



## **MölnDala Fastighets AB**

### **PM beträffande släntstabiliteten utefter Mölndalsån inom Forsåker, Mölndals stad**

2014-09-30

C:\Users\A40672\Desktop\Forsaker\PM 13063 PM Forsaker.docx

Uppdragsnr: 587810  
GNR: 13063  
Datum: 2014-09-30

Släntstabilitet utefter Mölndalsån Forsäker  
PM

2 (13)



DOKUMENTINFORMATION	
Uppdrag	Forsäker, Mölndal släntstabilitet
Uppdragsnummer	
GNR	13063
Datum	2014-09-30
Revidering	

Beställare	MölnDala Fastighets AB
Beställarens referens	Torbjörn Jennerhed/Eva Edgren

Uppdragsledare	Roger Oscarsson Tfn. 010-505 47 73 mail. roger.oscarsson@afconsult.com	
Upprättad av	Roger Oscarsson	2014-09-30
Granskad av	Roger Oscarsson	2014-09-30



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>OBJEKT</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>SYFTE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TOPOGRAFI</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>SLÄNTSTABILITET</b>	<b>7</b>
6.1	Sektion 2 långsträckt sluttning	8
6.2	Sektion S1 – Slänt mot nordväst	9
6.3	Beräkningsresultat	10
<b>7</b>	<b>REKOMMENDATIONER OCH RESTRIKTIONER</b>	<b>11</b>
7.1	Stabilitet, åtgärder och restriktioner	11
7.1.1	Allmänt	11
7.1.2	Åtgärder	11
7.1.3	Erosionsskydd	13
7.1.4	Byggtrafik	13
7.2	Kompletterande undersökningar	13
<b>8</b>	<b>RITNINGAR</b>	<b>13</b>



## 1 Objekt

På uppdrag av MölnDala Fastighets AB har ÅF Infrastructure AB utfört en geoteknisk utredning inom Forsåker i Mölndals kommun inför kommande arbete med detaljplan.. Denna utredning har redovisats i ett geotekniskt PM medtillhörande Markteknisk undersökningsrapport, MUR/Geoteknik, daterad 2014-01-20.

## 2 Syfte

I denna PM behandlas särskilt släntstabiliteten inom området och risken för skred mot Mölndalsån. Vidare redovisas olika förslag till stabilitetshöjande åtgärder.

## 3 Topografi

Området utgörs av svagt sluttande mark mot väster från ett högre bergsparti i öster ned mot Mölndalsåns dalgång i väster. Markytan faller från +16 à +21 i öster vid Norra Forsåkersgatan ned mot Nämndemansgatan, Västkustbanan och E6 i väster, Vid Nämndemansgatan ligger markytan på nivån ca +5.



Figur 1. Planområdet

Området genomkorsas av Mölndalsån, som rinner i öst-västlig riktning, med dess utbyggda fors i nom den övre delen, Inom områdets nordöstra högre belägna delar är ån kulverterad och delvis överbyggd av fabrikslokaler. Inom den västra delen är åfårans branta erosionsslänter bevuxna med träd och buskar. Inom de centrala partierna har ån grävts om och ligger i en kanalliknande fåra.



Generellt har Mölndalsån skurit sig ner genom sedimenten och dess botten faller från nivån +12 till +7, i nordost uppströms den kulverterade delen, ned till ca +2 innan korsningen med Nämndemansgatan i väster, dvs nivåskillnaden mellan åbotten och angränsande markytor varierar mellan 4 och närmare 10m.

På åns södra sida består marken av till stora delar relativt jungfrulig gräsbevuxen mark. På åns nordvästra sida består området av hårt exploaterad industrimark, själva fabriksområdet, och stora terrasseringsarbeten har utförts genom åren, såväl utfyllnader som avschaktning. Inom fabriksområdet varierar marknivåerna mellan ca +5 - +9, d.v.s. marken ligger upptill ca 8 m under angränsande ursprungliga marknivåer i norr.

## 4 Geotekniska förhållanden

Från berg i dagen i öster ökar jorddjupet åt väster och uppgår där till över 50 m.

Inom stora delar av området finns utfylld jord av skiftande beskaffenhet och mäktighet.

De naturliga jordlagren består överst av 1 till 4 m svämsediment, i huvudsak siltig sand med en avtagande mäktighet åt söder. Under svämsedimenten finns lera med varierande mäktighet som vilar på ett tunt lager friktionsjord på berg. I södra delen, där ytliga svämsediment saknas är leran överst utbildad som torrskorpa.

Inom Mölndalsån övre delar saknas sannolikt leran i anslutning till ravinbotten, och berg i dagen framträder eftersom ån har eroderat sig ner genom jordlagren..

Den sydliga begränsningen för område med svämsediment samt nivån för lerans underkant visas på ritning nr 13063-G21. Sektioner med tolkade jordlagerföljd visas i sektion 2 respektive sektion 3 på ritning 13063-G31.

