

OKTOBER 2023
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

PAPPERSBRUKET, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

33600ORA11



COWI

ADRESS COWI AB
Vikingsgatan 3
411 04 Göteborg
Sverige

TEL 010 850 10 00
FAX 010 850 10 10
WWW cowi.se

OKTOBER 2023
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

PAPPERSBRUKET, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

33600ORA11

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.	KONTAKTPERSON SGI		DIARIENR. SGI	UPPDRAGSNR. SGI
A227180	33600ORA11	Måns Ryttmäster		6.2-2007-0537	10218
VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
1.0	2023-10-11	MUR Geoteknik	Simon Carlsson	Charlotte Junkers	Eli Martinez Szmyt

INNEHÅLL

1	Objekt	9
2	Syfte	9
3	Underlag	9
3.1	Tidigare utförda undersökningar	10
4	Styrande dokument	12
5	Befintliga förhållanden	13
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	13
5.2	Befintliga konstruktioner	17
6	Utsättning / Inmätning	17
7	Geotekniska fältundersökningar	18
7.1	Utförda sonderingar och insitu-försök	18
7.2	Utförda provtagningar	18
7.3	Undersökningsperiod	19
7.4	Fältingenjör	19
7.5	Observationer och iakttagelser	19
7.6	Kalibrering och certifiering	20
7.7	Provhantering	20
8	Hydrogeologiska fältundersökningar	20
8.1	Utförda hydrogeologiska fältundersökningar	20
8.2	Undersökningsperiod	21
8.3	Fältingenjör	21
8.4	Kalibrering	21

9	Geotekniska laboratorieundersökningar	21
9.1	Utförda undersökningar	22
9.2	Undersökningsperiod	22
9.3	Laboratorieingenjör	22
9.4	Kalibrering och certifiering	22
9.5	Provförvaring	23
10	Härledda värden	23
10.1	Hållfasthetsegenskaper	23
10.2	Deformationsegenskaper	23
10.3	Indexegenskaper	24
10.4	Hydrogeologiska egenskaper	24
11	Värdering av undersökning	24
11.1	Generellt	24
11.2	Härledda värdens spridning och relevans	25

BILAGOR

Bilaga 1	Laboratorieundersökningar, rutinförsök
Bilaga 2	Laboratorieundersökningar, CRS-försök
Bilaga 3	Laboratorieundersökningar, direkta skjuvförsök
Bilaga 4	Laboratorieundersökningar, triaxialförsök
Bilaga 5	Conradutvärdering av CPTU-R
Bilaga 6	Härledda värden, hållfasthetsegenskaper
Bilaga 7	Härledda värden, indexparametrar
Bilaga 8	Härledda värden, överkonsolideringsgrad
Bilaga 9	Utvärdering kvicklera CPTU-R och Trycksondering
Bilaga 10	Diagram, hydrogeologiska undersökningar
Bilaga 11	Datum för upptagning och analys av prover
Bilaga 12	Provkvalitet CRS-försök
Bilaga 13	Vingförsök rådata
Bilaga 14	Kalibreringsprotokoll

- Bilaga 15 Detaljerad redovisning av CPTU
- Bilaga 16 Lista utförda fältundersökningar
- Bilaga 17 Lista utförda laboratorieundersökningar
- Bilaga 18 Tidigare geotekniska undersökningar
- Bilaga 19 Undersökningar från flotte

RITNINGSBILAGOR

- Plan Ritning G-10-1-301 1:1000 (A1)
- Sektioner Ritning G-10-2-301 till G-10-2-305 skala H 1:200 L 1:500 (A1)
- Enstaka undersökningspunkter
 Ritning G-10-2-320 till G-10-2-330 skala 1:100 (A1)

Förord

Risken för skred längs Göta älv är stor och ökar i och med klimatförändringarna. Regeringen har gett Statens geotekniska institut (SGI) uppdraget att arbeta för att minska risken för ras och skred. Arbetet görs tillsammans med Delegation för Göta älv där representanter från berörda kommuner, myndigheter och organisationer ingår. Delegationen har ett sekretariat på SGI som bistår i administrativa och tekniska frågor.

