Krontorp 1:1 m.fl., Mariestad

Översiktlig geoteknisk undersökning

PM 1 Geoteknik

Beställare
Donia AB
Sankt Paulsgatan 2
118 46 Stockholm

Upprättad av
BGK AB
Gunnar Karlsson Bygg- och Geokonstruktioner AB
Torsgatan 10
560 30 HUSKVARNA

Janne Svensson

Granskad av

Gunnar Karlsson

Innehåll

1 Objekt och ändamål **3**
2 Underlag för PM 1 Geoteknik **3**
3 Geotekniska förhållanden **3**
4 Geohydrologiska förhållanden **4**
5 Dimensioneringsförutsättningar **4**
5.1 Grundläggning av byggnader *4*
6 Markarbeten, beskrivning **5**
6.1 Jordschakt *5*
6.2 Bergschakt *5*
6.3 Fyllning och packning *6*
7 Dimensionering av hårdgjorda ytor mm **6**
8 Miljötekniska förhållanden **6**
8.1 Radonmätning *6*
8.2 Radonåtgärder *6*
8.3 Markföroreningar *7*

Bilagor

Sammanställning av miljöanalyser bilaga 1, 1 sida

1 Objekt och ändamål

På uppdrag av Pero Popovski i Stockholm har en geoteknisk undersökning utförts för rubricerat objekt. Undersökningens syfte har varit att översiktligt kontrollera jordens geotekniska egenskaper för byggnationer samt översiktlig kontrollera om föroreningar förkommer i marken.
Alla kommentarer, anvisningar mm baseras på vad som framkommit vid fältundersökningen. Som alltid vid grundundersökningar kan finnas ställen där markförhållandena skiljer sig från vad som framkommit nu.

2 Underlag för PM 1 Geoteknik

Följande underlag har använts vid upprättandet av detta projekteringsunderlag:

- *Geoteknisk undersökning för Krontorp 1:1 m.fl., Mariestad "Markteknisk undersökningsrapport, MUR", upprättad av BGK AB, Arb. nr. 2023–121, daterad 2023-07-12.*

Hänsyn till ovan nämnda material har tagits i samband med upprättande av detta PM 1 Geoteknik.

3 Geotekniska förhållanden

Nordöstra delen

Denna del av undersökt område består av åkermark. Jorden består från markytan räknat av mulljord på sand som underlagras av siltig lera som vilar på berg eller ett tunt moränskikt ovan berg.
Mulljordens mäktighet i provtagningspunkterna är ungefär 0,4 meter.
Sanden som förekommer under mulljordsskiktet förekommer i fraktionerna mellan- och finsand. Mäktigheten är mellan 0,15 och 0,9 meter i provtagningspunkterna. Sandens relativa fasthet är mycket låg till medelhög. CPT-sonderingarna visar ett spetstryck mellan ca 3 och 7 MPa i sanden.
Leran undersanden innehåller silt. I övre delen av lerskiktet förekommer torrskorpa i några punkter. Uppmätta vattenkvoter ligger mellan 18 och 55 %. Konflytgränsen ligger mellan 27 och 54 %. Den odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats med hjälp av program Conrad till ca 15 kPa som lägst. Den siltiga leran bedöms vara överkonsoliderad med ungefär 25 kPa.
Under leran finns ett mindre skikt med sandmorän.
Förmodat berg har påträffats på djup mellan 2,5 och 3,5 meter under markytan i de sonderade punkterna. Berg kan som alltid förekomma på andra djup mellan borrpunkterna.

Sydvästra delen

Inom denna del av undersökt område har tidigare funnits en byggnad som omgetts av grus- och ev asfaltytor. Jorden består från markytan räknat av fyllning eller mulljord på sand som underlagras av lera som vilar på berg eller ett tunt moränskikt ovan berg.
Fyllningen som har en mäktighet på 0,1 á 0,6 meter består av mull, sand, grus och sten. Mulljordens mäktighet i provtagningspunkterna är ungefär 0,4 meter.
Sanden som förekommer under mulljord och fyllningar har en mäktighet mellan 1,3 och 1,4 meter i provtagningspunkterna. Sandens relativa fasthet är mycket låg till medelhög. CPT-sonderingarna visar ett spetstryck mellan ca 3 och 7 MPa i sanden.
Vid punkterna 2309 och 231 förekommer ingen sand över leran utan istället ett mindre torvskikt som har en mäktighet mellan 0,2 och 0,3 meter.
Leran undersanden innehåller silt. I övre delen av lerskiktet förekommer torrskorpa i några punkter. Uppmätta vattenkvoter ligger mellan 29 och 65%. Konflytgränsen

ligger mellan 27 och 54 %. Den odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats med hjälp av program Conrad till ca 15 kPa som lägst. Den siltiga leran bedöms vara överkonsoliderad med ungefär 25 kPa.
Under leran finns ett mindre skikt med sandmorän.
Vid punk 2306 påträffades berg vid 8 meters djup under markytan.

