



Liseberg AB

Lisebergsbyn
detaljplan, Torp 53:1

Projekterings PM Geoteknik

Projekterings PM Geoteknik

Uppdragsledare
Anna Maria Janson
Telefon
+46 10 505 31 72
Mobiltelefon
+46 076 113 06 76
E-mail
Annamaria.janson@afry.com

Datum
2025-02-02
G.nr
G24108

Revidering 2025-10-07

Uppdragsnummer
D0194336
Beställare
Liseberg AB

Lisebergsbyn detaljplan, Torp 53:1

Upprättad av:

Anna Maria Janson

Granskad av:

Thomas Borg

Innehållsförteckning

1	Objekt.....	5
2	Syfte.....	5
3	Styrande och rådgivande dokument.....	5
3.1	Styrande dokument.....	5
3.2	Rådgivande dokument	5
4	Underlag för projektering	5
4.1	Planerad byggnation	5
4.2	Utförda undersökningar	6
4.3	Övrigt underlag	6
5	Befintliga förhållanden	6
5.1	Befintliga byggnader och anläggningar.....	6
5.2	Topografiska förhållanden	7
5.3	Ytbeskaffenhet.....	8
5.4	Geotekniska förhållanden	8
5.4.1	Jorddjup och jordlagerföljd.....	8
5.4.2	Jordegenskaper	8
5.4.3	Sättningsförhållanden.....	10
5.4.4	Stabilitetsförhållanden	10
5.5	Hydrogeologiska förhållanden	11
5.6	Markgasförhållanden.....	11
5.6.1	Utförda undersökningar	12
5.7	Erosionsförhållanden	12
5.8	Bergtekniska förhållanden	13
6	Dimensionering och beräkning/Fördjupad stabilitetsutredning	13
6.1	Allmänt.....	13
6.2	Geometri.....	13
6.3	Beräkningssektioner	13
6.4	Materialegenskaper	14
6.4.1	Hållfasthetsvärden	14
6.5	Vattenstånd och porttryck	16
6.6	Laster	17
6.7	Val av erforderliga säkerhetsfaktorer	17
6.8	Beräkningar ULS/SLS.....	21
6.8.1	Geoteknisk kategori.....	21
6.8.2	Säkerhetsklass	21
6.8.3	Resultat	21
7	Slutsats och rekommendation	22
7.1	Befintliga förhållanden	22

7.2	Planerade förhållanden	22
7.3	Markgasförhållanden.....	23
7.4	Erosion	23
7.5	Schaktningsarbeten	23
7.6	Grundläggning	24
7.7	Omgivningspåverkan	24

Bilagor

Bilaga 1.....	Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet
Bilaga 2.....	Stabilitetsberäkningar

Sammanfattning

AFRY har utfört en översiktlig geoteknisk undersökning för detaljplan för Lisebergssbyn, Torp 53:1 i Göteborg. Syftet med undersökningen var att kontrollera och kartlägga jordens lämplighet för planerad bebyggelse, geotekniska rekommendationer och geotekniska åtgärder som behöver vidtas för fortsatt projektering.

Resultatet av undersökningen visar att jorden i detaljplaneområdet bedöms som lämplig för planerat ändamål i större delen av området. Jordlagren består överst av fyllning. Under fyllningen finns siltig lera som vilar på friktionsjord på berg. Leran har överst utbildats som torrskorpa. Jorddjupet enligt utförda sonderingar varierar mellan ca 1 och 18 meter. Jorddjupet är störst i mellersta delen av området och minskar åt öster och nordväst.

Inom största delen av aktuellt område bedöms erforderlig säkerhet för stabilitet råda och exploatering av området bedöms ej försämra detta. Stabilitetsförhållanden i ett område närmast bäcken nära dammen uppfyller inte rekommenderad säkerhet. Vid framtida exploatering behöver hänsyn tas till föreslagna lastrestriktioner.

I ån finns ett befintligt äldre erosionsskydd och det bedöms inte föreligga någon större erosion idag. För att upptäcka eventuell framtida erosion och inte försämra den bäcknära stabiliteten rekommenderas att erosionsskyddet ses över var tionde år.

En del av planerad byggnation kan eventuellt grundläggas direkt på befintlig mark där jorddjupet är mindre då jorden i området generellt är måttligt sättningssärlig. Tyngre byggnader kan behöva grundläggas med plintar eller pålar.

Kompletterande undersökningar kan inte uteslutas i projekteringsskedet för att framarbete dimensioneringsparametrar och slutgiltig dimensionering av grundläggning.

1 Objekt

På uppdrag av Liseberg AB har AFRY utfört geotekniska undersökningar samt utrett förutsättningar ny detaljplan inom Lisebergsbyn i Kärralund, Göteborg.

2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar för ny- och ombyggnation inom Lisebergsbyn.

Följande PM är en beställarhandling och nyttjas som underlag för fortsatt planarbete. Vid upprättande av bygghandlingar inarbetas de geotekniska uppgifter och rekommendationer som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete.

3 Styrande och rådgivande dokument

3.1 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

Styrande dokument är:

SS-EN 1997-1:2005 Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner –
Del 1: Allmänna regler

För nationella val till Eurokod gäller följande dokument:

BFS 2022:4, EKS 12 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och
allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska
konstruktionsstandarder (eurokoder).

TRVFS 2011:12 Trafikverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter
(VVFS 2004:43) om tillämpningen av europeiska
beräkningsstandarder.

3.2 Rådgivande dokument

Följande dokument är rådgivande för objektet:

IEG Rapport 2:2008, Rev. 2 Tillämpningsdokument Grunder, SGF

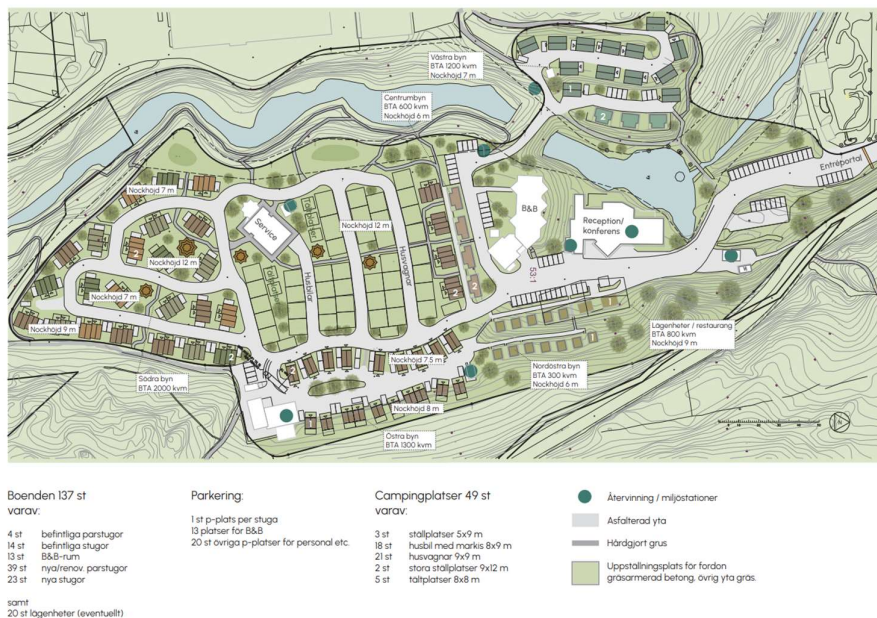
IEG Rapport 6:2008, Rev. 1 Tillämpningsdokument Slänter och bankar, SGF

IEG Rapport 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter
och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar,
SGF

4 Underlag för projektering

4.1 Planerad byggnation

Inom området planeras byggnation av nya stugor enligt Figur 1.



STAM
SLV
arkitekter

Figur 1: Planerad utformning av Lisebergs camping.

4.2 Utförda undersökningar

AFRY har utfört geotekniska undersökningar under augusti 2024 samt augusti 2025. Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, (MUR/Geo)", daterad 2025-10-04.

4.3 Övrigt underlag

Som underlag till denna utredning har följande dokument använts:

- Nybyggnadskarta, Torp 53:1, 2023-10-09
- Lisebergsbyn Kärralund, rensning av damm samt utförande av strandskoning, Gatubolaget, 2008-11-16.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom undersökningsområdet finns asfalterade vägar. Byggnader är uppförda på fastighetens norra del, östra ytterkant samt relativt centralt på fastigheten. Ett ridhus med tillhörande hagar ligger direkt väster om undersökningsområdet och Delsjöbäcken.

Delsjöbäcken är kulverterad i norr mot en damm. Underkant trumma ligger på +34.



Figur 2: Foto som visar Delsjöbäcken med befintlig trumma 2024-12-02.



Figur 3: Foto på befintlig trumma 2024-12-02.

5.2 Topografiska förhållanden

Undersökningsområdet är mestadels relativt plant med marknivåer mellan ca +40 +43. Genom området rinner Delsjöbäcken med en botten på ca +33,5. Den största delen av området finns öster om bäcken. Väster om bäcken åt norr finns ett mindre område med marknivåer som varierar mellan ca +42 i västra delen och ca +35 i den östra. Öster och söder om området finns höjdparter med berg i dagen.



Figur 4: Översiktsfoto över undersökt område markerat med gul streckad linje. Kartunderlaget är hämtat från <https://minkarta.lantmateriet.se/> 2024-10-02.

5.3 Ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet är bebyggt och består av asfalterade gator och uppställningsplatser samt gräsytor. Runt området finns skog. Längs undersökningsområdets västra sida rinner Delsjöbäcken i nordlig riktning. Vattendraget rinner sedan ner mot Delsjövägen och vidare i riktning mot Sankt Sigfrids plan.

5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Jorddjupet enligt utförda sonderingar varierar mellan ca 1 och 18 meter. Jorddjupet är störst i mellersta delen av området och minskar åt öster och nordväst.

Jordlagren består överst av fyllning med en mäktighet på ca 1–3 meter. Under fyllningen finns siltig lera som vilar på friktionsjord på berg. Leran har på de översta 2–3 metrarna utbildats som torrskorpa. Den siltiga leran är skiktad och innehåller ställvis sand- och skalsikt.

Sonderingsdjupet på friktionsjordslagret under leran uppgår till ca en meter.

5.4.2 Jordegenskaper

5.4.2.1 Fyllningens egenskaper

Fyllningen består mestadels av grus och sand men det finns även inslag av torrskorpa och mulljord. Vattenkvoten i fyllningen varierar mellan ca 8 och 27 %

5.4.2.2 Lerans egenskaper

Vattenkvoten i torrskorpeleran varierar mellan ca 23 och 41%.

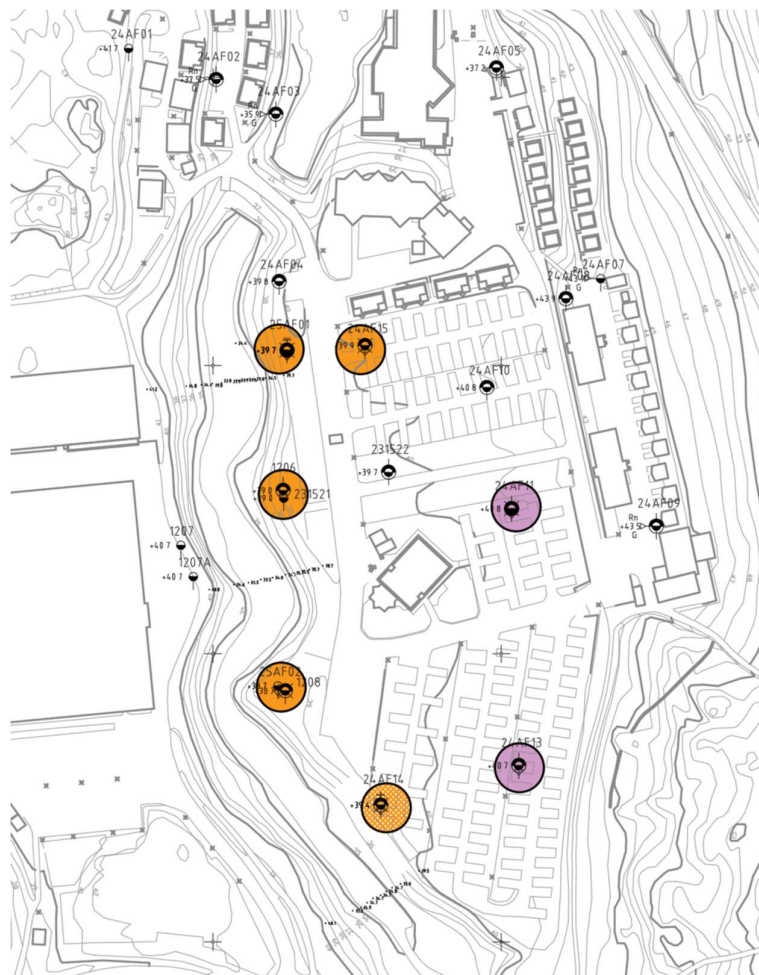
Den siltiga leran har en vattenkvot varierande mellan ca 38 och 59%. Konflytgränsen varierar mellan ca 34 och 45 %. Sensitiviteten varierar mellan ca 12 och 35 och densiteten mellan ca 1,7 och 1,9 t/m³

Skjuvhållfastheten i den siltiga leran varierar kraftigt pga siltskikten. Uppmätta värden från vingförsöken varierar mellan ca 10 och 130 kPa.

Den odränerade skjuvhållfastheten i leran är varierar i området med närheten till bäcken. Skjuvhållfastheten närmast bäcken är högre än längre ifrån bäcken se Figur 5.