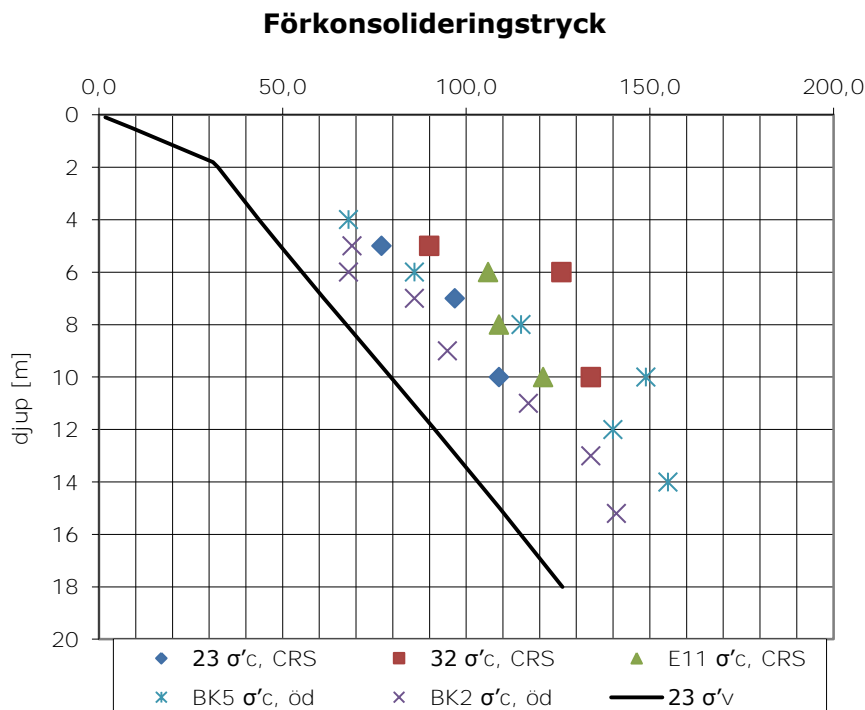
### *Lerlagrens egenskaper*

Vattenkvoten och konflytgränsen varierar mellan 55 och 80 % Dess densitet ökar från ca 1,55 kN/m<sup>3</sup> inom lerlagrets övre delar till ca 1,70 kN/m<sup>3</sup> på ca 18 meters djup.

Sensitiviteten i leran varierar mellan 12 och 138. Det höga värdet för sensitiviteten är uppmätt i undersökningspunkt 32. De låga värdena och ringa tillväxten på registrerat neddrivningsmotstånd i trycksonderingsdiagrammen indikerar även att det finns ett större sammanhängande område med högsensitiv lera eller kvicklera inom den östra höglänta delen av området.

Enligt utförda undersökningar varierar den odränerade skjuvhållfastheten inom området både i plan och med djupet. Den uppgår till mellan 13 och 22 kPa i de övre lerlagren och ökar därunder med djupet.

Utförda kompressionsförsök visar att leran är normalt till svagt överkonsoliderad med en OCR på ca 1,3–1,5. Något högre överkonsolideringsgrad, OCR, kan förväntas inom de högre belägna östra delarna (jfr pkt 32), inom ravinområdet samt inom avschaktade områden.



Figur 2. Uppmätt överkonsolideringstryck samt vertikalt överlagringstryck i undersökningsspunkt 23 (Undersökningsspunkt nr BK5 ligger i ravinområdet och ska utvärderas motsvarande en markyta ca 4 meter högre än dess nuvarande)

## 5 Hydrogeologiska förhållanden

I området är portrycket i leran uppmätt på tre nivåer i undersökningsspunkt PW23. Portrycket i friktionsjorden under leran är uppmätt dels via öppna grundvattenrör i undersökningsspunkter GW40 samt GW21, dels via stabiliserat portryck uppmätt i samband med CPT sondering i undersökningsspunkter 32 och D2. En eventuell fri grundvattenyta har även uppmätts i skruvprovtagningshålen.

Grundvattenytan i det övre magasinet bedöms ligga i nivå med torrskorpans underkant ca 1,5-3 m under markytan.

Portrycket i leran uppmätt i undersökningsspunkt 23 i sydvästra delen av området visar i stort en hydrostatisk tryckfördelning mot djupet från nivån ca +6 d.v.s. ca 1,5 m under markytan.

Trycket i friktionsjorden under leran i den sydöstra delen av området, GW21; visar på en trycknivå på +14 (motsvarande ca 1 m under markytan). I den nordöstra delen av området, GW40, ligger trycket i friktionsjorden på nivån +9,2 (9,4 m under my) vilket kan indikera att friktionslagret i den norra delen, åtminstone delvis, kommunicerar med (är dränerat mot) Mölndalsån.

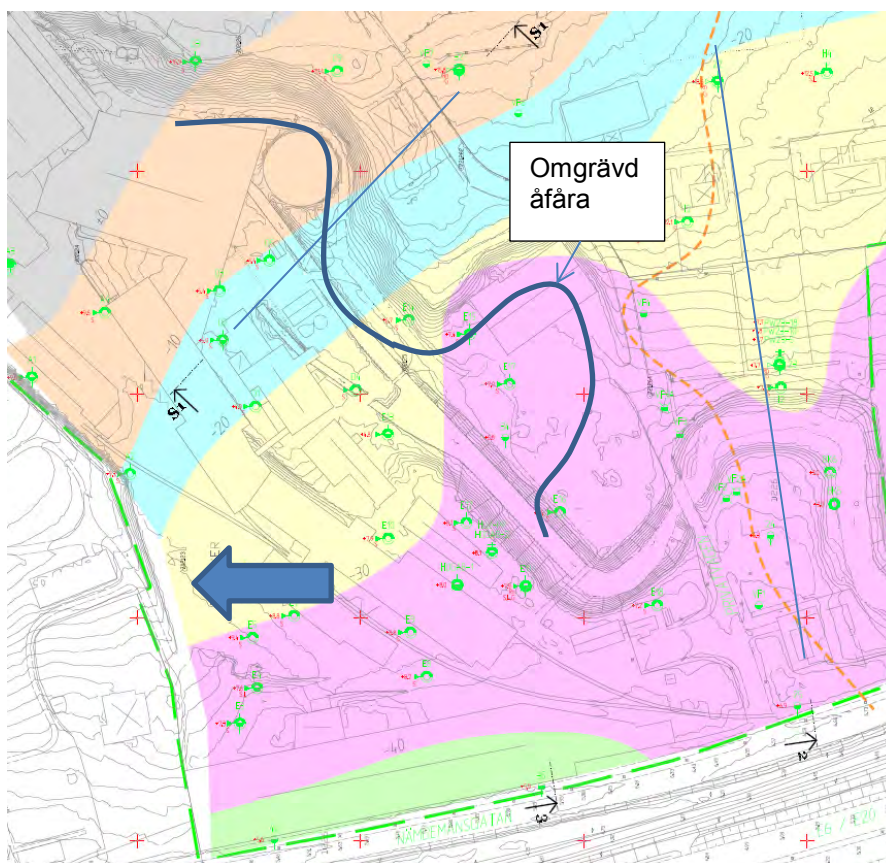


## 6 Släntstabilitet

Stabilitetsberäkningar har utförts med programmet Geosuite Stability i både odränerad och kombinerad analys med beräkningsmetoden Beast 2003. Analys är utförd m.a.p. cirkulärcylindriska glidytor med karakteristiska värden enligt IEG rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar".