4 Geohydrologiska förhållanden

I tre punkter har grundvattenrör installerats med spetsen placerad i moränen under leran. Vid två av dessa punkter har även ett rör installerats i sanden strax över leran. Pejling av grundvattennivån utfördes i 5 öppna grundvattenrör 2023-06-28, 3 dagar efter installationen av grundvattenrören med resultat enligt nedan.

Punkt	Pejlat datum	GW m.u.my	GW nivå
GWR2302	2023-06-28	1,57 m	+72,97
GWR2307A	2023-06-28	0,93 m	+73,11
GWR2307B	2023-06-28	0,85 m (torrt)	+73,19 (torrt)
GWR2308A	2023-06-28	2,41 m	+72,48
GWR2308B	2023-06-28	1,08 m	+73,81

I de djupa rören placerade i moränen under leran ligger grundvattennivån mellan 0,93 och 2,41 meter under markytan motsvarande nivåer mellan +73,11 och +72,48.
I de grunda rören placerade i sanden strax ovan leran förekommer vatten i rör GWR2308B vid 1,08 meter under markytan motsvarande nivån +73,81. Vid det andra grunda röret i punkt GWR2307B var röret torrt vid 0,85 meter under markytan motsvarande nivån +73,19. Sanden är sannolikt en sjunkzon för vattnet. Vid nederbörd stannar vattnet i sanden eftersom leran därunder har mycket låg permeabilitet och infiltrationen går mycket långsamt.
Pejlingen är utförd under en period med grundvattennivåer under de normala enligt SGU.
Grundvattennivåer varierar med nederbörd och årstider.

5 Dimensioneringsförutsättningar

5.1 Grundläggning av byggnader

Förekommande siltig lera med relativt låg odränerad skjuvhållfasthet ger upphov till tämligen stora deformationer (sättningar) vid byggnation av t ex industribyggnader. Mot bakgrund av detta bedöms sådana byggnader behöva grundläggas på pålar, även golv kan behöva pålas beroende på laster. Eftersom djupet till berg är relativt små blir pålarnas längder inte särskilt stora. Slagna stålpålar bedöms preliminärt var mest kostnadseffektivt att använda.
Där djupet till berg är litet kan urgrävning vara ett alternativ. Då grävs all lera bort och ersätts med skiktvis packad fyllning av friktionsjord. Grundläggning av byggnader kan sedan ske med utbredda plattor på packad fyllning.
Lättare byggnader som t ex enplans villor kanske kan grundläggas på mark. För att kunna bestämma detta krävs mer omfattande undersökning med ostörd provtagning av lera för analys på laboratorier av bl. a moduler och konsolideringsgrad.
Kompensationsgrundläggning är en metod som används ibland för att minska belastningen på marken vilket eventuellt kan vara ett alternativ beroende på vad ostörda jordprover visar för resultat. Om marknivå behöver höjas genom uppfyllning

tillkommer lasten från den jorden också och möjligheten till grundläggning på mark minskar.
I samband med projektering när byggnaders utformning och placering är bestämd kan mer detaljerad undersökning utföras för bestämning av grundläggningsmetod.

