

PM Geoteknik - Lagersberg

Bakgrund och Syfte

WSP Sverige AB har på uppdrag av Eskilstuna kommun utfört en översiktlig geoteknisk utredning inför detaljplanläggning av stadsdelen Lagersberg i Eskilstuna. Aktuell detaljplan utgör första etappen av ett större utvecklingsområde med ingående stadsdelar Fröslunda, Råbergstorp och Lagersberg (FRL). Detaljplanen skall av kommunen upprättas i syfte att ge förutsättningar för framtida byggande av bostäder, äldreboende och förskola inom stadsdelen Lagersberg. Se Figur 1.

Detta dokument har till syfte att redovisa resultat och slutsatser kring geoteknisk utredning och besiktning av befintlig släntstabilitet inom detaljplanområdet med särskilt avseende på ras och skred. Handlingen ämnas utgöra del av underlag för fortsatt planering och projektering.

I följande dokumentation redovisas resultat från kontrollerad släntstabilitet i den bedömt mest kritiska sektionen identifierat inom detaljplanområdet. Geoteknisk stabilitetsutredning har utförts med stöd av sonderingsresultat. Framtagna resultat gäller endast vid specifikt vald sektion.



Figur 1: Översiktligt kartmaterial av detaljplanområdet Lagersberg 1:2 (Ångsholmen Östra). Streckad linje (blå) markerar ungefärlig gräns för detaljplanområde. Bakgrundskarta från Lantmäteriet (2023).

Befintliga förhållanden

Befintliga förhållanden och lokalisering för området beskrivs i tillhörande handling "Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik", daterad 2023-02-03.

Tidigare utförda undersökningar

Tidigare miljötekniska undersökningar inom området har utförts av Structor Miljöteknik AB. För provtagningsplan för miljöteknisk undersökning se rapport, *"Provtagningsplan kompletterande provtagning Lagersberg DP"*, daterad 2022-11-25.

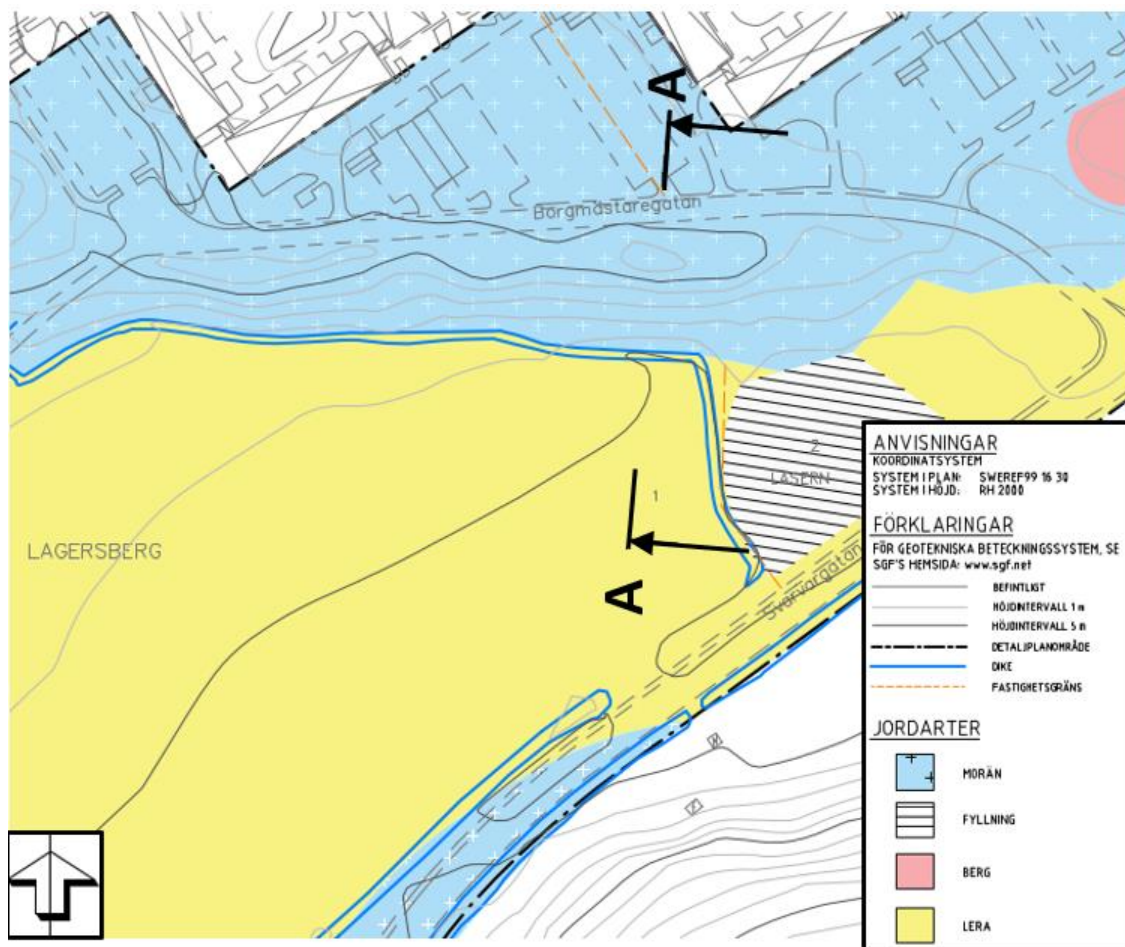
Tidigare utförda geotekniska undersökningar inom området har erhållits från beställaren och dessa har beaktats:

1. Geoteknisk utredningsrapport, *"Vilsta norra industriområde geoteknisk undersökning"*, författad av Tekniska verken på markanläggningskontoret, daterad 1989-12-19, med uppdragsnummer 89-06-14. Inklusive bilagor.
2. Geoteknisk utredningsrapport, *"Eskilstuna Barnstuga, Råbergstorp"* författad av Jacobson & Widmark och daterad 1974-05-02 med uppdragsnummer 73 30 98, inklusive bilagor.
3. Geoteknisk utredningsrapport, *"Yttrande över grundförhållandena för planerade bostadshus inom Lagersberg II i Eskilstuna"* författad av Ingenjörbyrån Viak Aktiebolag, daterad 1966-02-09 med uppdragsnummer 16.3406, inklusive bilagor.

