
PROJEKTERINGS PM GEOTEKNIK

LINDESBERGS KOMMUN

Sjövallen, Frövi

UPPDRAGSNUMMER 12703937

PM/GEO

LINKÖPING 2018-08-24

SWECO CIVIL AB

UPPDRAGSLEDARE
EMMA BACKTEMAN

HANDLÄGGARE
EMMA BACKTEMAN

GRANSKARE
MÄRTA LIDÉN

1 (7)

Sweco
Sankt Larsgatan 16
SE-582 24 Linköping, Sverige
Telefon +46 (0)86 95 60 00
Fax +46 8 12 75 97
www.sweco.se

Sweco Civil AB
Org.nr 556507-0868
Styrelsens säte: Stockholm

Emma Backteman
Geotekniker
Linköping
Telefon direkt +46 (0)1 325 27 83
Mobil +46 (0)761 40 64 88
Emma.backteman@sweco.se

1	Objekt	3
2	Syfte	3
3	Underlag	3
4	Styrande dokument	3
5	Geoteknisk kategori	3
6	Befintliga förhållanden och topografi	3
6.1	Topografi och ytbeskaffenhet	3
6.2	Befintliga anläggningar	4
6.3	Planerad byggnation	4
7	Geotekniska förhållanden	4
7.1	Västra delområdet (grön)	4
7.2	Centrala delområdet (röd)	4
7.3	Östra delområdet (blå)	5
7.4	Valda värden	5
7.5	Vattenförhållanden	6
8	Stabilitet	6
8.1	Förutsättningar	6
8.2	Resultat	6
9	Slutsats	7

Bilaga

Stabilitetsberäkningar

1 Objekt

På uppdrag av Lindesbergs kommun har Sweco Civil AB utfört en översiktlig geoteknisk stabilitetsutredning inom Sjövallen del av fastigheten Torp 1:127 inför ny detaljplan.

2 Syfte

Projekterings PM Geoteknik syftar till att beskriva rådande geotekniska förhållanden och rekommendationer avseende släntstabilitet mot Varingen samt verka som underlag för detaljplan.

Dimensionerande värden för jordens materialparametrar redovisas.

3 Underlag

Underlag utgörs av:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik för objektet, upprättad av Sweco Civil AB, daterad 2018-08-24
- Skisser över planerad exploatering
- Översvämningsutredning upprättad av Sweco Environment AB, daterad 2018-02-08
- Inmätning av Varingens bottenprofil, utförd av Samhällsbyggnad Bergslagen, 2018-04-20

4 Styrande dokument

- SS-EN 1997-1 och 2 med tillhörande nationell bilaga.

5 Geoteknisk kategori

Slänterna bedöms hänföras till geoteknisk kategori 2.

6 Befintliga förhållanden och topografi

6.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Aktuellt undersökningsområde ligger beläget längs med Varingens norra strandkant. Området avgränsas av Järnvägsgatan samt bostadsbebyggelse i norr och Hinsebergsvägen i öster. Markytan inom området är huvudsakligen gräsbevuxen, se Figur 1.

Nivåer för inmätta borrhöjningar varierar mellan +32,6 och +35,2.



Figur 1. Översiktskarta över aktuellt undersökningsområde

6.2 Befintliga anläggningar

Inom områdets centrala del finns båtuppställningsplats med omgivande skogspartier. Från Järnvägsgatan går en grusad väg ned till båtuppställningsplatsen. Gc-vägar löper inom områdets centrala delar och avgränsar den västra delen av undersökningsområdet från befintlig bebyggelse.

Markförlagda ledningar finns inom samt runt undersökningsområdet. Ledningars läge har tagits i beaktning innan fältundersökningen.

6.3 Planerad byggnation

Inom aktuellt område ska det möjliggöras för bostäder, småbåtshamn, parkering och parkmark.

7 Geotekniska förhållanden

7.1 Västra delområdet (grön)

Jorden inom områdets västra del, sektion A-B, består generellt av lera med en mäktighet om ca 3 å 6 m. Den ytliga leran är av torrskorpekaraktär ned till ca 2 m. Mot vattenbrynet utgörs jorden i punkt 18S03 av matjord som vilar på lera med gyttejnehåll ned till ca 1,8 m under mark. Under leran följer friktionsjord, utvärderad som sand och silt.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet varierar mellan extremt låg <10 kPa till mycket låg 10-20 kPa.

