

JULI 2019
BORÅS STAD

DETALJPLAN FÖR TOKARPSBERG, BORÅS

PM BERGTEKNIK



COWI

JULI 2019
BORÅS STAD

DETALJPLAN FÖR TOKARPSBERG, BORÅS

PM BERGTEKNIK

PROJEKTNR.

A124040

DOKUMENTNR.

A124040-B-PME-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-07-12

BESKRIVNING

PM Bergteknik

UTARBETAD

Elisabet Sundberg

GRANSKAD

Martin Persson

GODKÄND

Martin Persson

INNEHÅLL

1	Uppdrag	7
2	Planerad konstruktion	8
3	Översiktlig geologi	9
3.1	Topografiska förhållanden	9
3.2	Berggrund	9
4	Strålning och radon	10
4.1	Allmänt	10
4.2	Platsspecifikt	11
5	Bergtekniska observationer	11
5.1	Karteringsresultat	11
5.2	Strukturgeologi	21
6	Markradon	22
7	Värdering av undersökning	23
8	Möjliga problemområden	24
9	Slutsatser och rekommendationer	25

1 Uppdrag

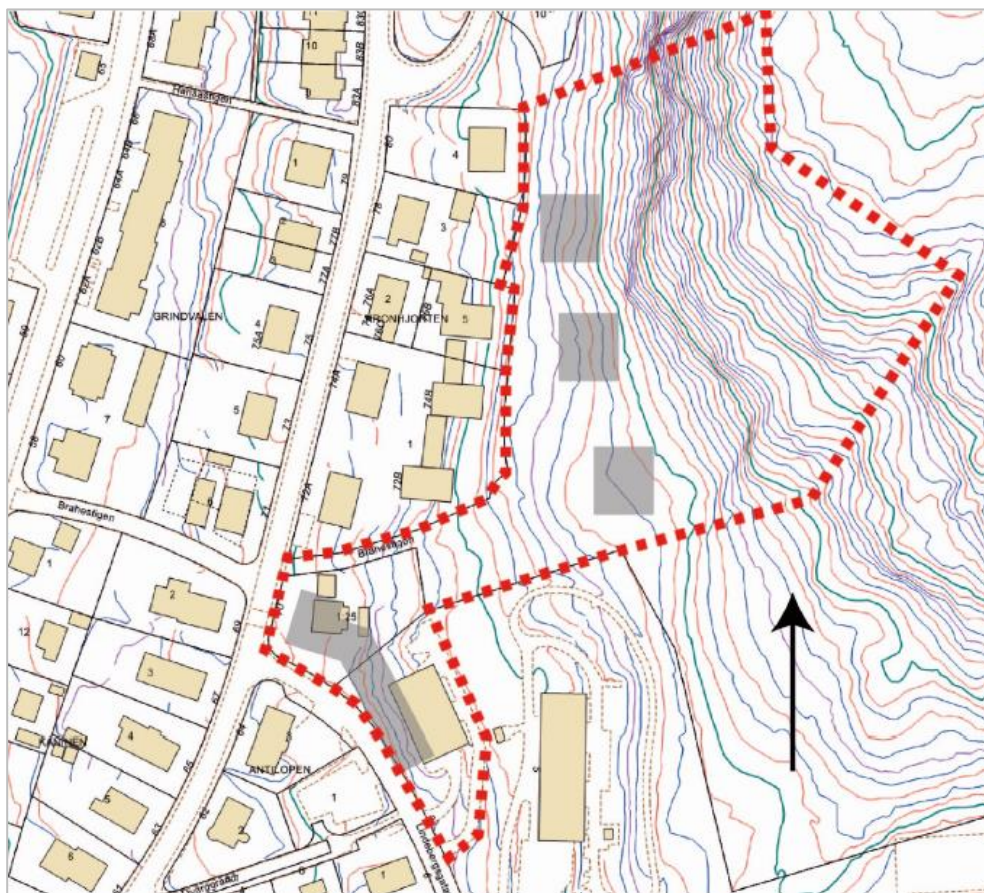
På uppdrag av Borås Stad, Samhällsbyggnadsförvaltningen har COWI AB utfört en bergteknisk utredning i samband med framtagandet av detaljplan för planområdet Tokarpsberg, Borås. Utredningen är begränsad till området markerat med rött, se Figur 1. Syftet med den bergtekniska utredningen är att beskriva områdets lämplighet för exploatering med avseende på stabilitetsförhållanden (risk för ras- och blockutfall), samt att undersöka om det finns behov av skyddsåtgärder gällande markradon.