För att ett område ska klassas som stabilt för planläggning enligt IEG:s Rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar" erfordras att erhållen säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott ska uppnå  $F_c = 1,7 - 1,5$  och  $F_{komb} = 1,5 - 1,4$  för en detaljerad utredning. P.g.a. osäkerhet i modellens geometri, till exempel markytans nivåer och åfårans utformning samt risk för erosion och förekomst av kvicklera bedöms att  $F_c$  och  $F_{komb}$  bör ligga i den övre delen av det angivna spannet, således har lägst godtagbara säkerhetsfaktorer för beräkningarna valts till  $F_c = 1,65$  och  $F_{komb} = 1,50$ .

Två sektioner har valts för stabilitetskontroll, sektion 2 och sektion S1, se nedan figur 6.1 samt bifogad planritning 13063-G21, Sektion 2 representerar en långsträckt svagt sluttande markyta ned mot Mölndalsån och sektion S1 representerar en brant erosionslänt ned mot ån samt med delvis omgrävd åfåra.



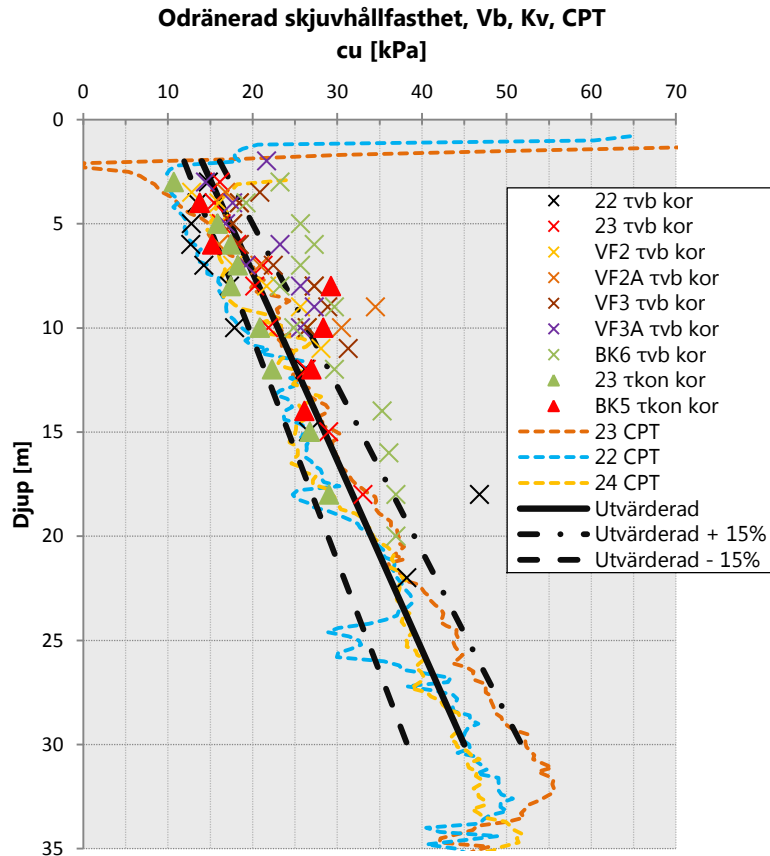
Figur 6.1 Beräkningssektioner plan

Bottennivån för Mölndalsån har antagits vara belägen på ca nivå +2 i båda sektionerna.



## 6.1 Sektion 2 långsträckt sluttning

Sektion 2 representerar en långsträckt slänt i östvästlig riktning ned mot Mölndalsåns åfåra, se figur 6.4. Den odränerade skjuvhållfastheten ökar mot djupet. markytan, se figur 6.2.



Figur 6.2 Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet för sektion 2

Tabell 6.1 Karakteristiska värden för materialparametrar för sektion 2

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [ $kN/m^3$ ]
Karakteristiskt värde		
Torrskorpa	Odränerad $c_{uk}=50$ kPa	$\gamma_k = 17$ $\gamma'_k = 7$
	Dränerad $\bar{c}' = 0,1 \times \bar{c}_u$	
Lera	Odränerad $d > 2$ m $c_{uk}=14+1,1d$ kPa	$\gamma_k = 16$ $\gamma'_k = 6$
	Dränerad $\bar{c}' = 0,1 \times \bar{c}_u$	
Friktionsmaterial	Dränerad $\phi' = 35^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 10$

