

Åkerström norra, Göta älv

Fördjupad stabilitetsutredning

Dokumenttyp:

Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik

Dokumentnummer:

14600VRA01

Diarienummer/Uppdragsnummer SGI:

6.2-2205-0440/10317



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Denna MUR ersätter tidigare MUR daterad 2023-06-30 med samma dokumentnummer.

Kund Statens geotekniska institut
Uppdrag Åkerström norra
Uppdragsnummer Sweco 30046482
Uppdragsledare AnnLouise Elliot
Författare Daniel Björn / Henrik Falch
Datum 2024-05-17
Granskad av (datum)
Dokumentreferens BD
\\sweco.se\se\got01\projekt\22321\30046482_åkerström_norra\000\3_genomforande\35_arbetsmaterial\geoteknik\mur\komplettering\14600vra01.docx

Innehållsförteckning

1	Uppdrag och syfte	5
2	Underlag för undersökning	5
3	Styrande dokument	6
4	Befintliga förhållanden	7
4.1	Topografi, ytbeskaffenhet och markanvändning	7
4.2	Vattenstånd och batymetri	8
4.3	Befintliga konstruktioner	8
5	Positionering	8
6	Geotekniska fältundersökningar	8
6.1	Utförda fältundersökningar	8
6.2	Kalibrering och certifiering	9
6.3	Provhantering	9
6.4	Övrigt	9
7	Geotekniska laboratorieundersökningar	9
7.1	Utförda undersökningar	9
7.2	Kalibrering och certifiering	10
8	Hydrogeologiska undersökningar	10
8.1	Utförda undersökningar	10
8.1.1	Mätningar	10
9	Härledda värden	10
9.1	Underlag för framtagande av härledda värden	10
9.2	Hållfasthetsegenskaper	10
9.3	Deformationsegenskaper	11
9.4	Hydrogeologiska egenskaper	11
9.5	Övriga egenskaper	11
10	Värdering av undersökning	11

Bilagor:

<i>Beteckning</i>		<i>Datum</i>	<i>Rev. datum</i>	<i>Sidor</i>
Bilaga 1	Sammanställning härledda värden	2024-05-17		21
Bilaga 2	Utvärderade CPT-sonderingar	2024-05-17		251
Bilaga 3	Sammanställning vingförsök	2023-06-30		41
Bilaga 4	Portrycksmätningar	2023-06-30		12
Bilaga 5	Försöksrapport Lab	2023-06-30		211
Bilaga 5b	Labresultat komplettering	2024-05-17		62
Bilaga 6	Sammanställning av provkvalitet	2024-05-17		1
Bilaga 7	Spänningsdiagram	2024-05-17		1
Bilaga 8	Datum för upptagning av prover och laboratorieförsök	2024-05-17		3
Bilaga 9	Kalibreringsprotokoll	2023-06-30		21

Ritningar:

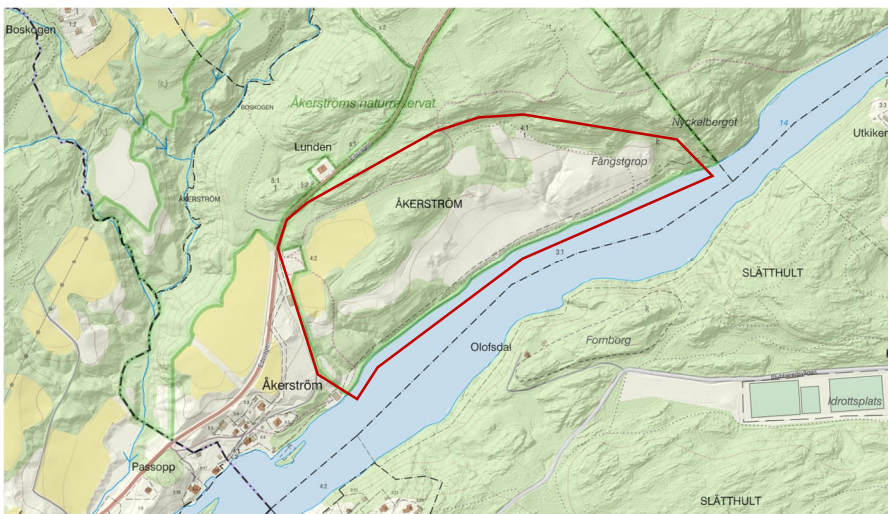
<i>Beteckning</i>	<i>Typ</i>	<i>Skala</i>	<i>Format</i>	<i>Datum</i>	<i>Rev. datum</i>
G-10-1-001	Plan	1:1000	A1	2024-05-17	
G-10-1-002	Plan	1:1000	A1	2024-05-17	
G-10-2-001	Sektion (14/221V)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-002	Sektion (14/336V)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-003	Sektion (14/420VR, 14/450V)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-004	Sektion (14/531V)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-005	Sektion (14/600V)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-006	Sektion (14/735V, 14/828VR)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-007	Sektion (14/869V, 14/917VR)	H 1:200 L 1:400	A1	2023-06-30	
G-10-2-008	Fristående undersökningspunkter	1:100	A1	2023-06-30	
G-10-2-009	Sektion komplettering (14/336V)	1:100	A1	2024-05-17	
G-10-2-010	Sektion komplettering (14/671V, 14/735V)	1:100	A1	2024-05-17	

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av SGI har Sweco utfört fördjupad stabilitetsutredning i området Åkerström norra i Trollhättans kommun, se Figur 1. Området ligger söder om Trollhättan tätort längs Göta älvs västra strand inom Åkerströms naturreservat. Området var del i delområde 5 i Göta älvutredningen.

Uppdraget omfattar kompletterande fält- och laboratorieundersökningar, stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden och eventuella förstärkningsåtgärder samt kartering av utbredningen av kvicklera.

Föreliggande handling redovisar utförda undersökningsresultat från geotekniska fält- och laboratorieundersökningar och ersätter tidigare MUR daterad 2023-06-30 med samma dokumentnummer.



Figur 1: Kartbild med utredningsområdet ungefärligt inringat i rött, Lantmäteriets karttjänst (2023).

2 Underlag för undersökning

Följande underlag har tillhandahållits av SGI varifrån delar har använts för undersökningen:

- Göta älvutredningen (GÄU) Delområde 5 Intagan - Ström, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, Daterad 2011-08-31. Diarienummer: 6-1010-0027. Dokumentnummer: 05RA004
- Göta älvutredningen (GÄU) Delområde 5 Intagan - Ström, Teknisk PM Geoteknik, Stabilitetsberäkningar. Daterad 2012-12-20. Diarienummer: 6-1001-0027. Dokumentnummer: 05PM001
- Göta älvutredningen GÄU Delområde 11, Delsträckan Intagan - Ström. Försöksrapport/Fält, Dateras 2010-12-10, Diarienummer: 6 1001-0040. Dokumentnummer: 11RA004
- Befintliga undersökningsdata i digitalt format från Göta älvutredningen, delområde 5 och 11.
- Bottentopografi från batymetrisk data, sjömätning Göta Älv år 2020 med 1 meters grid i tif-format.
- Höjddata från Lantmäteriets WCS-tjänst år 2022 med 1 meters grid i tif-format.

- Väglinje avseende längdmätning för Göta älv i dwg-format.

3 Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med följande riktlinjer:

- Sekretariatet för Göta älv 2022, DGA00XST01 - Riktlinjer för tekniskt arbete, Version 6.0 – Avser stabilitetsutredningar längs Göta älv, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2022-04-29.
- Sekretariatet för Göta älv 2022, DGA00XST02 Riktlinjer för dokumenthantering, Version 5.0 – Avser stabilitetsutredningar längs Göta älv, Statens geotekniska institut, SGI, Linköping, 2022-04-29.

