

Teknisk PM Geoteknik (TPM/Geo)

Finspångs kommun

Stabilitetsvärdering Hårstorp/ Dalsberg

Malmö 2019-05-27

GRANSKNINGSHANDLING

Stabilitetsvärdering Hårstorp/Dalsberg

Teknisk PM Geoteknik/TPM Geo

Datum	2019-05-27
Uppdragsnummer	1320043501
Utgåva/Status	GRANSKNINGSHANDLING

Lars Johansson
Uppdragsledare

Lars Johansson
Handläggare

Mamdouh Mohamad
Granskare

Ramboll Sverige AB
Skeppsgatan 5
211 11 Malmö

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00
www.amboll.se

Unr 1320043501

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag	2
2.	Objekt	2
2.1	Omgivningsbeskrivning	2
2.2	Topografi och ytbeskaffenhet	2
2.3	Planerad byggnation	3
3.	Syfte och begränsningar	4
4.	Underlag	4
5.	Tidigare utförda undersökningar	5
6.	Utförda undersökningar	5
7.	Geotekniska förhållanden	5
7.1	Allmänt	5
7.2	Jordlagerförhållanden	6
8.	Hydrogeologiska förhållanden	8
9.	Stabilitetsvärdering	8
9.1	Inledning	8
9.2	Materialparametrar för jorden	9
9.3	Slänter med lutning 1:10	9
9.3.1	Obelastad slänt	9
9.3.2	Stabilitet för vägar	10
9.3.3	Stabilitet för VA-schakter	11
9.3.4	Stabilitet för byggnader	12
10.	Fortsatt stabilitetsvärdering	13
11.	Grundvattensänkningar	13
12.	Kommentarer	14

Dokumentinformation

Rev.	Datum	Ändring	Utförd	Granskad	Godkänd

Stabilitetsvärdering Hårstorp/Dalsberg Teknisk PM Geoteknik (TPM/Geo)

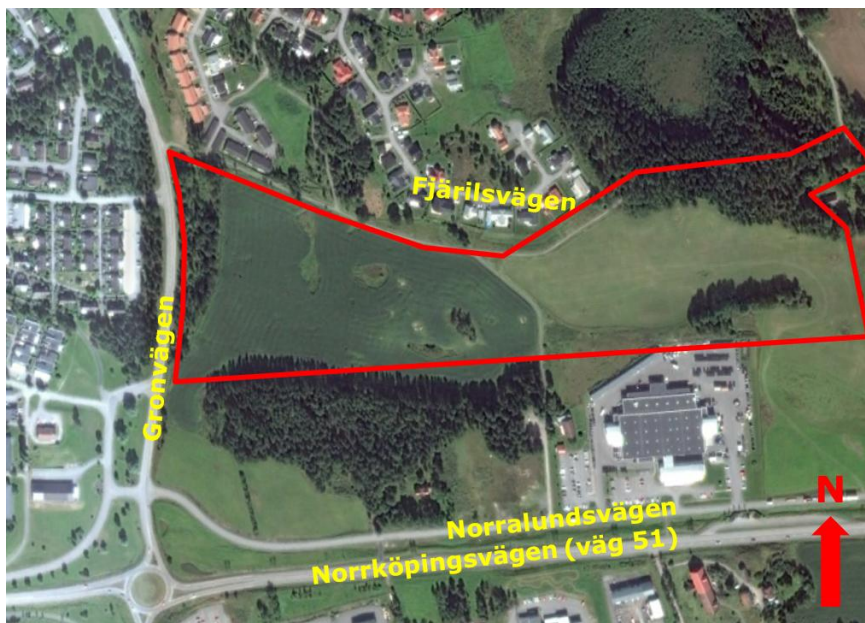
1. Uppdrag

På uppdrag av Finspångs kommun har Ramboll Sverige AB utfört en stabilitetsvärdering för området Hårstorp/Dalsberg i samband med planläggningsarbete. Värderingen har gjorts på basis av befintligt material. Inga fält- eller laboratorieundersökningar har ingått i uppdraget.