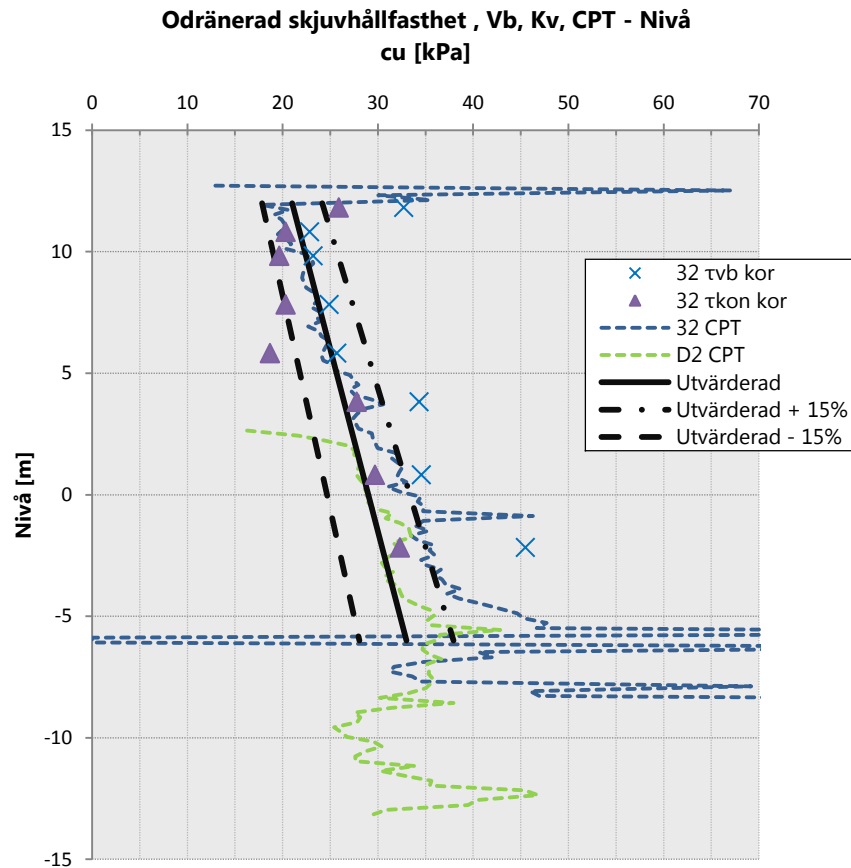




## 6.2 Sektion S1 – Slänt mot nordväst

Sektion S1 representerar en brant erosionslänt ned mot Mölndalsåns åfåra och det i huvudsak utfyllda planet närmast öster om, se figur 6.5 nedan. Den odränerade skjuvhållfastheten redovisas relativt nivå, se figur 6.3.

Planet mellan släntfot och ån ligger på +7 á +8. Släntkrönets nivå stiger från +12 till ca+17, där de högre nivåerna gäller för sektioner uppströms i ån. Mölndalsån ligger i en trågformad kanal på denna sträcka.



Figur 6.3 Utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet för sektion S1

Tabell 6.2 Dimensionerande värden för materialparametrar för sektion S1

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m <sup>3</sup> ]
	<b>Karakteristiskt värde</b>	
Fyllning	Dränerad $\phi' = 28^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 10$
Lera	Odränerad $z < 12$ m $c_{uk} = 21 + 0,7z$ kPa  Dränerad $\bar{c}' = 0,1 \times \bar{c}_u$	$\gamma_k = 16$ $\gamma'_k = 6$
Friktionsmaterial	Dränerad $\phi' = 35^\circ$	$\gamma_k = 18$ $\gamma'_k = 10$