Undersökningarna har utförts enligt standarder redovisade i Tabell 1-4 nedan.

Tabell 1: Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997–2.
Fältutförande	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:2013 samt SS-EN-ISO 22475–1:2006, SS-EN-1997-1 och SS-EN 1997–2.
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem Version 2001:2 med kompletterande beteckningsblad 2016.

Tabell 2: Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Vingförsök (Vb)	SGF Rapport 2:93.
Spetstrycksondering (CPTU-R)	SS-EN ISO 22476–1:2012 med tillägg SS-EN ISO 22476–1:2012/AC:2013 och SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok.
Trycksondering (TrM)	SGF Metodblad 2009-01-27 och SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok.
Störd provtagning med skruvborr (Skr)	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok
Ostörd jordprovtagning, kolvprovtagning (Kv StII)	SS-EN ISO 22475–1:2006 och SGF Rapport 1:2009. Provtagningskategori A.

Tabell 3: Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Okulär jordartsklassning	SS-EN ISO 14688–1:2018 och 14688–2:2018.
Jordartsförkortning	Beteckningsblad IEG 2011-05-08 (Bilaga C, IEG Rapport 13:2010).
Lab-undersökningar	Uppgifter om standard eller andra styrande dokument ges i Bilaga 5, Försöksrapport lab.

Tabell 4: Hydrogeologiska undersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Grundvattenrör (Rf/Rö)	SS-EN-ISO 22475–1:2006.
Por-och grundvattentryck	SS-EN 1997–2 kap 3.6 och SS-EN ISO 22475–1:2006 kap 9. Allmänna krav SGI Information 11.
Portrycksmätning (Pp)	SS-EN-ISO 22475–1:2006.

4 Befintliga förhållanden

4.1 Topografi, ytbeskaffenhet och markanvändning

Aktuellt område är beläget inom Åkerströms naturreservat på västra sidan av Göta älv, mellan km 14/200 och km 15/000 enligt längdmätningen från Göta älvutredningen.

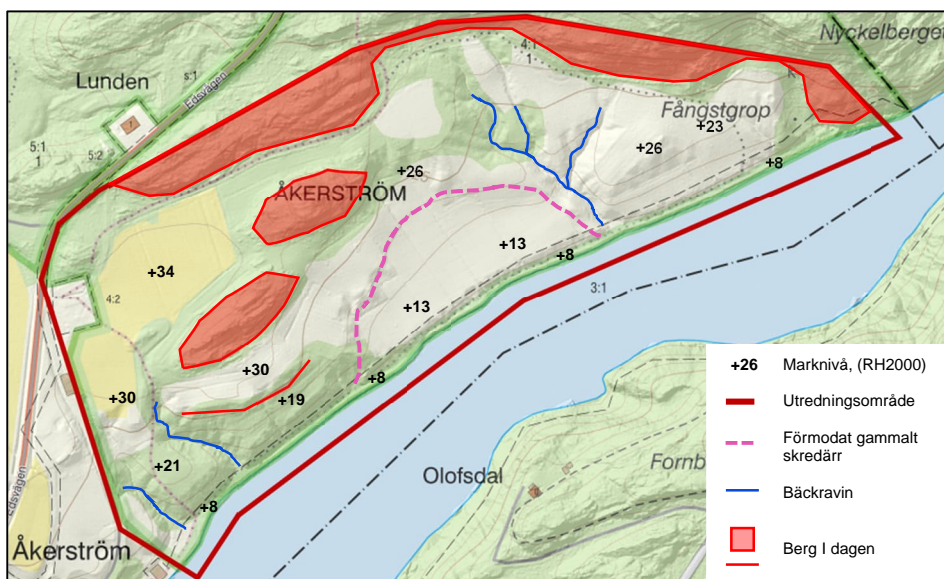
Området utgörs mestadels av betesmark och skogsmark som idag nyttjas som kohage. Inom området finns partier med berg i dagen.

