

JUNI 2022
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

EDET, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

31100ORA01



COWI

JUNI 2022
SGI – DELEGATIONEN FÖR GÖTA ÄLV

EDET, LILLA EDETS KOMMUN

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

31100ORA01

| | | | | | |
|------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| PROJEKTNR. | DOKUMENTNR. | KONTAKTPERSON SGI | DIARIENR. SGI | UPPDRAGSNR. SGI | |
| A227180 | 31100ORA01 | Måns Rytzmäster | 6.2-2007-0535 | 10008 | |
| VERSION | UTGIVNINGSDATUM | BESKRIVNING | UTARBETAD | GRANSKAD | GODKÄND |
| 1.0 | 2022-06-30 | MUR Geoteknik | Andreas Stöllman | Charlotte Junkers | Christina Edström |

INNEHÅLL

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Objekt | 10 |
| 2 | Syfte | 10 |
| 3 | Underlag för undersökningen | 11 |
| 3.1 | Tidigare utförda undersökningar | 12 |
| 4 | Styrande dokument | 14 |
| 5 | Befintliga förhållanden | 15 |
| 5.1 | Topografi och ytbeskaffenhet | 15 |
| 5.2 | Befintliga konstruktioner | 16 |
| 6 | Utsättning / Inmätning | 19 |
| 7 | Geotekniska fältundersökningar | 20 |
| 7.1 | Utförda sonderingar och in situ-försök | 20 |
| 7.2 | Utförda provtagningar | 21 |
| 7.3 | Undersökningsperiod | 21 |
| 7.4 | Fältingenjör | 21 |
| 7.5 | Observationer och iakttagelser | 21 |
| 7.6 | Kalibrering och certifiering | 22 |
| 7.7 | Provhantering | 22 |
| 8 | Hydrogeologiska fältundersökningar | 22 |
| 8.1 | Utförda hydrogeologiska fältundersökningar | 23 |
| 8.2 | Undersökningsperiod | 23 |
| 8.3 | Fältingenjör | 23 |

| | | |
|------|---|----|
| 8.4 | Kalibrering | 23 |
| 9 | Geotekniska laboratorieundersökningar | 24 |
| 9.1 | Utförda undersökningar | 24 |
| 9.2 | Undersökningsperiod | 24 |
| 9.3 | Laboratorieingenjör | 25 |
| 9.4 | Kalibrering och certifiering | 25 |
| 9.5 | Provförvaring | 25 |
| 10 | Härledda värden | 25 |
| 10.1 | Hållfasthetsegenskaper | 25 |
| 10.2 | Deformationsegenskaper | 25 |
| 10.3 | Indexegenskaper | 26 |
| 10.4 | Hydrogeologiska egenskaper | 26 |
| 11 | Värdering av undersökning | 26 |
| 11.1 | Generellt | 26 |
| 11.2 | Härledda värdens spridning och relevans | 26 |
| 11.3 | Övrigt | 27 |

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, överkonsolidering |
| Bilaga 8 | Härledda värden, indexparametrar |
| 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-R |
| Bilaga 16 | Lista utförda fältundersökningar |
| Bilaga 17 | Lista utförda laboratorieundersökningar |
| Bilaga 18 | Arkivmaterial – tidigare utförda undersökningar |

RITNINGSBILAGOR

| | |
|------------------------------|---|
| Plan | Ritning G-10-1-101 skala 1:1000 (A1) |
| Sektioner | Ritning G-10-2-101 till G-10-2-105 skala H 1:200 L 1:500 (A1) |
| Enstaka undersökningspunkter | Ritning G-10-2-106 till G-10-2-114 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. Delegationen arbetar ledd 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 Delegationen arbetar 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 för Göta älv

1 Objekt

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

Undersökningsområdet är beläget på östra sidan om Göta älv, och utgör den norra delen av Lilla Edets tätort. Området ligger sydväst om trafikplats Norra Lilla Edet motet mellan väg E45 och Göta älv, se Figur 1. Området sträcker sig från km 30/800 i norr till km 31/315 i söder enligt Göta älvs längdmätning. För planritning med längdmätning hänvisas till ritningsbilagorna.