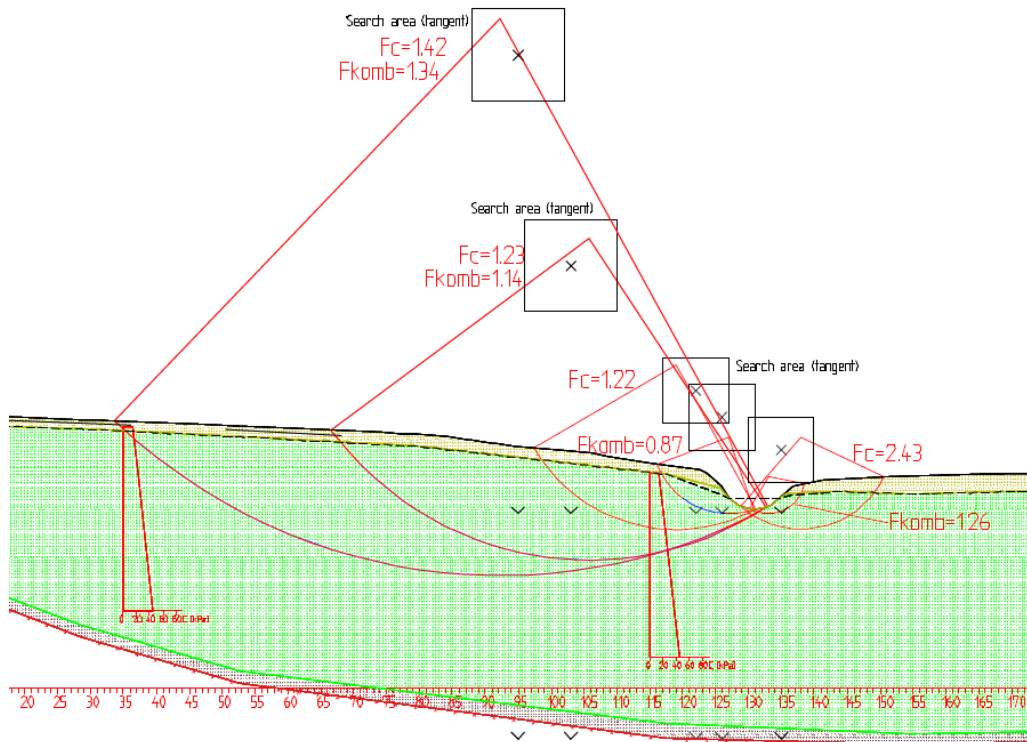


### 6.3 Beräkningsresultat

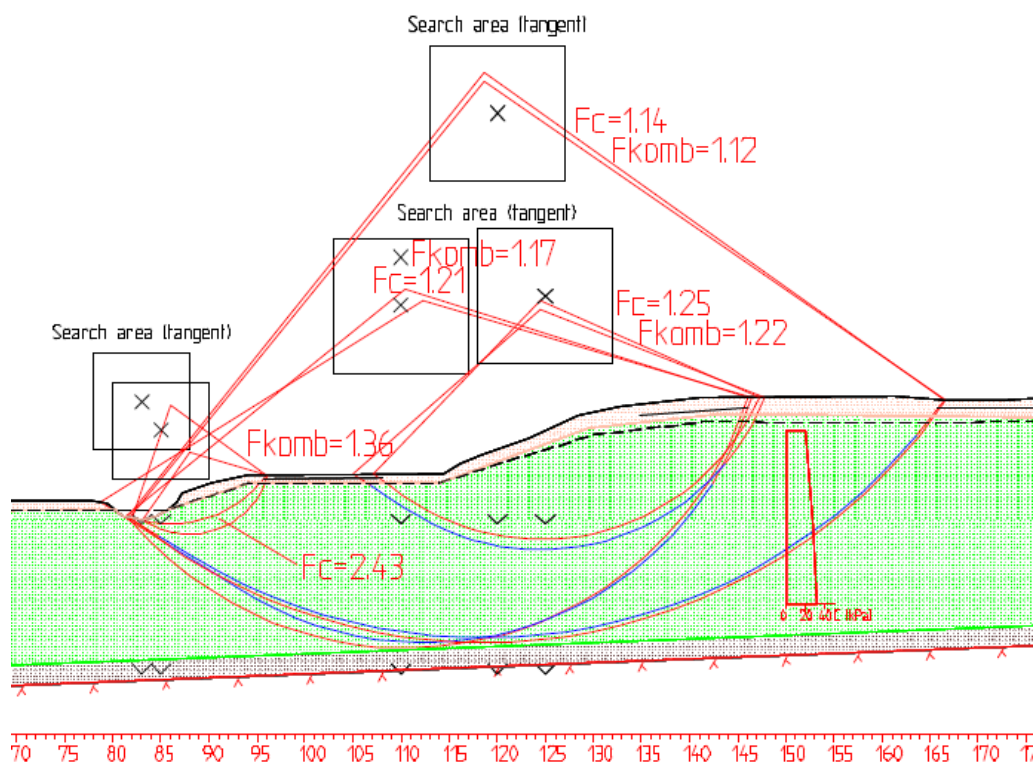
I tabell 6.3 amt figur 6.4 och 6.5 nedan presenteras resultaten från de utförda beräkningarna.

Tabell 6.3 Beräkningsresultat

Beräkning	Säkerhetsfaktor	Figur
Sektion 2 Kort glidyta, mot väster	Odränerad analys $F_c = 1,22$ Kombinerad analys $F_{komb} = 0,87$	6,4
Sektion 2 Medellång glidyta, mot väster	Odränerad analys $F_c = 1,23$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,14$	6.4
Sektion 2 Lång glidyta, mot väster	Odränerad analys $F_c = 1,42$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,34$	6.4
Sektion S1 Kort glidyta, vid ån	Odränerad analys $F_c = 2,43$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,36$	6.5
Sektion S1 Lokal glidyta, vid slänt	Odränerad analys $F_c = 1,25$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,22$	6.5
Sektion S1 Medellång glidyta,	Odränerad analys $F_c = 1,21$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,17$	6,5
Sektion S1 Lång glidyta,	Odränerad analys $F_c = 1,14$ Kombinerad analys $F_{komb} = 1,12$	6.5



Figur 6.4 Beräkningsresultat Sektion 2



Figur 6.5 Beräkningsresultat Sektion S1

Beräkningarna visar att säkerheten mot skred inte är tillfredställande vid en tillståndsbedomning av befintliga förhållanden. Detta innebär att åtgärder krävs såväl i dagsläget som i samband med en nyexploatering av området. Speciellt med tanke på att det finns kvicklera i området bör en kompletterande/fördjupad utredning utföras.

## 7 Rekommendationer och restriktioner

### 7.1 Stabilitet, åtgärder och restriktioner

#### 7.1.1 Allmänt

**Den beräknade släntstabiliteten för befintliga slänter har befunnits vara otillfredsställande, vilket innebär att stabilitetshöjande åtgärder måste vidtas inför och i samband med områdets nyexploatering.**

För att i detalj bestämma/optimera vilka åtgärder som krävs kan kompletterande undersökningar behövas utföras och utredningsarbetet fördjupas.

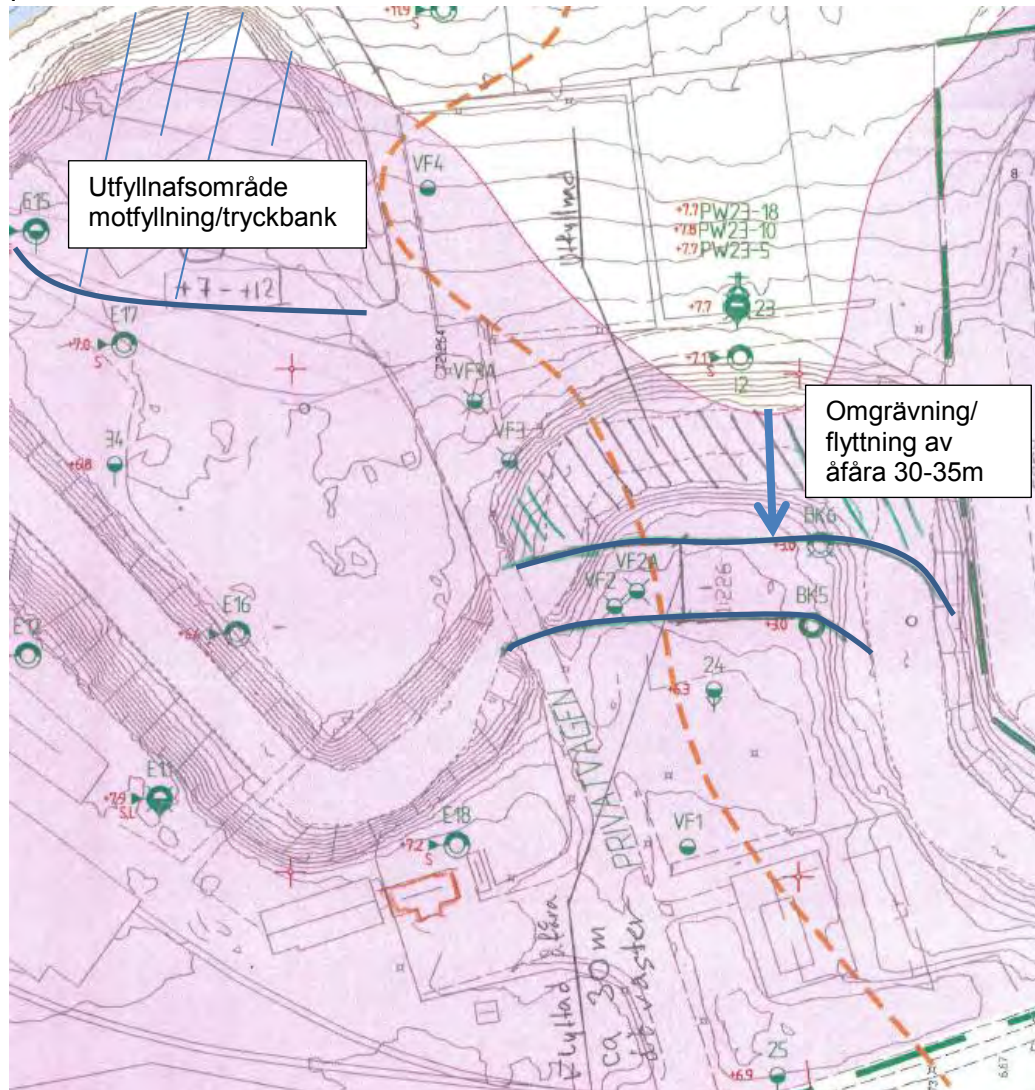
#### 7.1.2 Åtgärder.