Området genomkorsas av tre större bäckraviner.

Marknivåer inom området varierar generellt från +8 vid älvstranden till +35 i nordväst. Undantag är två större bergsknallar i områdets västra delar samt berg längs områdets norra gräns, där marknivåerna är högre, se Figur 2.

Generellt sluttar terrängen således ner från höjdparter i nordväst till älven i sydöst. I de nordöstra delarna av området (km 14/200–14/425), nordöst om den nordligast belägna bäckravinen, sluttar terrängen inledningsvis svagt, ca 1:10 från nivå +26 till +22, varefter det blir brantare inom ca 60 m från älven med lutningar som brantast 1:1,5. Centralt i området (km 14/425–14/700) sluttar terrängen generellt 1:5 till 1:10 från nivå ca +26 i nordväst till ca +13 på ett krön omkring 20 m från älven. Härifrån blir terrängen sedan brantare ner till älven med lutning på 1:1,5 som brantast.

I sydvästra delarna (km 14/700–14/825), mellan den södra bergsknallen och älven, sluttar terrängen ca 1:2 från nivå +32 neråt till +8 nere vid älvstranden. Längst i väst (km 14/825–15/000) är markytan förhållandevis flack kring nivå +31 till +34 väster om den södra bergsknallen. Härifrån sluttar marken ner med lutning ca 1:3 till en platå belägen mellan de sydvästra bäckraviner där marknivån är omkring +21. Från denna platå sluttar sedan terrängen brantare igen med lutning på ca 1:2 ner mot älvstranden.



Figur 2: Kartbild med illustrationer visande markförhållandena inom området.

4.2 Vattenstånd och batymetri

Vattenståndet i Göta älv i höjd med området regleras av slussarna i Lilla Edet där dämningshöjden i älven norr om slussarna har nivån +7,6 (HHW) och sänkningshöjden +6,6 (LLW). Medelvattennivån (MW) i Göta älv är i området +7,5.

Älvbottens djupaste punkter är på nivå ca -7 i de norra delarna av området (km 14/200–14/400), ca -10 centralt (km 14/400–14/650) samt ca -2 i söder (km 14/650–15/000). Från strandlinjen sluttar älvbotten mellan ca 1:2 till 1:4 ner till djupfåran.

4.3 Befintliga konstruktioner

Inom området finns inga befintliga byggnader.

Längs hela Göta älvs strandlinje i området finns ett befintligt erosionsskydd utlagt. Erosionsskyddet består till stor del av block (\emptyset ca 0,5 m) och är omkring 5–8 meter brett på land.

5 Positionering

Utsättning/Inmätning av undersökningspunkterna har utförts av Sweco med GPS av typ nätverks-RTK. Utsättning/Inmätning av undersökningspunkterna har gjorts i mätningssklass A enligt SGF Geoteknisk Fälthandbok 1:2013.

Koordinatsystem i plan: SWEREF 99 TM
Höjdsystem: RH2000

6 Geotekniska fältundersökningar

Sweco har under perioden oktober – november 2022 samt oktober 2023, utfört sonderingar och provtagningar för rubricerat objekt.

Ansvarig fältingenjör har för fältundersökningarna varit Michael Karlsson. Biträdande fältpersonal har varit Joakim Larsson, Jan Stomberg, Magnus Lindwall, Mathias Andrén och Claire Ellinger. All fältpersonal är från Sweco Sverige AB.

6.1 Utförda fältundersökningar

Aktuella fältförsök och provtagningar omfattar:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • Spetstrycksondering (CPTU-R) | 32 punkter |
| • Spetstrycksondering (CPTU) | 3 punkter |
| • Trycksondering (TrM) | 20 punkter |
| • Vingförsök (Vb) | 16 punkter, 110 nivåer |
| • Ostörd provtagning (Kv StII) | 10 punkter, 78 nivåer |
| • Störd provtagning (Skr) | 40 punkter |

Sonderingar och provtagningar är utförda med geotekniska borrhandsvagnar Geotech 605M, 604 och Hypro GS8. Störd jordprovtagning inom ytjord har utförts med skruvborr \emptyset 60 mm. Ostörd jordprovtagning har utförts med standardkolvborr \emptyset 50 mm (StII).