2. Objekt

2.1 Omgivningsbeskrivning

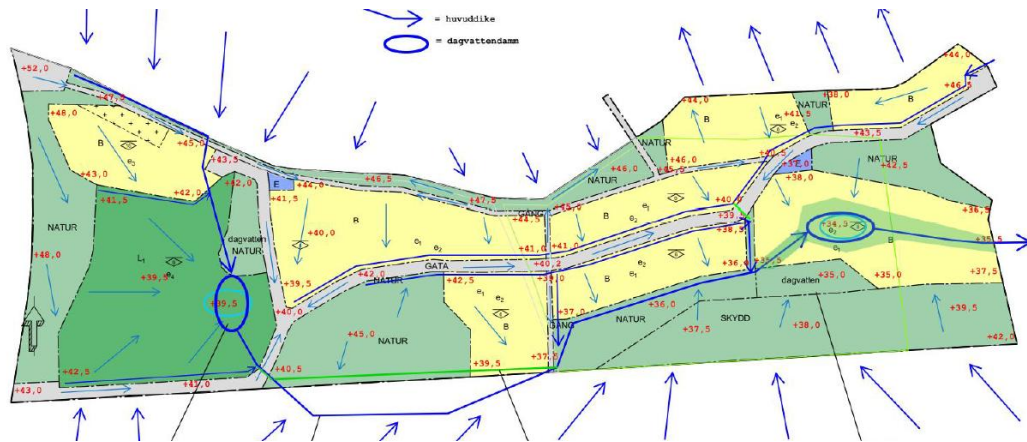
Det aktuella området är beläget i östra delen av Finspång, nordväst om Norrköping, och visas schematiskt med röd markering i Figur 1. Området begränsas av Gronvägen i väster och av Norralundsvägen/ Norrköpingsvägen (väg 51) i söder. I norr begränsas området av en anlagd gångväg.



Figur 1. Det aktuella området visas schematiskt med röd linje. (Bildkälla: Google Earth)

2.2 Topografi och ytbeskaffenhet

Det aktuella området ligger i en dalgång med högsta marknivåerna ungefär mitt på området samt längs den norra och södra gränsen. Variationer förekommer med lokala lågpunkter. I Figur 2 visas plan med marknivåer angivna från utförd dagvattenutredning.

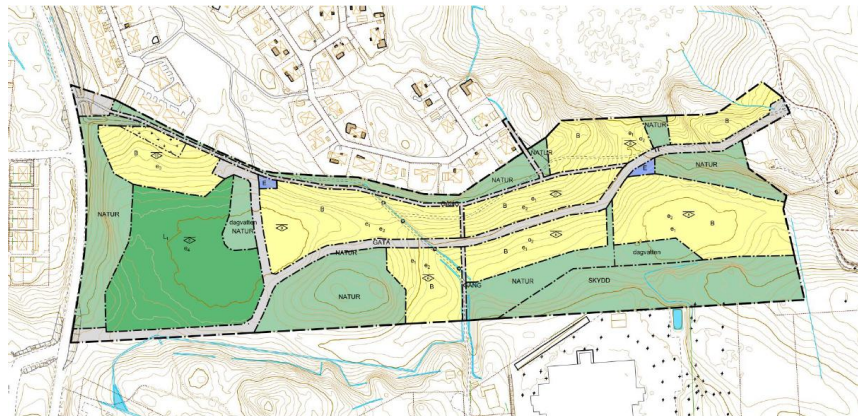


Figur 2. Unggefärliga marknivåer i området (utklipp ur ref. XX, kapitel 4).

Området utgörs i huvudsak av åkermark; den västra delen brukad åkermark och den östra delen åkermark i träda (högvuxet gräs). Ungefär mitt på området går n anlagd gångväg i nord-sydlig riktning och delar området i två delar. Ytterligare en anlagd gångväg går längs områdets norra gräns. Ungefär mitt på området, från väster till öster går en dagvattenledning med tillhörande brunnar genom området. Omedelbart norr om området finns ett småhusområde med villor och flerbostadshus. Sydöst om området finns en större industrianläggning.

2.3 Planerad byggnation

Det aktuella området är tänkt att exploateras för nytt bostadsområde. Områdets användning för olika ändamål framgår av plankarta, Figur 3.



Figur 3. Plankarta över det aktuella området. Gul färg visar kvartersmark, grön färg visar naturmark och mörkare grön färg visar koloniområde.

Bebyggelsen planeras som flerbostadshus, parhus och radhus, Figur 4.



Figur 4. Översiktsförslag för ny bebyggelse.

3. Syfte och begränsningar

Syftet med utredningen har varit att värdera stabilitetsförhållandena för det översiktsförslag som föreligger.

Värderingen ska utföras på befintligt underlag. Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar ingår inte i uppdraget.

Den geotekniska undersökningen som föreligger, och som har utgjort underlag för värderingen, är översiktlig. Det betyder att utförda undersökningar är begränsade till att visa i stort de geotekniska förhållandena i området samt att hela det aktuella området inte är täckt av undersökningarna.