Metod, Antaganden och Begränsningar

Framtagning av jordmodell

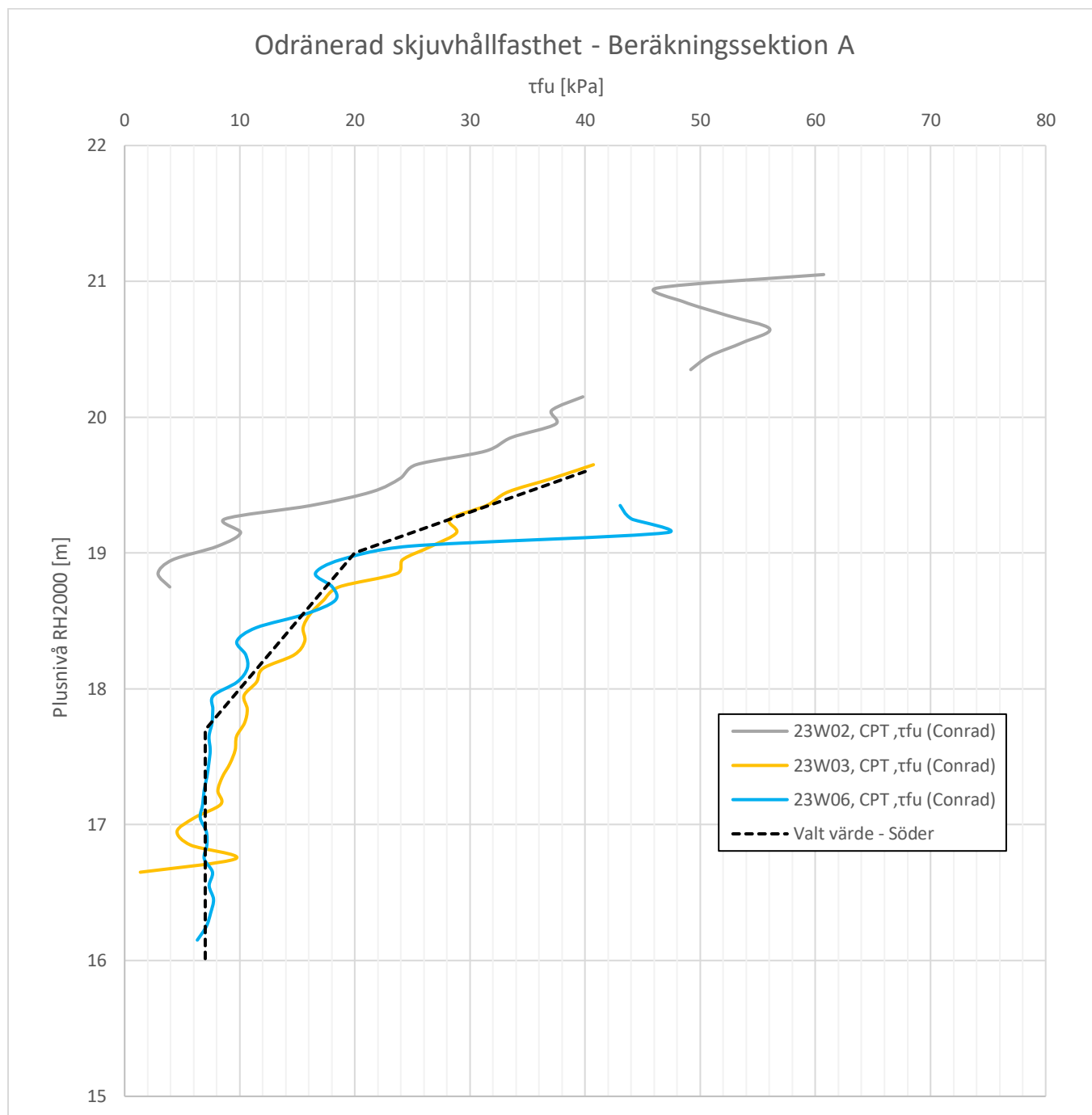
I syfte att utföra geoteknisk besiktning av detaljplanområdet har en jordmodell upprättats utifrån de bedömt känsligaste området inom detaljplanområdet. Med SGU jordartskarta, terrängmodell, sonderingsresultat och fältkartering som underlag bestämdes en beräkningssektion (A) där stabilitetsförhållanden antogs sämst i förhållande till lutning och jordart i området (se Figur 2). Ytmässiga kontaktytor mellan lera, morän och berg kunde bedömas med hjälp av sonderingsresultat samt jordartskarta i plan varifrån en teoretisk jordartsmodell kunde upprättas i sektion. Jordlagerföljden är i sjunkande ordning: torrskorpelera, lera, morän och berg. Bedömningar är gjorda baserat på labbresultat och fältobservationer.



Figur 2: Vald sektion (A) med antaget sämst markstabilitetsförhållande med avseende på skred inom detaljplanområdet.

Jordparametrar så som vertikal effektivspänning och förkonsolideringstryck har beräknats ur resultat från CPT-sonderingar med hjälp av programvaran Conrad 3.1. Conrad-utvärdering har gjorts med hänsyn taget till tunghet, rådande grundvattennivåer och resultat från labb. Se Bilaga i MUR.

Med hjälp av resultat från Conrad-utvärdering har ett valt värde för skjuvhållfastheten i jordlagren tagits fram för vald Beräkningssektion A, med antaget sämst rådande skred- och rasriskförhållanden. Se Figur 3.



Figur 3: Sammanställd skjuvhållfasthet från CPT-sondering utvärderad i Conrad 3.1. Skjuvhållfasthet plottad med avseende på nivå över havet. Svart streckad linje representerar valda värden för Beräkningssektion A.

Geoteknisk stabilitetsutredning har utförts med stöd av resultat från CPT-sondering och utvärdering. Framtagna parametrar har använts i Geostudio 2021 R2 för att göra en stabilitetsanalys med iterativ framtagning av erhållna säkerhetsfaktorer för sektion A.

Framtagna värden gäller endast vid specifikt valda antaganden som redogörs för i nästa stycke.

Antaganden och förenklingar för Beräkningssektion A

Framtagen jordmodell baseras på en rad antaganden och förenklingar:

- Val av odränerad skjuvhållfasthet har baserats på resultat från tre CPT-sonderingar (i punkter 23W02, 23W03 och 23W06) benägna mellan 12 till 200 meter från Beräkningssektion A.
- Torrsorpeleran antas bestå av ett skikt med vald odränerad hållfasthet på 40 kPa och lagrets underkant har antagits vid +19,6 meter över havet, baserat på labbresultat från skruvprovtagningar och uppmätta grundvattennivåer.
- Hållfasthetsvärden och porvattentryck har enligt IEG Rapport 4:2010 valts på ett sätt som bedömts vara "på säkra sidan".
- Leran antas bestå av tre skikt med separat skilda värden på skjuvhållfasthet valda från utvärdering av CPT.
 - Lera 1 (+19,6 till +19,0 m ö.h.)
 - Lera 2 (+19,0 till +17,7 m ö.h.)
 - Lera 3 (+17,7 till +16,0 m ö.h.)

Modellen förutsätter ytterligare att befintlig asfaltsväg är belastad med 20 kPa och att rådande huslast bortom vägen är 40kPa. För detaljerad listning av använda parametrar, se resultat från stabilitetsutredning i Geostudio 2021 R2, Bilaga A.

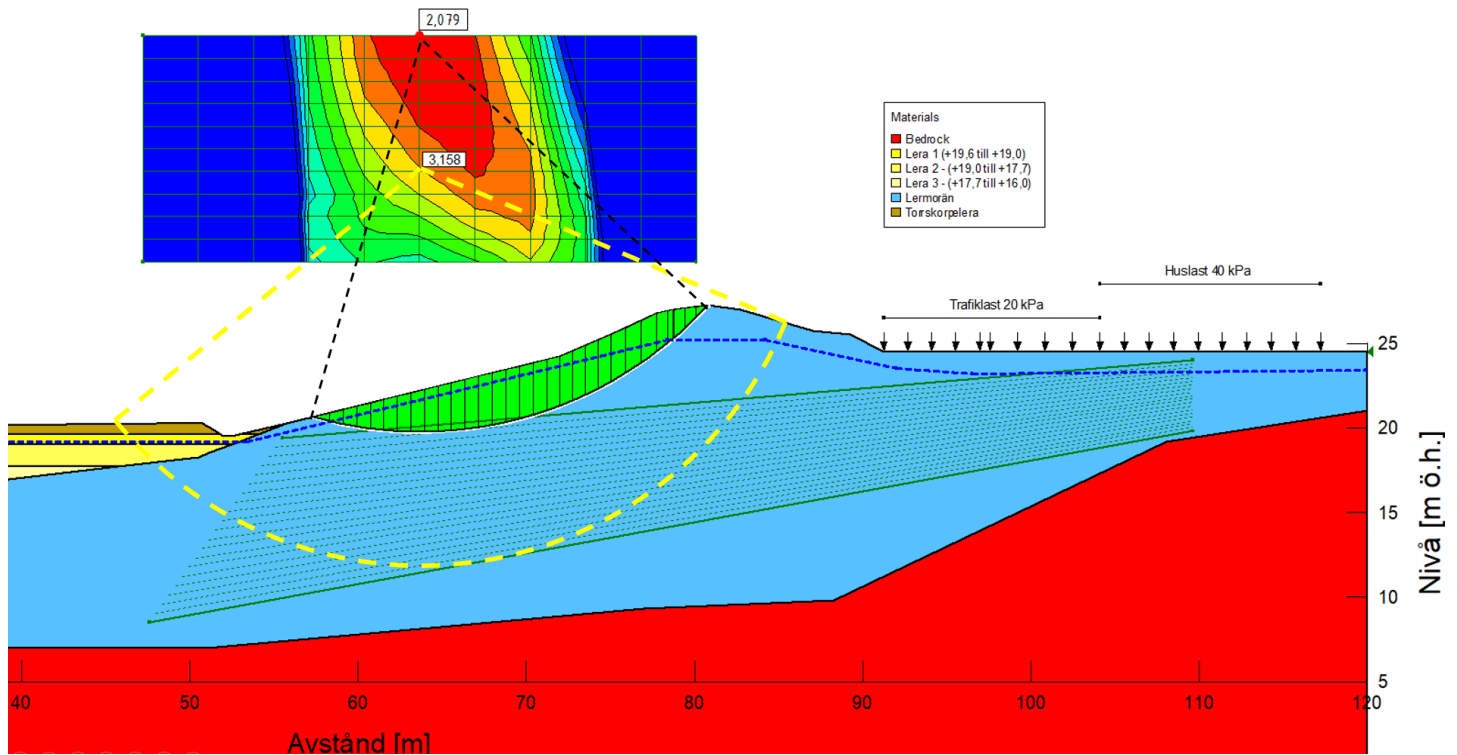
Terrängmodellen för markytan är baserad på höjddata från Eskilstuna kommun samt inmätningar i fält utförda av Daniel Dehlin och Olle Lood i samband med geologisk fältkartering 2022-11-29.