Figur 1. Översiktsbild över aktuellt område för utredningen (planområdet), markerat med rött.

2 Planerad konstruktion

Detaljplanområdet är markerat med röd streckad linje i Figur 2, och inhyser idag en villa och ett församlingshem/f. d. kyrka i den sydvästra delen av området. Skuggade/grå former representerar planerade byggnader. Inom området kan det i framtiden bli aktuellt med ut- och/eller ombyggnationer.



Figur 2. Detaljplanområdet vid Tokarpsberg är markerat med röd streckad linje, och planerade byggnader är skuggade/grå (karta från Borås Stads Uppdragsbeskrivning).

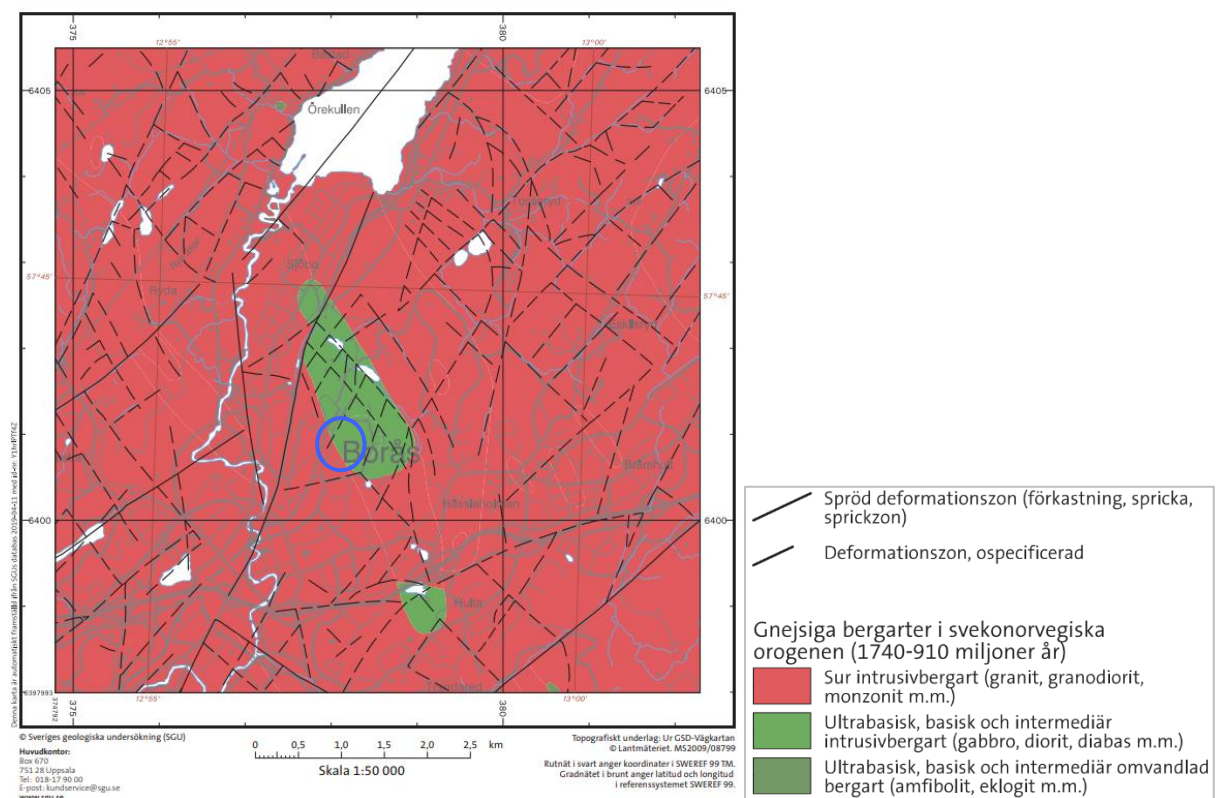
3 Översiktlig geologi

3.1 Topografiska förhållanden

Det aktuella planområdet är beläget i direkt anslutning till en hög och brant bergsslänt som stupar mot väster med strykning/stupning $\sim 170/55^\circ$. Jordarten i slänten nedanför berg i dagen utgörs av sandig morän. Jorddjupet är skattat till 3 till 5 meter i de nordöstra delarna av planområdet där tre byggnader planeras att uppföras, och 5 till 10 meter nere vid nuvarande villa och församlingshem (Översiktligt bedömt av SGU).