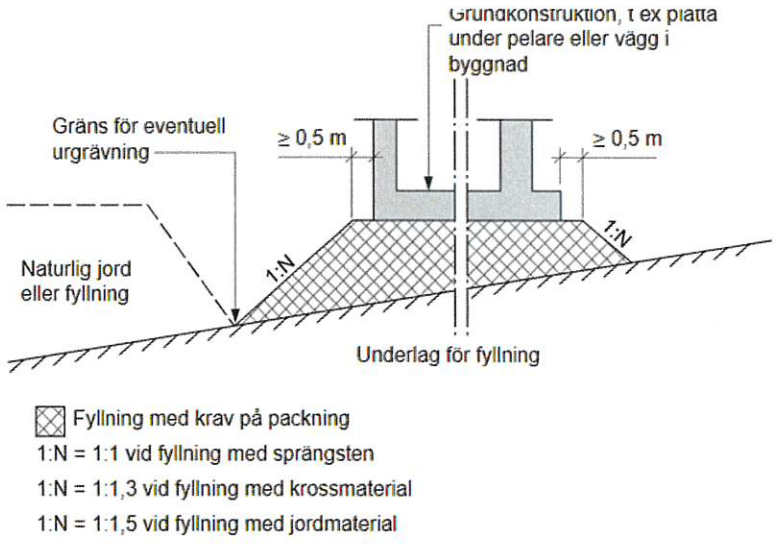
Tjälskyddad grundläggning krävs i siltig lera. För byggnaders golv i marknivå utläggs dräneringslager minst 200 mm makadam eller singel 8–32 för att erhålla en stabil bädd att gjuta golvet mot. Dränering runt byggnaden utförs med dräneringsrör med utlopp till nytt eller befintligt dagvattensystem.
Erforderlig värmeisolering med kapillärbrytande markskivor av cellplast anbringas. För att erhålla en effektiv fuktspärr kan betongplattan gjutas mot en plastfolie.
Markplaneringen utvändigt görs så att tillfredsställande marklutning erhålls från byggnader och ytlig avvattning anordnas av angränsande planer mm.

6 Markarbeten, beskrivning

6.1 *Jordschakt*

Vid jordschakt för byggnader (vid urgrävning) avlägsnas all mulljord, löst lagrad jord, gamla fyllningar och lera ner till fast lagrad sandmorän.
Schakten utdras i plan utanför byggnader enligt anvisningar i AMA Anläggning 20 kap. CEB.2 och nedanstående figur.

Fyllning för grundläggning av byggnad, golv och dylikt ska utföras enligt figur AMA CEB.2/1.



Figur AMA CEB.2/1. Omfattning av packad fyllning för grundläggning av byggnad, golv o d

Tillfälliga schaktslänter beräknas stå i lutning 1:2 ner till grundvattennivån. Vid schakt och grundarbeten måste grundvattennivån vara avsänkta till minst 0,5 m under schaktbotten. Mark närmast schakten får inte belastas med jordmassor eller maskiner på ett avstånd av en gång schaktdjupet räknat från kanten på schakten. Schaktslänter rensas från sten och block. Vid riklig nederbörd kan schaktslänter behöva täckas med presenningar för att motverka nedrinnande jord i schakten. Allt schaktarbete ska utföras enligt skriften "*Schakta säkert*" 2015 års utgåva.

6.2 *Bergschakt*

Vid eventuellt bergschakt för byggnader rensas bergytan från all jord. Bergschakt för grundläggning utförs enligt AMA Anläggning 20 kap. CBC. 211. Bergrensning

utförs enligt kap. CBC. 21. Sprängbotten packas och tätas enligt kap. CEE. 12 och CEE. 121.

6.3 Fyllning och packning

Packad fyllning utförs med friktionsjord som packas i skikt för grundläggningen till terrassnivåer enligt anvisningar i AMA Anläggning 20 kap. CEB.212 och tabell CE/4. För att inte riskera dåligt resultat av arbetet med packad fyllning krävs att arbetet leds av personal med kunskap och erfarenhet av denna typ av arbete.

7 Dimensionering av hårdgjorda ytor mm

Hårdgjorda ytor dimensioneras efter materialtyp 5A och tjälfarlighet klass 4 enligt AMA Anläggning 20, tabell C/1.

8 Miljötekniska förhållanden

8.1 Radonmätning

Radonmätningar är utförda i 5 punkter. Resultaten visar på halter mellan 2 och 16 kBq/m³ jordluft. Med dessa halter i förekommande jord klassa marken som låg- till normalradonmark.

