



Projekterings-PM/Geoteknik

PM/Geo

Kyrkenorum 1:1

Kyrkenorum, Stenungsund

Detaljplan

Uppdragsnr: 22064

Bohusgeo AB 2022-09-07

Rev A 2023-03-10

Beställare

Kund: Stenungsunds kommun
Kontaktperson: Fabiana Tomé

Bohusgeo AB

Uppdragsnummer: 22064
Uppdragsledare: Emil Johansson
Handläggare: Emil Johansson
Granskning: Henrik Lundström

Bastionsgatan 26
451 50 Uddevalla
Org.nr. 556601-5243
Tel. vxl. 0522-946 50
bohusgeo.se

Innehållsförteckning

1.	Uppdrag och syfte	2
2.	Underlag	2
3.	Styrande dokument	2
4.	Planerad byggnation	3
5.	Befintliga förhållanden	3
5.1.	Mark, vegetation och topografi	3
5.2.	Geotekniska förhållanden	4
5.3.	Geohydrologiska förhållanden	6
6.	Släntstabilitet	6
6.1.	Allmänt	6
6.2.	Valda parametrar	7
6.3.	Beräkningsresultat - befintliga förhållanden	7
6.4.	Resultat/slutsats	7
7.	Grundläggning	8
8.	Schaktning	8
9.	Bergteknik	9
9.1.	Befintliga förhållanden	9
9.2.	Bedömning av risk för blocknedfall eller ytliga ras	12
9.3.	Bedömt behov av stabilitetshöjande åtgärder	12
9.4.	Bedömt underhållsbehov och åtgärdsförslag	12
10.	Markradon	12
11.	Föroreningar	12
12.	Kompletterande undersökningar	13

Bilagor

Rev A

Bilaga 1:1-1:3	Översiktsplan med delområdesindelning och beräkningssektioner m.m.
Bilaga 2:1-2:6	Vald hållfasthet och konsolideringsdiagram
Bilaga 3:1-3:6	Utvärdering erforderlig säkerhetsfaktor
Bilaga 4:1-4:8	Stabilitetsberäkningar
Bilaga 5:1-5:18	Fotobilaga

1. Uppdrag och syfte

Bohusgeo AB har på uppdrag av Stenungsunds kommun utfört en geoteknisk undersökning inom fastigheten Kyrkenorum 1:1, Stenungsunds kommun.

Uppdragets syfte är att undersöka de geotekniska förhållandena och att utreda förutsättningarna för detaljplan med avseende på släntstabilitet och översiktliga grundläggningsförhållanden.

Utredningen syftar till att redovisa släntstabilitet och lämplig grundläggningsmetod.

Under januari 2023 utfördes kompletterande undersökningar i området för att få ett bättre underlag för bedömning av stabilitetsförhållandena, vilket föranledde revidering av MUR och PM daterade 2023-03-10.

Rev A

2. Underlag

Underlag för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- Fält- och laboratoriearbeten utförda av Bohusgeo AB för projektet. Resultaten finns redovisade i en MUR daterad 2022-09-07, reviderad 2023-03-10, uppdragsnummer 22064.
- Skiss över planområdets utbredning, tillhandahållen av Stenungsunds kommun 2022-04-13.
- Skiss Illustrationskarta till förslag till detaljplan för Kyrkenorum 1:1 m.fl., tillhandahållen av Stenungsunds kommun, daterad 2022-08-12, se Bilaga 1.
- Planförslag, tillhandahållet av Stenungsunds kommun, daterat 2022-09-19, se Bilaga 1.

Rev A

3. 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, SS-EN 1997-2 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, rev 1
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 3 Pålkommisionens rapporter
Plattor	IEG Rapport 7:2008
Stödkonstruktioner	IEG Rapport 2:2009, rev 1
Förankringar	IEG Rapport 7:2010, rev 1
Stödmur	IEG Rapport 11:2010

4. Planerad byggnation

Inom fastigheten finns idag ett flertal byggnader vilka utgörs av Norums kyrka med tillhörande komplementbyggnader samt befintlig kyrkogård. Inom ängsmarken sydost om Ärtvivelvägen och sydväst om Ucklumsvägen planeras begravningsplatser uppföras, se Figur 1 nedan.



Figur 1. Översikt över planområdet, markerat med vit streckad linje.

