

# Berga 10:19 – Kalmar

PM Geoteknik

Beställare

Kalmar kommun

**DOKUMENTNAMN: 1175-PM-01 Geoteknik - REV02**

**DATUM: 2023-11-23**

**KUND: Kalmar kommun**

# Berga 10:19 – Kalmar

## PM Geoteknik



*Denna PM har tagits fram av Awer i egen regi eller på uppdrag av kund. Kundens rättigheter till rapporten är reglerat i uppdragsavtalet/ramavtalet. Om inte gäller ABK 09 i sin helhet. Tredjepart har ej rättighet att använda rapporten eller delar av denna utan Awers skriftliga samtycke om inte annat avtalats i avtal med kund. Awer har inget ansvar om rapporten eller delar av denna används till annat än avtalat, eller av andra än de Awer skriftligt har avtalat eller samtyckt till. Delar av rapportens innehåll är skyddat av upphovsrätt. Kopiering, distribution, ändring, eller annat användande av rapporten kan inte föregå utan avtal med Awer. Allt ovan enligt ABK 09 om inget annat är avtalat i uppdragsavtal/ramavtal.*

02	2024-01-18	Kapitel om sättningsutvärdering utgår och rekommendationer uppdateras	DW	JE
01	2023-11-23	Inarbetning av kompletterande laboratorieundersökningar	DW	JE
REV.	DATUM	BESKRIVNING	UTFÖRD	GRANSKAD
HANDLÄGGARE			GRANSKNING	
SÖKVÄG: \\10.120.0.10\Awer\05 Uppdrag\2023\1175 - Moske Berga 10_9 Kalmar\03-Produktion\02 Dokument\PM\REV02\1175-PM-01 Geoteknik - REV02.docx				

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 SYFTE OCH UPPDRAG .....	2
2 UNDERLAG .....	3
2.1 Arbetsmaterial .....	3
2.2 Tidigare utförda undersökningar .....	3
3 STYRANDE DOKUMENT .....	3
4 OBJEKTSBESKRIVNING .....	4
5 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS .....	5
6 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR .....	6
7 MARKFÖRHÅLLANDEN .....	6
7.1 Topografi och ytbeskaffenhet .....	6
7.2 Geoteknik .....	7
7.3 Hydrogeologi .....	8
7.4 Markradon .....	9
7.5 Erosion .....	10
8 PÅLGRUNDLÄGGNING .....	10
8.1 Allmänt .....	10
8.2 Säkerhetsklass .....	10
8.3 Partialkoefficienter .....	10
8.4 Materialegenskaper .....	11
8.5 Omräkningsfaktor .....	11
9 REKOMMENDATIONER .....	13
9.1 Allmänt .....	13
9.2 Grundläggning .....	13
9.2.1 Utformningsförslag 1 .....	13
9.2.2 Utformningsförslag 2 .....	14
9.2.3 Parkeringsplatser .....	14
9.3 Gator och ledningar .....	14
9.4 Tjåldjup .....	15
9.5 Öppet schakt .....	15
9.6 Erosion .....	15
9.7 Sättningar .....	15
9.8 Stabilitet .....	16
9.9 Hydrogeologi .....	16
9.10 Markradon .....	16
9.11 Omgivningspåverkan .....	16
9.12 Arbetsmiljö .....	17
9.13 Kontrollprogram .....	17
10 VIDARE ARBETE/ RÅD TILL FRAMTAGANDE AV HANDLINGAR .....	17

## BILAGOR

Bilaga A – Sammanställning valda värden

## SAMMANFATTNING

Awer Geoteknik har på uppdrag av Kalmar kommun utfört en geoteknisk undersökning som underlag inför exploatering inom del av fastighet Berga 10:19 i Kalmar. Inom fastigheten planeras bland annat nybyggnation av en moské, parkeringsytor och tillfartsvägar.

Enligt mottaget projekteringsunderlag från beställaren har två utformningsförslag på kommande exploatering upprättats. Rekommendationerna i denna PM Geoteknik relateras till dessa utformningsförslag.

Rekommendationen för utformningsförslag 1 är att plattgrundläggning av ny byggnad kan vara genomförbar om kohesionsjorden skiftas ut ned till siltig sandmorän och ersätts med packad kvalitetsfyllning. Vid avvikelser från rekommendationerna i skriften schakta säkert kan tillfällig stödkonstruktion, i form av exempelvis spont, vara nödvändig i byggskedet. Pålgrundläggning i kombination med plintar i områden med ringa jorddjup är också en rekommenderad grundläggningsmetod om inte utskiftning av lös kohesionsjord utförs.

Rekommendationen för utformningsförslag 2 är att pålgrundläggning bör utföras då kohesionsjordens mäktighet bedöms vara mer omfattande vid byggnadens placering. Vid val av detta utformningsförslag med pålar som grundläggningsmetod ska omgivningspåverkan och val av påltyp värderas.

Parkeringsplatser bör utformas så att skadliga sättningar inte uppstår och risken för bärighetsbrott värderas. Gator och ledningar ska grundläggas så att krav på differenssättningar samt stabilitetskrav är tillfredsställande (bruks- och brottgränstillstånd). Behov av ytterligare förstärkningsåtgärder kan värderas i detaljprojekteringskedet då gators slutliga nivåer och planlägen är fastställda.