3.2 Berggrund

Bergarterna i undersökningsområdet tillhör det östra segmentet av den Sveconorwegiska orogenesisen, och är således 1,74 - 1,66 miljarder år gamla (se Figur 3). De sydvästra delarna av området med flackare mark består av sur granitisk gnejs med åderstrukturer. Berget är här gångförande (migmatitisk). Den nordöstra delen av området består av mafiska intrusivbergarter (gabbro, diorit, diabas) och mafiska metamorfa bergarter (amfibolit och eklogit) (SGU).



Figur 3. Utdrag ur SGU:s berggrundskarta över delar av Borås. Den röda geologiska enheten består av granitisk till monzonitisk gnejs med åderstrukturer. De gröna geologiska enheterna består av mafiska intrusiv-bergarter och mafiska metamorfa bergarter. Undersökningsområdet är inringat i blått.

4 Strålning och radon

4.1 Allmänt

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildas vid radioaktivt sönderfall av radium, vilket i sin tur är en sönderfallsprodukt av uran. Radon från marken (berg och jord) är den vanligaste källan till förhöjda radonhalter i inomhusmiljöer. Radon sprids lätt och har en halveringstid på cirka fyra dagar. Gränsvärden för bergets strålning visas i Tabell 1.

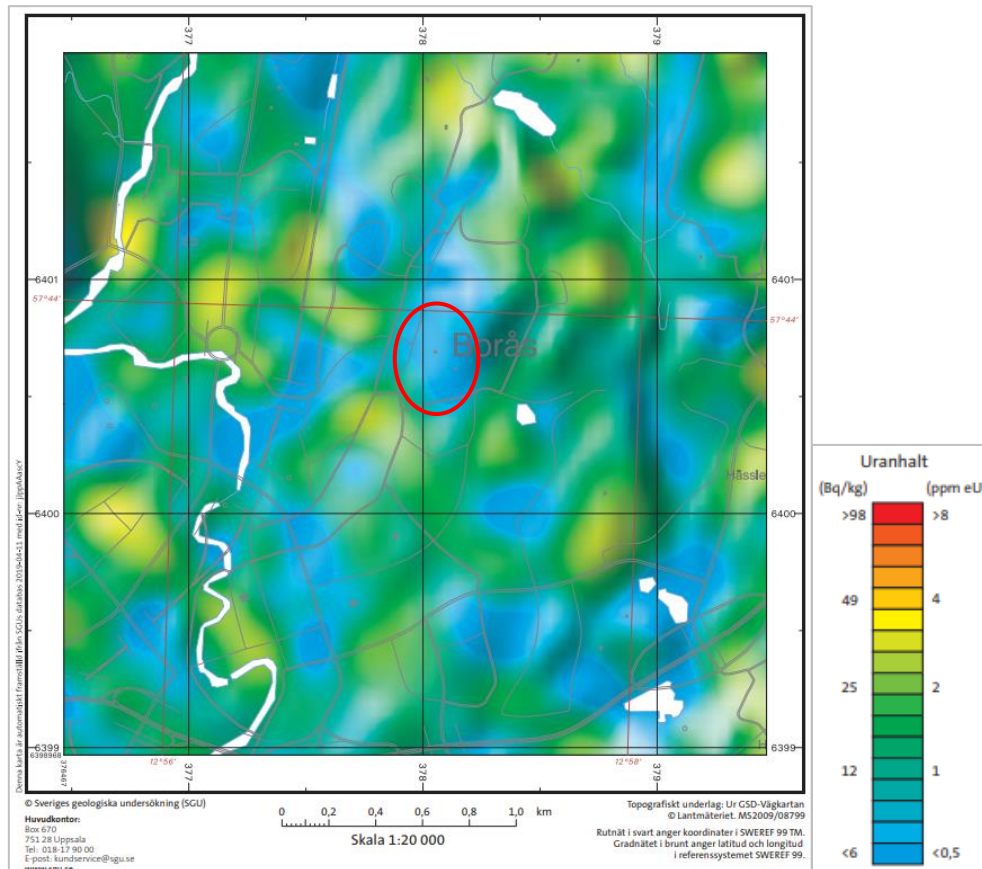
I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran och torium samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. Alla byggnadsmaterial som innehåller bergråvaror från krossat berg eller från mineraljord (främst grus och sand) innehåller också en viss mängd naturligt radioaktiva ämnen. Eftersom byggnadsmaterial som innehåller bergmaterial naturligt avger joniserande strålning, gammastrålning, finns gränsvärden för hur mycket gammastrålning en ny bostad får avge och vilken radonhalt som inomhusluften får ha (BFS 2011:6).