5. Befintliga förhållanden

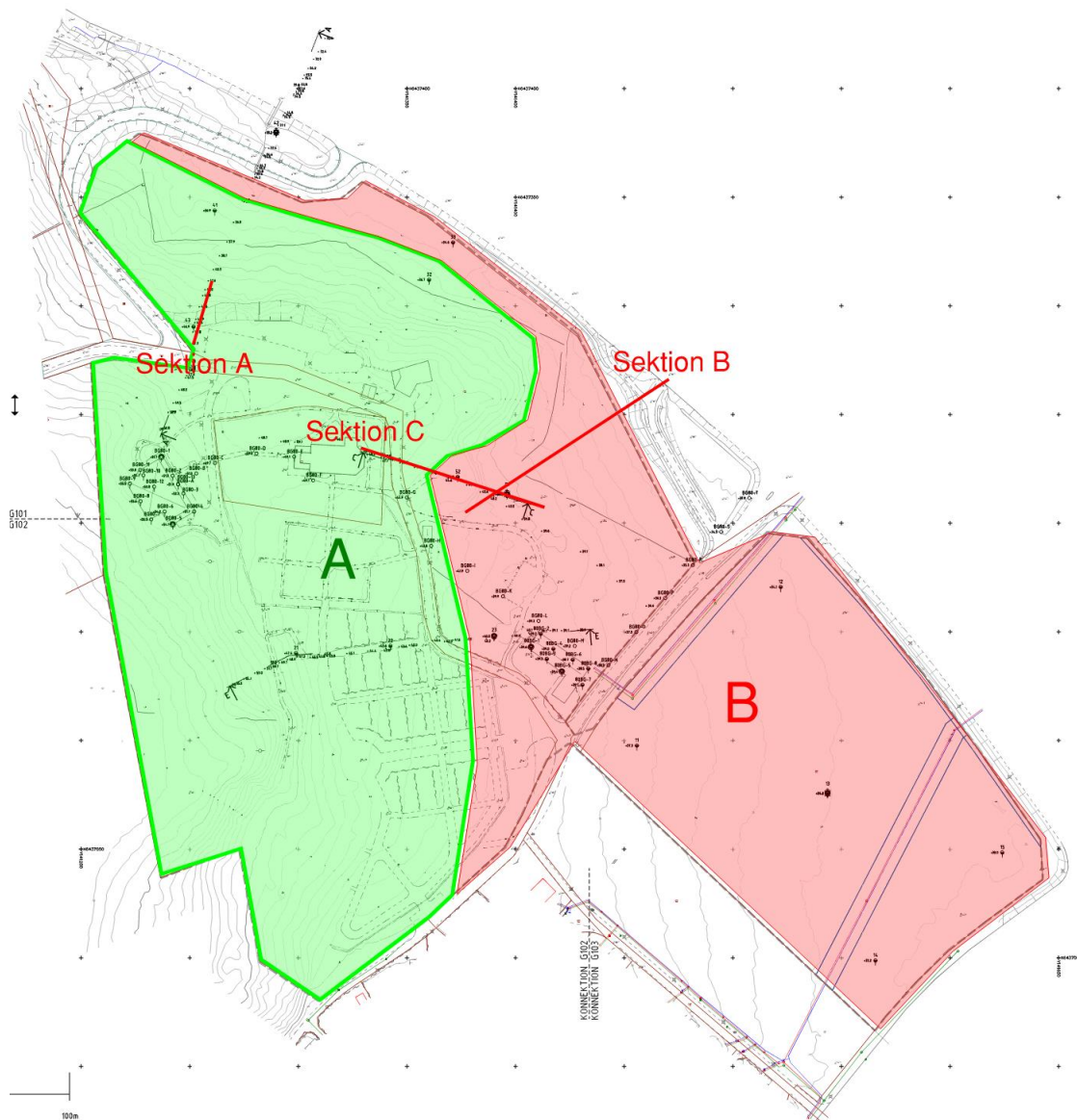
5.1. Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 300 x 500 m och utgörs av befintligt område för Norums kyrka med tillhörande begravningsplats i nordväst och av ängsmark i sydost. Området avgränsas i nordost av Ucklumsvägen, i sydost av Hallernaleden, i sydväst av befintligt bostadsområde och i övrigt av skogsmark.

