



---

## Projekterings-PM/Geoteknik

PM/Geo. Denna PM ersätter helt PM daterad 2023-09-22

## Multihall Skogshöjden

Trollhättan

Detaljplan

Uppdragsnr: 23068

Bohusgeo AB 2024-04-02

## **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            | 3 |
| 5.3. | Geohydrologiska förhållanden        | 4 |
| 6.   | Släntstabilitet                     | 4 |
| 6.1. | Allmänt                             | 4 |
| 6.2. | Valda parametrar                    | 4 |
| 6.3. | Beräkningar befintliga förhållanden | 5 |
| 6.4. | Resultat/slutsats                   | 5 |
| 7.   | Grundläggningsförutsättningar       | 7 |
| 8.   | Infiltration                        | 7 |
| 9.   | Markradon                           | 7 |
| 10.  | Föroreningar                        | 7 |

## Bilagor

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

## 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

## 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 2024-03-12, uppdragsnummer 23068.
- Situationsplan, tillhandahållen av Kraftstaden 2024-02-08.

## 3. Styrande dokument

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

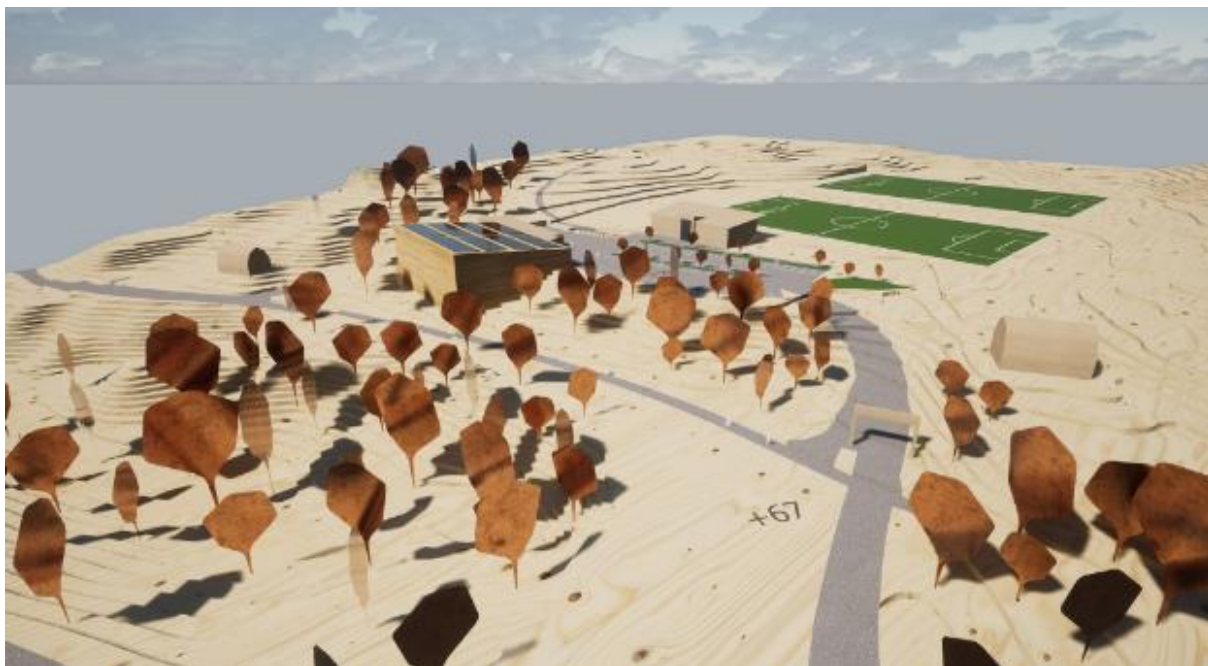
Tabell 1. Styrdokument.

| Typ av utredning   | Styrande dokument  |
|--------------------|--|
| Alla utredningar   | SS-EN 1997-1, SS-EN 1997-2<br>IEG Rapport 2:2008, rev 3<br>IEG Rapport 4:2008, rev 1                                   |
| Släntstabilitet    | Skredkommissionens rapport 3:95<br>IEG Rapport 4:2010<br>IEG Rapport 6:2008, rev 1<br>TRVINFRA-00229<br>TRVINFRA-00230 |
| Slänter och bankar | IEG Rapport 6:2008, rev 1  |
| Pålar              | IEG Rapport 8:2008, rev 3<br>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 ovan den befintliga slänten som lutar i väst-östlig riktning. Byggnadens västra del ansluter till den befintliga parkeringen och idrottsplatsen på Skogshöjden.

