

Fjällastorp

Uppdragsnummer

203974

Rev. 212361-300

Skanska Sverige

Teknik

Göteborg

Handläggare

K. Tilgmann

Datum

2018-04-26

Rev. 2024-01-25, Sven Liedberg

FJÄLLASTORP**BOLLEBYGD****Geoteknisk utredning för detaljplan****Projekterings PM / Geoteknik**

SKANSKA TEKNIK

SKANSKA TEKNIK

.....
Karin Tilgmann,
Sven Liedberg (rev 2024-01-25)
Handläggare

.....
Torbjörn Edstam
Granskare

Ver. nr	Datum	Beskrivning av ändring	Sign
1	2024-01-25	Revidering efter SGI:s ”yttrande över samrådshandling”	SLI

Fjällastorp
Uppdragsnummer
203974
Rev. 212361-300

Skanska Sverige
Teknik

Göteborg
Handläggare
K. Tilgmann
Datum
2018-04-26
Rev. 2024-01-25, Sven Liedberg

Innehållsförteckning

1	OBJEKT	3
2	SYFTE.....	4
3	UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNINGEN	5
3.1	KART- OCH RITNINGSUNDERLAG	5
3.2	ARKIVMATERIAL	5
4	STYRANDE DOKUMENT	5
5	PLANERAD BYGGNATION	6
6	TOPOGRAFI OCH OMRÅDESBESKRIVNING	6
6.1	BEFINTLIGA BYGGNADER OCH ANLÄGGNINGAR.....	7
7	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	8
8	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	11
9	MARKRADON	11
10	BERG	11
11	SÄTTNINGAR.....	11
12	STABILITET	12
12.1	ALLMÄNT	12
12.2	ERFORDERLIG SÄKERHETSFAKTOR	13
12.3	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	13
12.4	STABILITETSANALYSER	14
12.5	SAMMANFATTNING STABILITETSANALYSER.....	14
13	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER.....	15
13.1	PLANBESTÄMMELSER	15

Bilagor:

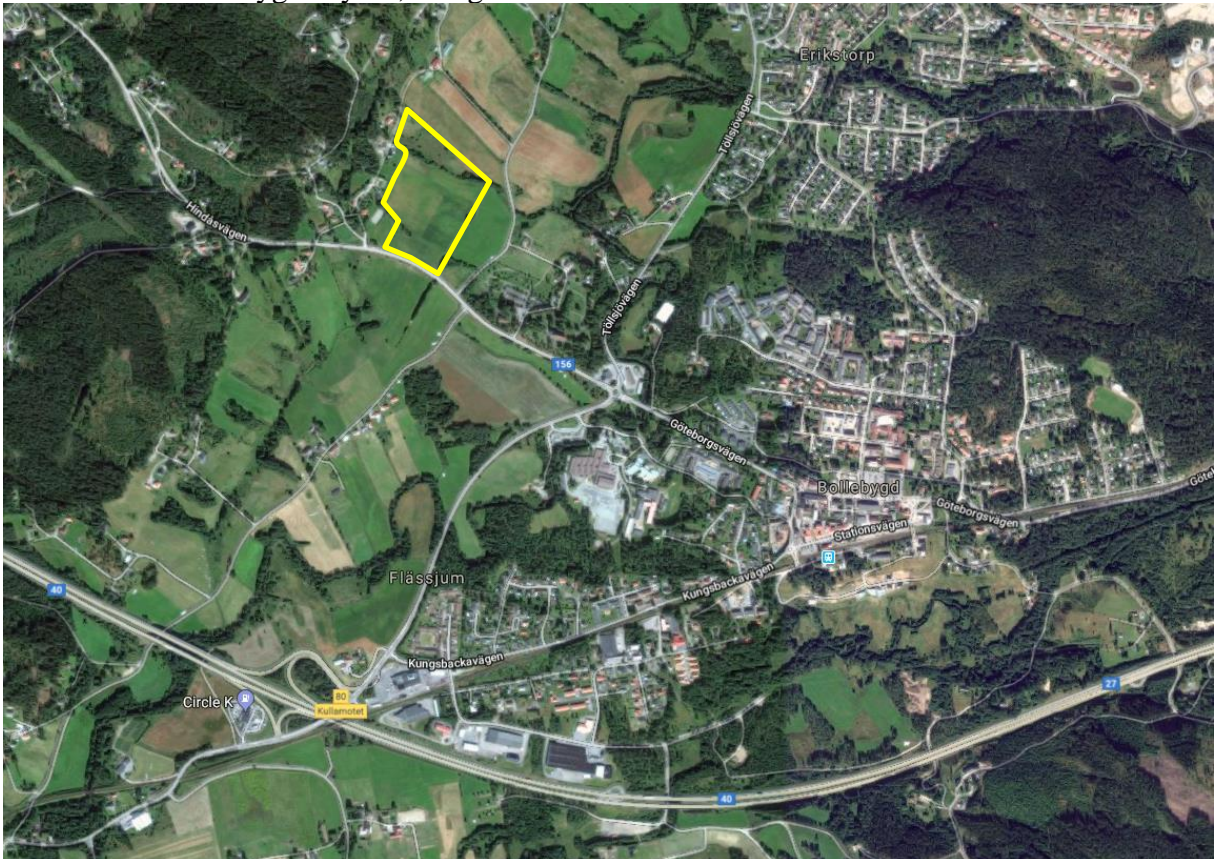
- Bilaga 1 Stabilitetsberäkningar

1 OBJEKT

På uppdrag av Skanska Sverige AB, Bostadsutveckling Riks, har Skanska Sverige AB, Teknik, utfört en geoteknisk utredning i samband med upprättande av en ny detaljplan.

Denna handling inkluderar revideringar efter SGI:s yttrande över samrådshandling per 2023-10-20 med diarienummer 5.2-2309-1166. Samrådshandlingen berör detaljplanen för Fjällastorp 3:6 m fl i Bollebygds kommun.

Det aktuella området är beläget i Fjällastorp, Bollebygd, norr om väg 156 (Hindåsvägen) och nordväst om Bollebygds kyrka, se figur nedan.



Figur 1-1 Satellitbild från Google Maps. Det aktuella området är markerat med gult.

Planen för området är att uppföra bostäder enligt den idéskiss som Sweco har tagit fram för området, se figur 1-2 nedan. Bostäderna kommer utgöras av relativt lätta bostadshus i upp till två plan.



Figur 1-2 Samrådshandling för Fjällastorp, Sweco, 2023-08-18.

2 SYFTE

Syftet med denna utredning är att utreda och beskriva de geotekniska förutsättningarna inför bedömning av områdets lämplighet för planerad byggnation, i samband med upprättande av detaljplan för området.

I detta PM redovisas en beskrivning av jordlagerföljd, jordens tekniska egenskaper och bedömning av stabilitetsförhållanden inom och i anslutning till detaljplaneområdet samt en översiktlig bedömning av grundläggningsförutsättningar.

Resultaten av de geotekniska undersökningarna i form av ritningar och bilagor redovisas i en separat handling benämnd "Markteknisk undersökningsrapport, MUR / Geoteknik" upprättad av Skanska Sverige AB, Teknik i Göteborg och daterad 2018-04-03.

3 UNDERLAG FÖR UNDERSÖKNINGEN

3.1 Kart- och ritningsunderlag

Underlag för undersökningen har utgjorts av:

- Idéskiss upprättad av Sweco, daterad 2023-08-18
- Detaljplan för Bollebygd, Fjällastorp 3:6 m.fl. Fjällastorp, Samrådshandling, 2023-08-18.
- Digital primärkarta med nivåkurvor med 1 m ekvidistans, tillhandahållen av uppdragsgivaren.
- SGU, Jordartskartan, [SGUs Kartvisare](#)

3.2 Arkivmaterial

Nedanstående undersökningar har tidigare utförts inom eller i närheten till aktuellt område:

- [1] ”*BOLLEBYGDS KOMMUN. BOLLEBYGDS KYRKBY 1:28. Detaljplan.*”
PM, Geoteknik med tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR), upprättade av GEO-Gruppen AB, daterade 2017-08-28 med diarienummer 17-132.
- [2] ”*Bollebygds Prästgård 1:2. Bollebygds kommun*”
Teknisk PM, Geoteknik med tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR), upprättade av Atkins Sverige AB, daterade 2015-01-30 (reviderade 2017-11-03) med diarienummer 2012671.

4 STYRANDE DOKUMENT

Denna PM ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. Gällande tillämpningsdokument enligt IEG framgår i tabell nedan.