Utförda fältundersökningar redovisas på ritningar och bilagor tillhörande denna rapport.

6.2 Kalibrering och certifiering

Dokumentation på utförd kalibrering för använda vinginstrument och CPT-spetsar redovisas i Bilaga 9, daterad 2023-06-30.

6.3 Provhantering

Upptagna störda jordprover har bedömts okulärt i fält direkt vid provtagningen enligt SS-EN-ISO 14688-1. Provtagningsprotokoll har upprättats av fältingenjör för varje provtagningspunkt. Prover från samtliga punkter har skickats till geotekniskt laboratorium för klassificering (av prover kategori B (skr) har endast de djupaste nivåerna skickats till lab).

Prover kategori B (Skr) har förvarats frostskyddat i dubbla plastpåsar. Prover kategori A (Kv) har förvarats frostskyddat i nya kolvprovtagningslådor. Prover har transporterats med bil till SGI:s laboratorium i Linköping.

6.4 Övrigt

Utförda undersökningspunkter är benämnda 22SWxx, där 22 står för årtal, SW för Sweco och xx är en löpande numrering som startar på 01. Resultat av utförda undersökningar redovisas i denna handlings tillhörande ritningar och bilagor. Undersökningspunkterna är inlagda i en databas (GeoSuite).

7 Geotekniska laboratorieundersökningar

Laboratorieundersökningar har utförts under oktober-december 2022 samt oktober-december 2023 på SGI:s laboratorium i Linköping.

Laboratoriearbete har utförts under ledning av Martin Holmén och Fredrik Burman, ansvariga labtekniker på SGI:s laboratorium i Linköping. Biträdande labtekniker redovisas med signatur på protokoll, i tabeller och på diagram, se Bilaga 5 och 5b.

För en sammanställning av utförandedatum för samtliga analyser på ostörda prover se Bilaga 8.

7.1 Utförda undersökningar

Följande analyser har utförts på ostörda jordprover:

- Rutinundersökning 78 st.
- Fallkon 78 st.
- CRS-försök 40 st.
- Odränerat direkt skjuvförsök 27 st.
- Odränerade aktiva triaxialförsök 10 st.
- Odränerade passiva triaxialförsök 3 st.
- Dränerade aktiva triaxialförsök 12 st.

Följande analyser har utförts på störda jordprover:

- Rutinundersökning 47 st.

Utförda analyser redovisas i Bilaga 5, Försöksrapport/Lab daterad 2023-06-30, och Bilaga 5b, Labresultat komplettering.

Kontroll avseende kvaliteten på upptagna prover har utförts utifrån utförda crs-försök. En sammanställning av denna redovisas i Bilaga 6.

Provförvaring

Proverna har efter mottagande förvarats i kylrum. Proverna sparas efter utförd undersökning i sex månader.

7.2 Kalibrering och certifiering

Information om dokumentation på utförd kalibrering ges i Bilaga 5, Försöksrapport/Lab, daterad 2023-06-30.

8 Hydrogeologiska undersökningar

8.1 Utförda undersökningar

Aktuella hydrogeologiska undersökningar omfattar:

- Installation av 2 filterförsedda grundvattenrör (Rf)
- Installation av 1 portrycksspetsar (bat-spets)
- Installation av 13 självloggande portrycksspetsar (pvt-mätare)

8.1.1 Mätningar

Grundvattenrören har avlästs två gånger under perioden oktober 2022 till februari 2023. Portrycksspetsarna har registrerat portrycket var 3:e timme under perioden oktober 2022 till februari 2023.

Långtidsobservationer har ej utförts inom ramen för detta uppdrag. Grundvattenrör och portrycksspetsar är kvarstående varför mätning kan fortgå. Mätintervall kan justeras för mätning över en längre tid.