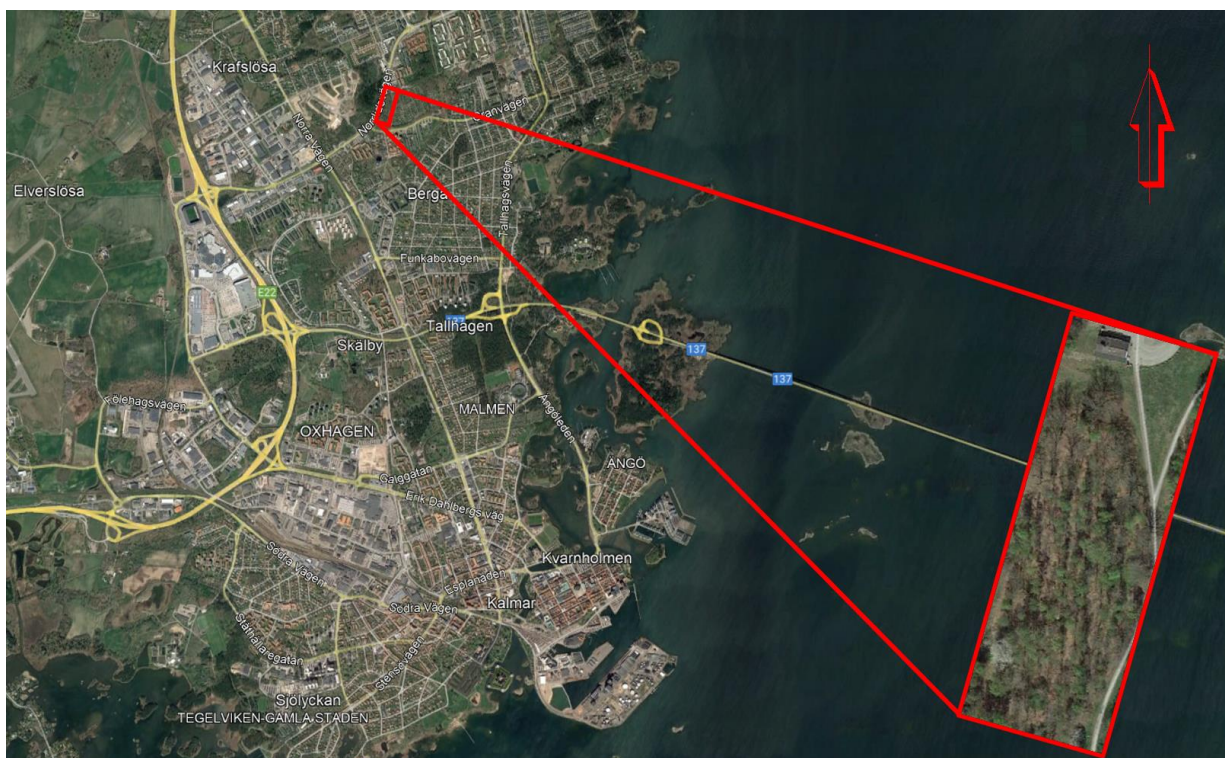
Vid detaljprojektering, när placering av byggnad och övriga anläggningar har fastställts, ska behovet av laboratorieundersökningar värderas för att säkerställa typ av jordart, flytgräns och deformationsegenskaper på kohesionsjord i området.

Kompletterande rutinundersökning på störda jordprover visar bland annat att leran i området ställvis har mer inslag av gyttja i översta delen men även att leran kan vara sensitiv vid mäktigare jorddjup. Utförda sättningsberäkningar är på osäker sida vid stora lastökningar men visar att 1,2 cm till 6,7 cm totalsättning kan utbildas beroende på beräkningspunkt och lastförutsättningar.

## 1 SYFTE OCH UPPDRAG

Awer Geoteknik har på uppdrag av Kalmar kommun utfört en geoteknisk undersökning som underlag inför exploatering inom del av fastighet Berga 10:19 i Kalmar. Inom fastigheten planeras bland annat nybyggnation av en moské, parkeringsytor och tillfartsvägar.

Det aktuella undersökningsområdet är lokaliserat öster/syd om Norrlidsvägen samt norr om Trollbackevägen i Kalmar kommun, se Figur 1-1.



**Figur 1-1 – Översiktspild över aktuellt undersökningsområde inom del av fastighet Berga 10:19, Kalmar kommun (Google Earth).**

Denna handling, PM Geoteknik, är en analys av det geotekniska underlag som erhållits efter platsbesök, fältgeotekniska och hydrogeologiska undersökningar vid del av fastighet Berga 10:19 inför byggnation av ny moské och övriga anläggningar. Undersökningar presenteras i tillhörande MUR Geoteknik.

Blivande anläggningar och infrastrukturs placeringar, storlek och nivå på FG (laståverkan) är ej fastställda vid framtagande av denna PM Geoteknik.

Föreliggande version av PM Geoteknik är REV01 där resultat från kompletterande laboratorieundersökningar inarbetas. En sättningsutredning utförs även för att bedöma totalsättningar för befintliga förhållanden.

PM Geoteknik REV02 innefattar att tidigare kapitel om sättningsutredning utgår samt att delar av rekommendationskapitlet uppdateras i samråd med beställaren.

## 2 UNDERLAG

### 2.1 Arbetsmaterial

Som underlag till denna rapport och redogörelse har Awer Geoteknik använt följande underlag:

- Kartunderlag i dwg-format – Kalmar kommun
- Skisser på utformning av moské, parkeringsplatser och övriga anläggningar – Kalmar kommun
- Ledningsritningar – Ledningskollen.se
- Jordarts- och jorddjupskartor – SGU.se

### 2.2 Tidigare utförda undersökningar

Awer Geoteknik har erhållit Geosuite-databas från tidigare utförda geotekniska undersökningar från 2016 och 2020 inom del av fastighet Berga 10:19. De tidigare utförda undersökningarna har inarbetats i planritning G-10-1-001 i tillhörande MUR Geoteknik och värderas vid framtagande av rekommendationer i föreliggande rapport.

## 3 STYRANDE DOKUMENT

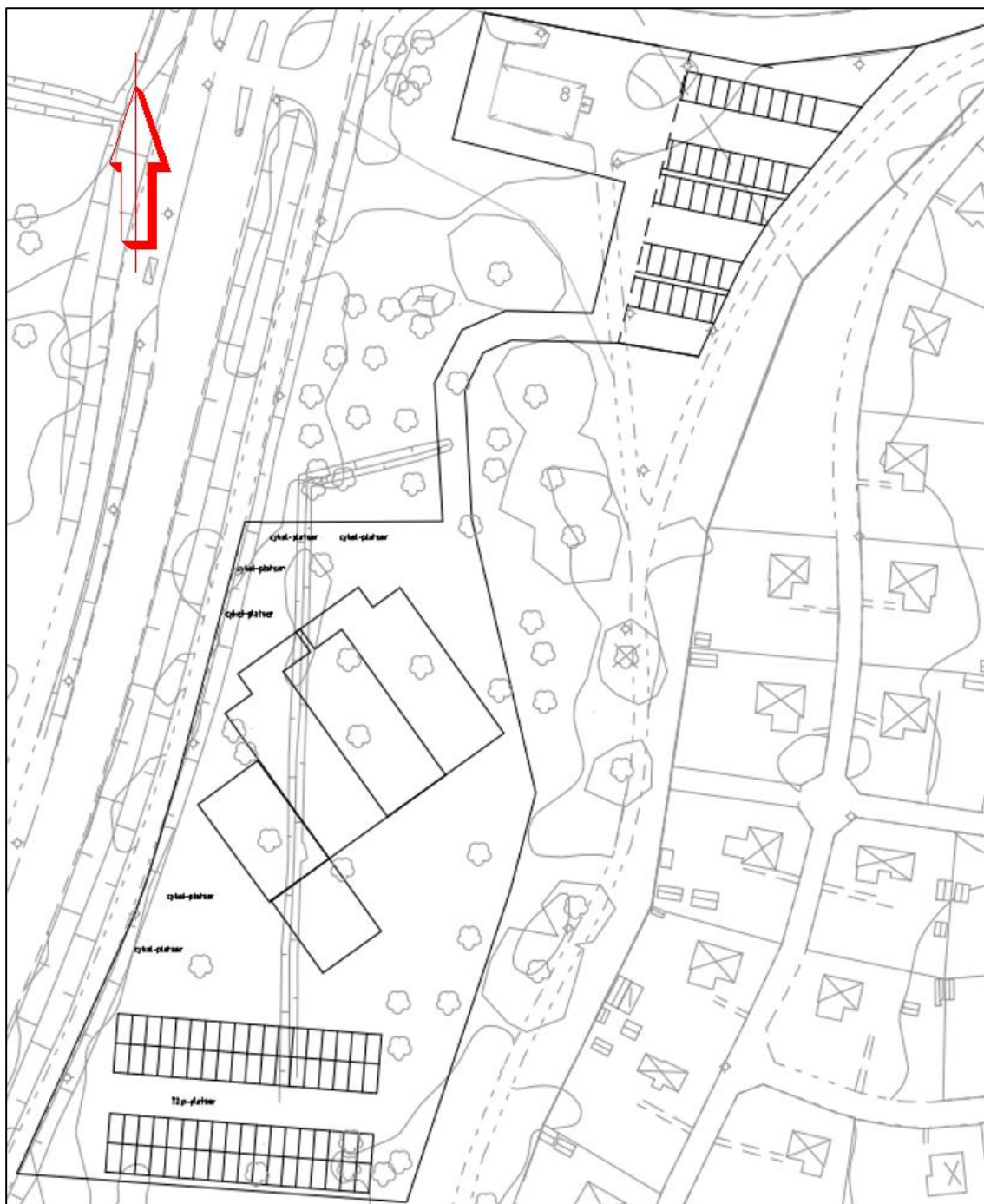
Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationella bilagor och tillämpningsdokument.

