

## **Hövik 3:23**

Höviksnäs, Tjörns kommun  
Släntstabilitetsutredning

## **Projekterings-PM/Geoteknik**

**Uppdragsansvarig:** Henrik Lundström

**Handläggare:** David Palmquist

**Granskning:** Henrik Lundström

**Uppdragsnr.** 15061

**Datum** 2016-02-15

**Revision**

**Innehåll**

1	Uppdrag .....	3
2	Syfte.....	3
3	Underlag .....	3
4	Styrande dokument.....	3
5	Befintlig och planerad byggnation .....	3
6	Befintliga förhållanden.....	4
6.1	Mark, vegetation och topografi .....	4
6.2	Geotekniska förhållanden.....	4
6.3	Geohydrologiska förhållanden.....	5
7	Släntstabilitet.....	5
7.1	Allmänt.....	5
7.2	Valda parametrar .....	6
7.3	Beräkningar, befintliga förhållanden .....	7
7.4	Beräkningar, stabilitetsförbättrande åtgärder.....	8
7.5	3D-effekter och delar av glidyta i friktionsjord .....	8
7.6	Resultat/slutsats.....	8
8	Grundläggningsförhållanden .....	9
8.1	Konsolideringsförhållanden .....	9
8.2	Sättningar i sprängstensfyllningen.....	10
8.3	Grundläggning .....	10

**Bilagor**

Bilaga 1	Plan med beräkningssektion
Bilaga 2:1-2:3	Sammanställning av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden
Bilaga 3:1-3:2	3D-effekter, släntstabilitet
Bilaga 4:1-4:2	Släntstabilitetsberäkningar
Bilaga 5	Plan, Förstärkningsåtgärd

## 1 Uppdrag

På uppdrag av Tjörns kommun har Bohusgeo utfört en geoteknisk undersökning och utredning för fastighet Hövik 3:23 i Höviksnäs, Tjörns kommun.

## 2 Syfte

Utredningens syfte är att komplettera tidigare geotekniska undersökningar och redovisa bland annat släntstabilitetsberäkningar och åtgärdsförslag inför ny detaljplan.

## 3 Underlag

Underlaget för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR 2015-12-02 (uppdragsnr. 15061).
- Tidigare undersökning, Bohusgeo, uppdragsnr 1997:031, daterad 1997-07-01.

## 4 Styrande dokument

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

**Tabell 1 Styrdokument**

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TKGeo
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008

## 5 Befintlig och planerad byggnation

Mitt på området finns en brädgård och på vardera sidan lagerbyggnader för den nuvarande verksamheten. I anslutning till lagerbyggnaderna ligger även ett par andra byggnader som används i verksamheten. Enligt förslag ska befintliga byggnader rivras och ersättas av radhus i 2 ½ plan samt parkering och lokaler i bottenplan.

## 6 Befintliga förhållanden

### 6.1 Mark, vegetation och topografi

**Det undersökta området** är ca 200 x 100 m och utgörs av en udde och angränsande havsvikar. Markytans nivå på udden varierar mellan ca +1.0 och ca +1.5. Området är i huvudsak flackt men med branta slänter mot vattnet. Slänterna ligger med en lutning på ca 1:2. Havsbottennivån varierar mellan ca -2 och -12. De grundaste partierna påträffas i områdets västra del och de djupaste i östra delen.

### 6.2 Geotekniska förhållanden

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 1.5 och ca 18 m. På **land** bedöms jordlagren i huvudsak utgöras av:

- fyllning
- lera på berg (lera saknas delvis)

Fyllningen utgörs av **sprängsten** och tjockleken varierar i de sonderade punkterna i huvudsak mellan ca 10 och ca 15 m. Fyllningen har inte undersökts närmare.

**Lera** har påträffats under fyllningen i nordöstra delen av udden. Mäktigheten varierar mellan 0 och ca 4.5 m. Leran är siltig och vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 35 och 50 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 35 och ca 55 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom CPT-sondering och genom konförsök och direkta skjuvförsök på laboratorium. Dessutom har en empirisk utvärdering med ledning av utförda CRS-försök utförts. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Figur 1. Den, med hänsyn till konflytgränsen och överkonsolideringsgraden, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till mellan ca 18 och ca 28 kPa.

