

Markteknisk undersökningsrapport (MUR)

Lilla Edets Kommun

Västra Älvstranden fördjupad utredning

Södra Delområdet

Slutrapport

Göteborg 2013-12-09

Västra Älvstranden fördjupad utredning

Södra Delområdet

Markteknisk undersökningsrapport (MUR)

Datum	2013-12-09
Uppdragsnummer	61461253085-03
Utgåva/Status	Slutrapport

Martin Dreifaldt
Uppdragsledare

Per Klasson
Handläggare

Carl-Olof Modin
Granskare

Ramboll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 61461253085-03 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Objekt och uppdrag	1
1.1	Områdesbeskrivning	1
2.	Styrande dokument	2
3.	Arkivmaterial	3
4.	Befintliga förhållanden	3
4.1	Topografi och ytbeskaffenhet.....	3
4.2	Befintliga konstruktioner.....	3
5.	Positionering.....	4
5.1	Terrängmodell och inmätta sektioner	4
6.	Geotekniska fältundersökningar.....	4
6.1	Utrustning och kalibreringsprotokoll.....	5
6.2	Provhantering	5
6.3	Avvikelse	6
7.	Geotekniska laboratorieundersökningar	6
7.1	Kalibrering och certifiering	6
7.2	Provförvaring.....	7
7.3	Avvikelse	7
8.	Hydrogeologiska undersökningar	7
8.1	Utrustning och kalibreringsprotokoll.....	7
8.2	Avvikelse	7
9.	Härledda värden.....	8
9.1	Hållfasthetsegenskaper	8
9.1.1	Odränerad skjuvhållfaset	8
9.1.2	Friktionsvinkel	8
9.2	Hydrogeologiska egenskaper	8
9.3	Övriga egenskaper	8
10.	Avslutande av undersökning	8

Bilagor

Härledda värden
Utvärderade CPT-sonderingar
Fältrapport
Laborationerapport

Bilaga A
Bilaga B
Bilaga C
Bilaga D

Ritningar

G01-G02
G03-G09

Planritning, Skala 1:1000
Sektionsritning och enstaka borrhål,
skala H 1:200 L 1:500

Västra Älvstranden fördjupad utredning, Södra Delområdet Markteknisk undersökningsrapport (MUR)

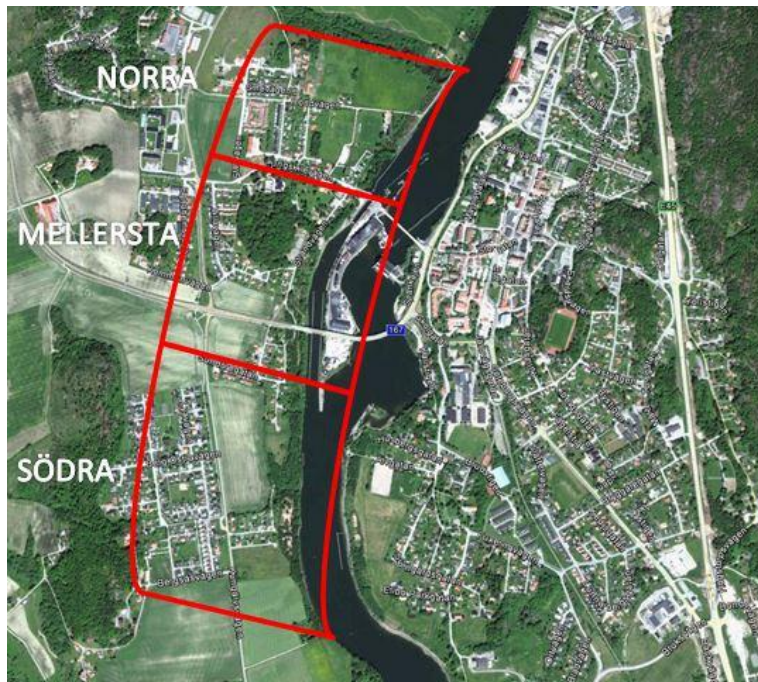
1. Objekt och uppdrag

Ramböll Sverige AB har på uppdrag av Lilla Edets Kommun utfört en geoteknisk undersökning inför en fördjupad stabilitetsutredning för västra älvstranden.