Markytans nivå varierar mellan ca +33 och ca +37,3 i området för ängsmarken och sluttar svagt åt sydost. I övrigt varierar markytan mellan ca +33 och ca +35 i anslutning mot Ucklumsvägen för att därefter öka åt nordväst till som mest mellan ca +50 och ca +55. Släntlutningen för naturliga slänter mot Ucklumsvägen varierar generellt mellan ca 1:2,5 och ca 1:5 men lokalt förekommer ställvis även brantare partier. Inom området finns även ett antal anlagda slänter där släntlutningen är brantare 1:2,5.

5.2. Geotekniska förhållanden

Det undersökta området kan med hänsyn till geotekniska förhållanden delas in i två delområden, se Figur 2 samt Bilaga 1. Delområde A utgör områdets västra del och utgörs av fastmark med torrskorpelera och friktionsjord på berg med generellt små jorddjup, upp till ca 5 m. Ställvis har berg i dagen även observerats inom delområdet. Delområde B utgör områdets östra del och här är jorddjupen större, mellan ca 3 och ca 20 m, och lera förekommer.



Figur 2. Delområde A, markerat med grön skraffering, och delområde B, markerad med röd.

5.2.1. Delområde A

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 0,1 och ca 5 m. Ställvis har berg i dagen observerats vid fältbesök, se Bilaga 5. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av **silt** och **torrskorpelera** och tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och ca 2,5 m. Torrskorpeleran bedöms vara siltig. Vattenkvoten har uppmätts till mellan ca 20 och ca 40 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Friktionsjorden har inte undersökts närmare. Sonderingarna bedöms ha trängt ned mellan ca 0,5 och ca 1,5 m i friktionsjorden innan stopp mot förmodat berg eller block erhållits.

5.2.2. Delområde B

Det totala sonderingsdjupet varierar mellan ca 3 och ca 20 m. Jordlagren bedöms från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av generellt av **silt** och **siltig torrskorpelera** men ställvis förekommer även **sand**. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1,5 och ca 2,5 m. Vattenkvoten har generellt uppmätts till mellan ca 25 och ca 50 % men är ställvis lägre. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen. Friktionsvinkeln har utvärderats från CPT-sonderingar enligt SGI Information 3 till mellan ca 31 och ca 33°, se Bilaga 2.

Lera finns till mellan ca 3 och ca 20 m djup under markytan. Mäktigheten är störst inom ängsmarken i sydost och minst i anslutning till delområde B. Leran är i regel siltig. Vattenkvoten har i huvudsak uppmätts till mellan ca 40 och ca 60 % och konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 40 och ca 65 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar och på laboratorium genom fallkonförsök och direkta skjuvförsök. Dessutom har en empirisk utvärdering av skjuvhållfastheten baserad på utförda CRS-försök utförts. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i Bilaga 2. Den, med hänsyn till konflytgränsen, korrigerade skjuvhållfastheten varierar inom området men uppgår generellt till mellan ca 15 och ca 22 kPa närmast under det fasta ytlagret och ökar från ca 2-3 m djup med mellan ca 0,5 och ca 1 kPa/m.

För att undersöka lerans sättningsegenskaper har CRS-försök utförts, tillsammans med empirisk utvärdering av förkonsolideringstryck från CPT-sonderingar och vingförsök. Leran bedöms vara något överkonsoliderad, med OCR på mellan ca 1,5 och ca 2,0, ned till ca 6-7 m djup under markytan, och därefter normalkonsoliderad. Leran bedöms därmed inte kunna påföras någon ytterligare belastning utan att riskera att långtidssättningar uppstår.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har i regel trängt ned mellan ca 0,5 och ca 2 m innan stopp mot förmodat berg eller block erhållits.

Rev A

5.3. Geohydrologiska förhållanden

Portrycksnivån i leran har uppmätts i tre punkter (1-2 spetsar/punkt) under perioden maj – augusti 2022, med fyra timmars mätintervall. De uppmätta trycknivåerna redovisas i för uppdraget upprättad MUR daterad 2022-08-19.

Den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) bedöms vara belägen mellan ca 0 och ca 1 m under markytan. Portrycksökningen mot djupet bedöms vara 11 kPa/m, vilket är något högre än hydrostatisk fördelning (10 kPa/m).

