

Bastekärr

PM Geoteknik 1

Grundläggningsförhållanden vid Bastekärr



Michael Svensson

2011-05-16

Dokumenttyp	Dokumentidentitet	Rev. nr.	Rapportdatum	Uppdragsnummer	
PM	PM GEO 1	1	09/05/16	3248100	
Författare Michael Svensson		Uppdragsnamn Grundläggningsförhållanden vid Bastekärr			
Beställare Reinertsen		Granskad av Birger Back			
		Godkänd av Johan Nissen			
Delgivning				Antal sidor 10	Antal bilagor 3

Grundläggningsförhållanden vid Bastekärr

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 BAKGRUND OCH UPPDRAG.....	3
2 TOPOGRAFI, MATERIALPARAMETRAR OCH JORDLAGERFÖLJD.....	4
2.1 Topografi.....	4
2.2 Materialparametrar.....	4
2.3 Jordlagerföljd.....	4
3 DIMENSIONERANDE PARAMETRAR.....	5
3.1 Skjuvhållfasthet.....	5
3.2 Kompressionsegenskaper.....	6
4 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	6
4.1 Grundvattensänkning.....	7
4.2 Ytvatten.....	7
4.3 Portryck.....	7
5 GRUNDLÄGGNING AV PLANERADE ANLÄGGNINGAR OCH YTTRE PLANER.....	7
5.1 Markens bärförmåga.....	7
5.2 Sättningar.....	8
6 GRUNDLÄGGNING AV PLANERADE ANLÄGGNINGAR, VÄGAR OCH YTTRE PLANER.....	9
6.1 Grundläggning av planerade anläggningar.....	10
6.2 Vägar och yttre planer	10
7 BILAGOR.....	10

1 BAKGRUND OCH UPPDRAG

Vattenfall Power Consultant har på uppdrag av Reinertsen utfört en geoteknisk undersökning och bedömning av grundläggningsförhållandena inför avjämning av en tomt i Bastekärr. En översiktsplan över området kan ses i illustration 1 nedan.

Fältarbetet har utförts av fältgeotekniker Anders Bokvist, Bohusgeo, i mitten av april 2011. Syftet med undersökningarna har varit att skapa ett underlag för bedömning av de geotekniska förhållandena och att ta fram dimensioneringsförutsättningar för grundläggning av fundamenten, byggnaden, vägar och yttre planer.

I nuläget ligger ett massupplag med sprängsten i mitten av tomten med en mäktigheten på ca 2-3 m.