1.1 Områdesbeskrivning

Det studerade området sträcker sig längs Göta Älvs västra strand i Lilla Edet från Strömsbäcken i norr och cirka 2 km söderut, se *Figur 1*. Inför stabilitetsberäkningar och geologisk beskrivning av det studerade området har en indelning gjorts till tre delområden: det norra, det mellersta och södra delområdet.

Denna handling utgör en dokumentation av utförda geotekniska fält- och laboratorieundersökningar i det södra delområdet. Det södra delområdet, sträcker sig längs Göta Älvs västra strand i Lilla Edet strax söder från Sundöregatan och cirka 800 m söderut, se *Figur 1*.



Figur 1. Översiktskarta över det studerade området längs västra älvstranden, Lilla Edet, samt röda markeringar som visar indelning av delområden.

2. Styrande dokument

Nu utförda undersökningar har genomförts enligt EN 1997-2 samt för respektive metod enligt nedan följande standarder, Se *Tabell 1, 2 och 3*.

Tabell 1 Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	Geoteknisk fälthandbok SGF Rapport 1:96 samt SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 samt SS-EN ISO 14688-1

Tabell 2 Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
CPT/CPTU	SGF 1:93 samt EN ISO 22476-1
Kolvprovtagning (Kv)	SS-EN ISO 22475-1, SGF Rapport 1:2009
Skruvprovtagning (Skr)	SS-EN ISO 22475-1, SGF Rapport 1:96
Vingförsök (Vb)	SGF 2:93
Provtagning och gv-mätning	SS-EN ISO 22475-1
Hejarsondering (Hfa)	SS-EN ISO 22476-2, IEG 3:2007 kap 5.1

Tabell 3 Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbestämning, beskrivning och klassificering	SS-EN ISO 14688-1, SS-EN ISO 14688-2
Vattenkvot	SIS-CEN ISO/TS 17892-1
Skrymdensitet	SIS-CEN ISO/TS 17892-2
Konförsök	SIS-CEN ISO/TS 17892-6
Konflytgräns	SS 027120
CRS-försök	SS 027126
Direkta skjuvförsök	SS 027127

3. Arkivmaterial

Vid planering av undersökningar har erhållen grundkarta, kartmaterial från berörda ledningsägare samt arkivmaterial använts. Flertalet geotekniska utredningar har tidigare genomförts inom det aktuella området. Resultat från följande rapporter har beaktats och inarbetats i olika grad.

- Fastigheten Berg östra 1:14, Geoteknisk undersökning. 1971-11-12. Utförd av Göteborgs Förorter. Uppdragsnummer 45112 003 230.
- Geoteknisk utredning för kompensationsgrundläggning av radhus mm inom Berg östra 1:82 i Lilla Edet. PM angående grundläggningsnivåer och marknivåer. 1982-10-28. Utförd av Bohusgeo AB. Diarienummer P8062:08.
- Stabilitetsutredning utmed Göta Älv vid Strandbacken. Rapportdel 1 1989-02-06 och Rapportdel 2 1989-01-31 och Rapportdel 3 1990-06-08. Utförd av Statens Geotekniska Institut (SGI). Uppdragsnummer 2-492/87.
- Göta Älv utredningen, GÄU, delområde 4, Teknisk PM Geoteknik Stabilitetsberäkningar. 2011-03-31. Diarienummer: 6-1001-0026. Utförd av SGI. Uppdragsnummer: 14084, Dokumentnummer: 04PM001.

4. Befintliga förhållanden

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Området karakteriseras av lerslätter som sluttar ner mot Göta älv och området består växelvis av åkermark, skogsmark och fastigheter. Inom området återfinns växelvis väldigt branta slänter ner mot Göta Älv och de avschaktningar som tidigare genomförts inom vissa delar av området ses tydligt i terrängen.

