

## Rapport

Uppdrag  
Domaren 8 Bollnäs  
Uppdragsnummer  
D0113246  
Beställare  
Bollnäs kommun  
Beställarens referens  
Johan Gunhamre

Datum  
2023-05-29  
Revidering

Uppdragsledare  
Mattias Carlsson  
Upprättad av  
Mohammad Eyad Harfoush  
Granskad av  
Mattias Carlsson

Telefon  
010-505 20 13  
Telefon  
010 505 26 24

Mail  
mattias.c.carlsson@afry.com  
Mail  
mohammadeyad.harfoush@afry.com

## Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR/Geo)

Domaren 8 Bollnäs

Underlag för ny detaljplan

## Innehållsförteckning

1	Objekt .....	3
2	Syfte .....	3
3	Underlag .....	3
4	Styrande dokument .....	4
5	Befintliga förhållanden .....	4
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet .....	4
5.2	Befintliga byggnader och anläggningar .....	4
6	Utsättning/Inmätning.....	5
7	Fältundersökningar .....	5
7.1	Geotekniska undersökningar .....	5
7.1.1	Tidigare utförda undersökningar .....	5
7.1.2	Nu utförda undersökningar .....	5
7.2	Geohydrologiska undersökningar .....	5
8	Härledda värden.....	6
8.1	Utvärdering och korrigering .....	6
8.2	Hållfasthetsegenskaper .....	6
8.3	Deformationsegenskaper.....	7
8.4	Hydrogeologiska egenskaper .....	8
9	Värdering av undersökning .....	8
9.1	Generellt .....	8
10	Övrigt.....	8

## Bilagor

Bilaga 1 .....	Koordinatlista
Bilaga 2.....	Grundvattenprotokoll

## Ritningsförteckning

<i>Ritningsnummer</i>	<i>Ritning</i>	<i>Skala</i>	<i>Format</i>
G-10-1-01	Plan	1:400	A1
G-10-2-01	Sektion	1:100	A1
G-10-2-02	Sektion	1:100	A1
G-10-2-03	Sektion	1:100	A1

## 1 Objekt

På uppdrag av Bollnäs kommun har AFRY utfört geotekniska undersökningar för detaljplanen Domaren 8 m.fl. i Bollnäs kommun, Gävleborg län. Figuren nedan visar det undersökta området som är markerat i gult.



*Översiktsbild med markerat planområde*

*Fastigheter inom planområde*

Figur 1.1. Figuren visar det undersökta området som är inringat i gult.

## 2 Syfte

Syftet med undersökningarna har varit att ta fram kompletterande underlag för bedömning av de geotekniska förutsättningarna avseende stabilitetsförhållanden inom planområdet och kontrollera hur stabiliteten påverkas vid nybyggnation av lägenhetshus med ca 8 våningar (27 m i nockhöjd).

Föreliggande rapport redovisar resultaten av tidigare och i uppdraget utförda geotekniska undersökningar inom området.

## 3 Underlag

- Information om uppdraget har erhållits från beställaren
- Jordarts- och jorddjupskartor har inhämtats från Sveriges geologiska undersökning (SGU) tjänst Kartgeneratören (<https://www.sgu.se/>)
- Ledningsunderlag har inhämtats från Post- och telestyrelsens (PTS) tjänst Ledningskollen ([www.ledningskollen.se](http://www.ledningskollen.se))
- Tidigare utförda geotekniska undersökningar enligt avsnitt 7.1.2.

## 4 Styrande dokument

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

Tabell 4.1 Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2 med korrigering SS-EN 1997-2:1997/AC:2010
Fältutförande	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 SS-EN 14688-1 med tillägg SS-EN ISO 14688-1/A1:2013 Kompletterad version av Berg och Jord Beteckningsblad 2016-11-01 (översättningsnyckel mellan SGF/BGS beteckningssystem och gällande europastandard SS-EN 14688-1, från IEG Rapport 13:2010)

Tabell 4.2 Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Beteckning	Standard eller annat styrande dokument
Jord-bergsondering	Jb	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 4:2012 Metodbeskrivning för Jord-bergsondering
Hejarsondering	HfA	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok SS-EN ISO 22476-2 med tillägg SS-EN ISO 22476-2:2005/A1:2011
Hydrogeologiska metoder	GVR	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok

## 5 Befintliga förhållanden

### 5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Marknivån inom området sluttar generellt från väster till öster mot Ljusnan, med marknivåer som för undersökningspunktar varierar mellan ca +54,9 till 58,4 (RH2000).

### 5.2 Befintliga byggnader och anläggningar

Undersökningsområdet är beläget ca 500 m från Resecentrum och ca 600 meter från Bollnäs centrala torg Brotorg. Undersökningsområde angränsar i norr och söder av befintliga byggnader och grönytor, i väster av Järnvägsgatan och i öster av Ljusnan. Inom hela området återfinns befintliga byggnader med tillhörande parkeringsanläggningar och lite grösytor. Markförlagda ledningar finns inom området.

## 6 Utsättning/Inmätning

Undersökningspunkterna är utsatta och inmätta med GPS. Inmätning har skett i enlighet med geoteknisk mätningssklass A.

*Mätclass Plan(m) Höjd (m). Se SGF Rapport 1:2013 för detaljer.*

A      0,3      0,05

Koordinatsystem: *SWEREF 99 16 30*

Höjdsystem: *RH 2000*

## 7 Fältundersökningar

### 7.1 Geotekniska undersökningar

#### 7.1.1 Tidigare utförda undersökningar

Följande arkivhandlingar är tillhandhållen från beställaren:

- Tyrens AB har utfört geotekniska undersökningar inom aktuella området, "KV. Domaren 8, Bollnäs" framtagna av Håkan Henriksson, daterade 2017-04-12.

Dessa undersökningar är digitaliserade i plan.

#### 7.1.2 Nu utförda undersökningar

Fältundersökningarna har utförts av AFRY under april 2023. Undersökningarna utfördes av William Björklund med borrhandsvagn GM75. Totalt omfattar fältarbetet sex undersökningspunkter. Antalet undersökningsmetoder fördelas enligt Tabell 7.1. Undersökningarna redovisas på ritning enligt ritningsförteckningen på sida 3.

*Tabell 7.1. Utförda geotekniska fältundersökningar*

<i>Metod</i>	<i>Syfte</i>	<i>Antal</i>
<i>Jord-bergsondering</i>	<i>Bestämning av gränsen mellan jord och berg, blockförekomst i jord samt förekomst av sprickor eller krosszoner i berg</i>	<i>5</i>
<i>Hejarsondering</i>	<i>Bestämning av jordlagerföljd, relativ fasthet, hållfasthets- och deformationsegenskaper. Sannolikt stopp för spetsburna pålar.</i>	<i>4</i>

### 7.2 Geohydrologiska undersökningar

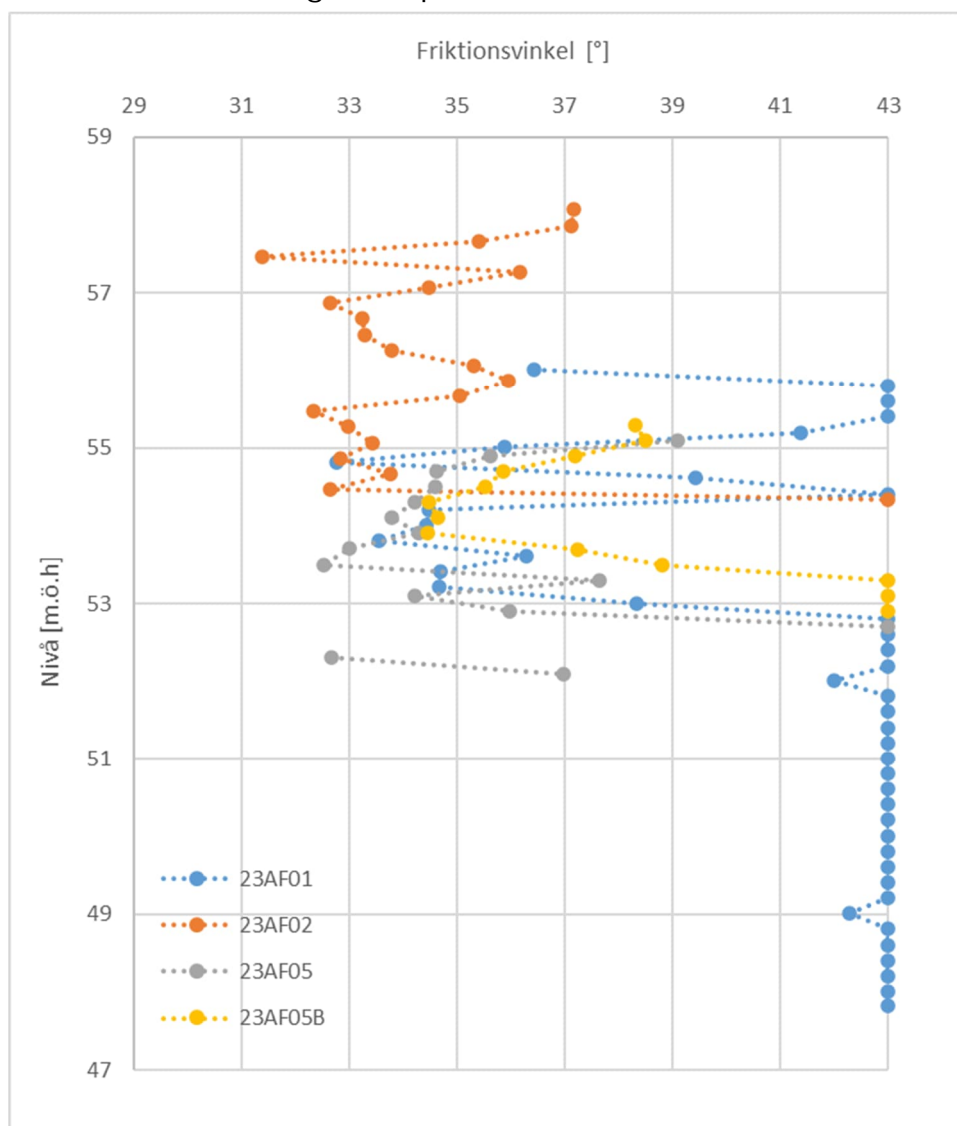
Ett filterförsatt grundvattenför har installerats i friktionsjord. Funktionskontroll av installerade grundvattenrör har utförts enligt SGF Rapport 1:2013.

## 8 Härledda värden

### 8.1 Utvärdering och korrigerering

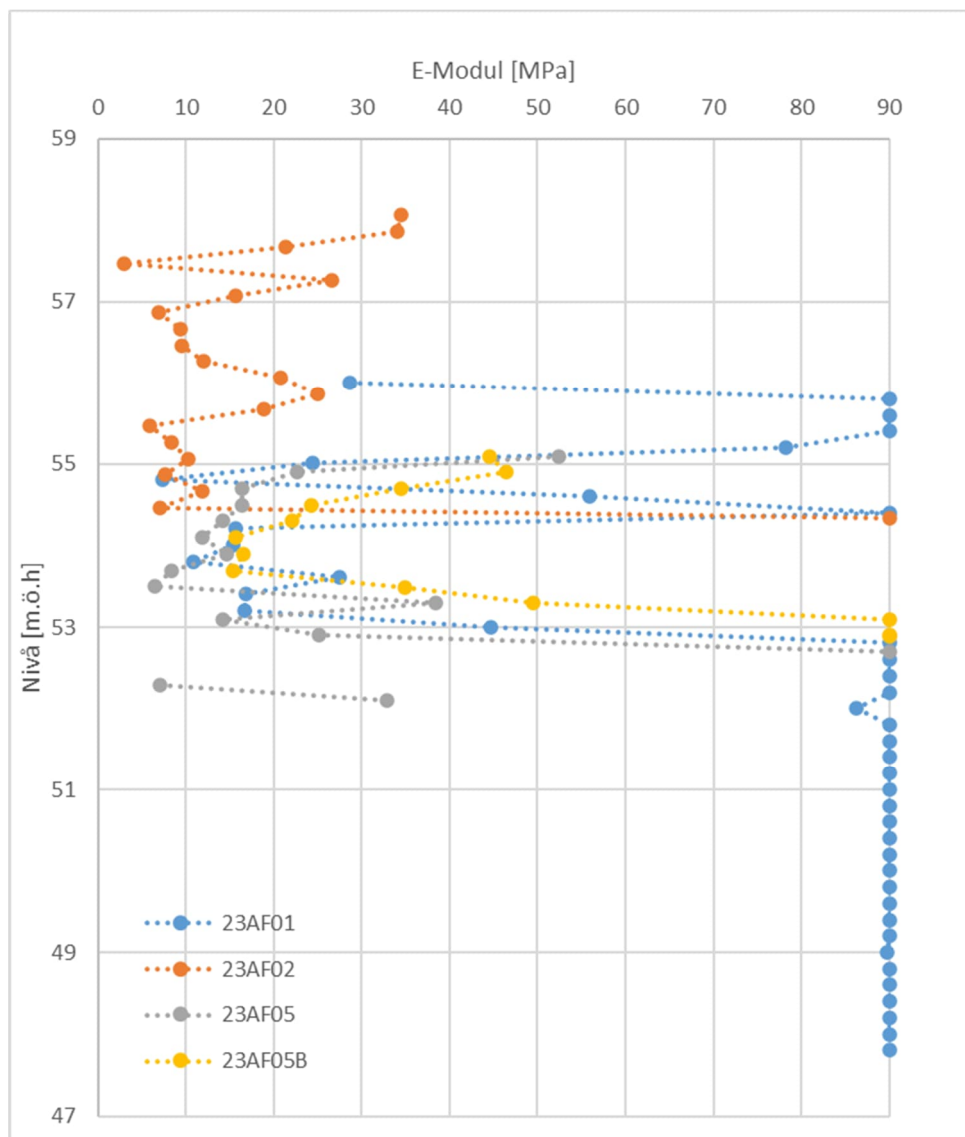
Härledda värden för friktionsvinkeln [ $\phi'$ ] är utvärderade från sonderingsmotståndet vid utförda hejarsonderingar (HfA). Samtliga sonderingar har utvärderats enligt TR Geo 13, avsnitt 5.2.3.8.1.1. Figur 8.2. Elasticitetsmodul för friktionsjord Härledda värden för elasticitetsmodulen [E] är utvärderade från sonderingsmotståndet vid utförda hejarsonderingar (HfA). Samtliga sonderingar har utvärderats enligt TR Geo 13, avsnitt 5.2.3.5.2. Figur 8.3.

