

# PM Geoteknik

Utredning av strandlinje Lövholmen

JM AB

Uppdragsnummer: 6648

**Upprättad av:** Axel Stenfors

**Granskad av:** Sara Lundegård

**Datum:** 2023-05-12

## Innehåll

1	Allmänt .....	3
1.1	Bakgrund och syfte .....	3
1.2	Underlag .....	3
2	Områdesbeskrivning .....	4
3	Befintliga anläggningar.....	4
3.1	Glacis .....	4
3.2	Beckerskajen.....	5
3.3	Cementakajen .....	6
4	Utförda geotekniska undersökningar.....	7
5	Geotekniska förhållanden .....	7
5.1	Beckerskajen.....	8
5.2	Cementakajen .....	9
5.3	Geotekniska parametrar.....	10
6	Stabilitetsberäkningar.....	10
6.1	Stabilitetsberäkningar.....	10
6.2	Geometri, last och grundvattennivå.....	10
6.2.1	Dimensionerande värden för stabilitetsberäkningar .....	11
6.3	Sammanställning av resultat från stabilitetsberäkningar .....	11
7	Slutsatser och rekommenderat arbete .....	12
7.1	Beckerskajen.....	12
7.2	Cementakajen .....	12
7.3	Glacis .....	13
7.4	Strandlinjen .....	13

## 1 Allmänt

### 1.1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av JM AB samt övriga aktörer i Byggaktörsgruppen Lövholmen har Iterio utfört en geoteknisk undersökning samt översiktlig stabilitetsutredning för befintliga kajer och strandlinjen inom detaljplaneområdet Lövholmen. Detta PM har upprättats i samband med detaljplanearbetet för att undersöka totalstabiliteten i området.

Geotekniska undersökningar har utförts längs med strandlinjen med avstånd ca 40 m mellan sonderingarna. Totalstabiliteten har kontrollerats i två sektioner, en för Beckerskajen och en för Cementakajen.

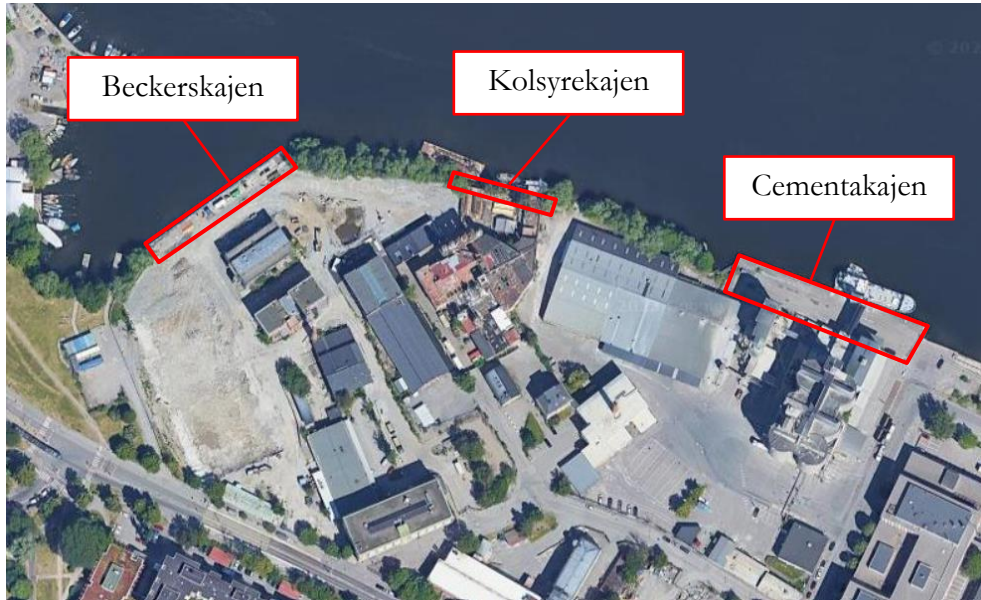
### 1.2 Underlag

Underlag för upprättande av denna handling:

- PM Geotekniska och Hydrologiska förutsättningar, *Lövholmen*, upprättad av Iterio AB och daterad 2021-04-23. [1]
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), *Lövholmen*, upprättad av Iterio AB och daterad 2021-04-23. [2]
- Handling K-PM 101 – Teknisk utlåtande, Lövholmen kajer, upprättad av ELU AB och daterad 2021-08-20. [3]
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), *Lövholmen*, upprättad av Iterio AB och daterad 2023-05-04. [4]
- Kv. Färgeriet 4 Markteknisk undersökningsrapport (MUR) – Geoteknik och PM Geoteknik av Sweco åt JM AB. Daterad 2018-06-07. [5]
- Geoteknisk undersökning för exploatering av nya bostäder. Markteknisk undersökningsrapport, MUR / Geoteknik. Av Skanska åt Stockholms stad. Daterad 2018-10-16. [6]
- Dykinspektioner utförda 2021-06-04 av Mikael Holmström. [7]
- Arkivhandlingar gällande vattendomar för Cementakajen, hämtade från Miljödomstolen vid Nacka Tingsrätt. [8]
- Geotekniska undersökningar för pågående arbete med tunnelbanan. Sonderingar i digitalt format erhöles via AFRY. [9]

## 2 Områdesbeskrivning

Det aktuella området är beläget inom fastigheterna Lövholmen 12 och 15. Området utgörs huvudsakligen av bebyggt industriområde. Cementakajen och Beckerskajen är markerad i rött i Figur 1 nedan.



Figur 1. Ortofoto över Lövholmen. Hämtad från Google Maps 2023.

## 3 Befintliga anläggningar

### 3.1 Glacis

Längs med strandlinjen, mellan Beckerskajen och Kolsyrekajen, finns en strandskoning med ordnad stensättning s.k. glacis. Glacisen syftar troligtvis till att fungera som erosionsskydd. I samband med den geotekniska undersökningen fotograferades glacisen från flötte. Glacis under vattenytan har inte undersökts. Vid vissa partier längs med glacisen finns det tecken på att stensättningen kan ha påverkats av trädrötter och eventuellt av att massor bakom glacisen har spolats ur. Vid vissa delar är glacis till synes intakt utan tecken på skador.



Figur 2. Bild tagen från flotte. Skada i stensättningen är markerad i rött.

### 3.2 Beckerskajen

Kajen är en pålad plattformskaj utförd i armerad betong. Kajen är grundlagd på träpålar och inga förstärkningar eller reparationer för kajen är dokumenterade [3]. Figur nedan är en typskiss över kajens uppbyggnad i sektion, hämtad från K-PM 101 [3].

Dykinspektioner som utförts har visat att slänten under kajen har ett erosionsskydd bestående av stenfyllning med fraktioner 10 – 100 cm. Lokala urspolningar av finmaterial samt sättningar i fyllningen har observerats bakom kajen. Den eventuella skyddssponten som finns uppritad i typsektion nedan kan därmed vara skadad om material har tillåtits spolats ut bakom kajen.

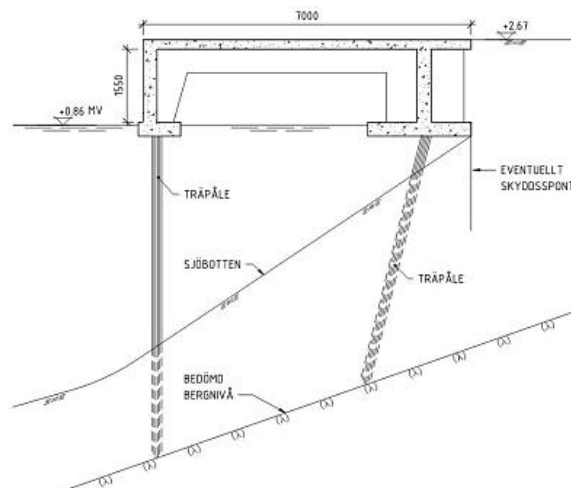


Bild 10, Typsektion genom befintlig kaj, sed från sydväst

Figur 3. Typsektion genom Beckerskajen, hämtad från K-PM 101.

### 3.3 Cementakajen

Kajen är en pålad och fylld plattformskaj utförd i armerad betong. Kajen är grundlagd på träpålar och har förstärkts med vertikala stålrörspålar i framkant [3]. Figur nedan är en typskiss över kajens uppbyggnad i sektion, hämtad från K-PM 101 [3].

Dykinspektioner som gjorts visar på att slänten under kajen har ett erosionsskydd av stenfyllning med fraktioner 10–100 cm. Även för Cementakajen har det observerats att finmaterial har spolats ur lokalt och att sättningar i fyllning bakom kajen har skett.

Figur 5 visar urklipp från arkivhandling hämtad från Miljödomstolen vid Nacka Tingsrätt. Typsektionen visar jordlagerföljder, som sannolikt har bekräftats av sonderingar, kajkonstruktion med tillhörande skyddsspont i bakkant och planerad slänt under kaj. Hur mycket lera som har muddrats bort kan bekräftas av sonderingar genom kajplan. Skyddsspont är sannolikt skadad om material har tillåtits spolats ur bakom kajen.