**Tabell 3-1 – Planering och redovisning.**

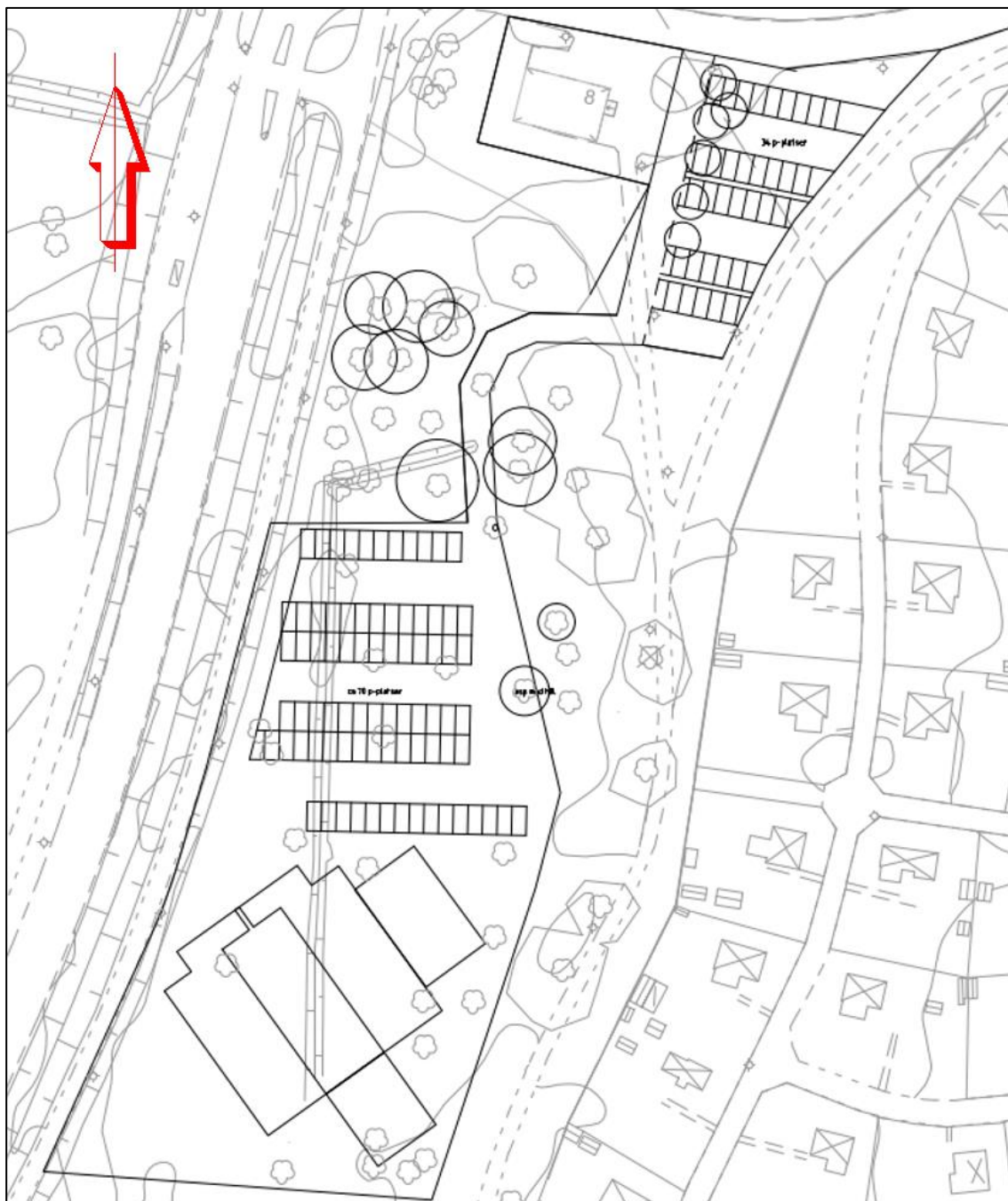
Typ av utredning	Nyttjas i denna PM	Styrande dokument
Alla utredningar	x	SS-EN 1997-1 IEG Rapport 2:2008, Rev 3 IEG Rapport 4:2008, Rev 1 Boverkets författningssamling
Plattgrundläggning		IEG Rapport 7:2008
Slänter och bankar		IEG Rapport 6:2008, Rev 1
	x	IEG Rapport 4:2010 Schakta säkert 2015
Pålgrundläggning	x	IEG Rapport 8:2008, Rev 3
Stödkonstruktioner		IEG Rapport 2:2009, Rev 1

## 4 OBJEKTSBESKRIVNING

Enligt mottaget projekteringsunderlag från beställaren (daterat 2023-08-16) har två utformningsförslag/skisser tagits fram på kommande exploatering. Figur 4-1 visar utformningsförslag 1 och Figur 4-2 visar utformningsförslag 2.



Figur 4-1 – Utformningsförslag 1 "skiss\_Birgit\_alt1" (Kalmar kommun).



**Figur 4-2 – Utformningsförslag 2 "skiss Birgit". Skyddsvärda träd har markerats med cirklar (Kalmar kommun).**

Enligt det mottagna underlaget planeras det således för en ny byggnad med omgivande parkeringsplatser och cykelplatser. Det föreligger även skyddsvärda träd inom delar av fastigheten.