År 2009–2011 gjordes en översiktlig utredning av skredrisken längs Göta älv. Denna utredning, kallad Göta älvutredningen, pekar ut områden i behov av vidare utredning och utgör ett stöd till bland annat kommuner vid prioritering av områden att arbeta vidare med. Utifrån den översiktliga utredningen går SGI vidare och utför detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar i utvalda områden med hög- eller medelhög skredrisk.

Stabilitetsutredningarna görs av geotekniska konsulter under ledning av SGI. I uppdragen ingår bland annat att presentera en bedömning av skjuvhållfastheten och att ge förslag på lämpliga stabilitetshöjande åtgärder. Utredningsresultaten ligger till grund för SGI:s fortsatta arbete med analys och beräkning av sannolikhet för skred samt för planering av eventuella stabilitetshöjande åtgärder. Allt i syfte att på sikt minska risken för skred i Göta älvdalen.

Statens geotekniska institut, Sekretariatet för Göta älv

1 Objekt

På uppdrag av Statens geotekniska institut (SGI) har COWI AB utfört en geoteknisk undersökning vid Pappersbruket i Lilla Edets kommun.

Undersökningsområdet är beläget på östra sidan om Göta älv i den södra delen av Lilla Edets tätort, se Figur 1. Inom området bedrivs industriverksamhet. Området sträcker sig från ca km 33/500 i norr till ca km 33/850 i söder enligt Göta älvs längdmätning. Öster om undersökningsområdet finns ytterligare en industriverksamhet och öster om den går väg E45.



Figur 1 Översiktssbild, aktuellt område markerat med röd-streckad linje (kartkälla: eniro.se, 2022)

2 Syfte

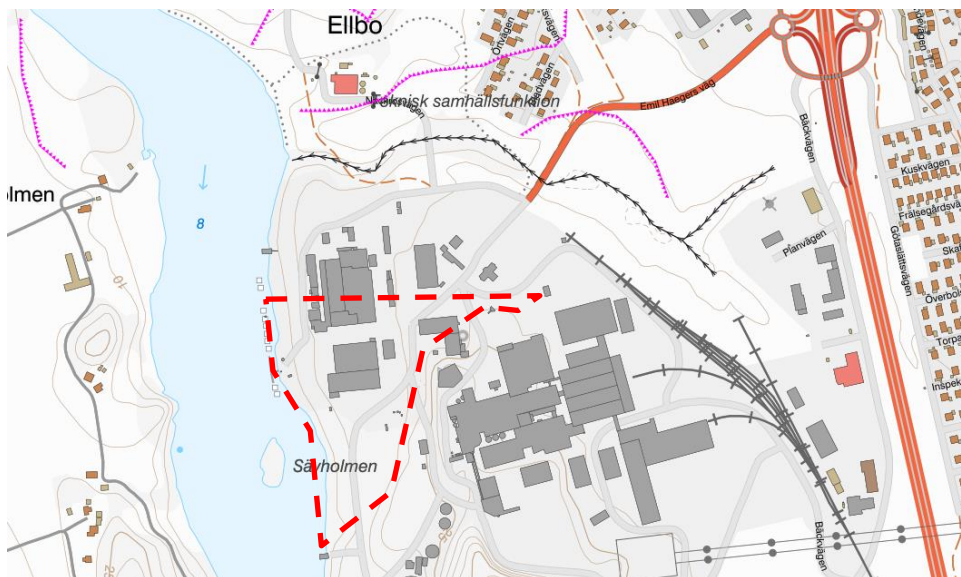
Syftet med de geotekniska undersökningarna har varit att fastställa jordlagerföljd och jordens geotekniska egenskaper samt de hydrogeologiska förhållandena inom området. De geotekniska undersökningarna har utgjort underlag för en fördjupad stabilitetsutredning enligt IEG Rapport 4:2010.