Den planerade byggnaden är ca 45 x 55 m och golvnivå är planerad +74,6. Byggnadens utformning framgår av Figur 1 nedan.



Figur 1. Konceptbild från Contekton, Arkitekter Fyrstad AB.

## 5. Befintliga förhållanden

### 5.1. Mark, vegetation och topografi

**Det undersökta området** är ca 150 x 100 m och utgörs av branta vegetationsbeväxta slänter. I norr avgränsas området av Bergtäktsvägen, 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 0–2 m fyllning 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  **$F_{EN}=1,0$** .

Lokalt i sektion C står sprängstensslänten brant och vi har bortsett från detta för små glidytor i sprängsten.

### 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

$\gamma_d$  = partialkoefficient beroende på säkerhetsklass (0,91 för SK2)

$q_k$  = karakteristisk variabel utbredd last

### 6.3. Beräkningar befintliga förhållanden

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3 samt i bilaga 3:1.

**Tabell 3. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden**

| Sektion\Analys   | $F_{EN, \phi}$ | $F_{EN, c}$ | $F_{EN, komb}$ |
|--|----------------|-------------|----------------|
| Sektion C, befintliga förhållanden, västra slänten, global glidyta,                      | 1,19           |             |                |
| Sektion C, befintliga förhållanden, västra slänten, lokal glidyta övre delen av slänten  | 1,18           |             |                |
| Sektion C, befintliga förhållanden, västra slänten, lokal glidyta nedre delen av slänten | 1,54           |             |                |
| Sektion C, befintliga förhållanden, östra slänten  | 0,79           |             |                |
| Sektion F, Befintliga förhållanden   |                | 1,15        | 0,98           |

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 3 samt i bilaga 4.

### 6.4. Resultat/slutsats

#### 6.4.1. Sektion F

För sektion F är den beräknade säkerheten på gränsen till vad som accepteras. Beräkningen är dock utförd i en smal ravinartad del med stora block. Hänsyn till att geometrin i denna del är betydligt brantare än slänten i stort har ej beaktats vid beräkningarna. Släntens geometri är mycket ogynnsam för beräkningarna. Med beaktande av att ravinen är lokalt smal, att belastning från parkeringen ej påförs närmare släntkrönet än 3 m, bedöms släntstabiliteten vara tillfredsställande. En viss risk finns att sprängsten med block kan rasa men det påverkar inte släntstabiliteten negativt och det finns en marginal geometriskt och det påverkar inte detaljplaneområdet.

En möjlighet som finns, om man inte lokalt kan acceptera mindre ras i sprängstenen, är att flacka ut släntens övre del. Vi har dock valt att inte föreslå detta på grund av att vegetation mm i ravinen vill bibehållas.