Resultat

Stabilitetsutredning

Resultat från iterativ stabilitetsutvärdering visar att beräkningssektion A uppvisar godkänd säkerhet mot stabilitetsbrott, dvs. erhåller en säkerhetsfaktor överstigande 2,0 med de förenklingar som gjorts i denna undersökning.

Figur 4 presenterar vald jordmodell (Sektion A), med två illustrerade glidytor. Svart båge med streckade linjer pekar mot den värsta glidytan i Sektion A. Gulstreckad linje representerar separat, lägre sannolik glidyta med högre säkerhet och illustreras endast för jämförelse. Se Bilaga A för fullständig redovisning av valda parametervärden.



Figur 4: Urklipp från stabilitetsutvärdering i Geostudio som visar att kritisk glidyta ligger i högslänten på moränryggen. Observera att glidyta ut mot leran (gulstreckad båge) erhåller högre beräknad säkerhetsfaktor (3,16) jämfört mot den kritiska glidytan i slänten på moränryggen (svart båge med streckad linje och erhållen säkerhetsfaktor 2,08).

Konsolideringsgrad

Tolkning av CPT-utvärderingsresultat med avseende på vertikal effektivspänning och förkonsolideringstryck indikerar på överkonsoliderad till starkt överkonsoliderad lera i områden norr om moränryggen (dvs. vid sonderingspunkter 23W01, 23W07 och 23W08). Resultat från området söder om moränryggen (på åkern) indikerar på att leran vid borrhypunkt 23W02 är starkt överkonsoliderad till överkonsoliderad från markyta till ca 2,0 meter under markytan (m u.my.). För borrhypunkter 23W03 och 23W06 ute på åkern minskar överkonsolideringsgraden succesivt neråt i stratigrafien och övergår i en normal- till underkonsolidering mellan ca +1,8 till 2,3 m u.my.

Bedömning av överkonsolideringsgrad är utförd enligt klassificering efter överkonsolideringskvot enligt SGF 1981 tabell 17.

Se MUR för grafisk modell.

Hydrogeologiska förhållanden

Redovisas i MUR.

Slutsatser och värdering av undersökning

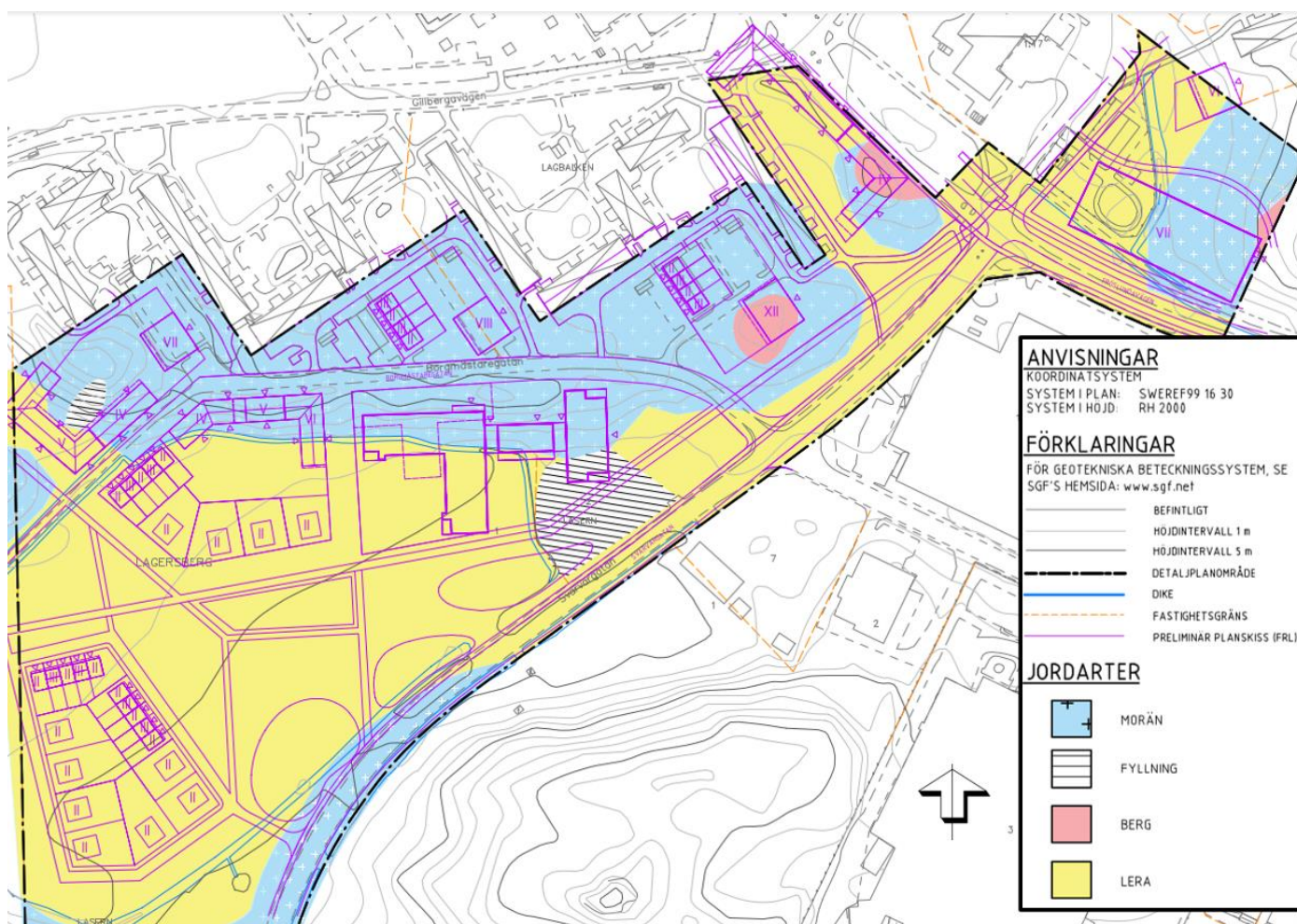
En godkänd säkerhet mot stabilitetsbrott i ett översiktligt skede är en rekommenderad erhållen säkerhetsfaktor på minst 2,0 enligt IEG Rapport 4:2010. Denna undersökning visar att samtliga beräkningar för ytterlighetsfallen ger en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som överstiger 2,0 vid givna antaganden. Detta anses vara ett godkänt resultat.