3 Underlag

Vid planering av undersökningarna har arkivmaterial i form av tidigare undersökningar använts. Dessa redovisas i Kapitel 3.1. Övrigt underlag har utgjorts av:

- > Digital grundkarta erhållen från beställaren, maj 2021.
- > Kartmaterial erhållet från berörda ledningsägare, juni 2021.

- > Batymetrisk mätning av älvbotten från 2018, erhållen från beställaren.
- > Höjddata från Lantmäteriets WCS-tjänst, nedladdad 2020.
- > Geosuite-databas med tidigare utförda undersökningspunkter erhållen från beställaren, maj 2021.
- > SGU:s kartvisare för jordskred och raviner, januari 2022. Ett utsnitt över aktuellt område framgår av Figur 2.



Figur 2 Utsnitt ur SGU:s kartvisare för jordskred och raviner (SGU, 2020)

3.1 Tidigare utförda undersökningar

I samband med den geotekniska undersökningen har en arkivinventering av tidigare utförda undersökningar utförts.

Plan- och sektionsritningar, samt i förekommande fall laboratorieprotokoll och conradutvärderingar, från tidigare utförda undersökningar har bilagts denna rapport, se Bilaga 18. Utvalda undersökningspunkter som nyttjats i utredningsarbetet redovisas på planritningarna med beteckningar enligt Tabell 1.

Punkterna NO0001C-NO0006C, NO00113C, NO00459C, NO00468C samt U11042CV har enbart erhållits som sonderingspunkter i ett Autografbibliotek och punkterna ska därmed betraktas som osäkra, eftersom kopior på originalhandlingar inte varit tillgängliga för kontroll och verifikation. Nya undersökningspunkter har utförts inom detta uppdrag i läget för sektionen med arkivpunkterna NO0001C-NO0006C för att verifiera jorrdjupen i sektionen. Resultatet från kontrollsonderingarna stämmer överens med angivna djup enligt sonderingspunkterna från Autografbiblioteket.

Tabell 1 Tidigare utförda undersökningar

Uppdrag	Utförd av	Uppdrags- nummer	Beteckning i plan	Datum	Undersöknings- punkterna erhållet i format	Bilaga: Sida
Pappersbruket (KM 33/700), GA004XRA04, SGI – Delegationen för Göta Älv, MUR/GEO	WSP	10345431	BH006	2023-06-15	Autograf- databas	19:1- 19:104
Götaslätten – Hydrogeologisk modell och effekt av pumpning vid Stommen/ Fuxerna på Götaslättns villaområde och den östra älvstranden	Sweco	1312068	16SW502R 16SW503R 16S502XX 1502P07	2016-08-11	Autograf- databas	18:1- 18:2
Göta älvutredningen, GÄU 08, Lilla Edet-Alvhem Markteknisk undersöknings- rapport Rapportnummer:08RA001	SGI, Sweco	14087	U08091- U08095 & U11043	2010-12-10	Autograf- databas	18:3- 18:20
SCA Hygiene Paper AB Lossningsplats gasol Geoteknisk utredning PM	J&W	10025684	02JW301C- 02JW307C, NO00109C- NO00112C & NO00050C- NO00055C	2002-09-19	PDF	18:21- 18:23
Skredriskanalys för Nordöstra Göta älvdalen inom Lilla Edets kommun	SGI, GF Konsult AB	5.51- 9411- 0555	NO00504B- NO00509B	1997-11-28	Autograf- databas	18:24- 18:35
Utdrag ur Geoteknisk undersökning Mölnlycke Edet AB, bäckravin norr	J&W	9 250 087	89JW501C NO00410C, NO00411C, NO00418C, NO00420C	1989-11-23	Autograf- databas	18:36- 18:38

4 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För mer information gällande styrande dokument för specifika fält- och laboratorieundersökningar se Tabell 2 till Tabell 4 nedan.