För området närmast bäcken (orange punkter) är den utvärderade odränerade skjuvhållfastheten i leran är vald till 40 kPa ner till 3,5 meter under markytan för tt minska till 20 kPa på 5 meters djup. Därunder ökar skjuvhållfastheten till 32 Kpa på 7,5 meter djup och är konstant därunder.

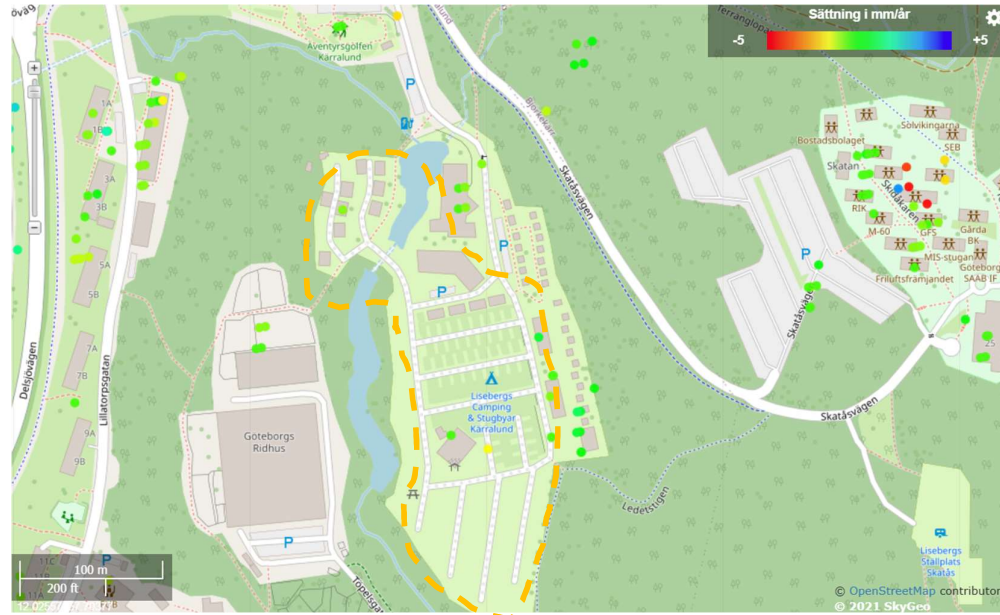
För området längre från bäcken, närmare berget i öster, (lila punkter) är den utvärderade odränerade skjuvhållfastheten i leran är vald till 15 kPa ner till 4 meter under markytan och ökar till 28 kPa på 7,5 meters djup och därunder.



Figur 5: Plan med markering av punkter för områden med varierande vald skjuvhållfasthet (orange/lila).

5.4.3 Sättningsförhållanden

Ingen sättningsproblematik är identifierad för befintliga förhållanden. Enligt sättningskartan uppgår sättningen till några millimeter/år.



Figur 6 Utdrag ur sättningskartan (Omarbetad från sättningskartan.portal.skygeo.com)

Utredningsområdet markerat med streckad linje

5.4.4 Stabilitetsförhållanden

Stabilitetsförhållandena för befintliga förhållanden är gynnsamma i området då marken är plan eller marklutningen ringa i större delen av området förutom närmas bäcken.

Göteborg Stad, fastighetskontoret har 2013 låtit utföra en detaljerad stabilitetsutredning inom området.

Beräkningar i sektion S315-K2 visade en säkerhetsfaktor F_c på 2,35 och F_{komb} på 1,60.

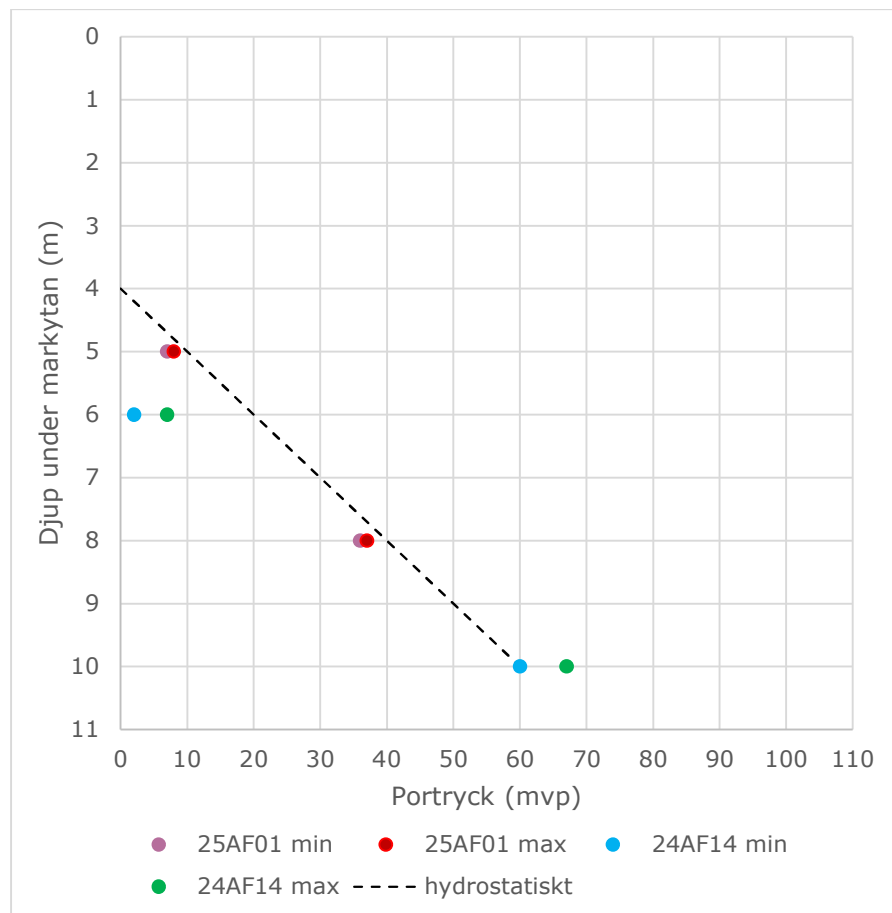


Figur 7 Plan med utförda stabilitetssektioner

5.5 Hydrogeologiska förhållanden

Vatten förekommer i friktionsjorden som grundvatten. Grundvattennivån varierar beroende på årstid och nederbörd.

Vid undersökningstillfället observerades en fri vattenyta i skruvprovtagningshålen ca 0,3 – 2 meter under markytan. Portrycket i leran ca 5–10 meter under markytan visar ett portryck motsvarande en trycknivå ca 4 meter under markytan med hydrostatisk fördelning mot djupet.



Figur 8 Portrycksdiagram

5.6 Markgasförhållanden

Radon är en gas som bildas i jord och berg vid sönderfall av uran och torium. Jordluft och vatten kan på grund av berggrunden innehålla höga radonhalter vilket i sin tur kan ge upphov till förhöjda halter inomhus då jordluften sugas in i otäta byggnader eller vatten pumpas ur borrhållsbrunnar. Även stenbaserade byggnadsmaterial kan avge radongas.

Markegenskaper, förutom innehållet av radon och uran, som har stor betydelse vid bedömning av radonrisker är kornstorlek, porositet, vattenhalt och jordlagrens mäktighet. Radongasen transporteras genom jordlagren med jordluft och grundvatten. Hos leror är vattenhalterna vanligtvis höga samt permeabiliteten låg vilket medför att transporten av radongas försvåras. Jordarter, som sand, grus och grusiga moräner, med hög porositet och genomsläpplighet innehåller stora mängder luft vilket gör

transporten av radongas enklare. En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon.

Metod och gränsvärden för markradonundersökning beskrivs i "Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader" (Clavensjö, Åkerblom 2004) och Radon i bostäder – markradon (BFR R85:1988).

AFRY:s undersökningar i området är gjorda enligt definitionen för radonriskområde.

Tabell 1, Gränsvärden för radonhalt i jordluft 1 m under markytan.

Riskområde	Material	Radonhalt i jordluft 1 m under markytan (Bq/m ³)
Lågriskområde	Morän, grus, sand Lera, silt	< 10 000 Lagertjocklek > 2 m ¹⁾
Normalriskområde	Morän, grus, sand	10 000 – 50 000
Högriskområde	Morän, grus, sand, silt, moränlera	> 50 000

1) Jordlagret får ej vara uttorkat, då gäller samma gränsvärde som för morän, grus och sand.

5.6.1 Utförda undersökningar

Vid mätningar, baserat på radonhalt i jordluft har värden motsvarande normalriskområde uppmätts. Den naturliga jorden ska betecknas som normal avseende radonförhållanden om inte ytterligare mätningar utförs.

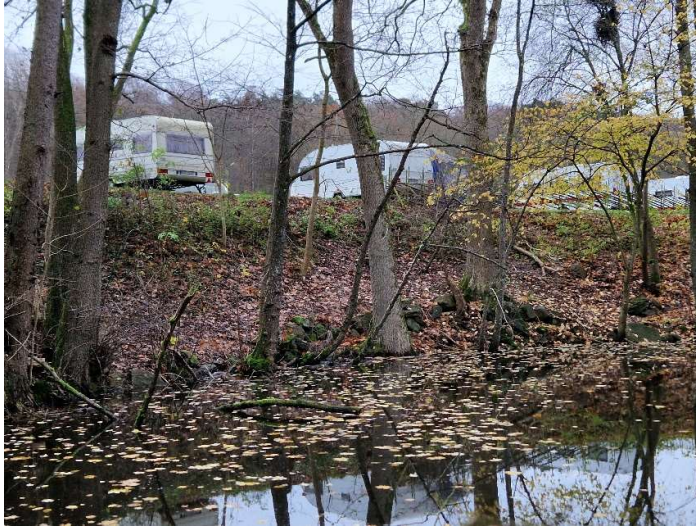
5.7 Erosionsförhållanden

Kontroll av befintlig erosion utfördes vid platsbesök 2024-11-05. Längs ån förekommer minder områden med erosion längs bäcken. Äldre erosionsskydd i form av större block ser ut att ligga längs hela bäcken.



Figur 9 Bäcken sett från väster

Ställvis är åbrinken väldigt brant och material bedöms ha rasat ner. Se Figur 10



Figur 10 Bäckan sett från väster med område med brant brink

5.8 Bergtekniska förhållanden

Vid platsbesök 2024-08-20 kunde inga lösa block noteras i närområdet som bedöms kunna påverka detaljplaneområdet.

6 Dimensionering och beräkning/Fördjupad stabilitetsutredning

6.1 Allmänt

För tillståndsbedömning av stabiliteten har *IEG Rapport 4:2010* tillämpats. Stabilitetsutredningen har utförts med totalsäkerhetsmetoden och tillståndsbedömningen utgår från *Skredkommisionens Rapport 3:95*. Omfattningen motsvarar en fördjupad utredning.

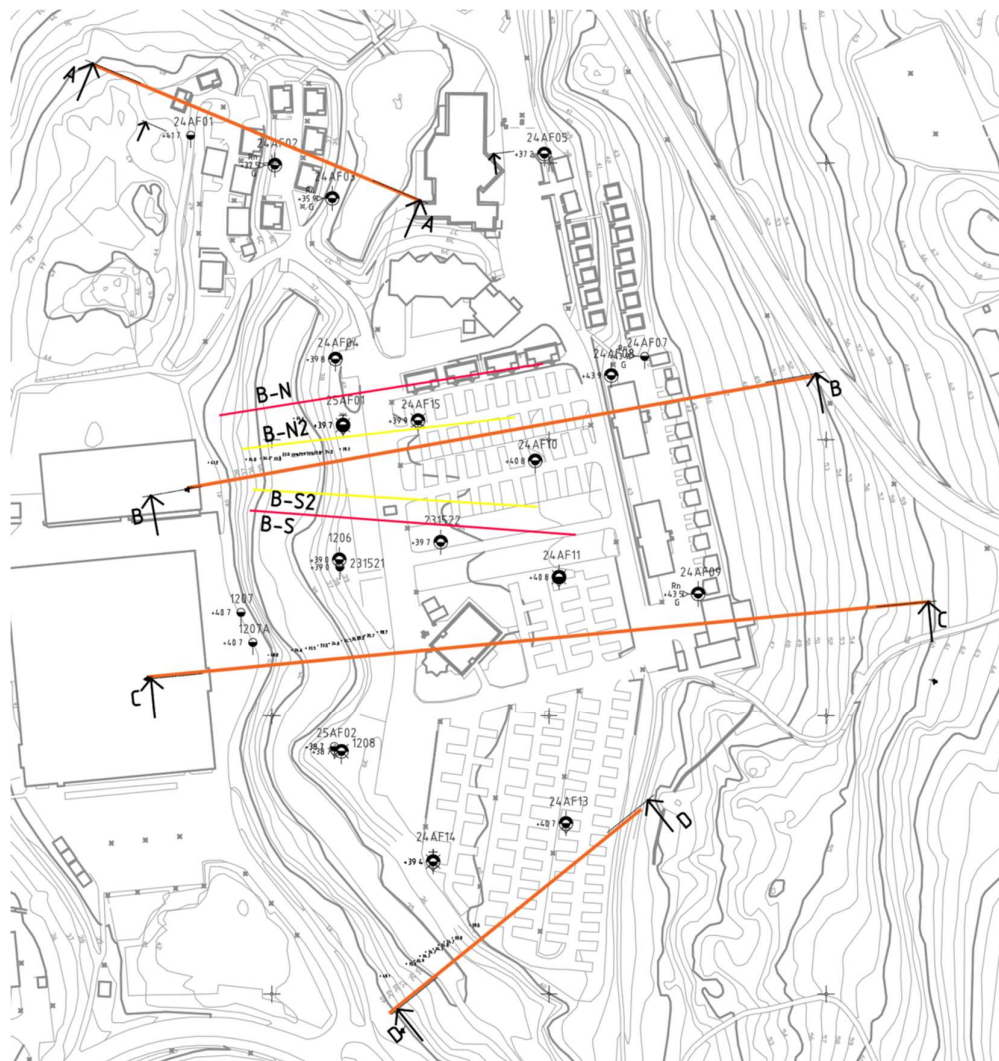
Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet Geosuite Stability. Beräkningarna har utförts med cirkulärcylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb).