Tabell 4-1 Styrande dokument

Dokument	Standard eller annat styrande dokument
Benämning och indelning av jord	SS-EN ISO 14688-1:2004
Identifiering och klassificering av jord	IEG Rapport 12:2010 och 13:2010
Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar	IEG Rapport 4:2010
Trafikverkets Råd för Geokonstruktioner	TRGeo 13
Trafikverkets Konstruktionsregler	TkGeo 13

5 PLANERAD BYGGNATION

Den nya detaljplanen innefattar bostäder i upp till 2 våningar med träfasad. Omkring husen anläggs trädgårdar, naturområden, parkeringsytor och gator. Blivande marknivåer är inte fastställda men området ska anpassas efter nivåerna på intilliggande vägar. Eftersom området ligger i lutning så kan det bli aktuellt med både avschaktning och uppfyllnader inom området för anpassning av marknivåer.

6 TOPOGRAFI OCH OMRÅDESBESKRIVNING

Detaljplaneområdet ligger i västra delen av Bollebygd, inom en dalgång som sträcker sig i nordostlig-sydvästlig riktning. Detaljplaneområdet ligger inom dalgångens västra sluttning och utgörs i dagsläget av ängsmark. Genom området rinner en bäck från höjdpartiet i nordväst och ner mot lägre nivåer öster om det aktuella området. Inom ängsområdet sluttar marken svagt från nordväst och ner mot sydost med en nivåskillnad på ca 10 m. I det nordvästra hörnet av detaljplaneområdet stiger marknivån relativt brant med en nivåskillnad av ca 15 m. Nivåerna inom hela detaljplaneområdet ligger mellan ca +82 till +107, enligt höjdsystemet RH2000. Bäckens som rinner genom området är ca 1 m djup förutom vid det nordöstra hörnet av detaljplaneområdet där nivåskillnaden uppgår till ca 2 m intill bäcken. I och intill bäcken växer träd och sly.

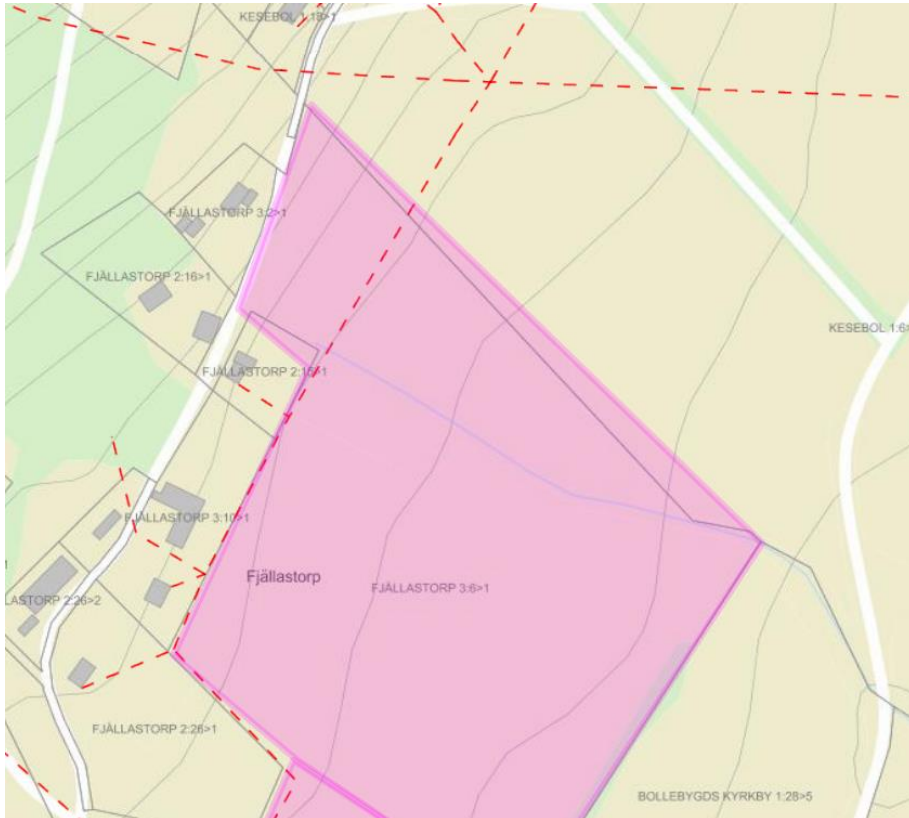


Figur 6-1 Träd och sly växer i och intill bäcken.