I efterföljande kapitel särskiljs de olika utformningsförslagen med index 1 respektive 2.

## 5 GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS

Analys och planerad konstruktion arbetar utifrån geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).



## 6 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DOLDA ANLÄGGNINGAR

Inom undersökningsområdet föreligger en pizzeria och markbelagda ledningar. Övriga befintligheter har ej påträffats men bör utredas i detalj innan byggstart.

Figur 6-1 visar flygbild från cirka 1960, cirka 1975 och flygbild tagen i närtid över undersökningsområdet. Historiska flygfoton antyder att det inte har varit någon tidigare exploatering inom undersökningsområdet.



Figur 6-1 – Flygfoton över undersökningsområdet från cirka 1960 (till vänster), cirka 1975 (mitten) och flygfoto i närtid (till höger) från Lantmäteriets kartvisare över historiska flygbilder.

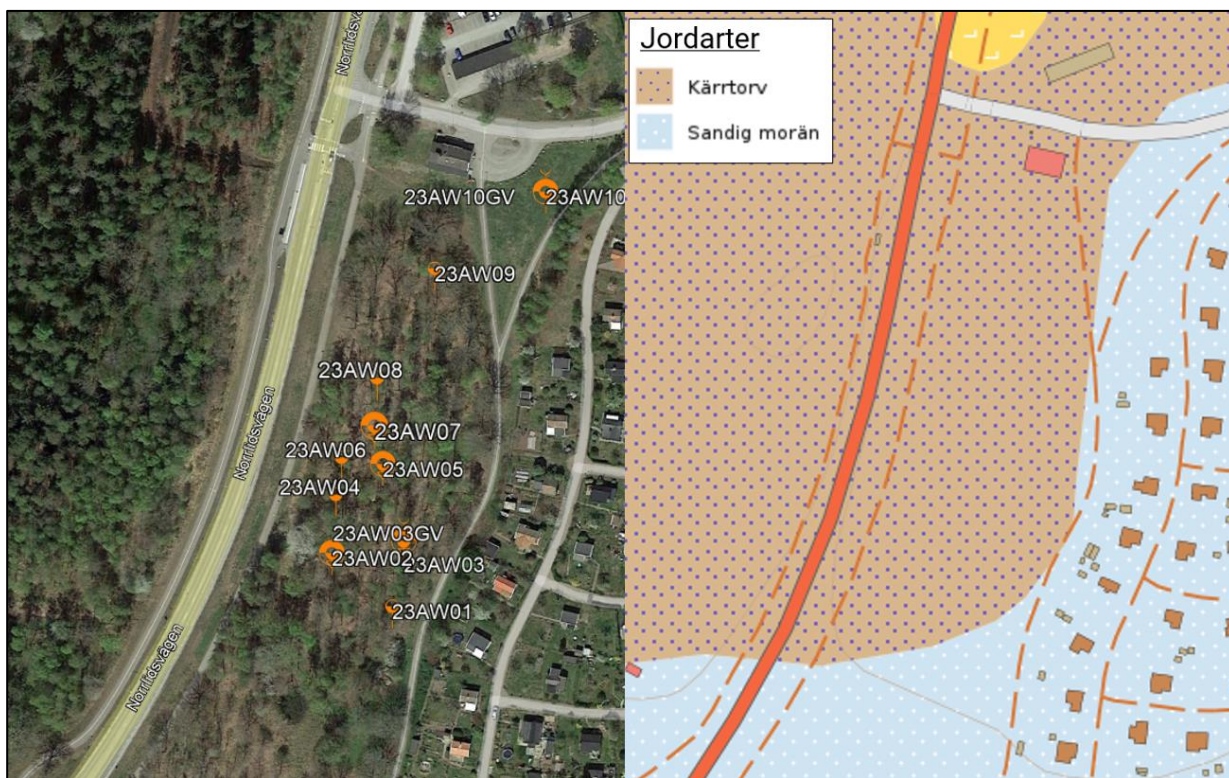
## 7 MARKFÖRHÅLLANDEN

### 7.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Aktuellt område som undersökts består i huvudsak av skogsmark. Det föreligger dock en mindre gräsyta, hårdgjord yta och pizzeria i norra delen av undersökningsområdet. Inom västra och östra delen av undersökningsområdet befinner sig även en gång- och cykelväg. Undersökningsområdet avgränsas bland annat av Norrlidsvägen i väster och norr, skogsmark i syd och ett koloniområde i öster.

Topografin inom undersökningsområdet kan beskrivas som en relativt plan markyta. Marknivåerna för de nu utförda undersökningspunkterna varierar mellan +3,9 och +4,3. Topografin i området redovisas i detalj på planritning G-10-1-001 och i sektion G-10-2-001 till G-10-2-002 i tillhörande MUR Geoteknik.

Figur 7-1 visar dels en flygbild som visar undersökningsområdet med de nu utförda undersökningspunkterna till vänster, dels SGU:s jordartskarta till höger. Jordartskartan visar att ytligt lagrade jordarter inom undersökningsområdet består av kärrtorv och sandig morän.



Figur 7-1 – Översikt över ytbeskaffenheten inom undersökningsområdet samt utförda undersökningar under 2023 (till vänster, Google Earth) och ett utdrag ur SGU:s jordartskarta (till höger, SGU).

## 7.2 Geoteknik

Nedan beskrivs jordlagerföljden översiktligt. Detaljerad beskrivning av de geotekniska förutsättningarna i olika delområden med mäktigheter för olika jordlager återfinns i ritningar och bilagor i tillhörande MUR Geoteknik. De redovisade jordmäktigheterna är uppmätta i de nu utförda provtagningspunkterna och gäller i de specifika punkterna. Således kan mäktigheter och jordlagerföljd variera mellan punkterna och inom undersökningsområdet.

Baserat på nu utförda undersökningar bedöms jordprofilen i det översta toppskiktet bestå av **humusjord, torv, gyttja** eller **fyllning** som överlagrar en siltig **lera** med lokala skikt av **silt** eller **sand** som övergår till siltig **sandmorän**.

**Humusjorden** är sandig och lerig och har en mäktighet ned till cirka 0,5 – 1,0 m under befintlig terräng.

**Torv** har registrerats i en undersökningspunkt med en mäktighet ned till cirka 0,2 m under befintlig terräng. Uppmätt naturlig vattenkvot i torv uppgår till 45 %.

**Fyllningen** har inslag av humusjord, lera, sand och grus och har en mäktighet ned till cirka 0,5 – 1,0 m under befintlig terräng. Uppmätt naturlig vattenkvot i fyllning uppgår till 29 %.