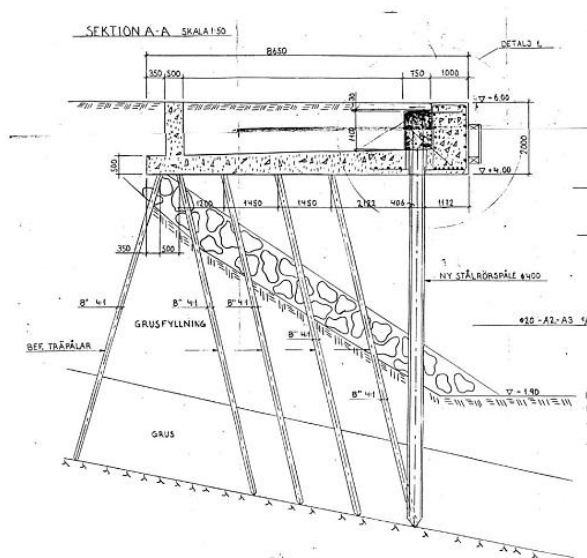
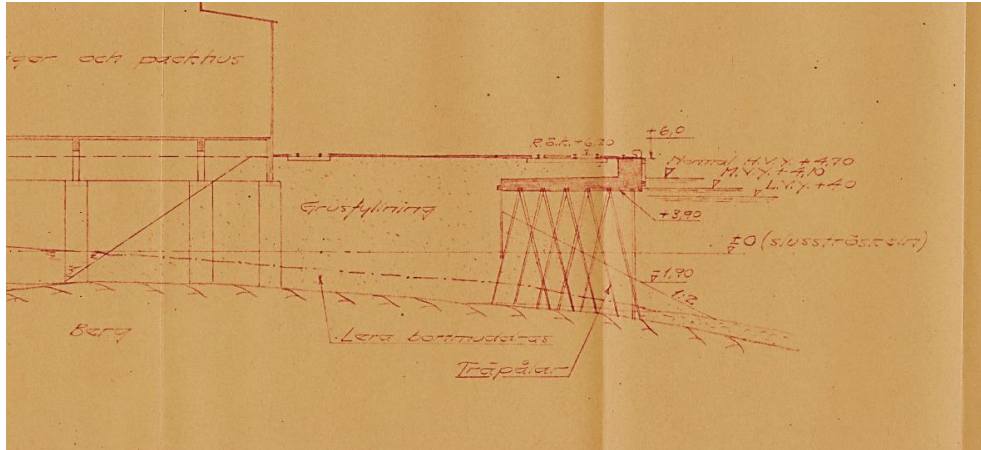


Bild 4. Typsektion av kaj – från ritning upprättad 1987 i samband med förstärkningsarbeten. Sedd från öst.

Figur 4. Typsektion genom Cementakajen, hämtad från K-PM 101.



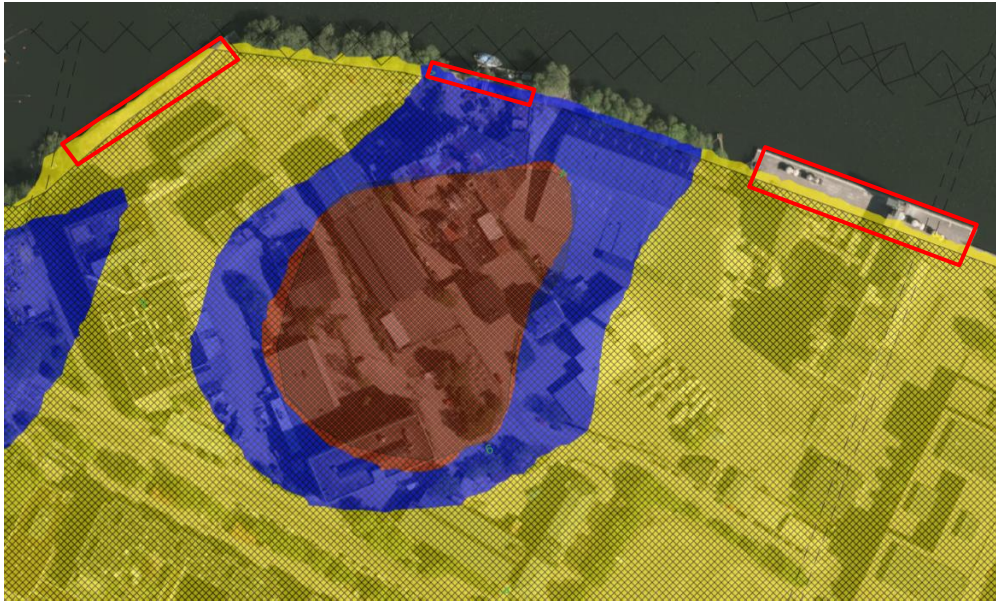
Figur 5. Typsektion hämtad från arkivhandlingar. Sektionen visar planerat arbete för Cementakajen.

#### 4 Utförda geotekniska undersökningar

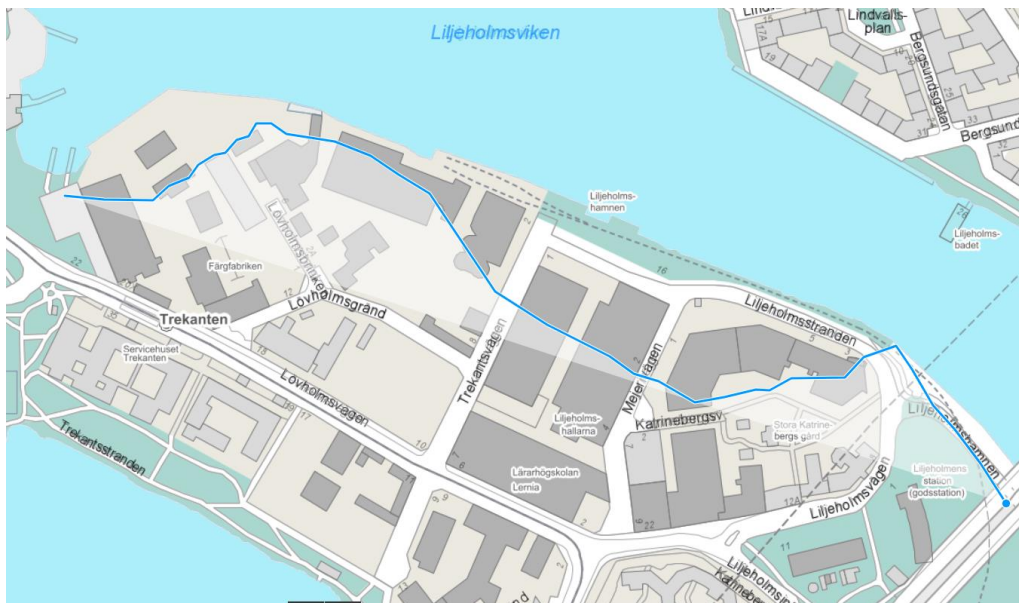
Tidigare markundersökningar har utförts av Iterio AB under april 2021 och redovisas i Markteknisk undersökningsrapport (MUR) daterad 2021-04-23 [2]. Utförda undersökningar i samband med denna utredning redovisas i MUR daterad 2023-05-05. Även tidigare undersökningar i området, utförda av Sweco och Skanska Teknik, redovisas i tillhörande undersökningsrapporter. [5][6].

#### 5 Geotekniska förhållanden

Området utgörs i huvudsak av ett lerområde som överlagrats av fyllning. I området finns även ett parti med berg i dagen som omges av morän, se Figur 6. Historiska ortofoton visar att strandlinjen succesivt flyttats ut mellan år 1913 och 1954, med störst utfyllnad i läge för Cementakajen och Beckerskajen. Figur 7 redovisar strandlinjens ursprungliga läge från 1913 jämfört med dagens (2015).



Figur 6. Byggnadsgeologisk karta över Lövholmen. Hämtad från Stockholms Stad Geoarkiv. Gult indikerar lera, blått morän och rött berg i dagen. Rutnät markerar fyllning.



Figur 7. Stockholm år 2015 med strandlinje år 1913 inlagd med blå linje. Områden utanför strandlinje år 1913 är utfyllda.

## 5.1 Beckerskajen

I området bakom kajen består översta lagret av fyllning. Fyllningen innehåller sandigt grus och underlagras troligtvis av sand som vilar på morän på berg. Sonderingar utförda framför kajen från flotte visar att jordlagerföljden består av lera ovanpå sand på berg. Leran innehåller lager och skikt av fyllnadsjord vilket indikerar att tidigare utfyllnader har helt och delvis pressat leran ut i Lijeholmsviken.

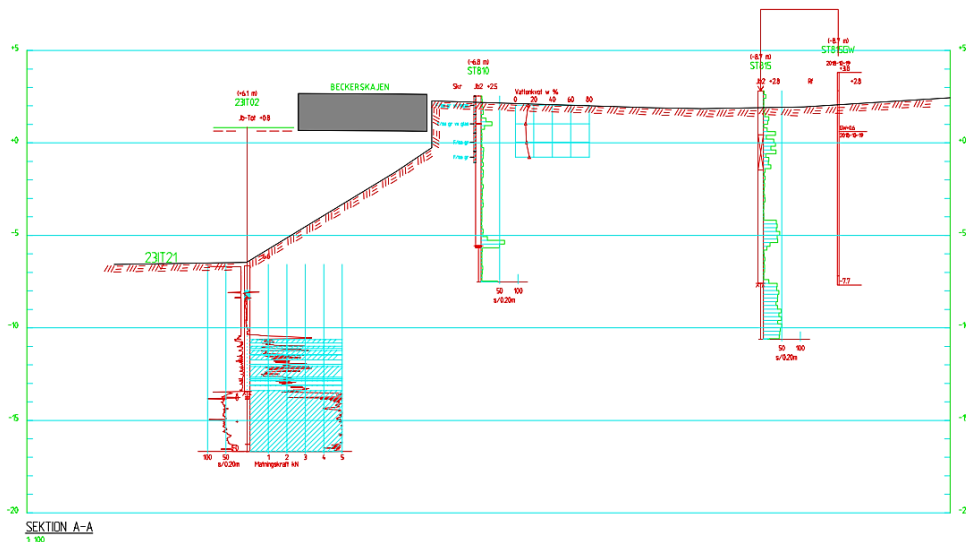


Släntens höjd bedöms vara ca 6 m med en lutning på ca 30 grader. Se sektion A i Figur 8 nedan.

Fyllningens mäktighet bakom kajen bedöms variera från 6 - 8 m. Fyllningen innehåller sandigt grus.

Lerans mäktighet framför kajen varierar mellan ca 3 – 4 m. Lerans egenskaper är okända men motsvarar sannolikt de som provtagits i kajens omnejd. Leran bedöms vara normal till lätt överkonsoliderad med OCR varierande mellan 1,0 – 1,2.

