



SGI, Statens geotekniska institut

19139, Brandkärr detaljerad stabilitetsutredning, 77100V

Markteknisk undersökningsrapport/ Geoteknik (MUR/GEO)

Diariennr. SGI: 6.2-1910-0733

MUR Geoteknik

Uppdrag
Stabilitetsutredning Brandkärr, Göta Älv
Uppdragsnummer
7766881
GNR
19219
Beställare
Statens geotekniska institut, SGI
Beställarens referens
Per Bolin

Datum
14/02/2020
Revidering

Uppdragsledare
Mikael Isaksson
Telefon
+46 10 505 48 60
Mail
Mikael.isaksson@afry.com

Upprättad av:
Maria Margenberg
Darko Asanovic
Granskad av:
Axel Josefson

MUR Geoteknik

Förord från SGI

Regeringen har gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att minska sannolikheten för skred i Göta älv dalen och för att underlätta det arbetet har en delegation inrättats, Delegationen för Göta älv. Delegationen består av representanter från Vänersborgs, Trollhättans, Lilla Edets, Ales, Kungälvs och Göteborgs kommuner, Länsstyrelsen Västra Götaland, Länsstyrelsen Värmland, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Sjöfartsverket, Trafikverket, Vattenfall Vattenkraft AB och SGI.

I arbetet med Delegationen för Göta älv utför SGI detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar för att klargöra stabilitetsförhållandena inom de områden som utpekats med hög- eller medelhög skredrisk inom Göta älvutredningen 2009–2012. Dessa utredningar ligger sedan till grund för beräkning av sannolikheten för skred och projektering av stabilitetshöjande åtgärder.

Stabilitetsutredningarna utförs av geotekniska konsulter på uppdrag av SGI. Då resultaten från dessa utredningar utgör underlag till fortsatt analysarbete, har SGI varit delaktiga i framtagandet av fält- och laboratorieundersökningar, val av hållfasthet, beräkningar samt redovisning av resultat. Konsulten har fått uppdraget att i möjligaste utsträckning ta fram en trolig skjuvhållfasthet inför beräkningarna. Dessa utredningar redovisar därmed inte slutgiltiga bedömningar av stabilitetsförhållandena, sannolikheten för skred eller vilka åtgärder som bör utföras för aktuellt område.

Sekretariatet till Delegation för Göta älv

MUR Geoteknik

Innehållsförteckning

Förord från SGI	2
1 Objekt	5
2 Syfte	5
3 Underlag för upprättande av fältundersökningar	6
4 Styrande dokument	6
5 Arkivmaterial	8
6 Befintliga förhållanden.....	8
6.1 Topografi	9
6.2 Ytbeskaffenhet	9
6.3 Befintliga byggnader och anläggningar	11
7 Utsättning/Inmätning	12
8 Geotekniska fältundersökningar.....	12
8.1 Geotekniska undersökningar.....	12
8.1.1 Geoteknisk kategori.....	12
8.1.2 Tidigare utförda undersökningar	12
8.1.3 Utförda undersökningar.....	13
8.1.4 Fältingenjörer	13
8.1.5 Kalibrering och certifiering	13
8.1.6 Provhantering	13
9 Hydrogeologiska undersökningar	14
9.1 Utförda undersökningar	14
10 Laboratorieundersökningar	14
10.1 Utförda undersökningar	14
10.2 Laboratorieingenjörer	15
10.3 Kalibrering och certifiering.....	15
10.4 Provförvaring	15
11 Härledda värden.....	15
11.1 Utvärdering och korrigerig	15
11.2 Hållfasthetsegenskaper	15
11.3 Deformationsegenskaper.....	16

MUR Geoteknik

11.4	Hydrogeologiska egenskaper	16
11.5	Övriga egenskaper	16
12	Värdering av undersökning	16
12.1	Härledda värdens spridning och relevans	17
13	Övrigt	17
14	Ritningar	17