7.2 Centrala delområdet (röd)

Markytan inom det centrala delområdet sluttar svagt ned mot Varingen med inmätta nivåer som varierar mellan +35,2 till +32,6, motsvarande en nivåskillnad på 2,6 m.

Från Järnvägsgatan och ned till befintlig båtuppsamlingsplats, sektion C, är den ytliga jorden bedömd som fyllning av matjord och torrskorpelera. Fyllningens mäktighet ökar mot Väringen till som mest 3,5 m. Under fyllningen följer lera med en mäktighet om 6 å 12 m, ökande mot Väringen. Leran vilar på friktionsjord till obestämt djup.

Vid sektion D består jorden fyllning ned till ca 2 m under mark följt av lera. Lerans mäktighet varierar mellan 5 till 10 m, ökande mot Väringen. Leran vilar på friktionsjord till obestämt djup. Lerans odränerade skjuvhållfasthet är generellt bedömd som extremt låg till mycket låg.

Lerans skjuvhållfasthet har utvärderats med vingförsök i en punkt, 18S08. Skjuvhållfastheten är mellan 1,5 till 2,5 m under mark låg och därunder mycket låg ned till 6,5 m under befintlig markyta.

7.3 Östra delområdet (blå)

Jorden består av lera ned till ca 2 m som ned till ca 1,5 m utvecklat torrskorpekaraktär. Leran är generellt lös. Leran vilar på friktionsjord.

7.4 Valda värden

För detaljer kring härledning av jordens materialparametrar hänvisas till Markteknisk undersökningsrapport (MUR) för objektet, upprättad av Sweco Civil AB, daterad 2018-08-23. Tolkade jordprofiler framgår i stabilitetsberäkning i Bilaga 1. En sammanställning av valda medelvärden för bedömd jordprofil redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Valda värden

Jordart	Tunghet [kN/m ³]	Odränerad skjuvhållfasthet [kPa]	Friktionsvinkel [°]	Elasticitetsmodul [MPa]
Torrskorpelera (Cl _{dc})	18	50	-	-
Lera (Cl)	17	10	-	-
Friktionsjord	19	-	37	15

Följande empiriska samband har använts för dränerade materialparametrar i lera:

Friktionsvinkel: $\varphi' = 30^\circ$

Kohesionsintercept: $c' = 0,1 \cdot c_u$

7.5 Vattenförhållanden

Två grundvattenrör (rf) har installerats inom aktuellt område. Grundvattennivån har i samband med undersökningen uppmätts till +32,5 och +33,2, motsvarande ca 2 m under befintlig markyta. Högsta registrerade vattennivå i Väringen har angivits till +33,7, nivå inträffades 1977. Vid undersökningstillfället var vattennivån +32,5. Lägsta lågvattennivå för Väringen är inte känd. I stabilitetsberäkningar har vattennivån konservativt antagits till +31.

8 Stabilitet

8.1 Förutsättningar

Inom området har översiktliga stabilitetsberäkningar genomförts med programvaran Geostudio 2012, analysmetod Morgenstern-Price. Beräkningarna har genomförts i fem sektioner med partialkoefficientmetoden enligt Eurokod.

Dimensionerande värden framgår i bilagda stabilitetsberäkningar. För säkerhetsklass 2 ska beräknad säkerhetsfaktor vara över 1,0. Vid stabilitetsberäkning har en omräkningsfaktor η tagits i beaktning som tar hänsyn till undersökningens kvalitet och omfattning. Omräkningsfaktor har tagits fram för dränerade hållfasthetsparametrar och för odränerad skjuvhållfasthet, se Tabell 2.

Tabell 2. Omräkningsfaktor

Omräkningsfaktor	Dränerat	Odränerat
η (1,2,3,4,5,6,7,8)	0,90	0,86

Stabilitetsberäkningarna har gjorts med utgångspunkt för rådande förhållanden. Lägsta lågvattennivå i Väringen är okänd och ett konservativt antagande har använts i beräkningar. Både odränerad och kombinerad analys har utförts där det odränerade fallet motsvarar ett kort tidsförlopp där portrycken i leran inte hinner utjämnas och det kombinerade fallet ett långtidsperspektiv med dränerade egenskaper i leran och utjämnade portryck.