Friktionsjordens mäktighet varierar mellan ca 3 – 4 m. Friktionsjorden översta skikt består av sandjord som övergår till en fastare moränjord.



Figur 8. Sektion A-A

## 5.2 Cementakajen

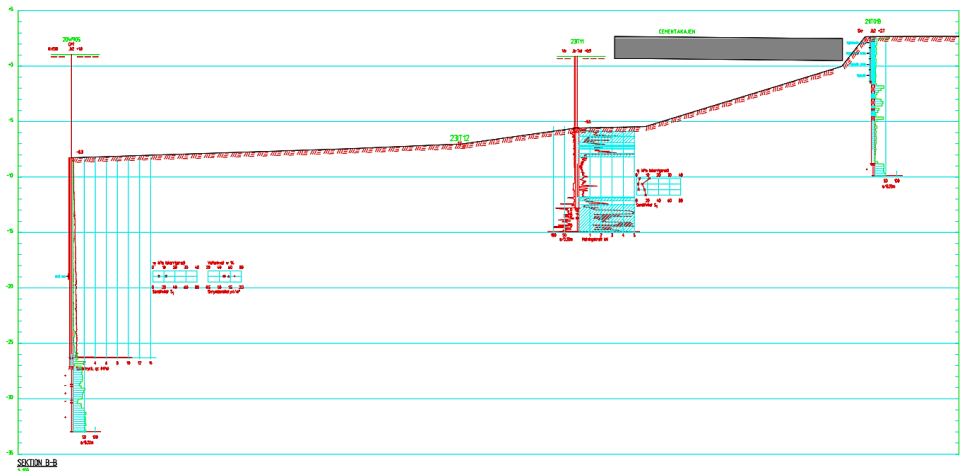
Bakom kajen är det översta lagret fyllning underlagrat av ställvis lera men i huvudsak sandjord som övergår i morän på berg. Jordlagerföljden framför kajen varierar längs kajen. Vid östra delen av kajen påträffas lera, som överlagras av sand. Vid kajens mitt och väster om kajen är fyllnadsmassorna underlagrat av sandjord eller vilar direkt på berg.

Släntens höjd är ca 6 m och har en släntlutning på ca 20 grader. Se sektion B i Figur 9 nedan.

Fyllningens mäktighet varierar med mäktighet 3 – 8 m, med lägst mäktighet framför kajen. Fyllningen består av sandigt grus och är mycket blockig bakom kajen.

Lerans mäktighet varierar mellan 1 – 3 m. Lerans egenskaper vid kajen är okända men motsvara sannolikt de prover som tagits längre ut i Liljeholmsviken. Leran bedöms vara normal till lätt överkonsoliderad med

OCR = 1,0 – 1,2. Lerans skjuvhållfasthet varierar mellan 5 – 12 kPa enligt vingförsök i punkt 23IT11.



Figur 9. Sektion B-B.

### 5.3 Geotekniska parametrar

Lerans skjuvhållfasthet är bestämd utifrån utfört vingförsök samt utifrån empiriskt samband. För punkter 23IT01, 23IT02 och 20W905 har samband  $c_{u,DS} = 0,22 \cdot \sigma'_c$  utnyttjats med antagande om att leran är normalkonsoliderad. Muddring av sjöbotten har ej beaktats. Den empiriska relationen finns beskriven i SGF Rapport 1:2017. Tunghet för leran har bestämts till 17 kN/m<sup>3</sup> utifrån äldre provtagningar i området. Parametrar för ingående friktionsmaterial är bestämda utifrån TK Geo 13 tabell 5.2–2 samt 5.2–3.

## 6 Stabilitetsberäkningar

Totalstabiliteten längs kajerna har undersökts i 2 sektioner, sektion A i läge för Beckerskajen och sektion B för Cementakajen.

### 6.1 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts med karakteristiska värden i enlighet med TK Geo 13 kapitel 2.4. Inga 3-dimensionella effekter har beaktats. Stabilitetsberäkningar har utförts i säkerhetsklass 2 för enbart odränerat fall. Säkerhetsfaktorer för beräkningar med hänsyn till totalstabilitet skall för odränerat fall vara lika med 1,5 enligt tabell 2.4–1 i säkerhetsklass 2. Enbart cirkulär-cylindriska glidytor har beaktats.

### 6.2 Geometri, last och grundvattennivå

Slänternas geometri under bägge kajer är i dagsläget inte helt kartlagda. I samband med den geotekniska undersökningen utfördes enstaka lodningar utanför kajerna. Slänternas geometri har uppskattats utifrån bottenlodningar, utförda sonderingar, inmätning av kajerna samt antagande om trolig erosion från båttrafik. Jordlagrens mäktighet och utbredning under bägge kajer är

antagna med stor osäkerhet, särskilt lerans utbredning under kajerna. Inverkan av pålarna under kajen har ej tillgodoräknats i beräkningarna.

Last från byggtrafik har bestämts till 20 kPa och placerats intill kajens bakkant. Grundvattennivån har valts att motsvara en nivå motsvarande Mälarens nivå +0,8.

### 6.2.1 Dimensionerande värden för stabilitetsberäkningar

I Tabell 1 redovisas dimensionerande värden för stabilitetsberäkningar. Se Bilaga 1 för redovisning av karakteristisk skjuvhållfasthet.

Tabell 1. Karakteristiska värden för stabilitetsberäkningar.

Jordlager	Friktionsvinkel $\Phi'_{kar}$ [°]	Korrigerad odränerad skjuvhållfasthet $c_{u, kar}$ [kPa]	Tunghet $\gamma_{kar}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Fyllning	35	-	20
Lera	-	Se Bilaga 1.	17
Sand	32	20	19
Morän	42	-	20

### 6.3 Sammanställning av resultat från stabilitetsberäkningar

Resultatet av stabilitetsberäkningarna redovisas i tabellen nedan. Beräkningar bifogas i Bilaga 2. Geometrin för sektion B har alternerats och resultatet är redovisat som alternativt 1 och 2.

Tabell 2. Stabilitetsberäkningar med befintlig marknivå.

Sektion	Odränerad analys, $F_c$
Sektion A – Befintligt	Glidyta 1: 0,73 Glidyta 2: 0,81 Glidyta 3: 1,18
Sektion A – Last	Glidyta 1: 0,68 Glidyta 2: 0,81 Glidyta 3: 1,09
Sektion A – Tryckbank	1,07
Sektion B – Alt 1 – Befintligt	Glidyta 1: 2,06 Glidyta 2: 2,08
Sektion B – Alt 1 – Last	Glidyta 1: 1,89 Glidyta 2: 2,01
Sektion B – Alt 2 – Befintligt	Glidyta 1: 1,46 Glidyta 2: 1,77 Glidyta 3: 2,14
Sektion B – Alt 2 – Last	Glidyta 1: 1,38

Sektion B – Alt 2 – Tryckbank	1,55
Sektion B – Alt 2 – Tryckbank 1	2,06

## 7 Slutsatser och rekommenderat arbete

### 7.1 Beckerskajen

Stabiliteten för östra delen av kajen anses vara god utifrån de sonderingar som har gjorts framför kajen. Utförda stabilitetsberäkningar vid mitten av kajen visar att tillfredställande stabilitet ej är uppnådd, med gjorda antaganden.

För att utreda stabilitetsfrågan vidare krävs sonderingar från kajplan genom kajen. Sonderingar bör fastställa huruvida det finns någon lerkil kvar under kajen. Om det inte har förekommit någon muddring framför kajen och ingen omfattande erosion har pågått så bör stabiliteten ha ökat sedan utfyllningen i området gjordes.

Släntens geometri under kajen bör fastställas av släntmätning med sidotittande ekolodning. Det behöver även undersökas om det finns en skyddsspont installerad och i sådana fall vilket skick den är i. Vidare behöver slänten under kajen utföras med ordentligt erosionsskydd.

Om stabiliteten efter kompletterande undersökning fortsatt är för låg kan en stabiliserande åtgärd vara en tryckbank av sprängstensfyllning.

### 7.2 Cementakajen

Stabiliteten för västra och mittersta delen av kajen bedöms vara god utifrån de sonderingar som har gjorts framför kajen. Längre österut, vid sektion B är lerans utbredning under kajen okänd. Stabiliteten är tillfredställande med antagandet att lerans utbredning enbart sträcker sig till ungefär mitt under kajen. Vid större lermåktighet längre in till bakkant på kajen är stabiliteten otillfredsställande.

För att utreda stabilitetsfrågan vidare krävs sonderingar från kajplan genom kajen. Sonderingar bör fastställa huruvida det finns någon lera kvar under kajen, som planerades att muddras bort enligt äldre vattendom. Om det inte har förekommit någon muddring framför kajen och ingen omfattande erosion har pågått så bör stabiliteten ha ökat sedan utfyllningen i området gjordes.

Även här bör ekolodning under kajen utföras för att fastställa släntens geometri. Det behöver även undersökas om skyddssponten som finns med i arkivhandlingar är installerad och i sådana fall vilket skick den är i. Vidare behöver slänten under kajen utföras med ordentligt erosionsskydd.

Om stabiliteten efter kompletterande undersökning visar sig vara fortsatt låg kan en tryckbank av sprängstensfyllning vara en stabilitetshöjande åtgärd. Med antagande om befintlig slänt och lerans utbredning erfordras en tryckbank vara 1 m hög och ha en ungefärlig utbredning i plan enligt Bilaga 2.

### 7.3 Glacis

Den ordnade stensättningen längs med strandlinjen mellan Beckers- och Kolsyrekajen bör ses över mer noggrant för att undersöka i vilket skick den är i och vad som erfordras att göras för att behålla den. Dykinspektioner bör utföras för att undersöka om erosion pågår under vattenytan.

### 7.4 Strandlinjen

I övriga sonderingar mellan Beckers- och Cementakajen har det inte påträffats lösare lager av lera och därmed bedöms stabiliteten vara god längs med resterande strandlinjen.