Tabell 1. Riktvärden för gammastrålning och radon ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar" BRF T20:1989)

Gammastrålning (µSv/h)	Radium-226 (Bq/m³)	Risiklassificering	Byggnadskonstruktion
<0,08 à 0,12 (berg) >0,05 à 0,8 (sprängsten)	<60 (berg) <25 (sprängsten)	Lågradonmark	Ingen åtgärd
0,08 à 0,12 – 0,20 à 0,30 (berg) 0,05 à 0,08 – 0,15 à 0,25 (sprängsten)	60-200 (berg) 25-125 (sprängsten)	Normalradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonskyddande
>0,20 à 0,30 (berg) >0,15 à 0,25 (sprängsten)	>200 (berg) >125 (sprängsten)	Högradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonsäker

4.2 Platsspecifikt

SGU:s flyggeofysiska undersökningsresultat visar gammastrålning från uran på 6-10 Bq/kg vid planområdet (se Figur 4). Intervallet indikerar låga halter av gammastrålning i området, men det kan inte uteslutas att det kan finnas risk för radonproblem lokalt.



Figur 4. Gammastrålning från uran, mätresultat från SGU:s flyggeofysiska mätningar. Röd ring visar lokalisering av aktuellt planområde i Tokarpsberg, Borås.

5 Bergtekniska observationer

Fältundersökningen innefattade kartering av stabilitetsförhållanden och mätning av radon mot öppet berg vid Tokarpsberg i Borås. Utredningen utfördes den 26 april, 2019 av Michael Setter och Elisabet Sundberg.

5.1 Karteringsresultat

Undersökta lokaler vid undersökningsområdet är markerade med röda punkter i Figur 5. Gula punkter visar var bilder togs.



Figur 5. Lokaler där bergtekniska undersökningar samt mätningar av radon utfördes, markerat med röda punkter. Gula punkter visar var bilder togs.

Bergarten i området utgörs huvudsakligen av en medelkornig mörkgrå gabbro, med massformig struktur, se Figur 6. Bergarten är delvis omvandlad med kvartsgångar och det förekommer även pegmatitgångar. Sprickmineral som observerades var glimmer och klorit. Lerfyllda sprickor förekommer. Det observerades också järnutfällningar.



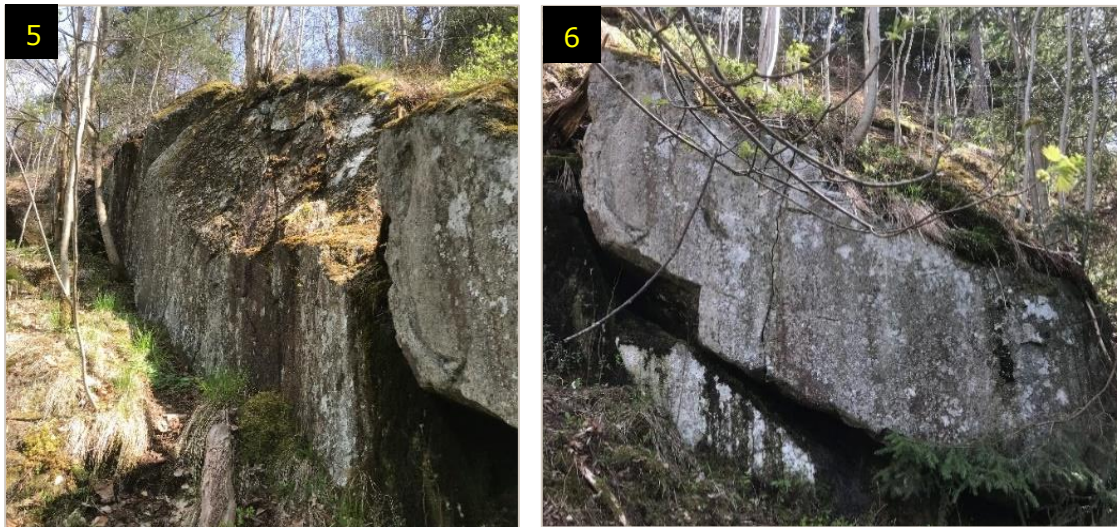
Figur 6. Typbergarten vid Tokarpsberg är en mörkgrå medelkornig gabbro, med massformig struktur. Bergarten är delvis omvandlad och har kvartsgångar. Bild 1 visar en kvartsgång och bild 16 en närbild.