6. Släntstabilitet

6.1. Allmänt

Släntstabiliteten har bedömts i tre sektioner, se placering i Bilaga 1. Stabilitetsberäkningar har utförts i två av dessa, sektion B och C.

I sektion B kontrolleras stabiliteten mot GC-tunneln under Ucklumsvägen. Då GC-tunneln har en begränsad utbredning i plan har även en beräkning av de 3d-effekter som verkar på glidyten utförts. I sektion C kontrolleras stabiliteten för den avstjälningsplats som observerats vid platsbesök.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med datorprogrammet GeoStudio 2021.3. Beräkningarna har utförts med cirkulärcylindriska glidytor med odränerad (c) och kombinerad analys (komb). Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsanalys.

Den utförda undersökningen bedöms generellt uppfylla detaljerad nivå enligt IEG R4:2010. I sektion B har kompletterande undersökningar utförts så att fördjupad nivå lokalt uppfylls för sektionen.

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

Tabell 2. Erforderliga säkerhetsfaktorer enligt IEG R4:2010

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,7 - 1,5$	$\geq 1,5 - 1,3$
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,7 - 1,5$	$\geq 1,5 - 1,4$
Fördjupad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,4 - 1,3$	$\geq 1,3 - 1,2$

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

Tabell 3. Valda erforderliga säkerhetsfaktorer

Utredningsnivå	F_c	F_{komb}
Detaljerad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,58$	$\geq 1,38$
Detaljerad utredning, nyexploatering	$\geq 1,58$	$\geq 1,44$
Fördjupad utredning, befintlig bebyggelse	$\geq 1,33$	$\geq 1,23$

Rev A

6.2. Valda parametrar

6.2.1. Skjuvhållfasthet

Vald skjuvhållfasthet framgår i Bilaga 2 samt på beräkningarna, se Bilaga 4.

6.2.2. Portryck

Rev A

Vald grundvattenyta framgår på beräkningarna i Bilaga 4. Portrycket har ansatts öka hydrostatiskt mot djupet.

6.2.3. Laster

I beräkningarna har en variabel karakteristisk last på 20 kPa ansatts längs gator för att ta hänsyn till trafiklast enl. TK Geo 13. Vid avstjälningsplatsen i sektion C har en last på 10 kPa ansatts för att ta hänsyn till eventuella fordon som rör sig där.

Rev A

Marken vid sektion B är enligt planförslaget till stor del planlagd som prickmark, och inga byggnader, plank eller gravar får uppföras eller anordnas. En schablonlast på 10 kPa har dock ansatts i beräkningen för att ta hänsyn till den fyllning som är tillåten utan marklovsansökan samt den GC-väg som planeras inom området.

6.3. Beräkningsresultat - befintliga förhållanden

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer, befintliga förhållanden

Sektion\Analys	F_c	F_{komb}
Sektion B - 1. Befintliga förhållanden	1,27	1,16
Sektion C - 1. Befintliga förhållanden	1,42	1,42

Rev A

Beräkningarna visar att säkerhetsfaktorn understiger kravet på erforderlig säkerhetsfaktor i båda sektionerna. Vid beaktande av 3d-effekter enl. Skredkommissionens Rapport 3:95 i sektion B erhålls dock en procentuell förbättring av säkerhetsfaktorn på ca 23,9 %, vilket motsvarar $F_c = 1,57$ och $F_{komb} = 1,47$, se Bilaga 4, och kraven uppfylls därmed.

6.4. Resultat/slutsats

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden inte vara tillfredsställande i sektion A och sektion C. I sektion A utgörs övre delen av slänten av sprängstensfyllning på fastmark. Släntlutningen bör i denna del jämnas ut till 1:2 för att uppnå tillfredsställande stabilitet.

Rev A

I sektion C uppnås tillfredsställande stabilitet om avstjälningsplatsen schaktas av med 1 m till nivå +43,5 till ca 11 m avstånd från släntrön och om släntlutningen jämnas ut till 1:2,5, se Bilaga 1:2 och Bilaga 4:6-4:9. En lämplig planbestämmelse bör införas som reglerar detta. I övriga delar av området bedöms inga belastningsbegränsningar behöva införas förutsatt att området markerat med prickmark inte förändras.