## Bilagor

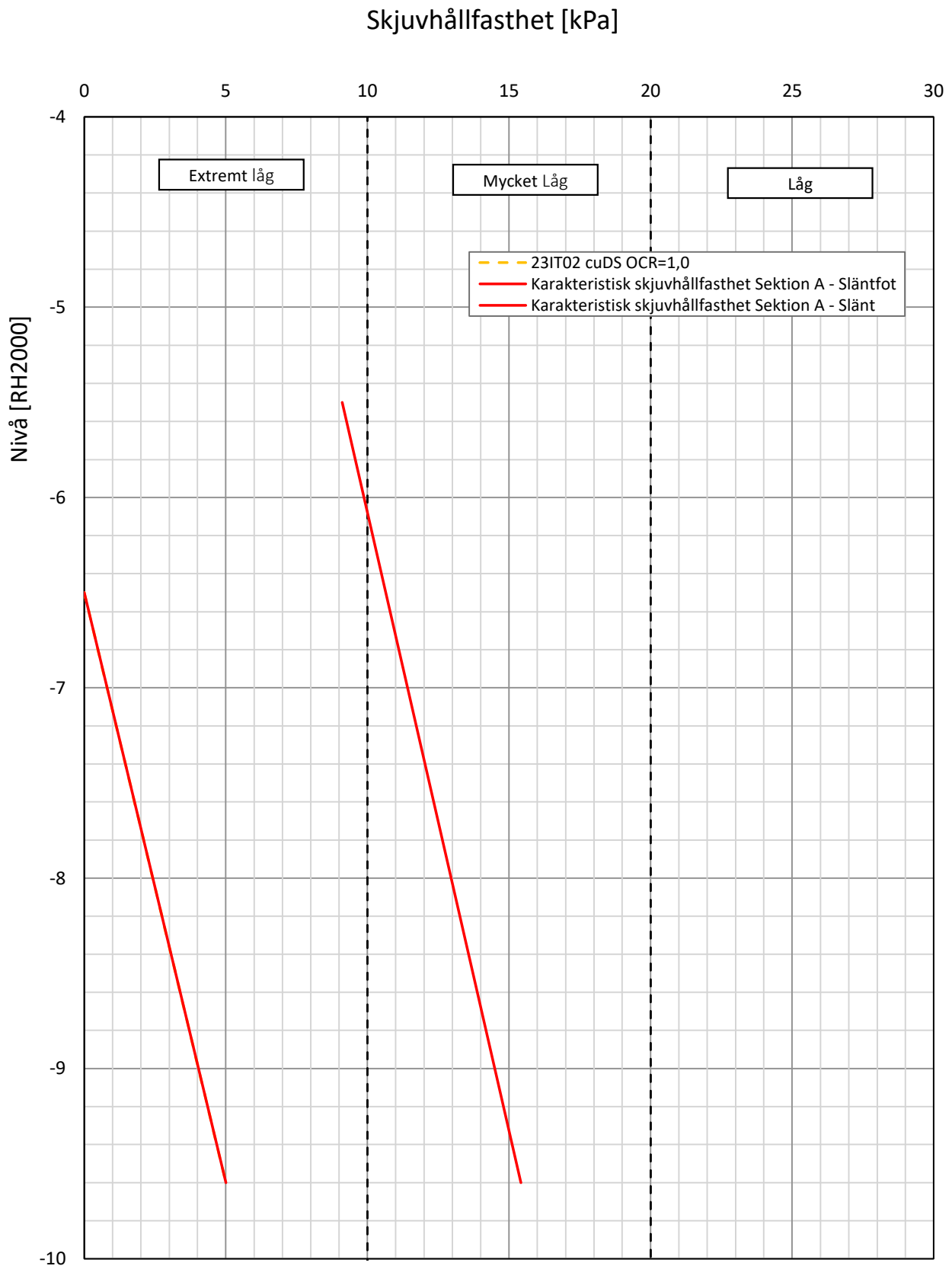
Bilaga 1	Valda värden
Bilaga 2	Planritning
Bilaga 3	Stabilitetsberäkningar