**Gyttja** har registrerats underlagrat fyllningen i flertalet undersökningspunkter med en mäktighet på cirka 0,4 – 0,5 m. Uppmätt naturlig vattenkvot i gyttja varierar mellan 69 % och 157 %. Uppmätt flytgräns uppgår till 144 %.

Naturligt lagrad **lera** är siltig, sandig och ställvis något grusig. Med ledning av resultat från utförda CPT-sonderingar är leran mycket löst lagrad. Lerans odränerade skjuvhållfasthet kan klassificeras som extremt låg till mycket låg. Ingen kännedom om lerans överkonsolideringsgrad föreligger då laboratorieförsök inte har utförts inom ramen för denna utredning.

Kompletterande laboratorieundersökningar visar att leran i området ställvis har mer inslag av gyttja i översta delen jämfört med tidigare fältbedömning. Vid mäktigare jorddjup ( $\geq 3,6$  m) där naturlig vattenkvot och flytgräns har utvärderats från störda jordprover i siltig lera har vattenkvoten varit högre än flytgränsen i samtliga provtagningsnivåer.

Utförd CPT-utvärdering med ledning av kompletterande laboratorieresultat visar att leran är bedömt som överkonsoliderad vid ringa jorddjup men ställvis normal- eller lätt överkonsoliderad vid mäktigare jorddjup.

Uppmätt naturlig vattenkvot i lera varierar mellan 37 % och 88 %. Uppmätt flytgräns varierar mellan 32 % och 95 %.

För materialtyp och tjälfarlighetsklass hänvisas det till laboratorieprotokoll, se Bilaga B i tillhörande markteknisk undersökningsrapport.

Vid placering av byggnad enligt utformningsförslag 1 bedöms lerdjupet (avser djup från befintlig terräng till överkant morän) variera mellan cirka 1,5 – 5 m.

Vid placering av byggnad enligt utformningsförslag 2 bedöms lerdjupet variera mellan cirka 2,5 – 6 m.

Mindre skikt med **silt** eller **sand** föreligger i flertalet undersökningspunkter cirka 2,5 – 3 m under befintlig terräng.

**Sandmoränen** är siltig och dess mäktighet har inte undersökts inom ramen för denna utredning med dynamiska sonderingsmetoder. Uppmätt naturlig vattenkvot i sandmorän varierar mellan 16 och 23 %. Metodstopp enligt för metoden normalt förfarande har avslutats mellan 1,5 – 5,5 m under befintlig terräng inom det undersökta området.

Djup till **bergövertytan** har inte fastställts inom ramen för denna utredning.

### 7.3 Hydrogeologi

Grundvattenytan har eftersökts i öppna borrhål i samband med störd provtagning. Vid okulär besiktning av samtliga utförda skruvprovtagningshål har ingen fri vattenyta observerats.

Det har dock i tidigare undersökningskampanjer observerats fria vattenytor i flertalet undersökningspunkter. Se Tabell 7-1 för en sammanställning över observerade fria vattennivåer enligt mottaget arkivmaterial.

**Tabell 7-1 – Vattennivåer i öppna borrhål.**

Punkt	Datum	Markyta	Djup mätning [m]	Vattennivå
20W07	2020-04-17	+4,0	0,8	+3,2
20W08	2020-04-17	+4,1	1,0	+3,1
20W09	2020-04-17	+4,1	0,7	+3,4
20W10	2020-04-17	+4,2	0,9	+3,3
20W11	2020-04-17	+4,1	0,8	+3,3
20W12	2020-04-17	+4,3	1,3	+3,0

Tryckutjämningsförsök har utförts i fyra punkter i samband med CPT-sondering, se Tabell 7-2.

**Tabell 7-2 – Resultat från tryckutjämningsförsök.**

Punkt	Datum	Markyta	Nivå mätning	Utjämnat portryck [kPa]	Trycknivå	Artesiskt
23AW02	2023-09-04	+4,0	+0,5	–	–	–
23AW03	2023-09-04	+3,9	-1,5	39,6	+2,5	Nej
23AW05	2023-09-05	+4,1	-0,9	–	–	–
23AW07	2023-09-05	+4,1	+0,2	27,2	+2,9	Nej

Installation av grundvattenrör har utförts i två punkter. Det har även tidigare installerats ett grundvattenrör i undersökningsområdet. Uppmätta grundvattennivåer redovisas i Tabell 7-3.

**Tabell 7-3 – Resultat grundvattenmätningar.**

Punkt	Datum	Markyta	Spetsnivå	Grundvattennivå	Artesiskt
20W09	2020-04-24	+4,1	-1,9	+3,2*	Nej
	2023-09-13			+3,1	Nej
23AW03	2023-09-05	+3,9	-0,2	+2,4 (funktionskontroll)	Nej
	2023-09-13			+2,6	Nej
23AW10	2023-09-05	+4,3	+2,1	+2,8 (funktionskontroll)	Nej
	2023-09-13			+2,5	Nej

\* Eventuellt funktionskontroll.

Det antas hydrostatiska portrycksförhållanden. Det preciseras att grundvattenytan varierar med svackor i terräng, årstid och nederbörd.

## 7.4 Markradon

Ingen markradonundersökning har utförts. Kärrtorv och sandmorän som jordarter anses som låg- till medelgenomsläppliga för radongaser, se Figur 7-2. Lera och sand anses som låg- respektive höggenomsläppliga jordmaterial för radongaser.



Figur 7-2 - Bedömd genomsläpplighet i området (SGU).

## 7.5 Erosion

Inget pågående erosion har observerats vid utfört platsbesök.

## 8 PÅLGRUNDLÄGGNING

### 8.1 Allmänt

Grundläggning med pålar ska dimensioneras enligt DA2 för geoteknisk bärförmåga och DA3 för konstruktiv bärförmåga.

### 8.2 Säkerhetsklass

Den valda säkerhetsklassen uppgår till säkerhetsklass 2 (SK2) med  $\gamma_d = 0,91$ .

### 8.3 Partialkoefficienter

Partialkoefficienter för DA3 redovisas i Tabell 8-1.

**Tabell 8-1 – Partialkoefficienter,  $\gamma_m$ , för materialparametrar i DA3.**

Parameter	Symbol	DA3
Friktionsvinkel ( $\tan \phi'$ )	$\gamma_{\phi'}$	1,3
Effektiv kohesion	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	$\gamma_{cu}$	1,5
Tunghet	$\gamma_{\gamma}$	1,0
Deformationsmodul	$\gamma_E$	1,0

## 8.4 Materialegenskaper

Nedan presenteras föreliggande materialegenskaper som baseras på härledda värden i tillhörande MUR Geoteknik och rekommendationer i enlighet med TK GEO 13/TR GEO 13, se Tabell 8-2. Materialparametrar för torv och organisk jord redovisas inte då ytlager av humushaltig jord (mulljord) alltid ska avschaktas innan någon fyllning eller grundläggning utförs.

