



Projekterings-PM/Geoteknik

PM/Geo.

Denna PM ersätter helt PM daterad 2023-09-22, samt PM daterad 2024-04-02

Multihall Skogshöjden

Trollhättan

Detaljplan

Uppdragsnr: 23068

Bohusgeo AB 2025-06-12

Reviderad 2025-11-21

Beställare

Kund: Kraftstaden, Fastigheter
Kontaktperson: Andreas Danielsson

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer: 23068
Uppdragsledare: Henrik Lundström
Handläggare: Frida Lundin
Granskning: Henrik Lundström

Bastionsgatan 26
451 50 Uddevalla
Org.nr. 556601-5243
Tel. vxl. 0522-946 50
bohusgeo.se

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag och syfte	2
2.	Underlag	2
3.	Styrande dokument	2
4.	Planerad byggnation	2
5.	Befintliga förhållanden	3
5.1.	Mark, vegetation och topografi	3
5.2.	Geotekniska förhållanden	4
5.3.	Geohydrologiska förhållanden	4
6.	Släntstabilitet	4
6.1.	Allmänt	4
6.2.	Valda parametrar	5
6.3.	Beräkningar befintliga förhållanden	5
6.4.	Resultat/slutsats	5
	Bedömning av utbredning av bakåtgripande skred	6
	Resultat/slutsats	7
6.5.	Övriga slänter i området	7
6.6.	Beräkningar förstärkningar	7
7.	Grundläggningsförutsättningar	9
8.	Infiltration	9
9.	Markradon	9
10.	Föroreningar	9

Bilagor

	Bilaga 1:1	Plan beräkningssektioner
	Bilaga 2:1–2:2	Härledda värden
	Bilaga 3:1	Partialkoefficienter, släntstabilitetsberäkningar
Rev	Bilaga 4:1–4:3	Släntstabilitetsberäkningar

Ritningar

G501	Plan, Förstärkning i slänt
------	----------------------------

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Kraftstaden, Fastigheter utfört en geoteknisk undersökning inom Skogshöjdens fritidsanläggning, Trollhättans kommun.

Utredningen redovisas i dels ett PM för detaljplan och ett för den planerade byggnaden. Denna PM omfattar detaljplanen och ger inga särskilda grundläggningsrekommendationer för byggnaden.

Revideringen omfattar en redogörelse av utbredning av ett bakåtgripande skred/ras.

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- Fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo AB för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2025-06-12, uppdragsnummer 23068.
- Situationsplan, tillhandahållen av Kraftstaden 2025-05-14.
- Statens geotekniska institut, Yttrande 4.3.1-2411-1515, daterad 2024-11-29
- Statens geotekniska institut, Yttrande 2510-1352, daterad 2025-10-23

Rev

3. Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1. Styrdokument.

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1, SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 IEG Rapport 6:2008, rev 1 TRVINFRA-00229 TRVINFRA-00230
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008, rev 1
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 3 Pålkommisionens rapporter
Plattor	IEG Rapport 7:2008
Stödkonstruktioner	IEG Rapport 2:2009, rev 1
Förankringar	IEG Rapport 7:2010, rev 1
Stödmur	IEG Rapport 11:2010

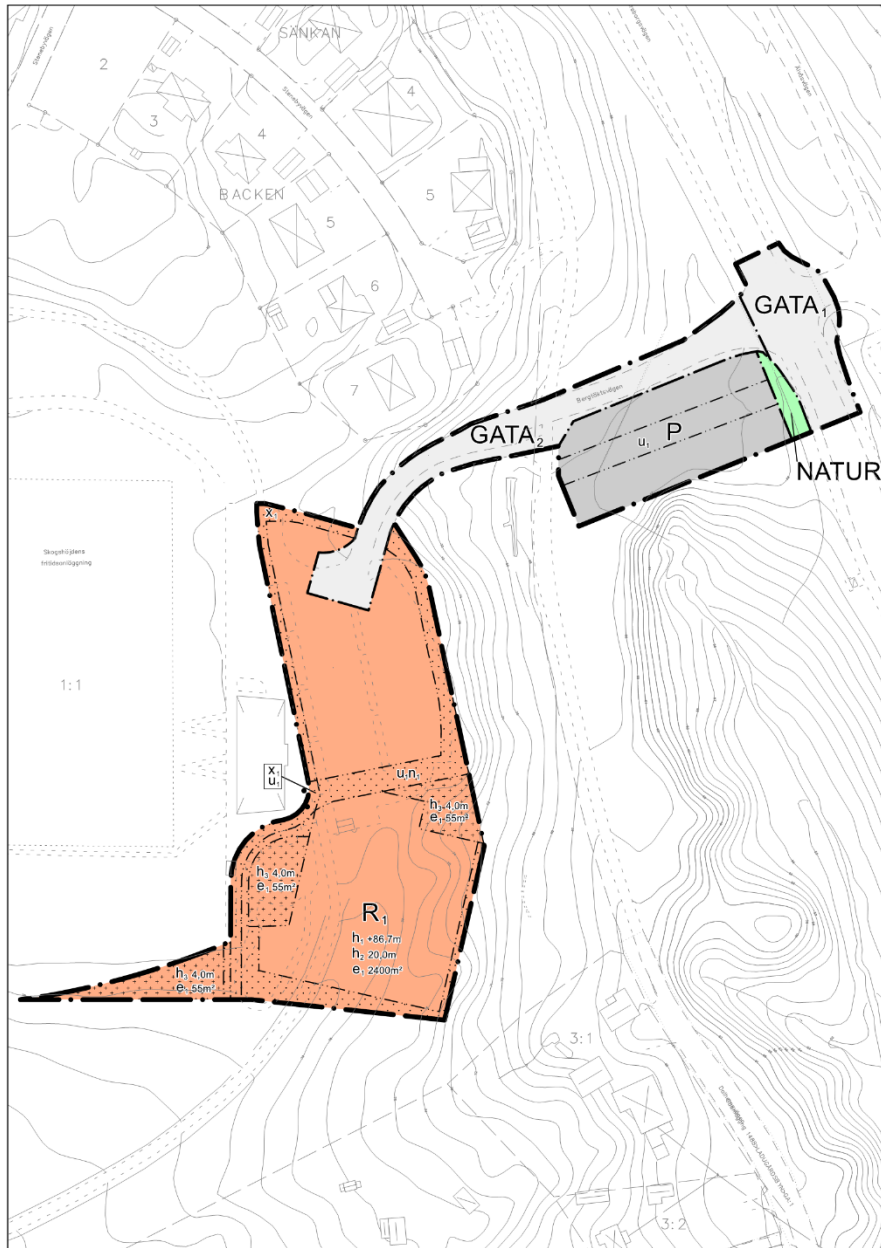
4. Planerad byggnation

Den planerade byggnaden är tänkt att uppföras i sydvästra delen av planområdet. I nordöstra delen i anslutning till ravinplaneras en parkeringsyta. I figur 1 redovisas ett utkast till plankarta med en p-yta nära ravinens norra ände. Detta skall enligt Trollhättans kommun inte

utföras på detta sätt ytan parkeringsytan skall anpassas till förslaget för förstärkning enligt kap 6 släntstabilitet.