4. Underlag

Följande handlingar har utgjort underlag vid upprättandet av denna PM:

- 1) Koordinatsatt grundkarta tillhandahållen av beställaren (z-nivåer saknas).
- 2) Illustrationsplan över ny bebyggelse av området tillhandahållen av beställaren.
- 3) Föreliggande planunderlag tillhandahållet av beställaren.
- 4) Planerade vägar inom området (planritning) samt längdprofil för Gata 1 tillhandahållet av beställaren.
- 5) Planerade ledningsdragningar i området (planritning) tillhandahållet av beställaren.
- 6) PM Geotekniskt utlåtande – Östra Harstorp, Finspång kommun, upprättad av WSP Sverige AB, uppdragsnummer 10212842, daterad 2015-04-29.¹

¹ Denna rapport innehåller ingen ny information utan utgör en sammanfattning av befintligt underlag.

- 7) Översiktlig geoteknisk undersökning/Översiktlig radonundersökning, Östra Hårstorp, Finspång, upprättad av Hylanders geo-byrå AB, uppdragsnummer M3125, daterad 1989-03-31.²
- 8) SGU Jordartskarta inhämtad från www.sgu.se, id agTQQg2BIM, daterad 2019-02-10.
- 9) SGU Jorddjupskarta inhämtad från www.sgu.se, id bmEL7rkosZ, daterad 2019-02-10.

5. Tidigare utförda undersökningar

En tidigare utförd översiktlig geoteknisk undersökning har varit tillgänglig vid utförandet av detta uppdrag, se ref. 7, kapitel 4.

6. Utförda undersökningar

Uppdraget har inte omfattat geotekniska fält- och laboratorieundersökningar.

7. Geotekniska förhållanden

7.1 Allmänt

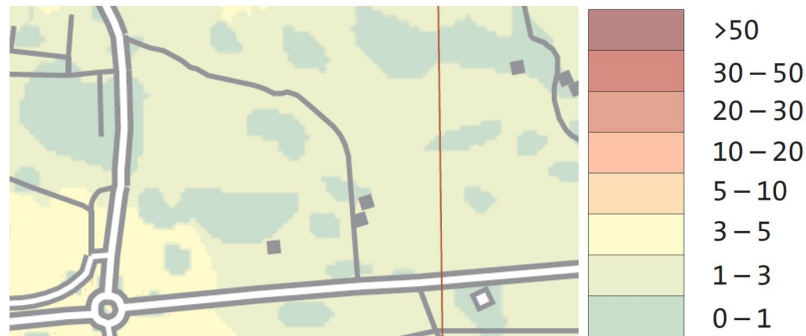
Enligt SGU jordartskarta är den dominerande jordarten i ytan (de översta ca 0,5 m – 1 m) i undersökningsområdet postglacial lera, Figur 5. Ett flertal områden med berg i dagen förekommer också. Lokalt finns områden med postglacial finlera. I områdets nord-östra del indikeras förekomst av organisk jord (tunt eller osammanhängande ytlager av torv) Postglacial sand finns i västra delen av undersökningsområdet.



Figur 5. Utdrag ur SGU jordartskarta.

² Bilagd ref. 6.

Enligt SGU jorddjupskarta är bedömt jorddjup huvudsakligen mellan 0 m och 5 m i det aktuella området, Figur 6.



Figur 6. Utdrag ur SGU jorddjupskarta.

7.2 Jordlagerförhållanden

Inom området förekommer såväl fastmark (friktionsjord) och berg i dagen i de högre delarna i terrängen som lös jord ovan friktionsjord i de lägre delarna av terrängen.

Ur stabilitetssynpunkt, och sättningssynpunkt också för den delen, är inte fastmarksområdena intressanta att utvärdera ytterligare.

I de delar av området som utgörs av lös jord består jordlagerföljden generellt av humusjord på postglaciala lera på friktionsjord på berg i den västra delen. I den östra delen överlagras leran av torrskorpa.

Humusjorden, som är siltig och lerig, förekommer i den delen av området där aktivt jordbruk bedrivs. Mäktigheten är ca 0,5 m.

Den postglaciala leran varierar i mäktighet inom området, från ca 2 m – 3 m till ca 11 m.

Sand- och siltskikt förekommer generellt i leran.