Samtliga resultat och slutsatser endast är giltiga för det lokala området och vid i denna rapport angivna antaganden. Valda värden för skjuvhållfasthet bedöms representativa för leran i området söder om moränryggen på åkern.

Övergripande Geotekniska Rekommendationer

Grundläggning av byggnader

Preliminär planskiss från beställaren påvisar att byggnader övervägs placeras på jordartsmässigt heterogen mark. Detta kan medföra differenssättningsproblematik i samband med grundläggning om korrekta åtgärder ej vidtas. Rekommenderat är att byggnader placeras på homogen mark. Om detta ej är möjligt skall markens heterogenitet byggas bort under byggskedet genom utskiftning eller alternativt pålning av lera i möjlig kombination med plattgrundläggning på den del av byggnad som ställs på morän. Se Figur 5: Preliminär planskiss för FRL - Lagersberg erhållen från Eskilstuna kommun. Figur 5.



Figur 5: Preliminär planskiss för FRL - Lagersberg erhållen från Eskilstuna kommun.

Grundläggning av byggnader med plattgrundläggning rekommenderas ske genom att all befintlig organisk jord skiftas ut och ersätts med fyllning av sprängsten eller krossmaterial. Bergschakt kan komma att bli aktuellt där projektering av byggnad planeras över område med berg i dagen.

Pålgrundläggning, utskiftning, kompensationsgrundläggning eller en kombination där emellan kan bli aktuellt vid grundläggning på kohesionsjord.

Se Tabell 1: Sammanfattning och övergripande bedömning av trolig grundläggningsmetod vid påträffad jordart. för sammanfattning och övergripande bedömning av trolig grundläggningsmetod.

Tabell 1: Sammanfattning och övergripande bedömning av trolig grundläggningsmetod vid påträffad jordart.

Jordart	Trolig grundläggningsmetod
Lera och morän	Utskiftning av lera eller pålning till stopp i morän vid den del av byggnad som placeras på lera. Troligen plattgrundläggning på den del som ligger på morän. Differenssättningsproblematik skall utredas.
Morän	Plattgrundläggning
Berg och morän	Bergschakt och plattgrundläggning.
Lera	Pålgrundläggning, utskiftning, kompensationsgrundläggning eller kombinationer där emellan. Sättningsproblematik skall utredas.

Grundkonstruktionen skall utföras tjälsäkert med avseende på materialtyp och tjälfarlighetsklass (se Bilaga A i MUR) Detaljerad utredning med kompletterande geoteknisk fältundersökning bör utföras i nästa projektskede.

Konsolideringsgrad och sättningsbenägenhet

Då delar av leran inom detaljplanområdet är normalkonsoliderad finns naturligt stora risker för sättningsrelaterad problematik i samband med framtida byggnation. Risker för sättnings- och/eller differentialssättningsproblematik skall utvärderas och åtgärder skall tas i beaktande vid fortsatt projektering.

Hårdgjorda ytor

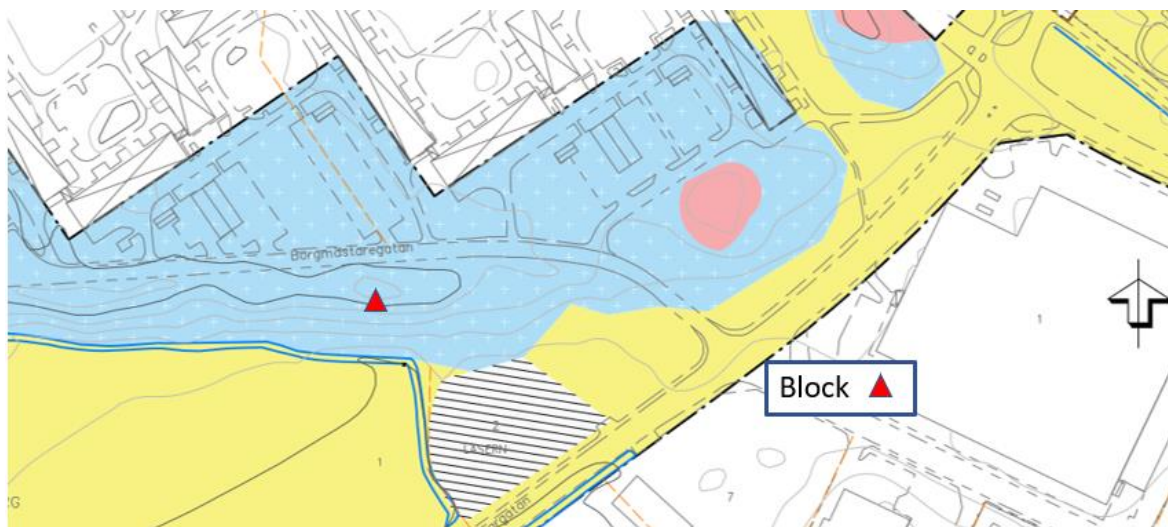
Överbyggnad för hårdgjorda ytor dimensioneras för aktuell materialtyp och tjälfarlighetsklass (se Bilaga A i MUR).

Erosion

Erosionsrisker i moränslänten vid sektion A bedöms låga, baserat på marklutning och underliggande moränjord. Identifierat block i moränslänt, se Figur 6 och Figur 7, bedöms ej förhålla någon risk i nuläget, men rekommenderas av säkerhetsskäl plockas bort eller stadgas upp vid fortsatt projektering.



Figur 6: Delvis nedgrävt block i slänt.



Figur 7: Positionering av delvis nedgrävt block.

I övrigt har inga tecken på postglacial erosion så som ras och skred identifierats inom planområdet.

Bilagor

Bilaga A – Sektion A – Vald beräkningssektion

10347901

ESKILSTUNA KOMMUN

LAGERSBERG ETAPP 1 FRL

Markteknisk undersökningsrapport [MUR]

2023-02-03



LAGERSBERG ETAPP 1 FRL

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT [MUR/GEO]

KUND

Eskilstuna Kommun

Stadsbyggnadsförvaltningen, Planenheten
Box 356
631 89 Eskilstuna
Telefon (växel): 016-710 10 00
Org.nr: 212000-0357
Ref: Martin Malmgren
www.eskilstuna.se

KONSULT

WSP Earth & Environment

Box 8094
700 08 Örebro
Besök: Krontorpsgatan 1
Tel: +46 10 7225000
Org.nr: 556057-4880
www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

Geoteknik, Uppdragsansvarig

Hanna Lundhede
WSP Örebro
hanna.lundhede@wsp.com

Geoteknik, Handläggare

Daniel Dehlin
WSP Örebro
daniel.dehlin@wsp.com

Eskilstuna Kommun, Handläggare

Martin Malmgren
Eskilstuna kommun
martin.malmgren@eskilstuna.se

INNEHÅLL

1 ALLMÄNT	4
1.1 OBJEKT	4
1.2 DOKUMENTETS SYFTE	5
1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING	5
1.4 STYRANDE DOKUMENT	5
2 ARKIVMATERIAL	6
2.1 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR	6
3 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	6
3.1 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING	6
3.2 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER	8
3.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	8
4 GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR	8
4.1 POSITIONERING	8
4.2 GEOTEKNIK	9
4.3 MILJÖTEKNIK	10
5 HÄRLEDDA VÄRDEN	10
5.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN	10
5.2 HÅLLFASTHETS- OCH DEFORMATIONSEGENSKAPER	10
5.3 ÖVRIGA EGENSKAPER	14
6 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING	15
7 TILLHÖRANDE DOKUMENT	15
7.1 BILAGOR	15
7.2 RITNINGAR	15

1 ALLMÄNT

1.1 OBJEKT

På uppdrag av Eskilstuna Kommun har WSP Sverige AB utfört en geoteknisk markundersökning i samband med fastställande av ny detaljplan för planområdet Lagersberg 1:3 i Eskilstuna, se Figur 1 och Figur 2 nedan.