8.2 Resultat

Sammanställning av beräkningssektioner och beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3. Samtliga beräkningar redovisas i bilaga 1.

Tabell 3. Sammanställning av beräkningssektioner

<i>Sektion</i>	<i>Odränerad</i>	<i>Kombinerad</i>
A	1,32	1,22
B	1,14	1,01
C	1,05	0,93
D	1,14	1,03
E	1,53	1,28

9 Slutsats

Stabiliteten mot Väringen är i dagsläget tillfredsställande men förhållandevis låg inom aktuellt område. I sektion C är stabiliteten tillfredsställande med dagen vattennivå i Väringen, men inte med den antagna lägre vattennivån. Väringens lägsta lågvattennivå har stor inverkan på stabiliteten och bör fastställas för tillförlitligare beräkningar samt senare utredningsskeden.

Exploatering som innebär förändringar i geometrin exempelvis uppfyllningar medför att kompletterande geotekniska undersökningar och stabilitetsberäkningar krävs.

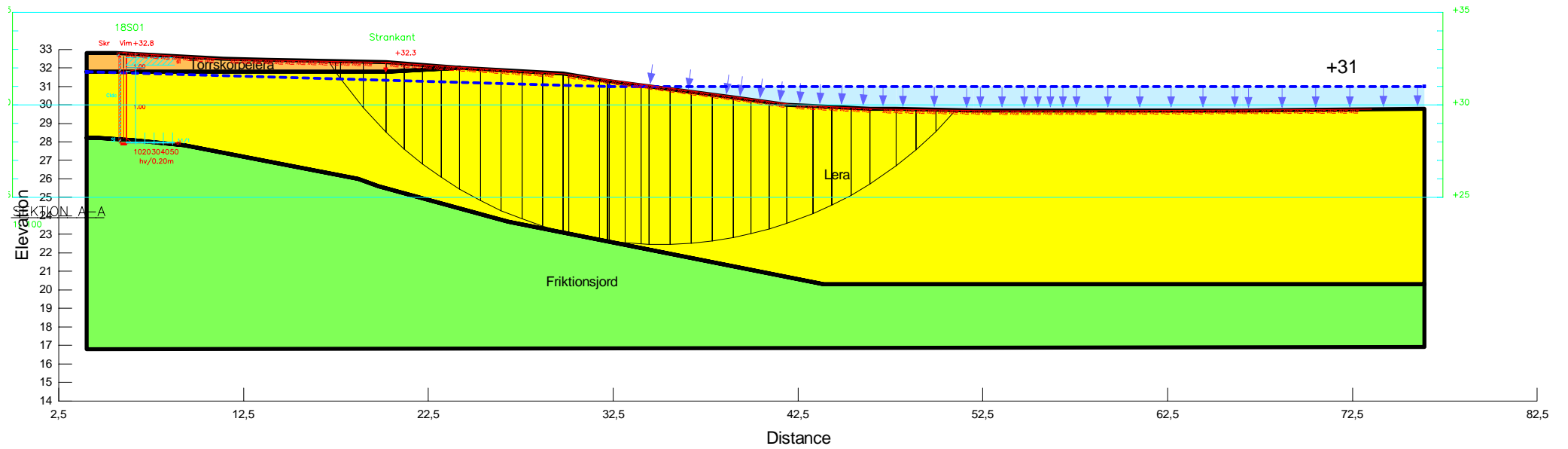
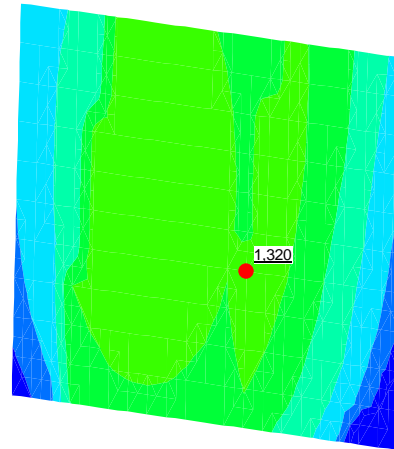
Inom undersökningsområdet förekommer lös lera. Sannolikt krävs åtgärder exempelvis pålning vid grundläggning av byggnader. Vid beslut om hur området kommer utformas samt vilken typ av byggnation som blir aktuellt ska mer detaljerad utredning utföras.