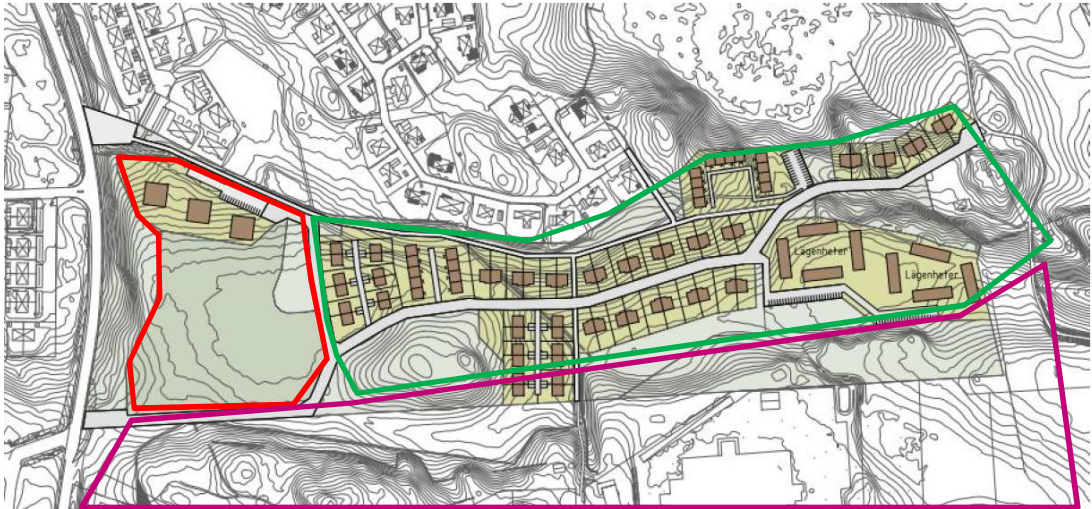
Leran uppvisar extremt låg till låg odränerad skjuvhållfasthet.

Friktionsjorden har inte undersökts närmare, men utgörs sannolikt av morän.

Berget är inte närmare undersökt.

Den del av området längst i nordöst, där SGU jordartskarta indikerar förekomst av organisk jord, utgörs enligt tidigare utförda undersökningar av ett sankområde med mycket lös jord.

De geotekniska förhållandena, med parametervärden angivna, illustreras i Figur 7.



Figur 7. Sammanfattning geotekniska förhållanden.

Område markerat med röd färg:

Lokalt sankområde med lös lergrund, max. ca 8 m mäktighet.

Totalt sonderingsdjup variera mellan 3 m och 9 m.

Leran är genomdragen av silt- och sandskikt.

$c_u \approx 10$ kPa (okorrigerad).

$w \approx 60\% - 85\%$.

(eftersom leran är normalkonsoliderad kan flytgränsen w_L antas ha värden i samma storleksordning som vattenkvoten)

$\gamma \approx 15 - 16$ kN/m³.

Leran i huvudsak mellansensitiv.

Artesiskt grundvatten ca 0,6 m ovan markytan.

Område markerat med grön färg:

Långsträckt lerfylld dalgång utgörande åkermark.

Torrskorpa ca 1,5 m – ca 2,5 m mäktig underlagrad av ca 0 m – ca 6 m lös lera.

Totalt sonderingsdjup variera mellan 4 m och 11 m.

I leran förekommer ställvis siltskikt.

$c_u \approx 10$ kPa – 15 kPa (okorrigerad).

$w \approx 70\% - 90\%$.

(eftersom leran är normalkonsoliderad kan flytgränsen w_L antas ha värden i samma storleksordning som vattenkvoten)

$\gamma \approx 15 - 16$ kN/m³.

Område markerat med lila färg:

Leran i huvudsak mellansensitiv.
Artesiskt grundvatten ca 0,3 m ovan markytan.

Ett lätt kuperat höglänt område som i huvudsak utgörs av åkermark, max. ca 8 m mäktighet.
Jordlagerföljden består i huvudsak av fastlera på friktionsjord eller fastmark, med undantag från en lokal sänka.
I sänkan är lerdjupet ca 6 m. Leran är här mycket lös med $c_u \approx 8 - 10$ kPa (okorrigerad) och en vattenkvot $w \approx 100$ %.
(eftersom leran är normalkonsoliderad kan flytgränsen w_L antas ha värden i samma storleksordning som vattenkvoten)
 $\gamma \approx 15 - 16$ kN/m³.
Leran i huvudsak mellansensitiv.
Artesiskt grundvatten ca 0,2 m ovan markytan.

8. Hydrogeologiska förhållanden

Sannolikt förekommer två grundvattenakvifärer i området, baserat på informationen i tidigare utförda geotekniska utredningar. Dels finns det en akvifär i den postglaciala leran med en grundvattenyta i närheten av befintlig markyta eller strax under. I de östra delarna, där det förekommer en tydlig torrskorpebildning, ligger grundvattenytan något djupare. Dels finns det en akvifär i den underliggande friktionsjorden. De grundvattenmätningar som utförts visar att det råder artesiskt grundvattentryck i friktionsjorden med grundvattenytor varierande mellan ca 0,3 m och 0,6 m över befintlig markyta.