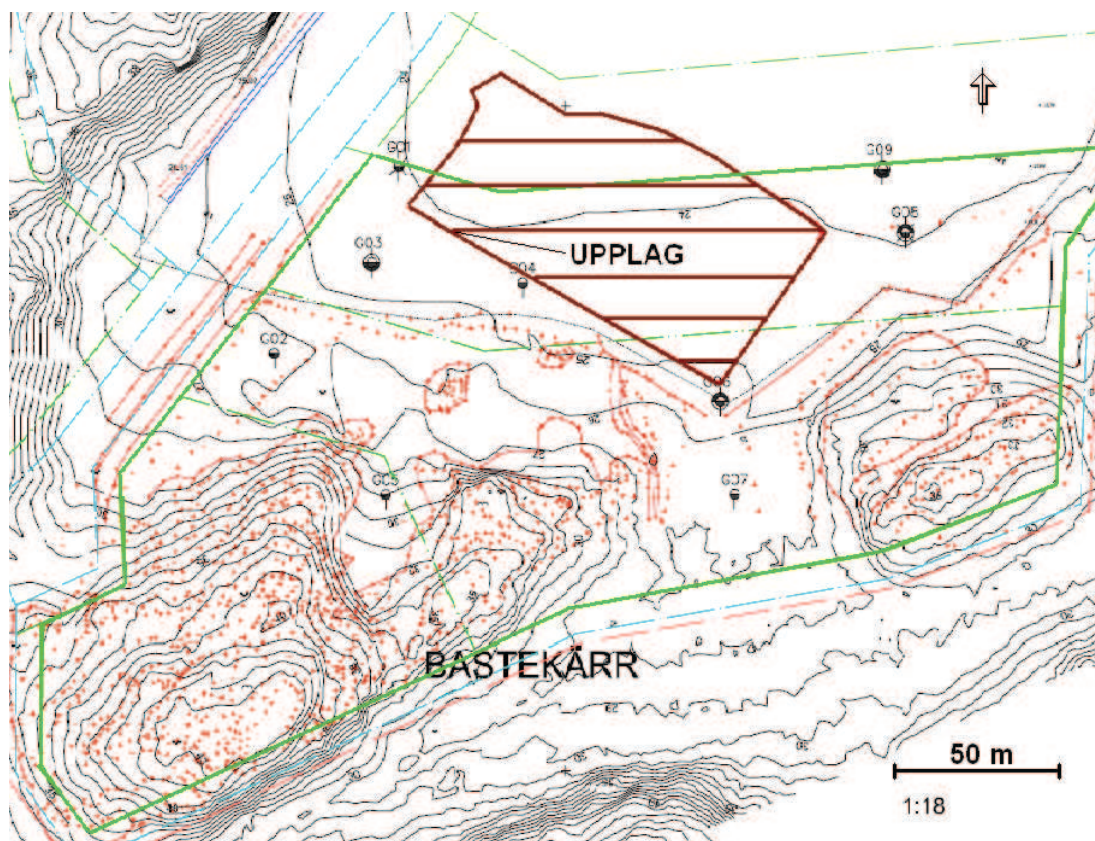


Illustration 1: Översiktsplan över tomten som visar ett befintligt massupplag inringat i rött och tomtgränsen i heldraget grönt.

2 TOPOGRAFI, MATERIALPARAMETRAR OCH JORDLAGERFÖLJD

2.1 Topografi

Området utgörs av ett sluttande berg i dagen som gränsar till en relativt flack leråker som sluttar svagt norrut.

2.2 Materialparametrar

Materialparametrar är hämtade ur Bohus Geo rapport: "Rgeo 2011-04-28". (Bilaga 1) Sammanfattningsvis gjordes borrhning i 9 olika punkter, varav:

- 9 trycksonderingar,
- 2 vingförsök (typ Geotech),
- 3 störda 100 mm skruvprover,
- 4 ostörda jordprov med kolvprovtagare.

Utöver detta utfördes följande laboratorieundersökningar :

- 4 rutinundersökningar på de ostörda proverna (bestämning av jordart, skrymdensitet, vattenkvot, sensitivitet, flytgräns och skjuvhållfasthet)
- Jordartsbestämning och vattenkvot på skruvproverna
- CRS (Constant Rate Strain) på de 4 kolvproverna.

2.3 Jordlagerföljd

Under en ytjord av lerig silt/sand ligger ca 1-2 m torrskorpelera, underlagrat av lös lera som vilar på fast jord eller berg. Lermäktigheten varierar mellan ca 2-17 m. Ställvis ligger ca 2-3 m fyllning av bergmassor.

Vid borrhål 1, där rutinundersökning utfördes, noterades lera av mycket kvick karaktär vid labprov. En sammanfattning av undersökningarna återfinns i tabell 1. Se även bilaga 1.

Tabell 1: Borrhålstyp och resultat. Läge för borrhålen återfinns i Bilaga 1.

