
PROJEKTERINGS-PM GEOTEKNIK

BORLÄNGE KOMMUN

Pellesgården, Borlänge Kommun

UPPDRAGSNUMMER 2417716200



PROJEKTERINGSUNDERLAG

2015-08-18

SWECO CIVIL AB
GEOTEKNIK

JOHAN DANIELSEN

Innehållsförteckning

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Uppdrag | 2 |
| 2 | Objekt | 2 |
| 3 | Befintliga förhållanden | 2 |
| 4 | Underlag | 3 |
| 5 | Geotekniska förhållanden | 3 |
| 5.1 | Jordlager | 3 |
| 5.2 | Materialegenskaper | 3 |
| 5.3 | Geohydrologiska förhållanden | 5 |
| 5.4 | Jordens hållfasthetsegenskaper | 6 |
| 6 | Sättningar | 6 |
| 7 | Stabilitet | 6 |
| 7.1 | Beräkningsförutsättningar | 6 |
| 7.2 | Geoteknisk kategori | 6 |
| 7.3 | Säkerhetsklass | 6 |
| 7.4 | Dimensionerande laster | 6 |
| 7.5 | Erforderlig säkerhetsfaktor | 7 |
| 7.6 | Karakteristiskt värde för lerans odränerade skjuvhållfasthet (c_u) | 7 |
| 7.10 | Dimensionerande värden | 10 |
| 7.10.1 | Partialkoefficienter | 10 |
| 7.13 | Friktionsjord | 12 |
| 7.14 | Beräkningar och resultat | 12 |
| 8 | Rekommendationer | 12 |
| 8.1 | Fortsatt exploatering | 12 |
| 8.2 | Grundläggning, schakt och fyllning | 13 |

| | | |
|---------|------|--|
| Ritning | G01T | Översikt i plan över stabilitetsrekommendationer |
| | G04 | Stabilitetsberäkningar |

1 Uppdrag

På uppdrag av Borlänge kommun har Sweco Civil AB utfört en geoteknisk undersökning vid Pellesgården, Borlänge kommun.

Syftet med utredningen var att klarlägga rådande geotekniska förhållanden i området. Syftet har även innefattat rekommendationer för exploateringsmöjligheter och byggbarhet.

Föreliggande utredning är ett projekteringsunderlag och får inte utgöra del av förfrågningsunderlag. Geotekniska krav och rekommendationer för ett byggskede ska inarbetas i byggbeskrivningen, eller så ska denna handling omarbetas före byggstart

2 Objekt

Beställaren önskar en geoteknisk översikt över ytan och hur näraslätten man eventuellt kan upprätta bostäder med tillfredsställande säkerhet mot ras och skred. Kommunen har föreslagit en yta närmast befintlig bebyggelse som undersökningen utgått från.

Vid tidigare undersökning utförd av KM 1979 och besiktning av området har rekommendationen att ej bebygga området utfärdats.

3 Befintliga förhållanden

Norr om nedfartsväg till älven utgörs marken av plan ängsmark som gränsar mot en hög slänt ned mot Dalälven och slänt mot nedfartsvägen. I slänten växer tät vegetation i form av småträd och sly. Höjdskillnaden mellan släntkant och släntfot är ca 15m. Öster om nedfartsvägen sluttar marken svagt mot Dalälven och flera större träd finns i området. Närmast älven är området relativt flackt med små höjdskillnader.



Bild 3.1 Flygfoto över aktuellt område, ungefärligt undersökningsområde markerat med rött.

4 Underlag

Följande undersökningar och utredningar har utförts inom området och använts i tillämpliga delar:

- [A] Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Pellesgården. Upprättad av Sweco Civil AB, Uppdragsnummer 2417716200, daterad 2015-06-04.
- [B] Geoteknisk undersökning, KM, okt-nov 1979
- [C] Geotekniskt PM, Mjälga släntstabilitet, *Geokonsult*, 1989-06-20
- [D] PM-Geoteknisk besiktning, 2417716000, Sweco Civil AB, 14-09-03
- [E] Digitalt kartunderlag erhållet av beställare, Ytterbacken_Mjälga.dwg.