För fortsatt planering föreslås att man som första åtgärd, undersöker möjligheten att flytta befintlig å-fåra åt väster i enlighet med nedanstående planskiss, figur 7.1, och tillhörande beräkningssektion, figur 7.2. Därigenom kan tillräcklig säkerhet mot skred erhållas för markområdena öster om ån. En omgrävning av ån bedöms vara den tekniskt och ur säkerhetssynpunkt mest effektiva metoden. Dessutom bedöms den vara den mest kostnadseffektiva åtgärden.

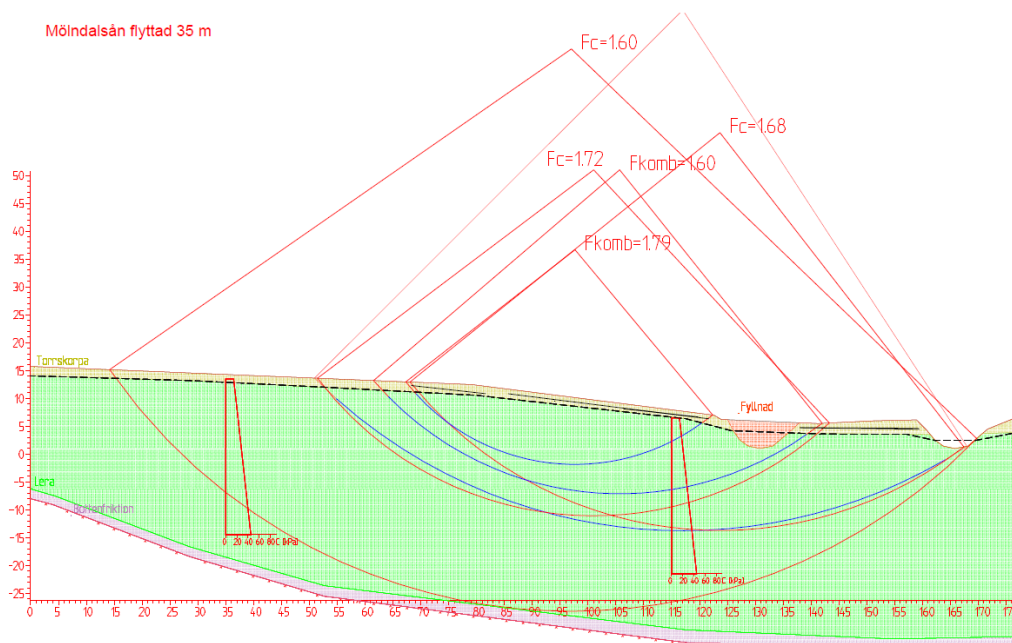


Kompletterande åtgärder kan även vara avschaktning av släntkrön och/eller markförstärkning med KC-pelare,

Längs slänten mot nordväst, se sektion S1, krävs även åtgärder. Troligtvis kan det bli aktuellt med en kombination av åtgärder, såsom avschaktning av släntkrön, utfläckning av slänter samt motfyllning vid slänftot, såsom visas nedan i sektion i figur 7.1.



Figur 7.1 Föreslagen omgrävning av Mölndalsåns fåra



Figur 7.2 Sektion 2 Kontrollberäkning efter omgrävning av Mölndalsåns fåra

### 7.1.3 Erosionsskydd

Behovet av kompletterande erosionsskydd i Mölndalsåns slänt bör även ses över.

### 7.1.4 Byggtrafik

Ur stabilitetssynpunkt kan byggtrafik i samband med rivningsarbeten ske på Mölndalsåns norra sida samt inom den låglänta strandremsan på åns södra sida utan restriktioner.