7. Grundläggning

Delområde A har bedömts som fastmarksområde och grundläggning inom detta område bedöms kunna utföras med platta på mark eller på plansprängt berg.

Inom delområde B förekommer lera med varierande mäktighet och som baserat på utförda CRS-försök är normal- till något överkonsoliderad. Då lämplig grundläggningsmetod beror på typ och placering av byggnad, planerade marknivåer etc. och då denna information inte funnits att tillgå vid tillfället för denna PM ges inga detaljerade rekommendationer kring grundläggning. Generellt gäller dock för normalkonsoliderad lera att alla ytterligare laster som påförs leran riskerar att orsaka långtidssättningar, vilket bör undvikas.

Sydöstra delen av delområde B planeras nyttjas för anläggande av gravplatser, se Bilaga 1:2. Anläggande av gravplatser medför enligt uppgift från beställaren att befintlig grundvattennivå sänks för att undvika grundvatten i gravarna, vilket riskerar att orsaka sättningar inom området. Området som påverkas av sättningar bedöms till följd av förekomsten av lågpermeabel lera vara begränsat till området där gravplatser planeras anläggas och närmast angränsande mark. Risker att dessa sättningar skulle orsaka stora skador på närliggande gator bedöms som liten.

8. Schaktning

Vid kortvarig schakt (öppen <1 dygn) bedöms en släntlutning av 2:1 erfordras vid ett max schaktdjup av 1,5 m.

Vid schakt under grundvattennivån, i samband med nederbörd eller vid riklig vattentillrinning kan flackare släntlutning och/eller erosionsskydd erfordras.

Vid schaktningsarbeten bör speciellt beaktas att jorden delvis är mycket flytbenägen. Om arbetena utförs vid kall väderlek bör schaktbotten tjälkyddas.

Övriga schakter ska kontrolleras så att de uppfyller kraven på erforderlig säkerhetsfaktor.

Rev A

9. Bergteknik

9.1. Befintliga förhållanden

Inom detaljplaneområdet förekommer ett antal partier med berg i dagen, se exempel i Bilaga 5. Inom områdets sydvästra del har en brant bergslänt identifierats av vilken närmare undersökning bedöms vara nödvändig. Slänten är mellan ca 5 och ca 6 m hög, se Figur 3.

Vid fältbesök kontrollerades bergslänten med avseende på sprickor för att få en bild över sprickbildningen.



Figur 3. Undersökt bergslänt.

Intill ovan slänt observerades en bergslänt där visst överhäng förekommer, se Figur 4 nedan. Avståndet från överhängen ned till markytan är dock litet, ca 50 cm (se Bilaga 5), så konsekvenserna av ett eventuellt utfall av block eller släpp bedöms vara ringa. Eventuella block bedöms landa på markytan under överhängen och ej mobilisera sig vidare.



Figur 4. Slänt i vilket överhäng observerats.