Figur 1: Översiktsskarta över aktuellt undersökningsområde. Blå pil visar undersökningsområdets ungefärliga position. (Bakgrundskartan hämtad från Lantmäteriets webbplats 2023-01-16)



Figur 2: Karta över aktuellt undersökningsområde. Blått streckat område som visar ungefärlig detaljplanområdes- och undersökningsområdesgräns. (Översiktsskarta hämtad från Lantmäteriets webbplats 2023-01-16)

1.2 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att redovisa de geotekniska förutsättningarna inom undersökningsområdet. Resultaten i handlingen ska utgöra underlag för fortsatt planering och projektering.

För resultat och slutsatser kring geoteknisk utredning och besiktning av släntstabilitet, se separat handling, "PM Geoteknik - Lagersberg", daterad 2023-02-03.

Begränsningar

Föreliggande handling redovisar enbart resultat från utförda undersökningar inom detta uppdrag.

Utredningen har utförts genom fält- och laboratorieundersökningar. Fältundersökning har utförts med geoteknisk borrhandsvagn.

1.3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNING OCH REDOVISNING

För planering av fältarbeten har underlag i form av detaljplanområdesgräns erhållits av beställare. SGU:s *Kartvisare* för jordart och jorddjup har studerats som komplement till kartering på plats inför val av borrhandsmetod och placering av sonderingspunkter.

Följande underlag har använts för planering av fältundersökningen:

- Ledningsunderlag, ledningsägare i området och webbtjänsten *Ledningskollen* (www.ledningskollen.se)
- Jordartskarta och jorddjupskarta, erhållet från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) via webbtjänsten SGUs *Kartvisare* (<https://apps.sgu.se/kartvisare/index.html>)
- Flygfoto från webbtjänsten "Min karta" (lantmäteriet.se)

Följande underlag erhållna från beställaren har använts för redovisning av geotekniska undersökningar:

- Grundkarta i dwg-filformat
- Preliminär skiss av situationsplan
- LAS-höjddata

1.4 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För standarder se Tabell 1 till Tabell 4 nedan.

Tabell 1: Planering och redovisning.

Skede	Standard eller annat styrande dokument
<i>Fältplanering</i>	<i>SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
<i>Fältutförande</i>	<i>SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok och SS-EN-ISO 22475-1</i>
<i>Beteckningssystem</i>	<i>SGF/BGS beteckningssystem version 2001:2 och SGF beteckningsblad kompletterat 2016-11-01</i>

Tabell 2: Fältundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
<i>Trycksondering (Tr)</i>	<i>SGF Metodblad TrM (0901274) och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
<i>Tung slagsondering (Slb)</i>	<i>SGF Metodblad SlbT (061001) och SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>
<i>Skruvprovtagning (Skr)</i>	<i>SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok</i>

<i>Spetstrycksondering (CPT)</i>	SS-EN ISO 22476-1:2012, SGI Information 15; CPT-Sondering och SGF Rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok
----------------------------------	--

Tabell 3: Laboratorieundersökningar.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
<i>Jordartsbenämning och klassificering enligt</i>	AMA 17 och SGF beteckningssystem 2016
<i>Materialtyp och tjälfarlighetsklass enligt</i>	AMA 17 och SGF beteckningssystem 2016
<i>Vattenkvot enligt</i>	SS-EN ISO 17892-1:2014

Tabell 4: Grundvatten.

Metod	Standard eller annat styrande dokument
<i>Installation för grundvattenmätning</i>	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok
<i>Funktionskontroll av grundvattenrör</i>	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok
<i>Avläsning av grundvattennivå</i>	SS-EN-ISO 22475-1, SS-EN 1997-2 och SGF rapport 1:2013; Geoteknisk fälthandbok

2 ARKIVMATERIAL

2.1 TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

Tidigare miljötekniska undersökningar inom området har utförts av Structor Miljöteknik AB. För provtagningsplan för miljöteknisk undersökning se rapport, "Provtagningsplan kompletterande provtagning Lagersberg DP", daterad 2022-11-25.

Tidigare utförda geotekniska undersökningar inom området har erhållits från beställaren och dessa har beaktats:

1. Geoteknisk utredningsrapport, "Vilsta norra industriområde geoteknisk undersökning", författad av Tekniska verken på markanläggningskontoret, daterad 1989-12-19, med uppdragsnummer 89-06-14. Inklusive bilagor.
2. Geoteknisk utredningsrapport, "Eskilstuna Barnstuga, Råbergstorp" författad av Jacobson & Widmark och daterad 1974-05-02 med uppdragsnummer 73 30 98, inklusive bilagor.
3. Geoteknisk utredningsrapport, "Yttrande över grundförhållandena för planerade bostadshus inom Lagersberg II i Eskilstuna" författad av Ingenjörbyrå Viak Aktiebolag, daterad 1966-02-09 med uppdragsnummer 16.3406, inklusive bilagor.

3 ÖVERSIKT BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

3.1 TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

Undersökningsområdet ligger i området Lagersberg i Eskilstuna belägen 3 km sydväst om stadskärnan. Områdets yta upptas till största del av en lerig åkermark på ca 4,1 ha belägen på +20 till +21 m ö.h. (RH2000). Åkern är positionerad söder om ett bostadsområde inom detaljplanområdet på högre höjd (mellan +23 och +26 m ö.h.) avgränsat av en skogsbetäckt moränrygg som enligt SGU kartlagts som sandig morän. Moränryggen sträcker sig ca 300 m i öst-västlig riktning, med höjdvariation från +23 till +27 m ö.h. Moränryggen erhåller undersökningsområdets högsta höjd och bär på ett blocktäckte med varierande blockstorlek från små till medelstora. Se Figur 3/Figur 4/Figur 5.



Figur 3: Lerig åker. Översiktsbild tagen söder om grusväg under fältbesök 2022-11-29.



Figur 4: Områdets brantaste moränslänt. Bild tagen i nordgående riktning under fältbesök 2022-11-29.



Figur 5: Moränslänt. Bild tagen i sydgående riktning under fältbesök 2022-11-29.

3.2 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

Parkeringsplats, bostadsområde, trafikerade vägar och förskola finns idag inom undersökningsområdet. VA- och elledningar finns i gator (Svarvargatan, Borgmästaregatan och Fröslundavägen) inom och i utkanten av undersökningsområdet. Fjärrvärmeinstallationer finns även inom detaljplanområdet.

3.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Vid tidigare miljöteknisk undersökning utförd av Structor Miljöteknik AB (2022-09-17) har svårigheter vid installation av grundvattenrör rapporterats. Detta uppges bero på stora block och stenar i moränen, vilket förhindrat provtagning.

I denna undersökning har två grundvattenrör installerats i öst och väst längs norra dikeskanten mellan åkern och tidigare omnämnd moränslänt (se avsnitt 2.1). Grundvattenröret i västra delen av diket lyckades ej genomdrivas ner till grundvattenmagasinet. Det östra grundvattenröret har installerats framgångsrikt och har avlästs vid två tillfällen 2023-01-10 och 2023-01-24 och visar på grundvattennivåer mellan +19,16 och +19,26 m ö. h, vilket motsvarar ett djup på 2,19 respektive 2,09 meter under markytan.

4 GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

4.1 POSITIONERING

Inmätning av slänt-sektion för stabilitetsutredning har utförts av Daniel Dehlin och Olle Lood i samband med geologisk fältkartering 2022-11-29.

Utsättning och inmätning av geotekniska sonderingspunkter har utförts av WSP Örebro's fältgeotekniker Markus Hagberg och Didrik Östlund Groop i samband med geoteknisk fältundersökning 2023-01-09 till 2023-01-11.

Samtliga höjdmätningar i projektet har utförts med RTK-GNSS.

Inmätningar för borrhull och grundvattenrör uppfyller mätklass A enligt geoteknisk fälthandbok SGF rapport 1:2013, kap 4.3.