Byggnaden ansluter till det befintliga klubbhuset i nordväst, befintlig idrottsplan i väster och till naturmark i övriga väderstreck.

Den planerade byggnaden är ca 45 x 55 m och golvnivå är planerad +76,3.



Figur 1. Utkast plankarta.

5. Befintliga förhållanden

5.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 100 x 200 m och utgörs av branta vegetationsbeväxta slänter. I norr avgränsas området av Bergtättsvägen, i öster av en bäck och Vänersborgsvägen, i söder av vegetationsbeväxta slänter, och i väster av Skogshöjdens idrottsplats. Markytans nivå

varierar mellan ca +76 i den östra delen och ca +55 i den västra. Markytans lutning varierar mellan ca 1:1,5 och ca 1:4.

5.2. Geotekniska förhållanden

Den geotekniska beskrivningen indelas i två delområden se bilaga 1.

5.2.1. Område 1

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 3 och ca 12 m sonderingarna har i regel stoppat mot berg. I två punkter i parkeringen har sonderingsstänger gått av innan stopp i berg, i fält bedömdes det beror på släntberg. Tidigare har området utgjorts av en bergtäkt och släntens övre del bedöms bestå av massor från bergtäkten. Jordlagren i den nedre delen bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av **sandig silt**. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 20 och ca 40 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen. Lokalt i sektion F finns lera av torskorpekaraktär. Hållfastheten har uppmätts till mellan ca 50 och ca 100 kPa, se bilaga 2.

Friktionsvinklarna har uppmätts med hejarsondering och CPT-sondering och utvärderas enligt SGI information 3 och redovisas i bilaga 2. Inom den övre delen av slänten varierar friktionsvinklarna mellan ca 31° och ca 42°. I den nedre delen är friktionsvinklarna i huvudsak ca 31°.

5.2.2. Område 2

Området utgörs av 0–3 m fyllning av på berg.

5.3. Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån har inte uppmätts. Den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) bedöms normalt ligga ca 1 m under markytan i område 1. Med ledning av jordlagerförhållandena bedöms området i huvudsak vara väl-dränerat. I samband med nederbördsrika perioder bedöms den kunna stiga kortvarigt till i nivå med markyta och i samband med torrperioder kunna sjunka till 2 å 3 m under markytan och till delar bli helt utdränerad.

6. Släntstabilitet

6.1. Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i två sektion, sektioner C och F, se placering i bilaga 1.

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

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R6:2008, rev 1 framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R6:2008

Säkerhetsklass	F _{EN}
SK1	0,9
SK2	1,0
SK3	1,1

Säkerhetsklass 2 bedöms gälla, med anledning av att människor kommer vistas i området frekvent och över lång tid. Vår bedömning är att erforderliga säkerhetsfaktorer skall vara **F_{EN}=1,0**.

6.2. Valda parametrar

6.2.1. Skjuvhållfasthet

Valda och dimensionerande materialparametrar framgår i Bilaga 2 och Bilaga 3 samt på beräkningarna i Bilaga 3. Dimensionerande skjuvhållfasthet har utvärderats enligt IEG Rapport 6:2008, Rev 1.

6.2.2. Portryck

Då jordlagren utgörs av friktionsjord och jorddjupen är ringa bedöms inga höga portryck kunna utbildas på djupet. Vid beräkningarna har en grundvattennivå (0-portrycksnivån) ca 1 m under markytan använts med en hydrostatisk tryckfördelning mot djupet.

6.2.3. Laster

Vid beräkning med partialkoefficientmetoden ska karakteristisk last på 5 kPa ansättas på parkeringsytan för att ta hänsyn till trafiklast enl. trvinfra-00230.

Dimensionerande last beräknas sedan i enlighet med IEG 6:2008 Rev 1 genom ekvationen:

$$q_d = \gamma_d * 1,4 * q_k$$

där

q_d = dimensionerande variabel utbredd last

γ_d = partialkoefficient beroende på säkerhetsklass (0,91 för SK2)

q_k = karakteristisk variabel utbredd last

Rev 6.3. Beräkningar befintliga förhållanden

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3 samt i bilaga 4.

Tabell 3. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F _{EN, cφ}	F _{EN, c}	F _{EN, komb}
Sektion C, befintliga förhållanden, västra slänten, global glidyta,	1,40		
Sektion C, befintliga förhållanden, östra slänten	0,71		
Sektion F, Befintliga förhållanden		1,13	0,87

6.4. Resultat/slutsats

6.4.1. Sektion F

För sektion F är den beräknade säkerheten på gränsen till vad som accepteras. Då slänten lokalt står brant och att parkeringsytor önskas i området planeras trafiklast på släntkrön. För att kunna belasta släntkrön och ta hänsyn till lokalt branta delar av slänten bedöms slänten behöva fläckas ut för att ge tillfredsställande släntstabilitet.

Rev 6.4.2. Sektion C

I tidigare PM visades fel friktionsvinkel i bilaga 4. Detta är nu tillrättat.

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara otillfredsställande i sektion C.

Beräkningarna är utförda med något djupare jordlager än vad sonderingarna visar. En bedömning har därefter utförts geometriskt för att bedöma utbredningen av ett sekundärt skred.

Bedömning av utbredning av bakåtgripande skred

Med den valda härledda friktionsvinkeln på 31 grader som då kan anses vara rasvinkeln, kan man med en säkerhetsfaktor på 1,3 räkna fram en släntvinkel på 24,8 grader. Detta motsvarar en släntlutning på 1:2,5.