Figur 1 Översiktsbild, aktuellt område markerat med gul linje (kartkälla: Eniro.se 2021)

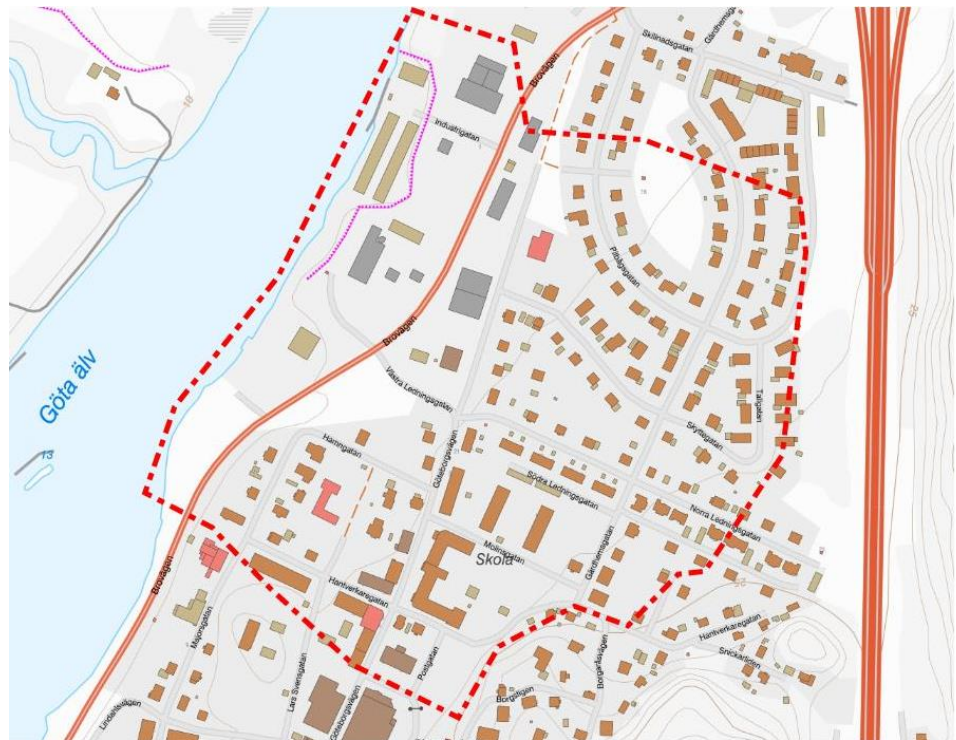
2 Syfte

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 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, maj 2021
- > Kartmaterial erhållet från berörda ledningsägare, juni 2021
- > Batymetrisk mätning av älvbotten från 2018
- > Höjddata från Lantmäteriets WCS-tjänst, nedladdad 2020
- > Geosuite-databas med tidigare utförda undersökningspunkter erhållen från beställaren, maj 2021. **Erhållen databas har i huvudsak nyttjats som stöd vi planering av fältundersökningar men har inte utgjort underlag för utvärdering och parametersammanställningar. Här har i stället handlingar enligt kapitel 3.1 använts**
- > SGU:s kartvisare för jordskred och raviner, december 2021. Ett utsnitt över aktuellt område framgår av Figur 2.
- > Handlingar ingående i förfrågningsunderlag för förstärkningsåtgärd inom Kv Cementjutaren, Norconsult 2014-05-14. Se även Figur 5 nedan.



Figur 2 Utsnitt ur SGU:s kartvisare för jordskred och raviner där tidigare jordskred och skredärr markerats med rosa. Aktuellt område är översiktligt markerat med rödstreckad linje (kartkälla: SGU).

3.1 Tidigare utförda undersökningar

I samband med den geotekniska undersökningen har 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 nedan.