Terrängmodell med oklassad Lidardata har erhållits från beställare och klassats av WSP:s mättekniker André Holster Westerberg.

Koordinatsystem i plan: SWEREF 99 16 30.

Höjdsystem: RH 2000.

4.2 GEOTEKNIK

Fältundersökningar

Resultatet från utförda undersökningar redovisas i denna handlings tillhörande bilagor och ritningar.

Utförda undersökningar och provtagningar

Tabell 5: Sammanställning utförda geotekniska fältundersökningar

Undersökningsmetod	Antal	Typ/Anmärkning
Skruvprovtagning (Skr)	6	Med skruv Ø 82 mm
Trycksondering (Tr)	2	
Slagsondering (Slb)	7	
Spetstrycksondering (CPT)	6	

Fältundersökningar är utförda med geoteknisk borrhullsvagn av typ Geotech 505 "Generalen".

Undersökningsperiod och fältingenjör

WSP Sverige AB har den 29 november 2022 utfört en initial inventering av geotekniska förhållandena inom detaljplanområdet med stöd av fältbesök.

Initialt fältbesök utfördes av Daniel Dehlin och Olle Lood och omfattar översiktlig kartering, skredriskinventering och markinmätning vid brantaste slänt inför stabilitetsutredning. Resultat från karteringstillfället redovisas på ritning i jordartskarta G-10-1-001 och släntkarta G-10-1-002.

Mellan den 9e och 11e januari 2023 har WSP utfört en geoteknisk fältundersökning med geoteknisk borrhullsvagn och sondering för rubricerat projekt. Resultatet av undersökningarna i redovisas på ritning G-10-1-001 i plan och på ritningar G-10-2S-001 och G-10-2S-002 i sektion.

Geoteknisk fältundersökning har utförts av fältgeotekniker Markus Hagberg och Didrik Östlund Groop.

Kalibrering och certifiering

I Tabell 6 nedan redovisas använd utrustning. Kalibreringsprotokoll för borrhullsvagn och CPT-spets lämnas på begäran.

Tabell 6 Sammanställning utrustning och kalibrering:

Utrustning	Kalibrerad datum	Kalibrerad av
Geotech 505 "Generalen"	2022-12-21	Gryts Geoservice AB
CPT-spets	2022-11-02	Ingenjörsfirman Geotech AB

Provhantering

Störda prover har tagits upp med skruvprovtagare och placerats i provtagningspåsar. Ett provtagningsprotokoll har upprättats av ansvarig fältgeotekniker för varje provtagningspunkt.

Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF rapport 1:2013 geoteknisk fälthandbok och proverna har klassificerats okulärt i fält direkt vid provtagning enligt SS-EN-ISO 14688-1.

Utvalda prover har skickats till geotekniskt laboratorium för säkrare klassificering.

Laboratorieundersökningar

Laboratorieundersökning på skruvprover har utförts av Labverk Sverige AB i Örebro under januari 2023.

Laboratorieundersökning har utförts av Laith Al-Taie.

Analyser som gjorts är störd rutinundersökning med jordartsbenämning, materialtyp/tjälfarlighet, vattenkvot och konflytgräns.

Resultat från utförda laboratorieundersökningar redovisas i Bilaga 1.

4.3 MILJÖTEKNIK

Inga miljötekniska undersökningar har utförts inom detta uppdrag. I de jordprover som analyserats ur geoteknisk synpunkt har vissa anmärkningar gjorts. (Se även labbresultat Bilaga 1). Inga prover har av WSP skickats till miljötekniskt laboratorium för miljöteknisk analys.

För provtagningsplan för miljöteknisk undersökning se rapport från Structor Miljöteknik AB, "Provtagningsplan kompletterande provtagning Lagersberg DP", daterad 2022-11-25.

5 HÄRLEDDA VÄRDEN

I följande avsnitt redovisas resultat från härledda värden från CPT-utvärdering gällande hållfasthets- och deformationsegenskaper. För resultat från geoteknisk utredning, besiktning och känslighetsanalys av släntstabilitet, se separat handling, "PM Geoteknik – Lagersberg", daterat 2023-02-03.

5.1 UNDERLAG FÖR FRAMTAGANDE AV HÄRLEDDA VÄRDEN

Resultat från CPTu-sonderingar har utvärderats med programvaran Conrad, version 3.1, enligt "SGI Information 15 CPT-sondering, rev. 2007", med delvis forcerad jordartstolkning från skruvprovtagning. Relevanta resultat från CPTu-sonderingar redovisas i Bilaga 2.

5.2 HÅLLFASTHETS- OCH DEFORMATIONSEGGENSKAPER

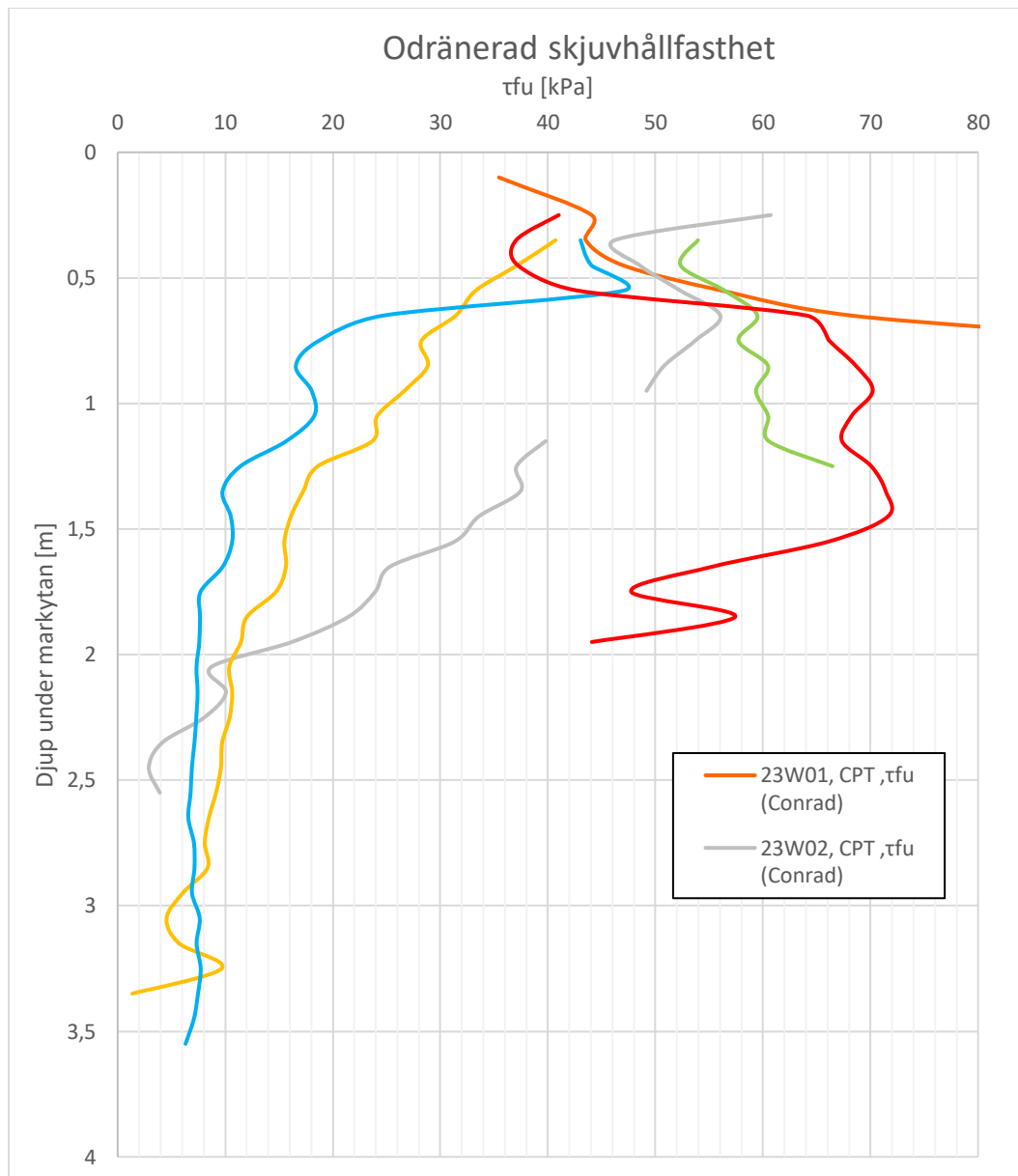
Friktionsvinkel och E-modul

På grund av rådande jordart i området har framtagande av härledda värden för deformations- och/eller hållfasthetsegenskaper så som representerat av friktionsvinkel och elasticitetsmodul ej utförts i detta uppdrag.