9. Stabilitetsvärdering

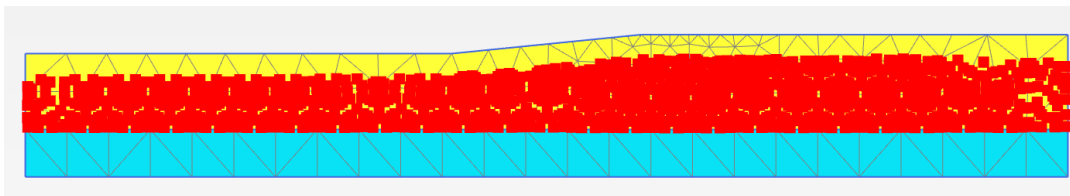
9.1 Inledning

Den geotekniska undersökning som föreligger är inte utförd för att utgöra underlag för en stabilitetsvärdering. Det är en översiktlig utredning som syftar till att ge en överblick och helhetssyn över områdets geotekniska förhållanden.

En geoteknisk undersökning med syfte att utgöra underlag för en stabilitetsvärdering ska utföras i sektioner längs den aktuella sluttningen (slänten) i terrängen för att ge information om de geotekniska förhållande längs den slänt som ska analyseras.

9.2 Materialparametrar för jorden

För att kunna utföra en rättvisande geoteknisk analys, oavsett typ (sättning, stabilitet, upplyft, stjälpning etc.) erfordras en rimlig uppsättning materialparametrar. De materialparametrar som finns angivna i de tidigare utförda geotekniska rapporterna är inte heltäckande genom hela jordlagerföljden. Det märks också på sammanfattningarna i dessa rapporter, att den odränerade skjuvhållfastheten, som ju är den parameter som, förutom släntens geometri, påverkar släntstabiliteten (beräknad säkerhetsfaktor mot brott) mest, är angiven som ett enskilt värde för hela lerlagret, eller ibland som ett mindre intervall, men tanken bakom framställningen är att ett värde för hela jordlagerföljden ska väljas. Detta är inte ett rättvisande angreppssätt, eftersom vi förväntar oss, såvida det inte är någon form av anomali i den geologiska bildningen, att samtliga materialparametrar ska öka i värde mot djupet. Det i sin tur beror på att ju längre ned under markytan, desto större mäktighet jord finns ovanför, vilket ger en större belastning. Vid belastning av lera kommer den att konsolidera (komprimeras under samtidig vattenavgång). Den processen bidrar till att höja värdena både på hållfasthets- och deformationsparametrarna. Det är denna process och effekt som utnyttjas vid förbelastning av jord. Det är vanligt att anta att tillskottet till den odränerade skjuvhållfastheten på grund av belastning för en normal-konsoliderad lera som är konsoliderad för belastningen kan tecknas $c_u = 0,1 \cdot \sigma'_v$, där σ'_v motsvarar vertikalspänningen på betraktat djup. För en rättvisande stabilitetsvärdering hade således behövts en mer nyanserad bild av jordens egenskaper. För att jordlagerföljden ska kunna bära lasten av ovanförliggande jord, krävs också att den uppvisar ett visst värde på de odränerade skjuvhållfastheten. I annat fall skulle den befinna sig i brott enbart för sin egentyngd, vilket är mindre troligt. Om vi modellerar en slänt i vårt aktuella område och analyserar spänningsförhållandena enbart för egentyngden erhålls bilden som visas i Figur 8. De röda markeringarna visar att spänningarna i jorden överskrider jordens hållfasthet, dvs. jorden befinner sig i brott.



Figur 8. Spänningssituationen för en slänt i området då enbart jordens egentyngd har applicerats. Röda punkter betyder att spänningsnivån överskrider jordens hållfasthet, dvs. jorden befinner sig i brott.

9.3 Slänter med lutning 1:10

9.3.1

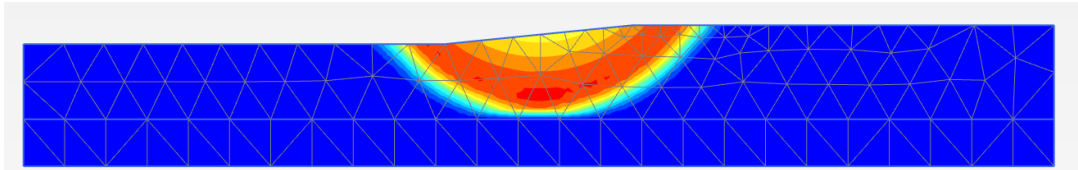
Obelastad slänt

I normalfallet anses slänter med lutning 1:10 som stabila. Detta är också den gräns som används vid de skredriskinventeringar som Statens geotekniska institut initierar och utför. Men det är viktigt att ha i minnet att detta gäller för en obelastad slänt.

Låt oss åter betrakta slänten som visas i Figur 8. Slänten motsvarar ett tvärsnitt för G1 (gata). I det här fallet bortser vi från att det råder brott i stora delar av jorden och

beräknar först säkerhetsfaktorn mot brott (skred) för en obelastad slänt. Resultatet visas i Figur 9.

