

JANUARI 2021
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

MARIESTRÖM, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

15200VRA01



COWI

JANUARI 2021
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

MARIESTRÖM, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

15200VRA01

DIARIENUMMER

1910-0738

UPPDRAGSNUMMER

20071

KONTAKTPERSON SGI

Måns Ryttmäster

PROJEKTNR.

A201067

DOKUMENTNR.

15200VRA01

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2021-01-15

BESKRIVNING

MUR Geoteknik

UTARBETAD

Emma Jägryd

GRANSKAD

Charlotte Junkers

GODKÄND

Christina Edström

INNEHÅLL

1	Objekt	10
2	Syfte	10
3	Underlag för undersökningen	11
3.1	Tidigare utförda undersökningar	12
4	Styrande dokument	12
5	Befintliga förhållanden	14
5.1	Topografi och ytbeskaffenhet	14
5.2	Befintliga konstruktioner	16
6	Utsättning / Inmätning	16
7	Geotekniska fältundersökningar	17
7.1	Utförda sonderingar och in situ-försök	19
7.2	Utförda provtagningar	20
7.3	Undersökningsperiod	20
7.4	Fältingenjör	20
7.5	Observationer och iakttagelser	20
7.6	Kalibrering och certifiering	20
7.7	Provhantering	20
8	Hydrogeologiska fältundersökningar	21
8.1	Utförda hydrogeologiska fältundersökningar	22
8.2	Undersökningsperiod	22
8.3	Fältingenjör	22

8.4	Kalibrering	22
9	Geotekniska laboratorieundersökningar	23
9.1	Utförda undersökningar	24
9.2	Undersökningsperiod	25
9.3	Laboratorieingenjör	25
9.4	Kalibrering och certifiering	25
9.5	Provförvaring	25
10	Härledda värden	26
10.1	Hållfasthetsegenskaper	26
10.2	Deformationsegenskaper	26
10.3	Indexegenskaper	26
10.4	Hydrogeologiska egenskaper	26
11	Värdering av undersökning	27
11.1	Generellt	27
11.2	Härledda värdens spridning och relevans	27

BILAGOR

Bilaga 1	Laboratorieundersökningar, rutinförsök
Bilaga 2	Laboratorieundersökningar, CRS-försök
Bilaga 3	Laboratorieundersökningar, direkta skjuvförsök
Bilaga 4	Conradutvärdering av CPTU-R
Bilaga 5	Härledda värden, hållfasthetsegenskaper
Bilaga 6	Härledda värden, överkonsolideringsgrad
Bilaga 7	Härledda värden, indexparametrar
Bilaga 8	Utvärdering kvicklera CPTU-R och Trycksondering
Bilaga 9	Diagram, hydrogeologiska undersökningar
Bilaga 10	Datum för upptagning och analys av prover
Bilaga 11	Provkvalitet CRS-försök
Bilaga 12	Vingförsök rådata
Bilaga 13	Kalibreringsprotokoll
Bilaga 14	Detaljerad redovisning av CPTU-R
Bilaga 15	Koordinatlista för undersökningspunkter

RITNINGSBILAGOR

Plan	Ritning G-10-1-301 skala 1:1000 (A1)
Sektioner	Ritning G-10-2-301 till G-10-2-308 skala H 1:200 L 1:500 (A1)
Enstaka undersökningspunkter	Ritning G-10-2-309 till G-10-2-321 skala 1:100 (A1)

Förord

Regeringen har gett Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att minska risken för skred i Göta älvdalen. För att effektivisera det arbetet inrättades Delegationen för Göta älv år 2018. Delegationens arbete leds och samordnas av SGI och består av representanter från Vänersborgs, Trollhättans, Lilla Edets, Ales, Kungälv och Göteborgs kommuner, Länsstyrelsen Västra Götaland, Länsstyrelsen Värmland, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), Sjöfartsverket, Trafikverket, Vattenfall Vattenkraft AB och SGI.

Inom ramen för Delegationens arbete genomförs detaljerade och fördjupade stabilitetsutredningar för områden som utpekats med hög- eller medelhög skredrisk i Göta älvtutredningen år 2009–2011. Stabilitetsutredningarna utförs av geotekniska konsulter vars uppdrag upphandlas och leds av SGI som är delaktiga i arbetet. I konsulternas uppdrag ingår bland annat att presentera en trolig skjuvhållfasthet samt förslag på genomförbara stabilitetshöjande åtgärder.