Sektion A

■
 Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1

■
 Name: Lera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 5,7 kPa
 Piezometric Line: 1

■
 Name: Torrskorpelera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 28 kPa
 Piezometric Line: 1



Sektion A
Kombinerad analys



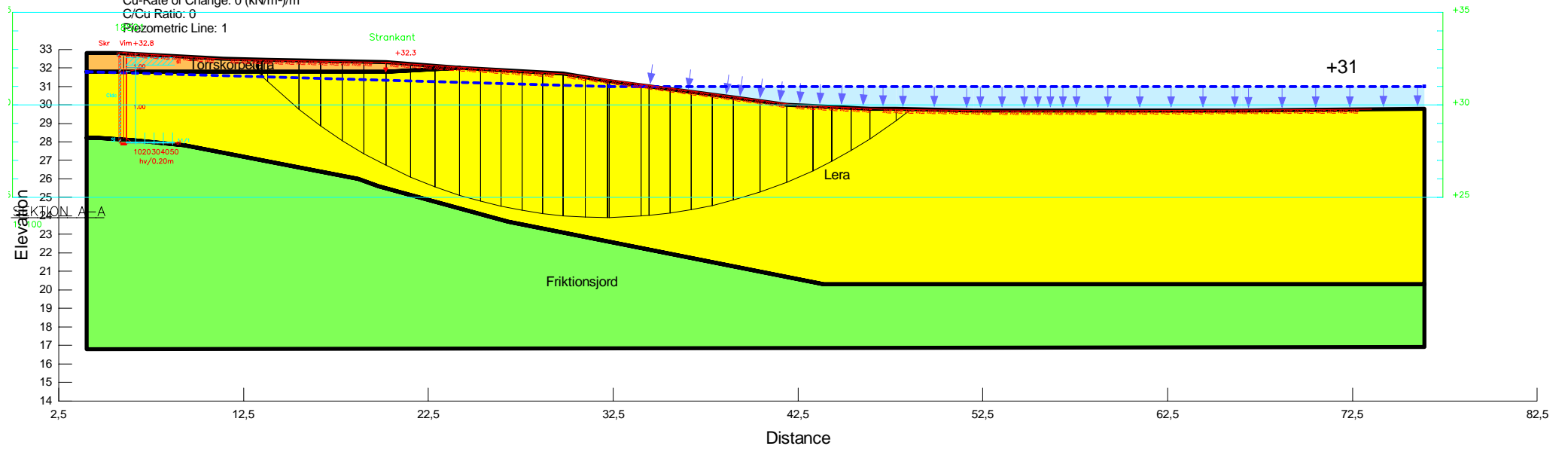
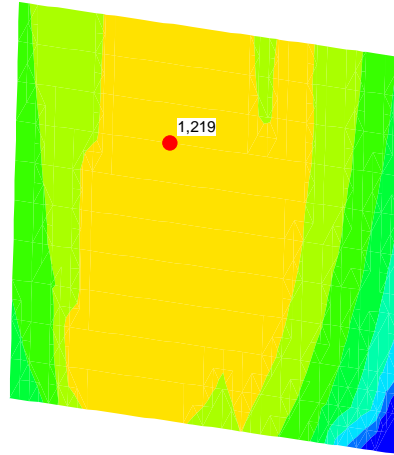
Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 19 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27 °
Phi-B: 0 °
Piezometric Line: 1



Name: Lera
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 24 °
C-Top of Layer: 0,7 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 5,7 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Piezometric Line: 1



Name: Torrsorpelera
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 24 °
C-Top of Layer: 3,3 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 28 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0
Piezometric Line: 1