6.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Området ansluter i den västra delen till ett antal tomter med bostadshus och gårdar längs en enskild väg. Inom undersökningsområdet finns ingen bebyggelse.

I den norra delen av området finns en markförlagd ledning. Ledningsägare är Skanova och ledningens sträckning framgår av figur 6-2 nedan.



Figur 6-2 Röd streckad linje visar ungefärligt läge för Skanovas markförlagda ledning.

7 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

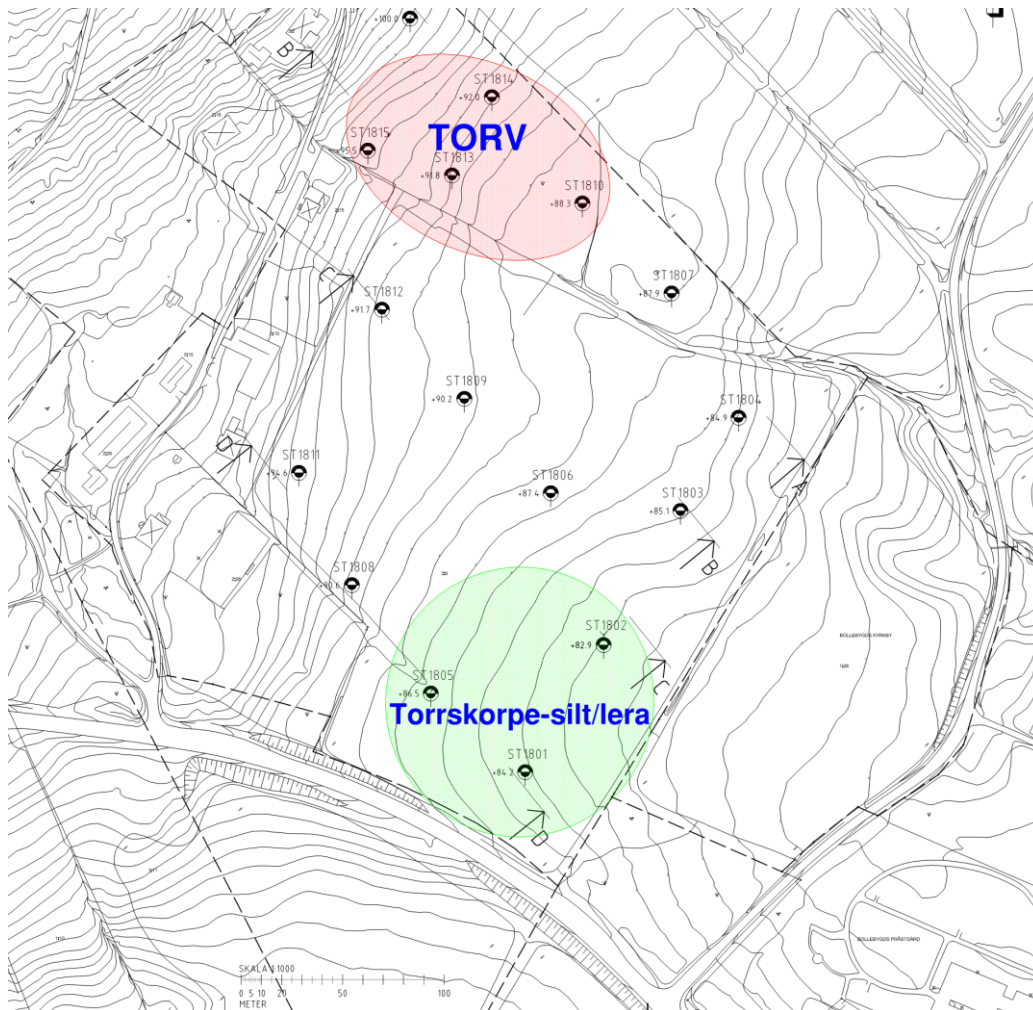
7.1.1 Jordlagerföljd

Det översta jordlagret utgörs över hela området av mullhaltig jord med en mäktighet av 0,3 - 0,8 m. I den norra delen av området finns ett begränsat område med torv.

Under mulljorden finns ett lager sand med 0,1 - 1,5 m mäktighet. Sanden har inslag av silt. Sanden finns över hela området förutom längst i söder där mulljorden underlagras av 2 - 3 m torrskorpesilt och torrskorpelera.