4.2 Befintliga konstruktioner

Inom hela området finns det erosionsskydd utlagt i form av sprängsten. Vid visuell besiktning ser skyddet fungerande ut längs hela sträckan, förutom längs en några meter lång sträcka där skyddet är för lågt. Denna plats ligger i närheten av sektion 32/440. Ingen besiktning har gjorts under vattenytan.

Ett fåtal hus ligger ungefär 15 meter bakom släntkrön och cirka 60 meter från älvstranden. Övrig bebyggelse ligger med varierande avstånd till älven. Förutom flera mindre lokalgator går Kungälvsvägen genom området.

Det finns ett ledningsstråk innehållande en vattenledning (huvudledning) och en spillvattenledning som korsar Göta Älv ungefär vid sektion 32/530.

5. Positionering

Inmätning av undersökningspunkterna har utförts av Anders Furubom, Ramböll Sverige AB, samt Anders Augustsson, Västkonsult AB, och uppfyller kraven på inmätning enligt SGF Rapport 1:96 klass B. I Fältrapport, Bilaga C, Redovisas koordinatförteckning för utförda undersökningar i positioneringslistan.

Inmätningen är utförd i följande koordinat- och höjdsystem:

- Koordinatsystem Sweref 99 12 00
- Höjdsystem RH2000

5.1 Terrängmodell och inmätta sektioner

En helikopterburen laserskanning genomfördes 2011 av Blom Sweden. Efter kontroll och kalibrering av laserskanningen mot inmätta markpunkter visade sig laserskanningen sakna önskad noggrannhet över stora delar av det aktuella markområdet. Framförallt i slänter med tätare vegetation visade sig laserskanningen vara bristfällig och inte fullt ut återskapa den verkliga topografin.

För att skapa en noggrannare markmodell inför kommande släntstabilitetsberäkningar kompletterades därför laserskanningen med inmätning av sektioner. Detta utfördes av Fredrik Englund, Ramböll Sverige AB, i juni 2013 med hjälp av terrester mätning och fritt etablerade stationer från GPS punkter.

Inmätning av sektioner samt laserskanning har utförts i höjdsystem RH 2000 samt koordinatsystem Sweref 99 12 00.

Som bottenmodell i älven används en bottenkanning utförd av Marin Miljöanalys i samband med Göta älv utredningen. Bottenkanningen utfördes i oktober 2009 i höjdsystem RH 2000 samt koordinatsystem Sweref TM. Konvertering till Sweref 99 12 00 har utförts av Ramböll Sverige AB.

6. Geotekniska fältundersökningar

Geotekniska fältundersökningar har utförts av Ramböll Sverige AB samt COWI AB. Undersökningarna har genomförts i flera omgångar och ansvarig för sonderingsborrning och provtagning var Krister Andrén och Robert Åkerlund, Ramböll Sverige AB samt Martin Ilmestrand och Hampus Rydén, COWI AB.

Fältundersökningar som genomförts i denna undersökning är namngivna R12024 – R12046. Undersökningar genomfördes av Ramböll Sverige AB under v.34 samt v.43 år 2012 och undersökningar utfördes med borravn av typ Geotech 504. Under v.51 år 2012 utförde COWI AB undersökningar med borravn av typ Geotech 607 (Martin Ilmestrand) och Geotech 604 (Hampus Rydén). Vidare utförde COWI AB v.39 år 2013 en kompletterande hejarsondering med borravn av typ Geotech 607 (Martin Ilmestrand).

Antal utförda fältundersökningar med respektive metod anges i *Tabell 4* nedan och resultat från fältundersökningar redovisas i Fältrapport, se Bilaga C samt plan-och sektionsritningar G01-G10. Fältrapportens information om sonderingsresultat finns i digital fil, geoteknisk databas (Geosuite) och resultaten redovisas på plan- och sektionsritningar.

Tabell 4 Antal utförda fältundersökningar med respektive metod.