6.2 Geometri

Marknivån är tagen från grundkarta samt mätning av botten i bäcken i tre sektioner och i dammen ca 2 meter från strandkanten. Mätning av åbotten är utförd med totalstation. Mätning av dammbotten är gjord med GPS.

6.3 Beräkningssektioner

Stabiliteten är kontrollerad i 8 sektioner enligt Figur 11.



Figur 11 Plan med visat läge för stabilitetsberäkningar

6.4 Materialegenskaper

6.4.1 Hållfasthetsvärden

De karakteristiska värdena för materialparametrarna kan ses i Tabell 3 nedan.

Tabell 2 Karakteristiska värden för materialparametrar för sektion A

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m ³]
	Karakteristiskt värde	
Fyllning/ sa gr si	$\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$
Torrskorpa	<u>Odränerad</u> $c_u = 30$ kPa <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 17$ $\gamma'_k = 7$
Siltig Lera	<u>Odränerad</u> $c_u = 15 + 2,7 \times z$ kPa, där z avser djupet mellan nivån +34 och +37 $c_u = 15 + 2,0 \times z$ kPa, där z avser djupet under nivån +34 <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$
Friktions- material	<u>Dränerad</u> $\phi' = 35^\circ$	$\gamma_k = 20$ $\gamma'_k = 12$

Tabell 3 Karakteristiska värden för materialparametrar i området närmast bäcken

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m ³]
	Karakteristiskt värde	
Fyllning/ sa gr si	$\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$
Torrskorpa	<u>Odränerad</u> $c_u = 40$ kPa <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 17$ $\gamma'_k = 7$
Siltig Lera	<u>Odränerad</u> $c_u = 40$ kPa ner till nivån +36,5. Därunder minskning till 20kPa på nivån +35. Därunder ökar c_u rätlinjigt till 32 kPa på nivån +32,5 och därunder <u>Odränerad omrörd</u> $c_u = 1$ kPa <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$ fr 5 m djup $\gamma_k = 19$ $\gamma'_k = 9$
Friktions- material	<u>Dränerad</u> $\phi' = 35^\circ$	$\gamma_k = 20$ $\gamma'_k = 12$

Tabell 4 Karakteristiska värden för materialparametrar i området närmare berget i öster

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m ³]
	Karakteristiskt värde	
Fyllning/ sa gr si	$\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$
Torrskorpa	<u>Odränerad</u> $c_u = 30$ kPa <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 17$ $\gamma'_k = 7$
Siltig Lera	<u>Odränerad</u> $c_u = 15$ kPa ner till nivån +36,6. Därunder ökar c_u rätlinjigt till 28 kPa på nivån +32,5 och därunder <u>Dränerad</u> $c' = 0,1 \times c_u$ $\phi' = 30^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 8$ fr 5 m djup $\gamma_k = 19$ $\gamma'_k = 9$
Friktions- material	<u>Dränerad</u> $\phi' = 35^\circ$	$\gamma_k = 20$ $\gamma'_k = 12$

6.5 Vattenstånd och porttryck

Grundvattennivån har antagits ligga i underkant torrskorpa, ca 2–4 meter under markytan, med en hydrostatisk fördelning mot djupet. Vattennivån i bäcken regleras med utlopp mot dammen i norr, se Figur 12. I beräkningarna har vattennivån antagits till +34 då bäckens utlopp ligger på den nivån. Det innebär att vattendjupet närmast dämnet är ca 0,5 meter medan längre uppströms räknas bäcken gå tom.



Figur 12 Utlopp från bäcken mot dammen i norr

6.6 Laster

Vid stabilitetsberäkningar förutsätts utbredda laster enligt *IEG Rapport 4:2010, SR 3:95 kapitel 7.1.2.2 Ylaster*. Lasteffekter för trafiklaster bestäms enligt *TK Geo 13, version 2, kapitel 4.3 Trafiklast*.

Karakteristiska värden för i uppdraget aktuella laster redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Karakteristisk lasteffekt för aktuella laster.

Last	Lasttyp	Karakteristisk lasteffekt
Trafiklast på väg	Variabel, Q_{kj}	10,0 kPa (mindre väg samt P-plats)
Trafiklast på GC-väg	Variabel, Q_{kj}	5,0 kPa
Markuppfyllnad	Permanent, G_{kj}	10,0 kPa
Last av byggnad	Permanent, G_{kj}	10,0 kPa

Framtida markanvändning bedöms orsaka lastökning på 10 kPa. För att kontrollera känsligheten för nivåändring har beräkningar utförts med ca 0,5 meter högre marknivå med ett material med tunghet 18kN/m^3 . Detta motsvarar en lastökning med ca 10kPa.

6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Erforderliga säkerhetsfaktorer för fördjupad utredning ligger enligt *IEG Rapport 4:2010* inom spannen $F_c \geq 1,5$ – $1,4$ respektive $F_{\text{komb}} \geq 1,4$ – $1,3$.

		Markanvändning			
		Nyexploatering		Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
		Nybyggnation	Planläggning		
Tillståndsbedömning	Översiktlig utredning	Ej tillämpligt för denna rapport	Minst detaljerad utredning ska utföras	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$	$F_c > 2 +$ $F_{c\phi} > 1,5$
	Detaljerad utredning		$F_c \geq 1,7$ – $1,5 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,5$ – $1,4$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7$ – $1,5 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,5$ – $1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,6$ – $1,4 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,4$ – $1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)
	Fördjupad utredning		$F_c \geq 1,5$ – $1,4 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,4$ – $1,3$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4$ – $1,3 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,3$ – $1,2$ $F_\phi \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs	$F_c \geq 1,3$ – $1,2 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,2$ $F_\phi \geq 1,2$ (sand)
Projektering		Dimensionering utförs enligt TD "Slänter och bankar" alternativt TK Geo	Beroende på utredningsnivå, F_c och F_{komb} enligt tabellvärde ovan	Stabilitetsförbättrande åtgärd enligt kap 4.5.2.4 alternativt TD "Slänter och bankar" / TK Geo	

Figur 13 Val av säkerhetsfaktor enligt *IEG Rapport 4:2010*

Valda erforderliga säkerhetsfaktorer visas i Tabell 6. Bakgrund till valda säkerhetsfaktorer framgår av Tabell 7.

Tabell 6 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

	F_c	F_{komb}
Nyexploatering, planläggning	1,45	1,35

Värdering av ogynnsamma och gynnsamma förhållanden enligt IEG Rapport 4:2010
Tabell 6.1 a-i som inverkar på erforderlig säkerhetsfaktor i den aktuella slänten
presenteras i Tabell 7.

Tabell 7 Värdering av ogynnsamma och gynnsamma faktorer enligt IEG Rapport 4:2010. (+ Gynnsamt, - Ogynnsamt samt 0 Varken eller)

Tabell 6.1a. Konsekvenser av skred

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

Tabell 6.1b. Släntens beständighet

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

Tabell 6.1c. Tidigare förändringar i slänten

Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden	Värdering
Utlagda fungerande erosionsskydd	Pågående erosion	-
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder	Ingrepp som försämrat stabiliteten	+

Belastningsminskningar	Belastningsökningar	0
Ogynnsam reglering av vattendrag	Gynnsam reglering av vattendrag	0
	Avverkning	+

Tabell 6.1d. Jordens egenskaper

Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden	Värdering
Friktionsjordar	Kohesionsjordar	-
Låg sensitivitet	Hög sensitivitet, kvicklera	+
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper	0
Homogen jord	Skiktade jordar	-

Tabell 6.1e. Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet

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

Tabell 6.1f. Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning

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

Tabell 6.1g. Släntens geometri

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

Tabell 6.1h Grundvatten- och portrycksförhållanden

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

Tabell 7.1i. Ytvattenförhållanden

Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden	Värdering
Karaktäristiska vattenstånd är kända	Karaktäristiska vattenstånd är okända	-
Små vattenståndsvariationer	Stora vattenståndsvariationer	+
Långsam förändring i vattenstånd	Hastiga förändringar i vattenstånd	0
Välldränerat och dikat område	Stor risk för lokala vattensamlingar	+

6.8 Beräkningar ULS/SLS

6.8.1 Geoteknisk kategori

För geoteknisk projektering enligt denna PM gäller geoteknisk kategori 2.

6.8.2 Säkerhetsklass

För geoteknisk projektering enligt denna PM gäller säkerhetsklass 2.

6.8.3 Resultat

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar visas i Tabell 8.

Tabell 8 Resultat från beräkningar i enlighet med detaljerad utredning

Sektion	Skede	F_c	Bilaga	F_{komb}	Bilaga
A-A	Befintliga förhållanden	2,1	2:1	2,04	2:2
	Blivande förhållanden	1,89 (F_{cp})	2:3		
	Blivande förhållanden	<1,6* (lastbegränsning)	2:17	1,46	2:18
		Erosion	2:19		

Tabell 9 Resultat från beräkningar i enlighet med fördjupad utredning

Sektion	Skede	F_c	Bilaga	F_{komb}	Bilaga
B-B	Befintliga förhållanden	1,56	2:4	1,36	2:5
	Blivande förhållanden	1,46	2:6	1,33	2:7
				1,35 (lastbegränsning)	2:8
				Med erosion	2:9
				Efter skred i slänt	2:10

B-B-norra	Blivande förhållanden	1,53	2:11	1,46	2:12
B-B-norra 2	Blivande förhållanden	1,46	2:13	1,32	2:14
				1,35 (lastbegränsning)	2:15
B-B-södra 2	Blivande förhållanden	1,48	2:16	1,44	2:17
C-C	Befintliga förhållanden	1,72	2:18	1,72	2:19
	Blivande förhållanden	1,59	2:20	1,60	2:21
D-D	Befintliga förhållanden	1,53	2:22	1,42	2:23
	Blivande förhållanden	1,40	2:24	1,37	2:25
		1,45 (lastbegränsning)	2:26		

En känslighetsanalys har gjorts för erosion av släntfot. Utifrån äldre grundkartor syns det inte att någon erosion ha skett på östra sidan bäcken på ca 10 år varför en erosion av en meter bedöms rimligt med avseende på känslighetsanalysen. Kontroll har gjorts för det fall för respektive sektion där belastningsrestriktionen är störst.

I sektion B har stabiliteten även kontrollerats efter ett skred för att se hur det påverkar detaljplaneområdet. I beräkningarna har initialt en del av materialet i bäcken antagits att erodera bort men pga. de större block som ligger i släntfot antas inte alla massor erodera. Skreden i slänten är ytliga och även om massorna eroderar kommer slänten efter ras bli flackare och uppnå fullgod stabilitet och ras i slänten påverkar inte detaljplaneområdet.

7 Slutsats och rekommendation

7.1 Befintliga förhållanden

Tidigare utredning har visat att stabiliteten kring bäcken är tillfredsställande. Efter att utfört fler undersökningar bedöms området närmast bäcken inte uppnå fullgod säkerhet mot skred.

7.2 Planerade förhållanden

För att uppnå tillräcklig säkerhet vid bäcken krävs belastningsrestriktioner enl. Figur 14 och bilaga 3.

Erosionen längs bäcken påverkar den bäcknära stabiliteten och i föreslagen åtgärd är en meter erosion av släntfot inräknad.



Figur 14 Utbredning av rekommenderade lastrestriktioner

7.3 Markgasförhållanden

Marken inom det undersökta området bedöms som normalriskområde med avseende på radon.

Nya byggnader ska, baserat på nu utförda undersökningar, uppföras radonsäkert. Befintliga fyllningar kan användas för grundläggning eller motfyllning av nya byggnader. Fyllning som tillförs området utifrån för detta ändamål ska klassificeras genom mätning av gammastrålning innan den används.

7.4 Erosion

För att förhindra erosion i bäcken och inte försämra den bäcknära stabiliteten behöver erosionsskydd ses över. Behovet bedöms inte akut men en rekommendation är att inspektera bäcken var tionde år.

7.5 Schaktningsarbeten

Schakt och fyllning ska alltid utföras med betryggande säkerhet mot ras och skred. Släntlutningen ska anpassas till jordens hållfasthet, grundvattenförhållanden och förekommande belastningar med mera, se vidare Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska instituts handbok *Schakta säkert* (2015).

Schakt inom området bedöms kunna utföras med släntlutning om 1:1,5/1:2 i fyllning och friktionsjord och med släntlutning 1:1 i lera ner till 1,5 meter under markytan.

7.6 Grundläggning

Mulljord och annan organisk jord inom byggnadsytor och planerade hårdgjorda ytor ska skiftas ur och vid behov ersättas med fyllning av friktionsjord eller krossmaterial. Eventuella uppfyllnader ska projekteras och utformas av exploatören på ett säkert och stabilt sätt. Schaktning ska utföras så att jordens fasthet under grundläggningsnivån inte minskar.