8.2 Radonåtgärder

Vid normalradonmark ska byggnader utföras minst radonskyddat. Detta innebär att hål mot marken i konstruktionen inte får förekomma och att risken för sprickbildning i golv och väggar under mark måste beaktas.
Byggnader kan i regel utföras med gängse byggnadssätt. Genom skärpt uppmärksamhet så att byggnaden projekteras och byggs så att inte sprickor och andra otätheter uppstår mot marken erhålls skydd mot inläckande jordluft. Vid platta på mark rekommenderas att golvplattan armeras för minst måttlig sprickviddsbegränsning.
Genom att placera dräneringsslangar i dräneringsskiktet under betongplattan kan man i framtiden koppla till en utsugsfläkt som skapar ett undertryck så att radonhaltig luft i marken evakueras. För att skapa ett undertryck krävs att omsorgsfull motfyllning göras runt betongplattan. Detta förhindrar kall luft att vintertid sugas in under plattan som kan ge tjälproblem.
En väl fungerande ventilation minska också radonhalten i inomhusluften. Tillförda jordmassor bör vara radonkontrollerade.

8.3 *Markföroreningar*

I samband med fältarbetet har jordprover tagits ut i 4 punkter för analys av oljor och metaller. Jordprovtagningen utfördes med hjälp av borrvagn och 82 mm skruvprovtagare. Jorden lades i tätslutande glasburkar och förvarades i kylväska vid hemtransporten.
Jord har tagit ut i följande punkter och nivåer, ett prov från varje punkt har skickats för analys.

Punkt	Nivåer	Skickade prover, nivå
2301	0,0-0,5/ 0,5–1,0/ 1,0–1,35	0,5-1,0 (åkermark)
2305	0,0-0,5/ 0,5–1,1/ 1,1–1,5	0,5-1,1 (åkermark)
2308	0,0-0,5/ 0,5–1,0/ 1,0–1,6	0,0-0,5 (fyllning)
2309	0,0-0,6/ 0,6–1,0/ 1,0–1,5	0,0-0,5 (fyllning)

Proverna har skickats till SGS i Linköping för analys på oljor och metaller. SGS analyspaket ORGNV, M13NV har använts.
Resultaten från analyserna har sammanställt i bifogad bilaga 1. Analyserna visar att Alifater >C16-C35 har överskridit det generella gränsvärden för KM (känslig markanvändning) vid punkt 2309. Övriga punkter visar inte på några föroreningar.