Tabell 1 Tidigare utförda undersökningar

| Uppdrag | Utförd av | Uppdragsnummer | Beteckning i plan | Datum | Undersökningspunkterna erhållet i format: | Bilaga:Sida |
|---|--------------------|----------------|--|---------------------------------|---|-------------|
| Lilla Edet – Ström, Vattenledning | BohusGeo AB | U12078 | 13BH101C | 2013-11-19 | PDF | 18:1-18:2 |
| Lilla Edet, område 6 och 7 utmed Göta älv | Norconsult AB | 1013594 | 11NO10XC | 2011-02-05 | PDF | 18:3-18:31 |
| Göta älvutredningen, GÄU, 08, Lilla Edet-Alvhem | SGI | 14087 | U11041C U11041K U11039V | 2010-12-10 | Autograf-databas | - |
| Väg E45, Älvängen-Stallbacka, Delen Norr Göta – Edet Rasta | Ramböll Sverige AB | 545322 | Ej med i plan. Ligger öster om utredningsområdet | 2010-09-01 | Autograf-databas | 18:32-18:45 |
| Smörkullen, Lilla Edet | FB Engineering AB | 160442 | 05FB102C | 2004-12-03 REV 2005-03-01 | Autograf-databas | 18:46-18:56 |
| Kv Tegelslagaren | Göteborgs Förorter | 36202244230 | Ej digitaliserade | 1986-10-16 | PDF | 18:57 |
| Planerad bebyggelse mellan norra och södra Ledningsgatan i Lilla Edet | Göteborgs Förorter | 99862416230 | 84GF111C | 1984-09-18 | PDF | 18:58-18:66 |

| Uppdrag | Utförd av | Uppdrags- nummer | Beteckning i plan | Datum | Undersöknings- punkterna erhållet i format: | Bilaga:Sida |
|---|------------------------------|---------------------|----------------------|------------|--|---------------|
| Planområde vid kv Baneret och Väwaren | Göteborgs Förorter | 36202221230 | 84GF215C | 1984-12-03 | PDF | 18:67-18:78 |
| Väg 167 Ljungskile – Lilla Edet, km 3/800-4/300 | Vägverket | P-3237.1-167 | 82VV1XXC | 1982-05-12 | PDF | 18:79-18:81 |
| Planerad kyrkobyggnad för Lilla Edets Missionsförsamling | K-Konsult | 67882-001-23 | 82KK101C | 1982-10-07 | PDF | 18:82-18:97 |
| Parallellvägen | Göteborgs Förorter | 36201070230 | 78GF10XC | 1978-05-10 | PDF | 18:98-18:99 |
| Tillbyggnad av vattenverk på Kv Ljungbacken | Göteborgs Förorter | 36201037230 | 76GF10XC | 1976-03-12 | PDF | 18:100-18:101 |
| Planerade byggnader i kv Badhuset och kv Ljungkullen | HSB, Geotekniska avdelningen | 5301 | 74HS1XXC | 1974-01-11 | PDF | 18:102-18:109 |
| Planerat parkeringsdäck och bostadshus, inom kv Ljungkullen och kv Badhuset | VIAB | 65.8707 | 73VI1XXC | 1973-10-31 | PDF | 18:110-18:123 |
| Kvarteret Baneret | Göteborgs Förorter | 36210033231 | Ej digitaliserade | 1971-03-12 | PDF | 18:124-18:126 |
| Kv Svalörten | HSB, Tekniska avdelningen | - | Ej digitaliserade | 1969-06-26 | PDF | 18:127-18:129 |
| Kv Svalörten mfl | SGI | K7604 | 61SG1XXC | 1961-11-15 | PDF | 18:130-18:141 |
| Kv Svalörten mfl | SGI | K7604 | NOXXXXXC | 1961-11-15 | Autograf-databas | - |

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 resistivitetsmätning (CPTU-R) | SS-EN ISO 22476-1: 2012/AC 2013, SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok |
| Jord-bergsondering | 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 portrycksspets | SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok |

Tabell 4 Laboratorieundersökningar

| Undersökningsmetod | Standard eller annat styrande dokument |
|--|--|
| Jordartsbeskrivning | SS-EN ISO 14688 1:2002 & SS-EN ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982 |
| Vattenkvot | SS 027116, utgåva 3 |
| Konflytgräns | SS 027120, utgåva 2 |
| Skrymdensitet | SS 027114, utgåva 2 |
| Konförsök | SS 027125, utgåva 1 (avvikelse: lägsta konintrycket för 100 gramskonen är 7 mm enligt SGF:s laboratoriekommittés rekommendationer) |
| CRS-försök | SS 027126, utgåva 1 |
| Skjuvhållfasthet - Direkta skjuvförsök | SS 027127 och SGF Notat 2:2004 |
| Triaxial försök - aktivt odränerat | ISO/TS 17892-9:2004 |

5 Befintliga förhållanden

5.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Området är till största delen bebyggt. Den östra delen består av bostadshus med tillhörande trädgårdar och grönytor. I den västra delen av området återfinns framförallt verksamheter med uppställningsytor med ytskikt av grus alternativt asfalt. Området genomkorsas av asfaltsbelagda vägar. I nordväst angränsar området till ett mindre höjdparti med berg i dagen (Smörkullen). Även sydost om undersökningsområdet samt öster om väg E45 återfinns höjdparter med berg i dagen.

Markytan faller i allmänhet mot väst, från nivå +17 à +25 vid väg E45 till ca +12 à +14 vid släntkrön mot Göta älv. Mellan km 30/850 och km 30/980 samt mellan km 31/110 och km 31/315 finns ett ca 25-70 m brett område, närmast Göta älv, där markytans nivå varierar mellan +8 och +10.

Bottennivåer i Göta älv uppgår till ca -9 à -4,5 i den norra delen av området. Höjdskillnaden mot markytans nivå vid släntkrön uppgår till som mest ca 15-20 m. Undervattenslätens lutning varierar huvudsak mellan 1:4 och 1:5. Längs delar av denna sträcka finns en ca 10-20 m bred undervattenshylla närmast

strandlinjen där älvbotten ligger på nivå ca +3 till +5 m. Slänten från undervattenshyllan ner mot älvbotten har en lutning som i allmänhet varierar mellan 1:1 och 1:2, men som ställvis är brantare än 1:1.

I den mellersta delen av området sjunker älvbotten till nivå ca -15 á -9. Höjdskillnaden mot markytans nivå vid släntkrön uppgår till som mest ca 15-28 m. Undervattenslätens lutning varierar längs denna del i allmänhet mellan 1:2 och 1:4. Ställvis förekommer slänter med är brantare lutning än 1:1.

Bottennivåerna längst i söder varierar i allmänhet mellan -9 och -6. Höjdskillnaden mot markytans nivå vid släntkrön uppgår till som mest ca 13-20 m. Undervattenslätens lutning varierar mellan 1:1 och 1:1,5.

5.2 Befintliga konstruktioner

Förutom flera mindre lokalvägar går väg 167 (Brovägen) samt Göteborgsvägen genom området i norrsydlig riktning. Inom områdets norra och mellersta del är området öster om Göteborgsvägen bebyggt med bostadshus. Inom denna del ligger bostadshusen ca 150 till 200 m från Göta älvs strandlinje. Väster om Göteborgsvägen och fram till Göta älv finns byggnader för diverse verksamheter. I områdets södra del är området från väg 167 och österut bebyggt med bostäder. Inom denna del ligger bostadshusen ca 40 till 80 m från Göta älvs strandlinje.

Inom området finns markförlagda el-, tele-, fiber-, VA- respektive fjärrvärmeledningar. Ledningarna är i huvudsak förlagda i och i anslutning till befintliga gator och vägar.

I den södra delen av området finns iläggingsplats samt en brygga av betong. Inom områdets norra del finns en träbrygga i anslutning till Lilla Edets båtklubbs lokaler.