Bilagor

Bilaga 1.....	Sammanställning av skjuvhållfasthet
Bilaga 2.....	Sammanställning jordparametrar
Bilaga 3.....	Konsolideringsdiagram
Bilaga 4.....	Portrycksmätningar
Bilaga 5.....	Utvärdering CPT-sondering CONRAD
Bilaga 6.....	Fältrapport
Bilaga 7.....	Laboratorierapport
Bilaga 8.....	Kalibreringsprotokoll
Bilaga 9.....	Kontroll av provkvalitet, kolvprovtagning
Bilaga 10.....	Datum för upptag och analys av prover
Bilaga 11.....	Bilder från platsbesök 2019-11-14

MUR Geoteknik

1 Objekt

På uppdrag av SGI, Statens geotekniska institut, har AFRY (ÅF Infrastructure AB) utfört geotekniska undersökningar inom delområdet Brandkärr, Hisings Backa, Göteborgs Stad. Området är beläget ca 7 km norr om Göteborgs stadskärna och omfattar en sträcka på ca 350 - 400 m på Göta Älvs västra sida. Utrett område stäcker sig längs längdmätning km 76/945 till 77/375 i Göta älv.

Uppdraget omfattar en detaljerad stabilitetsutredning med stabilitetsberäkningar för rådande förhållanden. Inom uppdraget har stabilitetsberäkningar utförts i fyra sektioner för utredning av stabiliteten ner mot älven. I Figur 1-1 redovisas utrett område översiktligt på satellitkarta.



Figur 1-1 Översiktfoto. Ungefärligt undersökningsområde markerat med röd linje. (Omarbetad från Google Earth Pro).

2 Syfte

Syftet med undersökningarna har varit att ta fram underlag för den detaljerade stabilitetsutredningen för det aktuella undersökningsområdet.

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

MUR Geoteknik

3 Underlag för upprättande av fältundersökningar

Följande underlag har använts vid upprättande av fältundersökningar:

- *Information om uppdraget har erhållits från beställaren. (Terrängmodell, batymetri, fastighetsgränser, tidigare utredningar mm.)*
- *Jordarts- och jorddjupskartor har inhämtats från Sveriges geologiska undersökning (SGU) tjänst Kartgeneratoren (<https://www.sgu.se/>).*
- *Ledningsunderlag har inhämtats från Post- och telestyrelsens (PTS) tjänst Ledningskollen (www.ledningskollen.se).*
- *Underlag från fastighetsägare rörande ledningar inom aktuella fastigheter samt grundläggning av byggnader.*
- *Tidigare utförda geotekniska undersökningar enligt avsnitt 5.*

4 Styrande dokument

Styrande dokument för uppdraget utgörs av:

DGA00XST02 Riktlinjer för dokumenthantering, daterad 2019-11-05

DGA00XST01 Riktlinjer för tekniskt arbete 2.0, daterad 2019-11-05

Vidare ansluter denna rapport till SS-EN 1997-1:2005 med tillhörande nationell bilaga.

Tabell 4-1 Planering och redovisning.

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
<i>Fältplanering</i>	<i>SS-EN 1997-2 med korrigering SS-EN 1997-2:1997/AC:2010</i>
<i>Fältutförande</i>	<i>Geoteknisk fälthandbok, SGF Rapport 1:2013 SS-EN-ISO 22475-1</i>
<i>Beteckningssystem</i>	<i>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 2013-04-24 (översättningsnyckel mellan SGF/BGS beteckningssystem och gällande europastandard SS-EN 14688-1, från IEG Rapport 13:2010)</i>

MUR Geoteknik

Tabell 4-2 Fältundersökningar.