Med hänsyn till innehållet av silt ska jorden förutsättas vara flytbenägen. All grundläggning bör utföras med erforderligt frostskydd och dränering, på lager av dränerande och kapillärbrytande packad friktionsjord. Mot naturlig jord läggs en geotextil med materialskiljande syfte. Vid schakt under grundvattennivån finns det risk för inströmmande vatten. Åtgärder skall vidtas så att vattensamlingar inte uppstår, till exempel genom dikning, bombering, länshållning etc.

Baserat på denna översiktliga geotekniska undersökning bedöms grundläggning av mindre och sättningsokänsliga hus kunna utföras utan grundförstärkning på konventionellt sätt med platta på mark eller grundsulor.

Tyngre byggnader bedöms kunna behöva grundläggas på pålar eller plintar för att föra ner lasten till djupare fastare jordlager.

7.7 Omgivningspåverkan

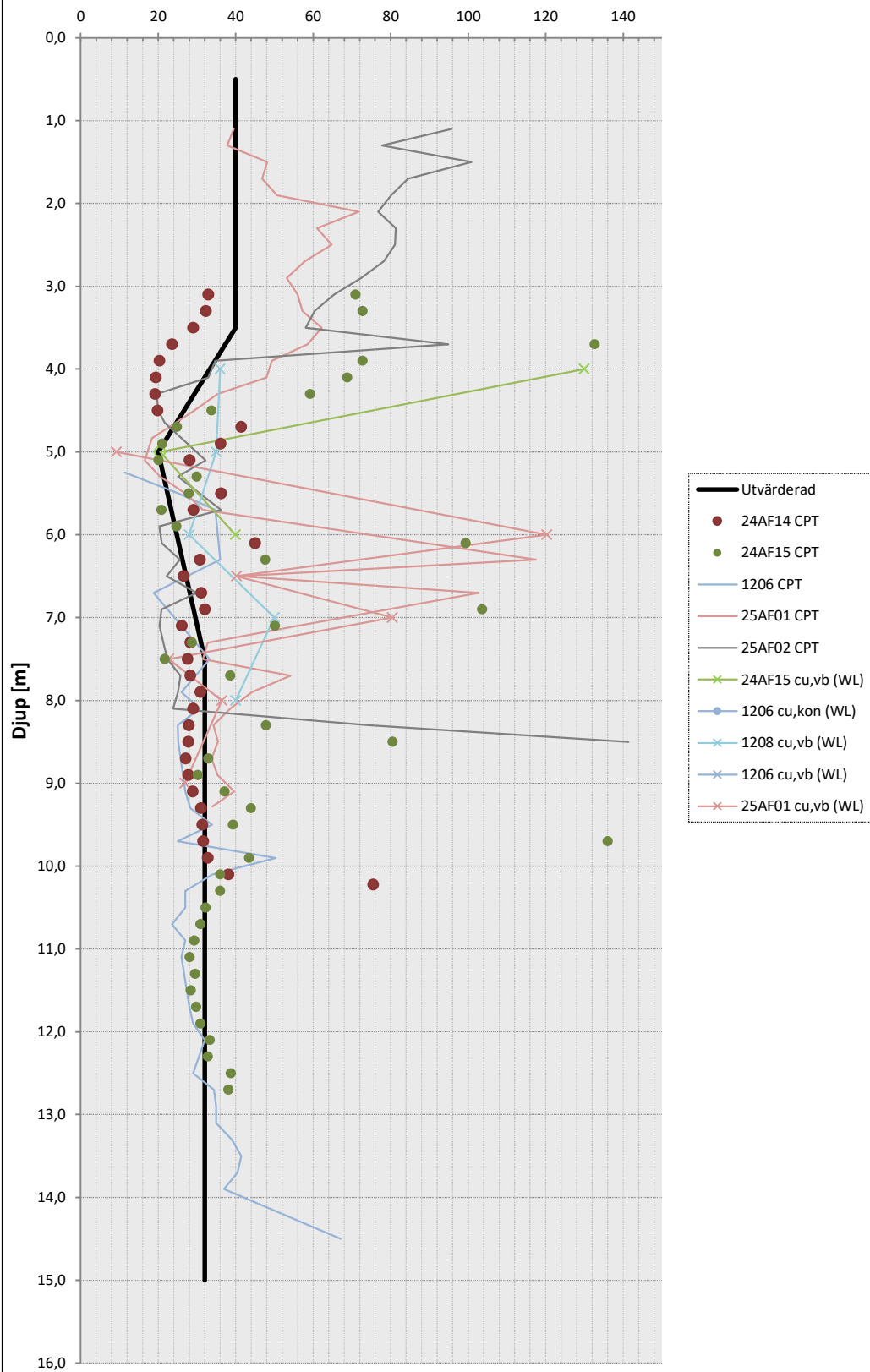
Vid schaktnings- och packningsarbeten uppstår markrörelser som kan orsaka skador i närliggande byggnadsverk eller installationer. Markrörelser i form av vibrationer kan även medföra störningar av känsliga utrustningar och verksamheter i närområdet. En riskanalys med tillhörande föreskrifter avseende tillåtna markrörelser i samband med planerade entreprenadarbeten ska tas fram i den fortsatta projekteringen.

I riskanalysen ska behovet av syneförrättning och övervakningsmätning av närliggande byggnadsverk och installationer utredas.

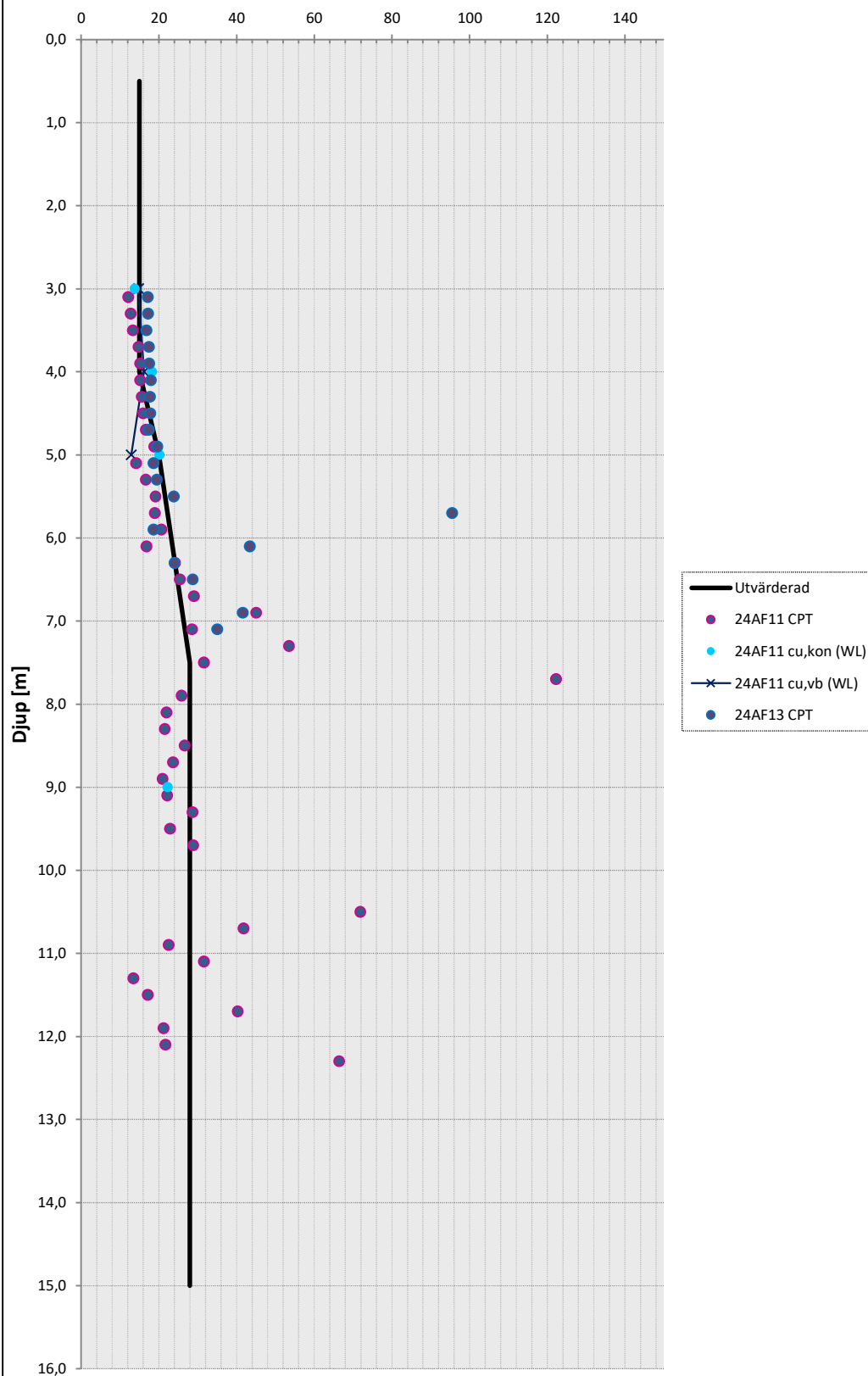
Permanent avsänkning av grundvattenytan får ej förekomma utan att omgivningspåverkan utretts.

Bilaga 1, *Odränerad skjuvhållfasthet*

Odränerad skjuvhållfasthet
 c_u [kPa] (korrigerad w_L)
 nära bäcken



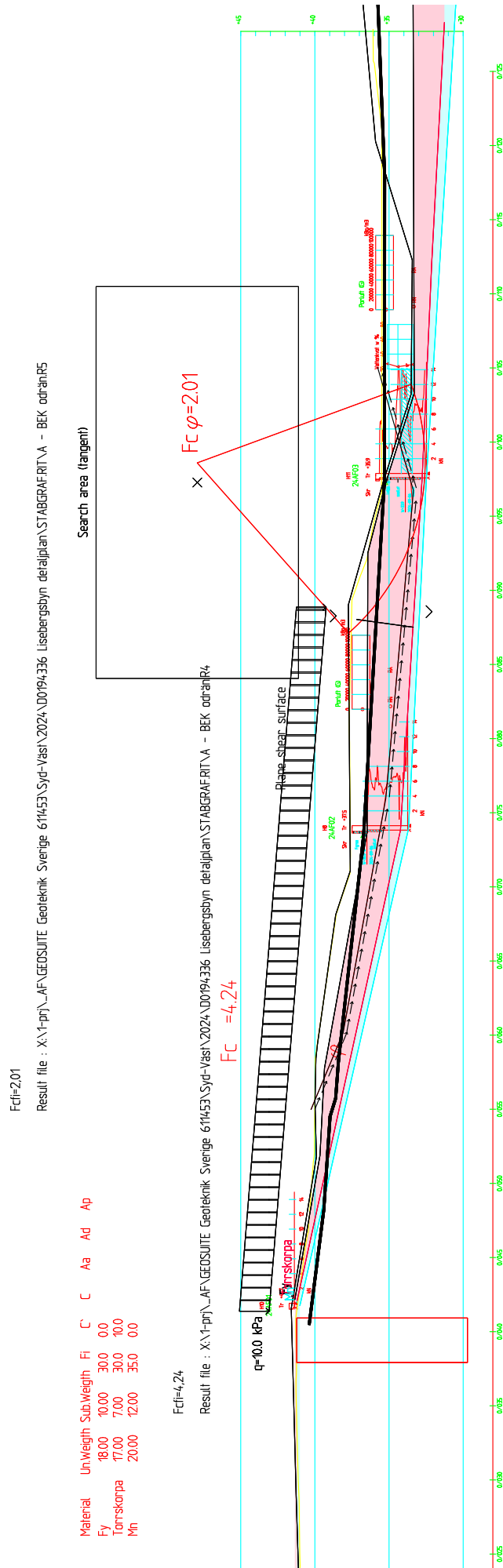
Odränerad skjuvhållfasthet
 c_u [kPa] (korrigerad w_L)
avstånd från bäcken



Bilaga 2, *Stabilitetsberäkningar*

Sektion A

Befintliga förhållanden

$$F_{c\phi}$$


Sektion A
Befintligen förhållanden

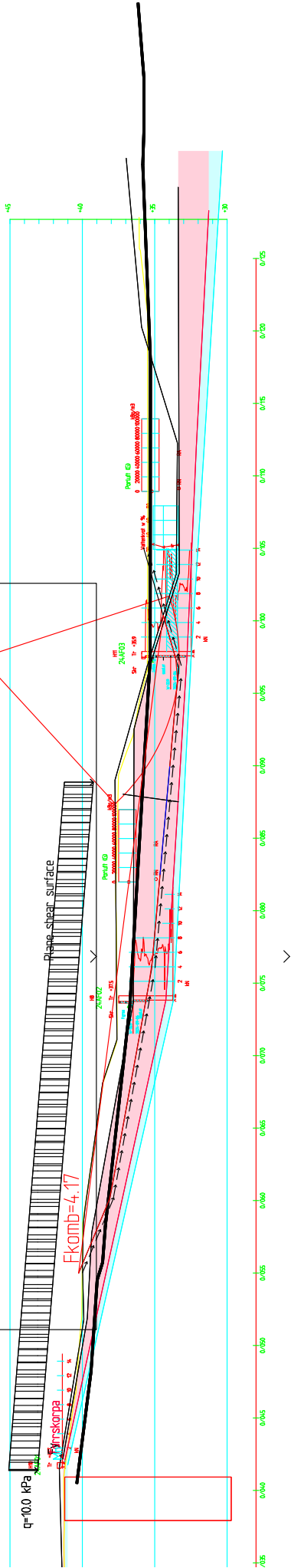
F_{komb}

×

F_{komb}=2,04
Result file : x:\1-prj\...a\geosuite geoteknik sverige 611453\syd-väst\2024\d0194336 lisebergsbyn detaljplan\stabgraf.nit'a - bek kombR3