Utredningsresultaten ligger till grund för SGI:s fortsatta analysarbete, beräkning av sannolikheten för skred samt planering av eventuella stabilitetshöjande åtgärder.

Sekretariatet till Delegation för Göta älv

1 Objekt

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

Undersökningsområdet är beläget på västra sidan om Göta älv vid kommungränsen mellan Lilla Edet och Trollhättan, ca 5 km sydväst om Trollhättans centrala del. Genom området går Edsvägen, se Figur 1. Området sträcker sig från ca km 15/200 i norr till ca km 15/600 i söder enligt Göta älvs längdmätning.



Figur 1. Översiktsbild, aktuellt område markerat med röd linje (kartkälla: eniro.se, 2020)

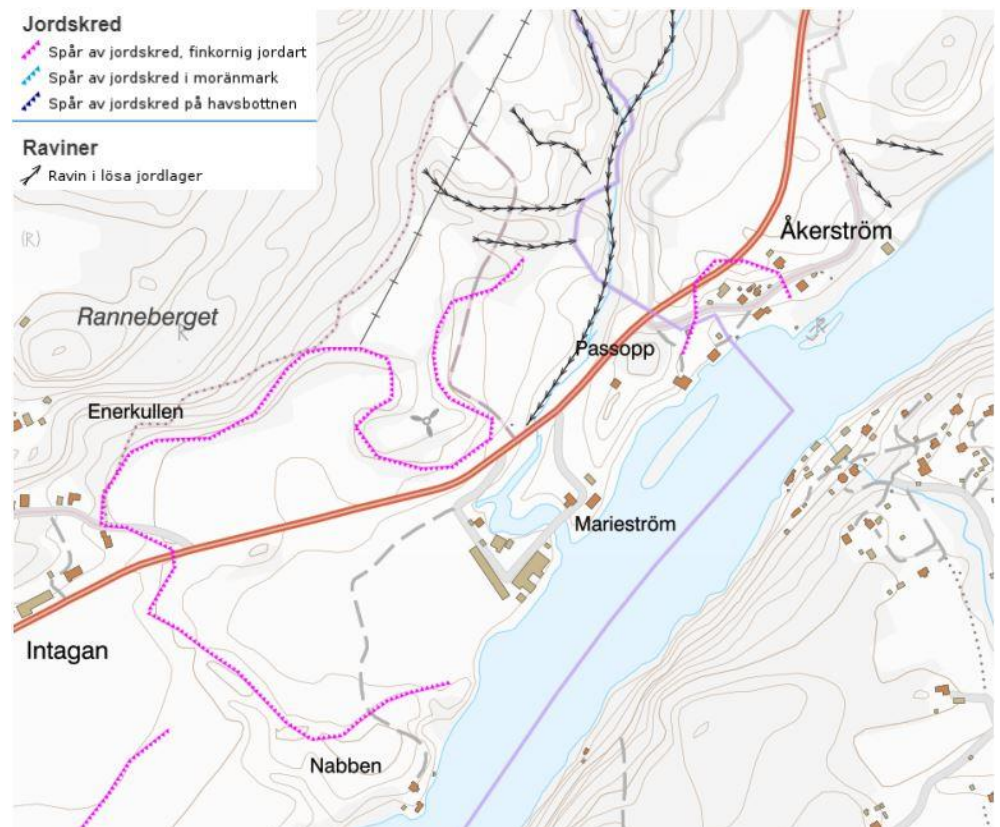
2 Syfte

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 detaljerad stabilitetsutredning enligt IEG Rapport 4:2010.

3 Underlag för undersökningen

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

- > Grundkarta erhållen från beställaren, juni 2020
- > Kartmaterial erhållet från berörda ledningsägare, juni 2020
- > Batymetrisk mätning av älvbotten från 2019
- > Höjddata från Lantmäteriets WCS-tjänst, nedladdad 2020
- > Geosuite-databas med tidigare utförda undersökningspunkter erhållen från beställaren, maj 2020
- > SGU:s kartvisare för jordskred och raviner. 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

Inom aktuellt område har geotekniska undersökningar utförts tidigare. Undersökningarna redovisas i följande handling:

- > Trollhättan Stad (2012). Åkerström, Trollhättans Stad, Detaljerad geoteknisk utredning, Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik. Uppdragsnummer 110565. Vectura Consulting AB, 2012-06-21.
- > SGI (2011). Göta älvutredningen, GÄU, Delområde 5 (Intagan – Ström), Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik. Uppdragsnummer 14085. Daterad 2011-08-31.