Sensitiviteten varierar mellan ca 10 och ca 15. Leran bedöms vara mellansensitiv.

För att undersöka lerans sättningsegenskaper har kompressionsförsök typ CRS utförts. I Figur 3 redovisas lerans konsolideringsförhållanden i punkt 1. Leran bedöms vara normalkonsoliderad och bedöms ej kunna påföras någon ytterligare belastning utan risk för långtidssättningar.

Ett tunt lager av friktionsjord kan förekomma mellan lera och berg.

**Bergnivån** har i ett flertal undersökningspunkter bestämts genom jordbergsondering och är i sonderade punkter belägen mellan ca 6 och ca 16 m under markytan. I områdets västra del går berget i dagen.

I **vattenområdet** bedöms jordlagren i huvudsak utgöras av:

- gyttja
- lera på berg

**Gyttjans** tjocklek är uppmätt till mellan ca 1.5 och ca 2 m och är delvis lerig och siltig. Vattenkvoten är i tidigare undersökning uppmätt till mellan ca 115 och 220 %. Konflytgränsen varierar mellan ca 145 och 190 %.

**Leran** är siltig och mäktigheten har i en enstaka sondering uppmätts till ca 9 m. Vattenkvoten och konflytgränsen har i en enstaka punkt uppmätts till ca 65 % respektive ca 60 %.

Skjuvhållfastheten har bestämts genom vingförsök i fält. Skjuvhållfastheterna redovisas i Figur 2. Den, med hänsyn till konflytgränsen och överkonsolideringsgraden, korrigerade skjuvhållfastheten uppgår till ca 5 kPa vid botten och ökar med ca 1 kPa/m mot djupet.

Ett tunt lager av friktionsjord kan förekomma mellan lera och berg.

### 6.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån har inte uppmätts. Eftersom fyllningen består av sprängsten så bedöms grundvattenytan följa havsvattennivån. Portrycket bedöms vara hydrostatiskt.

## 7 Släntstabilitet

### 7.1 Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i sektion B, se placering i bilaga 1.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet Geosuite Stability. Beräkningarna har utförts med cirkulär-cylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb). Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.

Den utförda undersökningen bedöms motsvara fördjupad nivå enligt IEG R4:2010.

Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010 framgår av Tabell 2.

**Tabell 2 Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010**

Utredningsnivå	$F_c$	$F_{komb}$
Fördjupad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1.4-1.3$	$\geq 1.3-1.2$
Fördjupad utredning, nyexploatering	$\geq 1.5-1.4$	$\geq 1.4-1.3$

För att välja erforderliga säkerhetsfaktorer har en värdering gjorts utifrån en sammanställning av gynnsamma och ogynnsamma förhållanden enligt tabell 4.1a-4.1 i IEG Rapport 4:2010. Sammanställningen redovisas i Bilaga 2. Följande säkerhetsfaktorer har valts enligt Tabell 3.

**Tabell 3 Valda erforderliga säkerhetsfaktorer**

	$F_c$	$F_{komb}$	$F_\phi$
Fördjupad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1.30$	$\geq 1.23$	$\geq 1.26$
Fördjupad utredning, nyexploatering	$\geq 1.40$	$\geq 1.30$	$\geq 1.26$