Gunnar Karlsson Bygg- och Geokonstruktioner AB

Sammanställning av miljöanalyser

Bilaga 1

Krontorp 1:1 m.fl., Mariestad

Arb nr 2023-121

Datum 2023-07-11

Punkt nummer:	2301				2305				2308				2309			
Djup, meter under markytan:	0,5-1,0				0,5-1,1				0,0-0,5				0,0-0,5			
Alcontrols analyser	Resultat mg/kg TS	Generella riktvärden KM	Generella riktvärden MKM	Mät-osäkerhet	Resultat mg/kg TS	Generella riktvärden KM	Generella riktvärden MKM	Mät-osäkerhet	Resultat mg/kg TS	Generella riktvärden KM	Generella riktvärden MKM	Mät-osäkerhet	Resultat mg/kg TS	Generella riktvärden KM	Generella riktvärden MKM	Mät-osäkerhet
Torrsubstans	82,7%			±8,27	79,3%			±7,93	93,2%			±7,32	58,4%			±5,84
Alifater > C5-C8	1,2	25	150	±0,54	1,2	25	150	±0,54	1,2	25	150	±0,54	1,2	25	150	±0,54
Alifater > C8-C10	2	25	120	±0,6	2	25	120	±0,6	2	25	120	±0,6	2	25	120	±0,6
Alifater > C10-C12	10	100	500	±3	10	100	500	±3	10	100	500	±3	10	100	500	±3
Alifater > C12-C16	10	100	500	±3	10	100	500	±3	10	100	500	±3	10	100	500	±3
Alifater summa > C5-C16	10	100	500		10	100	500		10	100	500		10	100	500	
Alifater> C16-C35	10	100	1000	±3	10	100	1000	±3	10	100	1000	±4,5	360	100	1000	±110
Aromater > C8-C10	1	10	50	±0,3	1	10	50	±0,3	1	10	50	±0,3	1	10	50	±0,3
Aromater > C10-C16	1	3	15	±0,3	1	3	15	±0,3	1	3	15	±0,3	1	3	15	±0,3
Aromater > C16-C35	1	10	30	±0,3	1	10	30	±0,3	1	10	30	±0,3	1	10	30	±0,3
Bensen	0,003	0,012	0,04	±0,0015	0,003	0,012	0,04	±0,0015	0,003	0,012	0,04	±0,0015	0,003	0,012	0,04	±0,0015
Toluen	0,1	10	40	±0,04	0,1	10	40	±0,04	0,1	10	40	±0,04	0,1	10	40	±0,04
Etylbensen	0,1	10	50	±0,03	0,1	10	50	±0,03	0,1	10	50	±0,03	0,1	10	50	±0,03
Xylener	0,1	10	50		0,1	10	50		0,1	10	50		0,1	10	50	
TEX, summa	0,15				0,15				0,15				0,15			
Acenaften	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Acenaftylen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Naftalen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
PAH-L, summa	0,03	3	15		0,03	3	15		0,03	3	15		0,03	3	15	
Antracen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Fenantren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Fluorantren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Fluoren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Pyren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
PAH-M, summa	0,05	3,5	20		0,05	3,5	20		0,05	3,5	20		0,05	3,5	20	
Benso(a)antracen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Benso(a)pyren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Benso(b)fluoranten	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Benso(k)fluoranten	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Benso(ghi)perylen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Shrysen/Trifenylen	0,03			±0,012	0,03			±0,012	0,03			±0,012	0,03			±0,012
Dibenso(a,h)antracen	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009	0,03			±0,009
PAH-H, summa	0,08	1	10		0,08	1	10		0,08	1	10		0,08	1	10	
PAH, summa cancerogena	0,2				0,2				0,2				0,2			
PAH, summa övriga	0,3				0,3				0,3				0,3			
Antimon, Sb	1	12	30	±0,70	1	12	30	±0,70		12	30	±0,70		12	30	±0,70
Arsenik, As	2,5	10	25	±1,6	2,5	10	25	±1,6	2,5	10	25	±1,6	2,5	10	25	±1,6
Barium, Ba	20	200	300	±4	10	200	300	±3	20	200	300	±4	60	200	300	±12
Bly, Pb	2,5	50	180	±1,2	2	50	180	±1,2	5,3	50	180	±1,2	16	50	180	±3,2
Kadmium, Cd	0,2	0,8	12	±0,14	0,2	0,8	12	±0,14	0,2	0,8	12	±0,14	0,25	0,8	12	±0,14
Kobolt, Co	1,4	15	35	±0,55	0,68	15	35	±0,55	1,9	15	35	±0,55	2	15	35	±0,55
Koppar, Cu	2	80	200	±1,1	2	80	200	±1,1	4	80	200	±1,1	20	80	200	±4
Krom, Cr	3,2	80	150	±1,1	1,9	80	150	±1,1	4,7	80	150	±1,1	5,8	80	150	±1,2
Kvicksilver, Hg	0,02	0,25	2,5	±0,020	0,02	0,25	2,5	±0,020	0,026	0,25	2,5	±0,020	0,023	0,25	2,5	±0,020
Molybden, Mo	0,4	40	100	±0,34	0,4	40	100	±0,34	0,4	40	100	±0,34	0,4	40	100	±0,34
Nickel, Ni	2,5	40	120	±1,3	1,6	40	120	±1,3	4,1	40	120	±1,3	5,7	40	120	±1,3
Vanadin, V	6,4	100	200	±1,3	3,2	100	200	±1	8,6	100	200	±1,7	8	100	200	±1,6
Zink, Zn	13	250	500	±2,6	6,7	250	500	±1,3	16	250	500	±3,2	120	250	500	±24

Förklaringar	
	= under generella riktvärden
	= över generela riktvärden

Enligt naturvårdsverket tabell publicerad november 2022

***Känslig markanvändning** , KM, där markkvaliteten inte begränsar val av markanvändning. Alla grupper av människor (barn, vuxna, äldre) kan vistas permanent inom området under en livstid. De flesta markekosystem samt grundvatten och ytvatten skyddas.*

***Mindre känslig markanvändning** , MKM, där markkvaliteten begränsar val av markanvändning till t. ex. kontor, industrier eller vägar. De exponerade grupperna antas vara personer som vistas i området tillfälligt. Markkvaliteten ger förutsättningar för markfunktioner som är av betydelse vid mindre känslig markanvändning. Grundvatten på ett avstånd av cirka 200 meter samt ytvatten skyddas.*

För detaljerade uppgifter se MUR bilagor: SGS rapporter 23282264, 23282265, 23282266, 23282268,