Ovan listad handling har beaktats, men har ej bifogats denna rapport. Beaktade undersökningspunkter är namngivna 1 och 2 (Vectura) samt U05007-U05010, U05217-U05219 (GÄU). Inom GÄU redovisas även arkivpunkter från tidigare utförda undersökningar sammanställda av SGI, dessa punkter är benämnda NV00XXXA.

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 1 till Tabell 3 nedan.

Tabell 1 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 2 Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Trycksondering (Tr)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Spetstrycksondering med resistivitetsmätning (CPTU-R)	SS-EN ISO 22476-1: 2012/AC 2013, SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jord-bergsondering (Jb)	SGF Rapport 4:2012
Viktsondering (Vim)	SIS-CEN ISO/TS 22476-10:2005
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 portryckspets	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok

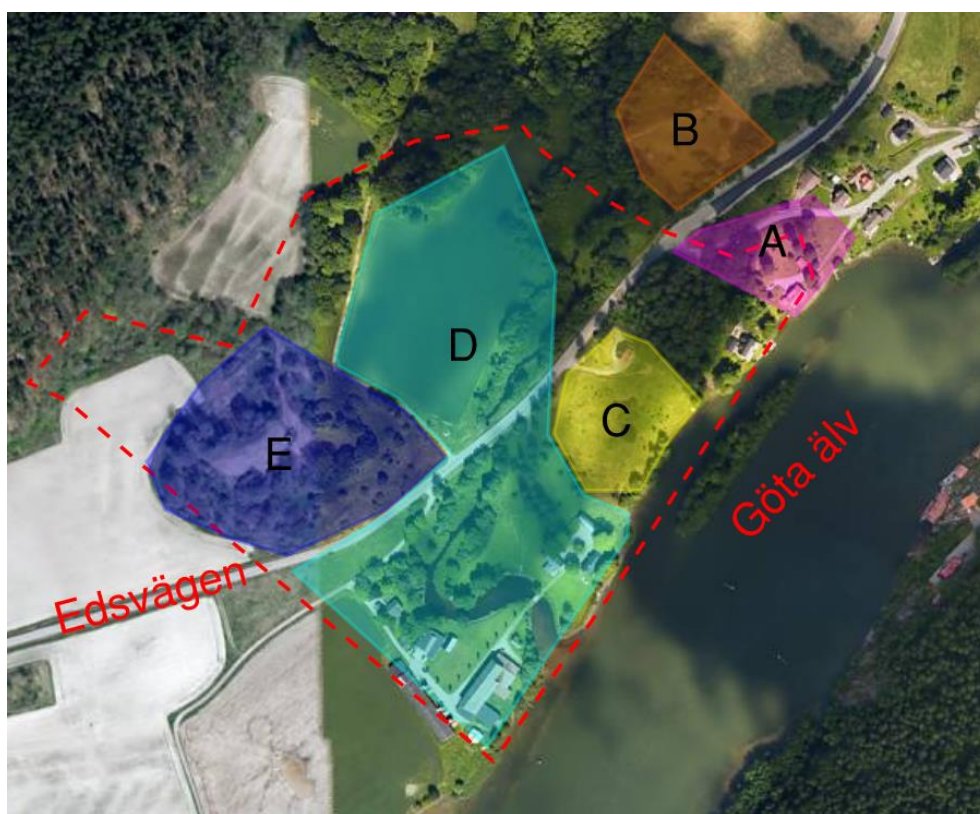
Tabell 3 Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Okulär benämning	SS-EN ISO 14688-1, -2
Vattenkvot	SS-EN ISO 17892-1;2004
Konflytgräns	f.d. SS027120
Skrymdensitet	SS-EN ISO 17892-2;2004
Konförsök	SS-EN ISO 17892-6;2004
CRS-försök	SS 027126
Skjuvhållfasthet - Direkta skjuvförsök	SS 027127

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Det aktuella området är beläget på den västra sidan om Göta älv vid kommungränsen mellan Lilla Edet och Trollhättan. Området utgörs huvudsakligen av åkermark, skogsmark och tomtmark. Området är kuperat och kan delas in i fem olika delområden, namngivna A till E, med hänsyn till topografi, se Figur 3.