I figur 7-1 nedan redovisas områdena inom vilka det påträffats torv respektive torrskorpesilt/torrskorpelera. Utbredningen har inte undersökts ingående utan tolkningen är

ungefärlig och baseras på tolkning utifrån de jordartsbestämningar som utförts i borrhöjningarna vid fältundersökningen.



Figur 6-1 Områden med torv och torrskorpe-silt/lera

Under sanden och torrskorpan följer morän. De utförda trycksonderingarna har utförts till 0,7 - 5 m djup under markytan innan de stoppat och inte kunnat nerdrivas ytterligare. Djup till sonderingsstopp är ca 4 - 5 m inom området med torrskorpe-silt/lera och generellt 1 - 2 m inom det övriga området, förutom en borrhöjning inom torvområdet som stoppat på 4 m djup. Samtliga sonderingar har bedömts stoppa i morän och inte mot berg.

Fjällastorp

Uppdragsnummer

203974

Rev. 212361-300

Skanska Sverige

Teknik

Göteborg

Handläggare

K. Tilgmann

Datum

2018-04-26

Rev. 2024-01-25, Sven Liedberg

7.1.2 Geotekniska parametrar

Jordlagrens geotekniska parametrar har utvärderats genom bedömning från jordartsbestämningar kombinerat med tabellvärden och erfarenhetsvärden.

Sandens tunghet bedöms uppgå till 20 - 21 kN/m³, med en effektiv tunghet på ca 11 kN/m³. Friktionsvinkeln bedöms vara 32 - 35 grader där den lägsta friktionsvinkeln råder i den övre delen av sandskiktet där sanden har inslag av silt. För empirisk värdering av friktionsvinkeln har bland annat använts SGI Information nr 8 samt Trafikverkets konstruktionsregler TkGeo, tabell 5.2-3.

Torrskorpeleran och torrskorpesilten bedöms ha en tunghet omkring 19 - 20 kN/m³. Torrskorpeleran kan antas ha en odränerad hållfasthet på minst 35 kPa och en friktionsvinkel på 30 grader, medan torrskorpesilten bedöms ha en något högre friktionsvinkel, 31 - 32 grader.

Den underliggande moränen är så pass fast att sonderingarna har stoppat i den. Tungheten antas uppgå till ca 21 kN/m³ och friktionsvinkeln antas vara ca 42 grader.

Trycksonderingar påvisar att torrskorpelagren kan anses vara medelfasta till fasta. Sonden har genom flera nivåer behövts roteras för att kunna nå så kallat metodstopp. Erforderlig kraft för att driva trycksonden nedåt utan rotation har som lägst bestämts till ca 6,5 kN, vilket grovt kan räknas om till ett spetstryck för trycksonden med spetsarean 10 cm² på ca 6,5 MPa. En grov skattning kan då göras av torrskorpans hållfasthet till att vara mycket stor, dvs >>100 kPa. Så höga värden för torrskorpan skall dock inte användas för projektering, varför $c_{uk} = 35$ kPa rekommenderas.

Trycksonden har börjat vridas vid sonderingskrafter med trycksondering på upp mot 10 till 12 kN. Översätts detta på samma vis som ovan till styvheter med hjälp av TRGeo 13 erhålls moduler för tryckkrafterna 6,5 - 12 kN (spetstryck på ca 6,5 - 12 MPa) på motsvarande ca 20 - 40 MPa. Dessa värden skall dock ses som grovt skattade.

Torrskorpebildningen är väl utvecklad och definierad med stöd av sonderingarna samt det faktum att vattenkvoten är låg (20 - 27 %), vilket i sin tur motiverar en torrskorpelera med en relativt hög hållfasthet, dock rekommenderas att värdet för torrskorpans odränerade skjuvhållfasthet begränsas till 35 kPa.

Det ”relativt låga” rekommenderade hållfasthetsvärdet på 35 kPa kan dock anses vara rimligt i en bedömning med stöd av kunskap om hur makrostrukturen kan se ut i en torrskorpa med påverkan från torrsprickor och från tidigare påverkan av växtlighet och klimatvariationer. En torrskorpas hållfasthet har även påvisats vara varierande med väderlek/årstid. Detta har beskrivits av Ringesten (1988), se även SGI (2022), ”Säker uppställning av tunga anläggningsmaskiner”. Det är därför rimligt att inte nyttja en torrskorpas hållfasthet fullt ut. Vid projektering är det därför brukligt att vid till exempel stabilitetsberäkningar använda konservativa värden för en torrskorpa i spannet 30-50 kPa (beroende av bland annat torrskorpebildningens mäktighet), såvida högre värden inte kan motiveras med stöd av mer avancerade undersökningar. På så vis riskerar man inte att överskatta stabiliteten för en slänt. Ett sådant konservativt antagande har tagits i detta fall.