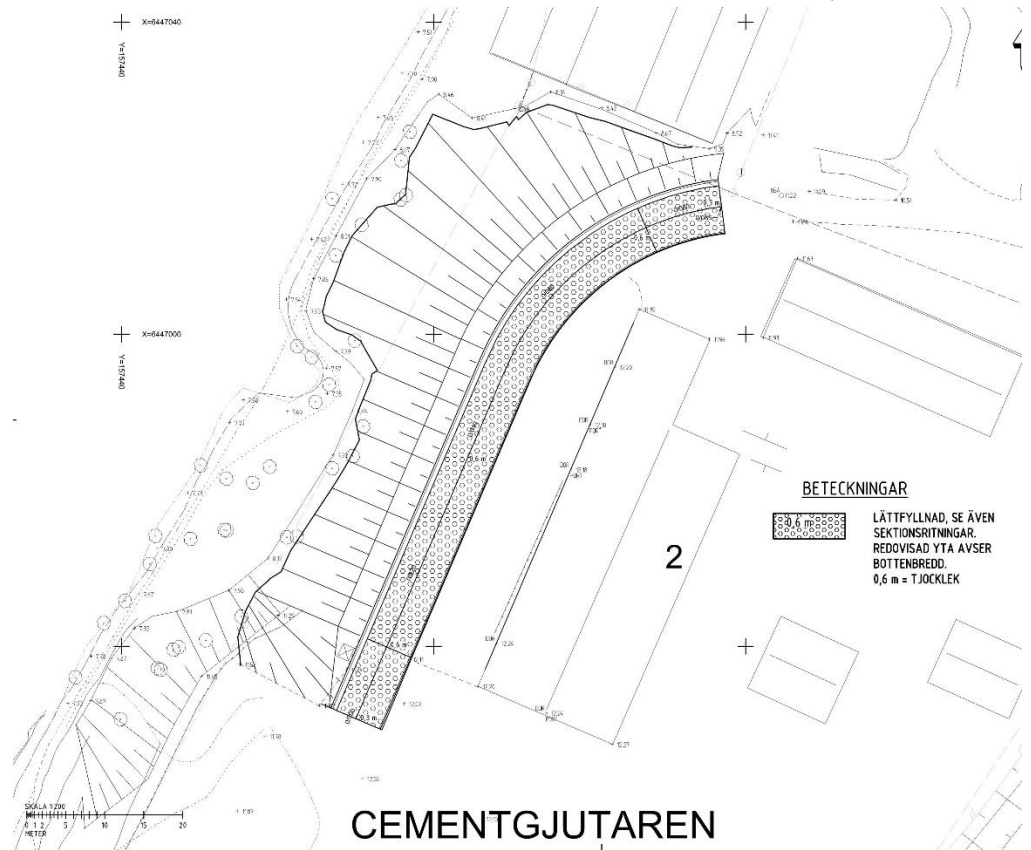
Figur 3 Iläggingsplats och betongbrygga inom områdets södra del.

Längs strandlinjen har erosionsskydd i form av sprängsten lagt ut. Vid platsbesök 2021-06-10 bedömdes erosionsskyddet vara intakt utan tecken på pågående erosion. Dock medför begränsad sikt i Göta älv svårigheter att bedöma erosionsskyddets utbredning och kondition under vattenytan.



Figur 4 Utlagt erosionsskydd i strandkanten. Bilden tagen mot söder

Inom Kv Cementgjutaren i områdets västra del har en stabilitetsförbättrande åtgärd utförts i slänten mot Göta älv, mellan ca km 30/980 och ca km 31/065. Åtgärden omfattade avlastning bakom släntrönn genom avschaktning samt urgrävning och återfyllning med lättfyllning. Lättfyllningen utfördes med en bredd av ca 6 m och med en tjocklek av ca 0,6 m, se Figur 5 nedan.