Tabell 2 Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok samt SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2

Tabell 3 Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Trycksondering (Tr)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Spetstrycksondering med resistivitmätning (CPTU-R)	SS-EN ISO 22476-1: 2012/AC 2013, SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Slagsondering (Slb)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Hejarsondering (HfA)	SS-EN ISO 22476-2:2005 med tillägg SS-EN ISO 22476:A1 2011
Jord-bergsondering (Jb)	SGF Rapport 4:2012
Störd provtagning, Skruvprovtagning (Skr)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Ostörd provtagning, Kolvprovtagning (Kv)	SGF Rapport 1:2009, Standardkolv
Vingförsök (Vb)	SGF Rapport 2:93
Hydrogeologiska mätningar	SS-EN ISO 22475-1:2006 SGI Information 11 Mätning av grundvattennivå och portryck
Installation av grundvattenrör (filterspets)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Installation av portrycksspets	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok

Tabell 4 Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbestämning, beskrivning och klassificering	SS-EN ISO 14688-1 och SS-EN ISO 14688-2
Materialtyp och tjälfarlighetsklass	TK Geo 13, tabell 5.1.1
Vattenkvot	SS-EN ISO 17892-1;2004
Konflytgräns	f.d. SS 027120
Skrymdensitet	SS-EN ISO 17892-2;2004
Fallkonförsök	SS-EN ISO 17892-6;2004
CRS-försök	SS 027126
Skjuvhållfasthet -Direkta skjuvförsök	SIS-CEN ISO/TS 17892-8:2005
Aktiva triaxialförsök	Byggforskningsrådets Geotekniska laboratorieanvisningar, del 9

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Det aktuella området är beläget på den östra sidan om Göta älv vid Pappers bruket i den södra delen av Lilla Edets tätort. Området utgörs huvudsakligen av gräsytor, skogsmark, gator och byggnader, se Figur 3. Markytans nivå varierar mellan ca +10 och +17 inom den exploaterade delen av undersökningsområdet. Medelvattennivån i Göta älv är ca +0,9.



Figur 3 Undersökningsområdet med byggnader samt gräs- och skogbevuxen slänt ner mot Göta älv, fotograferat från nord (COWI AB, 2021)

I den västra delen av undersökningsområdet faller markytan ner mot Göta älv i en slänt, se Figur 4. Slänten är bevuxen med gräs, buskar och träd. Markytans nivå ligger på ca +10 vid släntkrön och ca +1 vid strandkanten. Under vattenytan sluttar älvbotten ner till ca nivå -10. Ställvis finns det en undervattenshylla invid strandkanten. I den södra delen av området finns det ett fastmarksparti med en ö i Göta älv. Släntlutningen på land är ca 1:3 som brantast och under vattnet är den brantaste släntlutningen ca 1:1,7. I slänten ovan vattenytan finns det två platåer på vilka markytans nivå ligger på ca +3,5 respektive ca +6. Lokalt i slänten finns det en cirkelformad betongkonstruktion, se Figur 5. Strandkanten är huvudsakligen vegetationsbeksädd med vass och buskar. Ställvis finns sprängsten vid strandkanten. Lokalt vid strandkanten finns det även en grusplan och en träkonstruktion, se Figur 6.