8 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Jordlagren inom området bedöms vara relativt permeabla och området och intilliggande höjdparter avvattnas ner mot de lägre belägna delarna öster om detaljplaneområdet. Grundvattenytan inom området varierar därmed sannolikt över året och beror av mängden nederbörd. Det är rimligt att anta att det kan förekomma översvämning kring bäcken vid riklig nederbörd samt perioder då bäcken är torrlagd vid torrperioder.

9 MARKRADON

Radonmätningar har inte utförts i samband med denna geotekniska utredning. Byggnader föreslås utföras radonskyddade om det inte utförs radonundersökningar som visar att detta inte är nödvändigt.

10 BERG

Det förekommer inget berg i dagen inom det undersökta området. Däremot stiger markytan kraftigt i nordväst och endast ett tunt jordtäckte torde finnas ovan berget.

11 SÄTTNINGAR

Området består av jordlager som generellt sett inte är särskilt sättningkänsliga, om man bortser från torven och mulljorden. Inför byggnation schaktas all mullhaltig jord bort och grundläggning sker på friktionsjorden. I friktionsjord utbildas enbart momentana, elastiska sättningar under en relativt kort tid efter belastning. Vid anläggning av vägar och vid

Fjällastorp

Uppdragsnummer

203974

Rev. 212361-300

Skanska Sverige
Teknik

Göteborg

Handläggare

K. Tilgmann

Datum

2018-04-26

Rev. 2024-01-25, Sven Liedberg

uppfyllnader inom området kommer sättningar från de nya belastningarna tas ut under byggtiden. Belastningen från husen bedöms generera mycket små sättningar och det bedöms inte föreligga någon sättningsproblematik inom området med planerad utformning. Torrskorpan bedöms enligt de erfarna fältgeoteknikerna vara mycket fast.

Husen som planeras inom området bedöms ur ett sättningsperspektiv kunna grundläggas i mark, på packad fyllning.

12 STABILITET

12.1 Allmänt

Stabilitetsförhållandena inom området har kontrollerats genom beräkningar i en sektion mot bäcken, den sektion som bedöms ha en ur stabilitetssynpunkt mest ofördelaktig geometri.

Sektionens läge framgår av

Figur 12-1. Sektionen har kontrollerats för befintliga förhållanden samt för detaljplanens förhållanden där området i beräkningen antas ha fyllts upp med 2 m fyllnadsmassor.

Vid stabilitetsanalyserna har det beaktats att arbetet med utformningen av detaljplaneområdet fortfarande pågår varvid kvarterens utformning och marknivåer ännu inte är slutligt fastställda.



Figur 12-1 Läge beräkningssektion.

Stabilitetsanalyserna har utförts med dränerad analys med programmet Slope/W version 8.16.2.14053 (GeoStudio 2016). Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Prices metod för cirkulär cylindriska glidytor. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 1.

12.2 Erforderlig säkerhetsfaktor

Stabilitetsbedömningarna har utförts i enlighet med IEG:s rapport 4:2010 där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för ”Detaljerad stabilitetsutredning” för markområden med markanvändningen ”Nyexploatering”.

Enligt ovanstående gäller därmed följande säkerhetsfaktorer utifrån rådande förutsättningar:

Tabell 12-1 Rekommenderade säkerhetsfaktorer från IEG:s rapport 4:2010.

$$F_c \geq 1,7-1,5$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,5-1,4$$

$$F_\phi \geq 1,3$$

I detta fall utgörs jordlagren av friktionsjord och det är därmed säkerhetsfaktorn F_ϕ som blir gällande.

12.3 Beräkningsförutsättningar

Som underlag till beräkningssektionernas geometri har digital primärkarta med 1 m ekvidistans använts. De materialparametrar som använts vid beräkningarna finns beskrivna i kapitel 7 och redovisas i Bilaga 1 på stabilitetsanalyserna. Då det inte finns sonderingar i direkt anslutning till bäcken så har jorddjupen i beräkningen ansatts vara något större än förväntat i för att ta höjd för eventuella lokala avvikelser.