Figur 3. Delområde A-E (kartkälla: eniro.se, 2020)

Delområde A utgörs huvudsakligen av tomtmark med bostadshus och vägar. Längs strandlinjen finns det en stenmur. Markytan faller från Edsvägen i nordväst ner mot Göta älv i sydost. Markytans nivå varierar mellan ca +8 och +21.

Delområde B utgörs av ett höjdparti som är beläget nordväst om Edsvägen. Området är bevuxet med gräs, buskar och träd. Väster om delområde B finns ett vattendrag som rinner igenom Åkerströms naturreservat. Markytan faller ner mot Edsvägen och vattendraget och markytans nivå varierar mellan ca +7 och +32.

Mellan delområde A och C finns ett höjdparti runt vilket berg i dagen observerats från Edsvägen i nordväst och från tomtmarken i nord och tomtmarken i öst. Delområde C utgörs av ett höjdparti som är bevuxet med gräs, buskar och träd.

Inom området finns det ett bostadshus med tillhörande väg. Markytan faller ner mot Edsvägen i nordväst, bostadshuset i sydväst och Göta älv i sydost. Markytans nivå varierar mellan ca +9 och +24.

Delområde D utgörs huvudsakligen av åkermark och av tomtmark. I nordost gränsar delområdet till Åkerströms naturreservat. Inom delområdet finns det ett vattendrag som mynnar ut i Göta älv. Markytan sluttar svagt ner mot vattendraget och Göta älv. Markytans nivå varierar mellan ca +7 och +21.

Delområde E utgörs av ett höjdparti som är beläget norr om Edsvägen. Området är bevuxet med gräs, buskar och träd. Uppe på höjdpartiet finns ett vindkraftverk. Vid platsbesök har skredtecken så som lutande träd och sprickor i markytan observerats, se Figur 4 och Figur 5. Markytan faller ner mot åkermarken i väster och öster samt mot Edsvägen i söder. Markytans nivå varierar mellan ca +12 och +31.



Figur 4. Lutande träd inom delområde E (COWI AB, 2020)



Figur 5. Sprickor i markytan inom delområde E. Längst upp till vänster i bilden skymtas Göta älv och Edsvägen. (COWI AB, 2020)

5.2 Befintliga konstruktioner

Inom området finns det bostadshus och ett vindkraftverk samt markförlagda ledningar för el, tele/bredband och VA.

6 Utsättning / Inmätning

Inmätningar och avvägningar har utförts av Martin Ilmestrand, Max Johansson, 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 mätclass B i enlighet med SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

7 Geotekniska fältundersökningar

Fältundersökningar har utförts på land i 26 undersökningspunkter, namngivna 20C301-20C303, 20C305-20C309, 20C311-20C317 och 20C319-20C329. Undersökningspunkterna 20C304, 20C310 och 20C318 utfördes ej på grund av svårframkomlig terräng.

Resultaten av undersökningarna redovisas på ritningsbilagorna i plan och sektion, se Ritningsbilagor. För detaljredovisning av CPT-sonderingar, se Bilaga 14. CPT-sonderingar har utförts i användningsklass 0 med 2,5 tons spets. Fältprotokoll med rådata från vingförsök är sammanställt i Bilaga 12.

I Tabell 4 nedan redovisas vilka fältundersökningar som utförts i respektive undersökningspunkt. Av tabellen framgår datum för utförande och benämning på sonderingsfilen. Undersökningspunkternas koordinater är sammanställda i Bilaga 15.