### 8.2 Hållfasthetsegenskaper



Figur 8.1 Utvärderad friktionsvinkel.

### 8.3 Deformationsegenskaper



Figur 8.2 Utvärderad E-modul.

## 8.4 Hydrogeologiska egenskaper

Installerat grundvattenrör avlästes en gång under maj år 2023 med i det installerade grundvattenröret. Tabellen nedan visar de uppmätta grundvattentytorna vid mätillfället.

Tabell 8.4. Observerad grundvattennivå i grundvattenrör.

Punkt	Marknivå	RÖK <sup>1)</sup>	Spetsnivå	Datum	Grundvattennivå	Djup <sup>2)</sup>
21AF02GW	+58.26	+59.34	+52.84	2023-05-22	58,3	4,5

<sup>1)</sup> Rörets överkant

<sup>2)</sup> Djup under befintlig markyta

Ljusnans vattenstånd mättes in i samband med den geotekniska undersökningen på en nivå på +53,16.

## 9 Värdering av undersökning

Inga avvikelser avseende utförande har noterats i samband med fältundersökningarna. Fältarbetena har utförts som planerat.

### 9.1 Generellt

Undersökningen ger en generell bild av de geotekniska förhållandena inom planområdet. Spridningen för undersökta jordparametrar anses vara normal.

## 10 Övrigt

Undersökningsresultaten redovisas på bifogade handlingar och ritningar. För förklaring till de geotekniska benämningarna hänvisas till SGF:s hemsida: [www.sgf.net](http://www.sgf.net) (Svenska Geotekniska Föreningen).



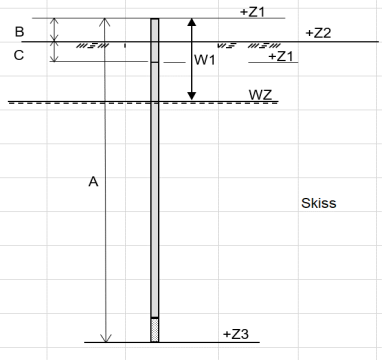
# Bilaga 1

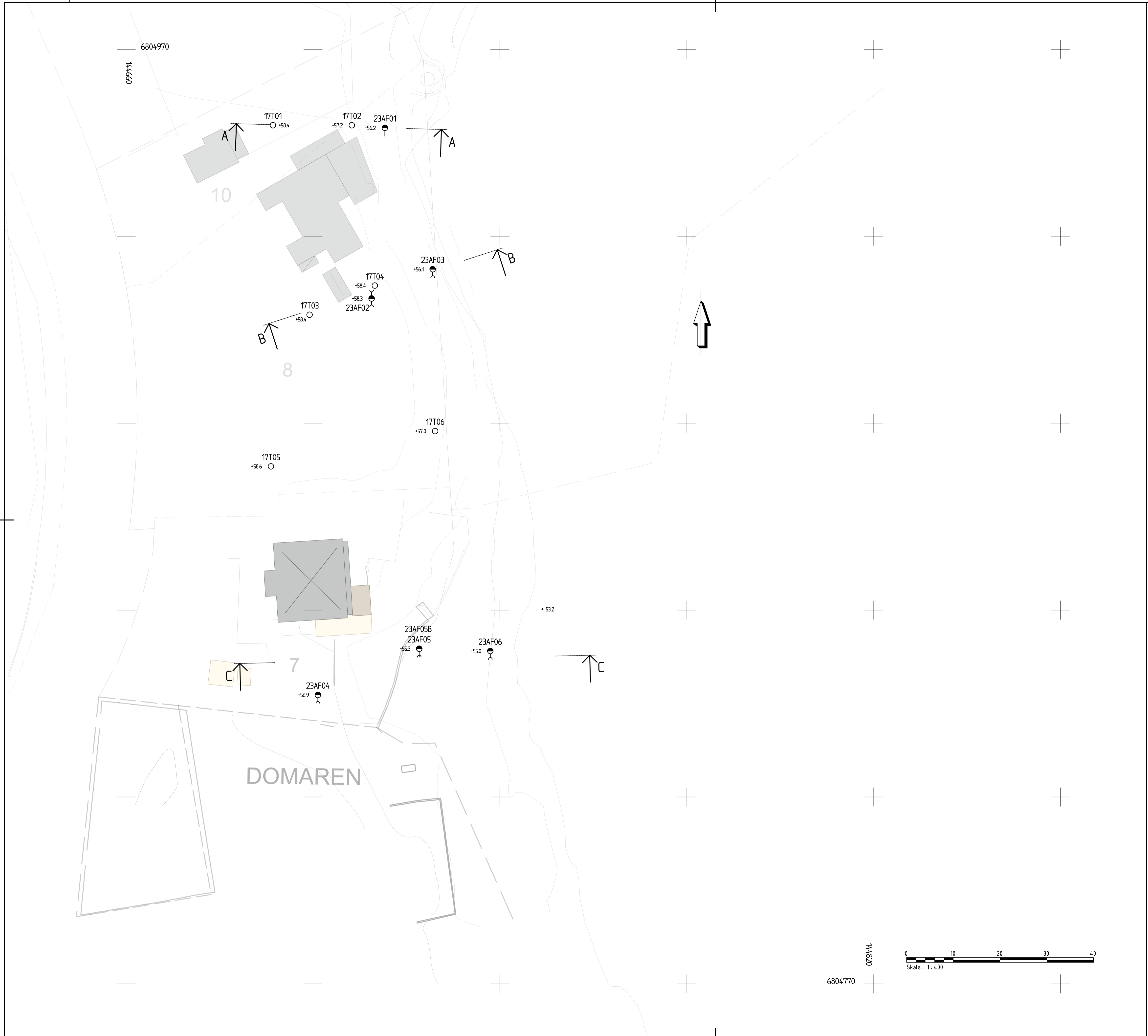
Projekt: Domaren 8, Bollnäs

Koordinatsystem: SWERF 19 16 30

Höjdsystem: RH 2000

23AF01	6804953.199	144715.365	56.207
23AF02	6804916.674	144712.528	58.267
23AF03	6804922.941	144725.594	56.054
23AF04	6804831.841	144701.037	56.925
23AF05	6804841.735	144722.716	55.300
23AF06	6804841.238	144737.940	54.983

Uppdragsnummer	Uppdrag		Borrhål				
D0113246	Domaren 8 m.fl, Bollnäs		23AF02				
Positionering				Datum			
X		Y					
(A) Total längd (m)	Borrrigg	Utrustning	Utförd av				
6,50	GM75 nr.2		KN				
(B) RÖK till markyta (m)	Diameter grundvattenrör (mm)	Material grundvattenrör	Installation				
1,08			<input checked="" type="checkbox"/> Lock <input type="checkbox"/> Dexel <input type="checkbox"/> Lås				
(C) Markyta till RÖK (m)	Filterlängd (m)	Filtertyp	Typ av borrhål för installation				
	0,5						
(Z2) Avvägd markyta	(Z1) Nivå RÖK	(Z3) Nivå spets	(Z1) Avvägd RÖK				
58,26	59,34	52,84					
Protokoll							
Datum	(W1) Mätning djup grundvatten fr. RÖK	(WZ) Grundvattennivå (m.ö.h)	Grundvatten, djup under markyta (m)	Anmärkning	Sign		
2023-05-22	5,50	53,84	4,42				
Funktionskontroll				Åtgärd			
Tid	Avläsning	Godkänd funktionskontroll	Utförd av	Spolning	<input type="checkbox"/>		
30 sek		<input type="checkbox"/> OK <input type="checkbox"/> Ej OK	wb	Pumpning	<input type="checkbox"/>		
1 min				Påfyllning	<input type="checkbox"/>		
2 min		Datum		Ny installation	<input type="checkbox"/>		
4 min		2023-04-14		 <p style="text-align: right;">Skiss</p>			
8 min							
15 min	rinner undan fort						
30 min							
Kommentarer och avvikelser under arbetet							



**KOORDINATSYSTEM**  
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 16 30  
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

**TECKENFÖRKLARING**


- DYNAMISK SONDERING
- ⊙ SONDERING TILL FÖRMODAT FAST BOTTEN
- ⊙ SONDERING TILL FÖRMODAT BERG

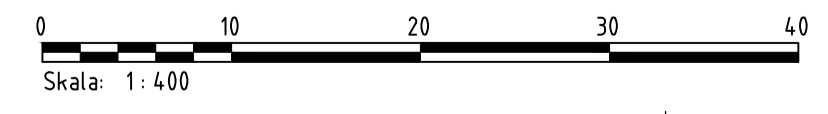
**HÄNVISNINGAR**

FÖR DE GEOTEKNISKA SYMBOLERNA, SE SGF/ BGF:S BETECKNINGSSYSTEM, VERSION 20012 FRÅN 2016-11-01  
 WWW.SGF.NET → BETECKNINGSSYSTEM

**ANMÄRKNING**

BORRPUNKTER BETECKNADE 23AFxxx ÄR UTFÖRDA AV AFRY.  
 BORRPUNKTER BETECKNADE 17T0xx ÄR UTFÖRDA AV TYRENS.  
 BORRPUNKTER SOM ÄR UTFÖRDA AV TYRENS ÄR DIGITALISERADE ENDAST I PLANRITNING.

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>DOMAREN 8 BOLLNÄS</b>			
			
UPPDRAG NR D0113246	RITAD/KONSTR AV M.EYAD	HANDLEGGARE M.EYAD	
STARTD 2023-05-29	ANSVARIG M.CARLSSON		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING			
<b>PLAN</b>			
SKALA 1:400 (A1)	NUMMER G-10-1-01	BET	



PLC: 2023-05-29 07:43 X:\1-PRJVS\DOMAREN 8 BOLLNÄS - GEOTEKNIK 252337\02\_CAD\GRITDEF-G-01-01DWG MATTIAS CARLSSON

KOORDINATSYSTEM  
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 16 30  
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

**TECKENFÖRKLARING**

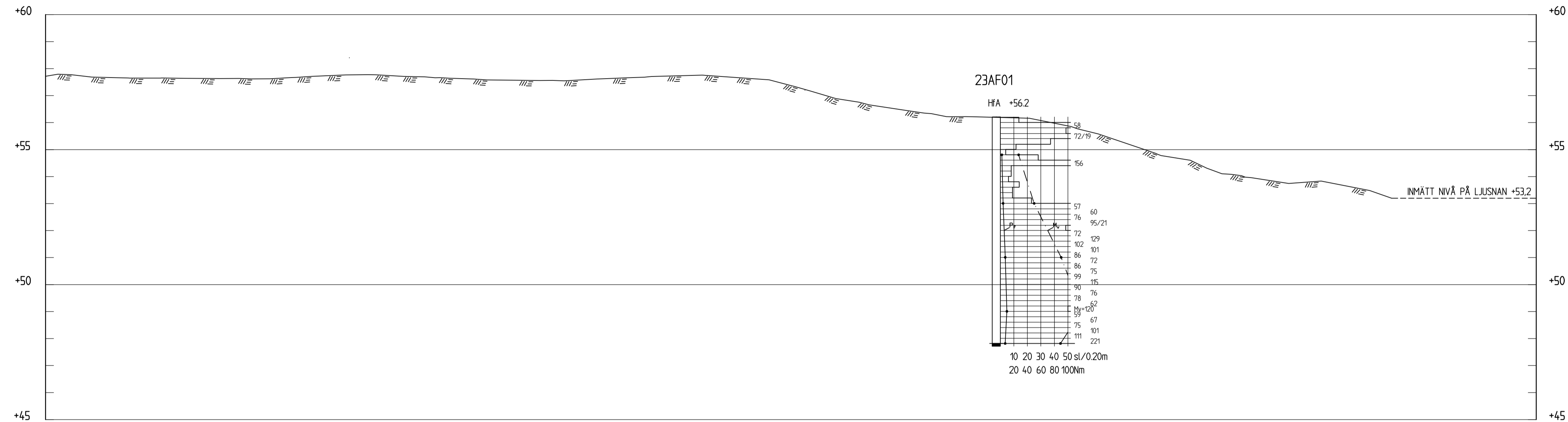
- SONDEN KAN EJ NEDDRIVAS YTTRE LIGAR (KOD 91)
- STOPP MOT FÖRMODAT BERG (KOD 94)
- MARKYTAN LÄST FRÅN LASERDATA(LANTMÄTERIET).