Figur 5 Planritning över utförd stabilitetsförbättrande åtgärd i form av lättfyllning inom Kv Cementgjutaren (Norconsult 2014)

6 Utsättning / Inmätning

Inmätningar och avvägningar har utförts av Hampus Rydén, COWI AB samt Krister Arnaryd, SCIOR Geomanagement och redovisas i koordinatsystemet SWEREF 99 TM och i höjdsystemet RH 2000.

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

7 Geotekniska fältundersökningar

Fältundersökningar har utförts på land i 14 undersökningspunkter, namngivna 21C101-21C114.

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

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

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 och in situ-försök

| Undersökningsmetod | Antal |
|------------------------|-------|
| Trycksondering (Tr) | 14 |
| CPT-sondering (CPTU-R) | 14 |
| Jord-bergsondering | 1 |
| Vingförsök (Vb) | 8 |

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) | 4 |

7.3 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna har utförts under perioden vecka 39 till vecka 43 år 2021.

7.4 Fältingenjör

Fältarbetena utfördes av Hampus Rydén (HSRN) och Mattias Ilmestrand (MTIL), COWI AB samt Martin Ilmestrand (MNID), MITTA.

7.5 Observationer och iakttagelser

Vid CPTU-R-sondering i undersökningspunkt 21C101 och 21C114 registrerade lutningsgivaren felaktiga värden.

Vid kolvprovtagning i undersökningspunkt 21C104 stannade jordproverna på 3 m, 4 m respektive 5 m djup inte kvar i hylsorna, varför slutarbleck nyttjades för dessa nivåer.

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 21C102, 21C103, 21C104, 21C106, 21C110, 21C111 och 21C114. Installation av portrycksmätare och grundvattenrör har utförts i samband med de geotekniska fältundersökningarna.

I Bilaga 17 redovisas vilka portrycksspetsar och grundvattenrör som installerats för respektive undersökningspunkt. I bilagan framgår installationsdatum, installationsdjup samt spetsnummer på portrycksspetsar.

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 portryckspets (Pp) | 12 |
| Installation av grundvattenrör (Rf) | 7 |

8.2 Undersökningsperiod

Avläsning av portryckspetsar har utförts med elektrisk portrycksmätare med automatisk avläsning en gång per dag under perioden oktober år 2021 till april år 2022.

Grundvattenrören har avlästs vid 3-4 tillfällen under perioden oktober år 2021 till april år 2022.

8.3 Fältingenjör

De hydrogeologiska mätningarna har utförts av Hampus Rydén 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 WSP geotekniska laboratorium i 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 ritningsbilagor, 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 |
|---------------------------------|-------|
| Jordartsbeskrivning | 93 |
| Vattenkvot | 118 |
| Konflytgräns | 52 |
| Skrymdensitet | 100 |
| Skjuvhållfasthet, konförsök | 34 |
| CRS-försök | 24 |
| Direkt skjuvförsök | 17 |
| Aktivt odränerat triaxialförsök | 6 |

9.2 Undersökningsperiod

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts under perioden oktober till december år 2021.

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

9.3 Laboratorieingenjör

Laboratorieundersökningarna har utförts av Abdurahman Hassan, Alma-Zerem-Hrvat och Karina Stjärne på WSPs, geotekniska laboratorium i Göteborg.

9.4 Kalibrering och certifiering

WSP är kvalitets- och miljöcertifierat enligt ISO 9001:2015, ISO 14001:2015. På WSP utförs kalibrering, kontroll och dokumentation av laboratorieutrustningarna en gång om året och vid särskilt behov. Detta utförs av egna laboratorieingenjörer och externt ackrediterat företag –Tillquist för vågar och ugnar.

9.5 Provförvaring

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

10 Härledda värden

Härledda värden har sammanställts och redovisas i diagram uppdelat för fyra olika delområden, älvlera, ländlera nordväst, ländlera väst och ländlera öst. 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, direkta skjuvförsök och triaxialförsök 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. De härledda värdena har sammanställts i diagram som har bilagts denna rapport, se Bilaga 6.