Material	UnWeight	SubWeight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fy	18.00	10.00	30.0	0.0	100.0	100	100	100
Torrskarpa	17.00	7.00	30.0	10%	30.0	100	100	100
Mn	20.00	12.00	35.0	0.0	100.0	100	100	100

F_{komb}=2,04



Sektion A

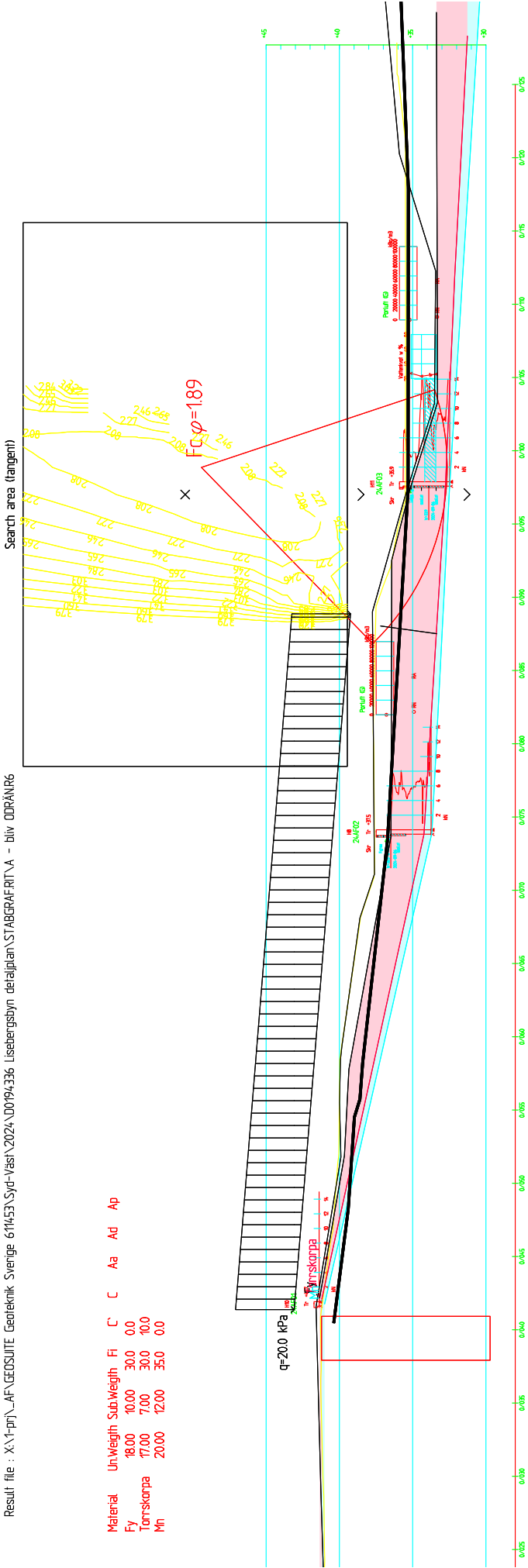
Blivande förhållanden

F_{cφ}

F_{cd}=1,89

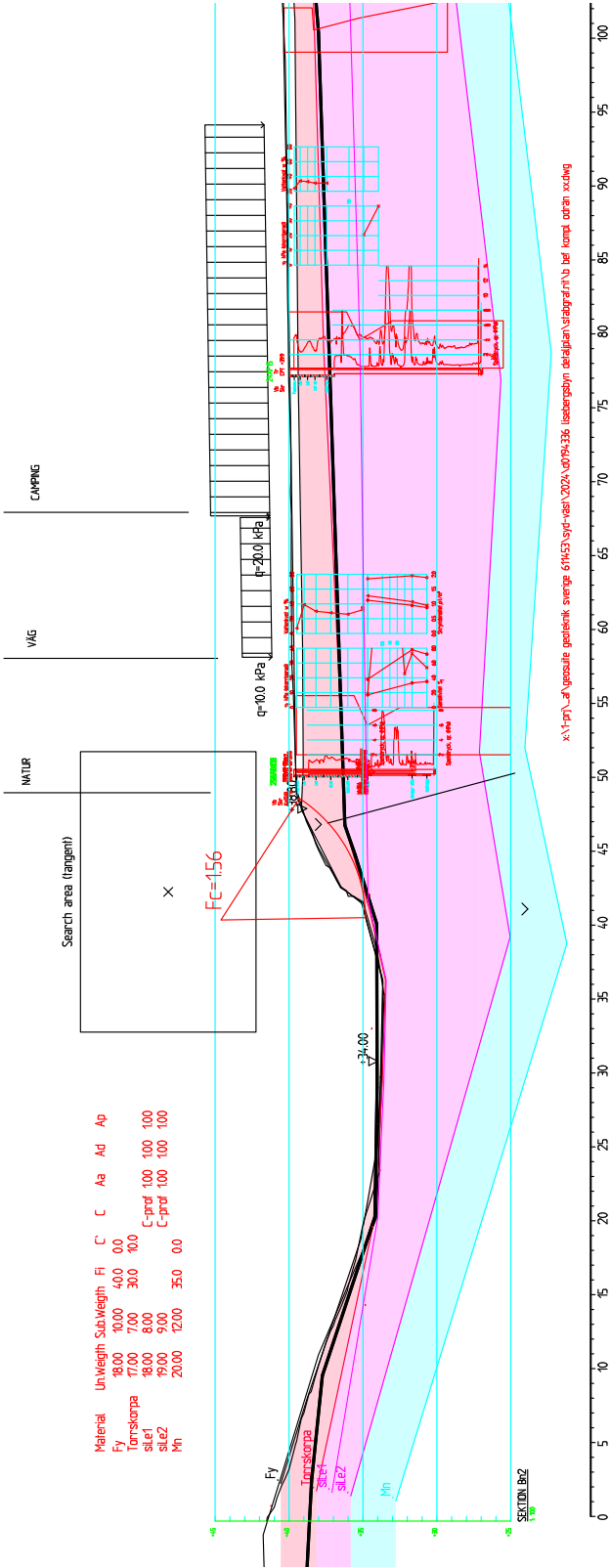
Result file : X:\1-pt\AF\GEOSUITE Geoteknik Sverige 61453\Syd-Vas\2024\DD194\336 Lisebergsbyn detaljplan\STABGRAF-RTVA - bliv ODRANR6

Material	Un	Wegith	Sub	Wegith	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Fy	18.00	10.00	30.0	0.0					
Torrskorpa	17.00	7.00	30.0	10.0					
Mn	20.00	12.00	35.0	0.0					



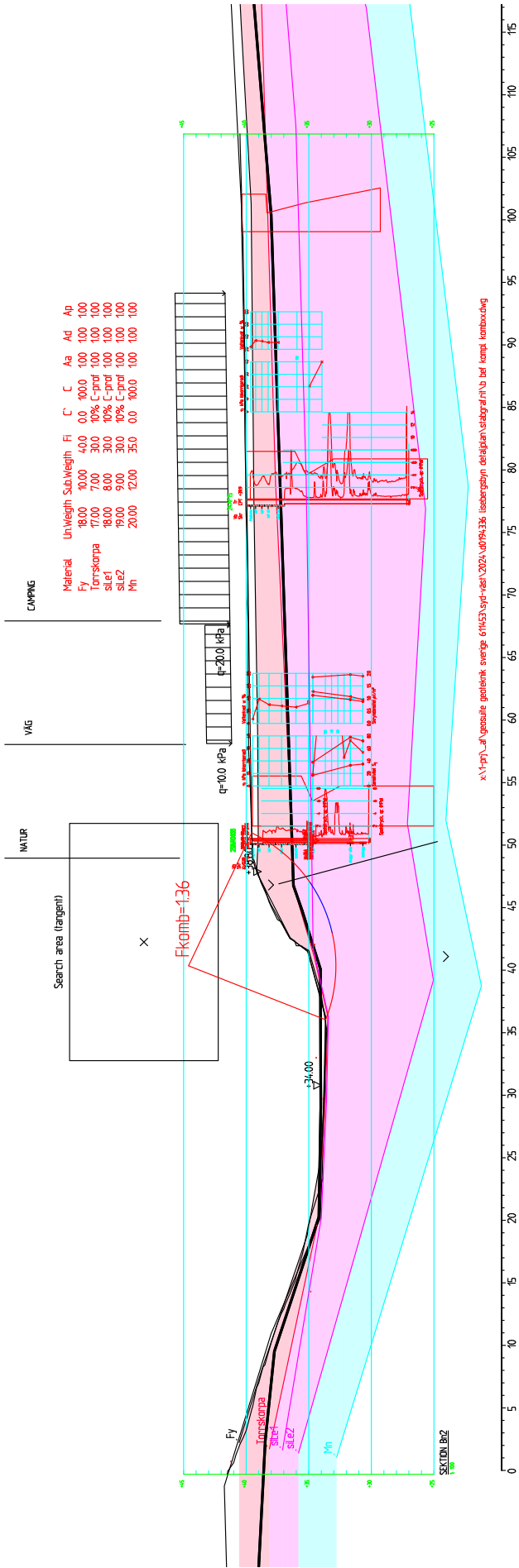
Sektion B
Befintliga förhållanden

F_c



Sektion B
Befintliga förhållanden

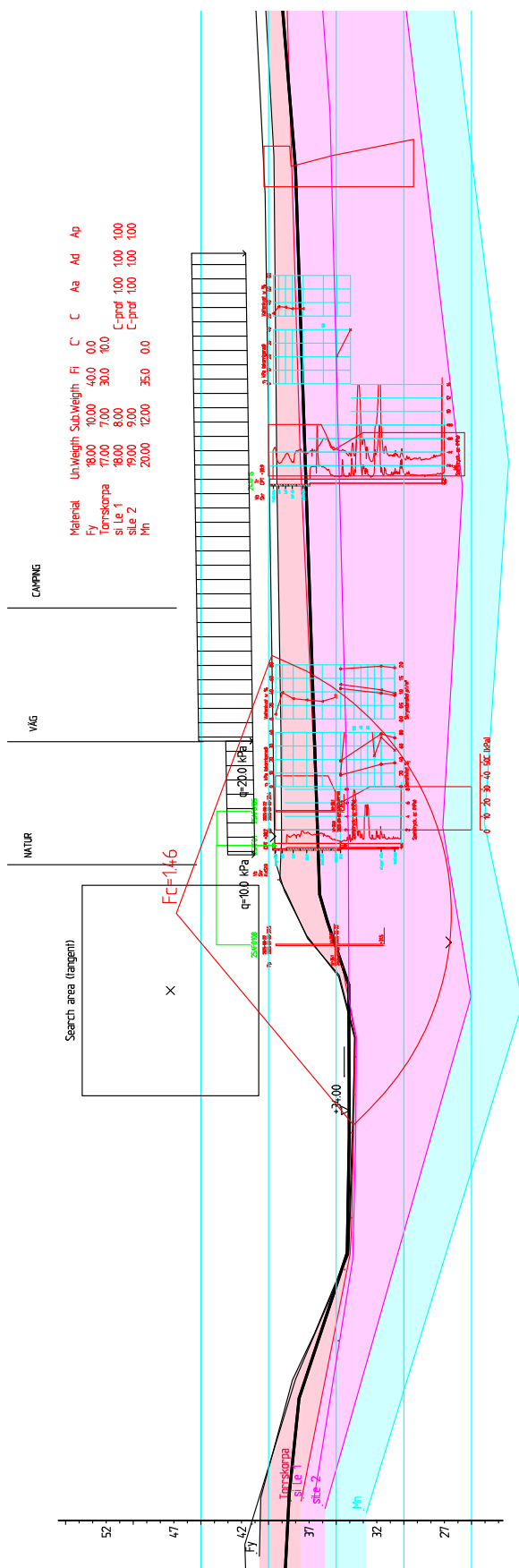
F_{komb}



Sektion B

Blivande förhållanden

٤٤



Material	UnWeight	SubWeight	Fi	C	Aa	Ad	Ap
Fy	1800	1000	40.0	0.0			
Torrskampa	1700	700	30.0	10.0			
isi Le 1	1800	800			C-prof	100	100
stle 2	1900	900			C-prof	100	100
Wh	2000	1200	35.0	0.0			