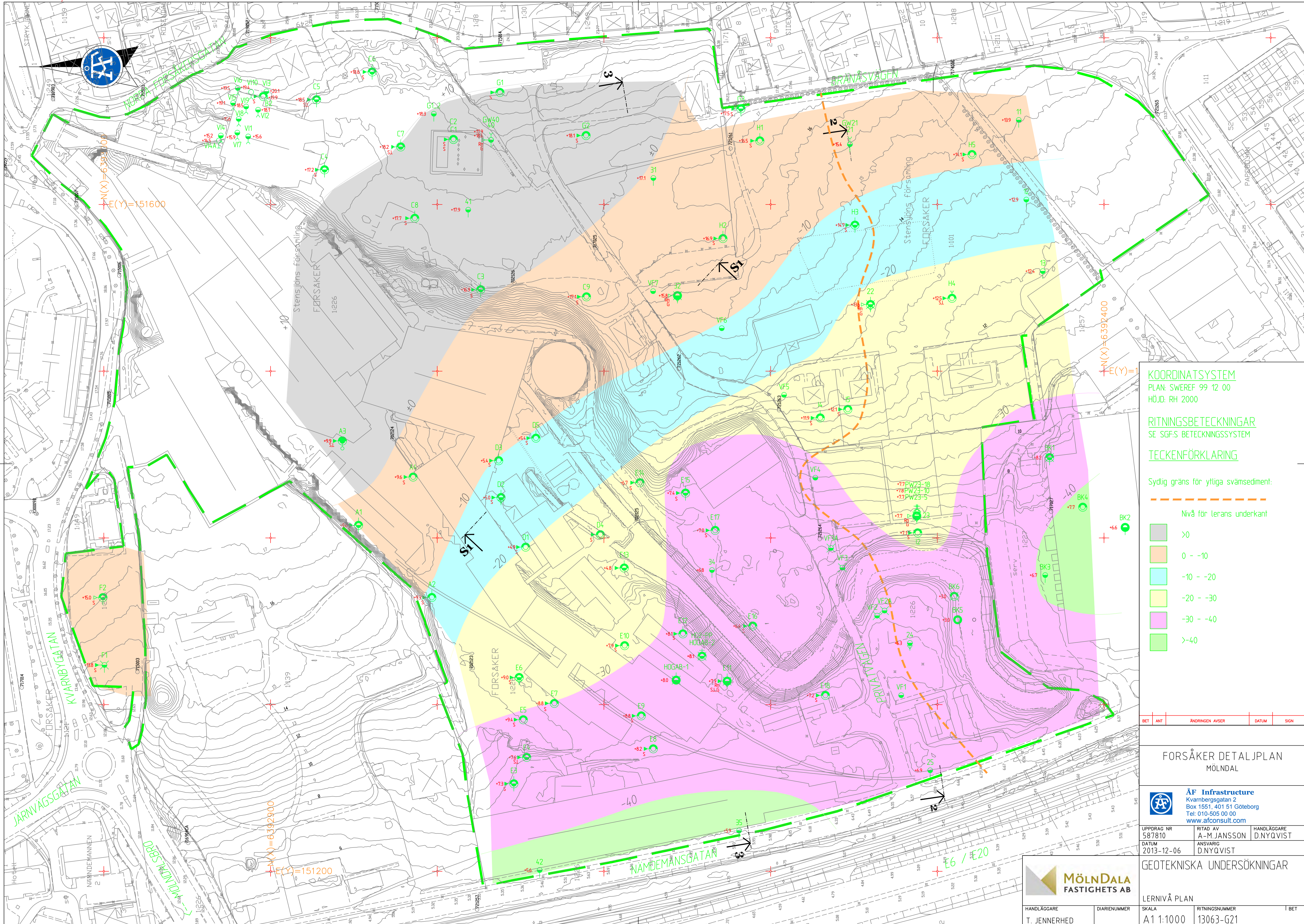
Trafik inom den högre belägna södra delen bör inte framföras närmare släntrönn än 30 m. Därför är det lämpligt att utföra den planerade motfyllnaden/tryckbanken redovsad ovan i figur 7.1, innan denna del av befintlig väg utnyttjas i allt för stor utsträckning

## 7.2 Kompletterande undersökningar

För att i detalj bestämma omfattning på erforderliga stabilitetsåtgärder i samband med fortsatt planarbete rekommenderas att kompletterande geotekniska undersökningar utförs bl. a för att bestämma utbredningen av område med kvicklera samt kontroinllmätning av slänter och åfåra i kritiska snitt.

## 8 Ritningar

- 13063-G21 Plan, nivå underkant lera
- 13063-G31 Sektion, tolkade jordlager



KOORDINATSYSTEM  
 PLAN: SWEREF 99 12 00  
 HÖJD: RH 2000

RITNINGSBETECKNINGAR  
 SE SGF-S BETECKNINGSSYSTEM

TECKENFÖRKLARING

Sydlig gräns för ytliga svämsediment:  
 - - - - -

Nivå för lerans underkant  
 >0  
 0 - -10  
 -10 - -20  
 -20 - -30  
 -30 - -40  
 > -40