Sektion B



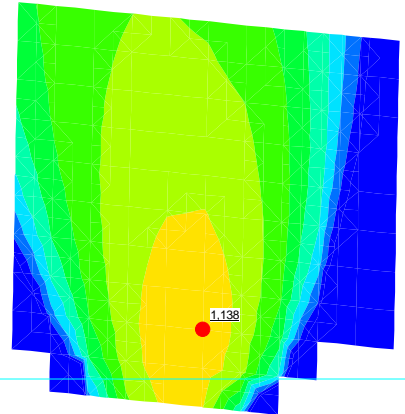
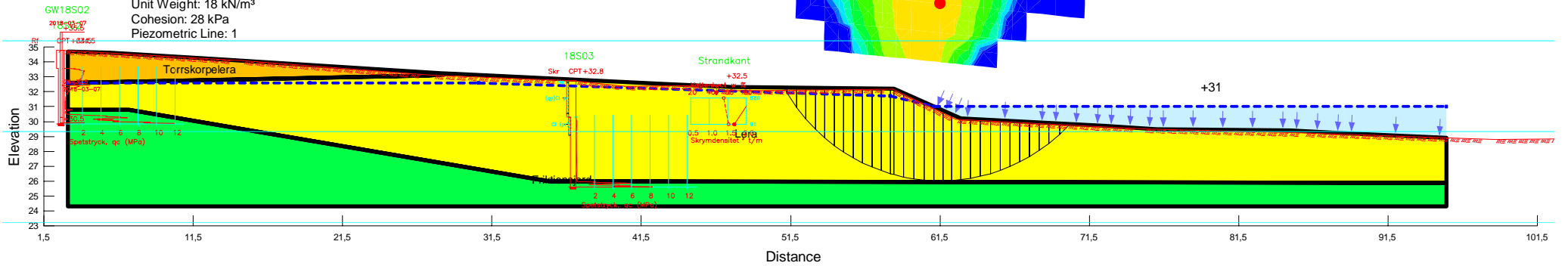
Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1



Name: Lera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 5,7 kPa
 Piezometric Line: 1

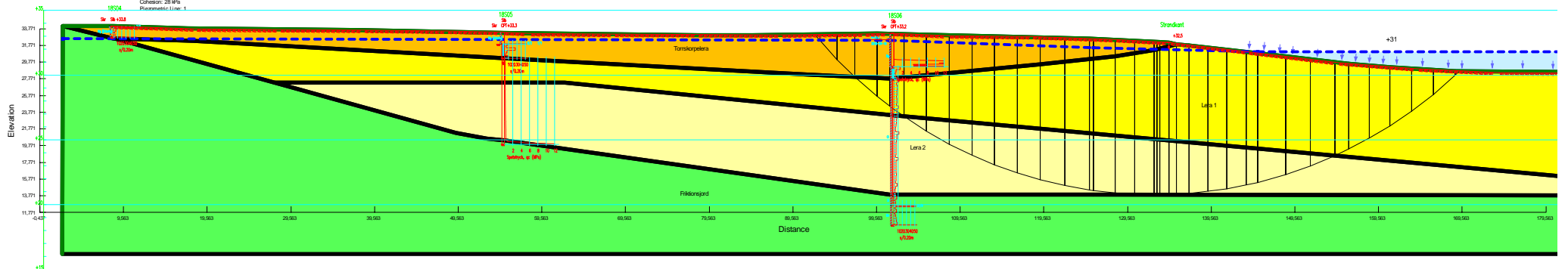


Name: Torrskorpelera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 28 kPa
 Piezometric Line: 1

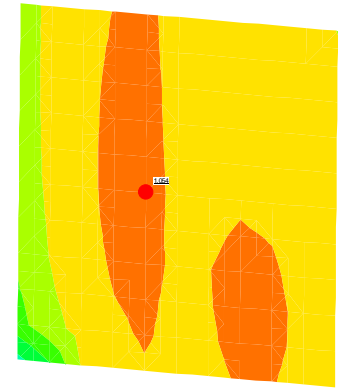


Sektion C

- Name: Fikingsjord
 Model: Undrained (Pw=0)
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27°
 Phi-0: 0°
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 1
 Model: Undrained (Pw=0)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 5,7 kPa
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 2
 Model: Undrained (Pw=0)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 7,4 kPa
 Piezometric Line: 1
- Name: Torskepøtø
 Model: Undrained (Pw=0)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 28 kPa
 Piezometric Line: 1