# Bilaga 1

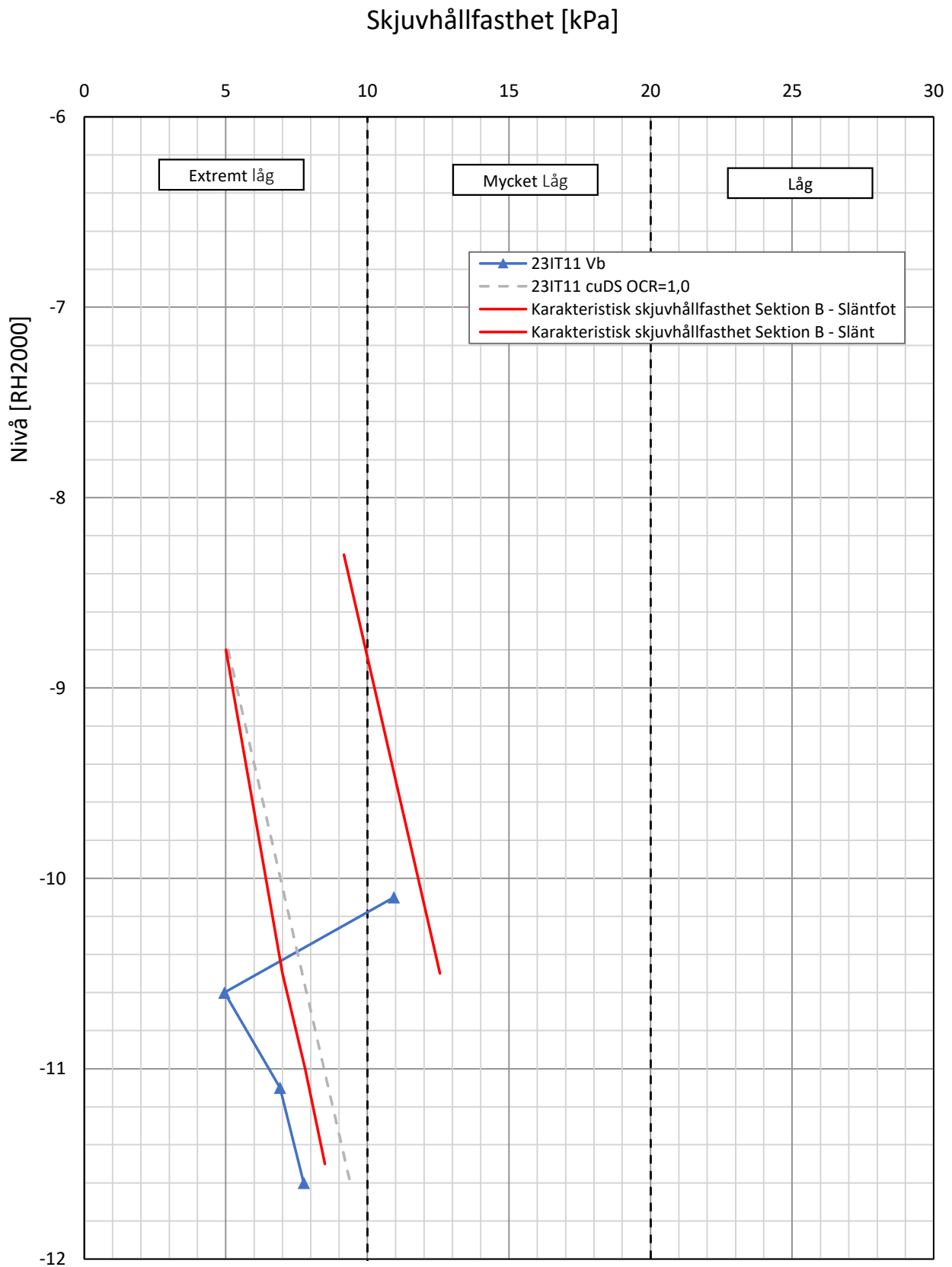
## Valda värden

Sektion A



\*Begrepp enl. EN ISO 14688-2:2004

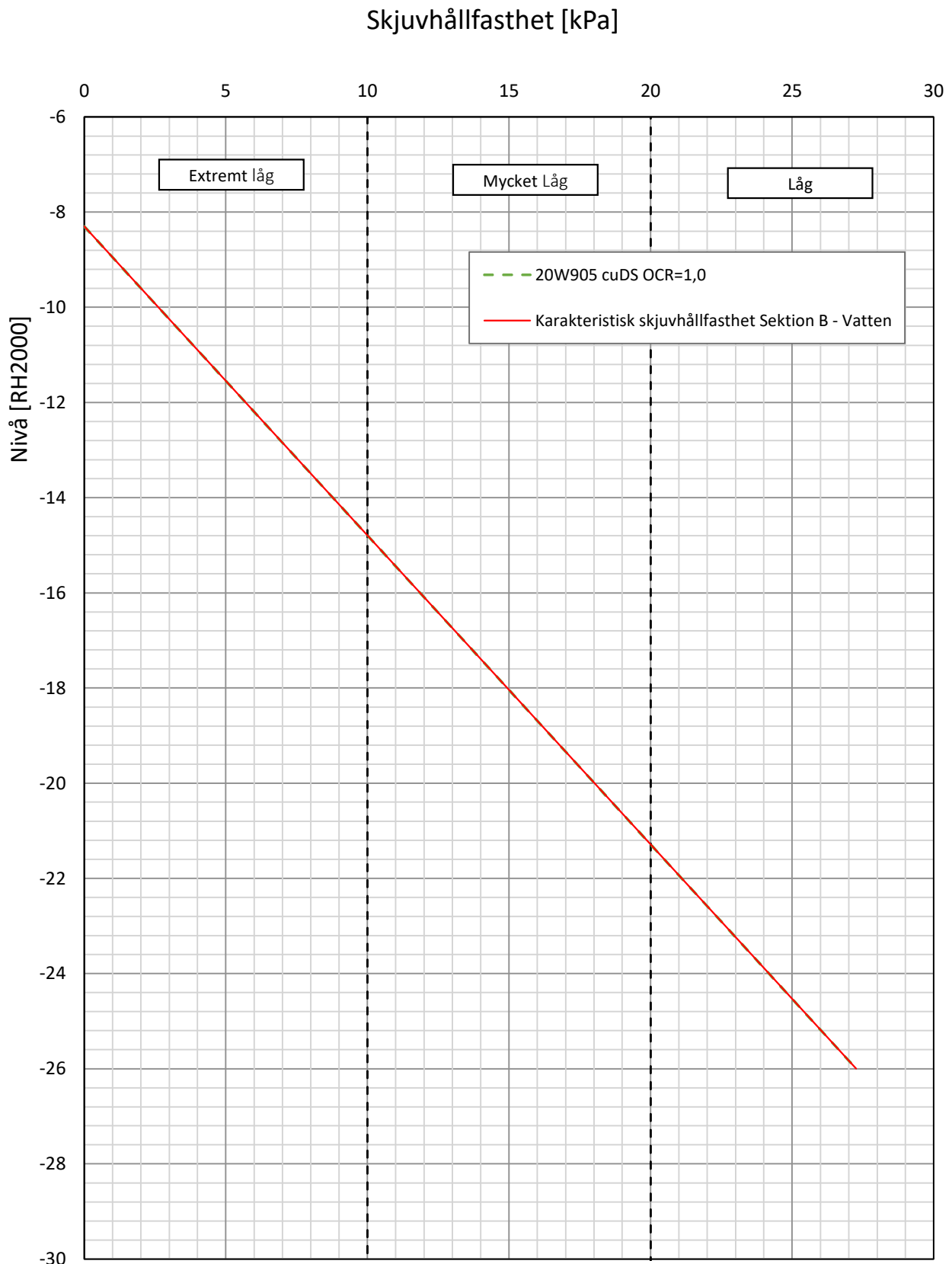
Sektion B



\*Begrepp enl. EN ISO 14688-2:2004



## Sektion B

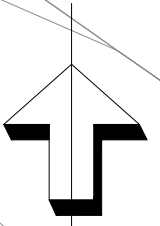
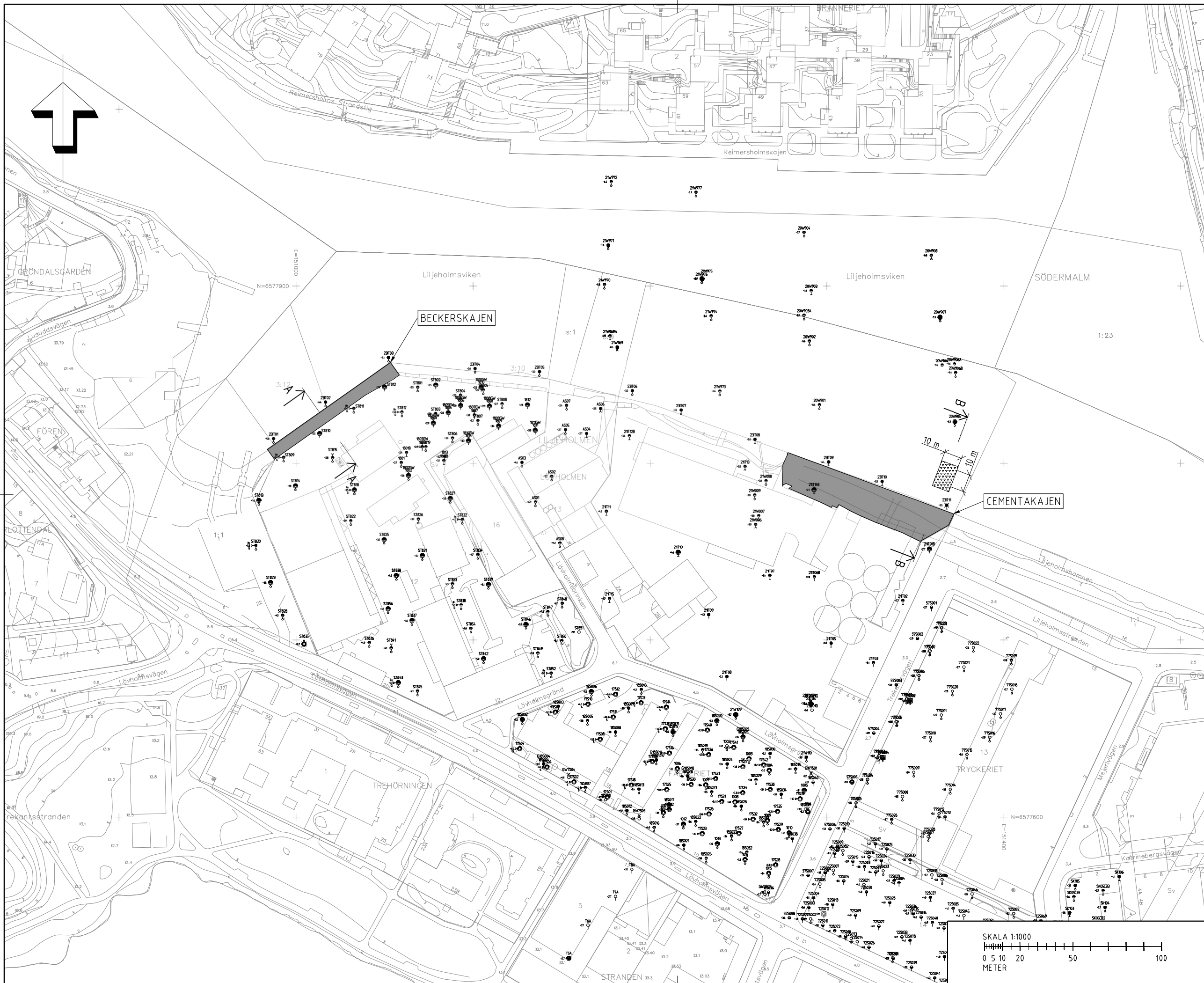


\*Begrepp enl. EN ISO 14688-2:2004

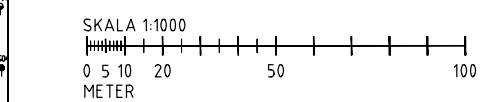


## Bilaga 2

### Planritning



- KOORDINATSYSTEM**  
SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 18 00  
SYSTEM I HÖJD: RH 2000
- HÄNVISNING**  
REDOVISNING:  
SE SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM FÖR  
GEOTEKNISKA UTREDNINGAR, VERSION  
2001:2. MED KOMPLETTERANDE  
BETECKNINGSBLAG DATERAT 2016-11-01.  
www.sgf.net.
- FÖRKLARINGAR**  
 LÄGE FÖR BERÄKNINGSSEKTION  
 TRYCKBANK
- TILLHÖRANDE RITNINGAR**



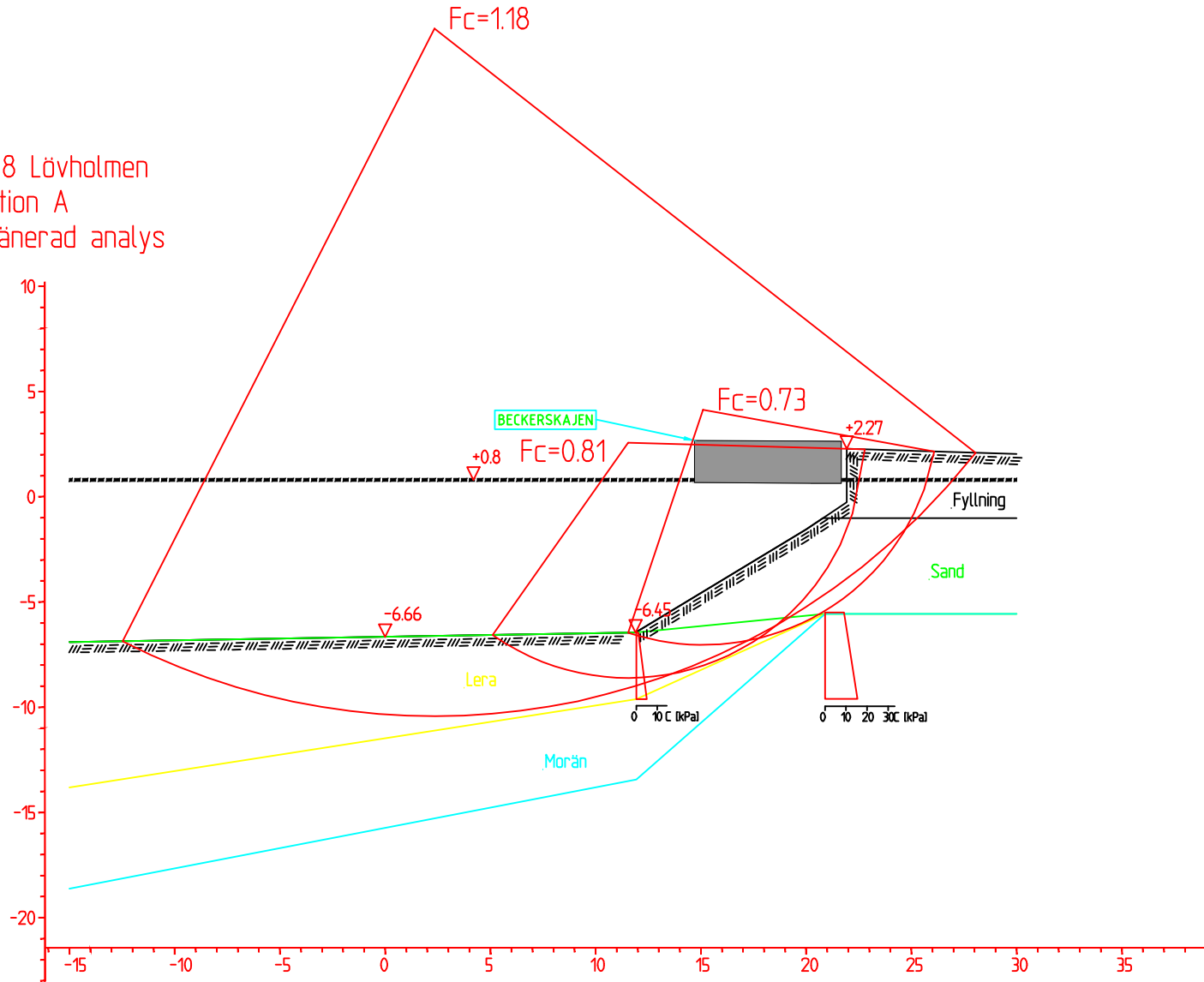
BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>BILAGA 2</b>				
6648 LÖVHOLMEN				
UPDRAG NR 6648	RITAD/KONSTR AV A. STENFORS	HANDLÄGGARE A. STENFORS		
DATUM	ANSVÄRIG S.L			
<b>BERÄKNINGSSEKTIONER</b>				
PLAN SKALA 1:1000(A1)	NUMMER <b>BLAD1</b>	BET		