**Tabell 8-2 – Valda hållfasthets- och deformationsparametrar vid dimensionering av pålar.**

Jordart (djup)	$\gamma_{\text{valt}}^*$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ , valt [°]	$C_{u, \text{valt}}$ [kPa]	$M_{L, \text{valt}}$ [kPa]
<b>Fyllning (Sand)</b>	18	–	–	–
<b>Sand (lokalt ca. 2,5 – 3 m.u.my)</b>	18	35	–	–
<b>Lera/lös silt (&gt; 1 m.u.my)</b>	16	30	8 kPa, Se Bilaga A	**

\* Avser naturfuktig tunghet ovan grundvattenytan. Värden för lera, gyttja och torv avser vattenmättad jord.

\*\* Bör bedömas med ledning av CRS-försök som grund.

## 8.5 Omräkningsfaktor

Omräkningsfaktor för egenvikt/tunghet och deformationsmodul är  $\eta = 1,0$ .

Omräkningsfaktorer har beräknats ur IEG Rapport 8:2008, Rev 3.

Vid beräkning med partialkoefficientmetoden reduceras materialparametrarna med omräkningsfaktor och partialkoefficient när ett lågt värde är dimensionerande enligt nedanstående ekvation.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot \bar{X}$$

Motsvarande ekvation när ett högt värde är dimensionerande följer enligt nedan.

$$X_d = \gamma_M \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \bar{X}$$

Där  $\bar{X}$  är det valda värdet,  $\eta$  är omräkningsfaktor och  $\gamma_M$  är partialkoefficient för jordmaterial.

Motsvarande bestäms dimensionerande friktionsvinkel enligt nedanstående ekvation när ett lågt värde är dimensionerande.

$$\phi'_d = \arctan\left(\frac{1}{\gamma_M} * \eta * \tan\phi'\right)$$

Nedan presenteras valda omräkningsfaktorer vid konstruktiv dimensionering med hänsyn till böjknäckning/materialstukning av pålar i normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad lera, se Tabell 8-3. Vid konstruktiv dimensionering av böjknäckning/stukning i friktionsjord, kraftigt överkonsoliderad lera eller transversalbelastade pålar kan andra värden vara mer representativa.

**Tabell 8-3 – Omräkningsfaktorer vid bedömning av dimensionerande materialparametrar för odränerad skjuvhållfasthet för lera enligt IEG Rapport 8:2008, Rev 3.**

Omräkningsfaktor	Förklaring	Valt värde	Motivering
$\eta_{(1,2)}$	Beaktar egenskapens naturliga variation Beaktar antalet oberoende undersökningspunkter	0,95	4 oberoende undersökningspunkter, bedömt låg spridning avseende härledd odränerad skjuvhållfasthet
$\eta_{(3)}$	Beaktar osäkerhet relaterad till bestämning av jordens egenskaper	1,0	CPT-sonderingar har utförts
$\eta_{(4)}$	Beaktar geokonstruktionens närhet till undersökningspunkt	–	Väljs av konstruktör efter val av påltyp
$\eta_{(5)}$	Beaktar omfattning av den del av marken som bestämmer beteendet hos geokonstruktion i det betraktade gränstillståndet	1,0	Utvärdering av $\tau$ i djupled har utförts varje meter
$\eta_{(6,7,8)}$	Beaktar geokonstruktionens förmåga att överföra laster från veka till fasta delar i marken Beaktar typ av brottmekanism (sprött eller segt) Beaktar parameterns betydelse i förhållande till övriga dimensionerande egenskaper	–	Väljs av konstruktör efter val av påltyp
$\eta_{(1,2)} * \eta_{(3)} * \eta_{(4)} * \eta_{(5)} * \eta_{(6,7,8)}$	<b>Sammanvägt värde bestäms av konstruktör efter val av påltyp</b>		

## 9 REKOMMENDATIONER

### 9.1 Allmänt

Eventuella ytlager av humushaltig jord (mulljord) ska alltid avschaktas innan någon fyllning eller grundläggning utförs.

Nivåsättning av markyta, gata och anläggningar är inte bestämd i detta skede av projektet.

Det rekommenderas att pålar upphandlas per totallängd exklusive kapade längder. Det är därmed entreprenörens beslut att se till att pållängder väljs efter troliga stoppslagingsdjup i fast morän eller bergdjup vid pålens placering.

### 9.2 Grundläggning

#### 9.2.1 Utformningsförslag 1

Utförda undersökningar visar att det föreligger risk för skadliga deformationer vid belastning av naturlig undergrund i området med registrerad lera/silt vid placering av byggnad enligt utformningsförslag 1.

Plattgrundläggning av ny byggnad enligt utformningsförslag 1 kan vara genomförbart om kohesionsjorden skiftas ut ned till den siltiga sandmoränen och ersätts med packad kvalitetsfyllning. Tillfälliga schaktarbeten ska utföras med ledning av föreskrifter och anvisningar presenterade i Kapitel 9.5 samt 9.8. Vid avvikelser från dessa rekommendationer kan det finnas behov för tillfälliga stödkonstruktioner för att säkerställa ett säkert schaktförfarande. Tillfällig spont kan exempelvis erfordras i västra delen av ny byggnad enligt utformningsförslaget.

För att effektivisera ytorna för byggnaden kan även en källare konstrueras. Källare bör konstrueras vattentätt.

Grundläggningen kan utformas med kantförstyvad hel platta, långsträckta plattor eller med separata plattor och fribärande golv beroende på lastfördelningen.

För plattgrundläggning rekommenderas att laster i bruksgränstillståndet inte bör överstiga 2/3-delar av tillåtet grundtryck i brottgränstillstånd utan vidare detaljerade beräkningar.

Grundläggningsmetodik "hel platta-på-mark" reducerar risken för differentialsättning och deformationer i konstruktionen då man belastar jorden jämnare än andra grundläggningsförfaranden. Grundtrycket och geoteknisk kategori måste kontrolleras och verifieras när lastnedräkningen för byggnaderna är framtagen, vilket inte har utförts i detta skede.

Schaktbotten ska vara torr innan grundläggning. Behov av länshållning ska bedömas i samband med detaljprojektering, när anläggningarnas lägen är kända. Schaktbotten måste skyddas mot uppluckring under markentreprenaden. Geotekniker bör utföra schaktbottenbesiktning av naturlig jord innan grundläggning av byggnader för att verifiera rådande grundförhållanden.

Avschaktad jord kan eventuellt återfyllas som bullerskydd i delar av området, detta ska dock detaljstuderas, med eventuella lastbegränsningar, när anläggningarnas lägen är kända av geotekniker.

Om inte utskiftning utförs ned till fast sandmorän ska grundläggning utföras med pålgrundläggning, eventuellt i kombination med plintar i områden med ringa jorddjup.