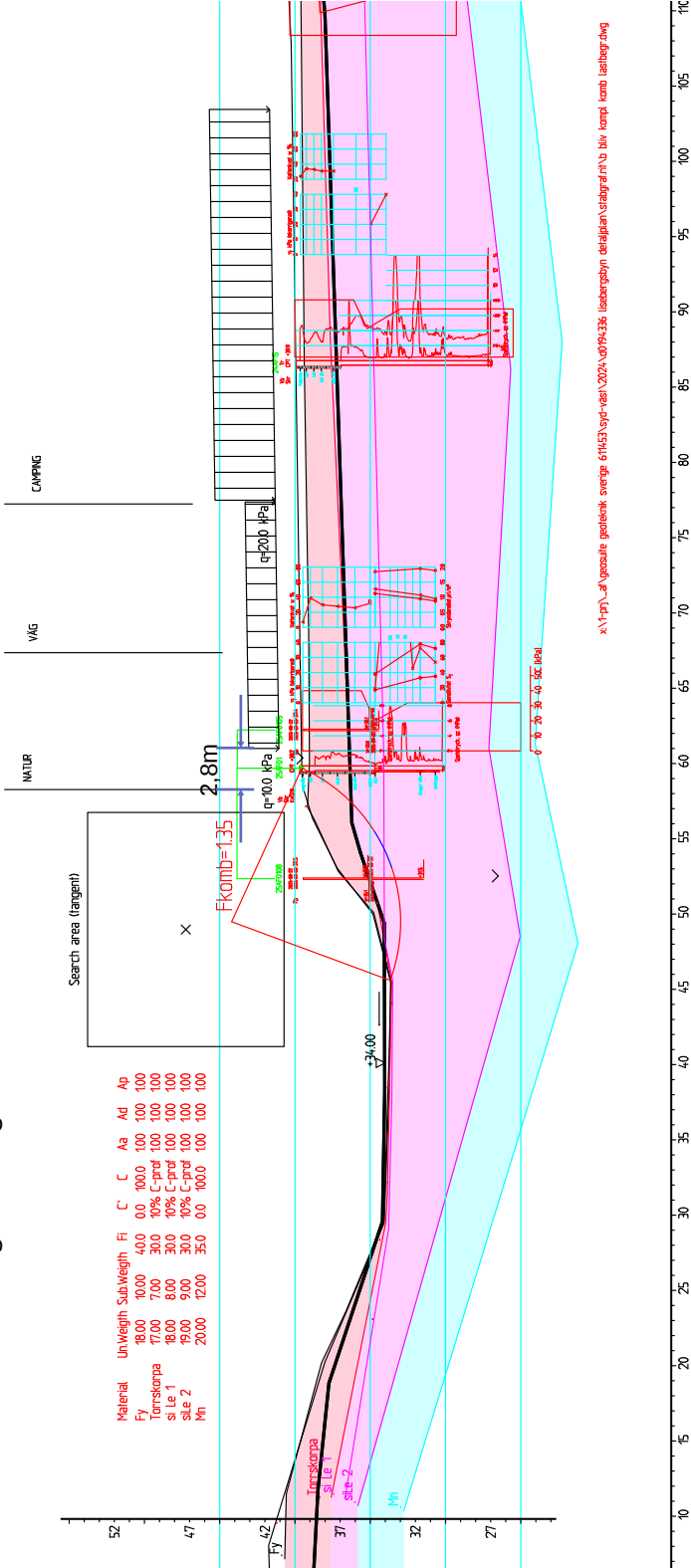
Geosult geoteknik sverige 61453 Syd\Åst\2024\0094336 lisebergshym delalplan\stagg\af\h\o bliv kompl odränding