**HÄNVISNINGAR**

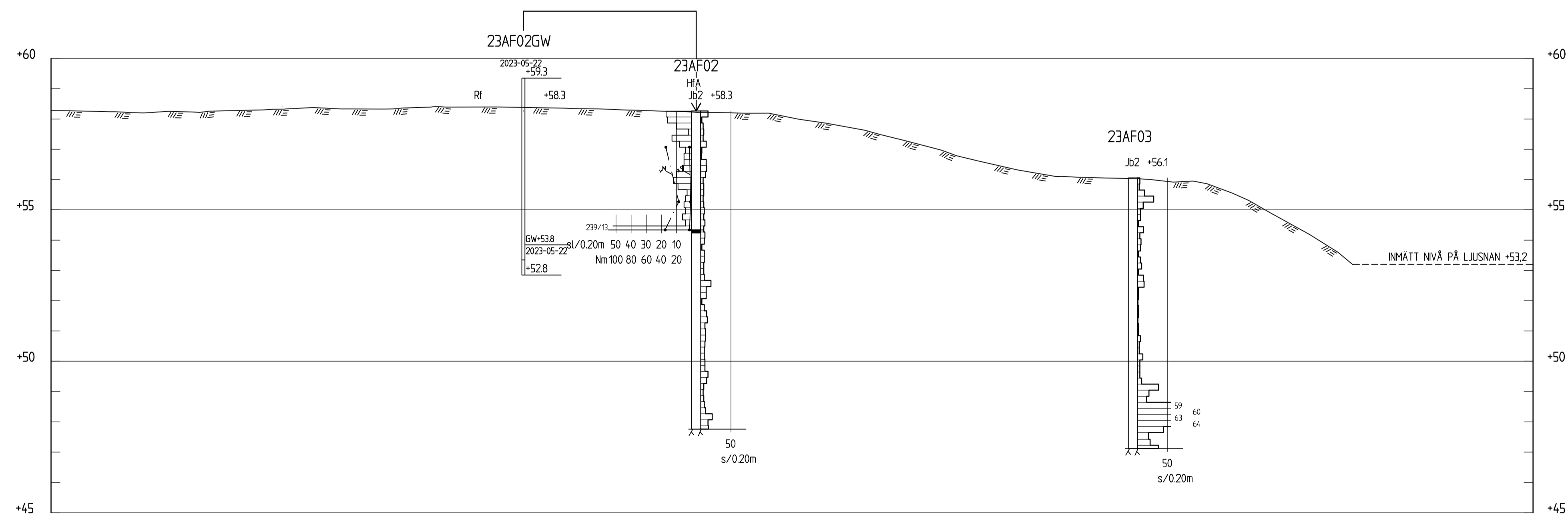
FÖR DE GEOTEKNISKA SYMBOLERNA, SE SGF/ BGF-S  
 BETECKNINGSSYSTEM, VERSION 2001:2 FRÅN 2016-11-01  
 WWW.SGF.NET → BETECKNINGSSYSTEM

**ANMÄRKNING**


BORRPNKTER BETECKNADE 23AFxxx ÄR UTFÖRDA AV AFRY.



SEKTION A-A  
 1: 100



SEKTION B-B  
 1: 100

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>DOMAREN 8 BOLLNÄS</b>			
			
UPPDRAG NR D0113246	RITAD/KONSTR AV M.EYAD	HANDLÄGGARE M.EYAD	
STARTDATUM 2023-05-29	ANSVARIG M.CARLSSON		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING SEKTION A-A OCH B-B			
SEKTION			
SKALA 1:100 (A1)	NUMMER G-10-2-01	BET	

KOORDINATSYSTEM  
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 16 30  
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

**TECKENFÖRKLARING**

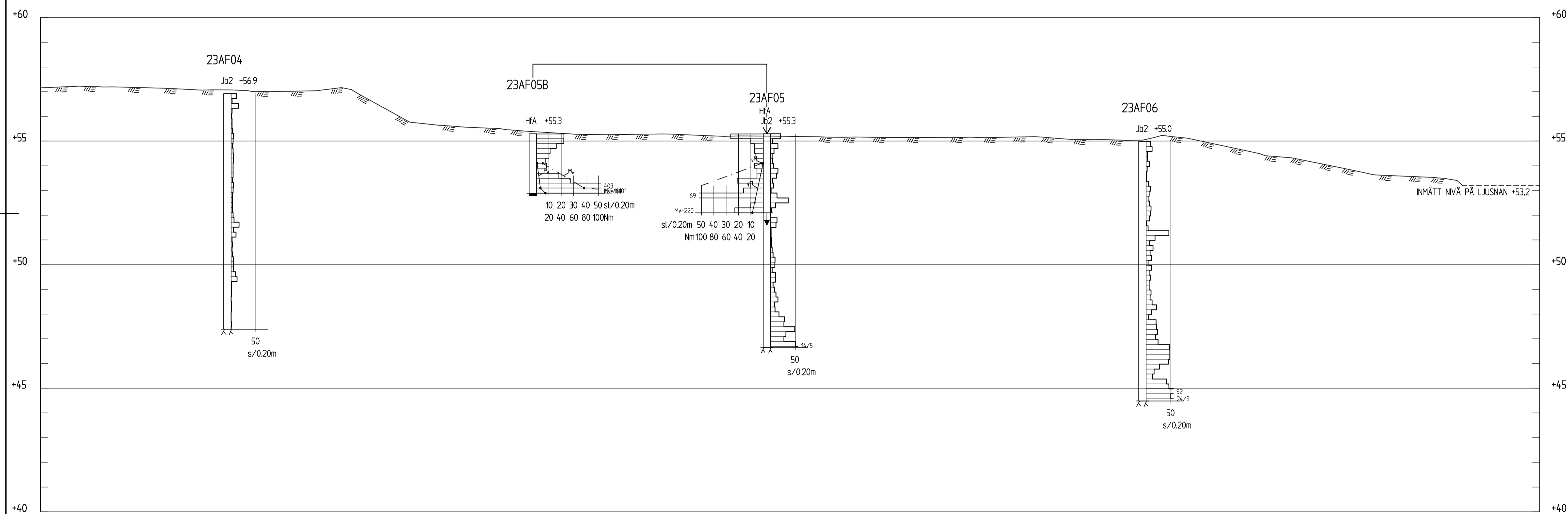
- SONDEN KAN EJ NEDDRIVAS YTTRELLIGAR (KOD 91)
- STOPP MOT FÖRMODAT BERG (KOD 94)
- MARKYTAN LÄST FRÅN LASERDATA(LANTMÄTERIET).

**HÄNVISNINGAR**


FÖR DE GEOTEKNISKA SYMBOLERNA, SE SGF/ BGF-S  
 BETECKNINGSSYSTEM, VERSION 2001:2 FRÅN 2016-11-01  
 WWW.SGF.NET —> BETECKNINGSSYSTEM

**ANMÄRKNING**

BORRPUNKTER BETECKNADE 23AFxxx ÄR UTFÖRDA AV AFRY.



**SEKTION C-C**  
 1:100

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>DOMAREN 8 BOLLNÄS</b>			
			
UPPDRAG NR D0113246	RITAD/KONSTR AV M.EYAD	HANDLÄGGARE M.EYAD	
STARTDATUM 2023-05-29	ANSVARIG M.CARLSSON		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING SEKTION C-C			
SKALA 1:100 (A1)	NUMMER G-10-2-02	BET	

PLC: 2023-05-29 08:09 X:\1-PRJVS\DOMAREN 8 BOLLNÄS - GEOTEKNIK 23237\02\_CAD\GRITDEF-G-10-2-02.DWG MATTIAS CARLSSON

KOORDINATSYSTEM  
 SYSTEM I PLAN: SWEREF 99 16 30  
 SYSTEM I HÖJD: RH 2000

**TECKENFÖRKLARING**

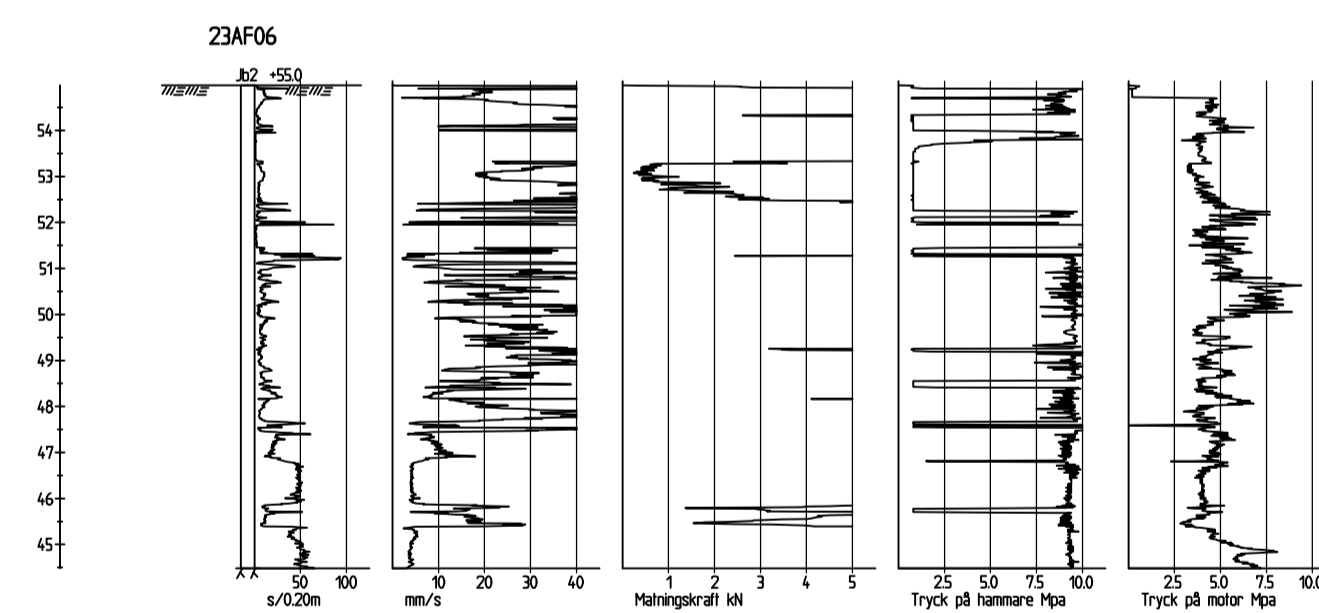
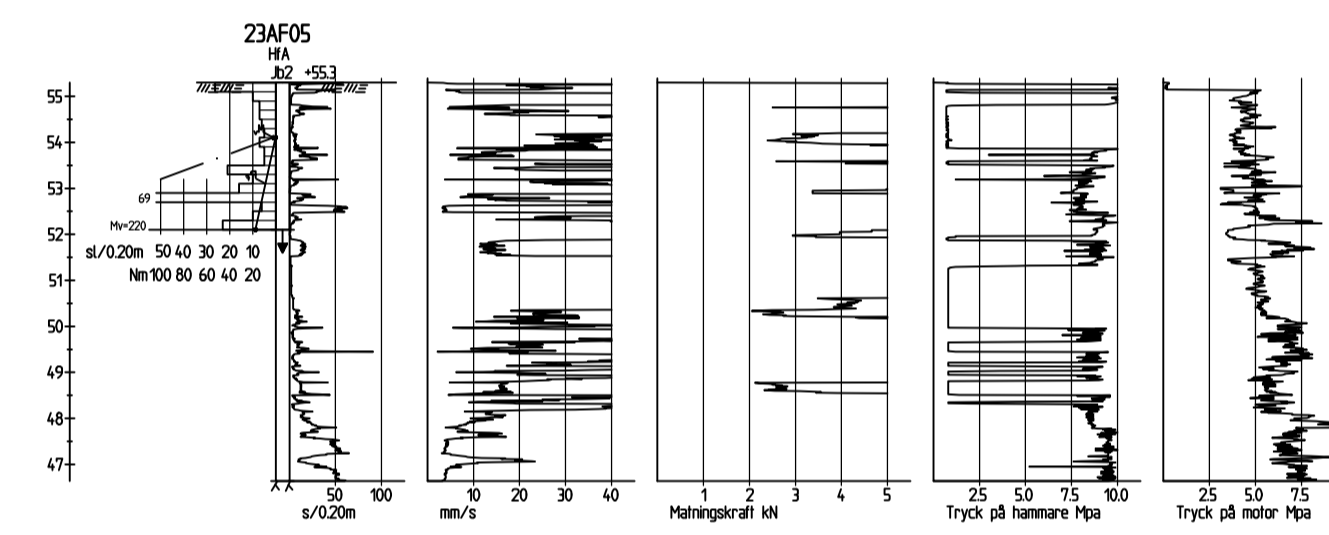
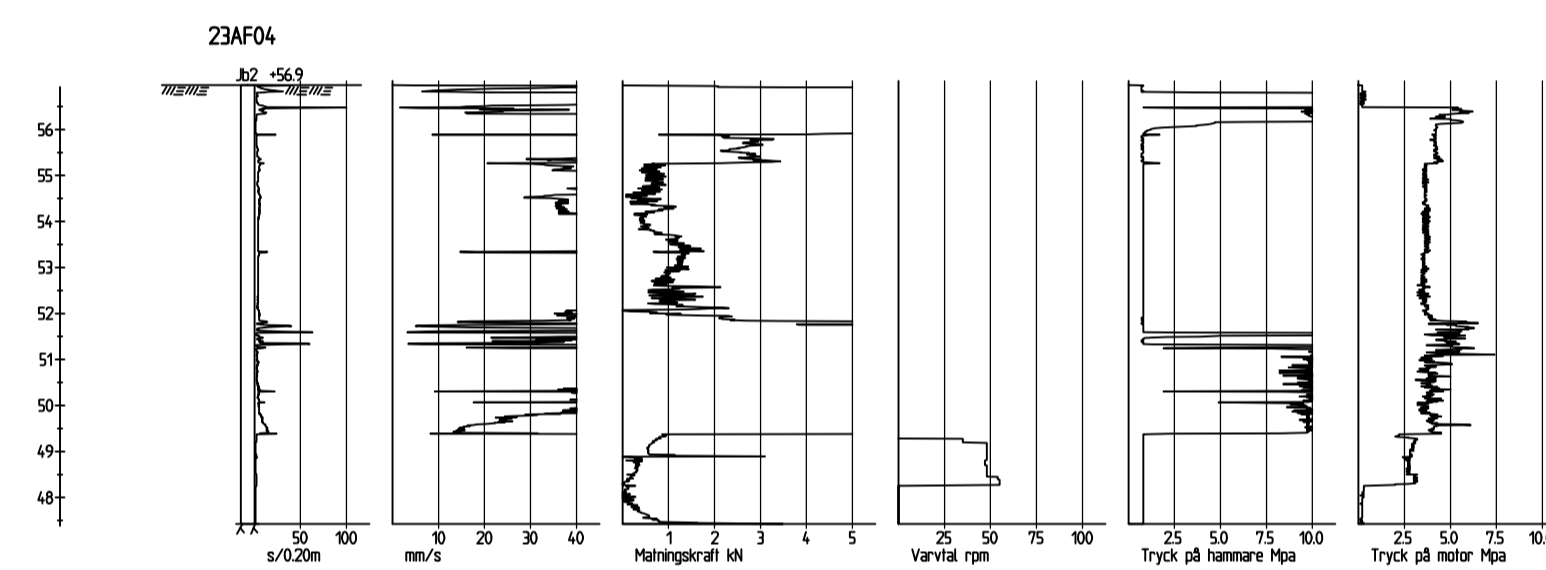
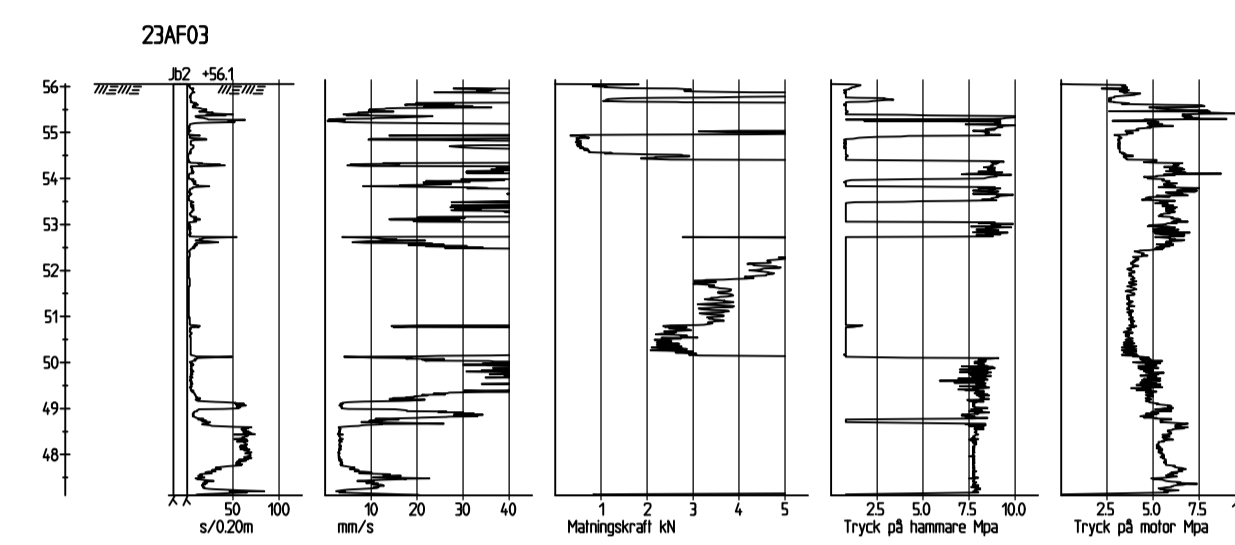
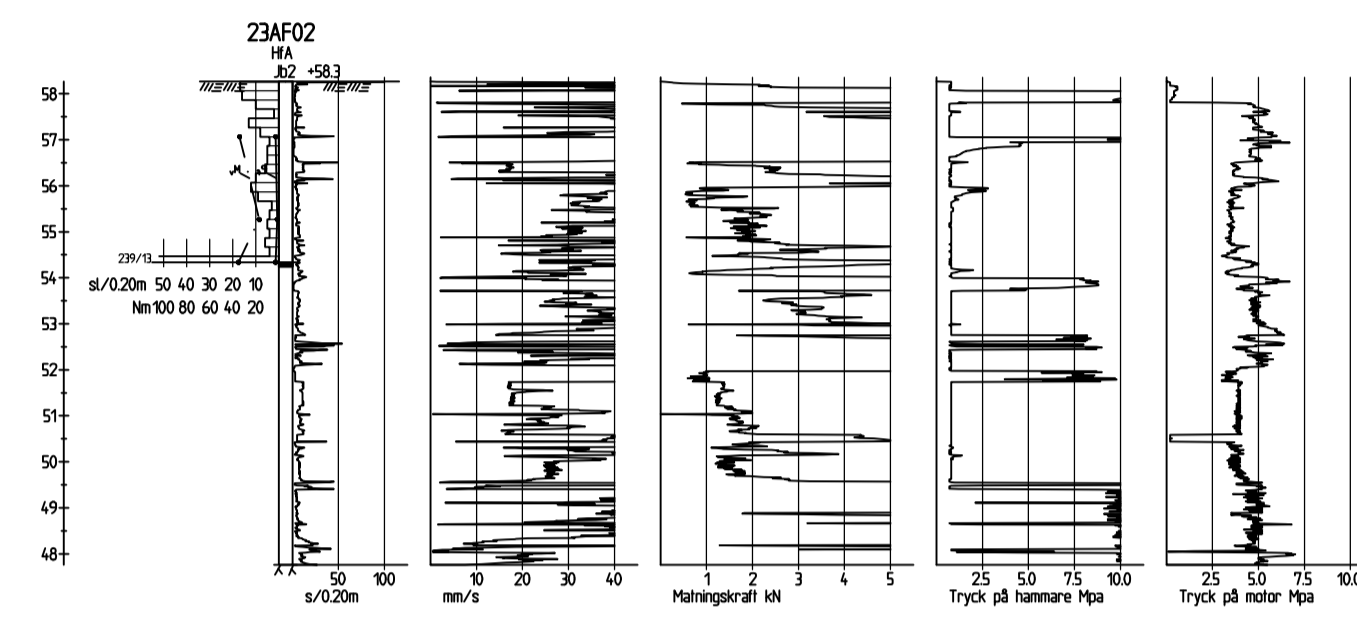
- SONDEN KAN EJ NEDDRIVAS YTTRE LIGAR (KOD 91)
- ☒ STOPP MOT FÖRMODAT BERG (KOD 94)