Undersökningsmetod	Beteckning	Standard eller annat styrande dokument
Mekanisk trycksondering	TrM	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SGF metodblad "Beskrivning av Mekanisk Trycksondering" 2009-01-27
Jord-bergsondering	Jb	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SGF Rapport 4:2012 Metodbeskrivning för Jord-bergsondering
Vingförsök	Vb	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SGF Rapport 2:93, Rekommenderad standard för vingförsök i fält
Kolvprovtagning	Kv	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SGF Rapport 1:2009, Metodbeskrivning för provtagare med standardkolvprovtagare
CPT-sondering	CPT, CPT-R	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 SS-EN ISO 22476-1
Skruvprovtagning	Skr	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013
Hydrogeologiska metoder		SGI Information 11 Mätning av grundvattennivå och portryck

Tabell 4-3 Laboratorieundersökningar (AFRY Göteborg).

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbestämning och beskrivning	SS-EN-ISO 14688-1
Klassificering	SS-EN ISO 14688-2
Skrymdensitet	SS 027114
Vattenkvot	SS 027116
Konflytgräns	SS 027120
Sensitivitet och konförsök	SS 027125
Materialtyp och tjälfarlighetsklass	AMA Anläggning 17

MUR Geoteknik

Tabell 4-4 Laboratorieundersökningar (MITTA).

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbestämning	SS-EN ISO 14688-1,-2/SGF R1:2016 SGF/BGS beteckningssystem 2001:2
Vattenkvot	SS-EN ISO 17892-1:2014
Skrymdensitet	SS EN ISO 17892-2:2014
CRS-försök	SS 027126
Direkta skjuvförsök	SS 207127

5 Arkivmaterial

Följande tidigare utredningar har inarbetats i denna handling:

- *Bäckebo, fördjupad stabilitetsutredning.* EQC Väst AB. 2014-04-23.
- *Göta Älvutredningen, GÄU.* Delområde 01, Angeredsbron-Marieholm. 2011-10-31.
- *Göta Älvutredningen, GÄU.* Delområde 10. Surte-Marieholm. 2011-10-31.

Övriga närliggande äldre borrhållningar erhållet från beställarens borrhållsdatabas redovisas endast på planritning och som enstaka borrhåll.

6 Befintliga förhållanden

Det undersökta området är beläget ca 7 km norr om Göteborgs stadskärna. Se Figur 6-1 för ungefärligt läge på undersökningsområdet.

MUR Geoteknik



Figur 6-1. Översiktsfoto. Ungefärligt läge på undersökt område markerat med streckad röd cirkel. (Bild omarbetad från kartor.eniro.se).

6.1 Topografi

Det undersökta delområdet är generellt plant med en svag lutning från nordväst ner mot älven i sydöst. Lutningen är flackare i området närmast älvstranden. Nivån på inom utredningen inmätta punkter varierar från nivå +3,1 vid de nordvästligaste punkterna, ner till en nivå på ca -0,3 närmast älvstranden.

Batymetri tillhandahållen av beställaren visar en brantare undervattenslän i Göta Älv med varierande lutning vid de olika utredda sektionerna. Generellt bedöms undervattensslänten ha en något flackare lutning i de norra delarna av området och brantare i områdes södra del.

Älvbotten ligger på ca nivå -7,0 längs hela det undersökta området och strandkanten ligger mellan +0,1 och +1,0. Medelvattenståndet ligger på +0,2 och lägsta lågvattenståndet ligger på -0,5.

6.2 Ytbeskaffenhet

Området utgörs från nordväst i riktning mot älven av hårdgjorda ytor som övergår till vassområde som följer älvstranden innanför erosionsskyddet. Älvstranden längs med den aktuella delsträckan där undersökningar utförts är till stora delar erosionsskyddad ovan

MUR Geoteknik

vattenytan med bergkrossmaterial av varierande stenstorlek, se Figur 6-3 och Figur 6-2. Ingen inventering har skett av erosionsskyddets utbredning under vattenytan.



Figur 6-3 Erosionsskydd (bergkross) längs med älvstranden, foto från platsbesök 2019-11-14.