Om man antar att jorden i princip eroderar bort efter det initiala skredet ner till berget i slänten och därefter antar en slänt 1:2,5 från berget, mot planområdet kommer detta att skära markytan ungefär i höjd med befintlig GC väg.

Bilaga 4:1 visar den beräknade säkerheten för den naturliga slänten ($F_c\phi=0.71$).

Bilaga 1:4 visar dels den beräknade säkerhetsfaktorn för en lutning 1:2,5 efter att jorden eroderat sig ned till berget ($F_c\phi=1.01$). I denna beräkning har vi lagt in en bergyta i beräkningen på samma nivåer som utförda jord-bergsonderingar. Även om man antar att bergytan ligger lite djupare kommer inte den beräknade säkerhetsfaktorn att ändras jättemycket utan hamnar strax under 1.0.

För området mellan planområdet och GC vägen övergår jordlagren till sprängsten underlagrad av sand. För enkelhetens skull har vi antagit en sand med 35 graders friktionsvinkel. Rasvinkeln med en säkerhetsfaktor på 1,3 blir 28,3 grader en släntlutning av 1:1,9.

För glidytor som når in i planområdet blir den beräknade säkerheten $F_c\phi=1.40$.

Exakt vilken skredutbredning ett sekundärskred i friktionsjord har, känner vi inte till några givna riktlinjer för. En mer pragmatisk gräns med utbredning 1:3 och en god säkerhetszon bakom denna zon till planområdet känns som ett rimligt antagande.

Av beräkningsskäl finns det anledning att hålla grundvattennivåer höga, särskilt vid dränerade parametrar, så att man inte hamnar på osäkra sidan. Sannolikt är området väl-dränerat då det finns dräneringar vid idrottsplatsen och dess parkering samt att området tidigare var en bergtäkt och det ser ut som om det finns en hel del sprängsten i området, se figur 2. Det finns inte tecken på erosion mer än marginellt vid diket/bäcken.



Figur 2. Slänt i området upp mot planområdet. Grov sprängsten i ytan

Resultat/slutsats

Vår bedömning är att med de redovisade släntstabilitetsberäkningarna och avståndet från diket/bäcken till planområdet visar att planområdet inte påverkas av den otillfredsställande släntstabiliteten i nedre delen av slänten. Ett sekundärt skreds utbredning med antagna geometrier av skredprocessen redovisas i ovanstående stycke och bedöms inte vara ett problem för planområdet.

6.5.Övriga slänter i området

Vid infarten till området från Vänersborgsvägen in på Bergtäcktsvägen finns höjdskillnader mot omgivande tomtmark i norr mot fastigheten backen 7. Området utgörs av fastmark. I Figur 3 syns foto från platsen med avsprängt berg i vägkant. I övrigt är höjdskillnaderna små och släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande.



Figur 3. Foto mot fastigheten Backen 7.

6.6.Beräkningar förstärkningar

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3 samt i bilaga 4.

För att släntstabiliteten skall bli tillfredsställande i sektion F skall slänten flackas ut till lutning 1:2. Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4. Den nedre delen av slänten skall förses med minst ett 0,5 m tjockt erosionsskydd av samkross 0-90 eller grövre. I den övre delen av slänten kan erosionsskyddet vara naturanpassat.

I Figur 4 redovisas ett foto på den dagvattenledning som rinner ut i ravinen. Naturanpassat erosionsskydd kan utföras på nivåer högre än dagvattenledningen.

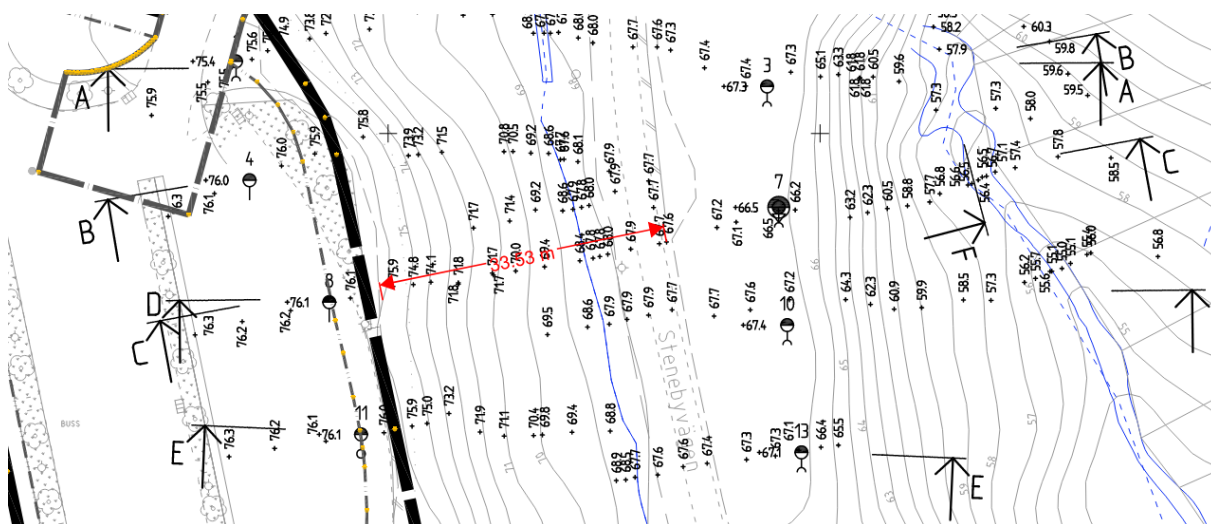


Figur 4. Dagvattendrumma i slänt

Parkeringsförslaget anpassas så att slänt 1:2 kan utföras enligt ritning G501. Detta bör säkerställas med en planbestämmelse.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, förstärkning

Sektion\Analys	$F_{EN, c\phi}$	$F_{EN, c}$	$F_{EN, komb}$
Sektion F, utflackning till släntlutning 1:2		1,16	1,00



Figur 5. Avståndet mellan plangräns och gräns för sekundärskred är ca 33 m.

För ravinsens södra del mot den planerade bebyggelsen är jorddjupet litet och berg i dagen finns ställvis. Ravinsens lutning är betydligt flackare för denna del av området än i beräkningssektion C.

Med ovanstående resonemang bedöms inga åtgärder erfordras i ravinen och dess närhet för att släntstabiliteten skall vara tillfredsställande inom detaljplaneområdet.

7. Grundläggningsförutsättningar

Grundläggning av den planerade byggnaden kommer att redovisas i en separat PM.