Lokal 2 är belägen öster om och rakt ovanför befintliga byggnader och slänten är här mycket brant ($\sim 55^\circ$). Här observerades spår av tidigare blockutfall, inringat i rött i Figur 7.



Figur 7. Lokal 2 består av en brant bergsslänt med spår av tidigare blockutfall inringat i rött i bild 2. Bild 3 visar släntens lutning, och bild 4 visar slänten sett nerifrån.

Vid lokal 3 och 4 var sprickriktningarna ogynnsamma och det bedöms vara stor risk för framtida blockutfall här. Figur 8 visar ett stort block som kan falla ut ner mot planområdet.



Figur 8. Lokal 4. Bild 5 visar ogynnsamma sprickriktningar och bild 6 visar ett stort block.

Vid lokal 5 observerades uppenbara spår av tidigare blockutfall, både som tydliga blockutfall i berget (till vänster i Figur 9) och utfallna block nere i slänten (till höger i Figur 9). Berget är medelkornigt och har kvartsgångar.



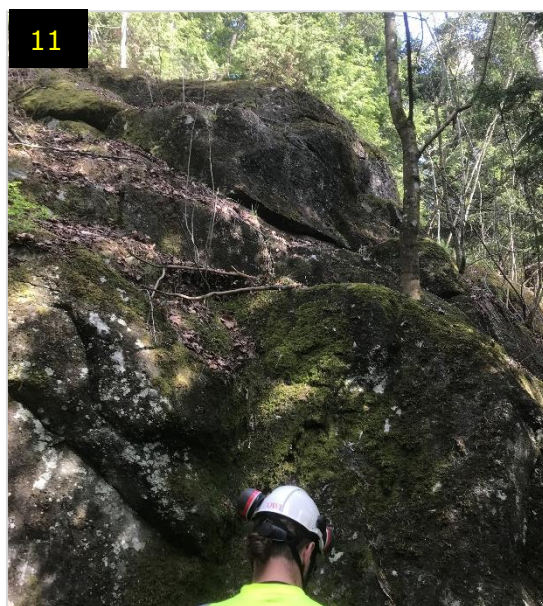
Figur 9. Lokal 5. I bild 7 visas spår av tidigare blockutfall, och tidigare blockutfall i slänten i bild 8.

Lokal 6 är vid ett flackare område längre ner i slänten med många tidigare nedfalla block, se Figur 10 nedan. Här observerades klorit som sprickfyllnadsmaterial och vissa sprickor var lerfyllda. Det finns även järnutfällningar här.



Figur 10. Lokal 6. Bild 9 och 10 visar den flackare delen av slänten längre ner i planområdet med tidigare nedfallna block.

Vid lokal 7 öster om lokal 6 är berget rundat och blockigt och här observerades kvartsgångar.



Figur 11. Lokal 7. Berget är rundat och blockigt, bild 11.

Vid lokal 8 är berget delvis grovkornigt och här observerades ogynnsamma sprickriktningar igen och spår av tidigare blockutfall, se Figur 12. Sprickor är lerfyllda.