Figur 6-2 Erosionsskydd (bergkross) längs med älvstranden, foto från platsbesök 2019-11-14.

MUR Geoteknik

6.3 Befintliga byggnader och anläggningar

Delar av det undersökta området används som parkeringsyta och gatumark. På västra sidan av undersökningsområdet finns industritomter där diverse verksamheter bedrivs. I det sydvästra hörnet av området finns fastighet med flertalet containrar uppställda ca 60 meter från älvstranden. Se foton från platsbesök, Figur 6-4 och Figur 6-5. Se även Bilaga 11, bilder från platsbesök.

Inom området finns en större dagvattenledning som korsar områdets centrala delar. Inom Schenkers verksamhetsområde återfinns även markförlagda el och VA-ledningar.



Figur 6-4 Industrimark och lagerbyggnad tillhörande Schenker på områdets centrala delar. Fotoriktning mot söder. (Foto från platsbesök 2019-11-14).

MUR Geoteknik



Figur 6-5 Uppställning av containrar på områdets sydvästra del. Fotoriktning mot söder. (Foto från platsbesök 2019-11-14).

7 Utsättning/Inmätning

Valda beräkningssektioner är inmätta av AFRY under december 2019. Undersökningspunkterna är utsatta och inmätta med GPS. Inmätning har skett i enlighet med geoteknisk mätningssklass A.

Koordinatsystem: SWEREF 99 TM

Höjdsystem: RH 2000

8 Geotekniska fältundersökningar

8.1 Geotekniska undersökningar

8.1.1 Geoteknisk kategori

Undersökningarna är utförda i enlighet med förutsättningarna för tillämpning av Geoteknisk kategori 2 (GK 2).

8.1.2 Tidigare utförda undersökningar

Tidigare utförda undersökningspunkter har inarbetats och redovisas enligt kapitel 5.

MUR Geoteknik

8.1.3 Utförda undersökningar

Fältundersökningarna har utförts av AFRY Infrastructure AB under november och december 2019. Totalt omfattar fältarbetet 8 st undersökningspunkter. Antalet undersökningsmetoder fördelas enligt Tabell 8-1. Undersökningarna redovisas på ritning G-10.1-001 i plan samt på G-10.2-001 till G-10.2-004 i sektion, separata borrhål redovisas på G-10.2-005 till G-10.2-022. Fältrapport redovisas i Bilaga 6.

Tabell 8-1. Utförda geotekniska fältundersökningar.

Metod	Syfte	Antal
<i>Mekanisk Trycksondering</i>	<i>Bestämning av jorddjup och jordlagerföljd</i>	<i>3</i>
<i>CPTR-sondering</i>	<i>Bestämning av jordlagerföljd, relativ fasthet, resistivitet, hållfasthets- och deformationsegenskaper samt variationer i jordens egenskaper mot djupet.</i>	<i>7</i>
<i>Vingförsök</i>	<i>Bestämning av lerans/gyttjans skjuvhållfasthet</i>	<i>5</i>
<i>Kolvprovtagning</i>	<i>Upptagning av ostörda jordprover</i>	<i>2</i>
<i>Skruvprovtagning</i>	<i>Upptagning av störda jordprover</i>	<i>8</i>

8.1.4 Fältingenjörer

Fältingenjörer vid geotekniska undersökningar utförda inom aktuell utredning har varit:

Jonas Eriksson Isberg, AFRY
Peter Hirvonen, AFRY
Martin Johansson, AFRY
Peter Holm, AFRY

8.1.5 Kalibrering och certifiering

Kalibreringsprotokoll för använd fältutrustning redovisas i Bilaga 8.

8.1.6 Provhantering

Hantering av jordprover har utförts enligt SGF rapport 1:2013.

Störda prover har förvarats och transporterats i provpåsar av plast.

Ostörda prover har packats i provhylsor med plastmellanlägg och tätslutande lock samt transporterats i särskilt avsedda transportlådor.