## Bilaga 3

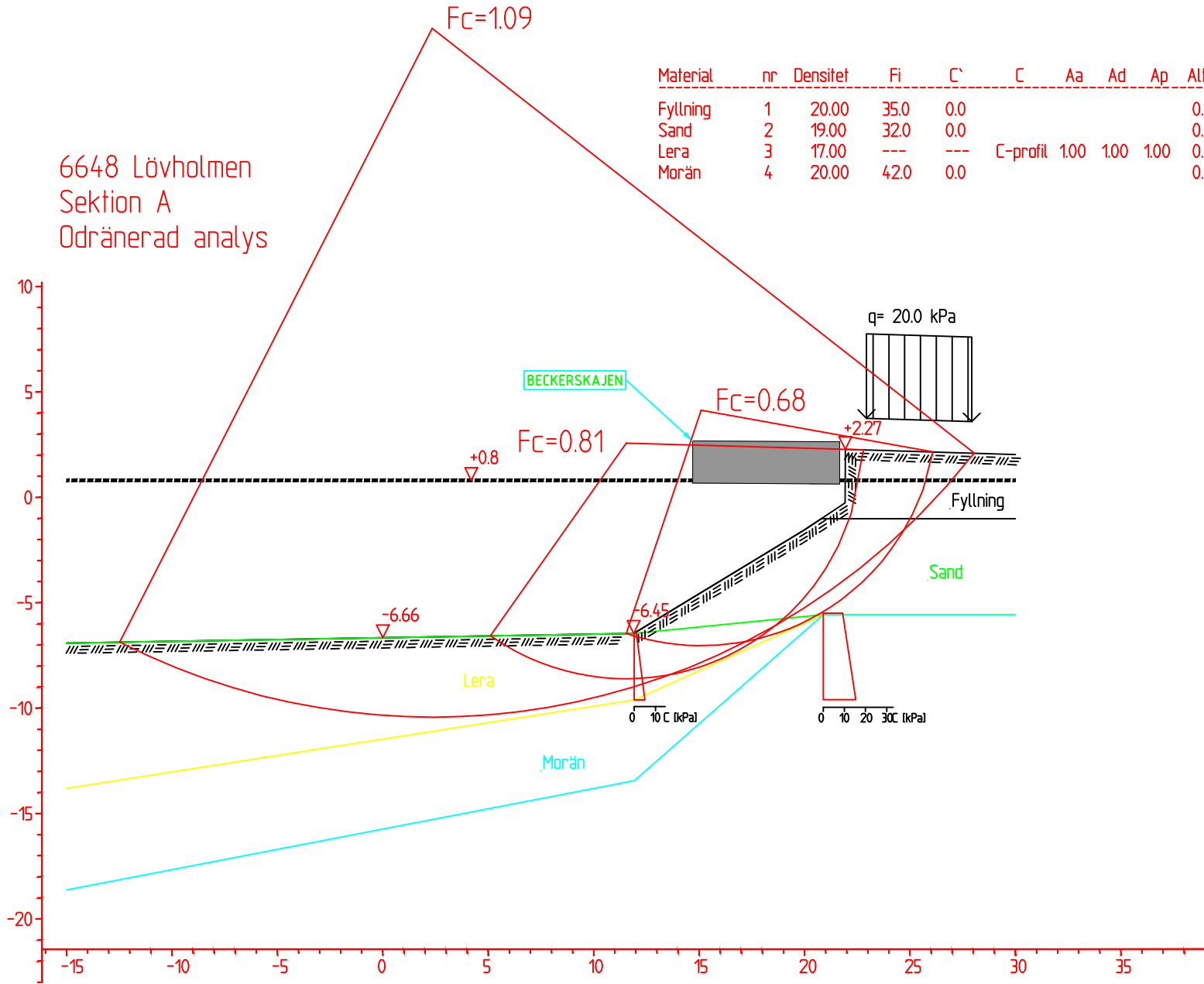
### Stabilitetsberäkningar

6648 Lövholmen  
Sektion A  
Odränerad analys

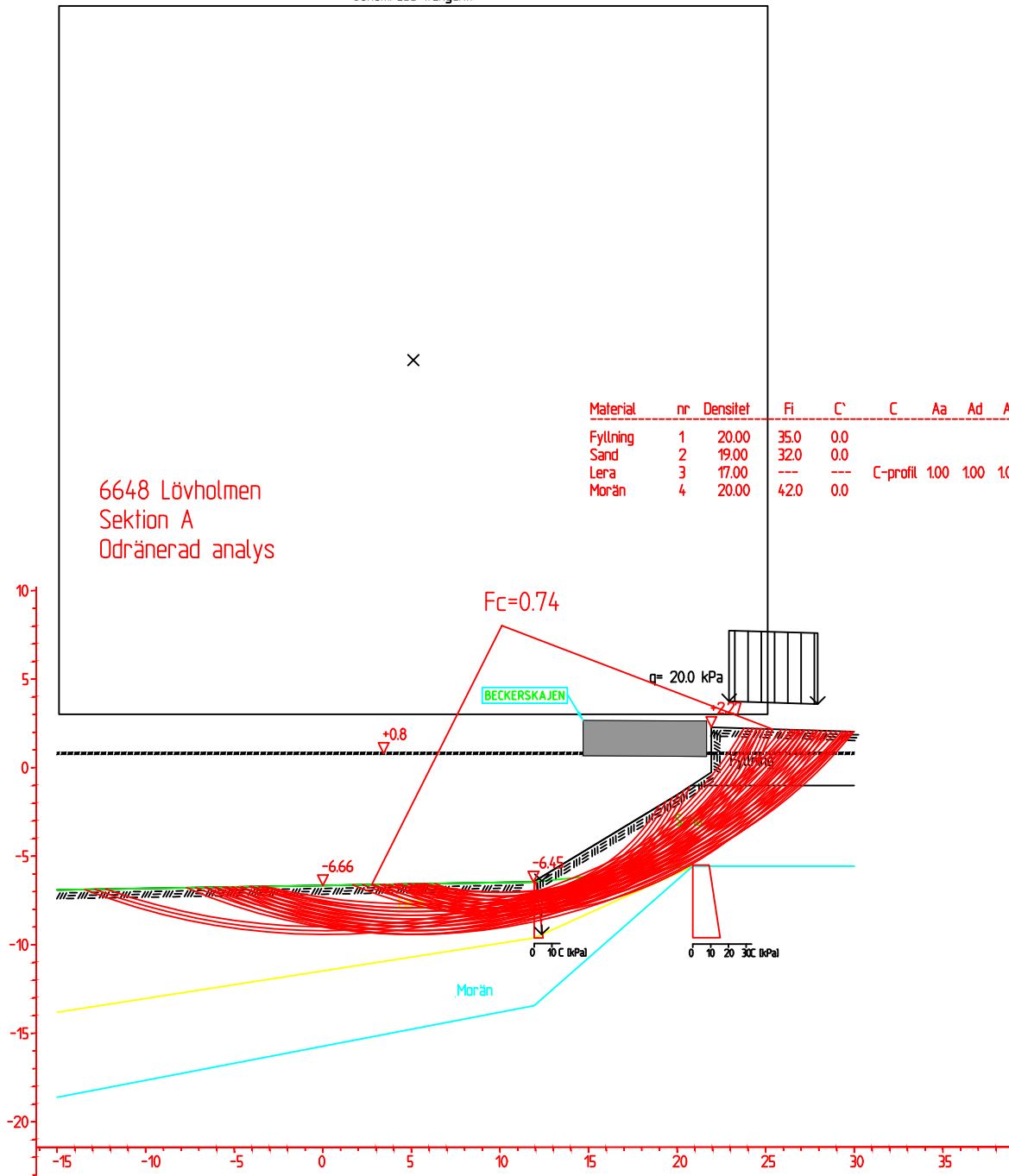


6648 Lövholmen  
Sektion A  
Odränerad analys

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Morän	4	20.00	42.0	0.0					0.00	0.00	0.00