Tabell 4 Utförda fältundersökningar och provtagningar

Undersökningspunkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
20C301	Tr	2020-09-22	20C301 20200922 1351.TRT	MNID
20C302	Tr CPTU-R Vb Skr Pp	2020-09-21 2020-09-21 2020-09-18 2020-09-21 2020-09-22	20C302 20200921 1350.TRT 20C302-20200921140154.cpt 20C102.vct - -	MNID
20C303	Tr CPTU-R Vb Skr	2020-10-07 2020-10-09 2020-10-09 2020-10-07	20C303 20201007 1399.TRT 20C303-20201009103856.cpt 20C303.vct -	MNID
20C305	Tr Skr	2020-10-07 2020-10-07	20C305 20201007 1396.TRT -	MNID
20C306	Tr CPTU-R Vb Kv Skr Pp	2020-10-07 2020-10-08 2020-10-08 2020-10-07/ 2020-10-08 2020-10-09 2020-10-08	20C306 20201007 1393.TRT 20C306-20201008103541.cpt 20C306.vct - - - -	MNID
20C307	Tr Jb	2020-10-06 2020-10-06	20C307 20201006 1390.TRT 20C307 20201006 1391.JB3	MNID
20C308	Tr	2020-09-23	20C308 20200922 1353.TRT	MNID

Undersöknings- punkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
20C309	Tr	2020-09-22	20C309 20200922 1352.TRT	MNID
20C311	Tr	2020-09-29	20C311 20200929 1367.TRT	MNID
20C312	Tr CPTU-R Vb Kv Skr Pp	2020-09-23 2020-09-23 2020-09-23 2020-09-30/ 2020-10-01 2020-09-23 2020-09-24	20C312 20200922 1354.TRT 20C312-20200923130612.cpt 20C312.vct - - - -	MNID
20C313	Tr	2020-09-29	20C313 20200929 1364.TRT	MNID
20C314	Tr	2020-09-29	20C314 20200929 1365.TRT	MNID
20C315	Tr CPTU-R Vb Skr	2020-09-24 2020-09-24 2020-09-24 2020-09-24	20C315 20200924 1355.TRT 20C315-20200924104518.cpt 20C315.vct -	MNID
20C316	Tr CPTU-R Vb Skr Rf	2020-09-29 2020-10-06 2020-10-06 2020-10-06 2020-09-29	20C316 20200929 1371.TRT 20C316-20201006083313.cpt 20C316.vct - -	MNID
20C317	Tr	2020-10-06	20C317 20201006 1387.TRT	MNID
20C319	Tr	2020-09-29	20C319 20200929 1363.TRT	MNID
20C320	Tr	2020-09-29	20C320 20200929 1368.TRT	MNID
20C321	Tr CPTU-R Vb Kv Skr	2020-09-25 2020-09-25 2020-09-25 2020-09-25/ 2020-09-28 2020-09-25	20C321 20200925 1356.TRT 20C321-20200925111137.cpt 20C321.vct - - -	MNID
20C322	Tr	2020-09-29	20C322 20200929 1369.TRT	MNID
20C323	Tr	2020-10-05	20C323 20201005 1386.TRT	MNID

Undersökningspunkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
20C324	Tr	2020-10-02	20C324 20201002 1385.TRT	MNID
	CPTU-R	2020-10-05	20C324-20201005131438.cpt	
	Vb	2020-10-02	20C324.vb1	
	Skr	2020-10-02	-	
	Pp	2020-10-02	-	
20C325	Tr	2020-09-29	20C325 20200929 1370.TRT	MNID
20C326	Tr	2020-10-07	20C326 20201007 1392.TRT	MNID
20C327	Jb	2020-10-21	20C327 20201021 3248.JB2	KIST
	Vim	2020-10-21	20C327 20201021 3247.VIM	
20C328	Jb	2020-10-21	20C328 20201021 3251.JB2	KIST
	Vim	2020-10-21	20C328 20201021 3252.VIM	KIST
	CPTU-R	2020-10-28	20C328-20201028100928.cpt	HSRN
	Vb	2020-10-28	20C328.vb1	HSRN
	Skr	2020-10-21	-	KIST
20C329	Jb	2020-10-21	20C329 20201021 3250.JB2	KIST
	Vim	2020-10-21	20C329 20201021 3249.VIM	KIST
	CPTU-R	2020-10-28	20C329-20201028125219.cpt	HSRN
	Vb	2020-10-28	20C329.vb1	HSRN
	Skr	2020-10-28	-	HSRN

7.1 Utförda sonderingar och in situ-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 fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Trycksondering (Tr)	23
CPT-sondering (CPTU-R)	10
Jord-bergsondering (Jb)	4
Viktsondering (Vim)	3
Vingförsök (Vb)	10

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)	11
Ostörd provtagning, Kolvprovtagning (Kv)	3

7.3 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna utfördes under perioden vecka 39 till vecka 44 år 2020.