Borrhål	Sonderingstyp	Djup till fast botten/berg	Grundvattenyta
G01	Tr, Vb, Kv, Skr	17.5 m	
G02	Tr	5.5 m	
G03	Tr	13 m	
G04	Tr	7 m	
G05	Tr	2 m	
G06	Tr, Skr	13.5 m	0.7 m
G07	Tr	12 m	
G08	Tr, Vb, Kv, Skr	8 m	
G09	Tr	15 m	

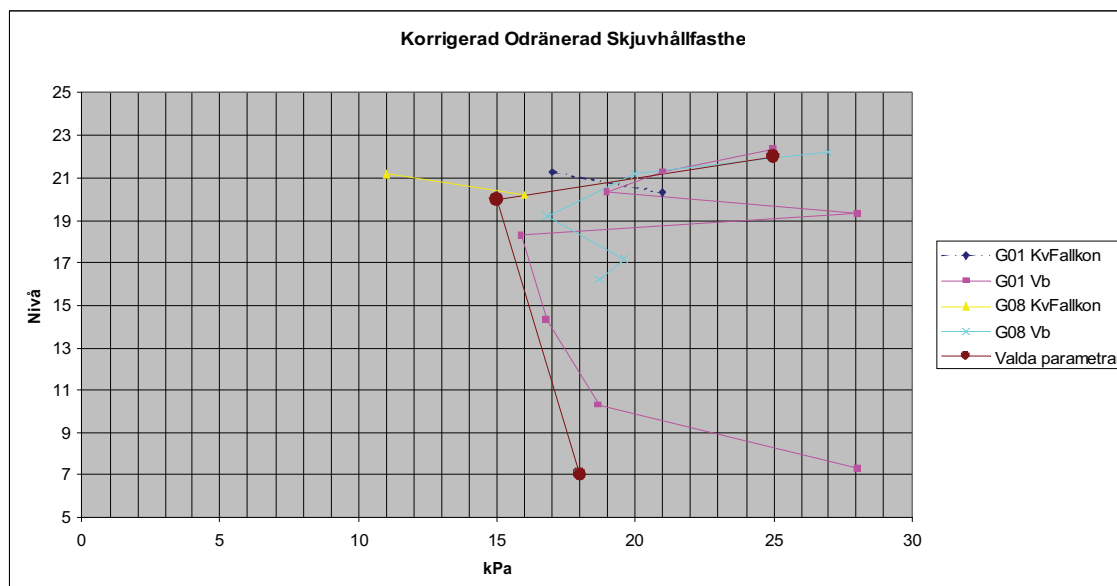
3 DIMENSIONERANDE PARAMETRAR

Fält och lab-arbetet ledde fram till bl.a skjuvhållfastheter och E-moduler för leran.

3.1 Skjuvhållfasthet

Skjuvhållfastheten är utvärderad från två vingförsök och två konförsök. Detta i två borrhål, G01 och G08. De uppmätta skjuvhållfastheterna har korrigerats enligt svensk praxis och presenteras i diagrammet på nästa sida.

Då konflytsgränsen, W_L , endast mätts vid 4 tillfällen (28-44%) har resten antagits till den säkra sidan (i detta fall W_L på 50%).



Valda beräkningsparametrar för skjuvhållfastheten i nedanstående tabell. (Material – partialfaktor $\gamma_m = 1.5$ i brottgränstillstånd):

Skjuvhållfasthet	
Djup (m)	C_{ud} (kPa)
2	25
4	15
17	18

3.2 Kompressionsegenskaper

Fyra kolvprover togs och analyserades av Bohusgeo genom ödometerförsök av typ CRS. Dock var ett av proven stört pga skalrester i leran. Därför har ej dessa resultat medtagits i utvärdering av parametrar. Pga att ej några djupare kolvprover tagits antages att modulerna ovan gäller även på djupet.

Ödometer - CRS				
Borrhål	Djup (m)	M_0 (kPa)	M_L (kPa)	σ'_c (kPa)
G01	3	/	620	60
	4	2500	580	83
G08	3	3200	350	76
	4	4000	360	100
Medel		3230	430	86

Med M_0 menas modulen för leran upp till spänningar som motsvarar σ'_c . Därefter gäller modulen M_L . Sättningarna för M_0 kommer ske nästan direkt medan M_L sättningarna kommer ta många år att utveckla sig.