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

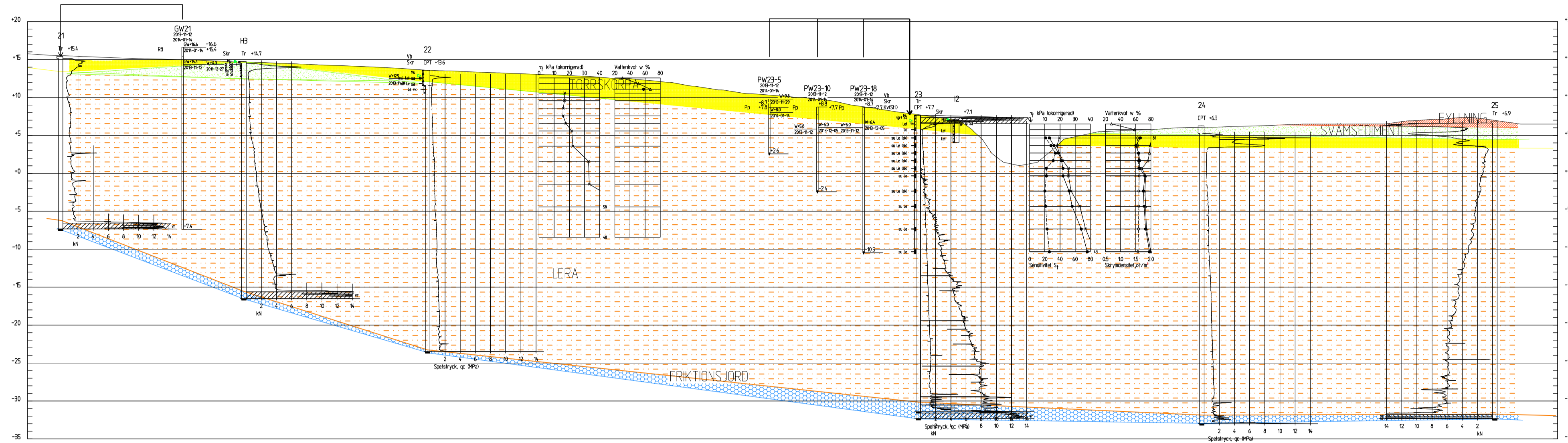
**FORSÅKER DETALJPLAN**  
 MÖLNDALE

**ÅF Infrastructure**  
 Kvarnbergsgatan 2  
 Box 1551, 401 51 Göteborg  
 Tel: 010-505 00 00  
 www.afconsult.com

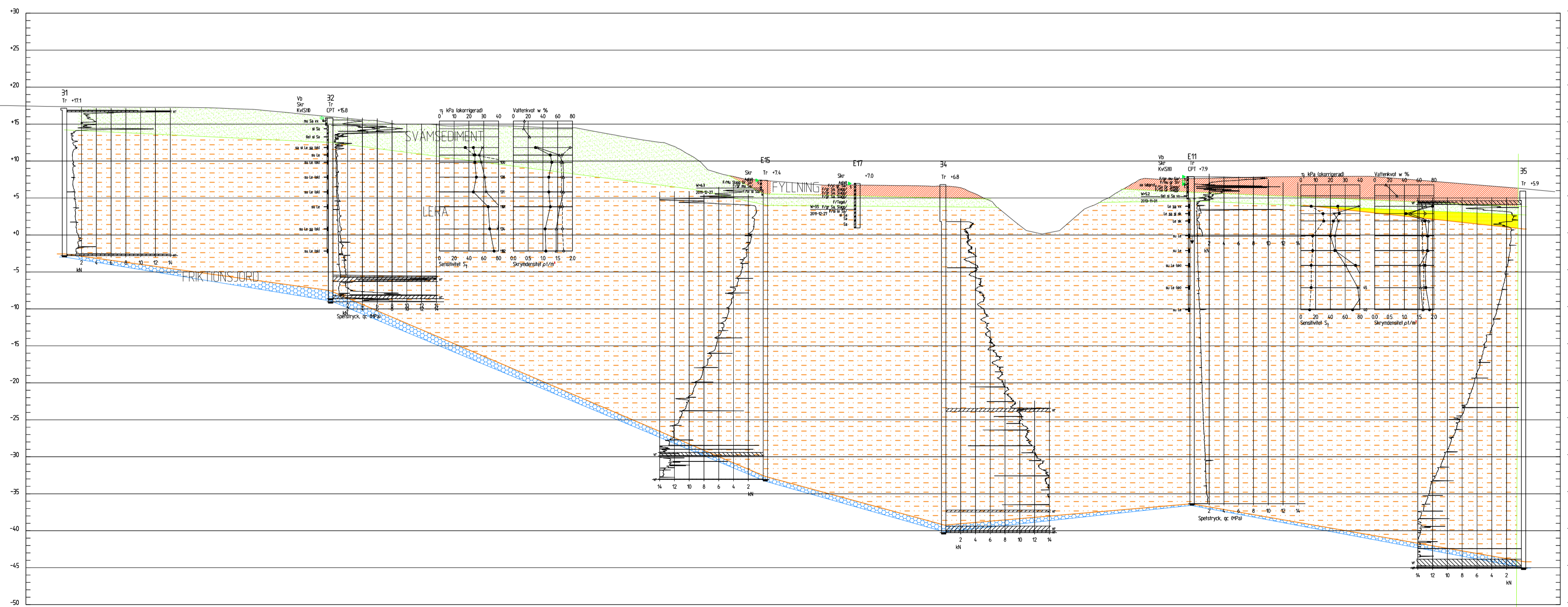
UPPDRAG NR 587810	RITAD AV A.-M. JANSSON	HANDLÄGGARE D.NYQVIST
DATUM 2013-12-06	ANSVARIG D.NYQVIST	

**GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR**  
 LERNIVÅ PLAN  
 SKALA A1 1:1000  
 RITNINGNUMMER 13063-G21

XREF: MÖLNDALE...  
 2015-07-24 09:54  
 2015-07-24 09:54  
 2015-07-24 09:54  
 2015-07-24 09:54  
 2015-07-24 09:54  
 2015-07-24 09:54



SEKTION 2-2  
H 1400 L 1800



SEKTION 3-3  
H 1400 L 1800

KOORDINATSYSTEM  
PLAN: SWEREF 99 12 00  
HÖJD: RH 2000

RITNINGSBETECKNINGAR  
SE SGF:S BETECKNINGSSYSTEM

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

FORSÅKER DETALJPLAN  
MÖLNDAL

**ÅF Infrastructure**  
Kvambergsatan 2  
Box 1551, 401 51 Göteborg  
Tel: 010-505 00 00  
www.afconsult.com

UPPDRAG NR 587810	RITAD AV A.M.JANSON	HANDLÄGGARE D.NYQVIST
DATUM 2013-12-06	ANSVARIG D.NYQVIST	

GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR



TOLKADE JORDLAGER  
SEKTION 2-2, SEKTION 3-3

HANDLÄGGARE T. JENNERHED	DIARIENUMMER	SKALA A11:400, 1:800	RITNINGNUMMER 13063-G31	BET
-----------------------------	--------------	-------------------------	----------------------------	-----