SEKTION C-C
1:100



SEK 100
 Skid on C
 Kombinerad analys

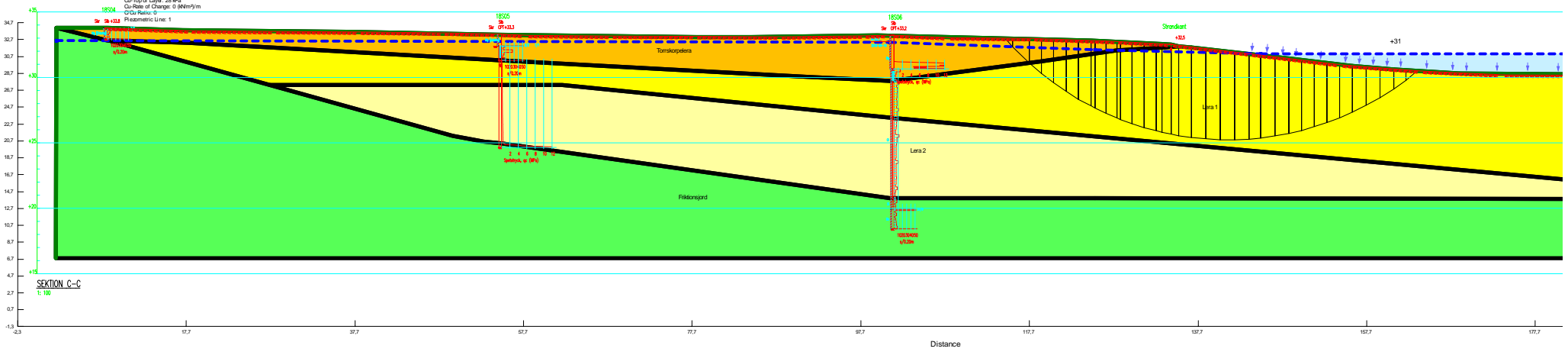
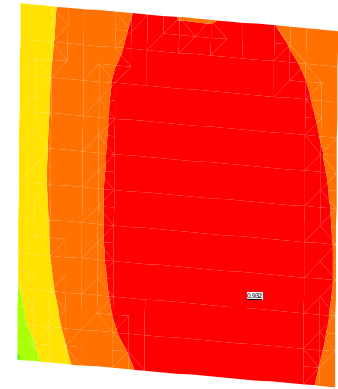
Name: Frikorsgränd
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27°
 Phi ₀: -
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 1
 Model: Combined, S-(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24°
 C Top of Layer: 0,7 kPa
 C Rate of Change: 0 (kN/m³/m)
 Cu Top of Layer: 5,7 kPa
 Cu Rate of Change: 0 (kN/m³/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 2
 Model: Combined, S-(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24°
 C Top of Layer: 0,9 kPa
 C Rate of Change: 0 (kN/m³/m)
 Cu Top of Layer: 7,4 kPa
 Cu Rate of Change: 0,2 (kN/m³/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1

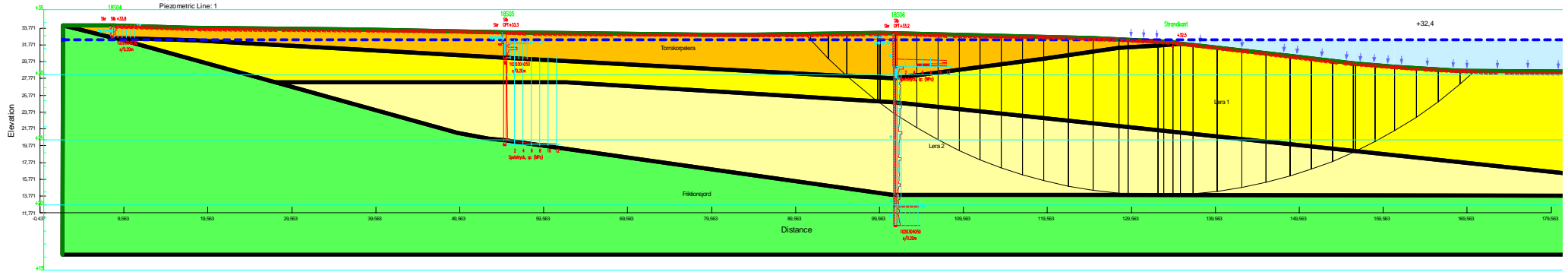
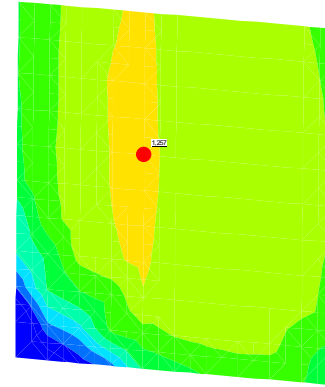
Name: Torsskoppåra
 Model: Combined, S-(depth)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Phi: 24°
 C Top of Layer: 3,3 kPa
 C Rate of Change: 0 (kN/m³/m)
 Cu Top of Layer: 28 kPa
 Cu Rate of Change: 0 (kN/m³/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1