MUR Geoteknik

9 Hydrogeologiska undersökningar

9.1 Utförda undersökningar

Fri grundvattenyta i den övre öppna akviferen har sökts i samband med samtliga skruvprovtagningar vid undersökningstillfället. Observerad vattenytan vid skruvprovtagning redovisas i Tabell 11-1.

Geotekniska portrycksstationer har installerats i 2 st punkter med vardera 3 st porstryckmätare placerade på varierande djup under markytan. Portrycksmätarna är installerade med automatisk avläsning.

Installerade portrycksmätare har avlästs under perioden november 2019 till januari 2020. Resultatet av utförda mätningar redovisas i Bilaga 4.

Installerade portrycksmätare sitter kvar. Automatisk avläsning sker 4 gånger per dygn. Minnet har en kapacitet av 2000 mätvärden innan överskrivning sker. Batteriet har en kapacitet av ca 100 000 mätvärden.

10 Laboratorieundersökningar

10.1 Utförda undersökningar

Jordprover har analyserats under december 2019 - februari 2020. Undersökningarnas omfattning redovisas i Tabell 10-1. Laboratörerapport redovisas i Bilaga 7.

Tabell 10-1. Utförda geotekniska laboratorieundersökningar.

Undersökning	Utförare	Antal provtagningsnivåer
<i>Jordartsbestämning och vattenkvot störda jordprover</i>	<i>AFRY, geotekniska laboratoriet i Göteborg</i>	<i>20 st.</i>
<i>Rutinundersökning ostörda jordprover</i>	<i>AFRY, geotekniska laboratoriet i Göteborg</i>	<i>24 st.</i>
<i>Kompressionsförsök CRS</i>	<i>Mitta, geotekniska laboratoriet i Onsala</i>	<i>10 st.</i>
<i>Direkta skjuvförsök</i>	<i>Mitta, geotekniska laboratoriet i Onsala</i>	<i>8 st</i>

MUR Geoteknik

10.2 Laboratorieingenjörer

Ansvariga laboratorieingenjörer under nu utförda undersökningar har varit:

- Hanna Karlström, AFRY
- Henrik, Karlsson, AFRY
- Helena Seger, Mitta
- Meraf Berhe, Mitta
- Tony Axelsson, Mitta

10.3 Kalibrering och certifiering

Se Laboratorierapport, Bilaga 7.

10.4 Provförvaring

Proverna har efter mottagande förvarats i kylrum.

Proverna sparas i 3 månader efter utförd rutinundersökning. Datum för upptag och analys av prover redovisas i Bilaga 10.

11 Härledda värden

11.1 Utvärdering och korrigering

Värdena från utförda störda- och ostörda prover samt CPT-sonderingar och vingsonderingar redovisas. Den odränerade skjuvhållfastheten har korrigerats med hänsyn till konflytgräns och överkonsolideringsgrad.

Utförda CPT-sonderingar är utvärderade enligt SGI Info 15 i datorprogrammet Conrad version 3.1, se Bilaga 5.

Härledda värden har sammanställts utifrån nivå och djup.

11.2 Hållfasthetsegenskaper

Redovisning av värden för skjuvhållfasthet utvärderade från vingsondering, CPT-sondering samt konförsök på ostörda prover i laboratorium. Skjuvhållfasthet har redovisats med följande uppdelning:

- Odränerad analys utifrån nivå, alla metoder. Bilaga 1:1.
- Odränerad analys utifrån nivå, alla metoder utom CPT. Bilaga 1:2.
- Odränerad analys utifrån nivå, enbart CPT. Bilaga 1:3.

- Odränerad analys utifrån djup, alla metoder. Bilaga 1:4.
- Odränerad analys utifrån djup, alla metoder utom CPT. Bilaga 1:5.
- Odränerad analys utifrån djup, enbart CPT. Bilaga 1:6.

Sammanställningar redovisas i Bilaga 1.