**HÄNVISNINGAR**

FÖR DE GEOTEKNISKA SYMBOLERNA, SE SGF/ BGF-S  
 BETECKNINGSSYSTEM, VERSION 20012 FRÅN 2016-11-01  
 WWW.SGF.NET → BETECKNINGSSYSTEM

**ANMÄRKNING**

BORRPUNKTER BETECKNADE 23AFxxx ÄR UTFÖRDA AV AFRY.



BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>DOMAREN 8 BOLLNÄS</b>			
			
UPPDRAG NR D0113246	RITAD/KONSTR AV M.EYAD	HANDLÄGGARE M.EYAD	
STARTDAG 2023-05-29	ANSVARIG M.CARLSSON		
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING ENSKILDA SONDERINGAR			
SEKTION			
SKALA 1:100 (A1)	NUMMER G-10-2-03	BET	

PLC: 2023-05-29 08:08 X:\1-PRJISE\DOMAREN 8 BOLLNÄS - GEOTEKNIK\23237\02\_CAD\GRID\DEF-G-10-2-03.DWG MATTIAS CARLSSON

## PM

Uppdrag  
Domaren 8 Bollnäs  
Uppdragsnummer  
D0113246  
Beställare  
Bollnäs kommun  
Beställarens referens  
Johan Gunhamre

Datum  
2023-05-29  
Revidering

Uppdragsledare  
Mattias Carlsson  
Upprättad av  
Mohammad Eyad Harfoush  
Granskad av  
Mattias Carlsson

Telefon  
010-505 20 13  
Telefon  
010- 505 26 24

Mail  
mattias.c.carlsson@afry.com  
Mail  
mohammadeyad.harfoush@afry.com

## PM Geoteknik

Domaren 8 Bollnäs

Underlag för ny detaljplan

## Innehållsförteckning

1	Objekt och syfte .....	3
2	Underlag .....	3
3	Styrande dokument .....	3
3.1	Tillämpningsdokument .....	3
4	Geoteknisk kategori och säkerhetsklass .....	4
5	Befintliga förhållanden .....	4
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet .....	4
5.2	Befintliga byggnader och anläggningar .....	4
6	Planerade konstruktioner/anläggningar .....	4
7	Geotekniska förhållanden .....	6
8	Hydrogeologiska förhållanden .....	6
9	Beräkningar .....	6
9.1	Stabilitetsberäkningar .....	6
9.1.1	Stabilitetskrav .....	7
9.1.2	Stabilitetsförutsättningar .....	7
9.1.3	Materialparametrar .....	8
9.1.4	Resultat .....	8
9.2	Sättningsberäkningar .....	9
10	Geotekniska rekommendationer .....	9
10.1	Grundläggning .....	9
10.2	Schakt .....	9
10.3	Fortsatta rekommendationer .....	10

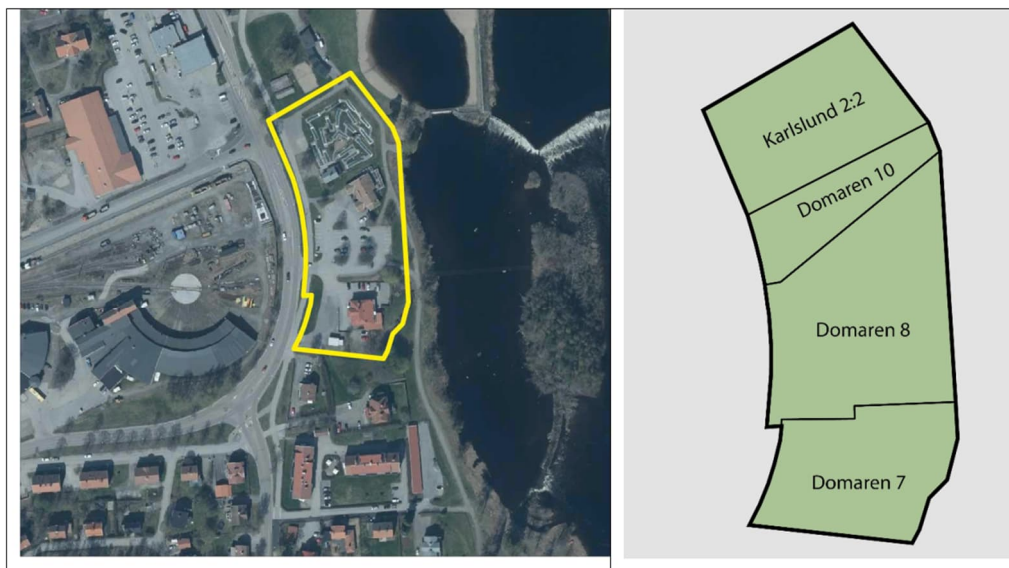
## Bilagor

Bilaga 1 - Stabilitetsberäkningar .....	9
---	---



## 1 Objekt och syfte

På uppdrag av Bollnäs kommun har AFRY AB utfört geotekniska undersökningar för detaljplanen Domaren 8 m.fl. i Bollnäs kommun, Gävleborg län. Figuren nedan visar det undersökta området som är markerat i gult.



*Översiktsbild med markerat planområde*

*Fastigheter inom planområde*

Figur 1. Figuren visar det undersökta området som är inringat i gult.

Syftet med undersökningarna har varit att ta fram kompletterande underlag för bedömning av de geotekniska förutsättningarna avseende stabilitetsförhållanden inom planområdet och kontrollera hur stabiliteten påverkas vid nybyggnation av lägenhetshus med ca 8 våningar (27 m i nockhöjd).

Föreliggande rapport redovisar resultaten av tidigare och i uppdraget utförda geotekniska undersökningar inom området.

## 2 Underlag

Nu utförda geotekniska undersökningar finns dokumenterade i "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR/Geo)", Upprättade av, AFRY, daterade 2023-05-29.

## 3 Styrande dokument

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

### 3.1 Tillämpningsdokument

- BFS 2011:10 - Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder); med ändringar till och med BFS 2022:4
- SGI Information 1 - Jords egenskaper
- IEG Rapport 2:2008, Rev 3, Tillämpningsdokument, Grunderna i Eurokod 7
- IEG Rapport 6:2008, Rev 1, Tillämpningsdokument, EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar

- IEG Rapport 4: 2010 - Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- TK Geo 13 Version 2.0 - Trafikverkets tekniska krav för geokonstruktioner
- TR Geo 13 Version 2.0 - Trafikverkets tekniska råd för geokonstruktioner

## 4 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Samtliga permanenta konstruktioner inom objektet bedöms kunna tillhöra geoteknisk kategori 2 (GK2) enligt SS-EN 1997-1:2005 och Säkerhetsklass 2 (SK2) enligt BFS 2011:10.

Denna bedömning görs eftersom grundläggning planeras ske med konventionella bärverk och att inga svåra mark eller belastningsförhållande råder samt att risken för allvarliga personskador är normal.

## 5 Befintliga förhållanden

### 5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Marknivån inom området sluttar generellt från väster till öster mot Ljusnan, med marknivåer som för undersökningspunktar varierar mellan ca +54,9 till 58,4 (RH2000).