9 Härledda värden

9.1 Underlag för framtagande av härledda värden

Härledda värden för lerans densitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet har utvärderats från utförda geotekniska undersökningar i laboratorium. Härledda värden för lerans skjuvhållfasthet har uppmätts i laboratorium via konförsök, direkta skjuvförsök och triaxialförsök. Skjuvhållfastheten har även uppmätts via fältvingförsök, vilka har korrigerats med hänsyn till konflytgräns och OCR enligt avsnitt 5.4.1 i SGI Information 3, samt utvärderats från utförda CPT-R-sonderingar med programvaran Conrad version 3.1 enligt SGI information 15. Utvärderingen med Conrad kan ses i sin helhet i Bilaga 2.

9.2 Hållfasthetsegenskaper

Härledda värden för lerans hållfasthetsegenskaper redovisas i Bilaga 1 där värdena är fördelade över fyra likadana diagram indelade efter delområdena strand, norr, centralt och söder, vilka beskrivs på ritningar G-10-1-001 och G-10-1-002.

9.3 Deformationsegenskaper

Lerans förkonsolideringstryck enligt utförda crs-försök tillsammans med effektivspänning redovisas i spänningsdiagram i Bilaga 7.

9.4 Hydrogeologiska egenskaper

Uppmätta grundvattennivåer och portryck redovisas i Bilaga 4.

9.5 Övriga egenskaper

En sammanställning av tunghet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet redovisas i Bilaga 1.

10 Värdering av undersökning

Problem har uppstått vid utförande av rutinundersökningar av kolv-prover i punkt 22SW07, där stor spridning på konintrycken observerades vid fallkonsförsöken, se Bilaga 5.

CRS-försöken gav osäkra värden på förkonsolideringstryck vid djup 6 m för punkt 22SW05 och vid djup 10 m för punkt 22SW07B. Därtill kunde inte fullständig utvärdering utföras för djup 5 m för punkt 22SW07B, djup 2 m för punkt 22SW19, djup 5 m för punkt 22SW20B samt djup 5 m för punkt 22SW25, se Bilaga 5 och 5b. Samtliga utförda CRS-försök har fått någorlunda eller god kvalitet med avseende på volymändring och vattenkvot (enligt SGI Information 3), se Bilaga 6.

Direkta skjuvförsök har genomgående överensstämt väl med utförda konförsök och vingförsök.

Förkonsolideringstrycket från utförda triaxialförsök visar genomgående på lägre värden än de som erhållits från CRS-försök på motsvarande nivå (11 till 62 kPa lägre).

Inledningsvis var kvalitetsmålet för utförda CPT-sonderingar satt till klass 0 (med klass 0 kalibrering). Till följd av fast lera som bedömdes erfordra högre matarkraft bestämdes det innan fältarbeten påbörjades att kvalitetsmålet för CPT-sondering i stället skulle sättas till klass 1. Samtliga utförda CPT-sonderingarna uppnådde klass 1.

I undersökningspunkt 22SW05 sattes ett grundvattenrör som visade på artesiskt grundvattentryck och läckage uppstod runt röret. Grundvattenröret drogs upp och ersattes med en stålspets (typ bat) som sattes i det underliggande fiktionsmaterialet för att fungera som grundvattenmätare. Ingen data har dock erhållits från denna då den gav felaktiga värden vid avläsningen. Spetsen har inte tagits bort då detta skulle ge stora läckage av grundvatten, så potentiellt kan data hämtas i framtiden. Portrycksspetsen på 5 m djup i punkt 22SW05 gav avvikande höga värden under perioden 221018-221205 vilka bedöms som felaktiga och har därmed tagits bort från redovisningen. För portrycksspetsen på 9 m djup i punkt 22SW20 saknas av oklar anledning värden från perioden 221104-230214.

Sammantaget bedöms underlaget som bra.