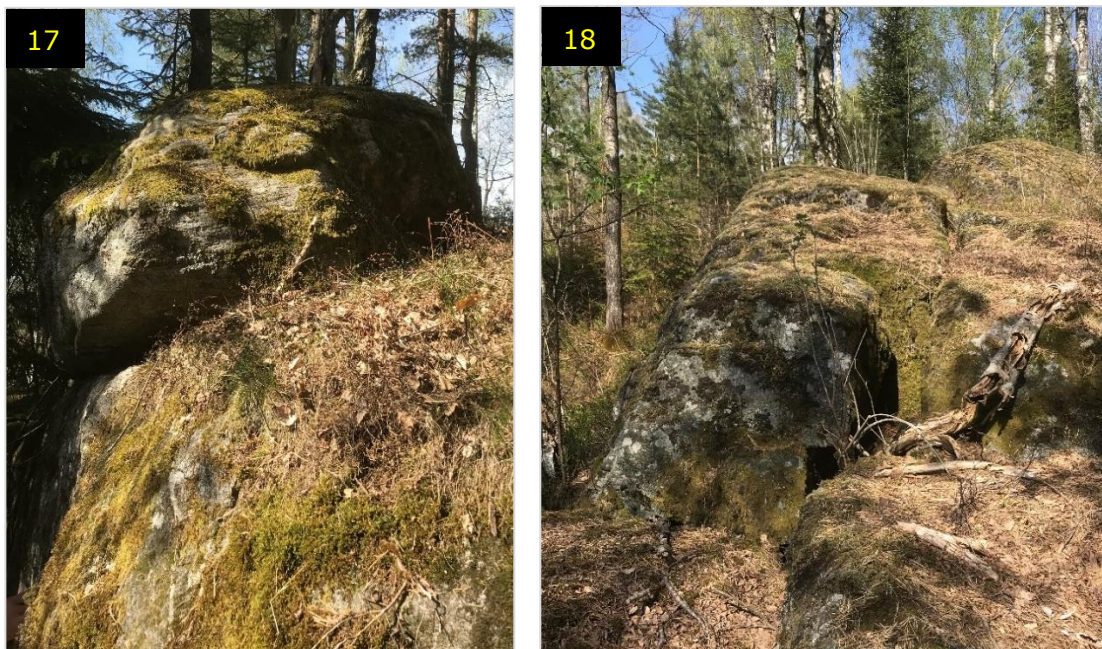
Figur 12. Lokal 8. Bild 12 och 13 visar ogynnsamma sprickriktningar och tidigare blockutfall.

Vid lokal 9 var berget blockigt men mer rundat och här bedöms risken för blockutfall mindre.



Figur 13. Lokal 9. Berget är blockigt men mer rundat, i bild 15 och 14.

Lokaler 10 – 14 är belägna högre upp i bergslänten, ovanför tidigare lokaler. Här vid lokal 11 observerades stora block, se Figur 14. Berget är rundat och här syns också järnutfällningar.



Figur 14. Lokal 11. Berget är rundat och det finns stora block. Bild 17 är tagen mellan lokal 11 och 12, och bild 18 nedanför lokal 11.

Vid lokal 12 är sprickor delvis fyllda med lera och här observerades järnutfällningar på berghällen, se Figur 15.



Figur 15. Lokal 12. Bild 19 visar sprickor vilka var lerfyllda. Exempel på järnutfällningar från lokal 12 visas i bilden till höger.

Lokal 13 är toppen av berget (Figur 16) och här utfördes endast radonmätning.



Figur 16. Lokal 13. Bild 20 visar toppen av berget.

Vid lokal 14 var berget brant med fortsatt rundade hållar. Här är sprickintensiteten låg och risken för blockutfall liten.



Figur 17. Lokal 14. Bild 21 och 22 visar det branta rundade berget.

Lokal 15 är belägen rakt nedanför lokal 14 och ligger rakt ovanför befintliga byggnader nedanför. Här är berget brant, men har gynnsamma sprickriktningar. Berget är rundat och kompetent och det observerades inga tidigare blockutfall, se Figur 18.



Figur 18. Lokal 15. Brant berg med gynnsamma sprickriktningar visas i bild 23 och 24.

Vid lokal 16 observerades stora block vilka riskerar att falla ut mot planområdet, och det har tidigare fallit ut block i slänten, se Figur 19. Det finns klorit och glimmer i sprickorna och även lera. Lokal 16 bedöms som den mest riskfyllda platsen med anledning av stora block i slänten som kan falla ner mot befintlig bebyggelse.