5 Geotekniska förhållanden

5.1 Jordlager

På den övre delen av området består marken av ett 0,2m tjockt lager av mulljord som ligger ovan ett 15 meter mäktigt varvigt siltlager med inslag av lerskikt. Från 15m ner till 20m under markytan övergår silten till sand och vid 20 meter under markytan har sonderingarna avbrutits i friktionsjord.

I nedre delen vid släntfot består marken av 0,2 meter mulljord och sedan varvig silt ner till 6 meter under markytan innan friktionsjord tar vid.

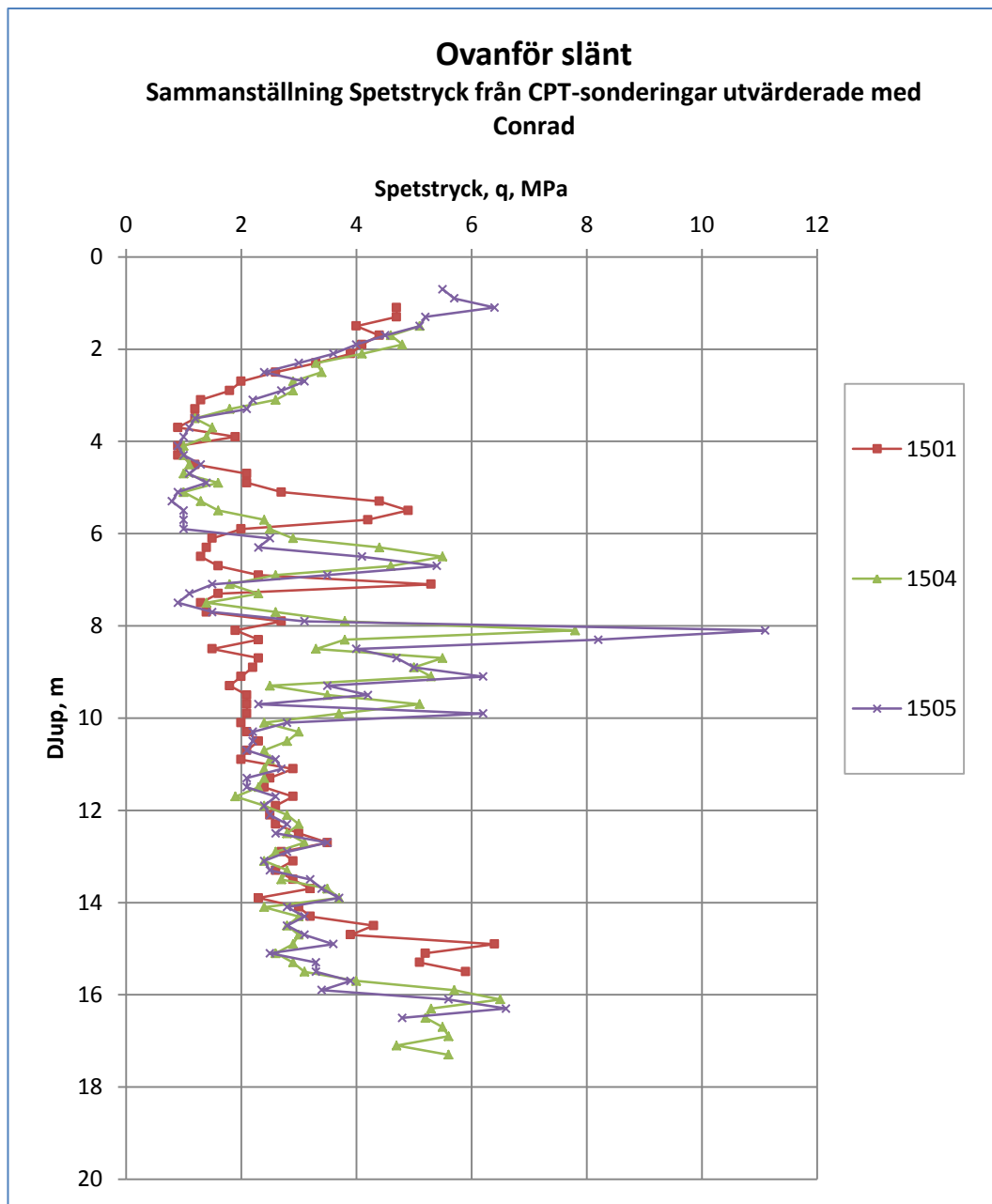
5.2 Materialegenskaper

| Jordtyp | Meter under my | Materialtyp | Tjälfarlighetsklass |
|---------|----------------|-------------|---------------------|
| Silt | 0.5 - 15 m | 5A | 4 |