Grundvattenytan har placerats i nivå med befintlig markyta då det ur stabilitetssynpunkt är ofördelaktigt med en högt belägen grundvattenyta. I vattendraget har vattenytan placerats lågt då det är ofördelaktigt ur stabilitetssynpunkt i och med vattnets mothållande effekt. Detta utgör ett teoretiskt extremfall där marken är vattenmättad och vattnet rinner undan snabbt.

Marklaster används i beräkningarna i de fall där de befinner sig i aktivzonen, den pådrivande delen av glidytan. Belastning från husen har ansatts till 10 kPa per våning och över hela området har en utbredd nyttolast på 5 kPa använts i beräkningarna. Nyttolasten avser daglig verksamhet med en antagen intensitet motsvarande den för GC-trafik enligt TKGeo13, dvs

Fjällastorp

Uppdragsnummer

203974

Rev. 212361-300

Skanska Sverige

Teknik

Göteborg

Handläggare

K. Tilgmann

Datum

2018-04-26

Rev. 2024-01-25, Sven Liedberg

lättare entreprenadmaskiner så som maskiner och fordon för gräsklippning, ambulans och räddningsfordon.

12.4 Stabilitetsanalyser

12.4.1 Befintliga förhållanden

I dagsläget är nivåskillnaden intill bäcken som mest ca 1 m. Enligt utförd stabilitetsberäkning uppgår säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott med dränerad analys till $F_\phi \geq 1,8$. Säkerheten mot stabilitetsbrott uppfyller därmed erforderlig säkerhetsnivå för befintliga förhållanden.

12.4.2 Detaljplaneförhållanden

Vid beräkning med detaljplaneförhållanden blir nivåskillnaden större i och med en eventuell uppfyllnad. Fyllningsjorden, för vilken en friktionsvinkel valts på 38 grader, avser väl graderad, packningsbar friktionsjord av typ ”sandig morän och sandmorän” eller motsvarande i materialtyp 2 eller 3B enligt AMA 2023 och TKGeo13.

Fyllningshöjden har i beräkningen antagits till 2 m, vilket sannolikt är betydligt mer än vad som kommer bli fallet. Marklaster har ansatts för hus och nyttolast. Enligt utförd stabilitetsberäkning uppgår säkerhetsfaktorn mot stabilitetsbrott med dränerad analys till $F_\phi \geq 1,35$. Säkerheten mot stabilitetsbrott uppfyller därmed erforderlig säkerhetsnivå för detaljplaneförhållandena.

12.5 Sammanfattning stabilitetsanalyser

Resultaten från stabilitetsberäkningarna redovisas i tabell nedan.

Tabell 12-2 Beräknade säkerhetsfaktorer.

<i>Sektion</i>	<i>Befintliga förhållanden</i>	<i>Detaljplaneförhållanden</i>	<i>Åtgärd krävs</i>
	<i>Dränerad analys</i>	<i>Dränerad analys</i>	
A	$\geq 1,8$	$\geq 1,35$	NEJ

13 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Området lämpar sig väl för uppförande av bostäder med föreslagen utformning. Både stabilitetsförhållandena och grundläggningsförutsättningarna är bra. Det är möjligt att utföra uppfyllnader för att jämna markytan och minska nivåskillnaderna inom området. Om uppfyllnader inom området medför stora lokala nivåskillnader bör slänterna dock utformas i samråd med geotekniker.

Där vägar eller bostadshus placeras närmare vattendraget än ca 8 m rekommenderas att bäcken förses med erosionsskydd för att säkerställa att vattnet inte orsakar erosion som med tiden riskerar att underminera marken under eller intill hus eller vägar. Detta blir aktuellt tex där en gata korsar bäcken eller ifall en gång- och cykelväg placeras i anslutning till bäcken. Erosionsskydd kan utgöras av stenmaterial och/eller erosionsskyddande växtlighet med hjälp av exempelvis kokosnät beroende på vad som är önskvärt med tanke på estetik och miljövärden.

13.1 Förslag till planbestämmelser




Följande planbestämmelser föreslås införas i detaljplanen med avseende på de geotekniska förhållandena.