Leran är överkonsoliderad med ca 50 kPa.

4 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Grundvattenytan noterades enbart i en punkt (G06) och låg vid undersökningstillfället ca 0.7 m under markytan. Denna kan förutsättas följa markytan för lerakern. Trots de relativt branta omgivande bergen noterades ej något artesisikt grundvatten.

4.1 Grundvattensänkning

Vid schakt under grundvattenytan behöver grundvattenytan sänkas till minst 0.5 m under schaktbotten. Detta kan göras med hjälp av en eller flera sänkbrunnar alternativt med s.k wellpoints. Schakter under grundvattenytan föreslås ske i begränsad omfattning. Grundvattenytan fluktuerar naturligt under året, så eventuellt behövs ingen åtgärd för grundvattensänkning om schaktarbetet sker på en sådan årstid då grundvattenytan befinner sig på mer än 0.5 m under schaktbotten.

Ett dränerande lager av grus eller krossmaterial skall läggas under betongkonstruktioner.

4.2 Ytvatten

Yt- och grundvatten från bergsidan föreslås ledas bort med överdiken, som leds förbi det aktuella området i öppna diken.

4.3 Portryck

Portryck föreslås kontrolleras om grundläggning med plattor på fyllningen blir aktuellt.

5 GRUNDLÄGGNING AV PLANERADE ANLÄGGNINGAR OCH YTTRE PLANER

5.1 Markens bärförmåga

Fyllning och grundläggning av vägar för området indelas i Geoteknisk Kategori 2 (GK2).

Enligt Eurocode EN1997-1 ska bärförmågan uppfylla villkoret : $R_d > V_d$. Detta innebär att bärförmågan skall vara större än aktuell dimensionerande last.

Som referens kan sägas att i de svenska tillämpningsdokumenten till eurokoderna får dimensionerande grundtrycksvärde för en fast lera ($C_u > 50 \text{ kPa}$) sättas till 100 kPa för geoteknisk kategori 1 som schablonvärde. Dock är leran i detta fallet betydligt lösare, dessutom med en sensitivitet över 50. Därför ska säkerhetsklass 3 (SK3) användas vid släntstabilitets- och bärighetsfrågor. Vilket innebär "stor risk för allvarliga personskador".

Markens bärförmåga beror till stor del på vilken typ av konstruktion som påförs markytan, dess styvhet, dimensioner osv. Därför har detta indelats i två olika frågor:

- hur mycket bergkross som går att fylla på marken?
- hur skall en mindre väg grundläggas på leran?

För båda dessa fall är det den odränerade bärigheten som blir den kritiska. Både väg och fyllnad förutsätts läggas direkt på terrassen. Beräknat maximalt grundtryck blir för dessa 45 kPa.

Detta motsvarar ungefär 1.2 m kross med 20 kPa trafiklast. Eller något högre ca 2 m fyllning, om ingen annan last förekommer.

För utförlig beskrivning av beräkningarna se bilaga 2 samt Eurocode 1997:1.

5.2 Sättningar

Leran är överkonsoliderad med ungefär 50 kPa. En grundregel brukar vara att större delen av sättningarna från laster under 80% av σ'_c utbreder sig fort, medan laster utöver förkonsolideringstrycket tar betydligt längre tid att utvecklas. Då de sekundära sättningarna (krypsättningar) ökar dramatiskt för nivåer nära eller över 80% av förkonsolideringstrycket. För så små laster som 20 kPa bör alltså sättningstiden vara relativt kort.

Sättningarna varierar med lermäktigheten, sättningarna blir mindre när mäktigheten är mindre osv. Dessutom utvecklas sättningarna betydligt fortare i grund lera jämfört med djup.

Sättningarna nedan är för en 8 m bred väg.