### 5.2 Befintliga byggnader och anläggningar

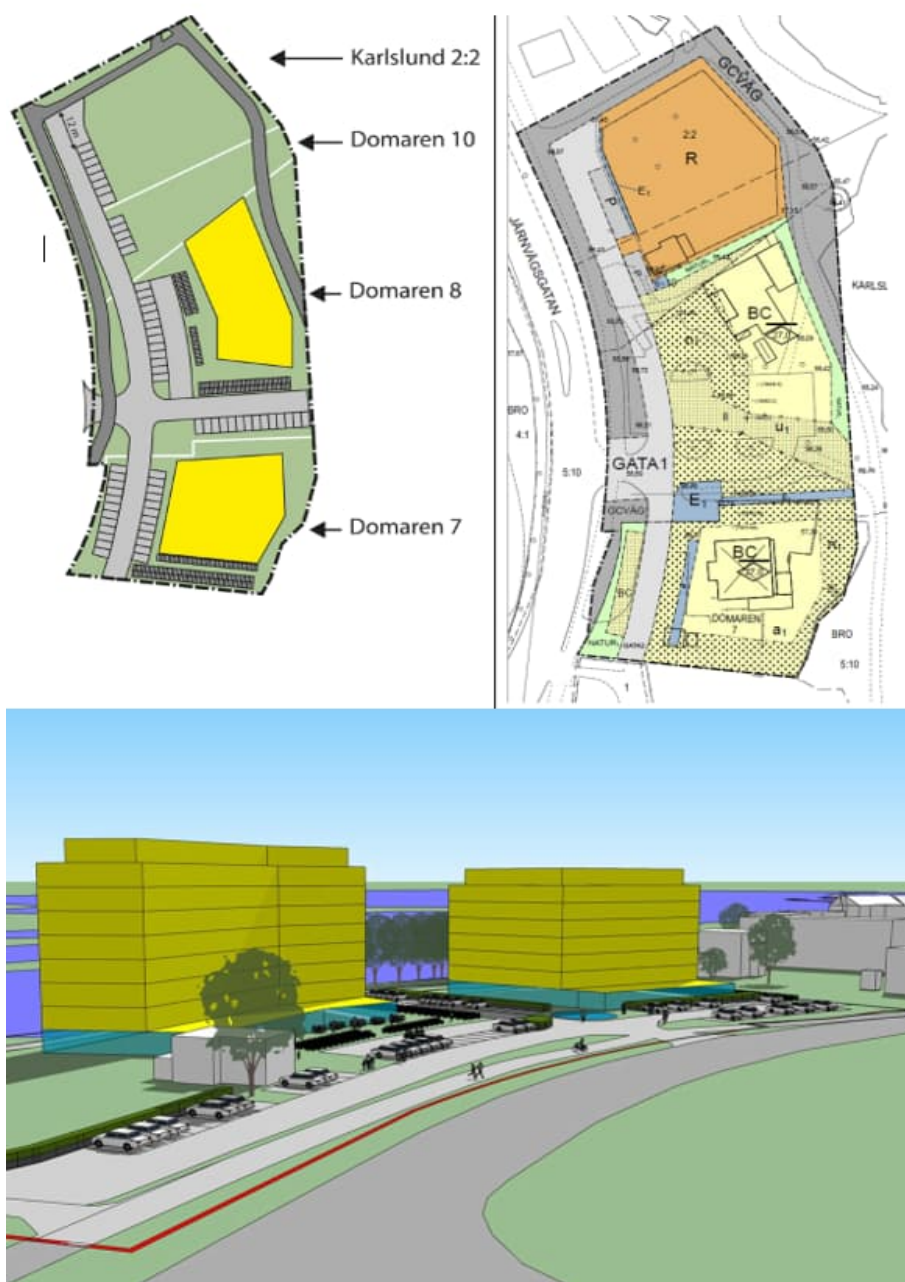
Undersökningsområdet är beläget ca 500 m från Resecentrum och ca 600 meter från Bollnäs centrala torg. Undersökningsområde angränsar i norr och söder av befintliga byggnader och grönytor, i väster av Järnvägsgränd och i öster av Ljusnan. Inom hela området återfinns befintliga bostadsenheter med tillhörande parkeringsanläggningar och lite grönytor. Markförlagda ledningar finns inom området.

## 6 Planerade konstruktioner/anläggningar

Inom fastigheter Domaren 8, Domaren 7 planeras att bygga bostäder och centrumverksamhet i bottenplan.

- Max nockhöjd: 27 meter
- Antal våningar: 8 våningar
- Antal lägenheter: 115 – 120 lägenheter

Ungefärligt läge och utformning av planerade konstruktioner kan ses i figuren nedan.



Figur 2. Figuren visar utformning av planerade byggnader.

## 7 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden består generellt av fyllning som överlagrar friktionsjord på berg.

Fyllningens är av mäktighet på ca 1,3–3,5 m och utgörs huvudsakligen sand, grus och med inslag av silt.

Fyllningslager har ett låg till hög relativ fasthet och det vilar på naturlig lagrad morän som utgörs huvudsakligen av siltig sandig morän. Moränen har en varierande mäktighet på ca 6–8 m och den bedöms vara av hög till mycket hög relativ fasthet. Borrstop vid hejarsondering mot fast botten har erhållits i 3 undersökningspunkter.

Bergets överyta har undersökts i 5 undersökningspunkter och påträffats mellan ca 8,0–10,0 m under markytan.

## 8 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenmätning har utförts en gång under maj år 2023, grundvatten har under mättillfället noterats på ca 53,8 (RH2000) vilket motsvarar ca 4,4 m under befintlig marknivå.

Tidigare undersökningar som utförts av Tyrens inom området visar att grundvattenytan ligger på ca +53,0 (RH2000) (inmätt 2017-02-2). Det grundvattenröret fanns ej kvar på platsen

Ljusnans nivå har mättes in vid undersökningstillfälle på ca 53,2 (RH2000).

## 9 Beräkningar

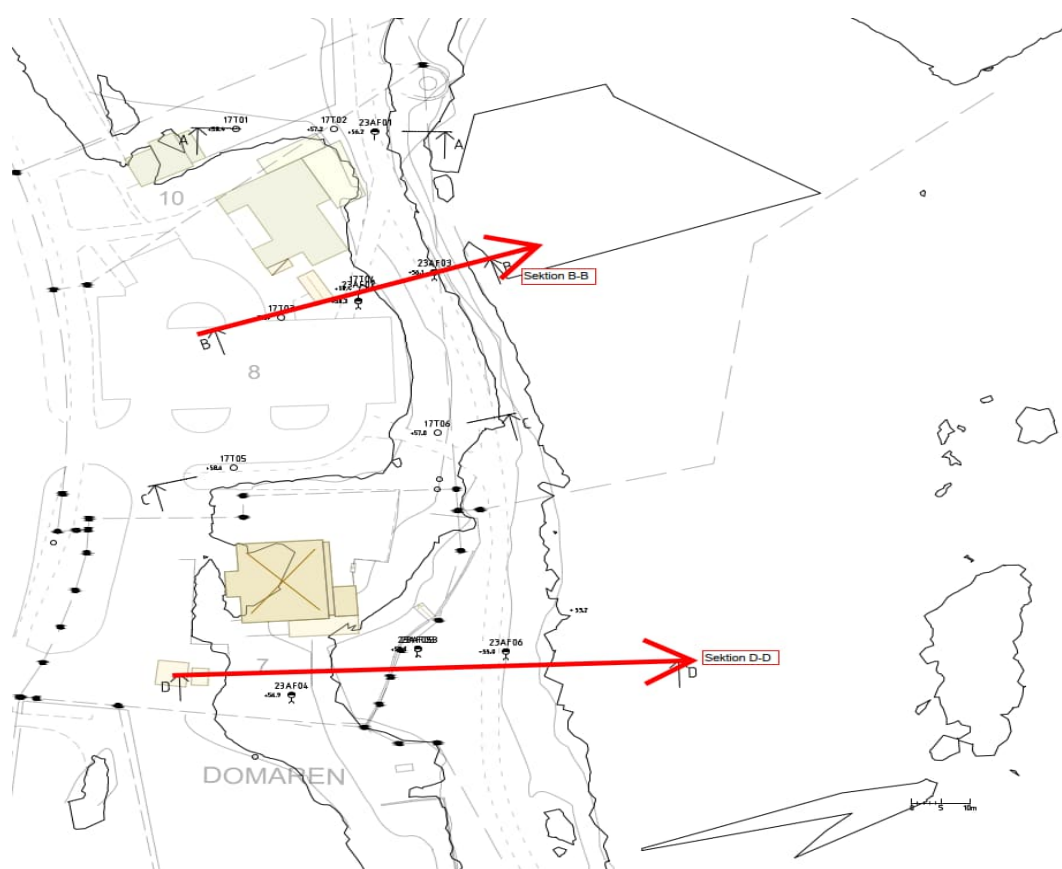
### 9.1 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkning har utförts med programmet Slope/W, GeoStudio 2021, version 11.2.2,23 310. Redovisade säkerhetsfaktor avser Morgenstern-Price metod, se Bilaga 1 för redovisade resultat.

I detta skede har stabilitetsberäkningar utförts med säkerhetsmetod för totalsäkerhetsmetoden (Karakteristiska värden) säkerhetsfaktor har valts till 1,4 ( $F_s > 1,4$ ) enligt IEG 4:2010.

Stabiliteten har kontrollerats i två representativa sektioner som bedömts mest kritiska fallen ur stabilitetssynpunkt, sektion B-B inom fastighet Domaren 8 och sektion D-D inom fastighet Domaren 7 (se sektioner i figur 3 nedan).

I beräkningarna har känslighetsanalys utförts genom att ändra grundvattennivån samt sänka vattennivå i Ljusnan för att kontrollera hur eventuella framtida grundvattenhöjning och -minskning av vattennivå i Ljusnan (eventuella klimatförändring i framtiden) kan påverka stabiliteten i detaljplaneområdet.



Figur 3. Figuren visar valda sektioner för stabilitetsberäkning.

#### 9.1.1 Stabilitetskrav

- Enligt IEG Rapport 4: 2010.
- Totalsäkerhetsmetoden.

#### 9.1.2 Stabilitetsförutsättningar

- Placering av planerade husen enligt plankarta erhållen från beställaren via mejl.
- Materialegenskaper enligt kapitel 9.1.3 nedan.
- Tilläggslast (huslast) på ca 150 kPa.

### 9.1.3 Materialparametrar

För beräkningen har geotekniska materialparametrar (karaktäristik) använts enligt tabellen nedan:

Tabell 1. Tabellen visar materialparametrar för stabilitetsberäkningen.

Jordart	Tunghet ( $\gamma / \gamma_m$ )	Friktionsvinkel ( $^\circ$ )
Fyllning	18	31
Ny fyllning	20	45
Friktionsjord (grsasiMn)	17/19	32–35

### 9.1.4 Resultat

In- situ beräkningen som utförts inom både fastigheten visar att totalstabiliteten i nuläget är tillfredsställande. Observera att beräknade sektioner är ej inmätta och markytan har uppskattades enligt laserdata från lantmäteriet. Slänten under vattnet har konservativt valts.

#### Domaren 8:

En stabilitetsberäkning har genomförts inom fastigheten och resultatet visar att den totala stabiliteten är tillfredsställande. Dock rekommenderas att den planerade husets belastning inom fastigheten inte överstiger den uppskattade belastningen på ca 150 kPa, vilket angavs i beräkningen.

En känslighetsanalys har också utförts inom fastigheten med hänsyn till olika faktorer. Det antogs att grundvattennivån kan vara högre än den nuvarande nivån, och att vattennivån i Ljusnan kan vara lägre än vad som tidigare mätts (ungefär +53,2). Resultaten visade att för att uppnå tillfredsställande stabilitet bör den maximala belastningen inte överstiga den tidigare nämnda gränsen (se sektion B-B, fall 2C).

Det är viktigt att beakta dessa faktorer vid planering av huset inom fastigheten för att säkerställa stabilitet. Ytterligare analyser och eventuella åtgärder kan behövas om någon av dessa faktorer förändras eller om andra relevanta förändring uppkommer.

#### Domaren 7:

Stabilitetsberäkningen som har genomförts inom denna fastighet visar att totalastabiliteten är tillfredsställande. En beräkning har utförts med antagande att huset ska anläggas på ny packad fyllning (tilläggslast 150kPa) ovanpå den befintliga slänten med högre grundvattennivå och visade att stabiliteten med detta fall är tillfredsställande (se sektion D-D, fall2C). Högre last kan eventuellt tillåtas inom denna fastighet beroende på placering och grundläggningsnivå för planerad byggnad.

En känslighetsanalys har också utförts för att bedöma stabiliteten med hänsyn till högre grundvattennivåer och lägre vattennivåer i Ljusnan. Resultaten av känslighetsanalysen visade att även under dessa förhållanden är stabiliteten tillfredsställande.

Det är viktigt att ta hänsyn till dessa resultat och rekommendationer vid planeringen och konstruktionen av huset inom fastigheten för att säkerställa en långsiktigt stabil och säker byggnad.

Resultat för stabilitetsberäkningar kan ses i tabell 2 nedan.

Tabell 2. Sammanställning av stabilitetsberäkningar

Sektion	Säkerhetsfaktor	Beräkning	Erfordlig säkerhetsfaktor FS >= 1,4
Sektion B-B, fall1	1,46	In-situ	Kravet uppfylls
Sektion B-B, fall2A	1,48	Tilläggslast(huslast)	Kravet uppfylls
Sektion B-B, fall2B	1,43	Tilläggslast(huslast)+ högre grundvatten	Kravet uppfylls
Sektion B-B, fall2C	1,48	Tilläggslast(huslast)+ högre grundvatten+ lägre vatten i Ljusnan	Kravet uppfylls
Sektion D-D, fall1	1,8	In-situ	Kravet uppfylls
Sektion D-D, fall2A	1,94	Tilläggslast(huslast)	Kravet uppfylls
Sektion D-D, fall2B	1,93	Tilläggslast(huslast)+ högre grundvatten+ lägre vatten i Ljusnan	Kravet uppfylls
Sektion D-D, fall2C	1,5	Hsuet står ovanpå bef. Slänten	Kravet uppfylls
Sektion D-D, fall2D	1,5	Hsuet står ovanpå bef. Slänten+ högre grundvatten+ lägre vatten i Ljusnan	Kravet uppfylls

## 9.2 Sättningsberäkningar

I detta skede har ingen noggrann sättningsberäkning utförts, men det anses att eventuella sättningar som kan uppstå kommer att vara försumbara under förutsättning att det översta skiktet av den befintliga fyllningen schaktas bort och ersätts med en ny packad fyllning. De sättningar som kan uppstå bedöms vara snabba och kommer att under byggprocessen.