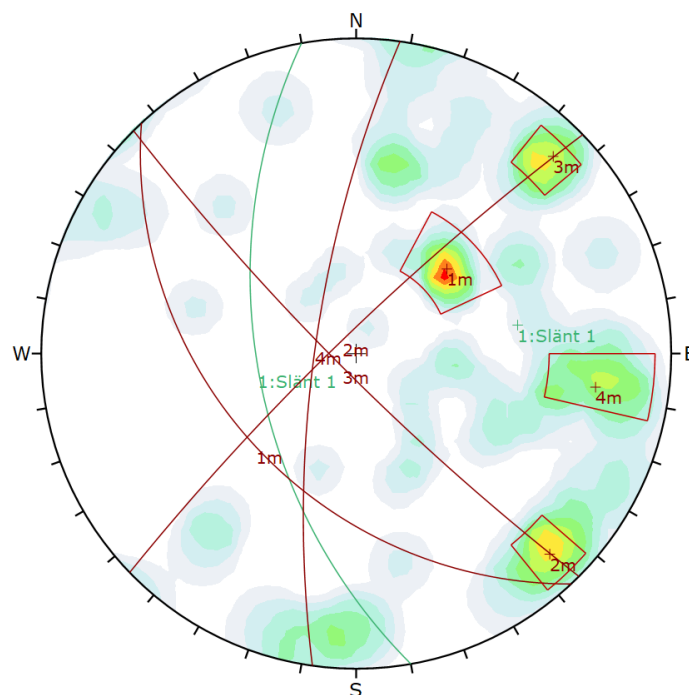


Figur 19. Lokal 16. Bild 26 visar stora block i slänten vid lokal 16 som riskerar att falla ut, och bild 27 visar redan nedfallna block precis nedanför vid lokal 16.

5.2 Strukturgeologi

Sprickor i bergslänten vid Tokarpsberg mättes in med högerhandsregeln med Strykning/Stupning (S/D) och plottades i Stereonät. Sprickors orientering i berget vid Tokarpsberg med Strykning/Stupning (S/D), visas i Figur 20. Sprickgrupper är markerade som bruna plan och slänten är markerad som ett grönt plan (Slänt 1). Det finns 4 sprickgrupper. Sprickgrupp (1m) med S/D $\sim 137/43^\circ$, (2m) med S/D $\sim 226/83^\circ$, (3m) med S/D $\sim 135/83^\circ$ och (4m) med S/D $\sim 188/75^\circ$.

Det finns 3 sprickgrupper vilka är mycket branta (2m, 3m & 4m) med stupningar på $\sim 75-83^\circ$. Det är dessutom $\sim 90^\circ$ mellan grupperna (2m) och (3m), vilket kan ge upphov till effektiv blockbildning. Sprickgrupp (1m) ligger en aning flackare än slänten och block kan falla ut längs med denna sprickgrupp, ner mot planområdet. Sammantaget är spricksystemet vid Tokarpsberg mycket ogynnsamt.



Color	Density Concentrations
	0,00 - 0,80
	0,80 - 1,60
	1,60 - 2,40
	2,40 - 3,20
	3,20 - 4,00
	4,00 - 4,80
	4,80 - 5,60
	5,60 - 6,40
	6,40 - 7,20
	7,20 - 8,00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	7,63%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1,0%

Color	Strike (Right)	Dip	Label
User Planes			
1	170	55	Slänt 1
Mean Set Planes			
1m	137	43	
2m	226	83	
3m	135	83	
4m	188	75	

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	59 (59 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Figur 20. Tokarpsbergs sprickgrupper (1m, 2m, 3m, 4m) visas i brunt och slänten i grönt (Slänt 1).

6 Markradon

Gammastrålning uppmättes på berggrund vid Tokarpsberg med en handhållen gammadetektor av typ Gamma Surveyor Vario RS-232 BGO. Undersökningen utfördes enligt BRF T20:1989 (Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar). Instrumentet mäter halter av kalium-, uran-, torium-, och radium och därmed markens bidrag till radon i markluft. Uppmätta värden visas i Tabell 2. Samtliga mätningar gav en beräknad radioaktivitet på lägre än 25, vilket klassas som lågradonmark.

Tabell 2. Mätvärden från gammadetektorer.