8. Infiltration

Möjligheten till infiltration inom området är begränsad då området i huvudsak utgörs av tunna lager av sprängsten på berg.

9. Markradon

Inga mätningar har utförts.

10. Föroreningar

Förekomsten av eventuella föroreningar redovisas av Jordnära miljökonsult i separat handling.

FILE: K:\2023\23068_MULTIHALL SKOGSHÖJDEN\CAD\RITDEF\G101.DWG

SYMBOLER OCH BETECKNINGAR
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

KOORDINATSYSTEM

I PLAN: SWEREF99 12 00
I HÖJD: RH2000

UNDERLAG

Från Kraftstaden:
Skiss sitplan 230627.dwg

Från Trollhättans Stad:
Gränser plankarta.dwg, erhållen 2025-06-03

FÖRKLARINGAR

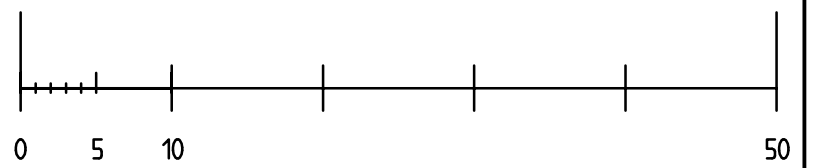
RITNINGEN GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK
INFORMATION

-->---- VATTENDRAG (mittlinje)

 VATTEN

213
(A) 754 AVSER INMÄTT BERG I DAGEN

----- AVSER UTREDNINGSGRÄNS
(Underlag: Gränser plankarta
2025-06-03.dwg)



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
-----	-----	-----------------	------	-------

MULTIHALL
SKOGSHÖJDEN
TROLLHÄTTAN
PLANERAD BYGGNATION



bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR 23068	RITAD KDW, IS
DATUM 2025-06-12	HANDLÄGGARE F LUNDIN
GRANSKAD HL	UPPDRAGSANSVARIG HENRIK LUNDSTRÖM

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
PLAN

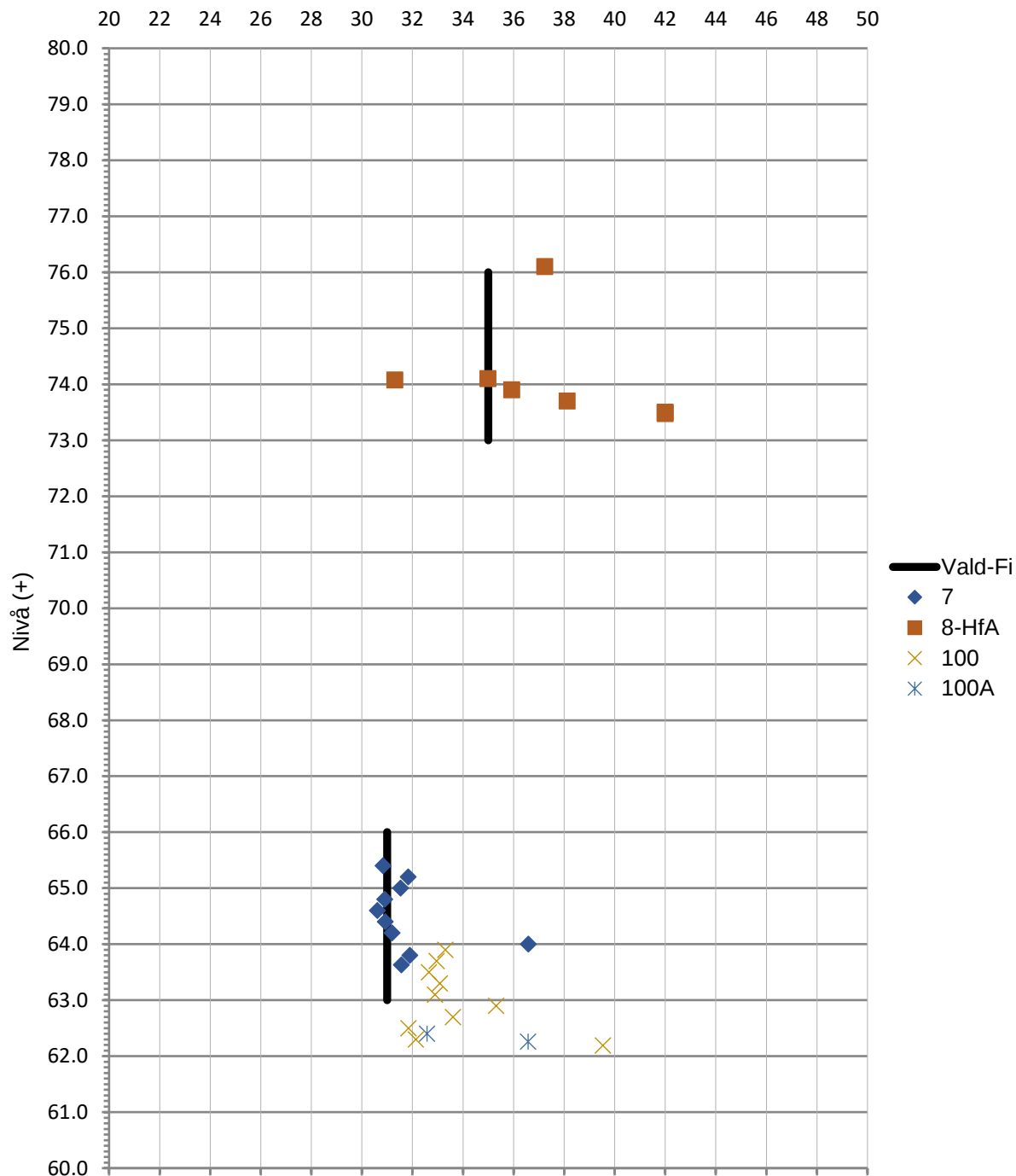
PLAN			
Uppdragsnr: 25068			
SKALA (FORMAT)	(A1)	RITNINGSNR	BET
1:500	Datum: 2025-06-12		