Odränerad skjuvhållfasthet och förkonsolideringstryck

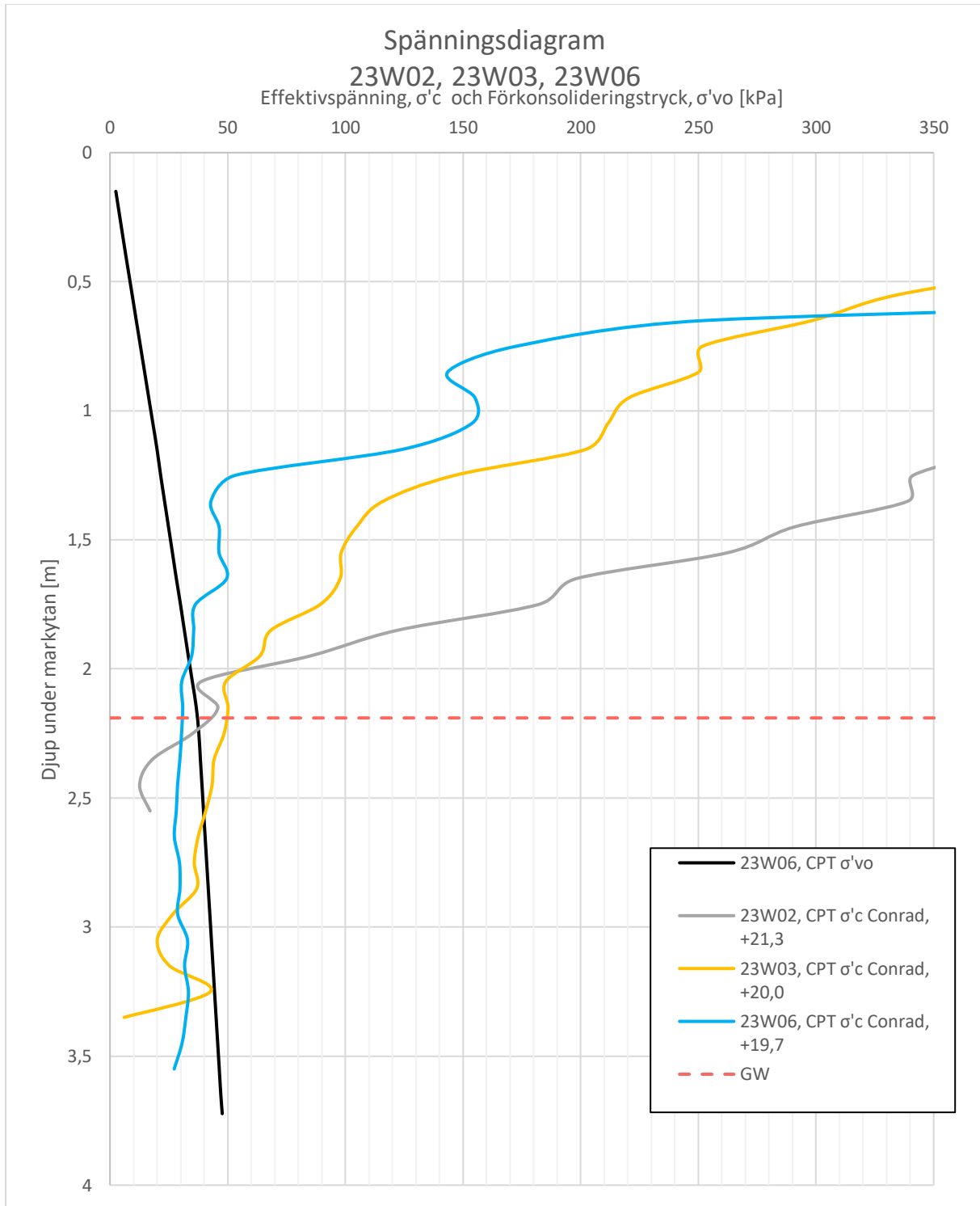
Conradutvärdering har utförts baserat på CPT-sonderingar för sonderingspunkter 23W01, 23W02, 23W03, 23W06, 23W07 och 23W08.

Resultat från samtliga CPT-utvärdering uppvisar märkbar variation av lerans odränerade skjuvhållfasthet i området. Sonderingar utförda i åkern (23W02, 23W03 och 23W06) påvisar relativt homogen, minskande trend med djupet. Se Figur 6.