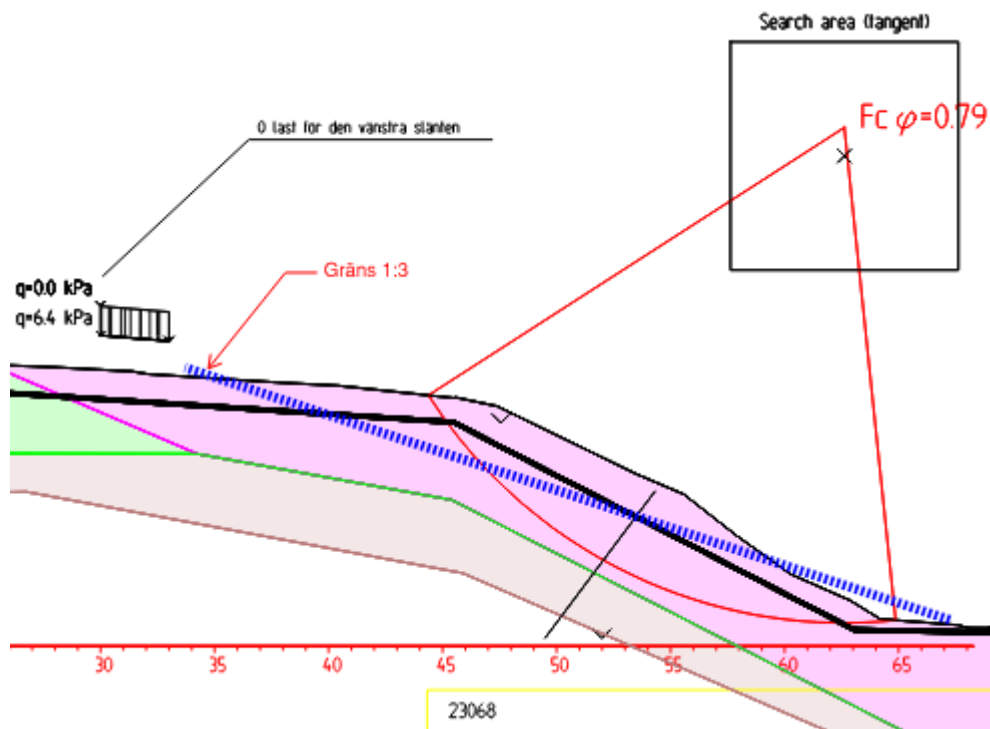
#### 6.4.2. Sektion C

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara otillfredsställande i sektion C.

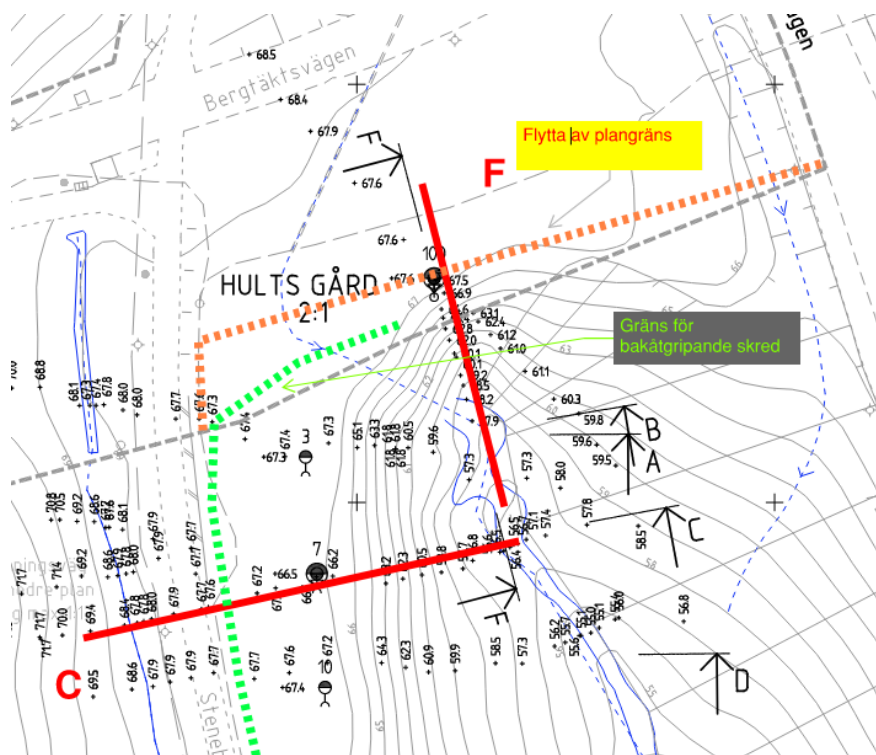
Detaljplanegränsen har anpassats så att ett ras i friktionsjorden kan ställa sig i en slänt 1:3. Beräkningarna är utförda med något djupare jordlager än vad sonderingarna visar. En bedömning har därefter utförts geometriskt för att bedöma utbredningen av ett sekundärt skred. I Figur 2 redovisas principen för en 1:3 slänt och i figur 3 hur en utbredning i plan bedöms kunna se ut. Ravinen är smal och eventuellt ras bedöms inte kunna transportera bort eventuella rasmassor. Med ovanstående resonemang bedöms därmed släntstabiliteten för planområdet i sektion C vara tillfredsställande, trots att en lägre säkerhetsfaktor är gällande för den nedre delen av slänten och som är belägen utanför planområdet. Ett eventuellt sekundärt skred