Detta bör studeras detaljerad i nästa skede när laster och utformning på byggnader är bestämda.

## 10 Geotekniska rekommendationer

### 10.1 Grundläggning

De planerade husen bedöms kunna grundläggas med platta på ny packad fyllning ovanpå förekommande naturlig lagrad morän efter utskiftning av översta skiktet av befintliga fyllningen.

All grundläggning måste frostskydds isoleras eller grundläggas på tjälritt djup.

### 10.2 Schakt

All typ av schakt kommer ske i befintliga fyllningen ovan grundvattenytan. Vid all typ av schaktarbeten krävs det att entreprenören bedömer släntlutningen ur arbetsmiljö- och säkerhetssynpunkt utifrån Svensk Byggtjänst och SGI:s skrift "Schakta säkert".

Tillfälliga schaktslänter är inte kontrollerat i detta skede och kan studeras detaljerad vid nästa projekteringskede.

### 10.3 Fortsatta rekommendationer

I nästa projekteringskede när utformning, grundläggningsnivå, placering och lastförutsättningar tagits fram på planerade byggnader ska geoteknisk sakkunnig konsulteras för slutgiltig bedömning av lämplig grundläggningsmetod, eventuella kompletterande undersökningar och andra geotekniska åtgärder.

Höjdsättning av planerade husen bör utföras med hänsyn till stabiliteten inom området och risk för översimningar.

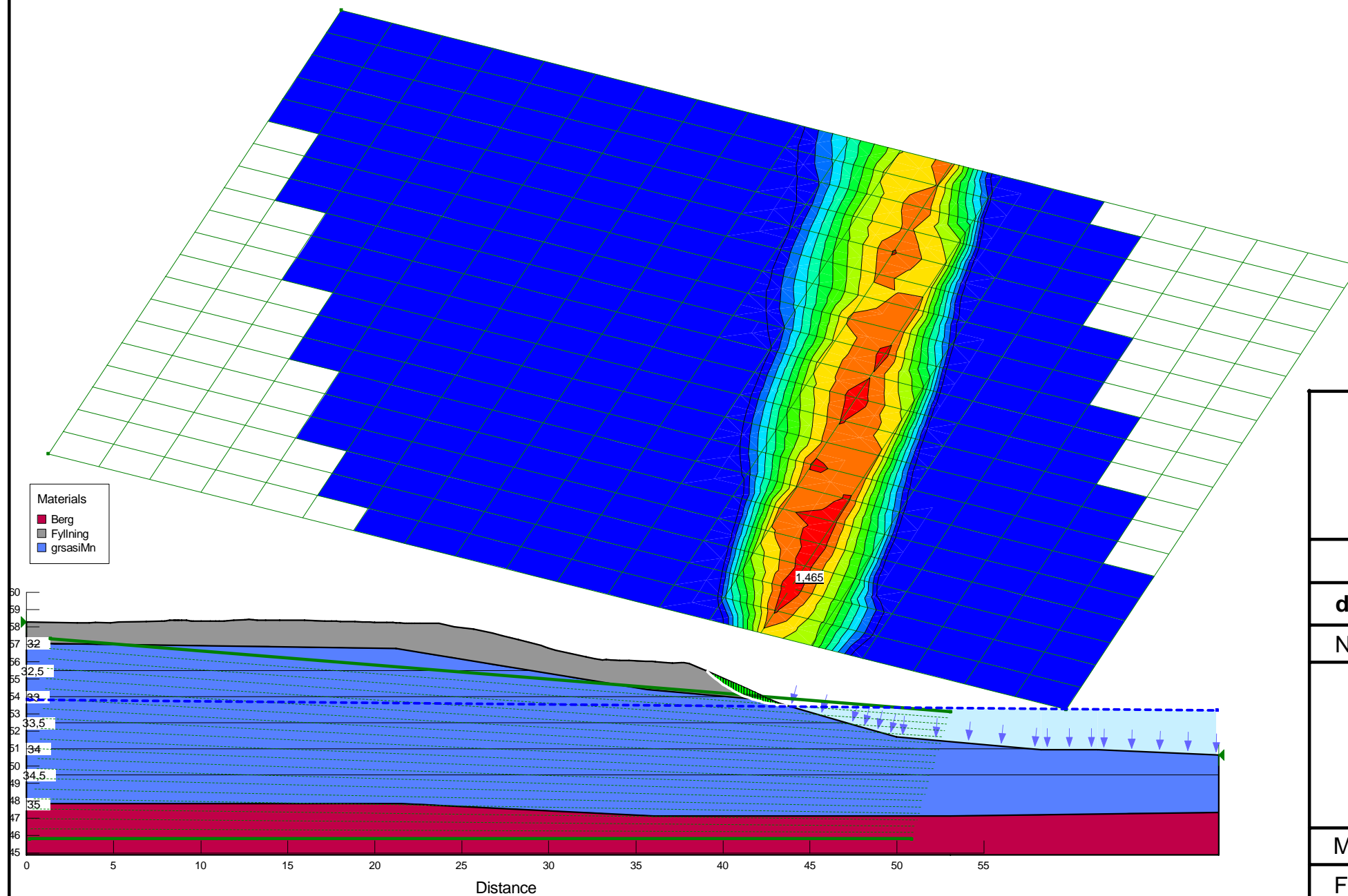
Radonundersökning bör även utföras i nästa skede om inte byggnaderna uppförs radonsäkert.

Grundvattenmätning rekommenderas att utföras under längre tid för att bedöma variationer på grundvattennivåer och dess effekt på stabiliteten inom området.



Sätabilitetsberäkning, Sektion B-B  
 Fastighet: Domaren 8  
 Fall1: in-situ beräkning  
 FS=1,46

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	



Sektion B-B

dränerad Analys

Name: Domaren 8, Bollnäs

Mohammad Eyad HARfoush

Filnamn: Sektion 1, Domaren 8.gsz

Skala 1:300 (A3)

Säkerhetsberäkning, Sektion B-B

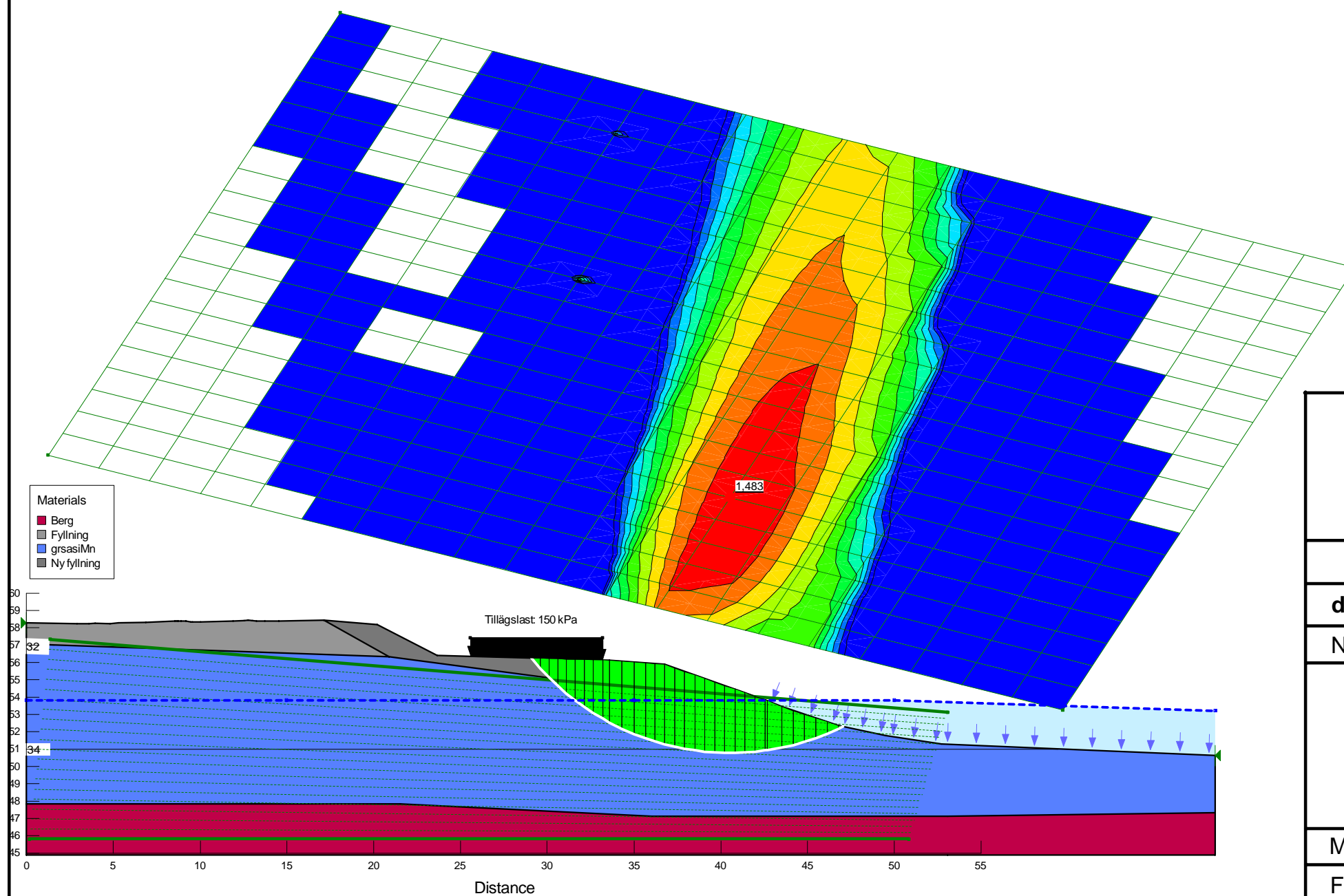
Fastighet: Domaren 8

Fall2A: beräkning med grundvattennivå (+53,8) och Ljusnans nivå (+53,2)

Tilläggslast 150 kPa

FS=1,48

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion B-B

dränerad Analys

Name: Domaren 8, Bollnäs

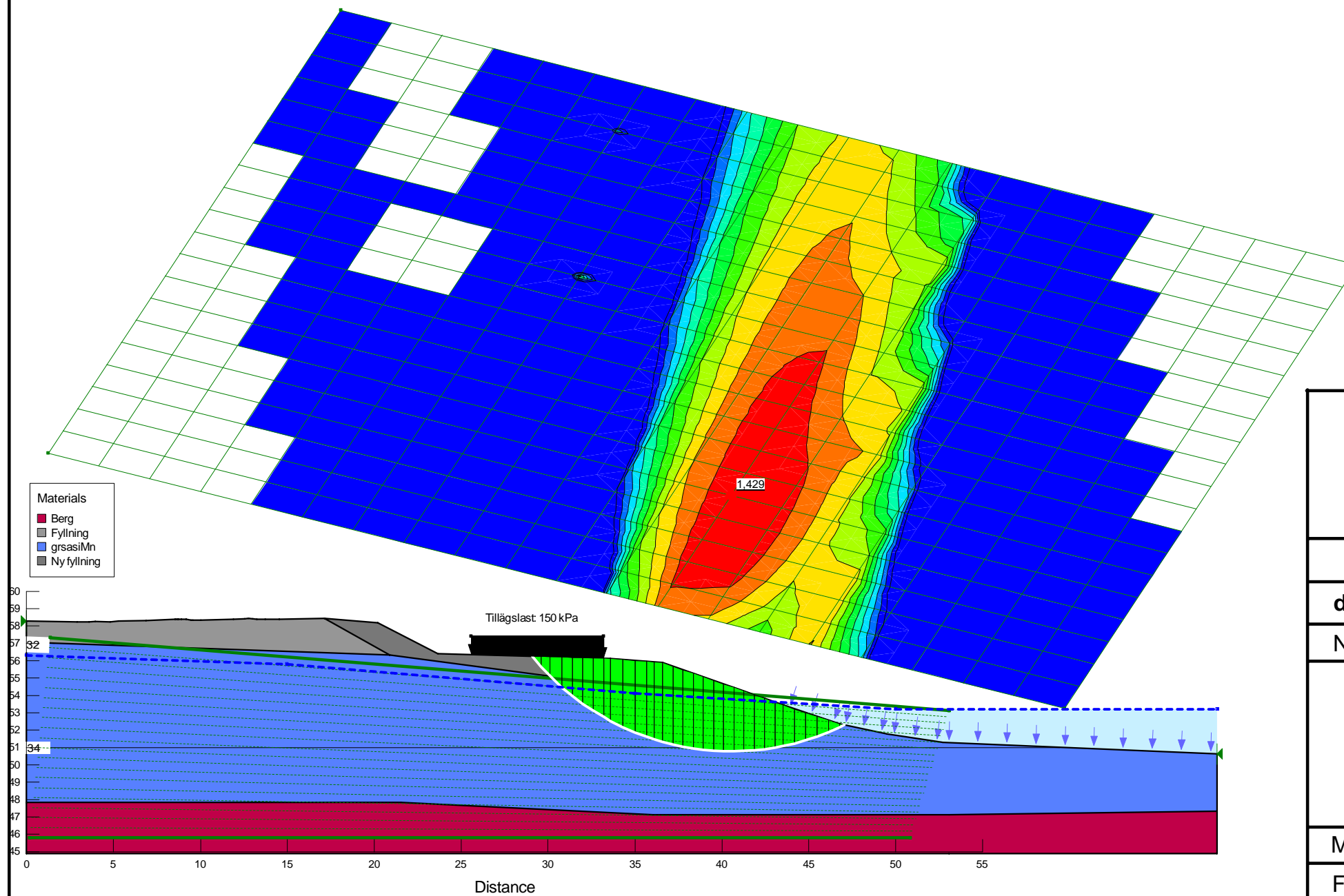
Mohammad Eyad HArfoush

Filnamn: Sektion 1, Domaren 8.gsz

Skala 1:300 (A3)