Den beräknade säkerhetsfaktorn mot brott är $F_c = 1,7$, vilket betyder tillfredsställande stabilitetsförhållanden. Men för att få lösningen att konvertera, var det nödvändigt att applicera en ökning av den odränerade skjuvhållfastheten med djupet med $0,1 \text{ kN/m}^2$ per meter. I annat fall kunde inte lerlagret ta upp mer last.

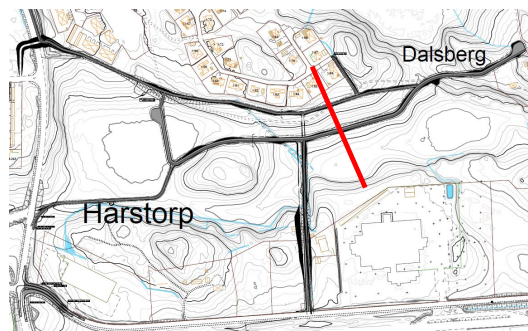


Figur 9. Kritisk glidyta för en stabilitetsanalys för en obelastad slänt med lutningen 1:10. Med obelastad avses att jorden endast belastas med sin egentyngd. Beräknad säkerhetsfaktor är $F_c = 1,7$.

9.3.2

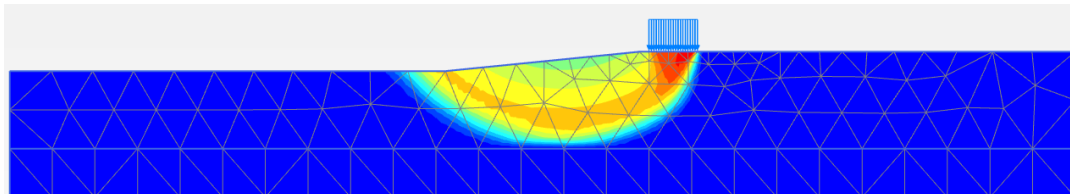
Stabilitet för vägar

Nästa steg blir att analysera vad som händer med säkerhetsfaktorn om gatan som går tvärs igenom området parallellt med höjdkurvorna inkluderas i analysen, Figur 10. För att förenkla analysen har vägen lagts vid skredkrönet och placerats 1 m från krönet. Som trafiklast har ansatts $q = 20 \text{ kN/m}^2$. Resultatet av beräkningarna visas i Figur 11.



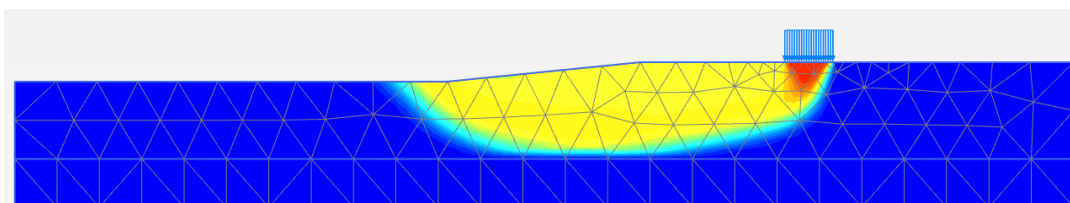
Figur 10. Analysen för gator som går genom området parallellt med höjdkurvorna skulle kunna representeras av sektionen som indikeras med rött streck.

Den beräknade säkerhetsfaktorn mot brott är $F_c = 1,2$, vilket betyder icke tillfredsställande stabilitetsförhållanden. Det är rimligt att anta att säkerhetsklass 2 (SK2) ska gälla för dessa anläggningar. I SK2 erfordras att $F_c \geq 1,5$. Även i detta fall applicerades en ökning av den odränerade skjuvhållfastheten med djupet med $0,1 \text{ kN/m}^2$ per meter. I annat fall kunde inte lerlagret ta upp mer last.



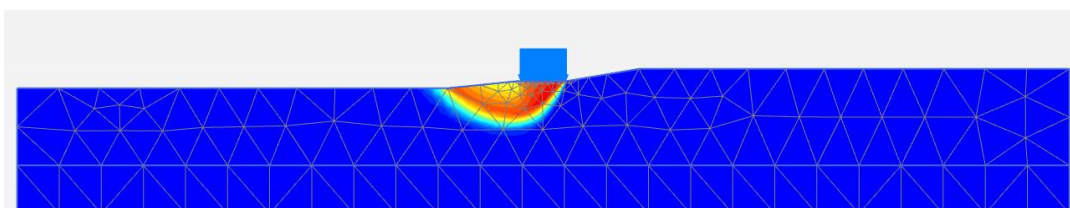
Figur 11. Kritisk glidyta för en stabilitetsanalys för en slänt med lutningen 1:10 som belastas av en gata, placerad 1 m från släntkrön. Trafiklasten har ansatts till $q = 20 \text{ kN/m}^2$. Beräknad säkerhetsfaktor är $F_c = 1,2$.