Sondering/Provtagning	Antal
Skruvprovtagning (Skr)	18
Kolvprovtagning (KvStII)	1
CPT-sondering (CPT)	20
Vingförsök (Vb)	2
Hejarsondering (Hfa)	1

6.1 Utrustning och kalibreringsprotokoll

CPT-sondering utfördes med borrhvagn typ Geotech 504, 604, 607, som förankrades i marken. Sondering utfördes med stoppkriteriet maximal tillåten kraft för sonden. CPT-spets typ Geotech med akustisk överföring användes och spaltfilter mättades med glycerin.

Vid CPT-sondering registrerades spetstryck, mantelfriktion och portryck i sonderingsfil. Vidare har totalt neddrivningsmotstånd uppmätts i flertalet undersökningspunkter för att kunna utvärdera förekomsten av kvicklera. Utvärderad kvickhet tillsammans med det totala neddrivningsmotståndet redovisas i "PM Geoteknik" med samma uppdragsnummer som denna handling.

Kalibreringsprotokoll för cpt-spetsar som använts redovisas i Fältrapport, Bilaga C. Kalibreringsprotokoll för borrhvagnar finns samlat hos Ramböll Sverige AB samt hos COWI AB och skickas till beställaren vid förfrågan.

6.2 Provhantering

Ostörda jordprover har tagits och transporterats i glasfiberhylsor med tätslutande gummilock i avsedda lådor från laboratoriet. Proverna har transporterats på ett sådant sätt att temperaturer under fryspunkten och skadliga vibrationer eller stötar inte uppstår. Störda prover förvarades och transporterades i provpåsar av plast.

Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF Rapport 1:96.

6.3 Avvikelser

I undersökningsspunkt R12037 gjordes en CPT-sondering som avbröts efter 5 m djup då det registrerades orimliga värden. Detta berodde på att en fabriksny borrhavn användes som behövde omkalibreras. CPT-sonderingen för R12037 finns därför ej redovisad i denna rapport.

Undersökningsspunkt R12026, R12035 samt R12043 togs bort från fältprogram i samråd mellan handläggare och fältgeotekniker på grund av svårtillgänglig terräng.

7. Geotekniska laboratorieundersökningar

Jordprover har analyserats och laboratorieundersökningar har utförts vid Ramböll Sverige AB:s laboratorium i Göteborg under v.43, v.45 och v.51 2012. Lennart Nilsson, Ramböll Sverige AB har granskat utförda undersökningar. Antalet utförda laboratorieundersökningar fördelat på metod anges i *Tabell 5* nedan och resultat från laboratorieundersökningar redovisas i Laboratorierapport, se Bilaga D samt plan-och sektionsritningar G1-G9.

Tabell 5 Antalet utförda laboratorieundersökningar fördelat på metod.

Undersökningsmetod	Antal prover/nivåer
Direkta skjuvförsök	2
CRS-försök	4
Konförsök	7
Konflytgräns	7
Skrymdensitet	7
Vattenkvot	7
Jordartsbestämning och beskrivning	7

7.1 Kalibrering och certifiering

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts på Ramböll Sverige AB:s laboratorium i Göteborg enligt SGF laboratorieanvisningar samt normerna CEN ISO/TS 17892.

Ramböll Sverige AB är kvalitets- och miljöcertifierat enligt ISO 9001:2008 samt ISO 14001:2004. Laboratoriet är ej ackrediterat.

Kalibreringsprotokoll för laboratorieutrustning finns på Ramböll Sverige AB:s laboratorium i Göteborg och skickas till beställare vid förfrågan.

7.2 Provförvaring

Ostörda jordprover har efter mottagande förvarats i kylrum och sparas sedan i 6 månader efter utförda rutinundersökningar.

7.3 Avvikelser

Inga avvikelser har förekommit.