CPT-sonderingarna har utvärderats med datorprogrammet Conrad version 3.1 och har bilagts denna rapport, se Bilaga 5.

10.2 Deformationsegenskaper

Härledda värden för lerans förkonsolideringstryck har utvärderats från utförda CRS-försök. Laboratorieresultat för utförda CRS-försök redovisas i Bilaga 2.

Lerans överkonsolideringsgrad, OCR, har sammanställts i diagram som bilagts denna rapport, se Bilaga 7.

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 8.

Förekomst av kvicklera har utvärderats från CPTU-R och trycksonderingar och redovisas i Bilaga 9.

10.4 Hydrogeologiska egenskaper

Uppmätta portrycksnivåer redovisas på Ritningsbilagor och i diagram där trycknivån uppritats mot nivå respektive tid, se Bilaga 10.

11 Värdering av undersökning

11.1 Generellt

Inga avvikelser har noterats i samband med fältundersökningarna eller laboratorieundersökningarna. CPT-sonderingar har utförts i användarklass 0. Vid CPTU-R-sondering i undersökningspunkt 21C101 och 21C114 registrerade lutningsmätaren mycket stora värden från ca 7 m respektive 3 m djup. Fältingenjören bedömde dessa värden som felaktiga och vid utvärdering av aktuella sonderingar har lutningen justerats manuellt till ett värde på 0 grader.

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 underfraktioner.

Leran har konstaterats vara kvick under nivå ca +5. Lerans sensitivitet gör proverna mer svårhanterliga vilket bedöms kunna påverka provkvalitén. Av laboratoriets utvärdering av provkvalitet framgår det att utförda CRS-försök i allmänhet indikerar någorlunda till god provkvalitet. Bedömningen av provkvalitet utifrån CRS-försök redovisas i Bilaga 12.

Utförda spänningsanalyser visar att överkonsolideringsgraden varierar i allmänhet mellan 1 och 2. I undersökningspunkt 21C110 varierar överkonsolideringsgraden från ca 4 i den övre delen av lerprofilen till ca 2 på 15 m djup under markytan. Orsaken till de avvikande värdena bedöms bland annat bero på att markytans nivå ligger lägre inom denna del av området jämfört med övriga undersökningspunkter där kompressionsförsök utförts. Leran i undersökningspunkt 21C110 är sannolikt konsoliderad för en högre liggande

markyta, men där älvens erosion och eventuellt tidigare skred, har orsakat en avlastning inom denna del av området, se kapitel 11.3.

Utvärderad skjuvhållfasthet från utfört direkt skjuvförsök på 10 m djup i undersökningspunkt 21C110 bedömdes vara något låg. Dessutom uppvisade skjuvdeformationskurvan ingen tydlig maximal skjuvspänning före brott. Mot bakgrund av detta gjordes försöket om. Resultatet av det andra försöket har bilagts denna rapport och har lagts in i sammanställningen för härledda värden.

Triaxialförsöket på 7 m djup i undersökningspunkt 21C110 utfördes med felaktiga förbelastnings- och startspänningar. Laboratorieresultatet för den aktuella nivån bifogas denna rapport som information och utvärderad aktiv skjuvhållfasthet redovisas inom parentes i bilagda diagram för härledda värden.

Under februari 2022 har portryckspetsen på 7 m djup i undersökningspunkt 20C110 börjat logga högre värden vars trycknivå delvis ligger över befintlig markyta. Då punkten ligger i direkt anslutning till Göta älv samt att övriga mätare i området inte visat några större portrycksförändringar bedöms uppmätta värden vara felaktiga och redovisas därför inte i Bilaga 10 eller på ritningsbilagorna. Eventuellt kan portryckspetsen gått sönder i samband med ett oväder som inträffade under mitten av februari 2022.

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 nordvästra del, se Figur 2 ovan. Även i områdets sydvästra delar ska det enligt uppgift finnas ett skredärr.