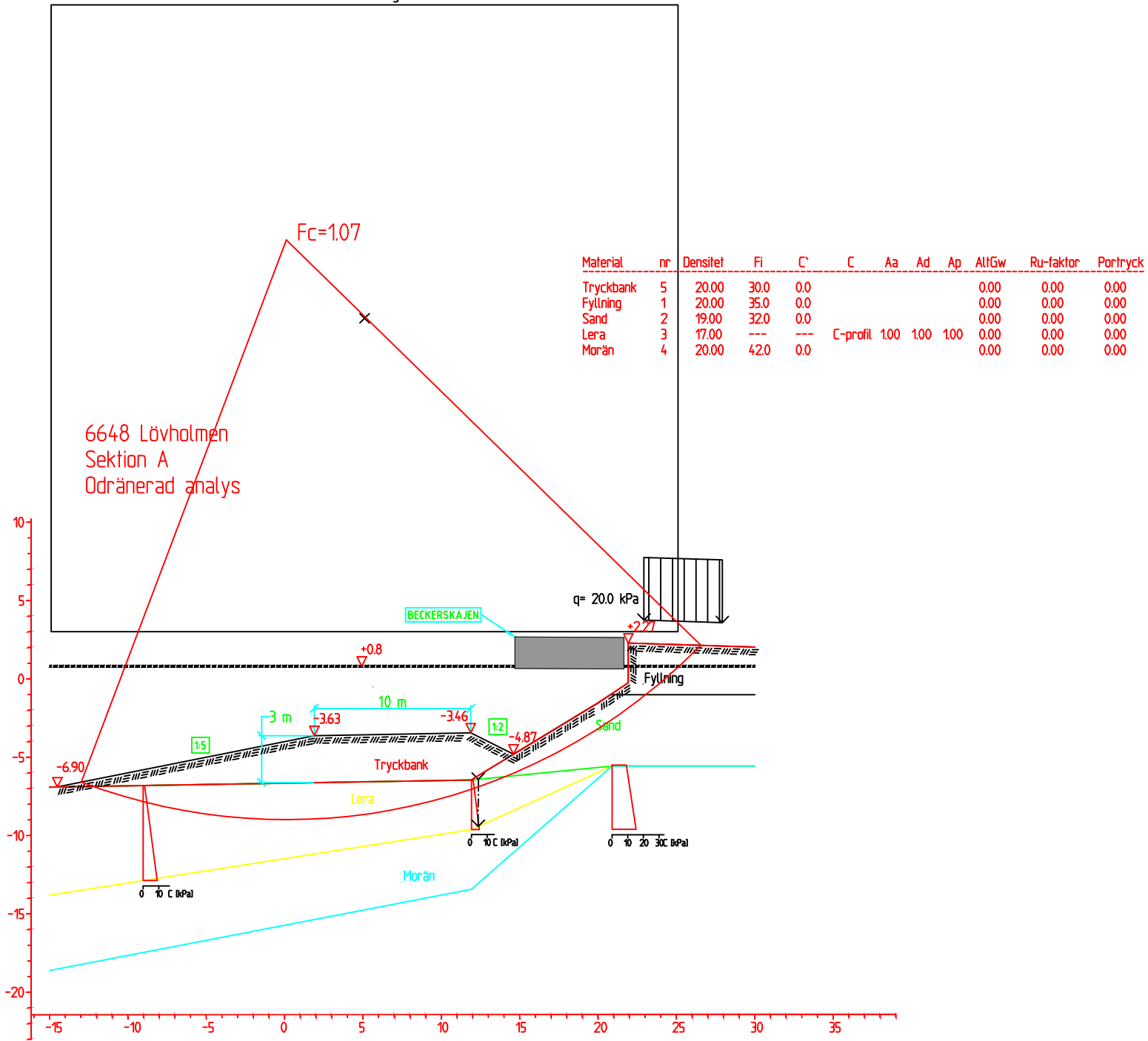


Sökområde (tangent)



Material	nr	Densitet	$F_i$	$C'$	$C$	$A_a$	$A_d$	$A_p$	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Morän	4	20.00	42.0	0.0					0.00	0.00	0.00

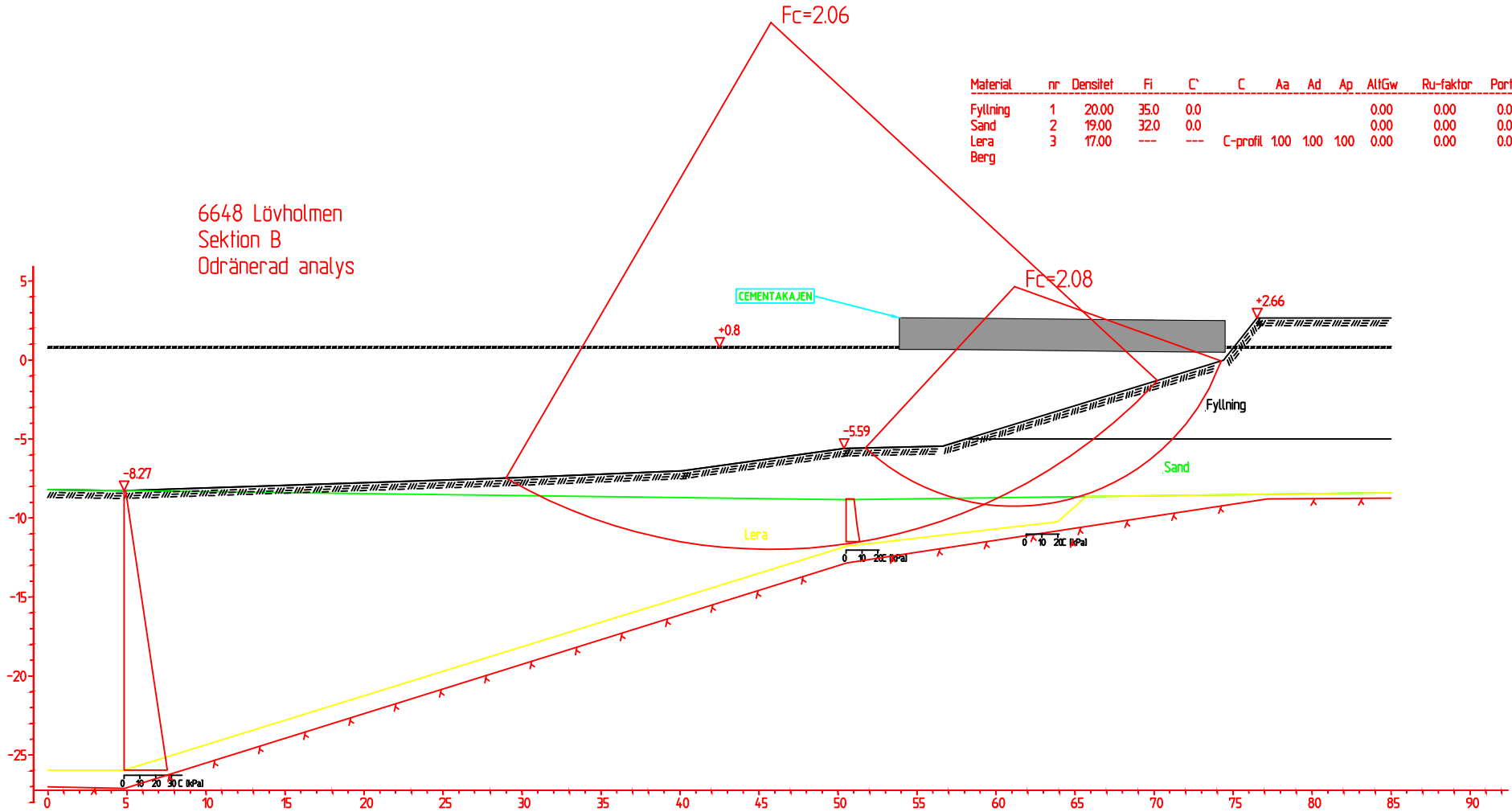
Sökområde (tangent)





6648 Lövholmen  
Sektion B  
Odränerad analys

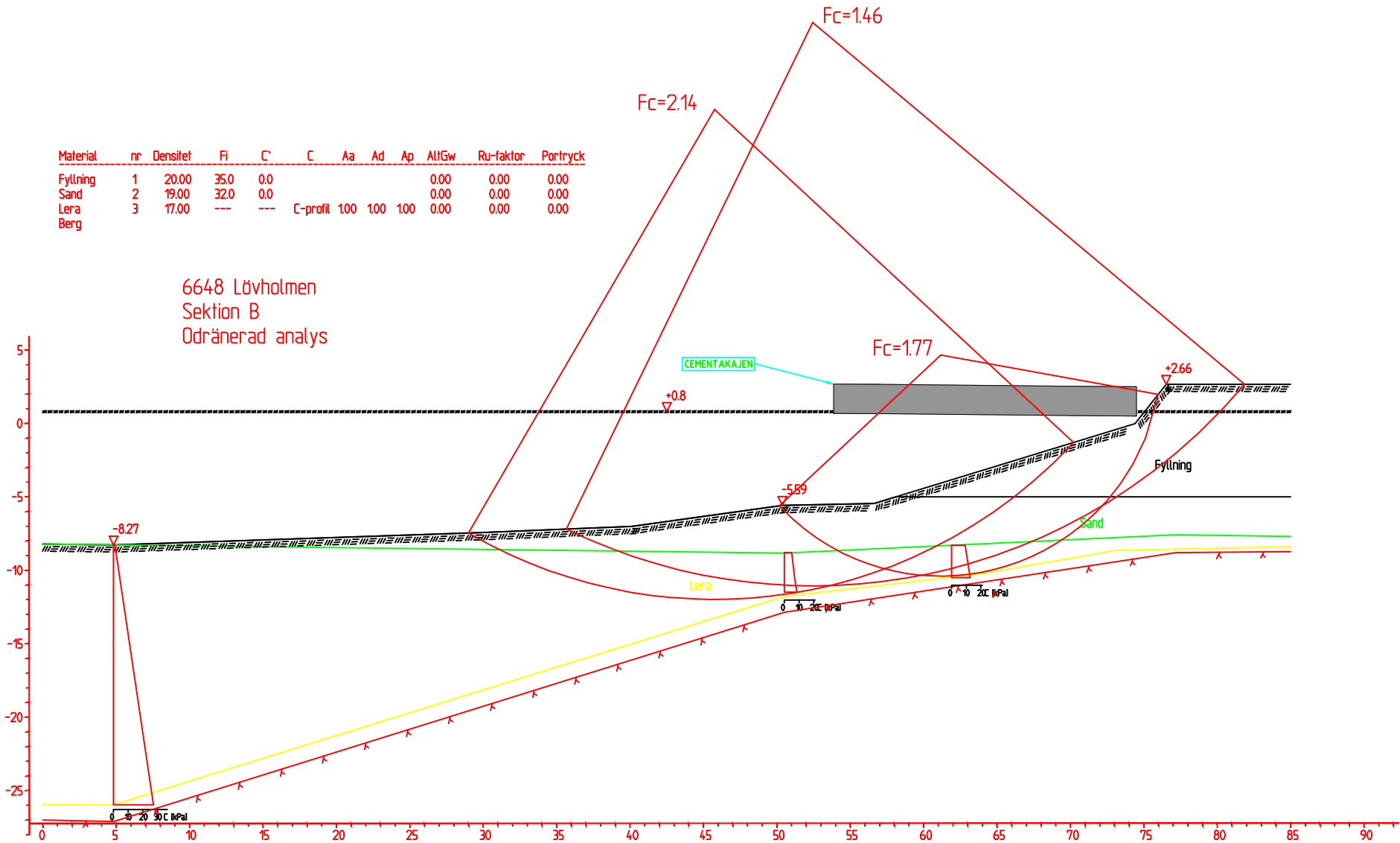
Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg											