Figur 4 Slänten i den västra delen av undersökningsområdet ner mot Göta älv, fotograferat från syd (COWI AB, 2021)



Figur 5 Cirkelformad betongkonstruktion i slänten, fotograferat från väst (COWI AB, 2021)



Figur 6 Grusplan och träkonstruktion nere vid strandkanten, fotograferat från nord
(COWI AB, 2021)

Den södra delen av området utgörs av skogsmark och slänten ner mot Göta älv är huvudsakligen bevuxen med träd. Ovan släntkrön finns det en grusväg och öster om denna finns det berg i dagen, se Figur 7



*Figur 7 Skogsmark och grusväg, fotograferat från nord, med Göta älv åt vänster i bilden
(COWI AB, 2021)*

5.2 Befintliga konstruktioner

Inom området finns det byggnader samt markförlagda ledningar för el och tele/bredband. I slänten ner mot Göta älv, i den västra delen av undersökningsområdet, finns det en betongkonstruktion, se Figur 5. Nere vid strandkanten finns det en träkonstruktion se Figur 6. I den södra delen av området finns en ledning ovan mark som går parallellt med en grusväg.

6 Utsättning / Inmätning

Utsättning, inmätningar och avvägningar har utförts av Mattias Ilmestrand, Hampus Rydén och Kristian Stals, COWI AB och redovisas i koordinatsystemet SWEREF 99 TM och i höjdsystemet RH 2000.

Inmätningar och avvägningar har utförts i klass B i enlighet med SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

7 Geotekniska fältundersökningar

Fältundersökningar har utförts i 16 undersökningspunkter, namngivna 21C312-21C327, samt 21C314A.

Resultaten av undersökningarna redovisas i plan och sektion och som enstaka undersökningspunkter, se Ritningsbilagor. För detaljredovisning av CPT-sonderingar, se Bilaga 15. CPT-sonderingar har utförts i användningsklass 0 med 0,8 och 2,5 tons spets. Fältprotokoll med rådata från vingförsök har sammanställts i Bilaga 13.

I Bilaga 16 redovisas vilka fältundersökningsmetoder som har utförts i respektive undersökningspunkt. I bilagan framgår datum för utförande, filnamn vid digital lagring, utförare, samt koordinater.

7.1 Utförda sonderingar och insitu-försök

I Tabell 5 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 5 Antalet utförda sonderingar och insituförsök fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Trycksondering (Tr)	15
CPT-sondering (CPTU-R)	15
Slagsondering (Slb)	1
Hejarsondering (HfA)	2
Jord-bergsondering (Jb)	3
Vingförsök (Vb)	12

7.2 Utförda provtagningar

I Tabell 6 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 6 Antalet utförda provtagningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Störd provtagning, Skruvprovtagning (Skr)	14
Ostörd provtagning, Kolvprovtagning (Kv)	8

7.3 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna har utförts under vecka 26 och från vecka 33 till vecka 38 år 2021 samt under vecka 13 till vecka 14 och under vecka 45 till vecka 46 år 2022.

7.4 Fältingenjör

Fältarbetena har utförts av ansvariga fältgeotekniker Mattias Ilmestrand, Kristian Stals och Hampus Rydén, COWI AB.

7.5 Observationer och iakttagelser

Vid trycksondering i undersökningspunkt 21C308 angavs stoppkod 91 (sonden kan ej neddrivas ytterligare enligt för metoden normalt förfarande) på djup 32,6 m under markytan.

Utförd trycksondering i undersökningspunkt 21C316 är tolkad som lera ner till ca 4 m djup under markytan och därunder följer ett mäktigt friktionsjordslager mellan ca 4 och 16 m djup under markytan. Fältgeoteknikern noterade att det troligtvis var lera under friktionsjordslagret och att ovanliggande friktionsjordslager förmodligen bidragit till hög stångfriktion i underliggande lerlager.

I punkt 21C314 stoppade både tryck- och slagsondering på ca 3,5 m djup under markytan. De planerade metoderna flyttades därför till punkt 21C314A vilken är belägen ca 10 m sydväst om punkt 21C314. I punkt 21C314A stoppade trycksonderingen på ca 51,5 m djup under markytan.

Fältingenjörernas noteringar i samband med kolvprovtagning redovisas i bilaga "Datum för upptagning och analys av prover", se Bilaga 11.