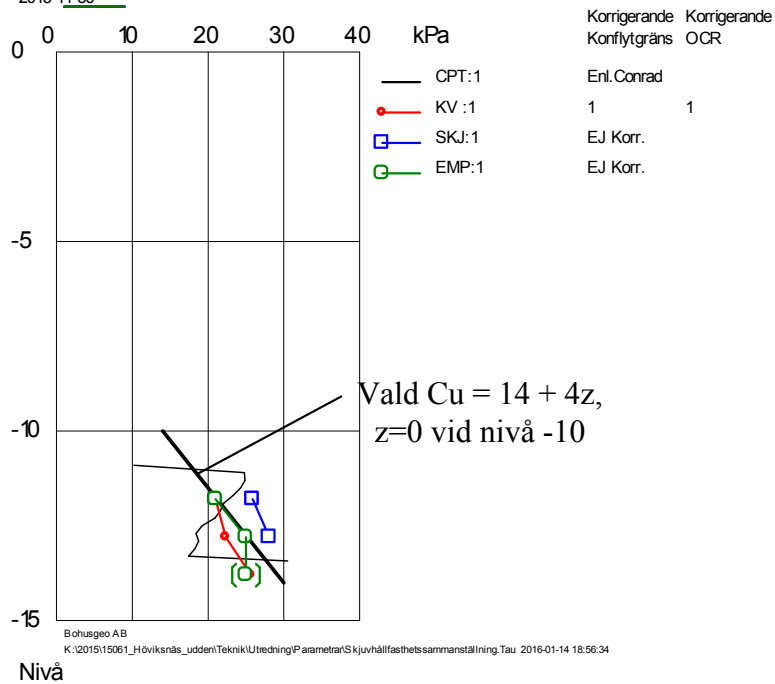
## 7.2 Valda parametrar

### 7.2.1 Skjuvhållfasthet

Valda skjuvhållfastheter för landdelen respektive vattendelen framgår av Figur 1 och Figur 2.

Höviksnäs Udden  
15061  
Korrigerat för WL  
Korrigerat för OCR

Utvärderat av David Palmquist  
2015-11-30



**Figur 1, Skjuvhållfasthetssammanställning med vald linje, landdelen**

Höviksnäs Udden

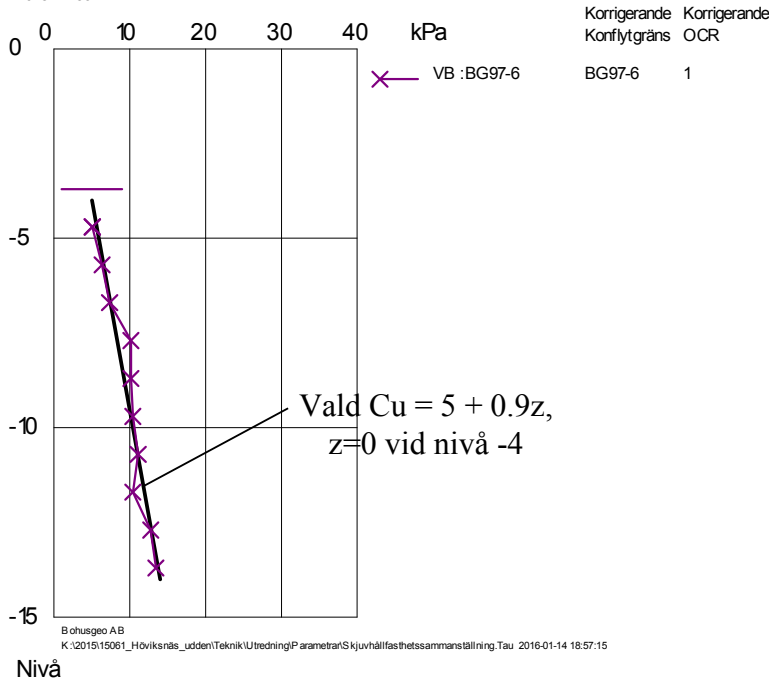
15061

Korrigerat för WL

Korrigerat för OCR

Utvärderat av David Palmquist

2015-11-30



**Figur 2, Skjuvhållfasthetssammanställning med vald linje, vattendelen**

**7.2.2 Grundvatten- och havsvattennivå**

Vid beräkningarna har lägsta lågvatten, nivå -1.25 (RH2000), använts som nivå för havsvattenytan. Grundvattenytans nivå har bedömts ligga i nivå med havsvattenytan då fyllningen består av sprängsten.

**7.2.3 Laster**

Markytans nivå vid nybyggnation är inte fastställd. Nuvarande nivå på uddens markyta är låg i förhållande till högvattenstånd. Vid beräkning av förstärkningsåtgärd har därför en utbredd last av 20 kPa medräknats på släntkrön. Lasten motsvarar till exempel ungefär en meters uppfyllnad.

**7.3 Beräkningar, befintliga förhållanden**

Släntstabilitetsberäkningarna för befintliga förhållanden redovisas i Bilaga 4:1. Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4.

**Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden**

Sektion\Analys	F <sub>c</sub>	F <sub>komb</sub>
Sektion B\Totalsäkerhetsanalys	0.98	0.98

Släntstabiliteten bedöms för befintliga förhållanden vara otillfredsställande.

k:\2015\15061\_höviksnäs\_uddenteknik\utredning\pm.docx\dp  
mail: proj-pm.docx

## 7.4 Beräkningar, stabilitetsförbättrande åtgärder

Då släntstabiliteten för befintliga förhållanden bedöms vara otillfredställande, så har beräkningar även gjorts med stabilitetsförbättrande åtgärder. Släntstabilitetsberäkningarna med stabilitetsförbättrande åtgärder redovisas i Bilaga 4:2. Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 5.

**Tabell 5. Beräknade säkerhetsfaktorer, stabilitetsförbättrande åtgärder**

Sektion	$F_c$	$F_{komb}$
Sektion B, global glidyta	1.30	1.30
Sektion B, mindre lokal glidyta, släntkrön	1.37	1.37
Sektion B, större lokal glidyta, släntkrön	1.32	1.32
Sektion B, lokal glidyta, släntfot tryckbank	1.61	1.57

## 7.5 3D-effekter och delar av glidyta i friktionsjord

För att nå upp till erforderliga säkerhetsfaktorer, i förslaget med stabilitetsförbättrande åtgärder, har hänsyn tagits till 3D-effekter vid glidyternas ränder, se beräkningar i Bilaga 3. Hur stor andel av glidyterna som går i friktionsjord har också bedömts. I Tabell 6 redovisas beräknade säkerhetsfaktorer när hänsyn tagits till 3D-effekter och friktionsjord.

**Tabell 6. Beräknade säkerhetsfaktorer med hänsyn till 3D-effekter och friktionsjord, stabilitetsförbättrande åtgärder**

Sektion	Procentuell ökning med 3D-effekt	Andel av glidyta i friktionsjord	$F_c$	$F_{komb}$
Sektion B, global glidyta	ca 8 %	Ej bedömd	1.40	1.40
Sektion B, mindre lokal glidyta, släntkrön	Ej beräknad	ca 40 %, ger erforderad säkerhetsfaktor $F_c \geq 1.34$ samt $F_{komb} \geq 1.28$	1.37	1.37
Sektion B, större lokal glidyta, släntkrön	ca 6 %	Ej bedömd	1.40	1.40
Sektion B, lokal glidyta, släntfot tryckbank	Ej beräknad	Ej bedömd	1.61	1.57

## 7.6 Resultat/slutsats

Släntstabiliteten bedöms för befintliga förhållanden vara otillfredsställande. För att den skall bli tillfredsställande föreslås en tryckbank vid släntfot, se plan i Bilaga 5. Tryckbankens totala volym har inte beräknats men uppskattas till ca 20 000 m<sup>3</sup>. Släntstabiliteten bedöms vara tillfredsställande efter föreslagna stabilitetsförbättrande åtgärder, när hänsyn tas till 3D-effekter. Markytan bakom släntkrön bedöms kunna belastas med 20 kPa utan att släntstabiliteten blir otillfredsställande. Eventuellt skulle



tryckbankens utbredning i vattenområdets nordvästra del kunna minskas något om ytterligare undersökningar utfördes i den delen.

En alternativ åtgärd i stället för tryckbank skulle kunna vara en avschaktning av släntkrön. Detta alternativ har inte undersökts närmare då detta skulle innebära att avschaktad markyta i princip blir oanvändbar på grund av havsnivån.

## **8 Grundläggningsförhållanden**

### **8.1 Konsolideringsförhållanden**

Lerans konsolideringsegenskaper under sprängstensfyllningen har i undersökningspunkt 1 utvärderats från CRS-försök och redovisas i konsolideringsdiagrammet i Figur 3. Vid beräkning av total- och effektivspänningarna i jorden har hänsyn tagits till att punkt 1 ligger i anslutning till en slänt.

Enligt konsolideringsdiagrammet är leran normalkonsoliderad. Leran bedöms därför inte kunna påföras någon ytterligare last utan att långtidssättningar uppstår. Att det för befintliga förhållanden pågår sättningar på grund av den last som redan är påförd kan inte uteslutas.