Sätabilitetsberäkning, Sektion B-B  
 Fastighet: Domaren 8  
 Fall2B: beräkning med högre grundvattennivå.  
 FS=1,43

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion B-B

dränerad Analys

Name: Domaren 8, Bollnäs

Mohammad Eyad HARfoush

Filnamn: Sektion 1, Domaren 8.gsz

Skala 1:300 (A3)

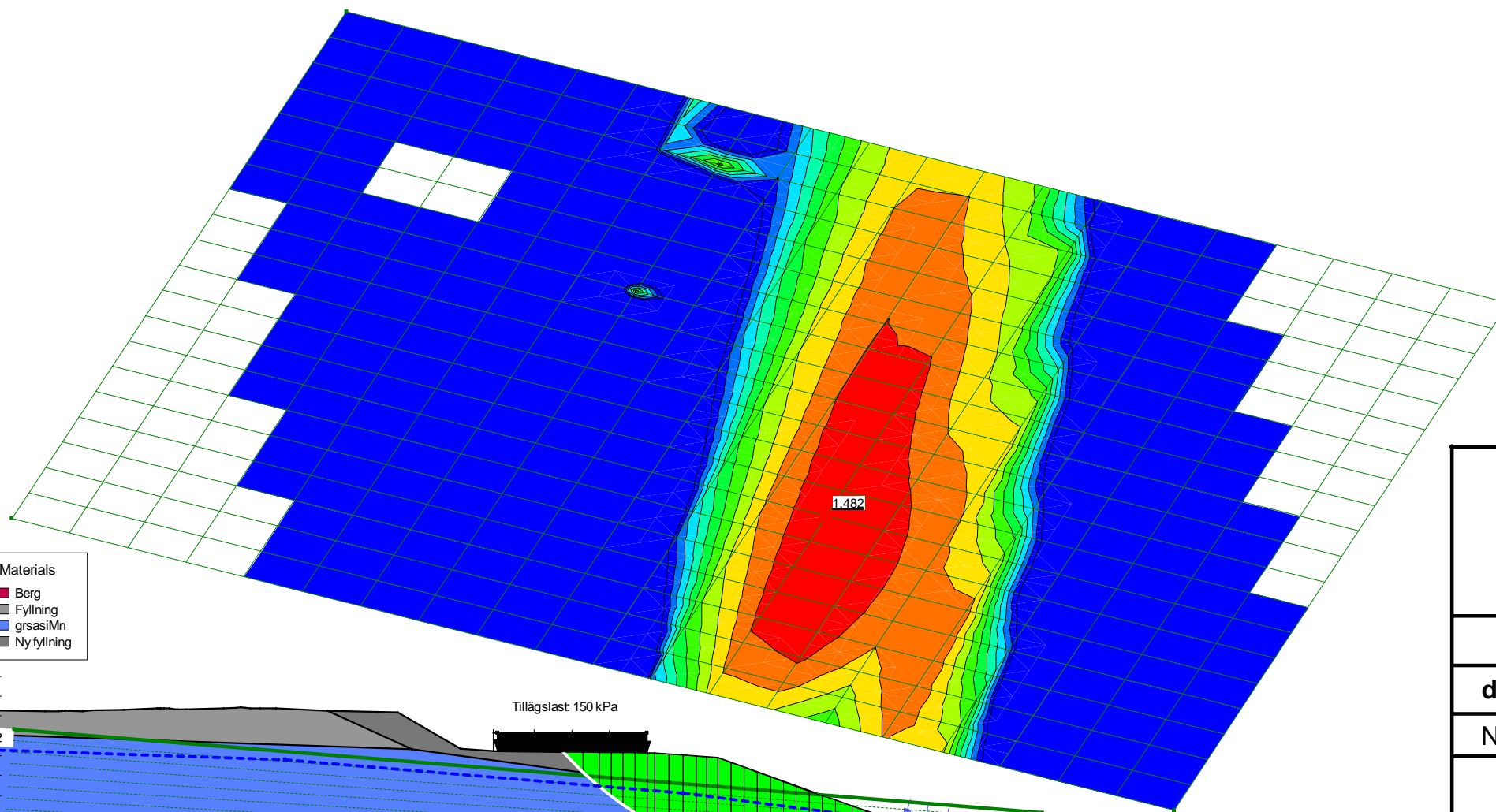
# Säkerhetsberäkning, Sektion B-B

Fastighet: Domaren 8

Fall 2C: beräkning med högre grundvattennivå + lägre Ljusnans nivå.

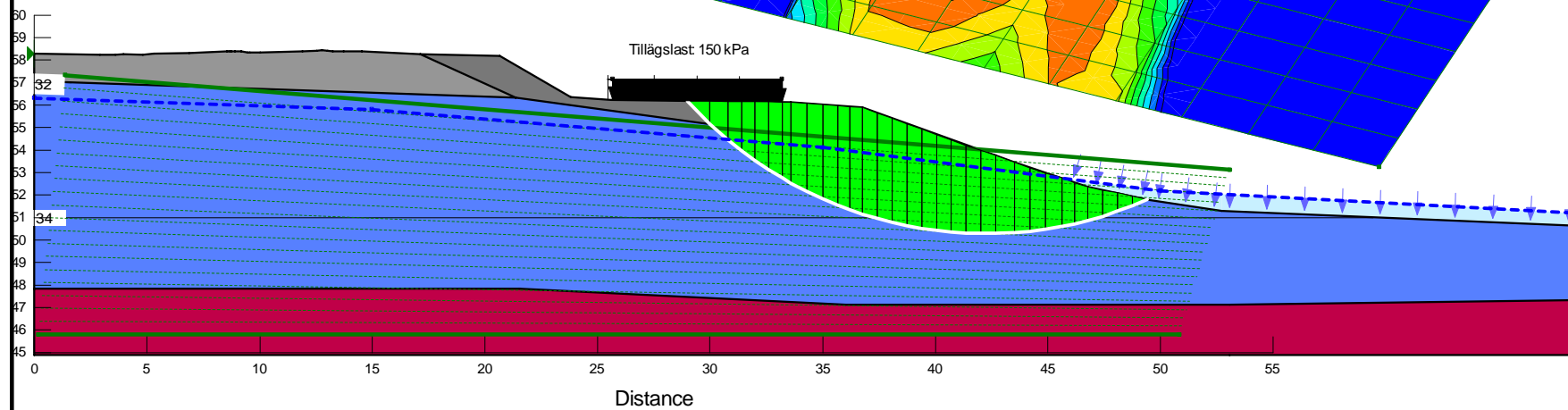
FS=1,48

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Materials

■	Berg
■	Fyllning
■	grsasiMn
■	Ny fyllning



Sektion B-B

dränerad Analys

Name: Domaren 8, Bollnäs

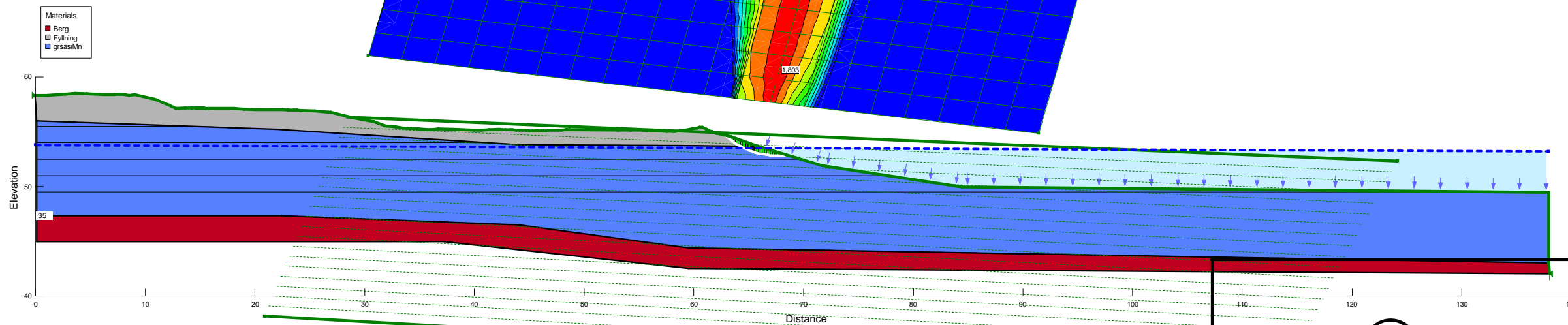
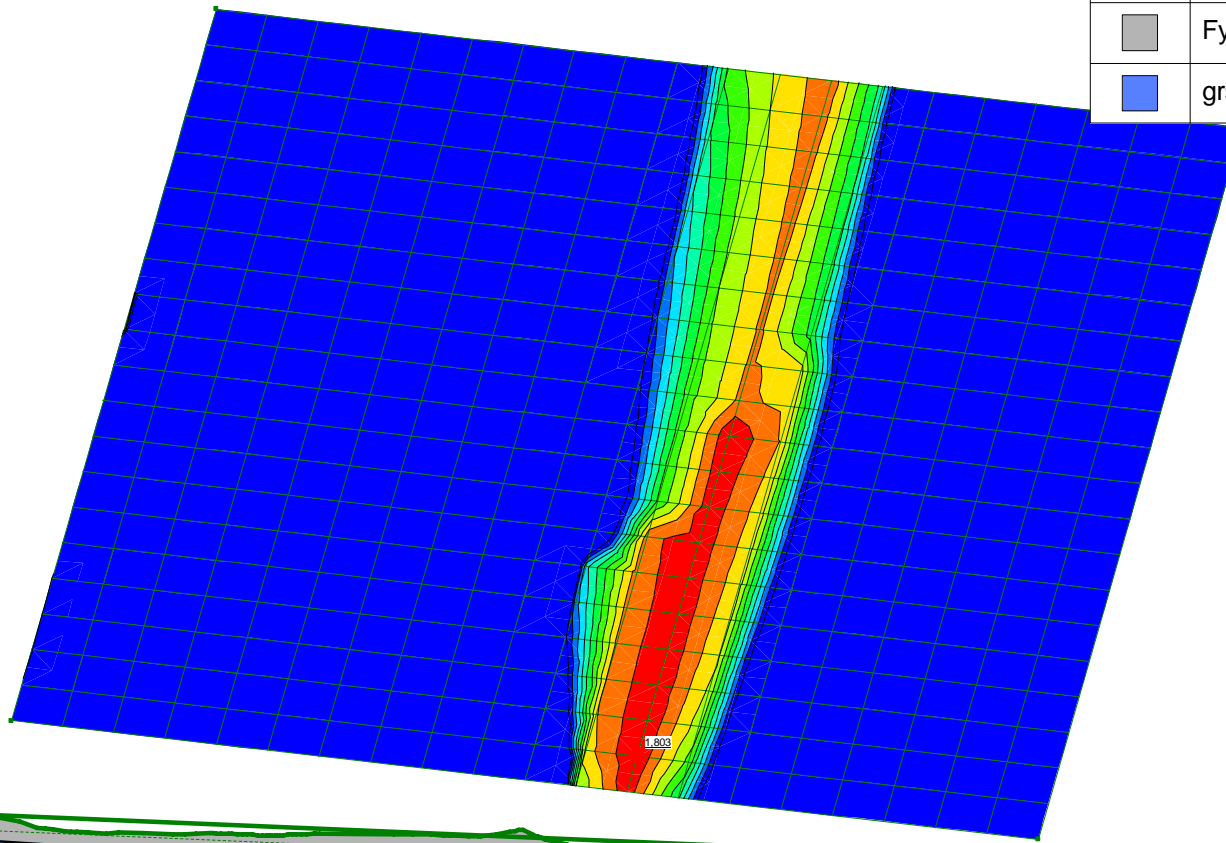
Mohammad Eyad HArfoush

Filnamn: Sektion 1, Domaren 8.gsz

Skala 1:300 (A3)

Säkerhetsberäkning, Sektion D-D  
 Fastighet: Domaren 7  
 Fall 1: in-situ beräkning  
 FS=1,8

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	



Sektion D-D

dränerad Analys

Name: Sektion D-D, Domaren 7, Bollnäs

Mohammad Eyad HARfoush

Filnamn: Sektion D-D, Domaren 7.gsz

Skala 1:450 (A3)