påverkar inte planområdet. Den beräknade säkerhetsfaktorn efter ett skred med slänt 1:3 blir  $F_{EN, \phi} = 1,13$ , se bilaga 4:3.



Figur 2. Princip slänt 1:3 för bedömning av sekundär skredgräns



Figur 3. Den planerade plangränsen (grå linje) flyttas i plan så att ravinen kommer utanför plangränsen. Orange linje ersätter den grå linjen.



För ravinens södra del mot den planerade bebyggelsen är jorddjupet litet och berg i dagen finns ställvis. Ravinens 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.



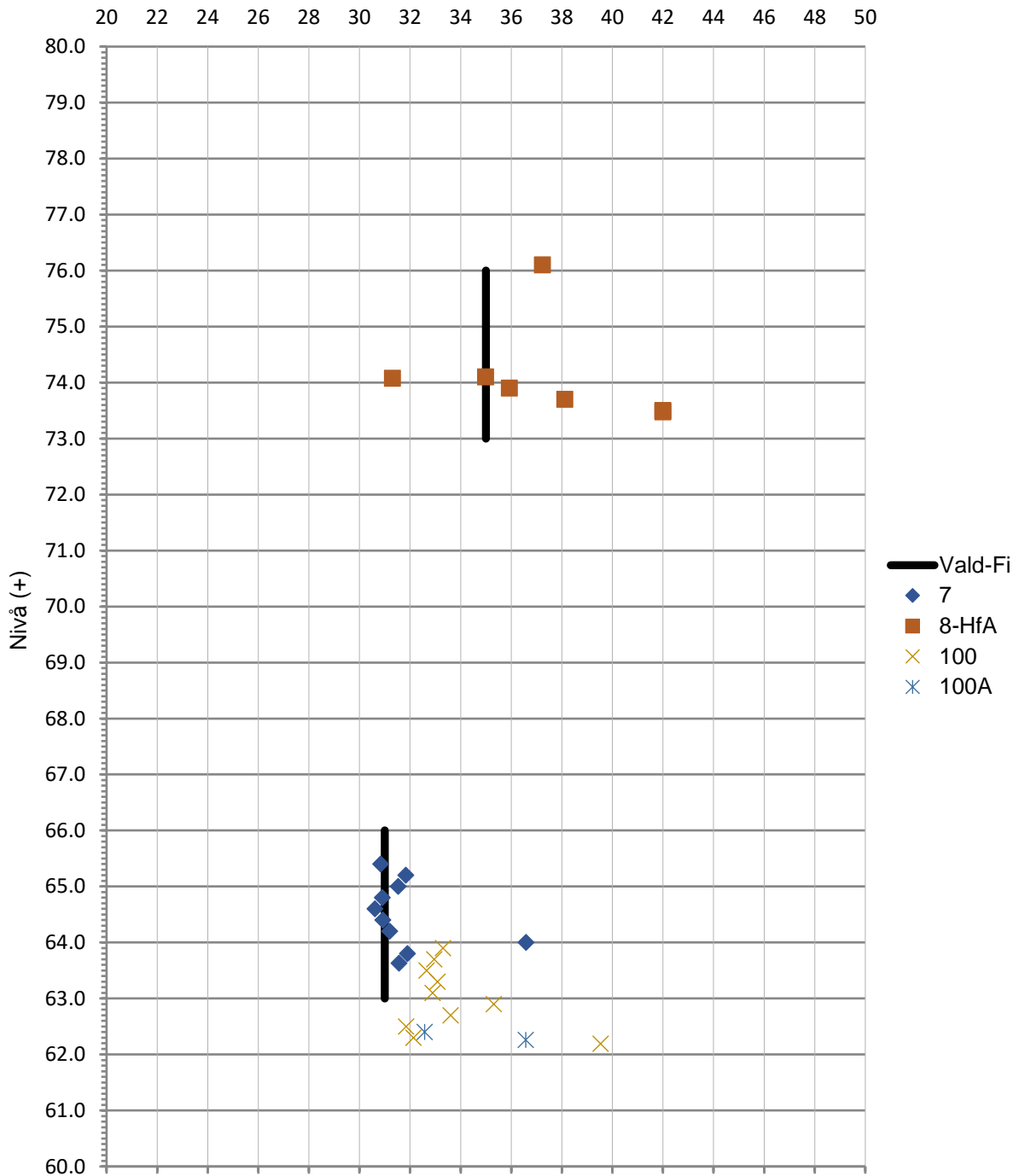




### Multihall Skogshöjden

Sammanställning av Friktionsvinkel enligt SGI information 3

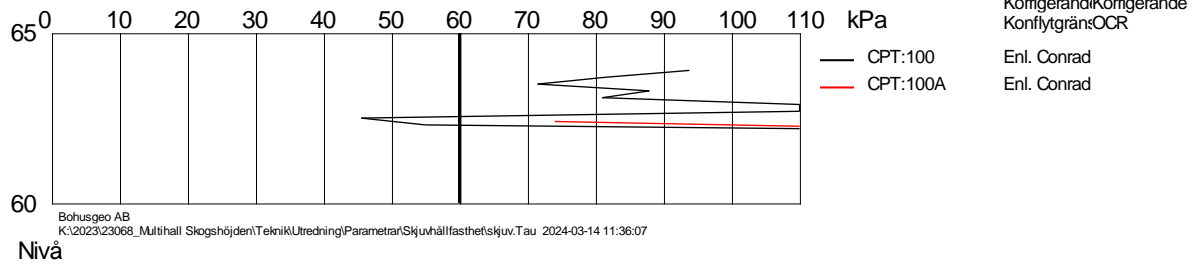
Friktionsvinkel  $\phi$



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**

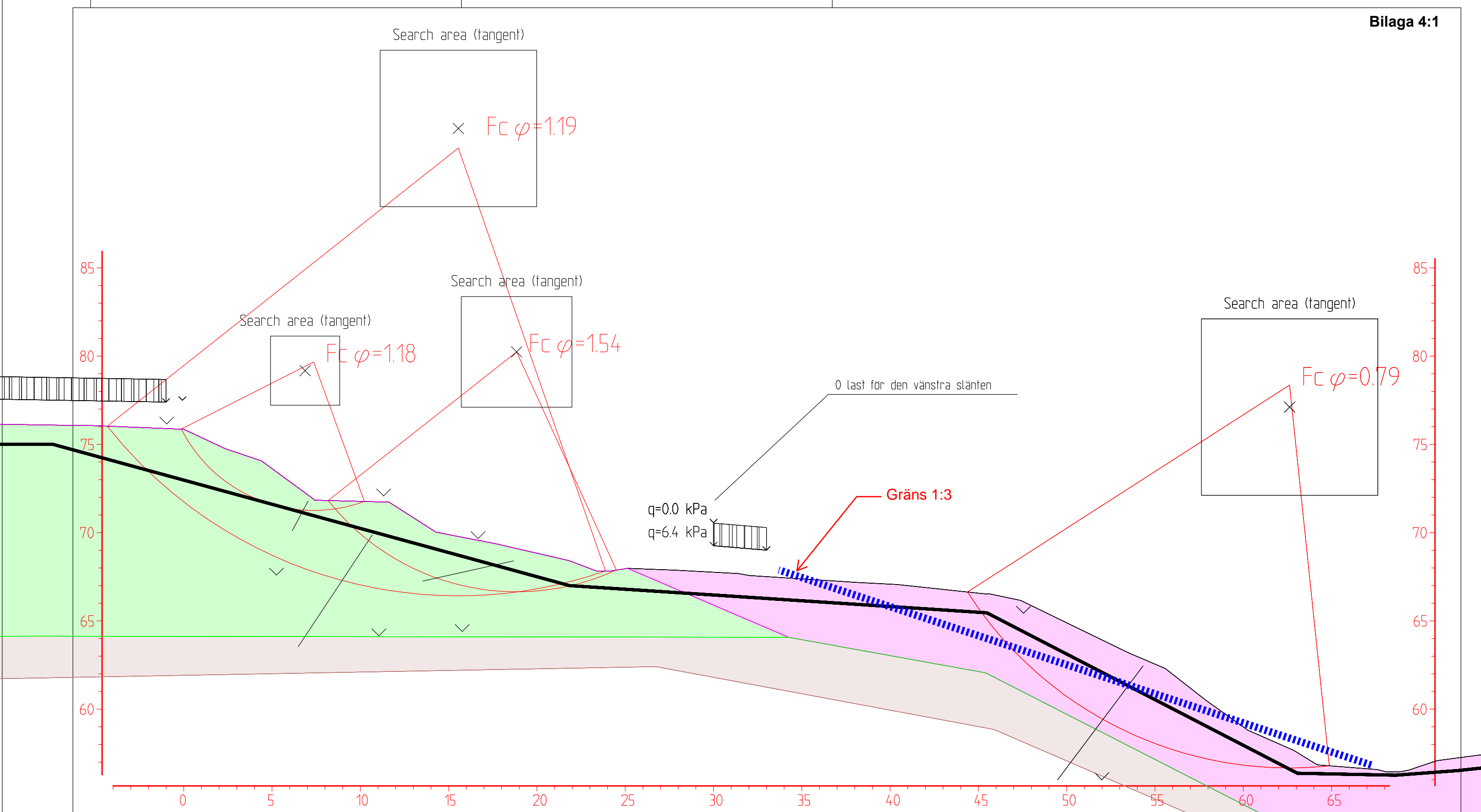
**Uppdrag** Multihall Skogshöjden  
**Uppdragsnr** 23068