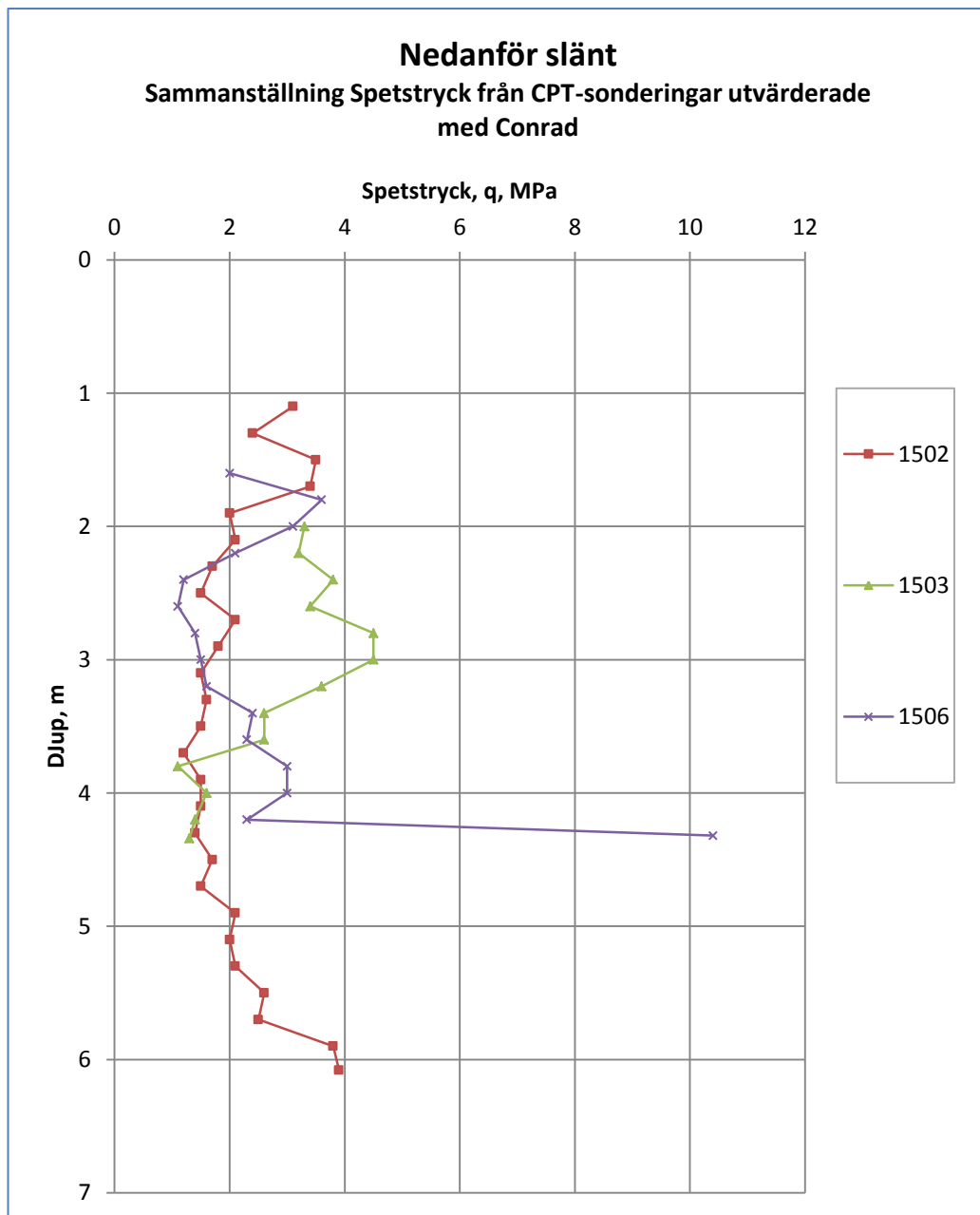
Enligt AMA Anläggning 13.