SKALA (FORMAT)	(A1)	RITNINGSNR	BET
1:500	Datum: 2025-06-12		

Multihall Skogshöjden

Sammanställning av Friktionsvinkel enligt SGI information 3

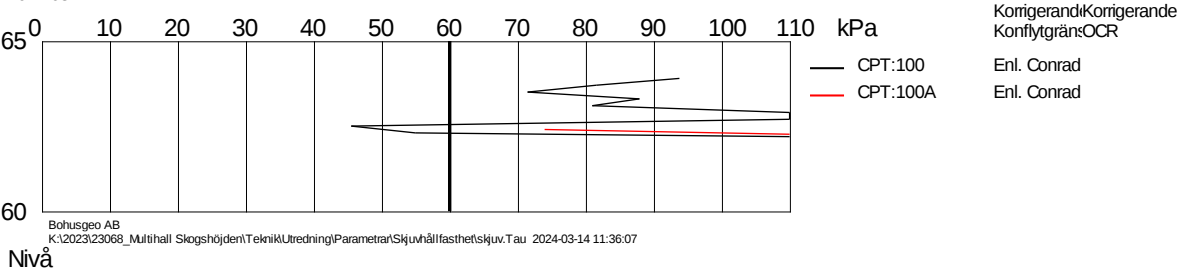
Friktionsvinkel ϕ



Figur 1. Friktionsvinklar inom den övre delen av slänten och den nedre delen av slänten.

Multihall
Sammanställning
23068
Korrigerat för WL
Ej korrigerat för OCR

Utvärderat av Henrik Lundström
2024-03-14



Figur 2. Hållfasthet i leran vid sektion F.

Beräkningsparametrar enligt IEG Rapport 6:2008, Rev 1, Slänter och Bankar

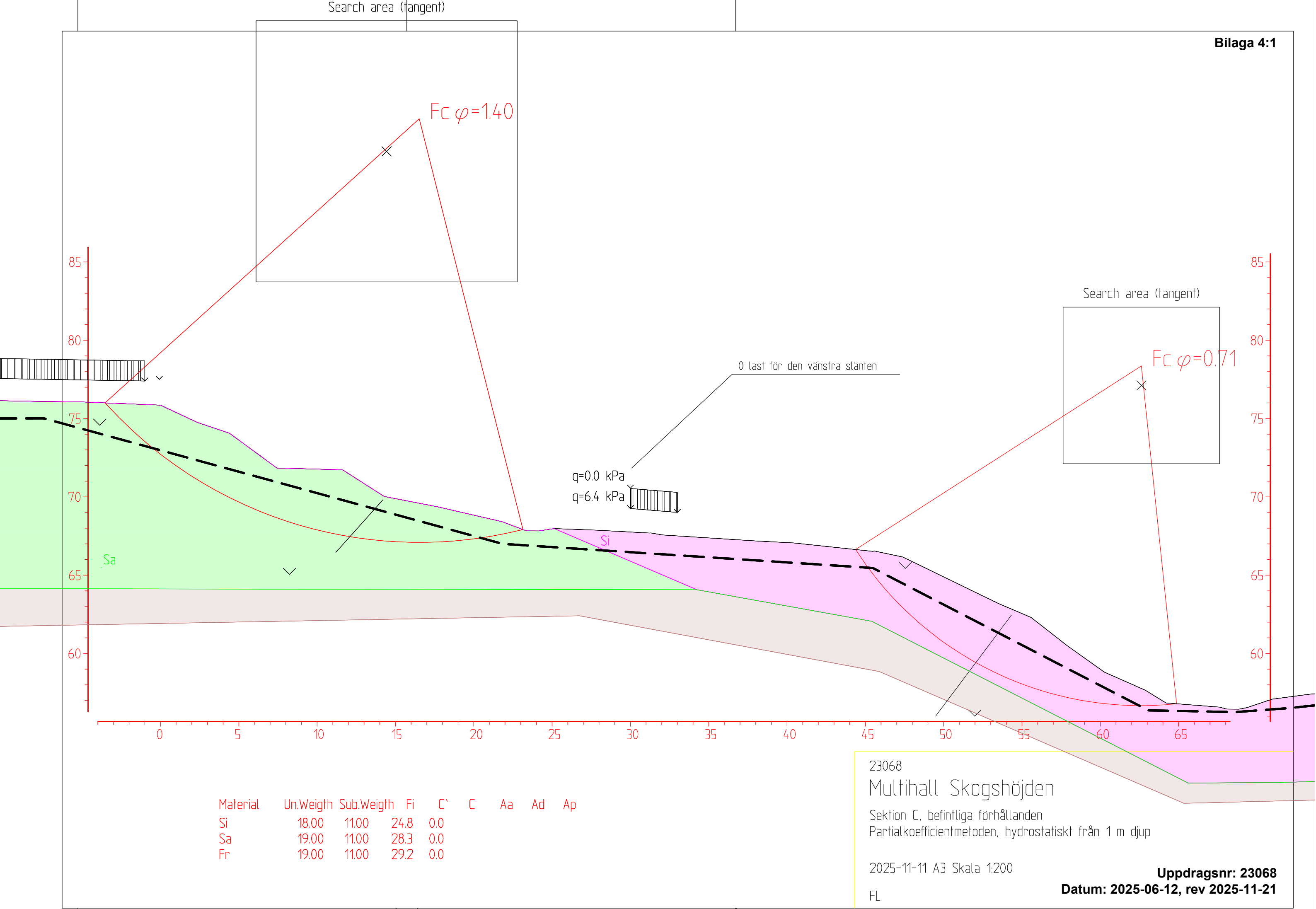
Uppdrag Multihall Skogshöjden
Uppdragsnr 23068

Sektion Sektion C

Geoteknisk kategori GK2
Säkerhetsklass SK2

	Delfaktor		Partialkoefficient	
	För C_u	För ϕ'	γ_M	γ_d
n			γ_{cu} 1.5	0.91 (för vald säkerhetsklass)
$\eta_{(1,2)}$	0.90		γ_c 1.3	
$\eta_{(3)}$	0.90		$\gamma_{\phi'}$ 1.3	
$\eta_{(4,5,6,7)}$	1.00		γ_γ 1.0	
$\eta_{(8)}$	1.00	1.00		
η	0.81	1.00		

Material	Ök. Nivå	Uk. Nivå	γ	γ_d	γ'	γ'_d	Dränerad analys		Odränerad analys		Kombinerad analys	
							ϕ'	ϕ'_d	C_u	C_{ud}	C'_d	ϕ'_d
Sand	76.0		19.0	19.0	11.0	11.0	35	28.3				
		66.0										
Silt	66.0		18.0	18.0	11.0	11.0	31	24.8				
		62.0										
Fr	62.0		19.0	19.0	11.0	11.0	36	29.2				
		60.0										
	60.0											
		65.0										
Le(t)	65.0		18.0	18.0	1.8	1.8	30	23.9	60.0	32.4	3.7	23.9
		60.0										
	60.0											