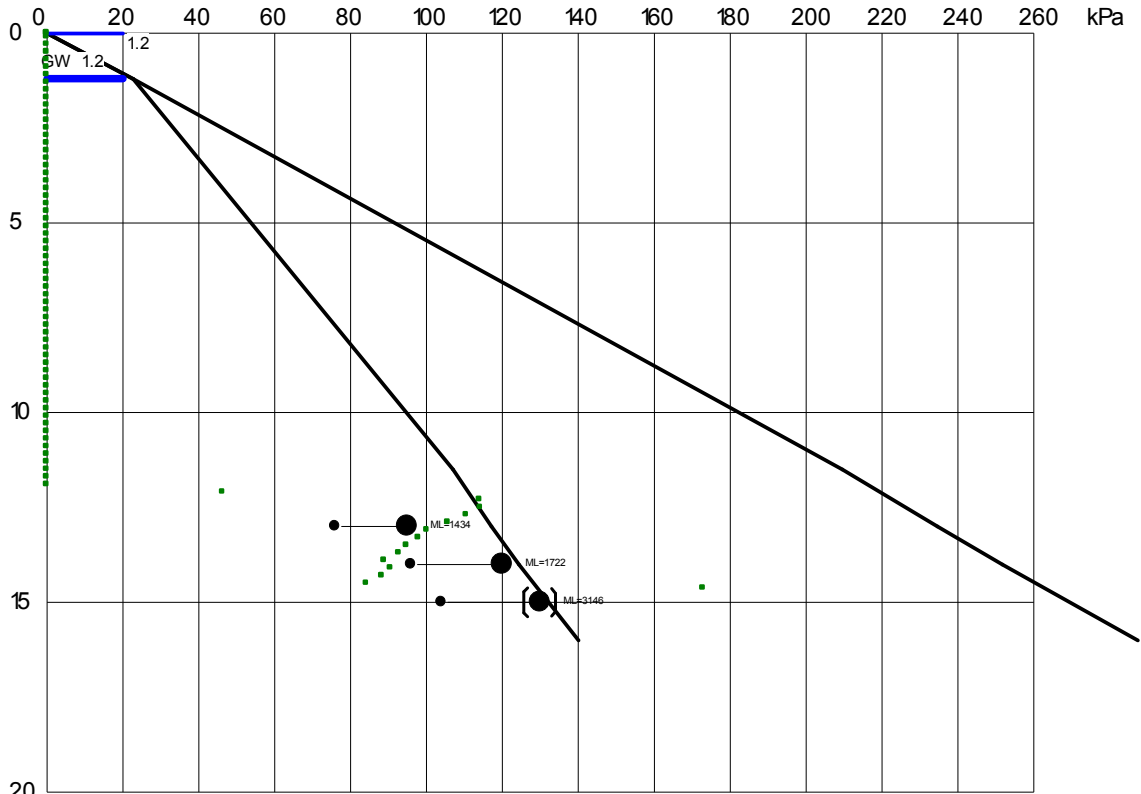
Höviksnäs Udden

1, My= 1.2

Uppdragsnummer: 15061

Porvattnets densitet är 1.015 t/m<sup>3</sup>

Vid beräkning av spänningarna har hänsyn tagits till YTLASTER



Bohusgeo AB, David Palmquist  
K:\2015\15061\_Höviksnäs\_udden\Teknik\Utredning\Parameter\Odometer-CRS\Punkt 1, Konsolideringsdiagram.Dia 2016-01-18 08:13:35

Djup (m)

Figur 3, Konsolideringsdiagram, punkt 1

## 8.2 Sättningar i sprängstensfyllningen

Sprängstensfyllningens historik med avseende på utförande och packning är inte känd, men tidigare erfarenheter i liknande sprängstensfyllningar visar att det finns en risk för sättningar vid ytterligare belastning.

## 8.3 Grundläggning

Vi bedömer att de planerade byggnaderna bör grundläggas med borrade stålrörspålar på berg.

När en nivå satt markplanering finns framtagen bör ett eventuellt behov av lättfyllning vid entréer m.m. studeras närmare. Dimensionerande parametrar för pålning kan bestämmas då planläget är fastställt.

## Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande

I samband med exploateringen bör markradonmätningar utföras.