Förekommande lerjordar är flytbenägna i vattenmättat tillstånd. Siltens vattenkvot och konflytgräns har bestämts i en sektion. Dessa prover har tagits på 3-9 m djup under markytan. Vattenkvoten varierar mellan 24 till 33 % och konflytgränsen mellan 28 och 35 %.

En sammanfattning av spetstrycket för CPT-sonderingarna redovisas nedan. Området har delats upp i en del ovan slänt och en i nedre delen.



Figur 1. Sammanställning av CPT-sonderingar ovanför släntkrön



Figur 2. Sammanställning av CPT-sonderingar nedanför slänt.

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattnets trycknivå varierar i området. På den högre belägna ängsmarken har 2 grundvattenrör installerats som visar på grundvattennivåer 9 meter under markytan.

I nedre delen av området har 3 grundvattenrör med filterspets installerats. Här ligger nivån ca 0.5m under markytan i 2 av rören. I rör 1503GW har ett artetiskt förhållande observerats och grundvattenytan har påträffats 0,3m över markytan.

5.4 Jordens hållfasthetsegenskaper

Redovisas under kap 7.

6 Sättningar

Silten bedöms vara sättningSkänslig vilket innebär att sättningar uppkommer vid belastning från exempelvis byggnader eller utlagda jordmassor. Nedan visas exempel på förväntade sättningar med följande antaganden om last och plattstorlek.

Last: 50kN

Plattstorlek: 1x1m

Ytlig grundläggning

Med ovan givna antagande och materialparametrar enligt kapitel 7.2 fås ungefärliga sättningar på ca 0,5-1 cm.

7 Stabilitet

7.1 Beräkningsförutsättningar

Stabilitetsberäkningar har utförts för att bedöma exploateringsmöjligheter av området samt hur nära slänt området kan bebyggas enligt "Tillämpningsdokument – EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar (IEG Rapport 6:2008, Rev 1)".

Stabilitetsberäkningar har utförts med programvaran Geosuite Stabilitet (BEAST 2003) för cirkulär-cylindriska glidytor i odränerad och kombinerad analys.

7.2 Geoteknisk kategori

För aktuellt objekt har geoteknisk kategori 2 (GK2) valts.

7.3 Säkerhetsklass

För aktuellt objekt har säkerhetsklass 2 (SK2) valts. Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass, γ_d blir då 0,91.

7.4 Dimensionerande laster

Last för framtida byggnader (villor med högst 2 plan) har i aktuellt fall bedömts till $Q_{kj} = 20$ kPa och avser långa brottytor.

Dimensionerande last blir då

$$Q_d = 0,91 \cdot 1,1 \cdot 20 = 20,02 \text{ kPa}$$

7.5 Erforderlig säkerhetsfaktor

Erforderlig säkerhetsfaktor i SK2 för aktuellt fall blir $F_{EN} = 1,0$.

7.6 Karakteristiskt värde för lerans odränerade skjuvhållfasthet (\bar{c}_u)

Utvärdering av härledda värden för den leriga siltens odränerade skjuvhållfasthet (c_u) har skett i 6 st undersökningspunkter. I samtliga punkter har utvärdering skett från CPT.

Utvärderingen har delats upp i två områden. Det ena ovan slänt och det andra nedanför.