Last	Sättning 17 m lera	Sättning 10 m lera
20 kPa	5-7 cm	3-5 cm
40 kPa	9-13 cm	7-9 cm
60 kPa	30-35 cm	25-30 cm

Däremot laster större än ca 40-50 kPa, blir sättningarna större - och tar längre tid att utveckla sig. Fylls en stor plan istället för bara en väg, blir lastspridningen mot djupet betydligt mindre och sättningarna blir därmed större.

Sättnings tidsberoende är svårt att uppskatta och beror bl a på vilka dräneringsförhållanden som föreligger, men nedan ges resultaten av en överslagsberäkning för området. Förutsatt 17 m lerlager, 60 kPa last (8m bred väg) samt att leran är dränerad både uppifrån och nedifrån (vilket är en gissning).

Tid	Sättning
1 mån	4 cm
6 mån	6 cm
1 år	7 cm
2 år	10 cm
5 år	16 cm
25 år	30 cm

De beräknade sättningarna ovan är teoretiska och verkliga sättningar bör användas för att kalibrera modellen, då sättningar beror på så många olika faktorer. Upplaget som idag ligger på tomten bör mätas in vid flera tillfällen för att se hur sättningarna för denna utvecklats sig. Genom de resultaten kan sedan en mer utförlig modellering av lerans kompression utföras.

6 GRUNDLÄGGNING AV PLANERADE ANLÄGGNINGAR, VÄGAR OCH YTTRE PLANER

Ytjorden består av silt och är flytbenägen vid schakt och fyllning under och efter nederbördsrika perioder. Grundläggning av anläggningar, vägar och yttre planer ska dimensioneras för en terrass av siltig lera tillhörande materialtyp 5A och har tjälfarlighetsklass 4 enligt AMA Anläggning 07.

På grund av den låga bärförmågan föreslås s.k kompensationsgrundläggning, där tung lera schaktas bort och ersätts med lättfyllning t ex LECA, lättklinker eller cellplast.

Det finns dock flera nackdelar med detta: den starkaste delen av leran, torrskorpan, tages bort. Cellplasten är lätt och väldigt effektiv till detta men kan ge problem med t ex spårbildning i vägar då denna har låg E-modul. Cellplast kan också "flyta" om portrycken ökar, därför måste portrycken undersökas mer om cellplast ska användas. Under byggnader kan användning av cellplast bli aktuellt.

Lättklinker väger betydligt mer än cellplast och är därmed inte lika effektiv på att kompensera last, men den är inte lika farlig mot upplyftning som cellplast. Denna metod passar bra till fyllnad för vägar.

6.1 Grundläggning av planerade anläggningar

Grundläggning av uppvärmda byggnader och fundament skall utföras på frostfritt djup alternativt isoleras. Komprimerad fyllning av kross eller grus bör användas, underlagrat av en geotextil vid grundläggning av hus och fundament.

Grundläggning utförs med plattor med ett tillåtet grundtryck av 45 kPa för sättningsokänsliga fundament inkl vikten från fyllnadsmassor.

För tyngre, eller sättningskänsliga, anläggningar bör fundamenten stödpålas. Försiktig pålning krävs på grund av lerans kvicka karaktär i området därför måste all pålning eller vibrationsalstrande arbete göras med försiktiga metoder.

Grundläggningen i detalj utformas av konstruktör och geotekniker i samverkan när byggnaders utformning, läge och belastningar bestämts. Arbetsberedning bör tas fram i samråd med geotekniker.

6.2 Vägar och yttre planer

Vägar och yttre planer inom området dimensioneras för en terrass av siltig lera tillhörande materialtyp 5A och har tjälfarlighetsklass 4 enligt AMA Anläggning 07.

Vägar föreslås få slitlager av grus för att möjliggöra enkel justering på grund av framtida sättningar.

7 BILAGOR

Bilaga 1: Bohusgeo Rgeo

Bilaga 2: Beräkningar av bärförmåga för marken

Bilaga 3: Beräkningar av sättningar