**Sektion** Sektion C

Geoteknisk kategori GK2  
Säkerhetsklass SK2

|                          | Delfaktor   |             | Partialkoefficient   |                                |
|--------------------------|-------------|-------------|----------------------|--------------------------------|
|                          | För $C_u$   | För $\phi'$ | $\gamma_M$           | $\gamma_d$                     |
| n                        |             |             | $\gamma_{cu}$ 1.5    | 0.91 (för vald säkerhetsklass) |
| $\eta_{(1,2)}$           | 0.90        |             | $\gamma_c$ 1.3       |                                |
| $\eta_{(3)}$             | 0.90        |             | $\gamma_{\phi'}$ 1.3 |                                |
| $\eta_{(4,5,6,7)}$       | 1.00        |             | $\gamma_\gamma$ 1.0  |                                |
| $\eta_{(8)}$             | 1.00        | 1.00        |                      |                                |
| <b><math>\eta</math></b> | <b>0.81</b> | <b>1.00</b> |                      |                                |

| Material | Ök. Nivå | Uk. Nivå | $\gamma$ | $\gamma_d$ | $\gamma'$ | $\gamma'_d$ | Dränerad analys |           | Odränerad analys |          | Kombinerad analys |           |
|----------|----------|----------|----------|------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|------------------|----------|-------------------|-----------|
|          |          |          |          |            |           |             | $\phi'$         | $\phi'_d$ | $C_u$            | $C_{ud}$ | $C'_d$            | $\phi'_d$ |
| 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     |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |
| Le(t)    | 60.0     |          | 18.0     | 18.0       | 1.8       | 1.8         | 30              | 23.9      | 60.0             | 32.4     | 3.7               | 23.9      |
|          |          | 60.0     |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |
|          |          |          |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |
|          |          |          |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |
|          |          |          |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |
|          |          |          |          |            |           |             |                 |           |                  |          |                   |           |



| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|----------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Si       | 18.00     | 11.00      | 27.4 | 0.0 |   |    |    |    |
| Sa       | 19.00     | 11.00      | 24.8 | 0.0 |   |    |    |    |
| Fr       | 19.00     | 11.00      | 29.2 | 0.0 |   |    |    |    |