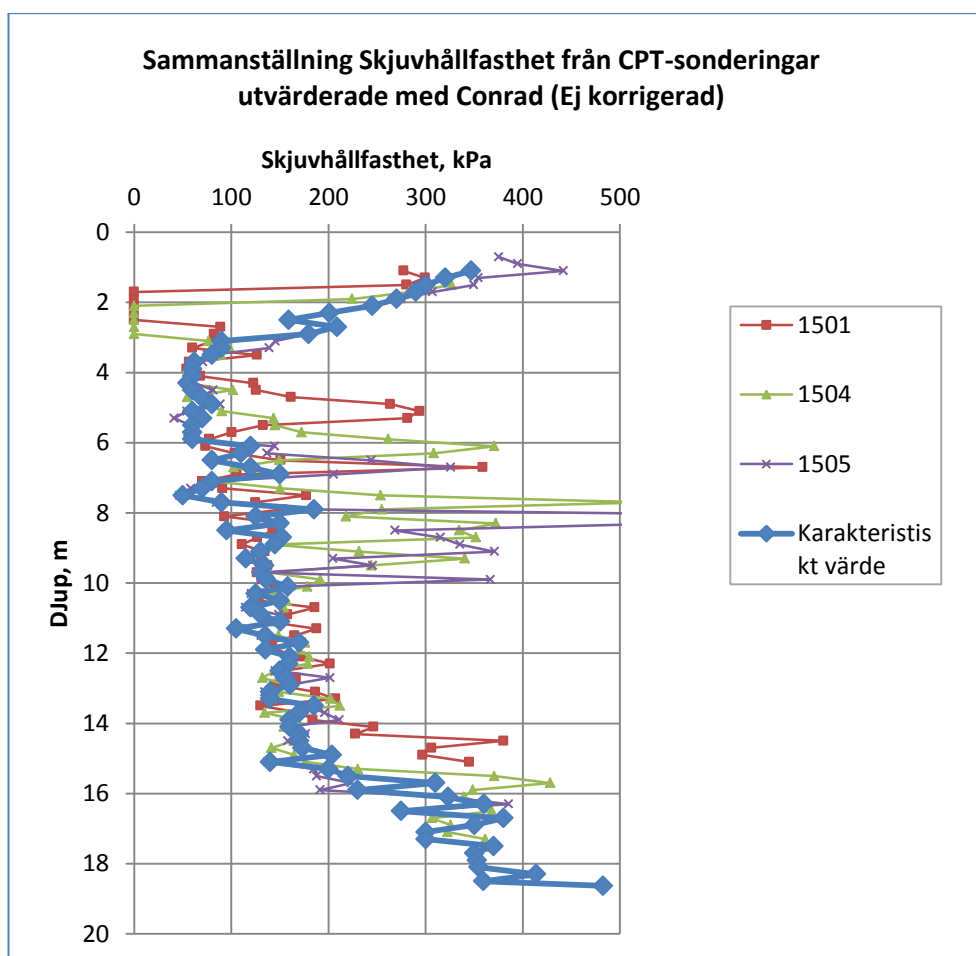
Spridningen i härledda värden är låg varför områdena betraktas som lokala.

De karakteristiska värdena från CPT-sonderingarna har korrigerats med hjälp av konflytgräns erhållet från lab.

Konflytgränsen har varierat mellan 28 och 35%.

Härledda värden för c_u och värderade karakteristiska värden för (\bar{c}_u) resulterade i följande