Sektion B

Blivande förhållanden

F_{komb}

lastbegränsning



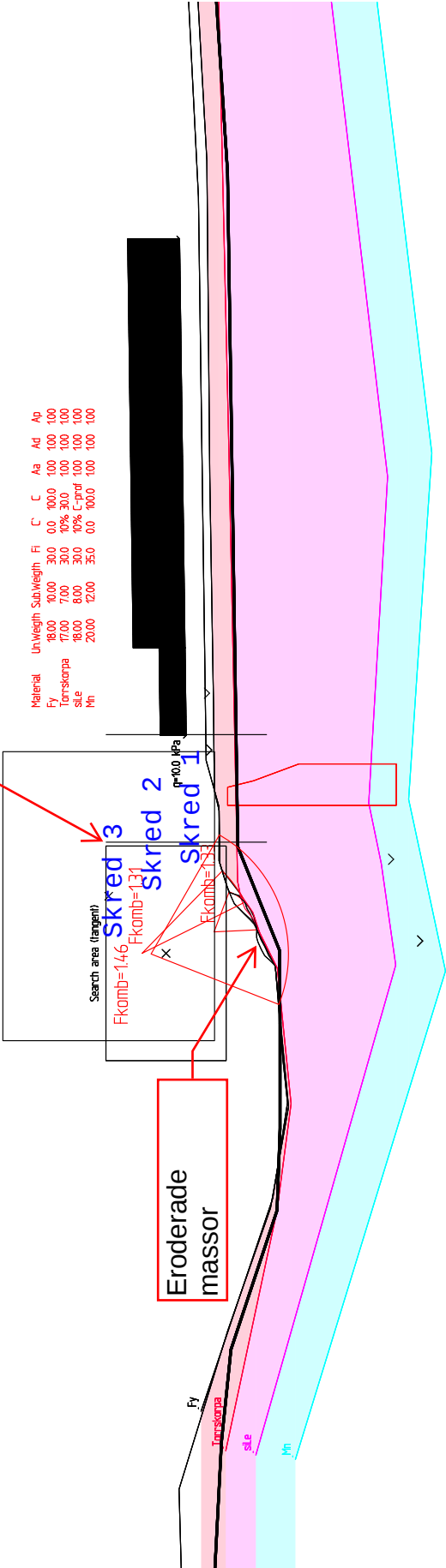
Sektion B

Blivande förhållanden

F_{komb}

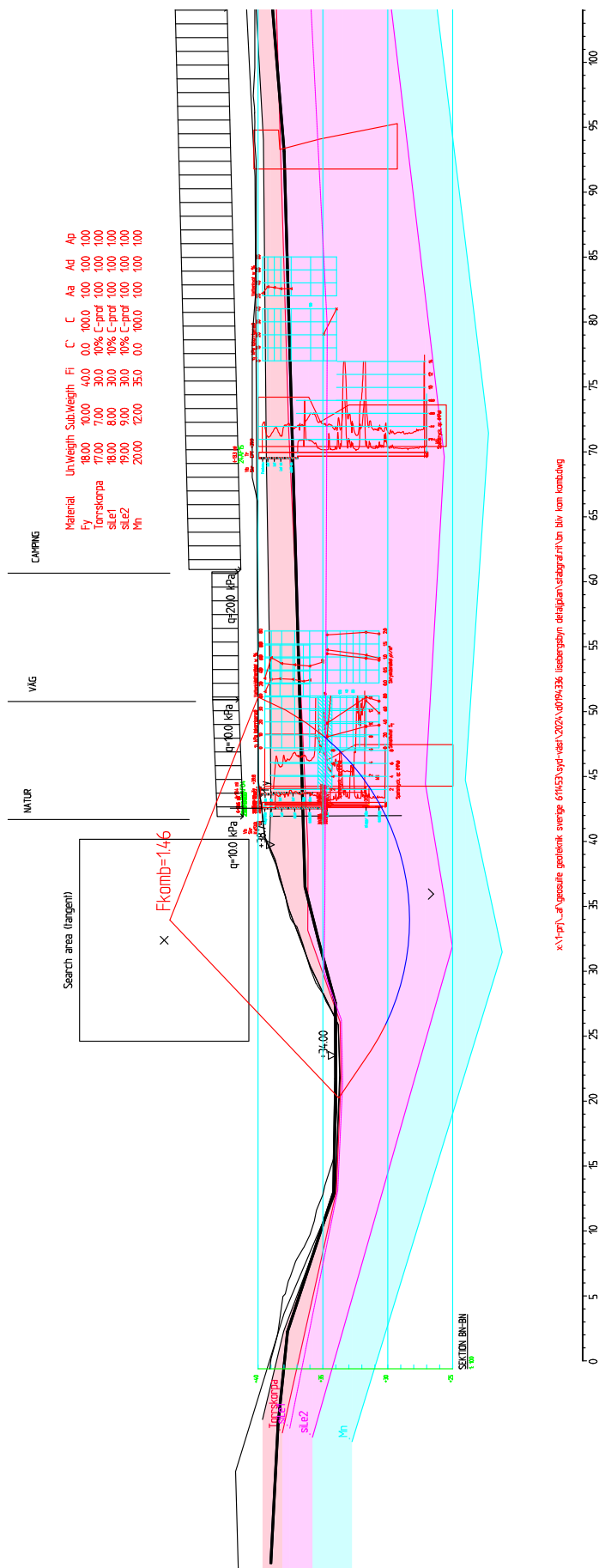
effekt av skred i slänt

Detaljplanegräns



Sektion B-N

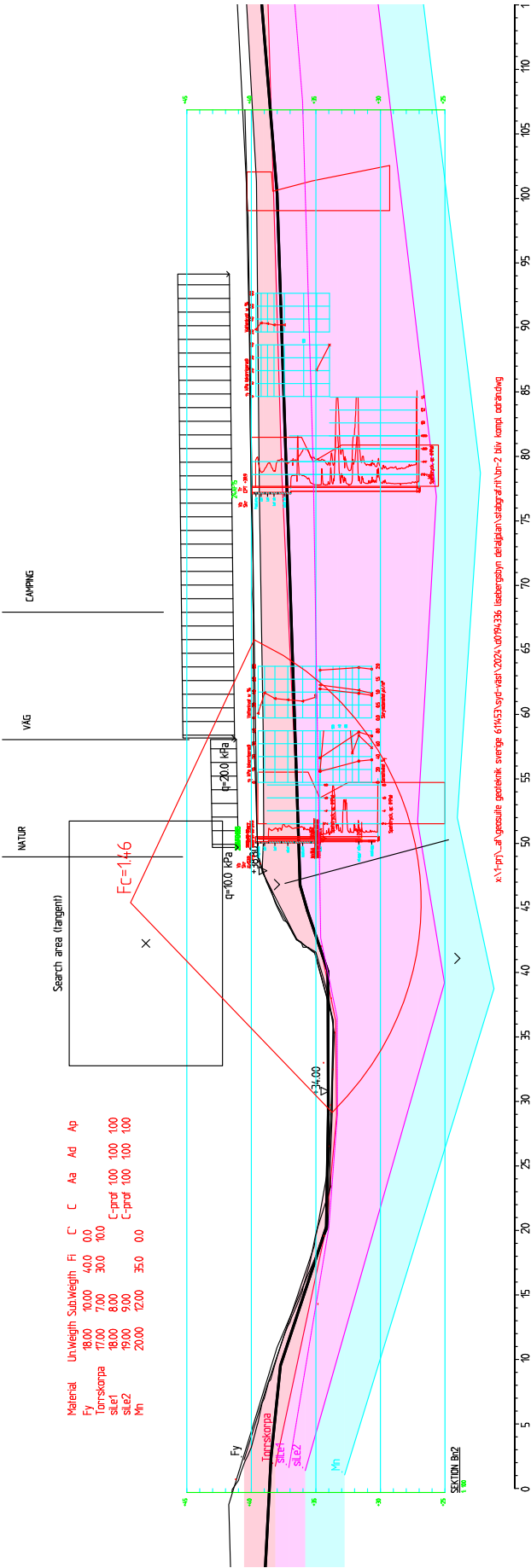
Blivande förhållanden

 F_{komb} 

Sektion B-N2

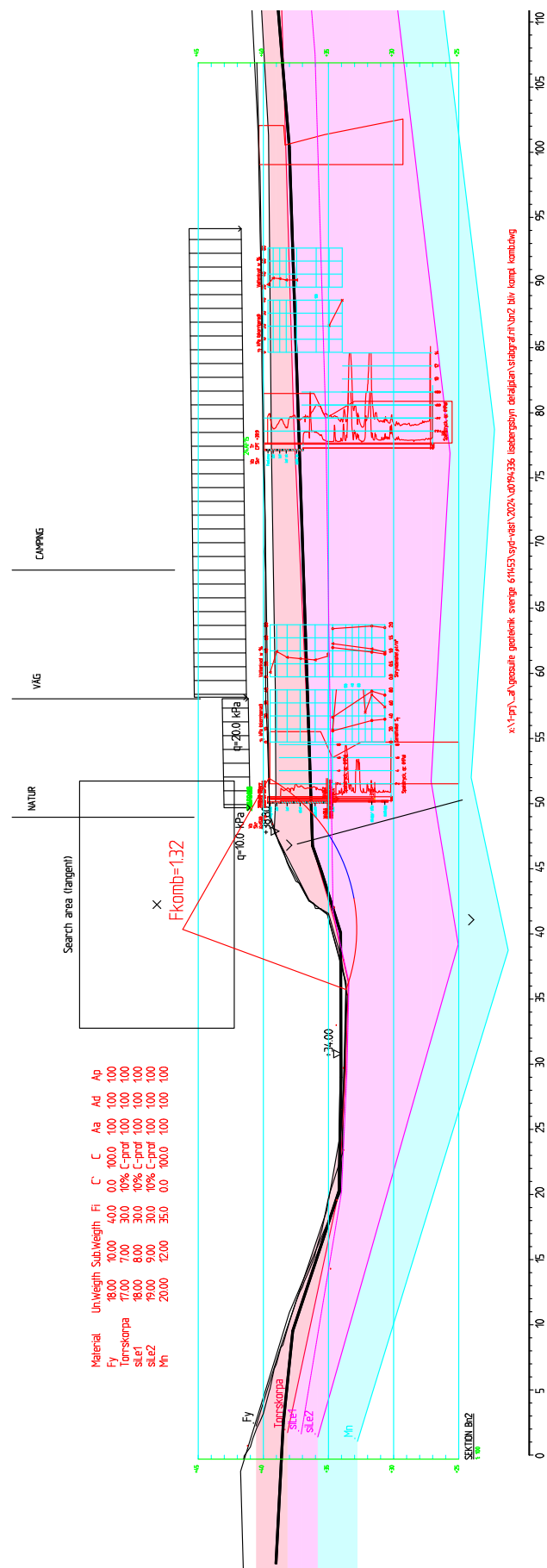
Blivande förhållanden

F_c



Sektion B-N2

Blivande förhållanden

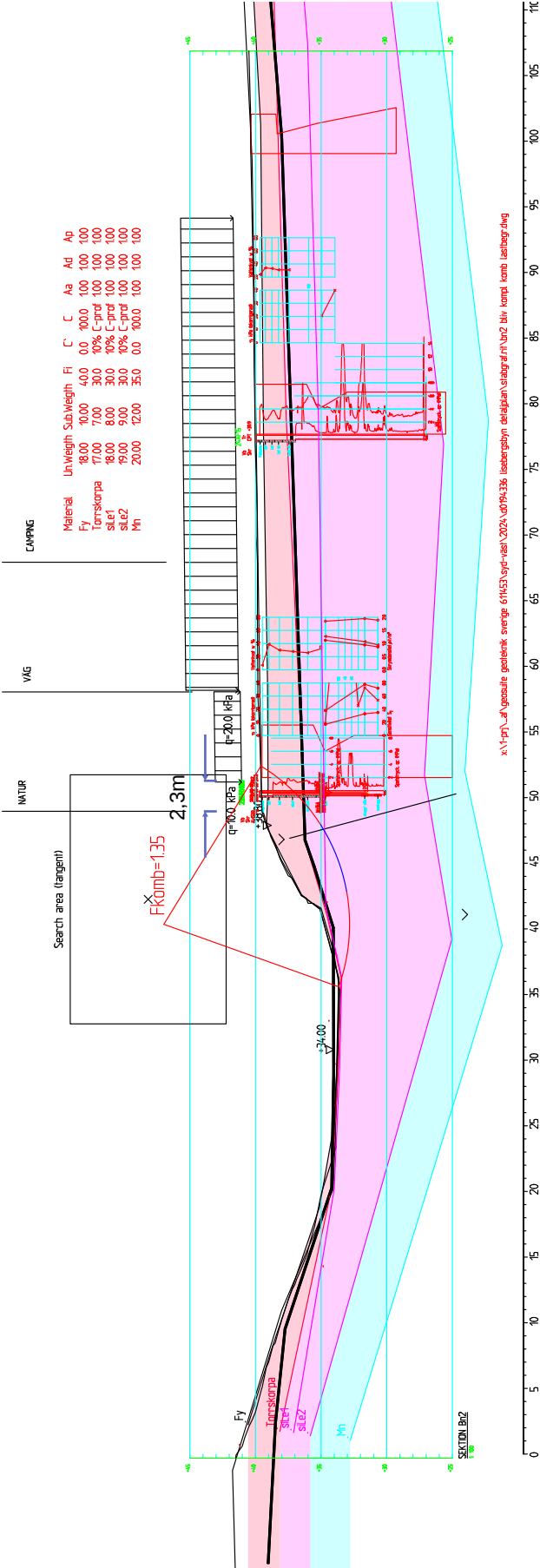
 F_{komb} 

Sektion B-N2

Blivande förhållanden

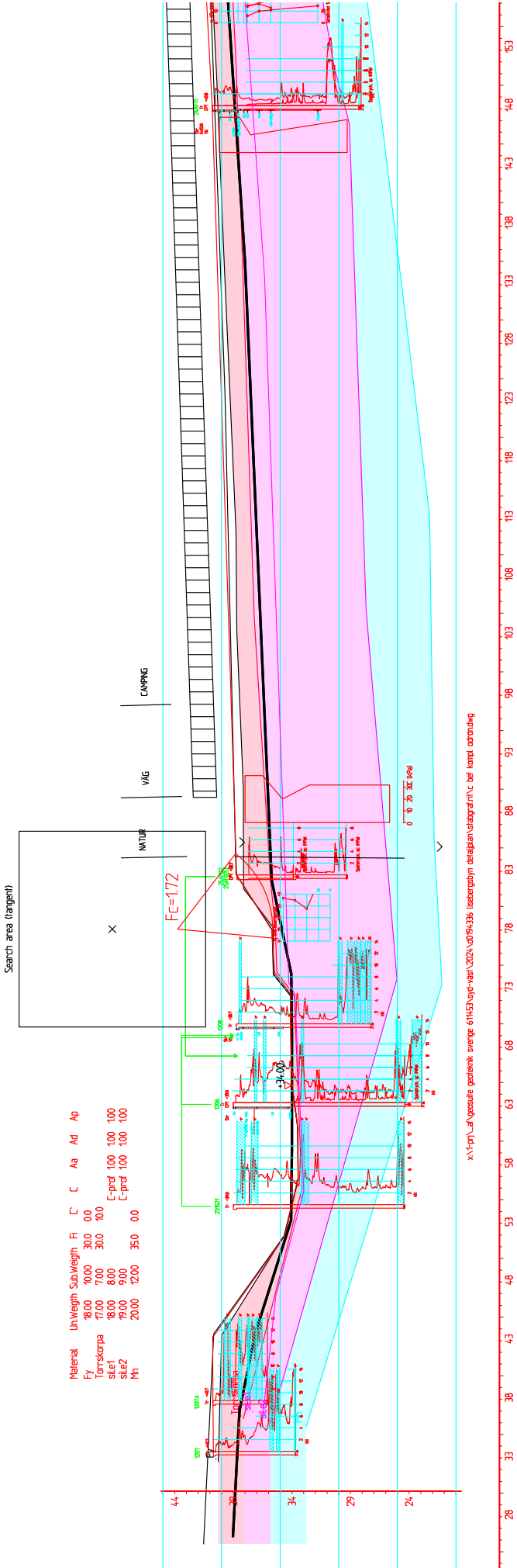
F_{komb}

Lastbegränsning



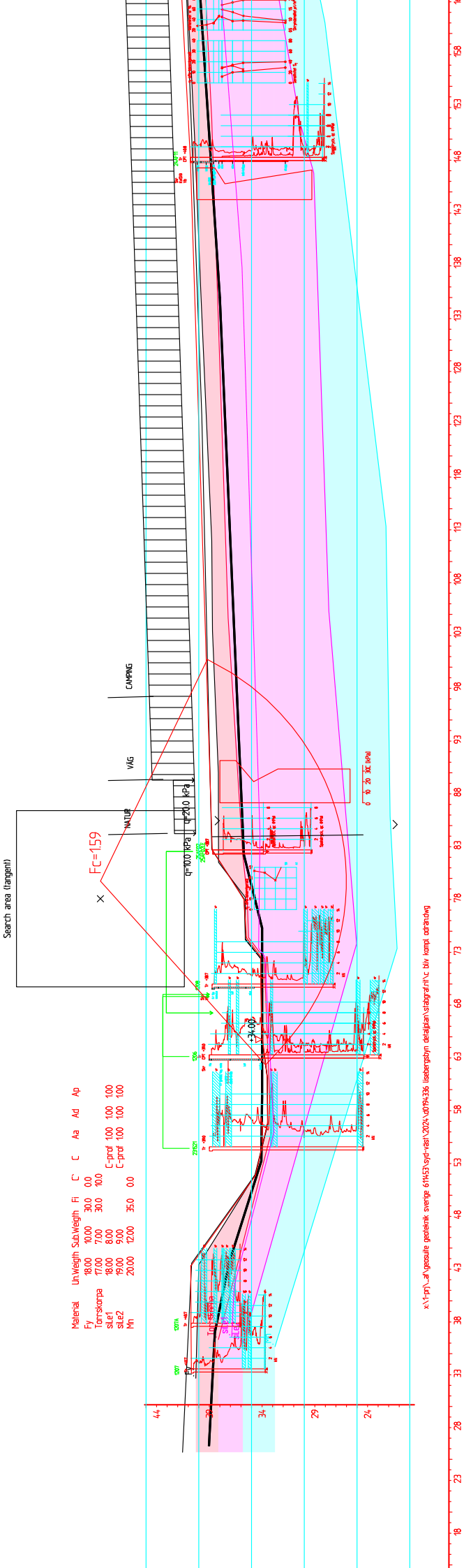
Sektion C
Befintliga förhållanden

F_c



Sektion C
Blivande förhållanden

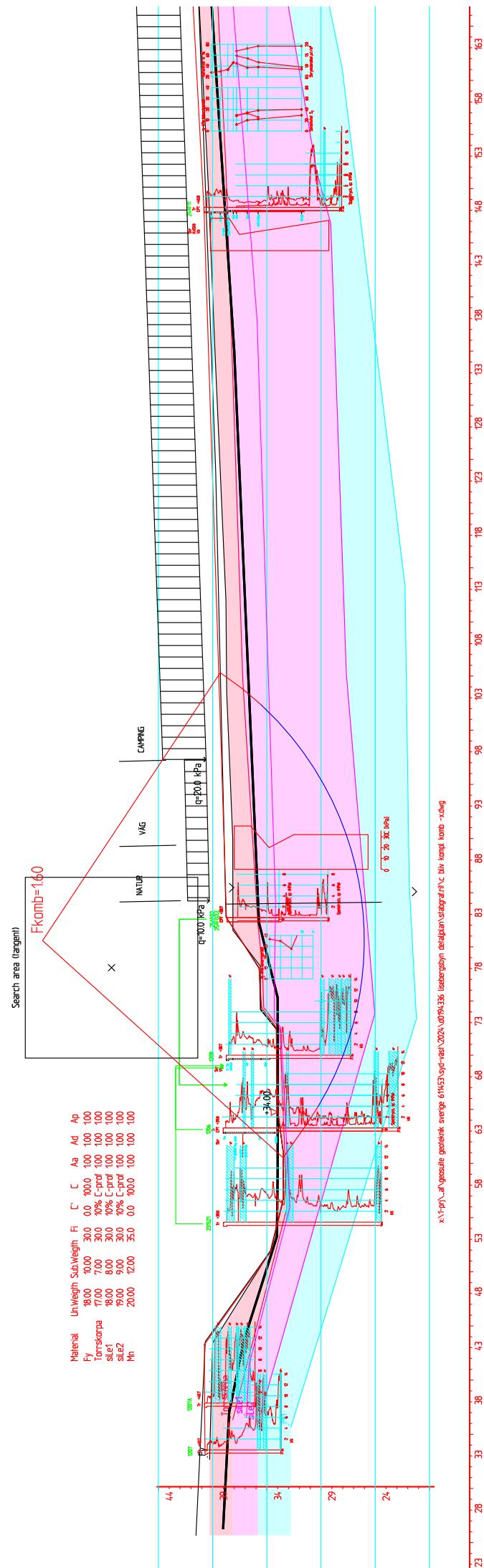
F_c



x:\1-pr\1-at\ypocuite_godk\elek_sverge_61\53\syd-dast\202\079\336_lisebergsbyn_detaljplan\strabgrat\1\c_biv_kompl_orandning

