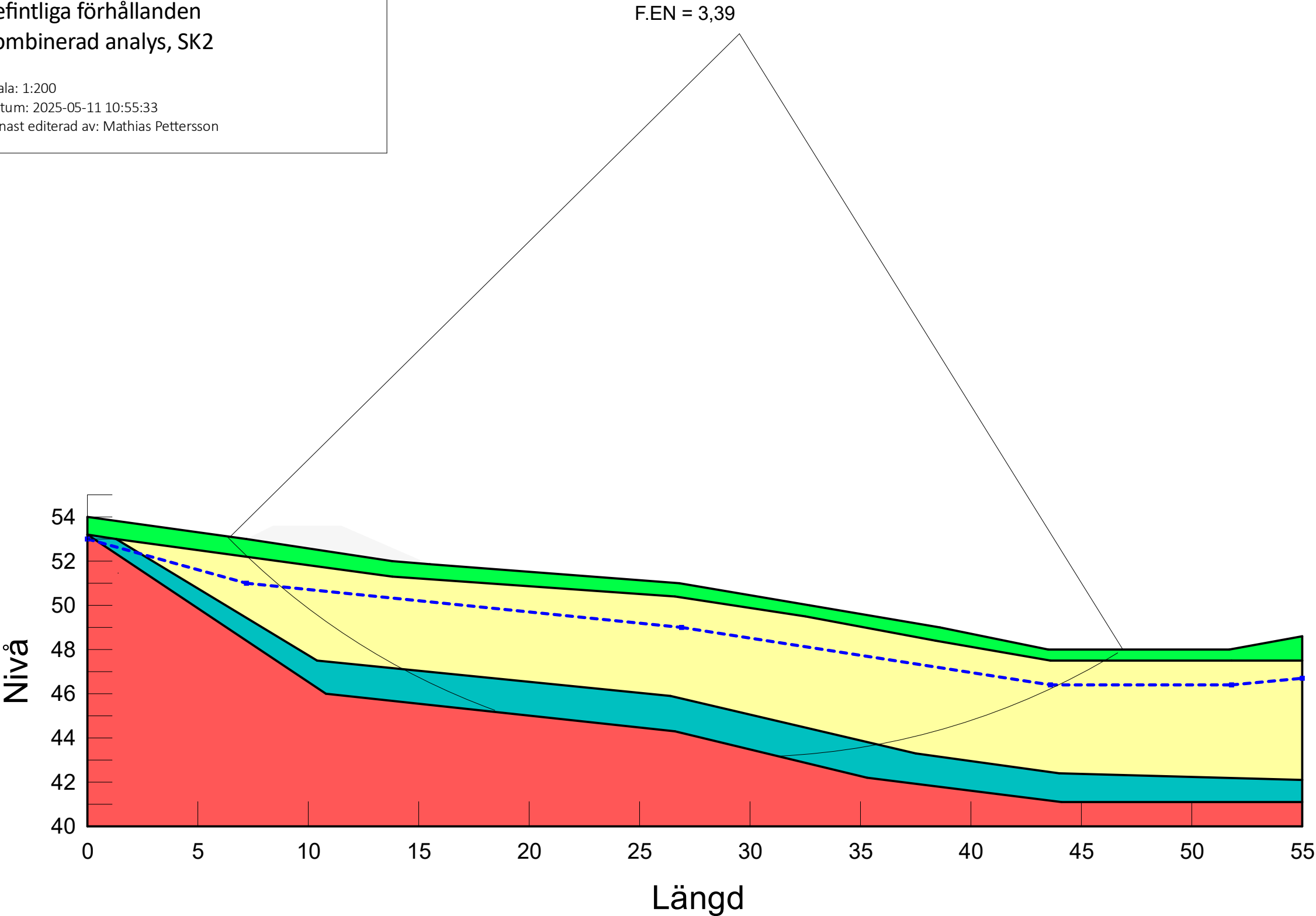
- Name: Berg
Slope Stability Material Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 29,2 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Lera
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Total Cohesion: 48 kPa
Piezometric Surface: 1
- Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 27,4 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1