Ovanför släntrön



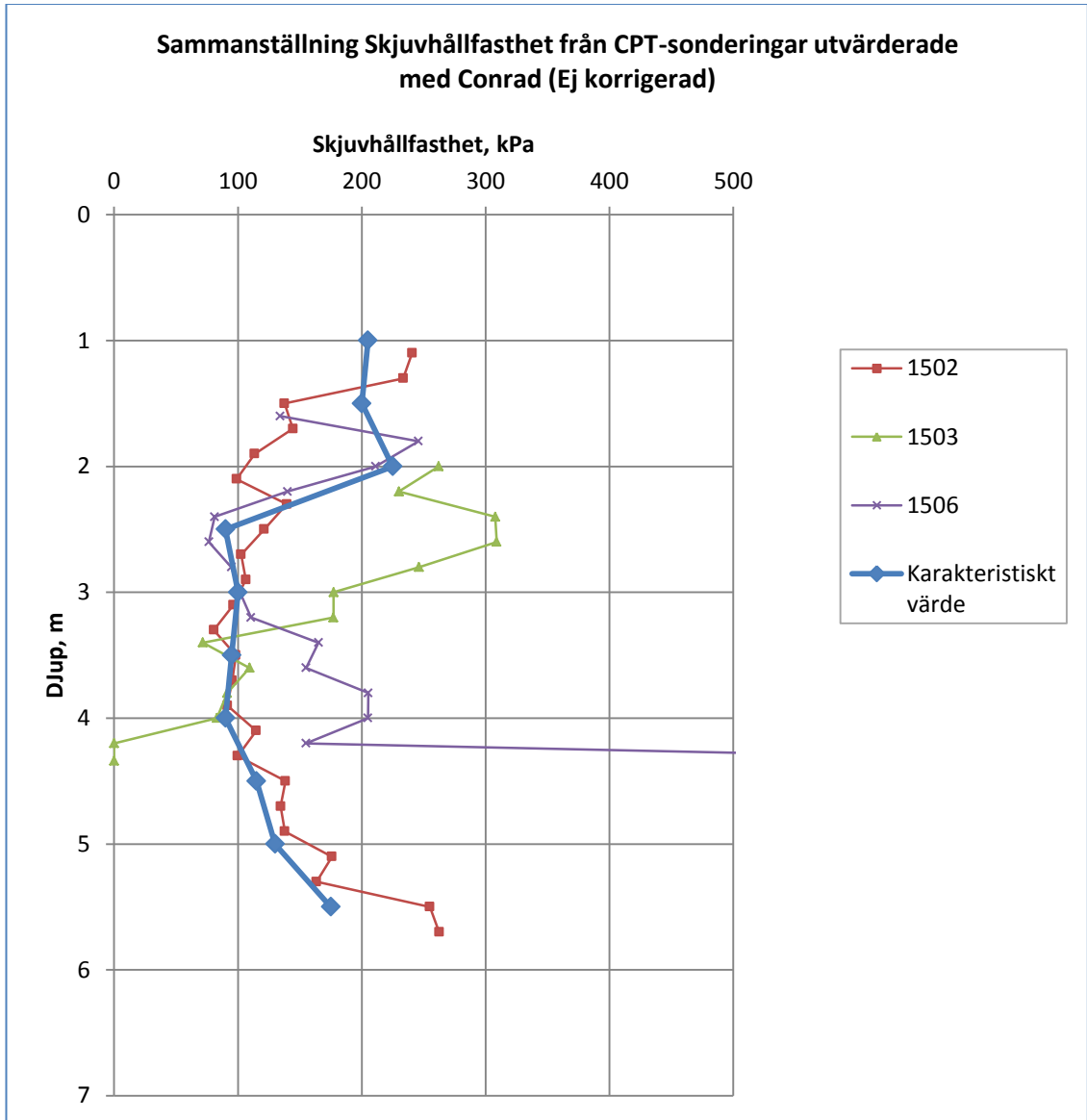
KM AB gjorde 1979 en undersökning av området och tog då kolvprov på silten. Den visar på varierande skjuvhållfasthet mellan 20-40 kPa på 3-7 meters djup.

Dessa värden har tagits i beaktande vid utvärdering av karakteristiska värden.

| Djup (m) | Karakteristiskt värde | Korrigerat värde med konflytgräns (\bar{c}_u) | Dimensionerande värde (c_{ud}) |
|----------|-----------------------|---|------------------------------------|
| 0-3 | 100 kPa | 117 kPa | 66,7 kPa |
| 3-6 | 40 kPa | 47,3 kPa | 26,9 kPa |
| 6-7 | 60 kPa | 69 kPa | 39,3 kPa |
| 7-8 | 50 kPa | 55 kPa | 31,35 kPa |
| 8-13 | 100 kPa | 100 kPa* | 57 kPa |
| 13-15 | 125 kPa | 125 kPa* | 71,25 kPa |
| 15-19 | 200 kPa | 200 kPa* | 114 kPa |

*Ingen vattenkvot har utvärderats på dessa djup. Korrektionsfaktorn bedöms ej understiga 1,0, dvs ingen korrigerig.