7.4 Fältingenjör

Fältarbetena utfördes av ansvariga fältgeotekniker Martin Ilmestrand, Kristian Stals och Hampus Rydén samt andreman Max Johansson, COWI AB.

7.5 Observationer och iakttagelser

Vid utförd CPT-sondering i undersökningspunkt 20C324 noterade fältgeoteknikern att totalkraften var ur funktion.

Fältingenjörernas noteringar i samband med kolvprovtagning redovisas i bilaga "Datum för upptagning och analys av prover", se Bilaga 10.

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 13.

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 fem undersökningspunkter. Installation av grundvattenrör och portrycksspetsar har utförts i samband med de geotekniska fältundersökningarna. I Tabell 7 nedan redovisas antalet installerade grundvattenrör och portrycksspetsar för respektive undersökningspunkt.

Tabell 7 Antalet utförda undersökningar fördelat på metod

Undersökningspunkt	Hydrogeologisk undersökning	Typ	Installationsdjup (spetsnummer)	Installationsdatum
20C302	Installation av portrycksspets (Pp)	Elektrisk portrycksspets	5 m (19199) 10 m (19200) 15 m (19197)	2020-09-22 2020-09-22 2020-09-22
20C306	Installation av portrycksspets (Pp)	Elektrisk portrycksspets	5 m (19186) 8 m (19187)	2020-10-08 2020-10-08
20C312	Installation av portrycksspets (Pp)	Elektrisk portrycksspets	5 m (19192) 10 m (19191) 15 m (19198)	2020-09-24 2020-09-24 2020-09-24
20C316	Installation av grundvattenrör (Rf)	Textilfilter	16,5 m	2020-09-29
20C324	Installation av portrycksspets (Pp)	Elektrisk portrycksspets	4 m (19188) 7 m (19185)	2020-10-02 2020-10-02

Funktionskontroll för installerat grundvattenrör har utförts vid installation.

8.1 Utförda hydrogeologiska fältundersökningar

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

Tabell 8 Antalet utförda hydrogeologiska undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Installation av grundvattenrör (Rf)	1
Installation av portryckspets (Pp)	10

8.2 Undersökningsperiod

Grundvattenröret har avlästs vid två tillfällen under perioden oktober till december år 2020.

Avläsning av portryckspetsar har utförts med elektrisk portrycksmätare med automatisk avläsning en gång per dag under perioden september till december år 2020.

8.3 Fältingenjör

De hydrogeologiska mätningarna har utförts av Max Johansson, Martin Ilmestrand, Hampus Rydén, Kristian Stals och Mattias Ilmestrand COWI AB.

8.4 Kalibrering

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

9 Geotekniska laboratorieundersökningar

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts på MITTAs geotekniska laboratorium i Kungsbacka.

I Tabell 9 nedan redovisas utförda laboratorieundersökningar som utförts på jordprover upptagna med störd respektive ostörd provtagning enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 9 Utförda laboratorieundersökningar

Undersökningspunkt	Laboratorieanalys	Antal prov/nivåer	Datum för granskning av laboratoriet
20C302	Okulär benämning	6	2020-10-06
	Vattenkvot	6	2020-10-06
20C303	Okulär benämning	3	2020-11-02
	Vattenkvot	3	2020-11-02
20C305	Okulär benämning	3	2020-11-02
	Vattenkvot	3	2020-11-02
20C306	Okulär benämning	8	2020-11-02/ 2020-10-13
	Vattenkvot	8	2020-11-02/ 2020-10-13
	Konflytgräns	3	2020-10-13
	Skrymdensitet	3	2020-10-13
	Skjuvhållfasthet	3	2020-10-13
	CRS-försök	2	2020-10-20
	Direkt skjuvförsök	2	2020-11-25
20C312	Okulär benämning	14	2020-10-06/ 2020-10-07
	Vattenkvot	14	2020-10-06/ 2020-10-07
	Konflytgräns	11	2020-10-07
	Skrymdensitet	11	2020-10-07
	Skjuvhållfasthet	11	2020-10-07
	CRS-försök	5	2020-10-13/ 2020-10-27
	Direkt skjuvförsök	4	2020-11-16
20C315	Okulär benämning	6	2020-10-06
	Vattenkvot	6	2020-10-06
20C316	Okulär benämning	3	2020-11-02
	Vattenkvot	3	2020-11-02