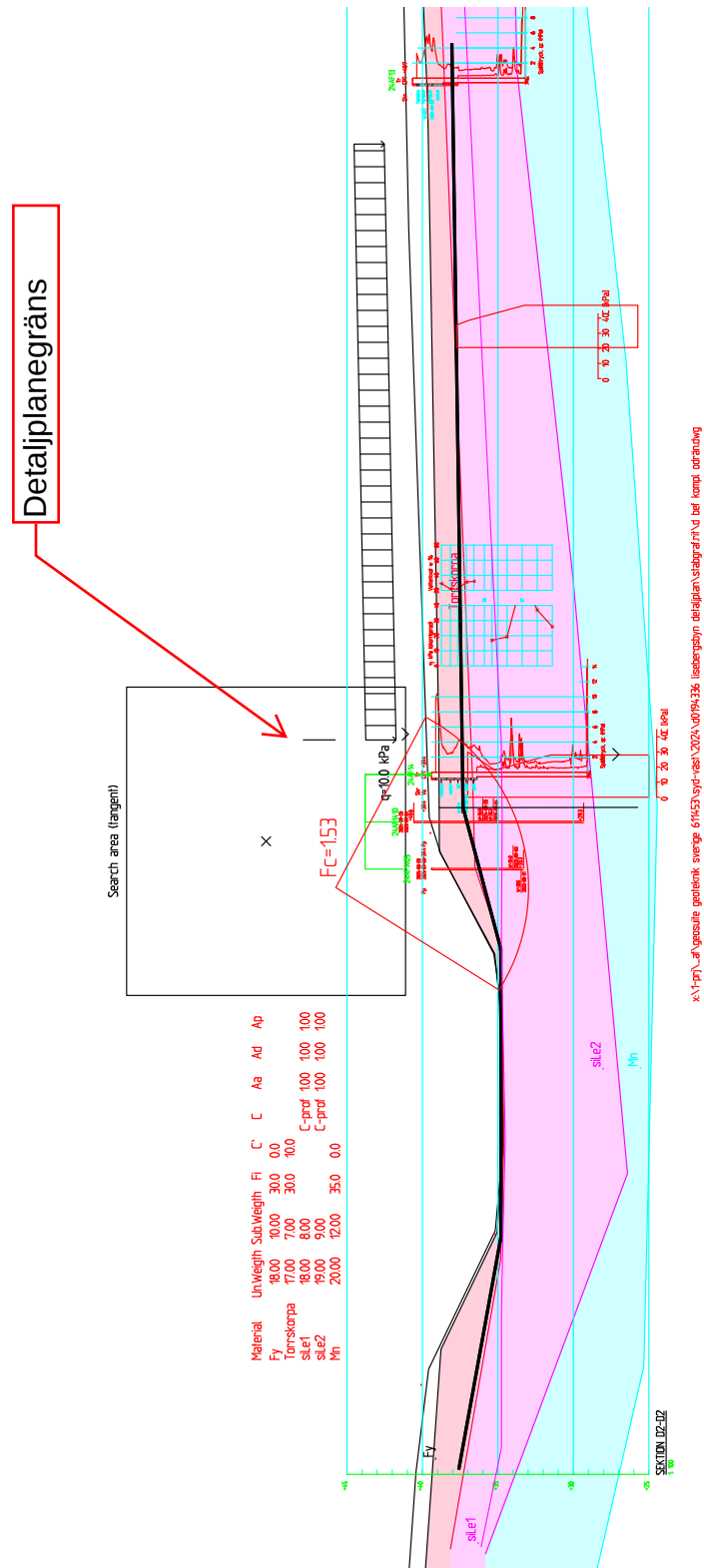
Sektion C

Blivande förhållanden

 F_{komb} 

Sektion D

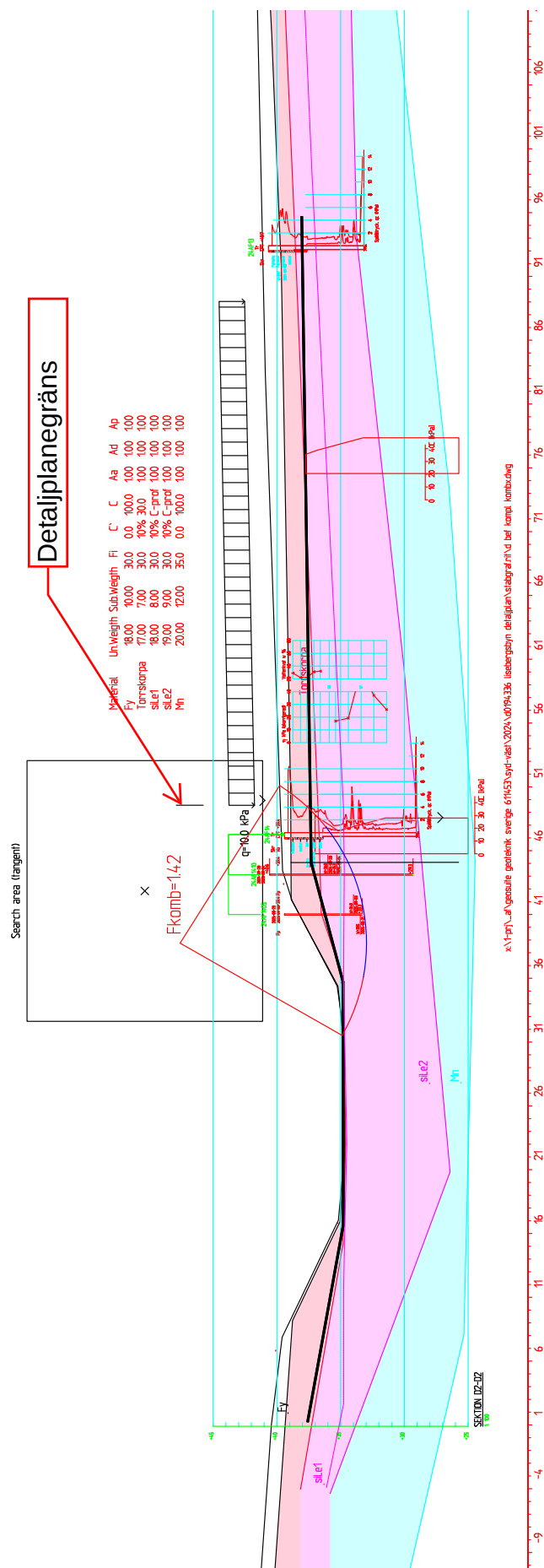
Befintliga förhållanden

$$F^c$$


x:\1-pr\af\geosuite geoteknik sverige 61453\syd-väst\2024\40194\336 lisebergsgbyn delalplan\stabgral\1\4 bef kompl odränding

Sektion D

Befintliga förhållanden

 F_{komb} 

Sektion D

Blivande förhållanden

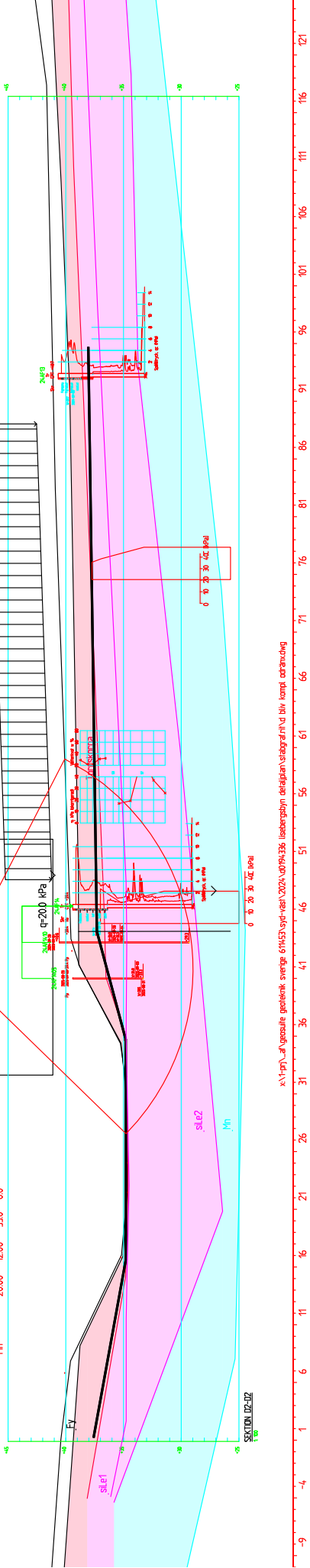
F_c

Detaljplanegräns

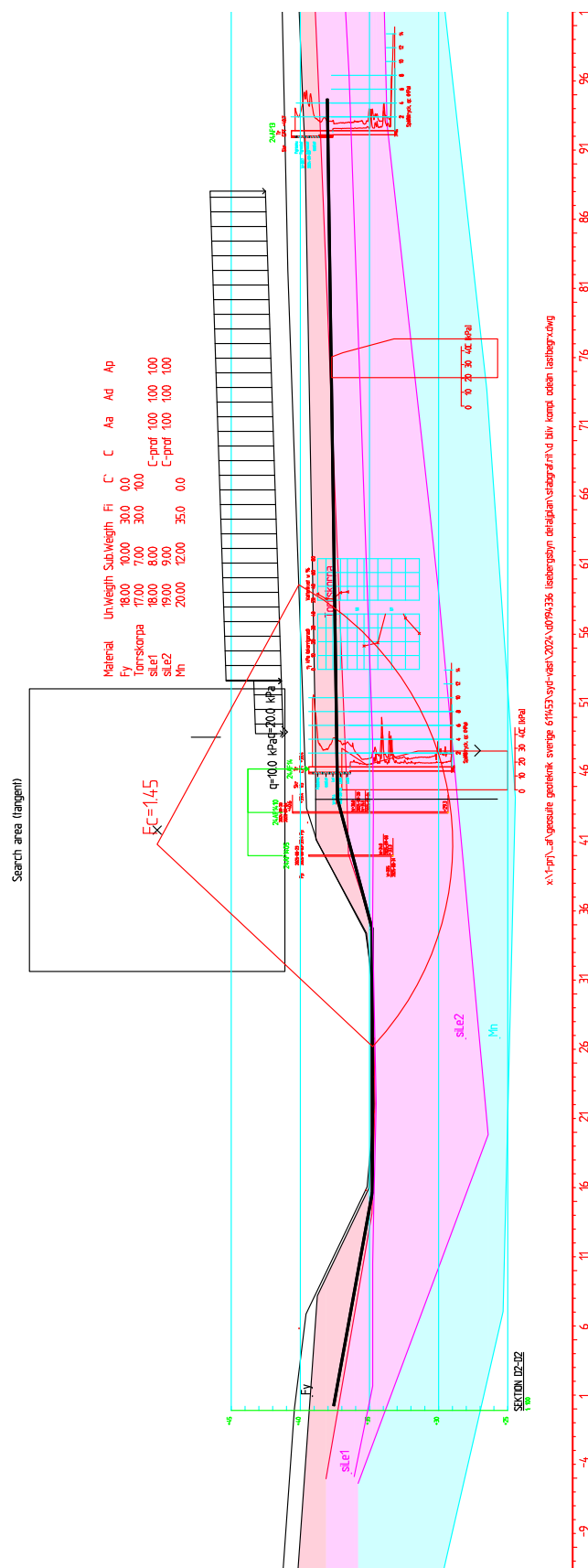
Search area (tangent)

Material	Un	Width	Sub Width	F _i	C	C	A _a	A _d	A _p
F _y	18.00	70.00	30.00	0.0					
Tjockskopa	17.00	7.00	30.00	0.0					
sl.e1	18.00	8.00			C-prod	100	100	100	100
sl.e2	19.00	9.00			C-prod	100	100	100	100
Mn	20.00	12.00	35.00	0.0					

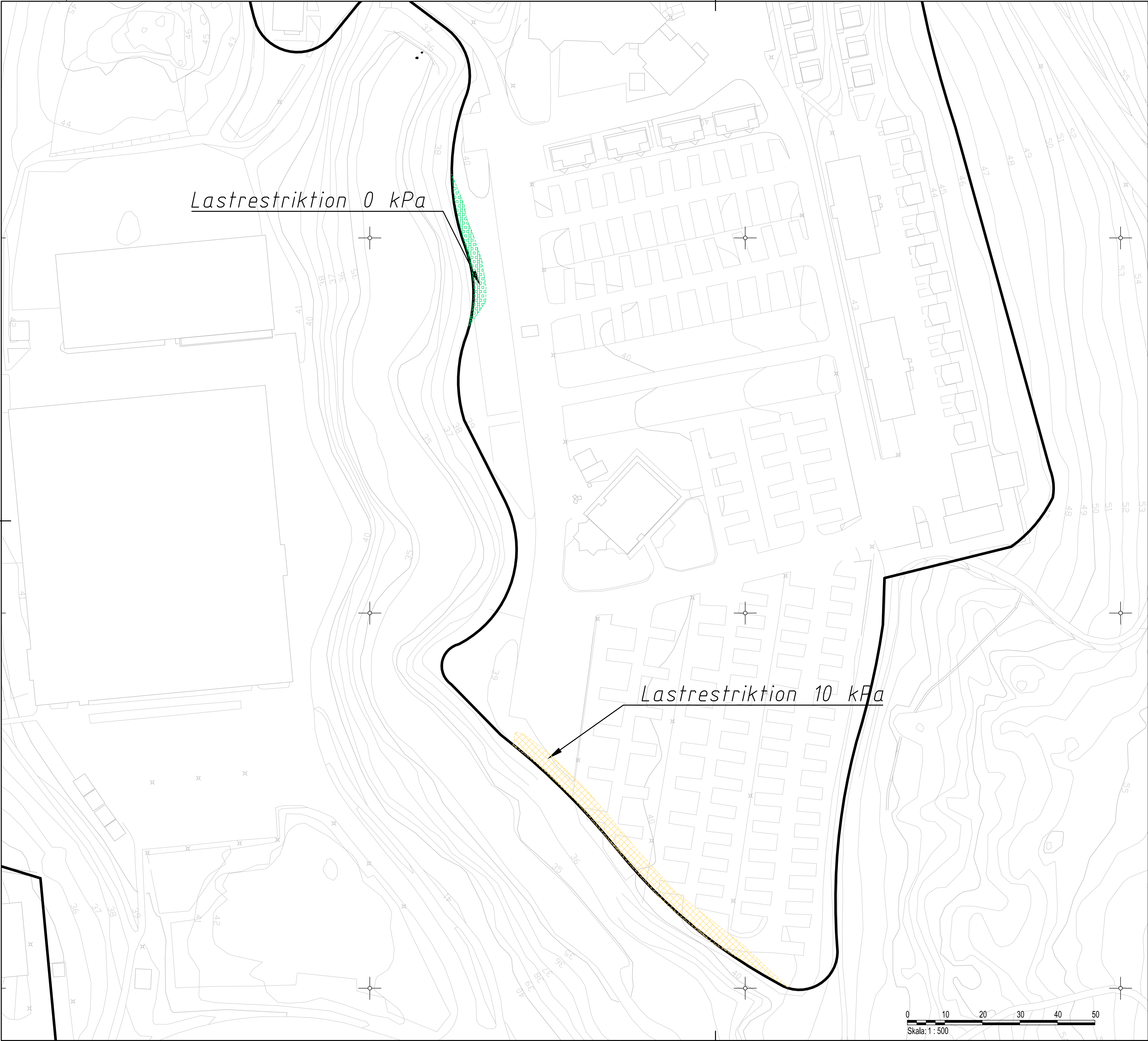
$K_c = 1.40$



Sektion D
Blivande förhållanden
 F_c
Lastbegränsning



Bilaga 3, *Plan med lastbegränsning*



A	BELASTNINGSRESTRIKTIONER	2025-10-07	AMJ
BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

LISEBERGSSBYN DETALJPLAN

UPPDRAG NR D0194.336	RITAD/KONSTR AV AMJ	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	
DATUM 2025-02-02	HANDLÄGGARE A. M. JANSON	PLAN MED LASTRESTRIKTIONER	
ANSVARIG ANNA MARIA JANSON	SKALA 1:500	NUMMER Bilaga 3	BET