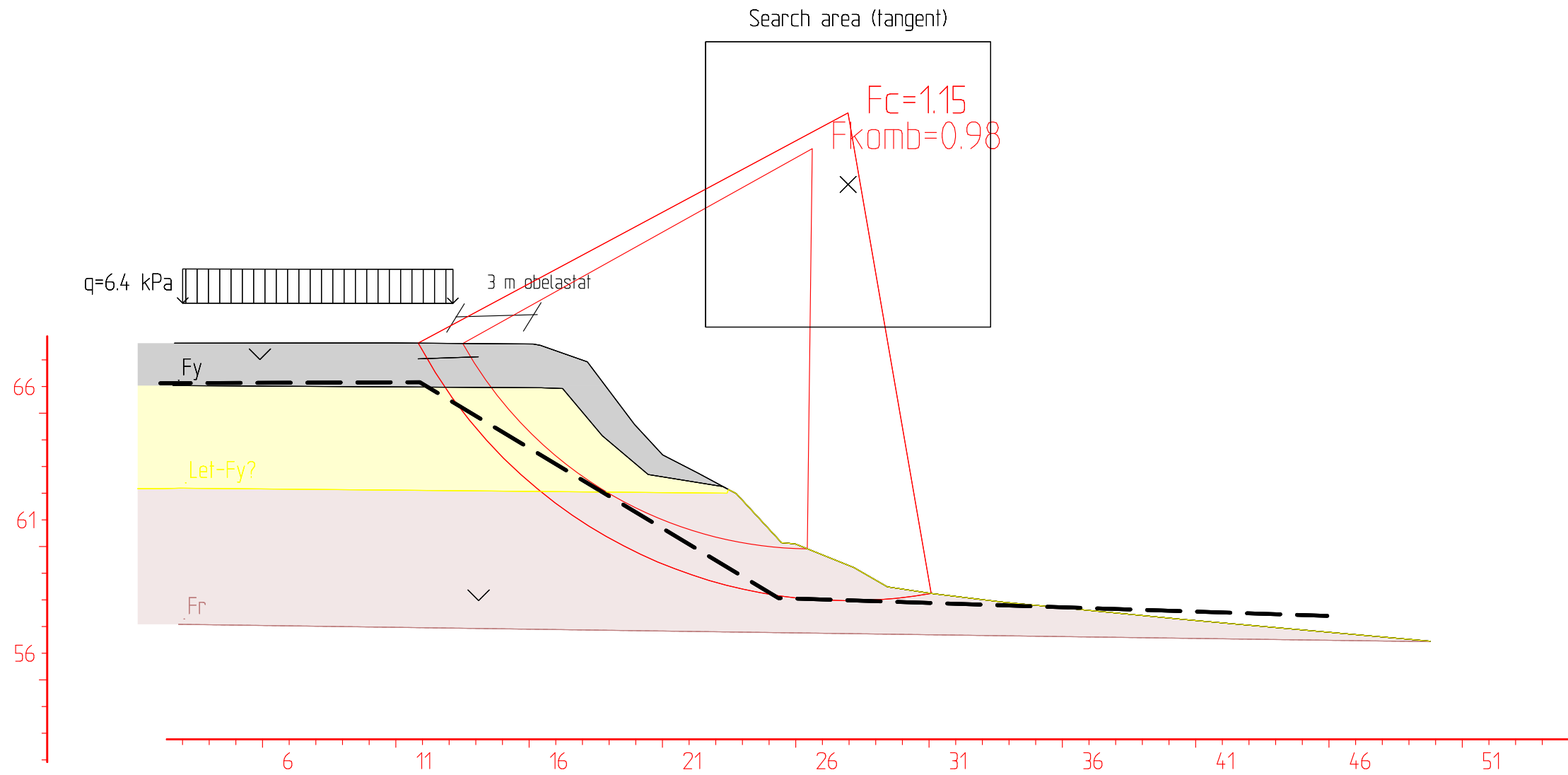
23068  
Multihall Skogshöjden

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

2023-09-20 A3 Skala 1:200

FL

Uppdragsnr.: 23068  
Datum: 2024-04-02



| 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

2024-03-14 k:\2023\23068\_multihall skogshöjden\cad\autograf-geosuite\stabgr

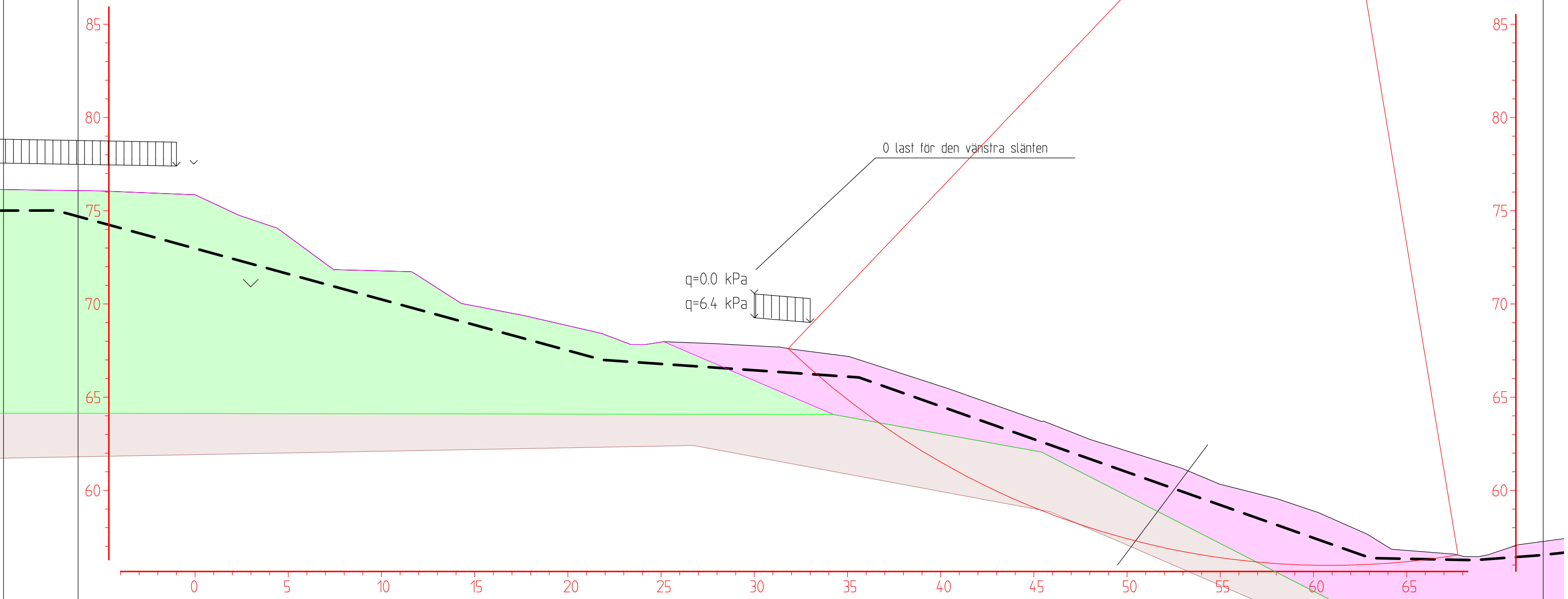
Henrik Lundström

Uppdragsnr.: 23068

Datum: 2024-04-02



FC  $\phi=1.13$



| Material | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C | Aa | Ad | Ap |
|----------|-----------|------------|------|-----|---|----|----|----|
| Si       | 18.00     | 11.00      | 27.4 | 0.0 |   |    |    |    |
| Sa       | 19.00     | 11.00      | 24.8 | 0.0 |   |    |    |    |
| Fr       | 19.00     | 11.00      | 29.2 | 0.0 |   |    |    |    |

23068  
 Multihall Skogshöjden

Sektion C, Utflickad slänt 1:3  
 Partialkoefficientmetoden, hydrostatiskt från 1 m djup

2023-09-20 A3 Skala 1:200

FL

**Uppdragsnr.: 23068**  
**Datum: 2024-04-02**