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Si	18.00	11.00	24.8	0.0				
Sa	19.00	11.00	28.3	0.0				
Fr	19.00	11.00	29.2	0.0				

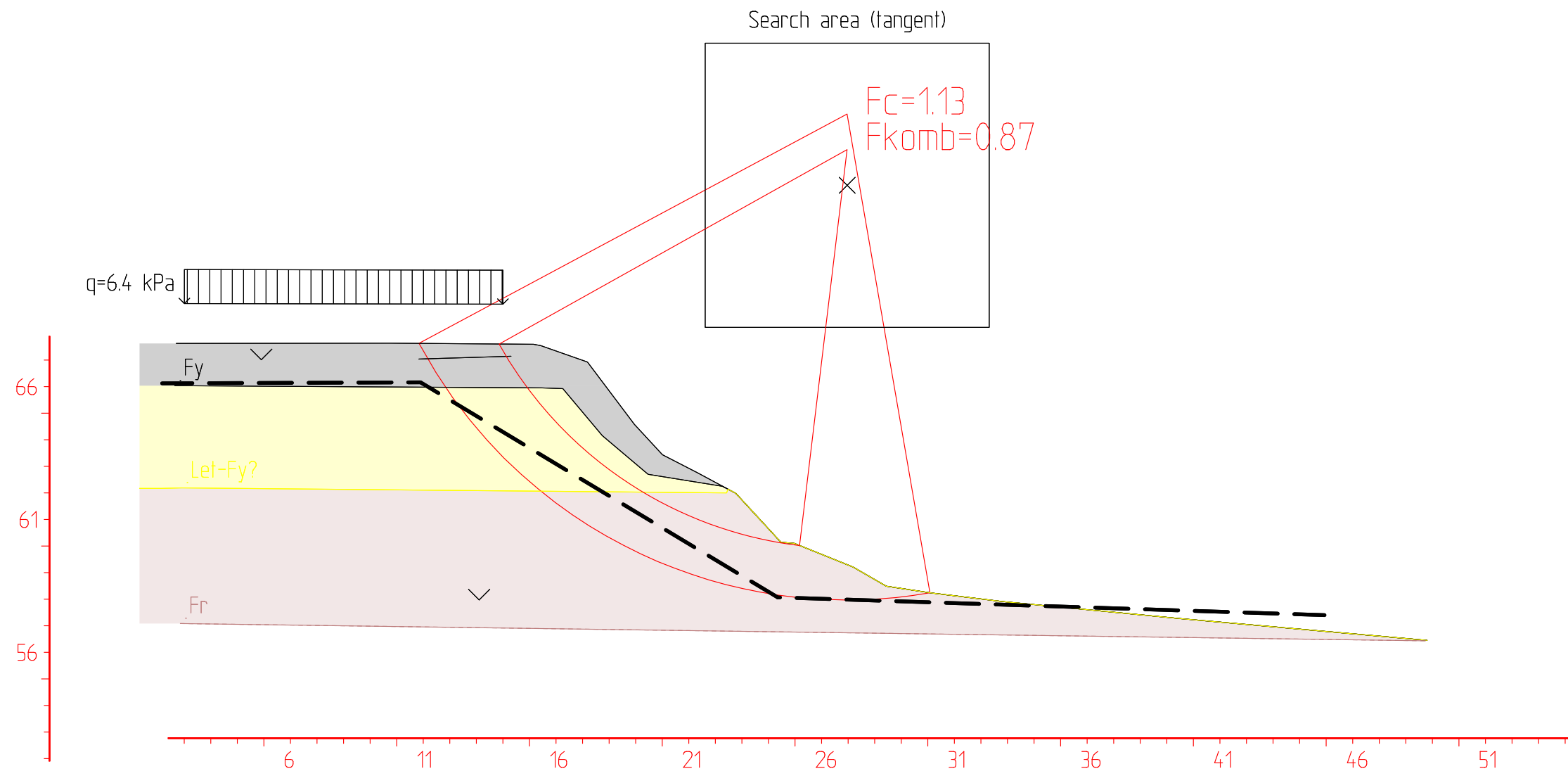
23068
Multihall Skogshöjden

Sektion C, befintliga förhållanden
Partialkoefficientmetoden, hydrostatiskt från 1 m djup

2025-11-11 A3 Skala 1:200

FL

Uppdragsnr: 23068
Datum: 2025-06-12, rev 2025-11-21



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fy	18.00	8.00	24.8	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Let-Fy?	18.00	8.00	23.9	3.7	32.4+C	1.00	1.00	1.00
Fr	19.00	11.00	29.2	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