Factor of Safety	
■	≤ 0,900 - 1,000
■	1,000 - 1,100
■	1,100 - 1,200
■	1,200 - 1,300
■	1,300 - 1,400
■	1,400 - 1,500
■	1,500 - 1,600
■	1,600 - 1,700
■	1,700 - 1,800
■	≥ 1,800



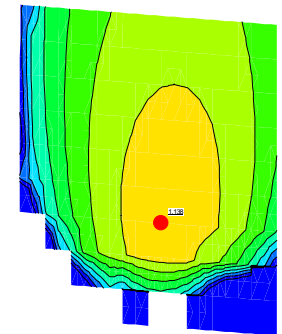
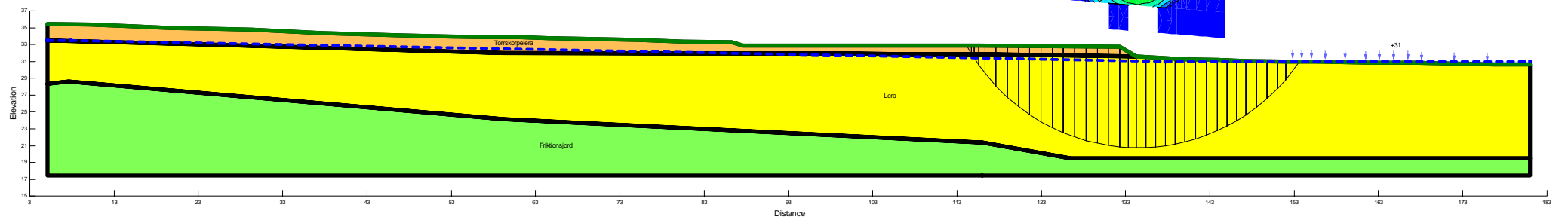
Sektion C
 Kombinerad analys
 Högre vattenstånd

- Name: Frikönsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 19 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27°
 Phi-B: 0°
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 1
 Model: Combined, Surf(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24°
 C-Top of Layer: 0.7 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 Cu-Top of Layer: 5.7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera 2
 Model: Combined, Surf(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24°
 C-Top of Layer: 0.9 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 Cu-Top of Layer: 7.4 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1
- Name: Torrskorpelera
 Model: Combined, Surf(depth)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Phi: 24°
 C-Top of Layer: 3.3 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 Cu-Top of Layer: 28 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1



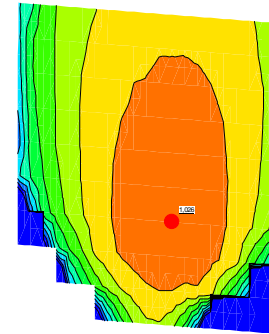
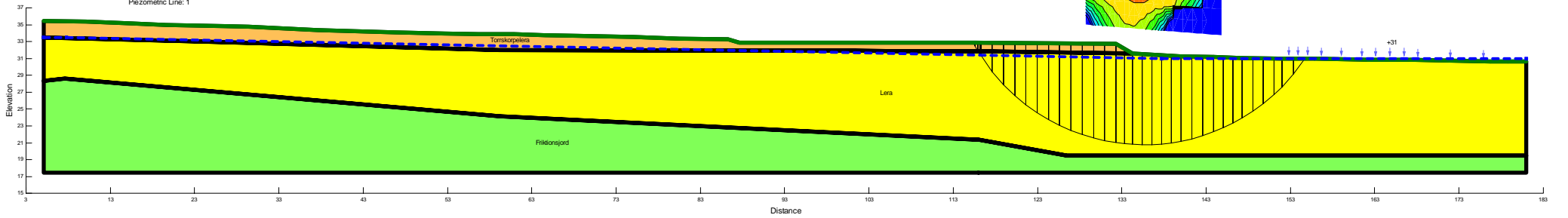
SEKTION C-C
 1:100