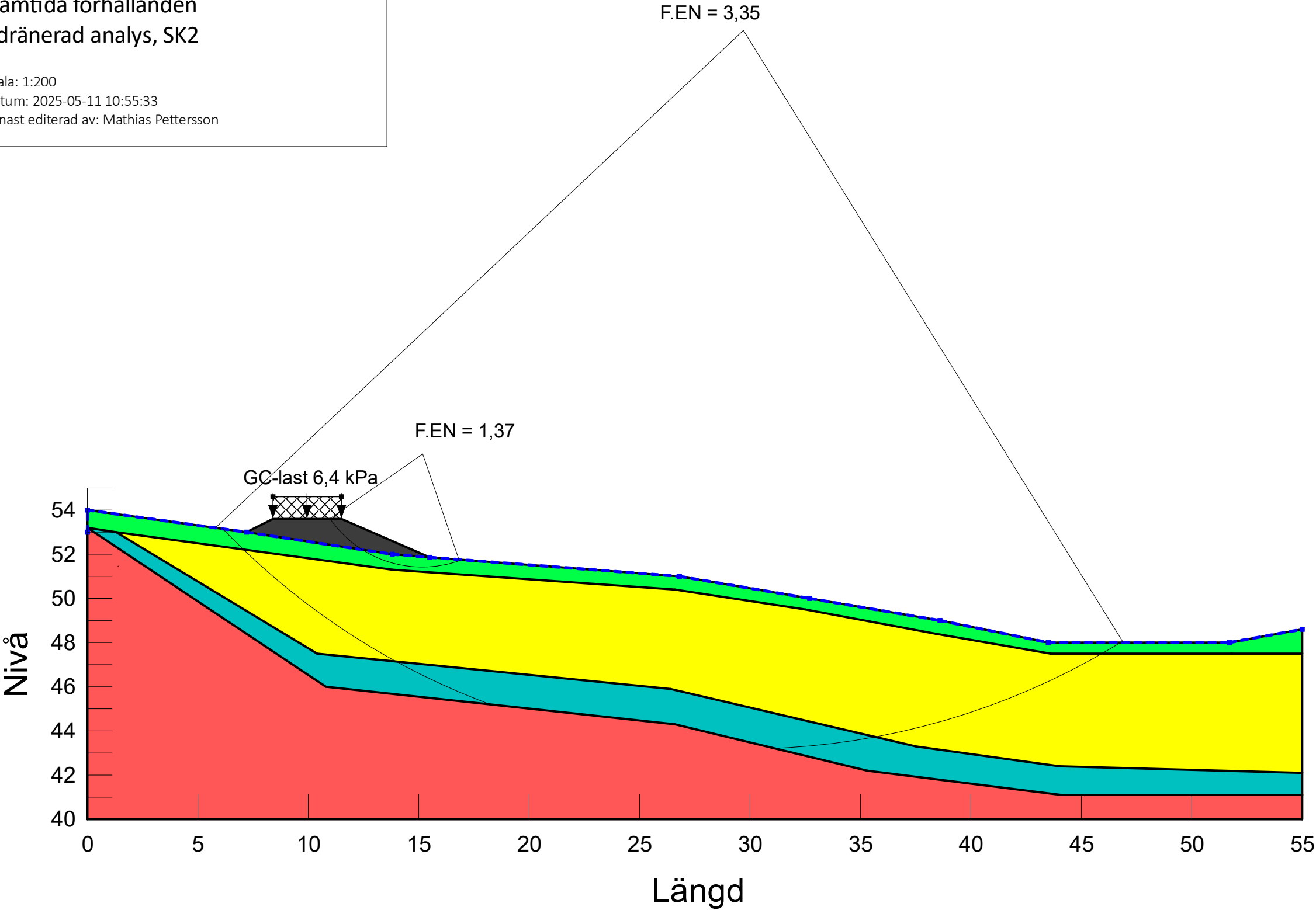


Trollhättan, Hults Höjd GC-bana
Uppdragsnummer 25024

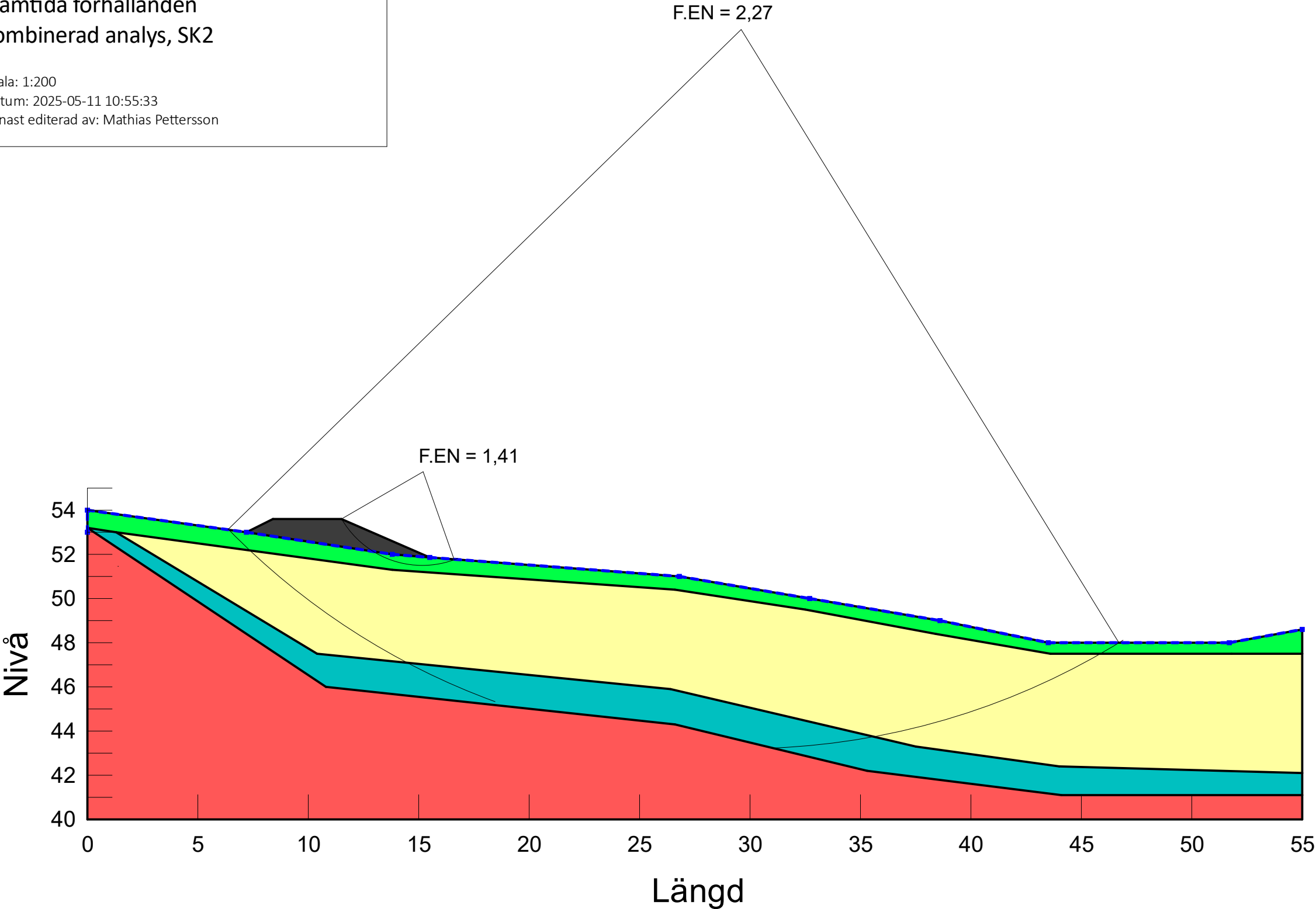
GC-Natur 3, Sektion 0/140
Befintliga förhållanden
Kombinerad analys, SK2

Skala: 1:200
Datum: 2025-05-11 10:55:33
Senast modifierad av: Mathias Pettersson





- Name: Berg
Slope Stability Material Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 29,2 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Lera
Slope Stability Material Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Total Cohesion: 48 kPa
Piezometric Surface: 1
- Name: Ny fyllning
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34,7 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Surface: 1
- Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 27,4 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1



- Name: Berg
Slope Stability Material Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Surface: 1
- Name: Friktionsjord
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 29,2 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1
- Name: Lera komb
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 23,9 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 48 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,115
Piezometric Surface: 1
- Name: Ny fyllning
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 34,7 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Surface: 1
- Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Effective Cohesion: 0 kPa
Effective Friction Angle: 27,4 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface: 18 kN/m³
Piezometric Surface: 1