7.6 Kalibrering och certifiering

COWI AB är kvalitetscertifierat enligt ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 och OHSAS 18001:2007.

Kalibreringsprotokoll för borrhandsvagn, vingdon samt CPT-spets har bilagts denna rapport, se Bilaga 14.

7.7 Provhantering

Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

Ostörda prover har förvarats i glasfiberhylsor med tätslutande gummilock i avsedda lådor som tillhandahållits av laboratoriet. Proverna har transporterats på ett sådant sätt att de inte utsatts för temperaturer under fryspunkten eller skadliga vibrationer eller stötar. Jordprover har förvarats kylda och sparas på laboratoriet i upp till sex månader.

Störda prover har förvarats och transporterats i provpåsar av plast.

8 Hydrogeologiska fältundersökningar

I området har hydrogeologiska undersökningar utförts i sju undersökningspunkter 21C317, 21C318, 21C319, 21C320, 21C321, 21C322 och 21C326. Installationen av porttrycksmätare och grundvattenrör har utförts i samband med de geotekniska fältundersökningarna.

I Bilaga 16 redovisas vilka porttrycksspetsar och grundvattenrör som installerats för respektive undersökningspunkt. I bilagan framgår installationsdatum, installationsdjup samt spetsnummer på porttrycksspetsar. Funktionskontroll för installerade grundvattenrör har utförts vid installation.

8.1 Utförda hydrogeologiska fältundersökningar

I Tabell 7 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 7 Antalet utförda hydrogeologiska undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Installation av porttrycksspets (Pp)	12
Installation av grundvattenrör (Rf)	7

8.2 Undersökningsperiod

Avläsning av portrycksspetsar har utförts med elektrisk portrycksmätare med automatisk avläsning en gång per dag under perioden juni månad år 2021 till augusti månad år 2023. Portrycksmätare i punkt 21C322 har mätts sedan installation i april månad år 2022. Portrycksmätare i punkt 21C320 och 21C326 har mätts sedan installation i november månad år 2022.

Grundvattenrören i punkterna 21CW17 och 21CW18 är avlästa vid tio tillfällen under perioden september månad år 2021 till augusti månad år 2023.

Grundvattenrör i punkterna 21C320, 21C321, 21C322 och 21C326 är försedda med divers och har avläst dagligen under perioden januari 2023 till september 2023. Innan dess har rören avlästs fem gånger under perioden april till december 2022, förutom 21C326 som avlästs tre gånger under perioden november till december 2022.

8.3 Fältingenjör

De hydrogeologiska mätningarna har utförts av Hampus Rydén och Mattias Ilmestrand COWI AB.

8.4 Kalibrering

Kalibreringsprotokoll för de elektriska portrycksspetsarna finns sammanställda hos COWI AB och skickas till beställaren på begäran.

9 Geotekniska laboratorieundersökningar

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts på MITTAs geotekniska laboratorium i Kungsbacka. Under tidsperioden som laboratorieundersökningarna har pågått har laboratorielokalen flyttats till Göteborg.

I Bilaga 17 redovisas utförda laboratorieundersökningar som utförts på jordprover upptagna med störd respektive ostörd provtagning enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument. I bilagan framgår laboratorieanalys, antal prov/nivå samt datum för granskning.

Resultaten av undersökningarna redovisas i bilagda laboratorieprotokoll och på ritningar, se Bilaga 1 - 4 och Ritningsbilagor.

9.1 Utförda undersökningar

I Tabell 8 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 8 Antalet utförda undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Jordartsbestämning, beskrivning och klassificering	109
Materialtyp och tjälfarlighetsgrad	37
Vattenkvot	100
Konflytgräns	74
Skrymdensitet	68
Konförsök	68
CRS-försök	38
Direkta skjuvförsök	31
Aktiva triaxialförsök	10

9.2 Undersökningsperiod

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts under perioden september månad år 2021 till januari månad år 2022, under april månad år 2022 samt november månad år 2022 till februari månad år 2023.