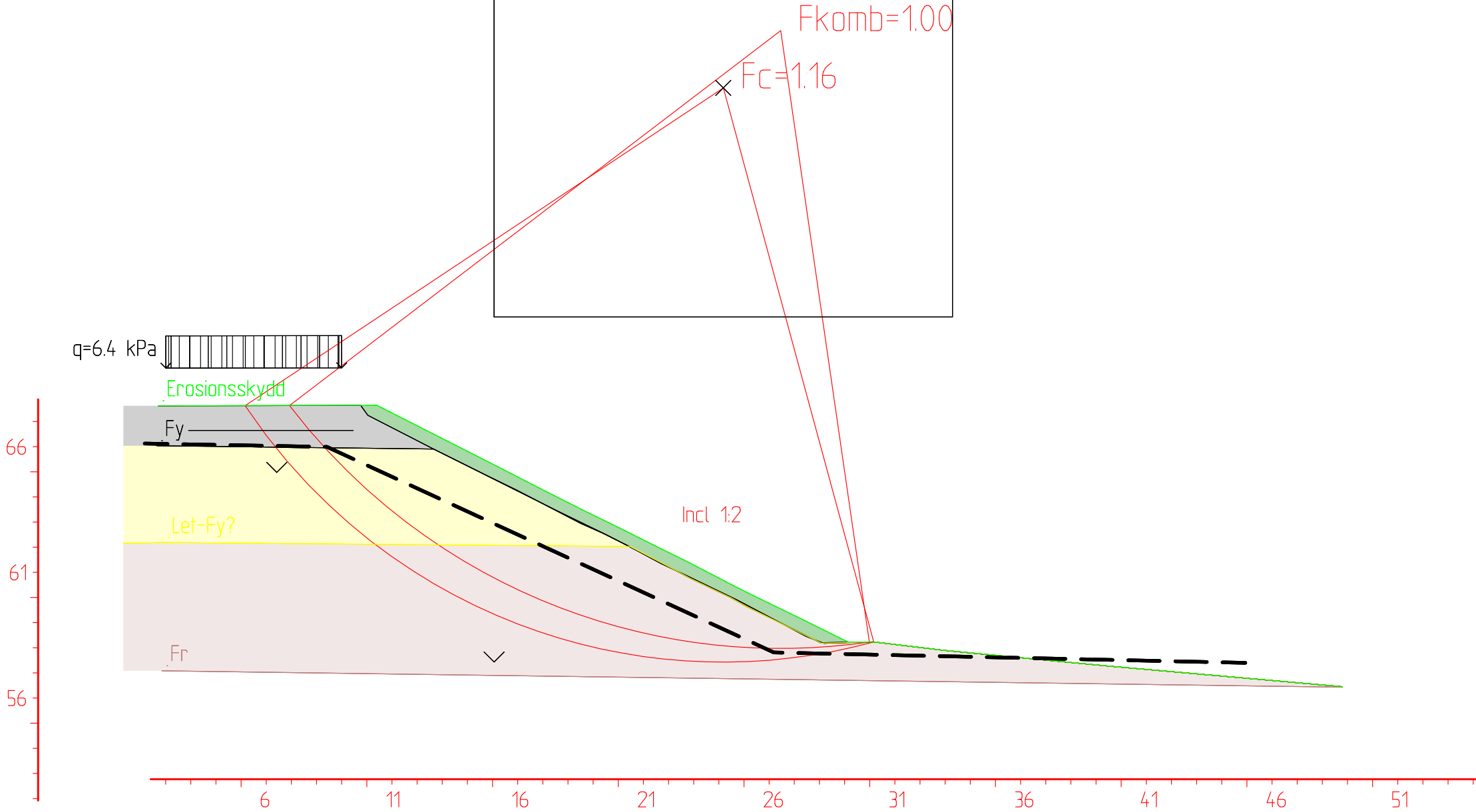
Kraftstaden, Fastigheter
Multihall Skogshöjden

Sektion F, Partialkoeff
Befintliga förhållanden

2025-06-12 k:\2023\23068_multihall skogshöjden\cad\autograf-gesuite\stabgr

Henrik Lundström

Uppdragsnr: 23068
Datum: 2025-06-12, rev 2025-11-21



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Erosionsskydd	16.00	11.00	24.8	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Fy	18.00	8.00	24.8	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00
Let-Fy?	18.00	8.00	23.9	3.7	32.4+C	1.00	1.00	1.00
Fr	19.00	11.00	29.2	0.0	100.0	1.00	1.00	1.00

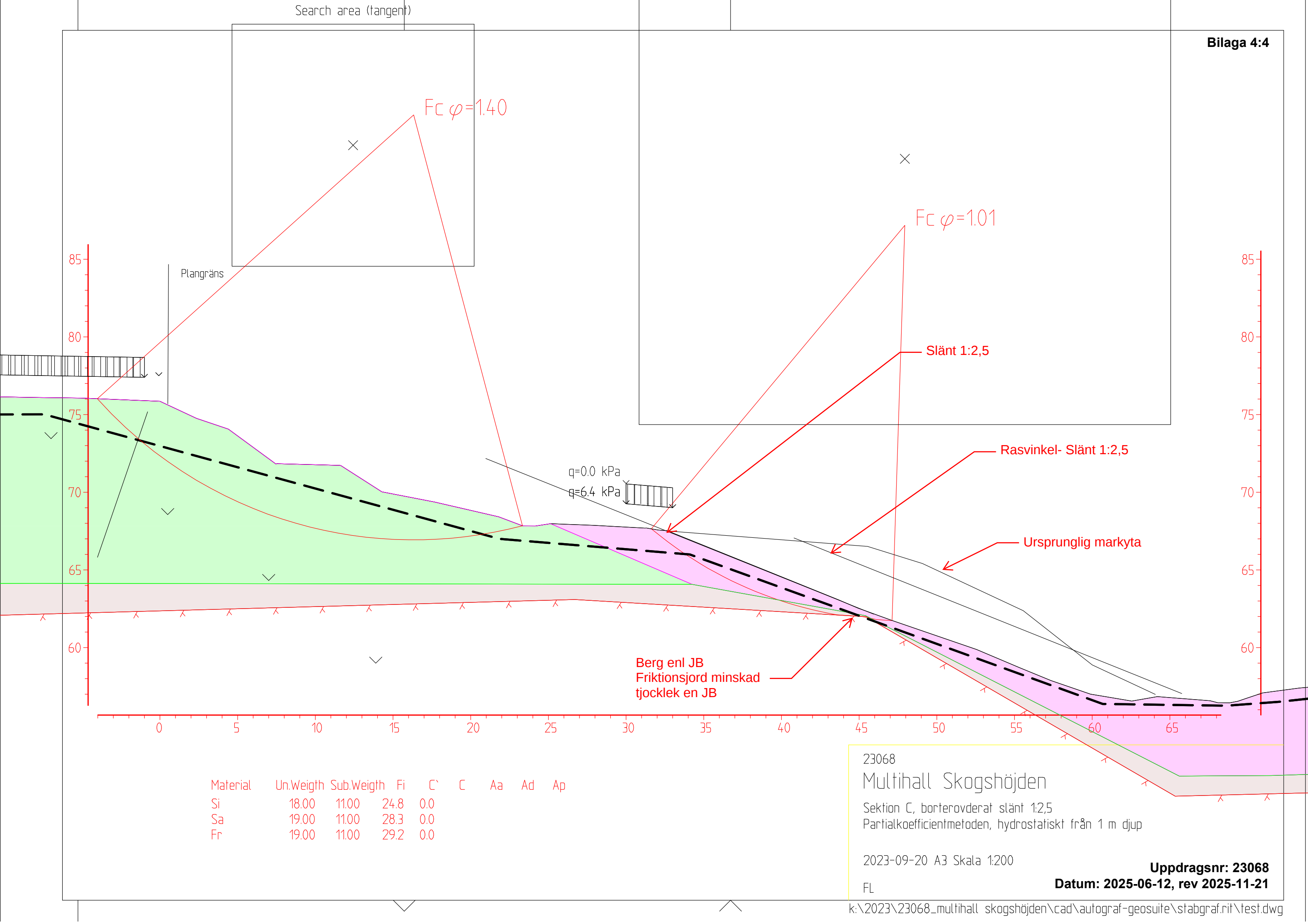
Kraftstaden, Fastigheter
Multihall Skogshöjden