### 9.2.2 Utformningsförslag 2

Utförda undersökningar visar att det föreligger risk för skadliga deformationer vid belastning av naturlig undergrund i området med registrerad lera/silt vid placering av byggnad enligt utformningsförslag 2. Plattgrundläggning av ny byggnad bedöms således ej vara tillämplig som grundläggningsmetod med hänsyn till risk för differenssättningar till följd av varierande jorddjup med lös och sättningkänslig lera.

Ny byggnad enligt utformningsförslag 2 bedöms behöva grundläggas med pålgrundläggning. Vid val av slagna pålar ska risken för lutande bergyta (släntberg) värderas. Om lutande bergyta bedöms inverka på tillförlitligheten av spetsburna pålar ska borrade stålrörspålar tillämpas.

Inför pålarbetet ska även installationsriktning och omgivningspåverkan av installerade pålar värderas. Detta gäller i synnerhet för anläggningar eller övrig känslig verksamhet som befinner sig inom 6 m från pålentreprenaden. Vid val av massundanträngande pålar behöver behovet av avhjälpande åtgärder för massundanträngning och portrycksuppbyggnad värderas speciellt.

Det förutsätts att det inte sker någon fyllning eller permanent grundvattensänkning på fastigheten. Detta medför påhängslaster på pålarna och reduktion av kapaciteten. Vid behov av uppfyllning över befintliga marknivåer bör påhängskrafter på pålarna värderas.

Omgivande anslutningar såsom markbelastning från entréer etcetera till planerad byggnad kan eventuellt behöva lastkompenseras vid höjning av befintlig terrängyta alternativt att man nyttjar länkplattor för att inte ge upphov till skadliga differenssättningar. Känsligheten för tillskottslaster till följd av uppfyllnader i omgivande mark bör bedömas i detaljprojekteringskedet med laboratorieundersökningar som grund för bedömningen.

Anslutna ledningar till den planerade byggnaden bör vara flexibla och motståndskraftiga mot eventuella deformationer.

### 9.2.3 Parkeringsplatser

Grundläggning av parkeringsplatser bör utformas så att skadliga sättningar inte uppstår och risken för bärighetsbrott värderas.

Behovet av förstärkningsåtgärder för parkeringsplatser ska bedömas i samband med detaljprojektering där laboratorieundersökning utförs på kohesionsjorden för att erhålla en bild av deformationsegenskaper på naturlig jord.

Gräsarmering kan vara aktuellt som förstärkningsmetod, beroende på tolerans avseende differenssättningar.

Vid uppfyllnad ovan befintlig terrängyta kan det finnas behov för lastkompensering med lättfyllnadsmaterial. Vid val av lättfyllnadsmaterial ska risken för upplyftning värderas.

## 9.3 Gator och ledningar

Om gator anläggs i områden med lös kohesionsjord behöver exempelvis krav på differenssättningar samt stabilitetskrav vara tillfredsställande (bruks- och brottgränstillstånd). Behov av ytterligare förstärkningsåtgärder kan värderas i detaljprojekteringskedet då gators slutliga nivåer och planlägen är fastställda.

Utskiftning av organisk jord erfordras och detta medför att utskiftningsdjupet kan variera mellan 0,9 m och 1,8 m jorddjup under befintlig terräng enligt laboratorieresultat från störd provtagning. Omfattning av organisk jord (okulärt bedömt) redovisas i Bilaga B i tillhörande markteknisk undersökningsrapport.

Om ledningarnas underkant skär genom sättningsbenägen kohesionsjord erfordras särskild förstärkningsåtgärd. Rekommendationen är i sådana fall att ledningarna grundläggs med förstärkt

ledningsbädd. Förstärkt ledningsbädd kan exempelvis utföras med geotextil, geonät och 300 mm packat krossmaterial under ledningsbädden. Behovet av avskärmade bentonitskärmar i ledningsbädden upp till markytan ska värderas för att förhindra en permanent sänkning av grundvattenytan med skadliga långtidssättningar som följd.

Gator och ledningars placering bör värderas av geotekniker när anläggningarnas lägen är kända.

Schaktning och återfyllnad bör följa gällande AMA-beskrivning för respektive jordmaterial.

## 9.4 Tjäldjup

Dimensionerande tjäldjup i aktuellt område är bedömt till 1,2 meter. Utskiftning av naturlig jord bör göras minst till detta djup i jordprofiler med tjälfarligt material. Alternativt att konstruktioner isoleras mot tjälnedträngning på ett konstruktivt sätt för att reducera tjälnedträngningen. Detta gäller exempelvis för byggnader, gator och ledningar.

## 9.5 Öppet schakt

Schaktbottenbesiktning ska utföras av geotekniker innan fyllning och grundläggning påbörjas.

Siltigt material har dokumenterats i området. Silt är en flyktig jordart som eroderar kraftigt vid nederbörd och annan yttre påverkan. Det är även en vibrationskänslig samt mycket tjällyftande jordart som vid upptining kan uppvisa bärighetsförlust och kraftig flytbenägenhet.

Vid mäktigare jorrdjup ( $\geq 3,6$  m) där naturlig vattenkvot och flytgräns har utvärderats från störda jordprover i siltig lera har vattenkvoten varit högre än flytgränsen i samtliga provtagningsnivåer. Detta kan vara en indikation på att leran är sensitiv vid mäktigare jorrdjup.

Vid kraftig nederbörd kan slänter behöva täckas och vatten avledas för att reducera påverkan av yttre erosion. Därtill föreligger risk för linsbildning och uppluckring i samband med tjälningprocesser över tid.

Därtill bör risken för schaktbottenuppträckning värderas vid schaktarbeten. Risk för hydraulisk bottenuppträckning bör speciellt beaktas i områden där vatten från underliggande friktionslager kan strömma in i ler- och siltmaterialet. En skiktad jordlagerföljd med sand cirka 2,5 – 3 m.u.my. har observerats i tidigare och nu utförda undersökningspunkter.

Vid schaktarbeten bör generellt också lokal- och global stabilitet mot vägar och andra omkringliggande konstruktioner detaljstuderas. Vid behov av schakt under grundvattenytan ska geotekniker konsulteras.

## 9.6 Erosion

Det bedöms inte råda någon pågående erosion i området.

## 9.7 Sättningar

Risk för skadliga differenssättningar bedöms föreligga vid höjning av befintlig terrängyta på grund av variationer i utbredning av lös kohesionsjord.

Utförda sättningsberäkningar, med ledning av kompletterande laboratorieundersökning på störda prover, visar att 1,2 cm till 6,7 cm totalsättning kan utbildas beroende på beräkningspunkt och lastförutsättningar.

Vid detaljprojektering rekommenderas kompletterande laboratorieundersökningar på ostörda jordprover för att fastställa typ av deformationsegenskaper som grund för bedömning av totalsättningar och differenssättningar om detta är kritiskt i vidare dimensionering. Vid stora lastökningar eller om

differenssättningsvillkor är styrande för byggnader eller övriga anläggningar kan de nuvarande beräknade sättningarna vara på osäkra sidan.