- Sektion D
- Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 27°
Psi: 0°
Piezometric Line: 1
 - Name: Lera
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 5,7 kPa
Piezometric Line: 1
 - Name: Torrkorpelera
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 28 kPa
Piezometric Line: 1



Sektion D
 Kombinerad analys

- Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27°
 Phi-B: 0°
 Piezometric Line: 1
- Name: Lera
 Model: Combined, S_u(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24°
 C-Top of Layer: 0.7 MPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 Cu-Top of Layer: 5.7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 CiCu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1
- Name: Torskorpelera
 Model: Combined, S_u(depth)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Phi: 24°
 C-Top of Layer: 0.7 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 Cu-Top of Layer: 5.7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²/m)
 CiCu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1



Sektion E



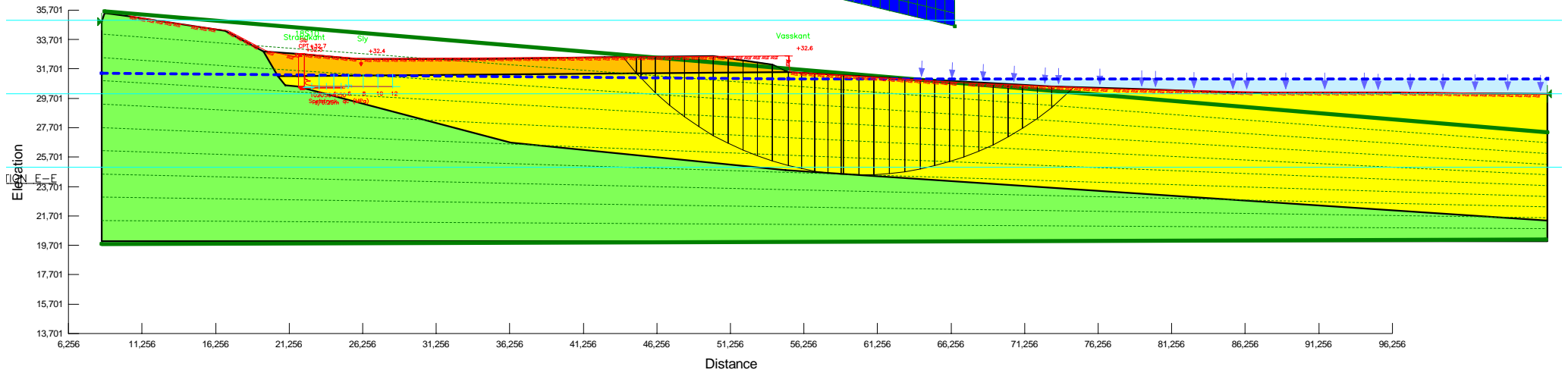
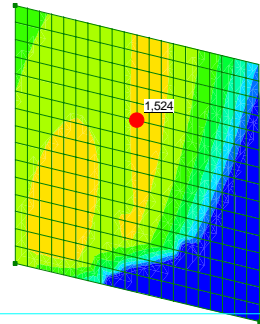
Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1



Name: Lera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Cohesion: 5,7 kPa
 Piezometric Line: 1



Name: Torrskorpelera
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 28 kPa
 Piezometric Line: 1





Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 27 °
 Phi-B: 0 °
 Piezometric Line: 1

Sektion A
 Kombinerad analys



Name: Lera
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 24 °
 C-Top of Layer: 0,7 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 5,7 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1



Name: Torrskorpelera
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Phi: 24 °
 C-Top of Layer: 3,3 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 28 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0
 Piezometric Line: 1