8. Hydrogeologiska undersökningar

Inom det undersökta området har hydrogeologiska undersökningar utförts i 9 undersökningspunkter. Installation och funktionstest av portrycksmätare utfördes v.51 år 2012 av Martin Ilmestrand och Hampus Rydén, COWI AB. Avläsning av portryck har utförts manuellt vid 6 tillfällen av Robin Chilton, Ramböll Sverige AB, under perioden 2013-02-13 till 2013-04-29. Antalet utförda hydrogeologiska undersökningar fördelat på metod anges i *Tabell 6* nedan och resultat från hydrogeologiska undersökningar redovisas Fältrapport, se Bilaga C samt plan-och sektionsritningar G01-G10.

Tabell 6 Antal utförda hydrogeologiska undersökningar fördelat på metod.

Hydrogeologisk undersökning	Antal
Installation av portrycksmätare	9

8.1 Utrustning och kalibreringsprotokoll

Portrycksmätare av typ BAT har installerats och stänganslutning av galvat stål med innerdiameter 25 mm (1 tum) har använts.

För avläsning av portrycksmätarna har portrycksavläsningsinstrument från Geotech använts. Kalibreringsprotokoll för portrycksavläsningsinstrument finns hos Ramböll Sverige AB i Göteborg och skickas till beställare vid förfrågan.

8.2 Avvikelser

Vid fältbesök hittades 3 gamla undersökningspunkter där portrycksmätare var installerade. Information om dessa har inte hittats i tidigare äldre geotekniska undersökningsrapporter och därav finns ingen information om dessa. I 2 av 3 undersökningspunkter kunde portryck avläsas vid 6 tillfällen och de benämns som "Old1" och "Old2" och finns redovisade i Fältrapport, se Bilaga C samt plan-och sektionsritningar G01-G10.

9. Härledda värden

9.1 Hållfasthetsegenskaper

9.1.1 Odränerad skjuvhållfasthet

Härledning av den odränerade skjuvhållfastheten har för CPT-sonderingar gjorts utifrån SGI info 15 och CPT-sonderingar har utvärderats i datorprogrammet Conrad 3.1.1. Utvärderade CPT-sonderingar ses i Bilaga B. Valda flytgränser för utvärderingen redovisas i bilaga A.

Vingförsök och fallkonförsök har reducerats med avseende på konflytgränsen enligt SGI info 1 (s.53). Valda flytgränser redovisas i bilaga A.

Härledda värden för odränerad skjuvhållfasthet från CPT-sonderingar, vingförsök och ostörd provtagning är sammanställt i diagram mellan olika sektioner i älvens längdmätning och ses i Bilaga A. I denna bilaga redovisas även ett urval av tidigare härledda värden. Ingen ny utvärdering och korrigering har gjorts av de tidigare härledda skjuvhållfastheterna.

9.1.2 Friktionsvinkel

Härledning av friktionsvinkel i de områden där de översta jordlagren under markytan består av sand har för CPT-sonderingar gjorts utifrån SGI info 15. CPT-sonderingar har utvärderats i datorprogrammet Conrad 3.1.1. och utvärderade sonderingar ses i Bilaga B. Conrads utvärdering följer Fig. 25 i skredkommissionens rapport 3:95. Observera att det krävs viss deformation för att mobilisera de friktionsvinklarna som utvärderas på detta sätt. Friktionsvinklarna kan därför inte användas okritiskt för sanden i området utan bör endast användas vid beräkning av släntstabilitet.

Härledda värden för friktionsvinkel från CPT-sonderingar är sammanställt i ett diagram och ses i Bilaga A.

9.2 Hydrogeologiska egenskaper

Portrycksförhållanden redovisas i Fältrapport, se Bilaga C, samt sektionssritningar.

9.3 Övriga egenskaper

Härledda värden för densitet, sensitivitet och konflytgräns är sammanställt i diagram mellan olika sektioner i älvens längdmätning och redovisas i Bilaga A. Sektionsintervallen för redovisning av de härledda värdena för konflytgräns är valda så att de nu utförda CPT-sonderingarna inom respektive sektionsintervall är utvärderade med den angivna konflytgränsen i varje diagram.

10. Avslutande av undersökning

Ingen återfyllning av borrhål har utförts.