Vid problem att uppnå tillfredsställande stabilitetsförhållanden, kan ett angreppssätt vara att flytta lasten (i det här fallet vägen) längre bort från skredkrönet. En beräkning med samma förutsättningar som tidigare fast med vägen placerad 15 m från skredkrönet i stället för 1 m. Beräknad säkerhetsfaktor är $F_c = 1,5$, vilket betyder att tillfredsställande stabilitetsförhållanden uppfylls. Resultatet redovisas i Figur 12.



Figur 12. Kritisk glidyta för en stabilitetsanalys för en slänt med lutningen 1:10 som belastas av en gata, placerad 15 m från släntkrön. Trafiklasten har ansatts till $q = 20 \text{ kN/m}^2$. Beräknad säkerhetsfaktor är $F_c = 1,5$.

En annan möjlighet kan vara att terrassera slänten, dvs schakta ut en "hylla" som vägen anläggs på. Detta skulle minska släntens höjd, och är också en vanlig åtgärd då icke tillfredsställande stabilitetsförhållanden råder. En terrassering får lite funktionen av en successiv tryckbank. Beräknad säkerhetsfaktor är $F = 1,5$, vilket betyder att tillfredsställande stabilitetsförhållanden uppfylls. Resultatet visas i Figur 13.

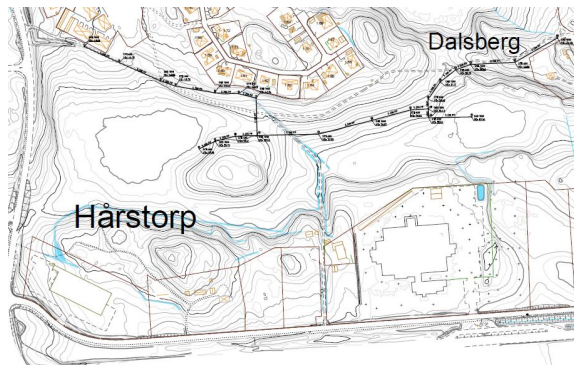


Figur 13. Kritisk glidyta för en stabilitetsanalys för en slänt med lutningen 1:10 som belastas av en gata, placerad i en slänt som har terrasserats, med en "hylla" mitt på slänten som rymmer gatan. Trafiklasten har ansatts till $q = 20 \text{ kN/m}^2$. Beräknad säkerhetsfaktor är $F_c = 1,5$.

9.3.3

Stabilitet för VA-schakter

Ledningsnätet följer i stort sett gatulinjerna, Figur 14.



Figur 14. VA-ledningar följer gatustråken.

Lägningsdjup för ledningar är inte känt. Därav är inte heller exakta schaktdjup kända. Det kan vara rimligt att anta att i varje fall någon ledning kommer att läggas på frostfritt djup, vilket är mellan 1,5 m och 2 m under markytan. Om ungefärliga marknivåer så som de redovisas i dagvattenutredningen, se Figur 2, jämförs med ledningsstråken i Figur 14, förefaller det som om huvuddelen av ledningarna är förlagda där marknivåerna är höga. Detta är viktigt ur stabilitetssynpunkt, eftersom det omvända, om ledningsschakterna kommer att vara där marknivåerna är låga, skulle innebära att schakterna reducerade de mothållande effekterna hos slänterna, med en reduktion av säkerhetsfaktorn som följd. Lokalstabiliteten för ledningsschakter behandlas inte här, då detta följer allmänna råd och linjer liksom vedertagen praxis.

9.3.4 Stabilitet för byggnader

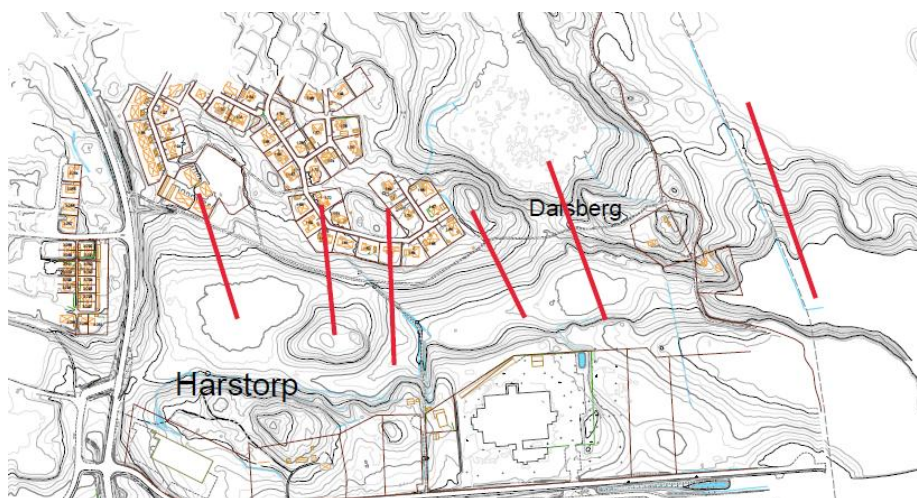
Stabilitetsvärderingar för byggnader kommer i stor utsträckning att utföras med samma angreppssätt som för gator. För mindre byggnader, småhus i 1 till 1½ plan är också belastningen i stort sett densamma, om grundläggning på platta på mark antas, som den belastning från gata som antagits i tidigare avsnitt.