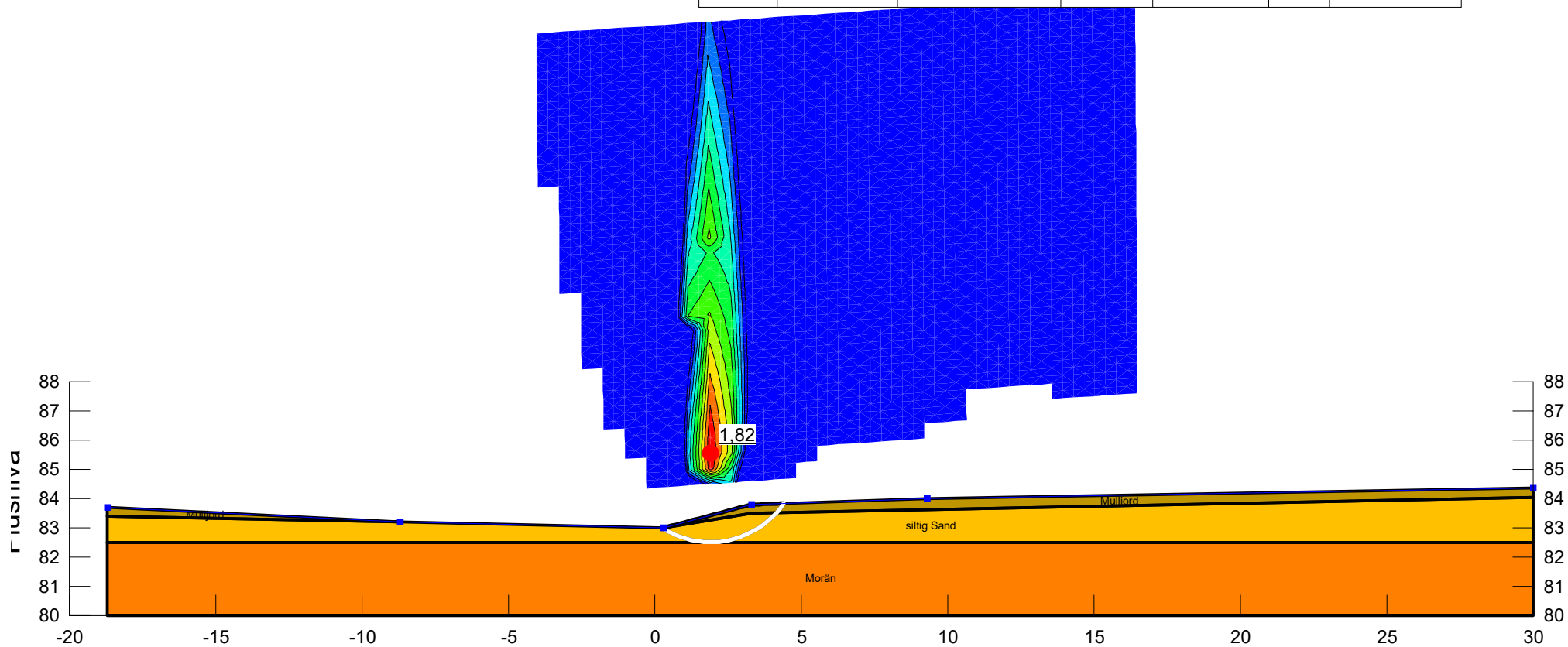
- Planerad nivå för färdig markyta får inom ett område på 8 meter från krönet av bäcken belastas med 5 kPa. Övriga markytor får belastas med upp till 20 kPa.
- I det fall avståndet från bäcken fram till vägar och bostadshus är mindre än 8 meter skall bäckens slänter förses med erosionsskydd.

Fjällastorp, Bollebygd.

Sektion A dränerad analys
 Befintliga förhållanden

Analysis Method: Morgenstern-Price
 Date: 2018-04-18

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Piezometric Line
	Morän	Mohr-Coulomb	21	0	42	1
	Mulljord	Mohr-Coulomb	15	0	30	1
	siltig Sand	Mohr-Coulomb	20	0	32	1



Fjällastorp, Bollebygd.

Sektion A dränerad analys
 Detaljplaneförhållanden

Analysis Method: Morgenstern-Price
 Date: 2018-04-18

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Piezometric Line
■	Fyllningsmaterial	Mohr-Coulomb	21	0	38	1
■	Morän	Mohr-Coulomb	21	0	42	1
■	Mulljord	Mohr-Coulomb	15	0	30	1
■	siltig Sand	Mohr-Coulomb	20	0	32	1