Lokal	Material	Fukthalt	Uppmätta halter				Beräknad radioaktivitet	Klassning
			K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Total gammastrålning (nSv/h)	Ra-226 (Bq/kg)	
1	Berg	Torr	0,84	0,6	1,8	13,2	7,4	Lågradonmark
2	Berg	Torr	0,22	0,6	1,8	7,7	7,4	Lågradonmark
3	Berg	Torr	0,37	0,4	0,8	6,4	4,9	Lågradonmark
4	Berg	Torr	0,48	0,3	1,6	8,1	3,7	Lågradonmark
5	Berg	Torr	0,4	1,1	1,2	10	13,6	Lågradonmark
6	Berg	Torr	0,6	0,2	1,9	9,4	2,5	Lågradonmark
7	Berg	Torr	0,53	0,0	0,9	6,4	0,0	Lågradonmark
8	Berg	Torr	0,53	0,0	0,5	5,8	0,0	Lågradonmark
9	Berg	Torr	0,58	0,7	1,3	10,3	8,6	Lågradonmark
10	Berg	Torr	0,94	1,1	2,2	16,7	13,6	Lågradonmark
11	Berg	Torr	0,61	0,7	0,1	8,6	8,6	Lågradonmark
12	Berg	Torr	0,65	0,0	2,0	9,5	0,0	Lågradonmark
13	Berg	Torr	0,19	0,0	0,3	2,3	0,0	Lågradonmark
14	Berg	Torr	0,41	1,3	2,3	12,8	16,1	Lågradonmark
15	Berg	Torr	0,38	1,1	1,2	10,1	13,6	Lågradonmark
16	Berg	Torr	0,62	1,9	0,6	14,5	23,5	Lågradonmark

7 Värdering av undersökning

Vid Tokarpsberg var mängden berg i dagen god och många sprickor kunde mätas in. Detta borgar för tillförlitliga observationer.

Förhållandena för mätning med gammasppektrometer var utmärkta.

Sammantaget bedöms undersökningarna tillräckliga för aktuell problemställning.

8 Möjliga problemområden

I Figur 21 nedan visas Tokarpsbergs planområde med planerade byggnader ungefärligt utsatta i blått. Inmätta sprickriktningar som plottats i Stereonät (Figur 20) visar att hela slänten är ett högriskområde, då 4 sprickgrupper med ogynnsamma riktningar samverkar med den branta slänten på $\sim 55^\circ$. Att sprickor är delvis lerfyllda påverkar också stabiliteten negativt. Området är markerat med rött. Det gjordes dessutom förhållandevis många observationer av tidigare blockutfall längs med hela slänten (Figur 7, 9, 10, 12 & 19). Det råder därför stor risk för ras- och blocknedfall i detta område.

Vid lokalerna 10-15, som är belägna högre upp i slänten, bedöms risken för ras som mindre då hållar är rundade och inte så sprickintensiva. Sprickriktningarna är inte lika ogynnsamma vid lokal 14 och 15 då slänten böjer av mot norr.

Vid det grönmarkerade området i den sydvästra delen av planområdet bedöms riskerna att bergras från slänten skall nå ner som liten.

Låga halter av markradon uppmättes med Gammaspectrometern i området vilket kan klassas som lågradonmark. Detta bekräftas också av SGU:s flyggeofysiska mätningar som visar låga halter av uran i området. Inga åtgärder beträffande radon behöver därför utföras.



Figur 21. Tokarpsbergs planområde med byggnader markerat i blått. Ett högriskområde är markerat i rött, och ett lågriskområde är markerat i grönt.

9 Slutsatser och rekommendationer

Risk för ras ner mot planområdets sydvästra del och som idag inhyser en villa och ett församlingshem bedöms som liten, då det ligger för långt ifrån bergsslänten.

Byggnation kan genomföras enligt planens intentioner under villkoren beskrivna nedan:

- > En riskbedömning av bergstabiliteten i slänten skall göras av bergsakkunnig efter att jordlager/växtlighet borttagits och skrotning av lösa block längs bergssidan utförts. I detta skede utreds om berget behöver förstärkas, eventuellt förbultas, innan sprängningsarbeten påbörjas.
- > Efter sprängning skall, i ett andra skede, slutgiltiga bergförstärkningsalternativ utvärderas, som exempelvis bultar och/eller nät.
- > Inga radonskyddsåtgärder behöver, med avseende på det naturligt förekommande berget, göras i planområdet. För att undvika åtgärdsbehov ska fyllnadsmaterial (ex. sprängsten) också klara uppsatta gränsvärden.