Sannolikt kommer dock i fallet byggnader inte alltid släntstabiliteten att vara dimensionerande, utan de sättningar som utbildas. De preliminära sättningsuppskattningar som redovisas i WSP:s rapport, se ref. 6 i kapitel 4, ger vid handen att mycket stora sättningar kan förväntas vid belastning på jordprofilen med 20 kN/m². Redovisningen i rapporten slutar vid motsvarande 1 m uppfyllnad (18 kN/m²), vilket uppges ge 0,35 m sättning. Normalt brukar antas att en acceptabel sättning för en byggnad inte får vara större än ca 60 mm, och för att innehålla det kravet, går det inte att lasta på mycket alls.

Sannolikt måste byggnader därför grundförstärkas, mest ur sättningssynpunkt, men som bonus påverkas ju då inte stabilitetsförhållandena. Samtidigt kan det vara ekonomiskt svårt att försvara grundförstärkning för småhus. Den grundförstärkningssynpunkt som förmodligen närmast till hands i det här fallet är sannolikt grundläggning på pålar eller på plintar (beroende på de sättning känsliga lagrens mäktighet) till den fasta friktionsjorden som underlagrar lerlagret.

10. Fortsatt stabilitetsvärdering

För att en fortsatt stabilitetsvärdering ska ge önskvärt resultat bör rekommenderas att en kompletterande geoteknisk undersökning utförs, utformad med undersökningspunkters läge (längs beräkningssektioner) och med metodval för att ge underlag för stabilitetsberäkningar. När dessa utförs rekommenderas att markytan mäts in i sektionerna så att kompletta beräkningssektioner med korrekt data erhålls. Vid nu utförd värdering, bedömdes att sektionerna (röda markeringar) som redovisas i Figur 15 skulle kunna vara intressanta att verifiera.



Figur 15. Förslag på sektioner som kan vara intressanta att verifiera ur stabilitetssynpunkt.

I den nordöstra och norra mellersta delen av området är släntlutningarna förmodligen runt 1:10. I den nordvästra delen förefaller släntlutningarna vara brantare än så.

Det ska också tilläggas att det saknas geoteknisk information i delar av det aktuella området, särskilt i den östra delen.

11. Grundvattensänkringar

Grundvattenytan ligger inom hela området i princip i jämnhöjd med markytan eller strax under. Detta måste hanteras vid exploateringen av området. En grundvattensänkning är dock inte lämplig, då en sådan kan komma att försämrastabilitetsförhållandena. Ett annat sätt att lösa problem med höga grundvattennivåer är, att fylla upp, så att markytan så att säga kommer längre från grundvattenytan. Detta kommer dock att leda till att stora sättningar utbildas. Om uppfyllnad ska tillämpas, måste sannolikt denna placeras ut som förbelastning och låta verka en tid för att vara görlig. Med fördel läggs denna uppfyllnad ut så att den förbättrar stabilitetsförhållandena i området.

12. Kommentarer

Det kan i sammanhanget kanske förefalla lite märkligt, att det har gått bra att uppföra småhusområdet norr om det aktuella området, sannolikt utan några större problem. Dock är de geotekniska förhållandena väsentligt bättre i det området än i det nu aktuella området. Också omedelbar söder om det aktuella området, där industribyggnaden är uppförd, är de geotekniska förhållandena bättre än i det aktuella området.

Stabilitetsförhållandena i det aktuella området är känsliga mot bakgrund av den låga skjuvhållfastheten som rapporteras från tidigare utförda undersökningar. Det är inte särskilt stort lasttillskott som erfordras för att tillfredsställande stabilitetsförhållanden ska ändras till icke tillfredsställande. Det är därför viktigt att stabilitetsanalyser görs för helt aktuella geometrier och att undersökningarna som utförs kan ge underlag för att sammanställa parametervärden och utvärdera härledda medelvärden i enlighet med Eurokod.