## 9.8 Stabilitet

Det bedöms inte råda några stabilitetsproblem i området med hänsyn till befintlig terräng och förhållanden.

Tillfälliga schakter vid grundläggning och ledningsgravar bör följa råden i "schakta säkert" för säkra släntlutningar i befintliga jordar. Vid avvikelser från rekommendationer i schakta säkert ska geotekniker konsulteras.

## 9.9 Hydrogeologi

Grundvattenytan kan ansättas till att variera mellan 0,7 – 1,5 m under befintlig markyta med ledning av nu och tidigare utförda hydrogeologiska mätningar i området. Bedömt medelvärde i detta skede är cirka 1,0 m under befintlig terräng.

Inget övertryck jämfört med hydrostatiska portrycksförhållanden har registrerats i det undre grundvattenmagasinet, enligt information om utförda mätningar vid upprättandet av denna rapport.

Sandmoränen anses vara permeabel och tillåter infiltration av regn till akviferen. Finsediment i form av lera och silt bedöms utgöra en akvitard (lågpermeabla massor) och kan bromsa perkolationen. Nybildning av grundvatten sker främst genom infiltration och perkolation av regnvatten. Områdets möjlighet för infiltration kommer påverkas av antalet byggnader och asfalterad mark.

En dagvattenutredning rekommenderas för dimensionering av dagvattenhantering då placering av anläggningar och vägar är fastställd.

## 9.10 Markradon

Då jordar underliggande torven i området anses inneha medelhög genomsläpplighet för radongas enligt kartmaterial från SGU bör grundläggning utformas radonskyddat. Detta bör dock verifieras i detaljprojekteringsskedet med markradonmätning.

Markradonmätning bör utföras på schaktbotten vid pålning. Vid val av plattgrundläggning med utskiftning av lös kohesionsjord ska nya fyllnadsjordar under planerade byggnader undersökas för markradon innan grundläggning utförs.

Källare bör vara ventilerade för att reducera risken för ackumulering av radonhalter alternativt andra avhjälpande åtgärder.

Vid normalradonhalt bör byggnader utformas radonskyddat och vid högradonhalt bör byggnader utformas radonsäkert.

## 9.11 Omgivningspåverkan

Omgivande konstruktioner och infrastruktur bedöms kunna påverkas av pålningsarbeten. Bedömning av områdespåverkan med eventuellt övervakningsprogram bör upprättas i samband med val av påltyp.

Vid pålgrundläggning bör det skrivas in i mängdförteckningen att entreprenören ska montera mätpunkter (till exempel markpegel och sättningsdubbar) och utföra mätningar för rörelsekontroll med hänsyn till omgivningspåverkan i samband med grundlägningsarbeten.

Därtill ska regelbundna kontrollmätningar av rörelser utföras med hänsyn till angränsande konstruktioner, ledningar eller övriga anläggningar i samband med grundläggningsarbeten. Området som rekommenderas kontrollerat bedöms innefattas av en cirkel med radien cirka 6 m från pålentreprenaden. För referens ska nollmätning på markpegel och dubbar utföras i god tid innan pålning påbörjas. Mätning ska utföras i horisontal och vertikallängd. Mätresultat ska sammanställas och inrapporteras dagligen till platsansvarig. Entreprenören rekommenderas redovisa mätningarna till beställaren veckovis i diagramform för kontroll av ansvarig geotekniker.

Risikanalyser och kontrollprogram med avseende på vibrationer rekommenderas utföras innan markarbeten påbörjas. Riskanalysen bör även omfatta sprickbesiktning för närliggande byggnader.

Markvibrationer och buller från entreprenadarbeten kan påverka och störa omgivningen.

Permanent grundvattensänkning får ej utföras utan att en utredning gällande omgivningspåverkan utförts samt ansökan om tillstånd för vattenverksamhet inlämnats.

## 9.12 Arbetsmiljö

Innan uppställning av exempelvis pålkranar och kranar, upplag eller andra tunga markbelastningar under byggnationstiden ska anvisningar från ansvarig geotekniker tas fram vad gäller erforderlig markförberedelse såsom förstärkningsbädd med mera.

## 9.13 Kontrollprogram

Schaktnings- och grundläggningsarbeten ska utföras i samråd med geoteknisk sakkunnig. Geoteknisk kontroll ska utföras av geoteknisk sakkunnig enligt upprättat kontrollprogram. Åtgärdsplan med inriktning på avvikande förhållanden så som jordart och dess fasthet ska upprättas och schaktbottenbesiktning utföras innan grundläggningsarbeten påbörjas.

Kontrollprogram upprättas för förskjutningar i mark, för befintliga anläggningar samt för temporära stödkonstruktioner.

Vid pålning ska en pålordning upprättas i samband med kontrollprogrammet. Till pålordningen ska även omfattning av lerproppsdragning beskrivas. Lerproppsdragning ska utföras med augerborr/propprör.

Kontrollprogrammet ska utöver ansvarsfördelning och mätschema även innefatta gränsvärden för tillåtna rörelser, vibrationer och porvattentryck.

## 10 VIDARE ARBETE/ RÅD TILL FRAMTAGANDE AV HANDLINGAR

Denna PM är ett preliminärt projekteringsunderlag för detaljprojektering och eventuellt förfrågningsunderlag i utförandeentreprenad, men kan ej användas som handling i förfrågningsunderlag. Utförda fältundersökningar, rekommendationer i denna PM och vidare geoteknisk projektering vid utförandeentreprenad ska skrivas in i mängdförteckning tillhörande den tekniska beskrivningen i samråd med geotekniker. Detaljprojekteringsorganisation ska bestå av en geotekniker som stödfunktion vid tolkning av denna PM.

Vid totalentreprenad kan denna handling medfölja som informationsunderlag till totalentreprenör.

Entreprenören ska ha med en geotekniker i sin organisation, oavsett entreprenadform för att kunna följa upp säker schakt, besiktningar, grundlösningar etcetera. Krav på detta ska skrivas in i förfrågningsunderlaget.

Vid detaljprojektering, när placering av byggnad och övriga anläggningar har fastställts, ska behovet av laboratorieundersökningar värderas för att säkerställa typ av jordart och deformationsegenskaper på naturlig jord. Inom ramen för denna utredning ansätts 60 % i flytgräns vid utvärdering i programvaran

Conrad. Vid detaljprojektering bör kompletterande laboratorieundersökningar utföras för att fastställa eller verifiera den för närvarande valda flytgränsen på naturligt lagrad kohesionsjord.

Behovet av fortsatta grundvattenmätningar i området bör värderas för att prognosticera grundvattennivåer över tid.

## **Bilaga A – Sammanställning valda värden**