Undersökningspunkt	Laboratorieanalys	Antal prov/nivåer	Datum för granskning av laboratoriet
20C321	Okulär benämning	11	2020-10-05/ 2020-10-06
	Vattenkvot	11	2020-10-05/ 2020-10-06
	Konflytgräns	6	2020-10-05
	Skrymdensitet	6	2020-10-05
	Skjuvhållfasthet	6	2020-10-05
	CRS-försök	3	2020-10-13/ 2020-11-02
	Direkt skjuvförsök	2	2020-11-16/ 2020-11-26
20C324	Okulär benämning	4	2020-11-02
	Vattenkvot	4	2020-11-02
20C328	Okulär benämning	6	2020-11-02
	Vattenkvot	6	2020-11-02
	Konflytgräns	3	2020-11-02
20C329	Okulär benämning	3	2020-11-04
	Vattenkvot	3	2020-11-04
	Konflytgräns	2	2020-11-04

Resultaten av undersökningarna redovisas i bilagda laboratorieprotokoll och på ritningar, se Bilaga 1 - 3 och Ritningsbilagor.

9.1 Utförda undersökningar

I Tabell 10 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 10 Antalet utförda undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Okulär benämning	67
Vattenkvot	67
Konflytgräns	25
Skrymdensitet	20
Skjuvhållfasthet, konförsök	20

Undersökningsmetod	Antal
CRS-försök	10
Direkt skjuvförsök	8

9.2 Undersökningsperiod

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts under perioden september till november år 2020.

Datum för upptagning och analys av prover har sammanställts i bilaga, se Bilaga 10.

9.3 Laboratorieingenjör

Laboratorieundersökningarna har utförts av Tony Axelsson, Magnus Salmi, Peter Hedborg och Helena Seger på MITTAs, geotekniska laboratorium i Kungsbacka.

9.4 Kalibrering och certifiering

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

9.5 Provförvaring

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

10 Härledda värden

Aktuellt undersökningsområde uppvisar stor variation i topografi och lermäktighet. Enligt SGU:s kartvisare finns det även skredärr och raviner inom 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 odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats från CPT-sonderingar, vingförsök samt konförsök och direkta skjuvförsök på ostörda jordprover. 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 fem olika delområden, namngivna A till E, se Figur 3. De härledda värdena har sammanställts i diagram som har bilagts denna rapport, se Bilaga 5.

CPT-sonderingarna har utvärderats med datorprogrammet Conrad version 3.1 och har bilagts denna rapport, se Bilaga 4.

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 6.

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 8.

10.4 Hydrogeologiska egenskaper

Uppmätta grundvatten- och portrycksnivåer redovisas på Ritningsbilagor och i diagram där trycknivån upprätts mot djup respektive mot tid, se Bilaga 9.

11 Värdering av undersökning

11.1 Generellt

Vid utförda trycksonderingar inom delområde B, C och E registrerades i allmänhet inget eller ett mycket tunt lager friktionsjord under leran.

I samband med laboratorieundersökningar i 20C321 observerades ett litet hål med vatten i tub 3239 från 7 m djup och tub 5993 från 9 m djup, se labbprotokoll i Bilaga 1.

För CPT-sondering i undersökningspunkterna 20C302, 20C306, 20C315, 20C328 uppnåddes användningsklass 1 med hänsyn till mätonoggrannhet i portryck och lutning. CPT-sondering i 20C329 uppnådde ej kraven för användningsklass 4.

Vid utförd CPT-sondering i punkt 20C324 noterade fältgeoteknikern att totalkraften var ur funktion, vilket innebär att ingen utvärdering av kvicklera har kunnat utföras för denna punkt.

Avläsningar från installerade portrycksmätare på 5 och 10 m djup i undersökningspunkt 20C302 visar på relativa stora portrycksvariationer under mätperioden.

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 allmänhet indikerar någorlunda till dålig provkvalitet, se Bilaga 11. För de CRS-prover där provkvalitén bedömts vara dålig har direkta skjuvförsök ej utförts.

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