MUR Geoteknik

11.3 Deformationsegenskaper

Härledda värden av förkonsolideringstryck, σ'_c från utvärderade CRS-försök redovisas i Bilaga 3. I Bilaga 3 ses även empiriskt beräknad spänning utifrån Hansbos relation beräknad med skjuvhållfastheter uppmätta från ving- respektive konförsök.

11.4 Hydrogeologiska egenskaper

Värden från utförda portrycksmätningar redovisas i Bilaga 4. I Tabell 11-1 ses observerad vattenyta i skruvprovtagningshål.

Tabell 11-1 Observerad vattenyta i skruvprovtagningshål.

Punkt	Datum	Observerad vattenyta i skruvprovtagningshål (m under my)	Trycknivå
19AF21	2019-12-13	1,50	+0,214
19AF22	2019-12-09	Ej mätbart	Ingen uppgift
19AF23	2019-12-06	0,20	+ 1,889
19AF24	2019-12-17	1,05	+ 1,177
19AF25	2019-12-06	Ej mätbart	Ingen uppgift
19AF26	2019-12-13	Ej mätbart	Ingen uppgift
19AF27	2019-12-09	0,35	+0,359
19AF28	2019-12-16	0,20	+1,834

11.5 Övriga egenskaper

Densitet, vattenkvot, sensitivitet och konflytgräns framtagna från störda och ostörda prover i laboratorium, samt data från arkivpunkter redovisas i Bilaga 2.

12 Värdering av undersökning

Fältarbetet har till största del utförts som planerat. Fältundersökningar, fältobservationer och avvikelser från planerade fältundersökningar i sin helhet presenteras i Bilaga 6 Fältrapport.

I Bilaga 9 redovisas störnings av prover och bedömd provkvalitet. Generellt bedöms en god provkvalitet med endast ett fåtal prover med någorlunda god kvalitet.

Generellt har kort tid passerat mellan upptag av prover och labb. Ligg tiden av prover bedöms inte ha påverkat provkvaliteten.

MUR Geoteknik

12.1 Härledda värdens spridning och relevans

Spridningen för undersökta jordparametrar anses vara normal. Härledda värden för skjuvhållfasthet visar en mycket god samstämmighet inom området och för olika undersökningsmetoder.

13 Övrigt

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

Direkta skjuvförsök har utförts inom uppdraget men inte inarbetats i sammanställningar eller använts i beräkningar.

Bilder från platsbesök 2019-11-14 redovisas i Bilaga 11.

14 Ritningar

Nedan i Tabell 14-1 ses förteckning över aktuella ritningar inom projekt.

Tabell 14-1 Ritningsförteckning.

Ritningsnummer	Ritning	Skala	Format
G-10.1-001	Plan	1:1000	A1
G-10.2-001	Sektion 77/010V	H 1:100 L 1:500	A1
G-10.2-002	Sektion 77/090V	H 1:100 L 1:500	A1
G-10.2-003	Sektion 77/160V	H 1:100 L 1:500	A1
G-10.2-004	Sektion 77/240V	H 1:100 L 1:500	A1
G-10.2-005	Separata sonderingar 19AF21	1:100	A1
G-10.2-006	Separata sonderingar 19AF22	1:100	A1
G-10.2-007	Separata sonderingar 19AF23	1:100	A1
G-10.2-008	Separata sonderingar 19AF23	1:100	A1
G-10.2-009	Separata sonderingar 19AF24	1:100	A1
G-10.2-010	Separata sonderingar 19AF25	1:100	A1
G-10.2-011	Separata sonderingar 19AF26	1:100	A1
G-10.2-012	Separata sonderingar 19AF27	1:100	A1
G-10.2-013	Separata sonderingar 19AF28	1:100	A1
G-10.2-014	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-015	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-016	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-017	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-018	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-019	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-020	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-021	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1
G-10.2-022	Separata sonderingar arkiv	1:100	A1