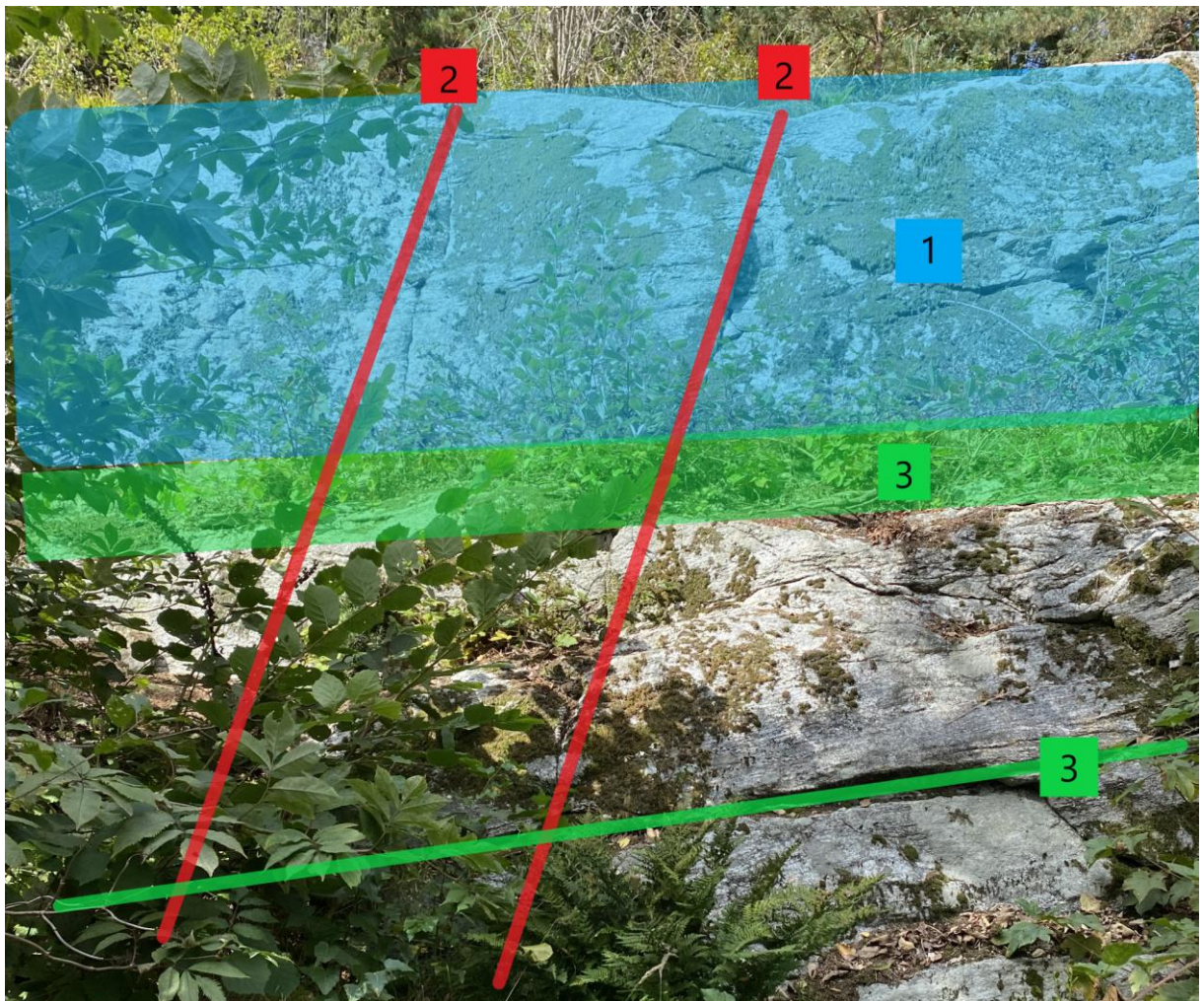
Även i områdets östra del finns en bergslänt där förmodat nedfallna block observerats nedanför slänten, se Bilaga 5. Blocken är täckta med vegetation vilket tyder på låg aktivitet och nedfallna block är belägna på ett avstånd på mellan ca 5-10 m från bergslänten. Då marken nedan bergslänten är relativt flack och avståndet till närliggande GC-väg är stort bedöms risken för att blocknedfall skulle orsaka skada vara låg. Bergslänten har därför inte undersökts närmare. Vid exploatering i området bör nedfallna block rensas bort.

9.1.1. Geologi

Berggrunden utgörs av grå tonalit/graondiorit med närmast horisontell foliation. Naturligt bildade sprickor genomslår berggrunden. Inom aktuell bergslänt har följande sprickgrupper enligt Tabell 5 och Figur 5 observerats:

Tabell 5. Sprickgrupper identifierade vid fältbesök.

Sprickgrupp	Strykning/stupning	Kommentar
1	38/20 60/12 56/20 36/20	Parallellt bergslänten. Sprickavstånd 0,5-1 m.
2	323/8 150/8 90/12	Närmast vertikal. Sprickavstånd 1,5-3 m.
3	210/78 120/78	Närmast horisontell. Sprickavstånd 0,7-1,3 m.



Figur 5. Sprickgrupper identifierade vid fältbesök.

Observerade sprickor är huvudsakligen plana och något råa. Sprickvidden varierar generellt mellan ca <1 mm till ca 3 mm men uppgår ytligt till som mest ca 2,5 cm, se Bilaga 5. Sprickavståndet bedöms vara stort till mycket stort enligt ISRM:s standard för sprickavstånd.