Datum för upptagning och analys av prover har sammanställts i bilaga, se Bilaga 11.

9.3 Laboratorieingenjör

Laboratorieundersökningarna har utförts av Tony Axelsson, Amin Zeinali, Peter Hedborg, Filip Webjörn och Helena Seger på MITTAs, geotekniska laboratorium i Kungsbacka/Göteborg.

9.4 Kalibrering och certifiering

MITTA är kvalitets- och miljöcertifierat enligt ISO 9001:2015 resp. 14001:2015. Laboratoriet arbetar med ackrediterade metoder. Laboratoriet ansvarar för att inlämnade prover analyseras enligt angivna gällande standarder.

Inget labbprotokoll har erhållits från laboratoriet med spänningssituation för triaxialförsök på 15 m djup i undersökningspunkt 21C303.

9.5 Provförvaring

Jordproverna har efter mottagande förvarats i kylrum. Proverna sparas därefter i tre månader efter utförd rutinundersökning.

10 Härledda värden

Aktuellt undersökningsområde uppvisar variation i topografi och lermäktighet. Enligt SGU:s kartvisare finns det även skredärr och raviner inom och intill området, se Figur 2. Detta bedöms ha stor betydelse för lerans belastningshistoria. I sammanställningarna för härledda värden har resultat från tidigare utförda undersökningar inarbetats.

10.1 Hållfasthetsegenskaper

Härledda värden för lerans egenskaper har utvärderats från utförda CPT-sonderingar, vingförsök och från laboratorieundersökning på ostörda prover (fallkonförsök, direkta skjuvförsök och aktiva triaxialförsök). Skjuvhållfastheten bestämd med CPT-sonderingar, vingförsök och konförsök har korrigerats med hänsyn till konflytgräns. För vingförsök har skjuvhållfastheten dessutom korrigerats med hänsyn till överkonsolideringsgrad. Härledda värden har sammanställts uppdelat på fyra olika delområden, namngivna strandlera, landlera 1 mitt, landlera 1 syd och landlera 2. De härledda värdena är sammanställda i diagram och är bilagda till denna rapport, se Bilaga 6.

CPT-sonderingarna är utvärderade med datorprogrammet Conrad version 3.1 och är bilagda till denna rapport, se Bilaga 5.

Härledda värden för friktionsjordens egenskaper har utvärderats från utförda hejarsonderingar. De härledda värdena är sammanställda i diagram och är bilagda till denna rapport, se Bilaga 6.

10.2 Deformationsegenskaper

Härledda värden för lerans förkonsolideringstryck har utvärderats från utförda CRS-försök. Laboratorieresultat för utförda CRS-försök har bilagts denna rapport, se Bilaga 2.

Lerans överkonsolideringsgrad, OCR, har sammanställts i diagram som bilagts denna rapport, se Bilaga 8.

10.3 Indexegenskaper

Härledda värden för lerans densitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet har utvärderats från utförda laboratorieanalyser av ostörda prover. De härledda värdena har sammanställts i diagram och bilagts denna rapport, se Bilaga 7.

Förekomsten av kvicklera har utvärderats från ostörda prover samt CPTU-R- och trycksonderingar och redovisas i Bilaga 9.

10.4 Hydrogeologiska egenskaper

Uppmätta grundvatten- och portrycksnivåer redovisas på Ritningsbilagor och i diagram där trycknivån upprätts mot djup respektive mot tid, se Bilaga 10.

11 Värdering av undersökning

11.1 Generellt

Vid laboratorieundersökning av ostörda prover i undersökningspunkt 21C314A noterades det att undertuben ej var fylld på 7 m djup samt att övertuberna ej var fyllda på 15 och 18 m djup. Även undertuben på djup 15 m i undersökningspunkt 21C318 var ej fylld.