Nedanför slänt



| Djup (m) | Karakteristiskt värde | Korrigerat värde med konflytgräns (\bar{c}_u) | Dimensionerande värde (c_{ud}) (Odränerat) |
|----------|-----------------------|---|--|
| 0-2 | 100 kPa | 109,5 kPa | 62,5 kPa |
| 2-4 | 80 kPa | 88 kPa | 50,6 kPa |
| 4-5,5 | 110 kPa | 121 kPa | 69,0 kPa |

7.7 Val av dränerade parametrar i leran

Dränerade parametrar för silten har valts empiriskt och satts till:

Friktionsvinkel $\phi' = 31^\circ$

Dränerad skjuvhållfasthet $c' = 0,1 \cdot \bar{c}_u$

7.8 Jordens tunghet

Val av värden på jordmaterialens tunghet har gjorts från utvalda labprover och tabellvärden. Tungheten har valts enligt nedan.

Silt 18 kN/m³

7.9 Grundvattennivåer

Vid beräkningar har grundvattenytan utvärderats utifrån de grundvattenrör som installerats i området. I den ena sektionen har ett mindre artetiskt förhållande observerats.

7.10 Dimensionerande värden

7.10.1 Partialkoefficienter

Följande partialkoefficient γ_M ska användas för jordmaterial

| Jordparameter | Värde |
|----------------------------|-------|
| Odränerad skjuvhållfasthet | 1,5 |
| Friktionsvinkel | 1,3 |
| Tunghet | 1,0 |

7.11 Dimensionerande värde för lerans odränerade skjuvhållfasthet

Lerans dimensionerande odränerade skjuvhållfasthet beräknas enligt:

$$c_{ud} = \frac{1}{\gamma_{cu}} \cdot \eta_{cu} \cdot \bar{c}_u$$

Omräkningsfaktorn η_{cu}

Omräkningsfaktorn η_{cu} beräknas som produkten av ett antal delfaktorer η_1 - η_8 vars värden redovisas nedan.

Antalet oberoende undersökningspunkter är 6 st med Silt som jordtyp ger:

$$\eta_{(1,2)} = 0,95$$

En metod av typen CPT som undersökningsmetod har använts för att bestämma siltens odränerade skjuvhållfasthet, dessa bedöms ha liten spridning vilket ger:

$$\eta_{(3)} = 0,90$$

Skjuvhållfastheten längs en glidyta bedöms representeras av medelvärdet i jordvolymen. I aktuellt fall bedöms brott längs en liten glidyta ge stor konsekvens. Avståndet till undersökningspunkter är kort, vilket ger:

$$\eta_{(4,5,6,7)} = 1,0$$

För dimensionering av slänter sätts

$$\eta_{(8)} = 1,0$$

Detta ger

$$\eta_{cu} = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,855$$

Siltens dimensionerande odränerade skjuvhållfasthet kan då skrivas

$$c_{ud} = \frac{1}{1,5} \cdot 0,855 \cdot \bar{c}_u = 0,57 \cdot \bar{c}_u$$

7.12 Dimensionerande dränerade parametrar i silten

Siltens dimensionerande dränerade parametrar beräknas enligt:

$$\phi'_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta_{\phi'} \cdot \bar{\phi}'$$

samt

$$c'_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta_{c'} \cdot \bar{c}'$$

Omräkningsfaktorn η_{ϕ}

Omräkningsfaktorn η_{ϕ} beräknas som produkten av ett antal delfaktorer η_1 - η_3 vars värden redovisas nedan.

Antalet oberoende undersökningspunkter är 6 st CPT-sonderingar vilket ger:

$$\eta_{(1,2)} = 0,95$$

CPT-sondering har utförts vilket ger:

$$\eta_{(3)} = 0,90$$

Detta ger

$$\eta_{\phi} = \eta_{c'} = 0,95 \cdot 0,9 = 0,855$$

Vilket ger

$$\phi'_a = \tan^{-1} \left[\frac{1}{1,3} \cdot 0,855 \cdot \tan \phi \right]$$

7.13 Friktionsjord

Värden för friktionsjord har bestämts genom emperi och valts till följande.