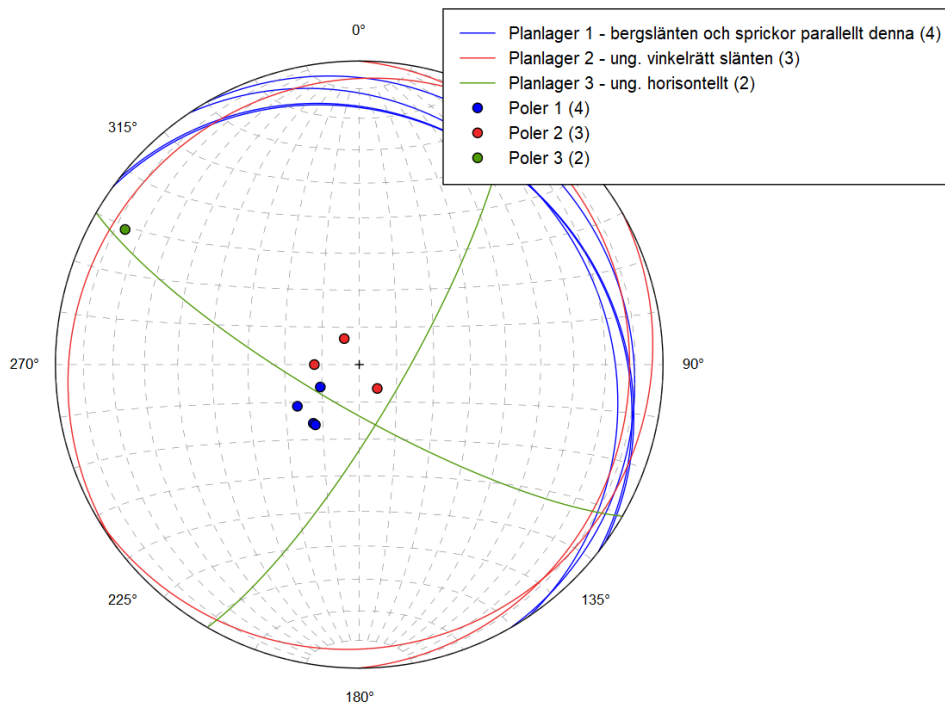
9.1.2. Vatten- och isförhållanden

Ingen vattenavrinning noterades i sprickorna i bergslänten vid fältbesiktningen, varpå ytavrinning bedöms vara dominerande.

Risk för isbildning som kan utgöra fara för förbipasserande bedöms ej föreligga.

9.1.3. Bergstabilitet i befintliga bergspartier

Aktuell bergslänt har en ungefärlig strykning/stupning på 35-60/20. Ovan noterade sprickgrupper indikerar vid plottning tillsammans med bergslänten i en stereografisk projektion, se Figur 6, att risk för brott i form av plant brott, utfall av kil, stjälpning eller stabilitetsbrott inte föreligger. Bergslänten bedöms därmed vara stabil.



Figur 6. Stereografisk projektion över karterade bergsprickor.

9.2. Bedömning av risk för blocknedfall eller ytliga ras

Vid fältbesök har små block (<30 cm) observerats i bergslänten. Inga block har observerats ovan eller nedan bergslänten. Detta tyder på att små block möjligtvis kan falla ur bergslänten men att de landar i eller i anslutning av slänten. Risken för att block eller ytliga ras skulle påverka den gångbana som är belägen på ca 5-10 m avstånd från slänten bedöms som försumbar.

9.3. Bedömt behov av stabilitetshöjande åtgärder

Med ledning av ovan samt att inga förändringar av markanvändningen i anslutning till slänten planeras bedöms inget behov av stabilitetshöjande åtgärder föreligga.

9.4. Bedömt underhållsbehov och åtgärdsförslag

Inget underhållsbehov bedöms föreligga för aktuell bergslänt.

10. Markradon

Undersökning och klassificering av markradon inom detaljplaneområdet har ej undersökts inom ramen för detta PM.

11. Föroreningar

Förekomst av föroreningar har ej undersökts inom ramen för detta PM.

12. Kompletterande undersökningar

Rev A

I samband med projektering av eventuella nya byggnader inom detaljplaneområdet bör markradonmätningar utföras i läget för dessa, speciellt om friktionsjord finns i schaktbotten. Om grundläggning utförs så att kontakt erhålles med berg eller grov friktionsjord närmast berget, bör kompletterande markradonmätningar utföras i schaktbotten i samband entreprenadarbetena.