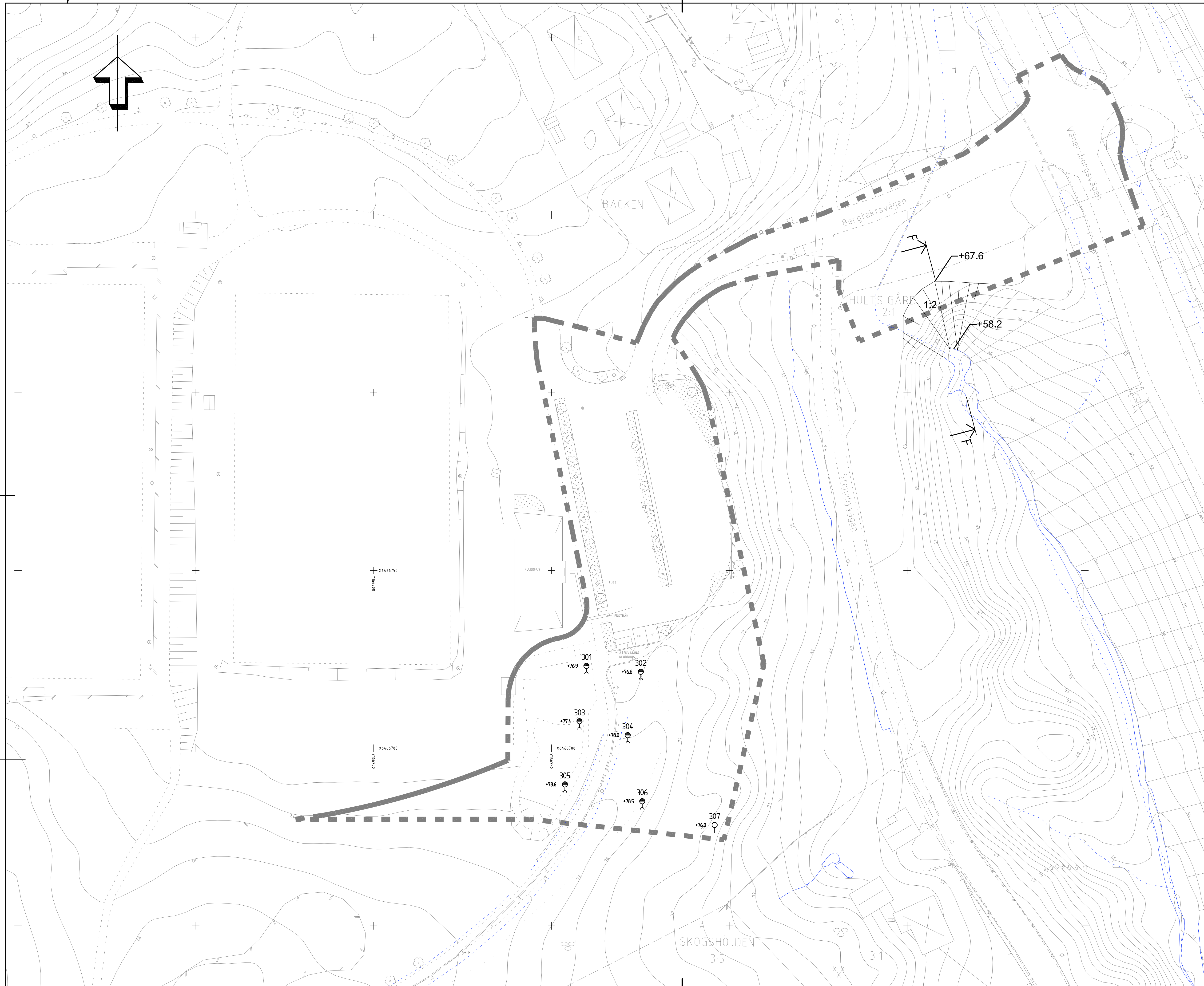
Sektion F, Partialkoeff
Ufflackning av slänt 1:2

2025-06-12 k:\2023\23068_multihall skogshöjden\cad\autograf-gesuite\stabgr

Henrik Lundström

Uppdragsnr: 23068
Datum: 2025-06-12, rev 2025-11-21





SYMBOLER OCH BETECKNINGAR
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM. Se www.sgf.net

COORDINATSYSTEM

I PLAN: SWEREF99 12 00
I HÖJD: RH2000

UNDERLAG

Från Kraftstaden:
Skiss sitplan 230627.dwg

Från Trollhättans Stad:
Gränser plankarta.dwg, erhållen 2025-06-03

FÖRKLARINGAR

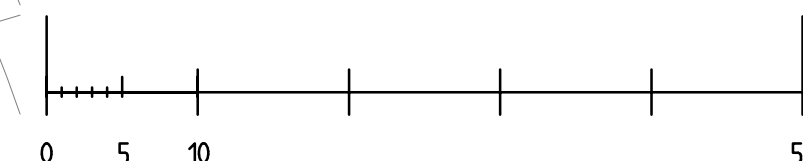
RITNINGEN GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK INFORMATION

-->---- VATTENDRAG (mittlinje)

 VATTEN

213
(A) 754 AVSER INMÄTT BERG I DAGEN

----- AVSER UTREDNINGSGRÄNS
(Underlag: Gränser plankarta
2025-06-03.dwg)



BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
-----	-----	-----------------	------	-------

MULTIHALL
SKOGSHÖJDEN
TROLLHÄTTAN
PLANERAD BYGGNATION



bohusgeo
GEOTEKNIK

UPPDRAGSNR 23068	RITAD KDW, IS
DATUM 2025-06-12	HANDLÄGGARE F LUNDIN
GRANSKAD HL	UPPDRAGSANSVARIG HENRIK LUNDSTRÖM

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
PLAN, ÅTGÄRDSFÖRSLAG

SKALA (FORMAT)	(A1)	RITNINGSNR	BET
1:500		G501	