Friktionsvinkel: 35

Dimensionerande Friktionsvinkel: 24,7

7.14 Beräkningar och resultat

Stabilitetsberäkningar har utförts i sektion B-B då det uppmäts artetiska förhållanden i nedre delen av släntfot.

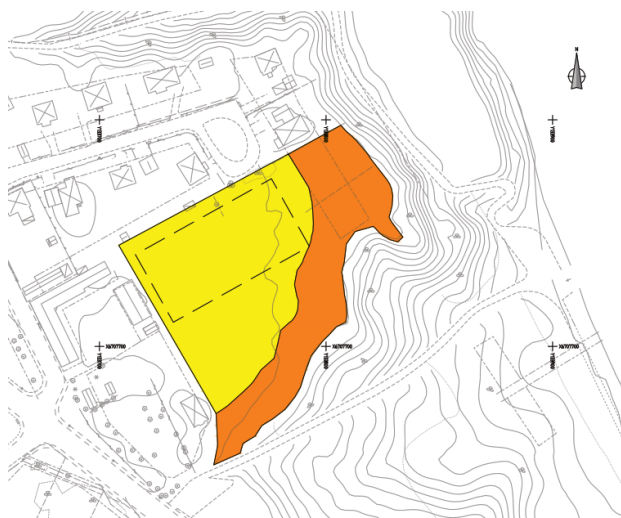
Resultaten visar på en godkänd stabilitet vid laster minst 10 meter från släntrönn.

Säkerhetsfaktor enligt Eurocode ska vara minst 1,0. Vid odränerad analys visar beräkningen 1,72 och vid kombinerad analys 1,55. (Se ritning G04)

8 Rekommendationer

8.1 Fortsatt exploatering

Det planerade området bedöms kunna exploateras av villor utan källarkonstruktioner med normalstora laster (högst 2-plansvillor). Tomtgränser ska ej anläggas närmare än 15m från släntrönn. Vid vissa delar av slänten längs östra sidan har slänterosion observerats varför det rekommenderas att uppföra tomter in mot befintlig bebyggelse och ej ut mot slänterna. (Se ritning G01T).



Figur 3. Översikt av stabiliteten i området. Gul markering indikerar godkänd stabilitet. Orange färg visar på yta som ej rekommenderas att exploatera.

Slänterna bör hållas under uppsikt för att kontrollera så att inga mer rörelser påbörjas.

8.2 Grundläggning, schakt och fyllning

Geoteknisk kategori 1 (GK1) kan tillämpas under förutsättning att kraven i TD Plattgrundläggning (IEG Rapport 7:2008) kap 4.3.2 är uppfyllda. Tillåtet grundtryck vid GK1 är 50kPa för silt och 100kPa för sand. Vid högre grundtryck ska extra kontroll utföras avseende byggnads placering, grundläggningstyp och laster.

Grundläggning av planerade byggnader bedöms kunna ske ytligt med plattor på ny packad fyllning. Eventuell befintlig fyllning och mullhaltig jord tas bort under hela byggnadsytan. All grundläggning skall ske frostskyddat.

Grundplattor bör grundläggas på minst 0,2 m packad fyllning av bergkross som utläggs på geotextil. Fyllningen utläggs och packas enligt kap. CEB.212 i AMA Anläggning 13. Fyllning vintertid under grundkonstruktioner vid temperatur under +1° skall utföras med bergkross enligt CEB.213 i AMA Anläggning 13. Fyllning ska utläggas på materialskiljande lager av geotextil.

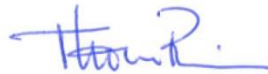
Förekommande jordar är ej självdränerande varvid grundkonstruktionen skall förses med dränering.

Naturligt lagrade jordar av lera är i vattenmättat tillstånd flytjordsbenägna vilket skall beaktas i samband med schaktningsarbeten. Schakt, packning och förflyttning bör undvikas i samband med snösmältning, tjällossning och vid nederbördsrika perioder.

**Geoteknik Falun
Sweco Civil AB**



Johan Danielsen
Handläggare



Thomas Reblin
Intern granskare