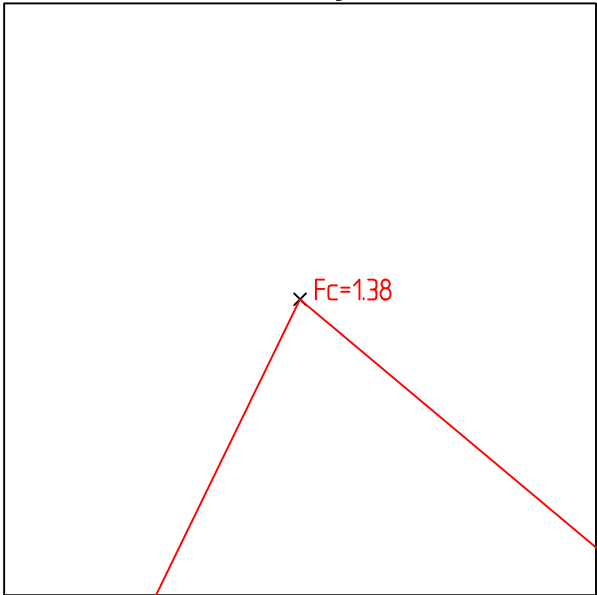


Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg											

6648 Lövholmen  
Sektion B  
Odränerad analys

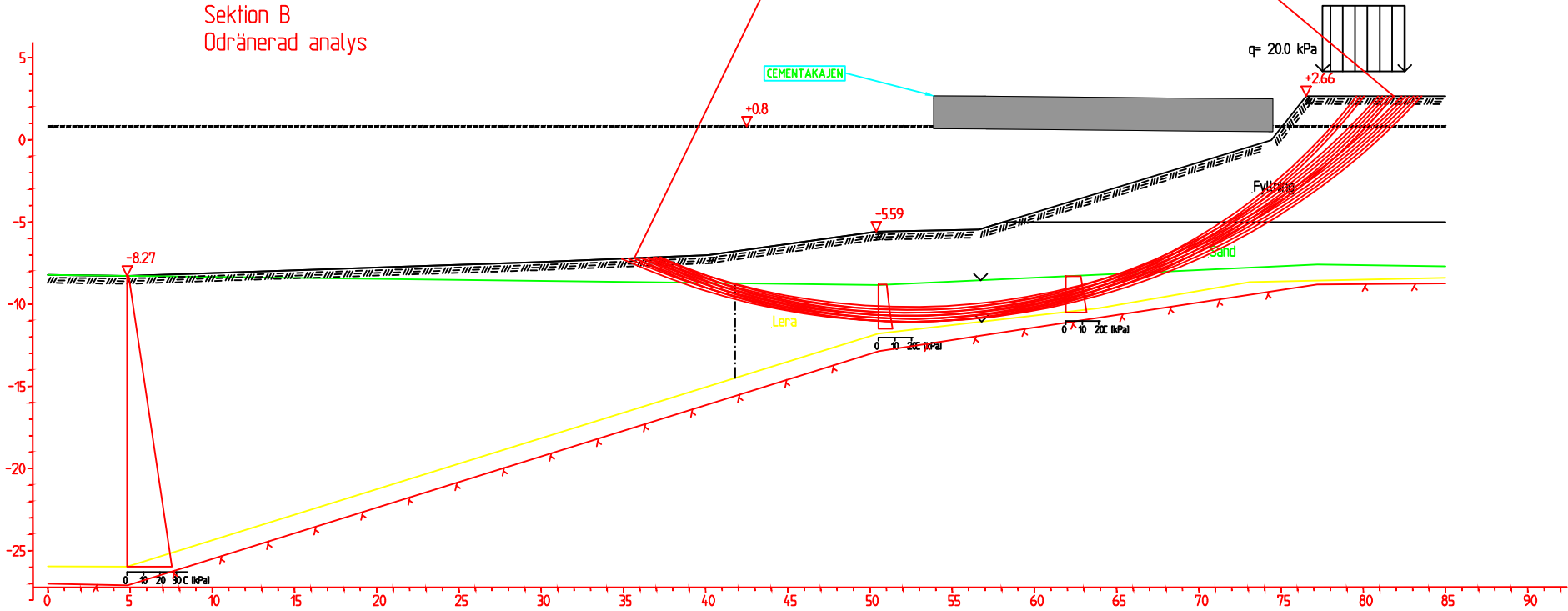


Sökstråle (tangens)



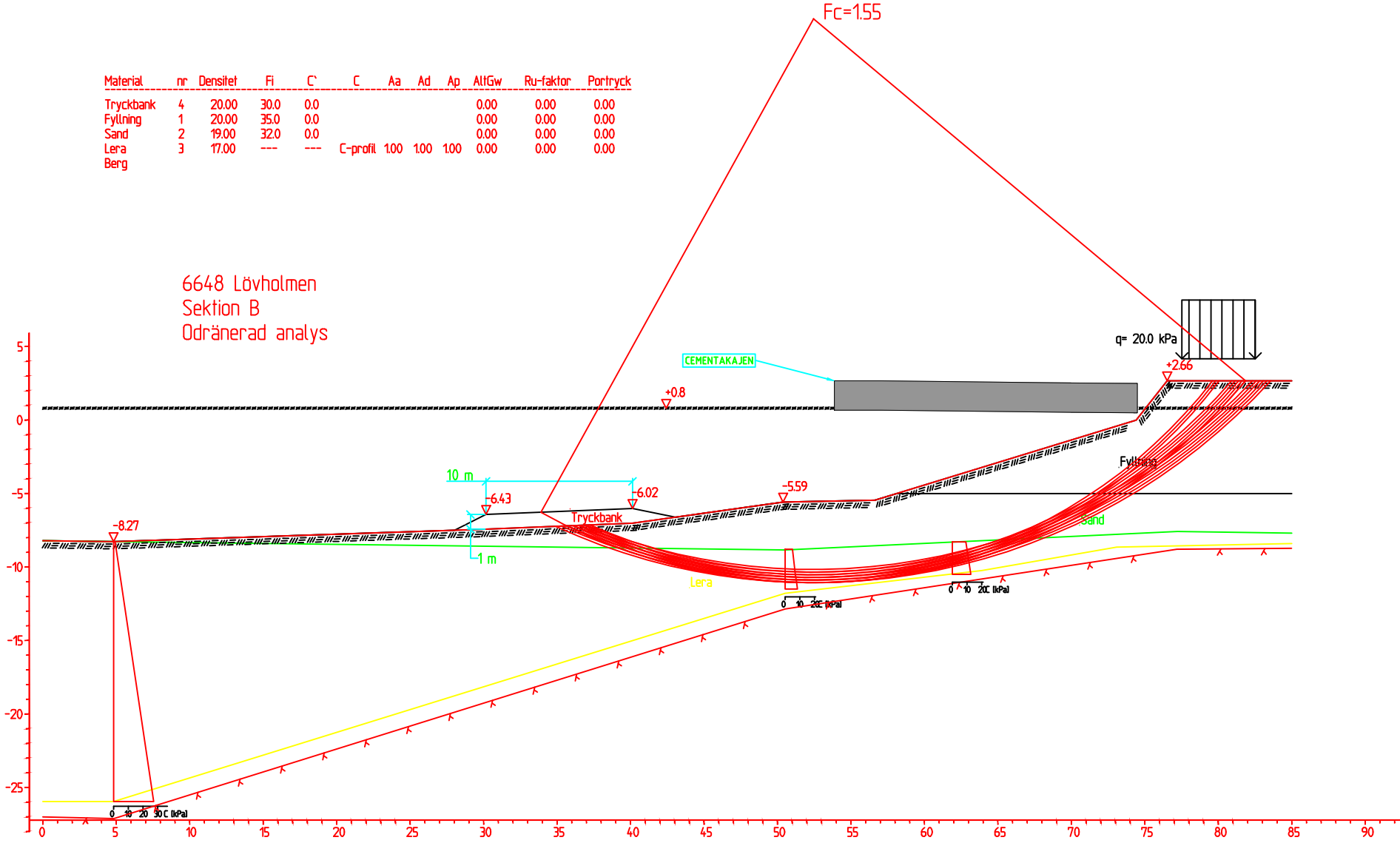
Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg											

6648 Lövholmen  
Sektion B  
Odränerad analys



Material	nr	Densitet	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AllGw	Ru-faktor	Portryck
Tryckbank	4	20.00	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg											

6648 Lövholmen  
Sektion B  
Odränerad analys



6648 Lövholmen  
Sektion B  
Odränerad analys

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-faktor	Portryck
Tryckbank	4	20.00	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Fyllning	1	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Sand	2	19.00	32.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Lera	3	17.00	---	---	C-profil	100	100	100	0.00	0.00	0.00
Berg											