Sätabilitetsberäkning, Sektion D-D

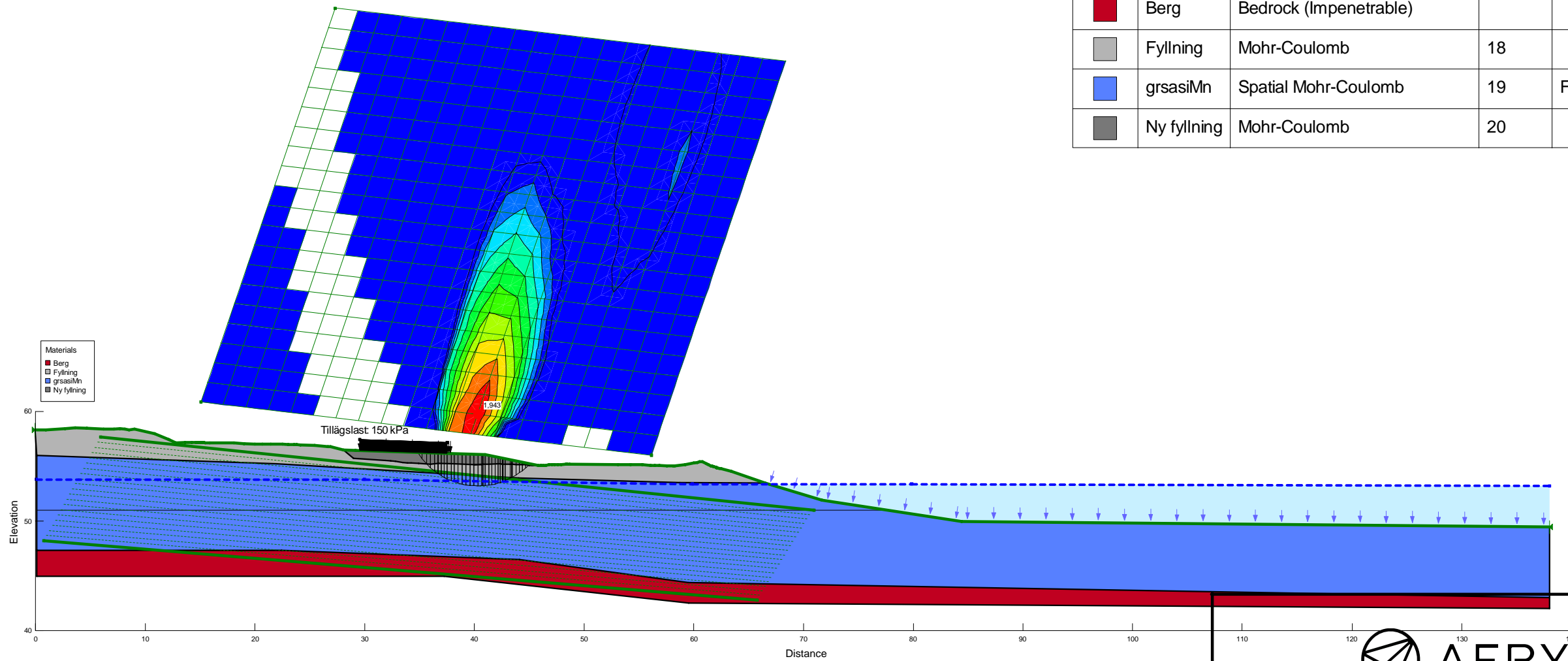
Fastighet: Domaren 7

Fall2A: beräkning med grundvattennivå (+53,8) och Ljusnans nivå (+53,2)

Tilläggslast 150kPa

FS=1,94

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion D-D

dränerad Analys

Name: Sektion D-D, Domaren 7, Bollnäs

Mohammad Eyad HArfoush

Filnamn: Sektion D-D, Domaren 7.gsz

Skala 1:450 (A3)

Sätabilitetsberäkning, Sektion D-D

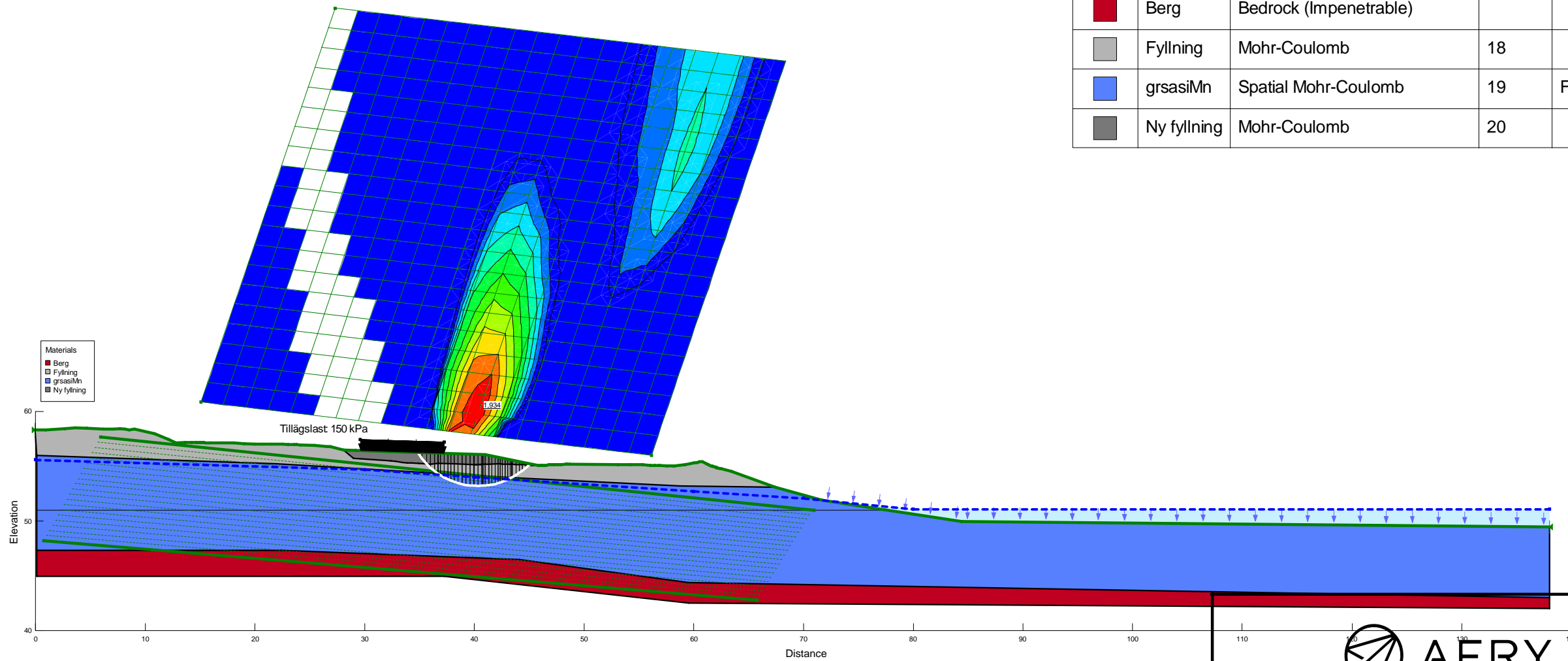
Fastighet: Domaren 7

Fall2B: beräkning med högre grundvattennivå och lägre nivå i Ljusnans.

Tilläggslast 150kPa

FS=1,93

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion D-D

dränerad Analys

Name: Sektion D-D, Domaren 7, Bollnäs

Mohammad Eyad HArfoush

Filnamn: Sektion D-D, Domaren 7.gsz

Skala 1:450 (A3)

# Satbilitetsberäkning, Sektion D-D

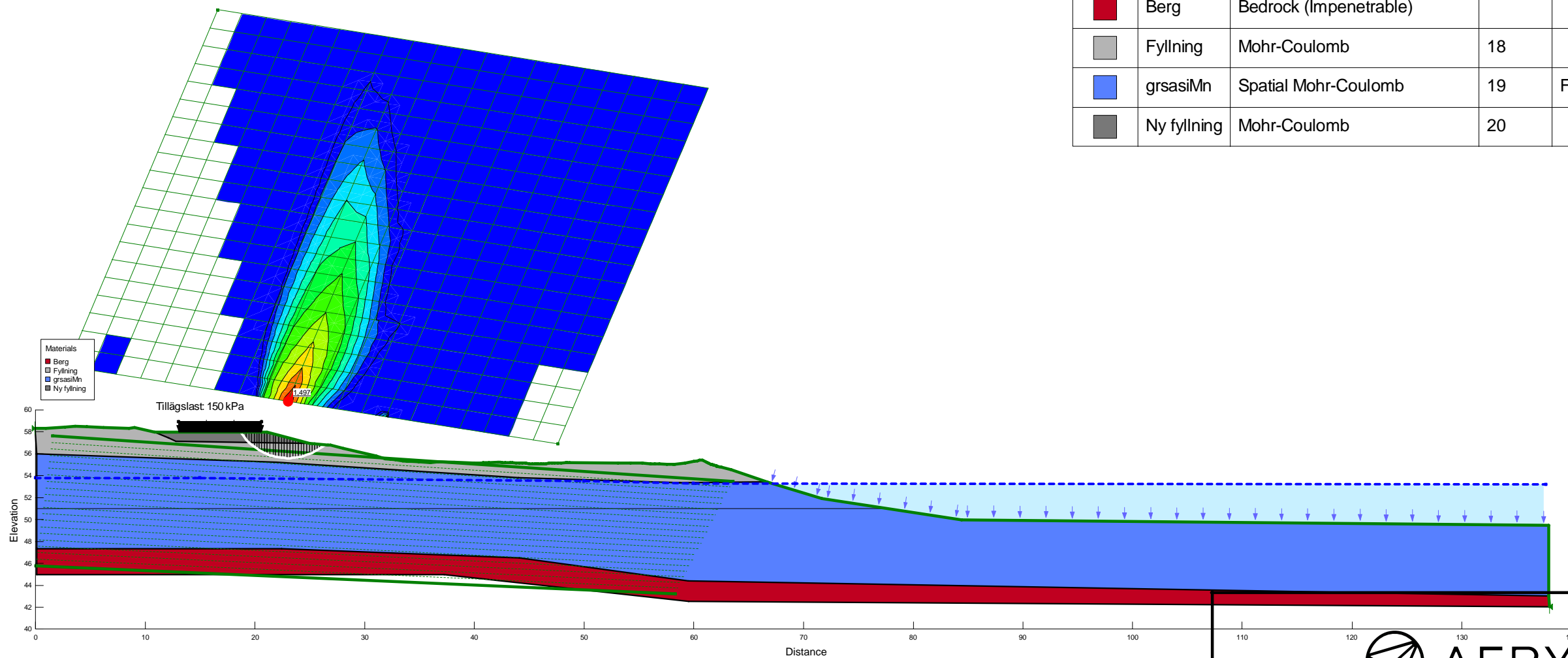
Fastighet: Domaren 7

Fall2C: beräkning grundvattennivå (ca+53,8) och Ljusnans nivå (+53,2).

Tilläggslast 150kPa

Huset står på ny fyllning ovanpå bef.slänt

FS=1,5



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion D-D

dränerad Analys

Name: Sektion D-D, Domaren 7, Bollnäs

Mohammad Eyad HArfoush

Filnamn: Sektion D-D, Domaren 7.gsz

Skala 1:450 (A3)



# Sätabilitetsberäkning, Sektion D-D

Fastighet: Domaren 7

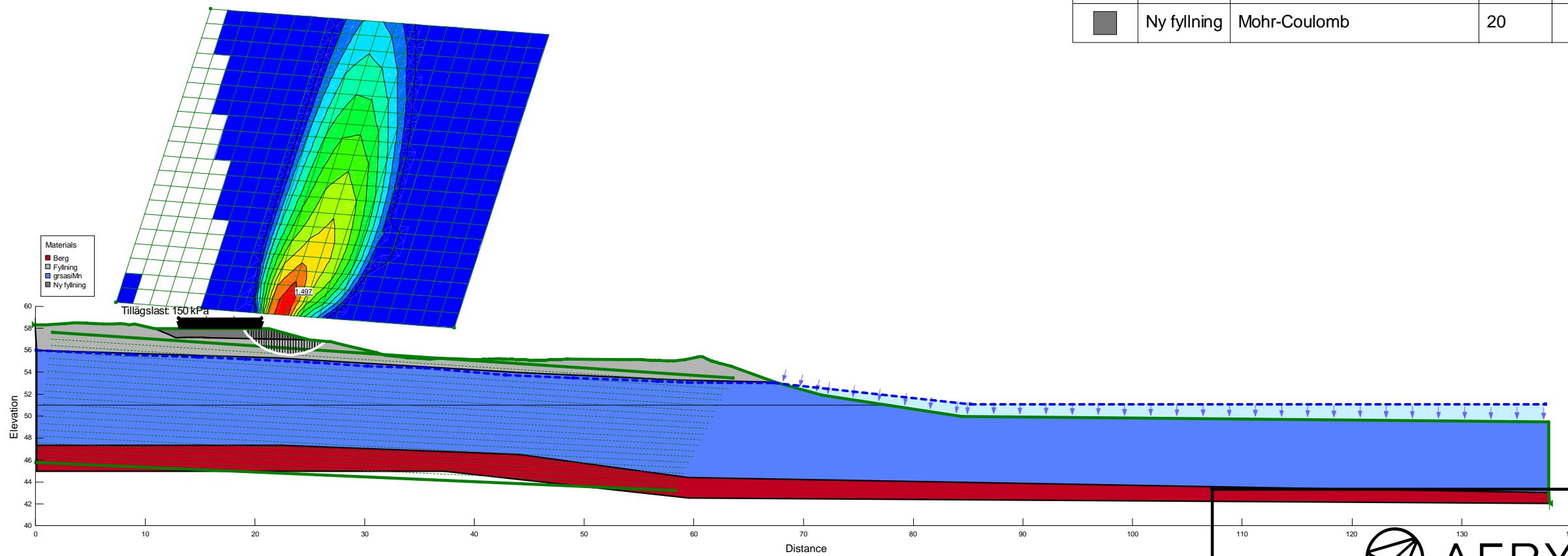
Fall2D: beräkning med högre grundvattennivå lägre nivå i Ljusnans nivå.

Tilläggslast 150kPa

Huset står på ny fyllning ovanpå bef.slänt

FS=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi Fn	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	18			31
■	grsasiMn	Spatial Mohr-Coulomb	19	Friktionsvinkel	17	
■	Ny fyllning	Mohr-Coulomb	20			45



Sektion D-D

dränerad Analys

Name: Sektion D-D, Domaren 7, Bollnäs

Mohammad Eyad HARfoush

Filnamn: Sektion D-D, Domaren 7.gsz

Skala 1:450 (A3)