Utförda direkta skjuvförsök på djupen 5 m i undersökningspunkt 21C312, 10 m i 21C317, 6 och 8 m i undersökningspunkt 21C318 samt för 11 m i 21C324 visar på lägre skjuvhållfasthet jämfört med utförda fallkonförsök för respektive jordprov. Samtliga prov har benämnts som gyttjig siltig lera och gyttjeinnehållet bedöms kunna påverka laboratorieresultaten varvid försöken bedömts vara osäkra och markerats med parenteser i sammanställningarna av härledda värden.

Vid utförd cpt-sondering i undersökningspunkt 21C312 registrerades höga värden på mantelfriktionen och utvärderad skjuvhållfasthet ligger högre än övriga utförda metoder (vingförsök, falkonförsök och direkta skjuvförsök) i samma punkt.

Vid utförd CPT-sondering uppnåddes användningsklass 0 för undersökningspunkterna 21C320, 21C321, 21C323, 21C324 och 21C326. För övriga undersökningspunkter uppnåddes användningsklass 1 med hänsyn till mätonoggrannhet i portryck, mantelfriktion och lutning.

Avläsningar från installerade portrycksmätare på 5 och 10 m djup i undersökningspunkt 21C317 visar på ett icke stabiliserat portryck. I sammanställningen för portrycksfördelningen mot djupet har mätvärden mellan den 1 juli 2021 och den 7 februari år 2022 exkluderats för dessa nivåer.

Avläsningar från installerade porttrycksmätare på 5, 10 och 14 m djup i undersökningspunkt 21C318 visar på ett icke stabiliserat porttryck. I sammanställningen för porttrycksfördelningen mot djupet har mätvärden mellan den 1 juli och den 31 december år 2021 exkluderats för dessa nivåer.

Grundvattenröret i undersökningspunkt 21C319 installerades om 2022-11-14 med ett nytt installationsdjup på 13,3 m under markytan. Funktionskontroll utfördes. Röret har sedan mätts fyra gånger fram till 2023-04-25.

11.2 Härledda värdens spridning och relevans

Spridning i härledda värden för lerans skjuvhållfasthet bedöms bero på en rad olika orsaker, till exempel belastningshistorik, lerans sammansättning och innehåll av silt.

Högsensitiv lera har konstaterats i samtliga kolvprovtagna undersökningspunkter i området och på enstaka nivåer är leran även kvick. Lerans höga sensitivitet gör proverna mer svårhanterliga vilket bedöms kunna påverka provkvalitén. Vid jämförelse med diagram för bedömning av kvalitet hos vattenmättad kohesionsjord (figur 4a i SGI Information 3) kan det konstateras att utförda CRS-försök i huvudsak indikerar någorlunda provkvalitet, se Bilaga 12.

Utförda direkta skjuvförsök och triaxialförsök har utförts efter ca 20-107 dagar efter utförd rutinundersökning. En kontroll har utförts av provernas vattenkvoter. För samtliga prov, med undantag för direkt skjuvförsök på djupet 15 m i undersökningspunkt 21C317, har vattenkvoten förändrats med mindre än 5 %. Det direkta skjuvförsöket på 15 m djup i undersökningspunkt 21C317 har utförts på mittentuben, medan vattenkvoten vid utförda rutinförsök har uppmätts på över- och undertuben. Skillnaden mellan uppmätt vattenkvot vid rutinförsök jämfört med direkt skjuvförsök är ca 14-17 %. Detta prov har utförts med 104 dagars mellanrum mellan de olika labbförsöken. För direkt skjuvförsök på djupet 3 m i undersökningspunkt 21C322 har ingen vattenkvot angetts på labbprotokollet.

Resultaten av nu utförda undersökningar uppvisar god överensstämmelse med resultat av tidigare utförda undersökningar inom området.

11.3 Övrigt

Enligt SGU:s kartvisare för jordskred och raviner finns det ett skredärr inom områdets nordöstra del, se Figur 2 i Kapitel 3.