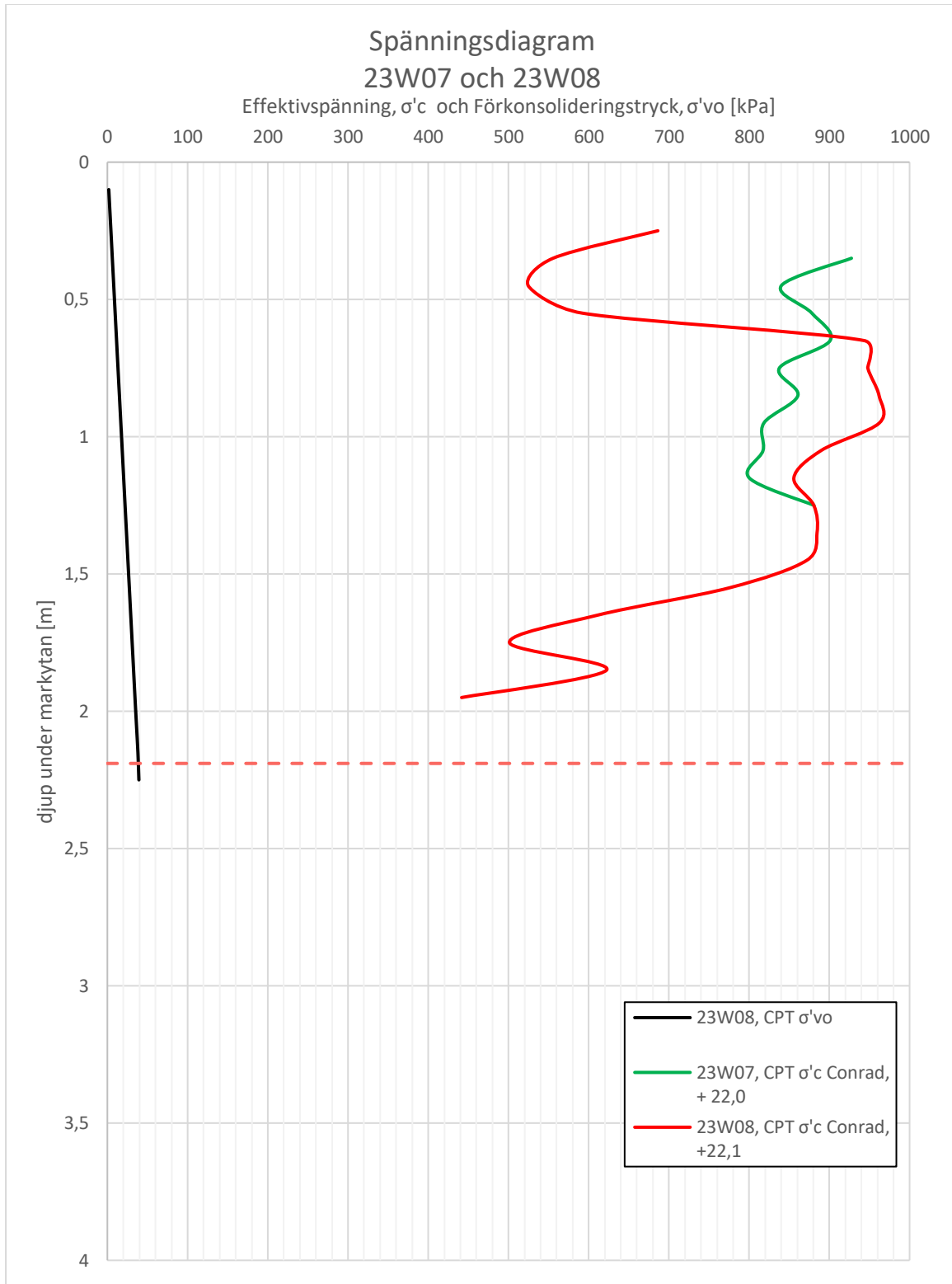


Figur 6: Resultat från utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet i punkter 23W01, 23W02, 23W03, 23W06, 23W07 och 23W08.

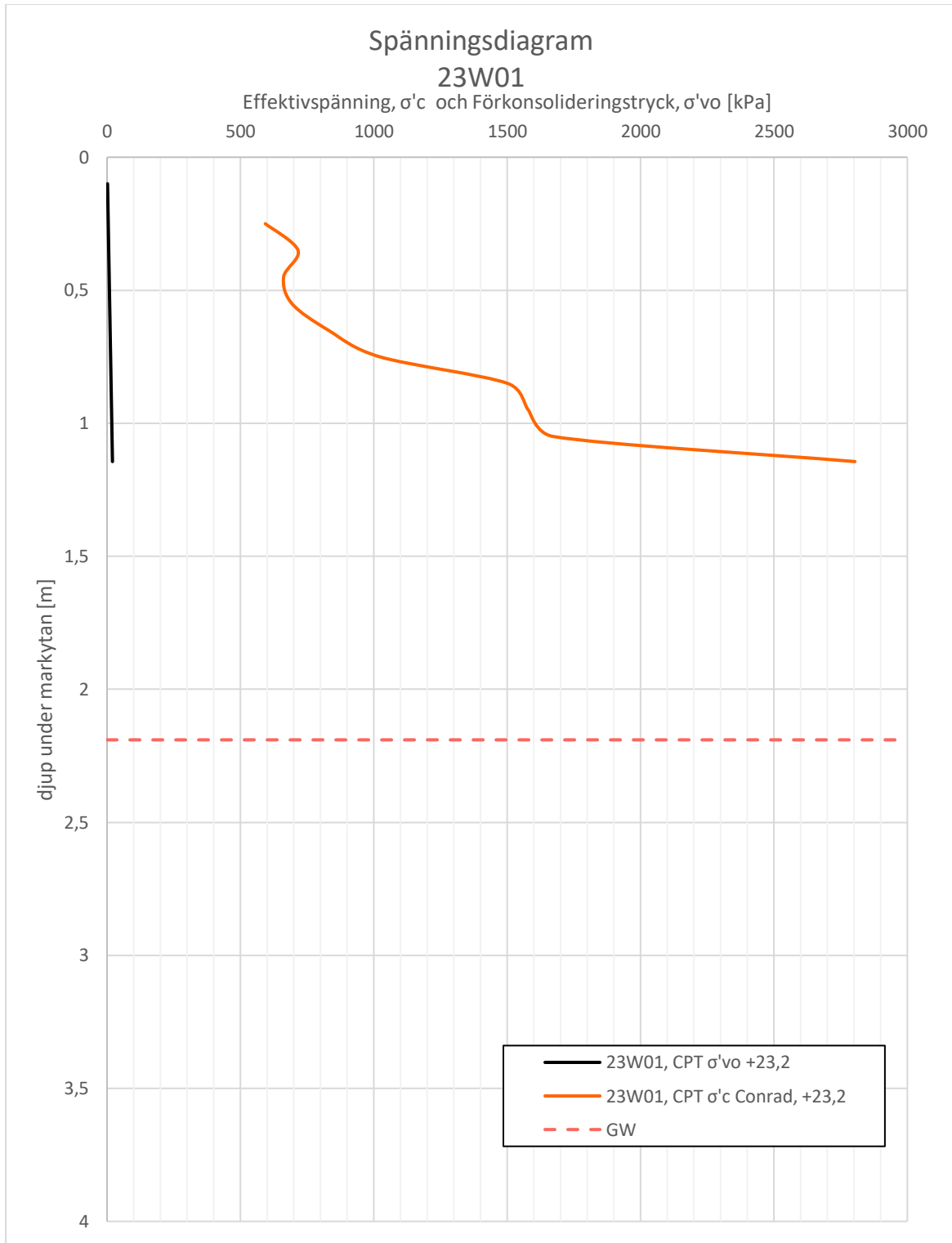
Utvärdering av förkonsolideringstryck i samtliga CPT-sonderingsborrpunkter visar stor spridning av förkonsolideringstryck. Gemensam trendriktning kan ses i sonderingsresultat från norr om moränryggen (i punkter 23W01, 23W07 och 23W08) där lermäktigheten är mindre och området historiskt kännetecknats av bebyggelse. Likaså kan en gemensam motgående trend av successivt minskande förkonsolideringstryck ses i punkter 23W02, 23W03 och 23W06 där lermäktigheten är större och markanvändningen historiskt kännetecknats av jordbruk. Se Figur 7, Figur 8, Figur 9.



Figur 7: Effektivspänning och förkonsolideringstryck mot djup under markytan för 23W02, 23W03 och 23W06.



Figur 8: Effektivspänning och förkonsolideringstryck mot djup under markytan för 23W07 och 23W08.



Figur 9: Effektivspänning och förkonsolideringstryck mot djup under markytan för 23W01.

5.3 ÖVRIGA EGENSKAPER

Materialtyper och tjälfarlighetsklasser för jordens egenskaper redovisas i Bilaga 1.

6 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING

CPT-sonderingar har ej utvärderats med avseende på friktionsvinkel och E-modul eftersom jorden i samtliga punkter till större del utgörs av kohesionsjord ned till morän.

Ett installerat grundvattenrör i västra delen av diket mot moränryggen lyckades ej genomdrivas ner till grundvattenmagasinet (se avsnitt 2.3 Hydrogeologiska förhållanden.)

Vid sammanställning av utförda geotekniska undersökningar erhålls en viss spridning av värden. Förhöjda värden på förkonsolideringsspänning och skjuvhållfasthet i punkter 23W01, 23W07 och 23W08 kan härledas till förekomst av överkonsoliderad torrskorpelera norr om tidigare omnämnd moränrygg. Förekomst av torrskorpelera har bekräftats av labbskruvprovtagning. Hållfasthets- och spänningsrelaterade parametrar härledda från dessa punkter har identifierats som icke-karaktäristiska för området med lera. Sonderingspunkterna i fråga har följaktligen uteslutits från urval vid framtagandet av dimensionerande värden för odränerad skjuvhållfasthet för att inte ge sken om högre odränerad skjuvhållfasthet än vad som kan tänkas rimligt för området med lera.

7 TILLHÖRANDE DOKUMENT

7.1 BILAGOR

Bilaga 1	Laboratorieprotokoll, Skruvprovtagning
Bilaga 2	Conradutvärdering, CPT

7.2 RITNINGAR

<u>Ritningsnummer</u>	<u>Typ</u>	<u>Skala</u>
G-10-1-001	Plan	1:100
G-10-1-002	Plan	1:100
G-10-1-003	Plan	1:1000
G-10-2S-001	Sektion	H1:100; L1:200
G-10-2S-002	Sektion	H1:100; L1:200