

Detaljplan Vattentorns- berget, Strömstad

Bergteknisk utredning och markradonundersökning



BERGAB – BERGGEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR AB
org.nr. 556173-2396

STOCKHOLM: Vretenvägen 12 • 171 54 Solna
www.bergab.se • 08-564 855 00

GÖTEBORG: Stampgatan 15 • 416 64 Göteborg
www.bergab.se • 08-564 855 00

KONTAKT

KUND

Företag: Bohusgeo AB
Kontaktperson: Henrik Lundström

BERGAB

Uppdragsnr: UG21013
Uppdragsledare: Helena Kiel
Handläggare: Helena Kiel
Granskare: Peter Danielsson

INNEHÅLL

1 Sammanfattning	4
2 Inledning	4
2.1 Syfte	4
2.2 Underlag	4
2.3 Objektet	4
2.4 Utförande	5
3 Befintliga förhållanden	6
3.1 Geologi	6
3.2 Vatten- och isförhållanden	7
3.3 Bergstabilitet i befintliga bergspartier	8
4 Markradonundersökning	11
4.1 Metod	11
4.2 Undersökningsresultat	13
5 Bedömning av risk för blocknedfall eller ytliga ras	14
6 Bedömt underhållsbehov och åtgärdsförslag	14
7 Bergtekniska förutsättningar för byggnation	14
8 Risker, konsekvenser och skyddsåtgärder	15

REFERENSER

1. *Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar*, BRF T20:1989
2. *Gammaspektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält*, Mellander H m fl, 1982-09-22
3. *Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd, BBR*, Boverket 2020
4. *Strålskyddsförordningen*, 2018:506
5. *Naturally occurring radioactivity in the Nordic countries – recommendations*, The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000, med komplement 15.9.2009

1 Sammanfattning

- Risk för blocknedfall eller ytliga ras föreligger ej
- Skyddsåtgärder behöver ej vidtagas
- Grundläggning enligt planförslaget kan genomföras
- Området utgörs av högradonmark

2 Inledning

På uppdrag av Bohusgeo AB har Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB utfört en bergteknisk utredning och markradonundersökning inom detaljplan för nybyggnation av bostäder på Vattentornsberget i Strömstads kommun.

2.1 Syfte

Syftet med föreliggande bergutredning är att klarlägga de bergtekniska förutsättningarna för och konsekvenserna av ett genomförande av detaljplanen.

Bergutredningen omfattar:

- beskrivning av befintliga bergspartier i och i anslutning till detaljplaneområdet
- bedömning av risk för blocknedfall eller ytliga ras från befintliga och planerade bergslänter i och i anslutning till detaljplaneområdet
- bedömning av behov av åtgärder för att säkerställa stabilitet i befintliga och planerade bergslänter
- framtagande av lämpligt åtgärdsförslag för att säkerställa stabilitet i befintliga och planerade bergslänter
- beskrivning av bergtekniska förutsättningar för byggnation, infrastruktur och markplanering enligt detaljplanen
- bedömning av risk för skadlig omgivningspåverkan från planerade bergarbeten inom detaljplanen samt förslag till skyddsåtgärder för att minska skadliga konsekvenser av ett genomförande av detaljplanen
- verifiering av radonförhållandena.

2.2 Underlag

För den bergtekniska utredningen har följande underlag använts:

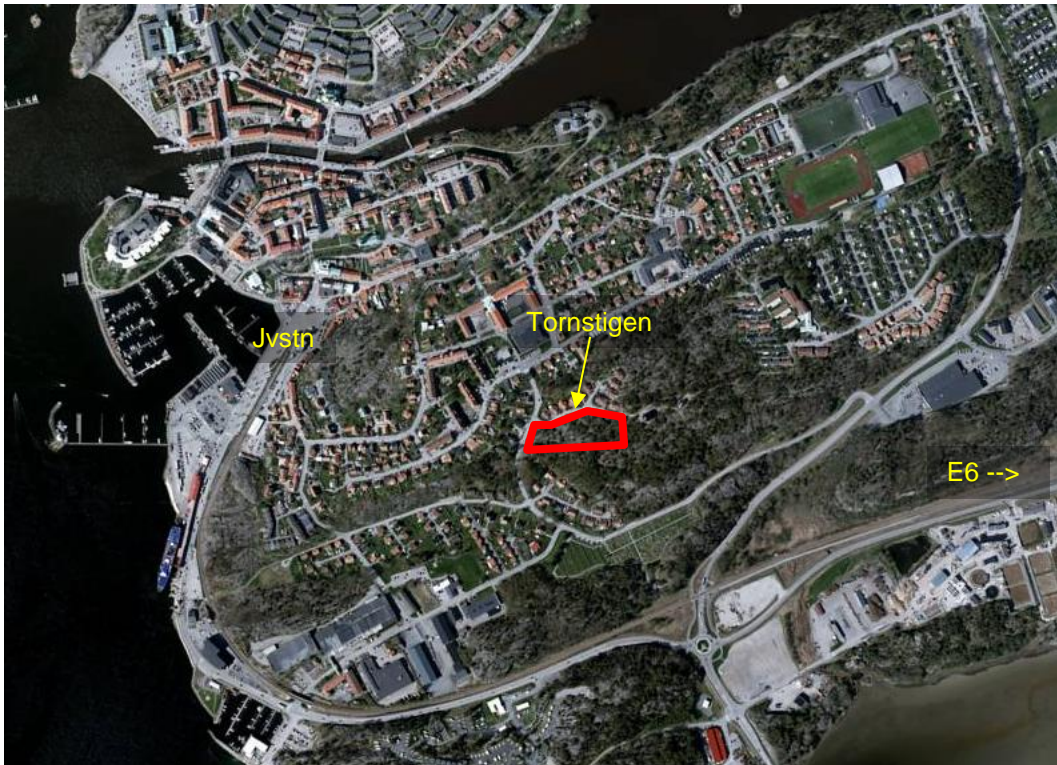
- Situationsplan tillhandahållen av Bohusgeo
- Material hämtat 2021-01-25 på Strömstads kommuns hemsida: Plankarta daterad 1989-06-14, Planbeskrivning antagen 1990-06-28

2.3 Objektet

Detaljplaneområdet är ca 170 x 60 m stort och är beläget alldeles väster om vattentornet i centrala Strömstad, se Figur 2.3.1. Fastigheten utgörs idag i sin helhet av naturmark och avgränsas av Tornstigen i norr och Södra Linnégatan i väster. Markytan utgörs av blottat berg med mindre partier av tunt jordtäckte och vegetation.

Bergspartiets högsta höjd ungefär mitt i detaljplaneområdet ligger på ca +45 m och därifrån sluttar berget mot väster till ca +30 m vid Södra Linnégatan. Områdets södra del avslutas av en 5-10 m hög bergsbrant mot Tallstigen.

Föreslagna byggnation utförs på högpartiet, längs Tornstigen samt i den lägre, västra delen mot Södra Linnégatan.



Figur 2.3.1. Flygbild över undersökt område (rött). Flygfoto från eniro.se.

2.4 Utförande

Den bergtekniska utredningen baseras på en fältbesiktning som utfördes 2021-01-26. Vid besiktningen rådde uppehåll, temperaturen låg på ca -5 °C och vinden var svag.

Hela detaljplaneområdet samt intilliggande bergslänter gick över och besiktigades okulärt med avseende på bergart, strukturer, sprickors egenskaper, förekomst av block samt eventuella andra förhållanden som kan påverka bergstabiliteten. Resultaten från besiktningen redovisas i avsnitt 3.

I samband med fältbesiktningen utfördes även markradonundersökningen. Metod och resultat redovisas i avsnitt 4.

I Figur 2.4.1 nedan, baserad på situationsplanen, anges lägen för refererade foton och mätpunkter.



Figur 2.4.1. Situationsplan med lägen för foton (rött) och mätpunkter (blått, x1-x4).

3 Befintliga förhållanden

3.1 Geologi

Berggrunden utgörs av en massformig ljus röd grovt medelkornig granit (Bohusgranit) med mindre inslag av pegmatit. Se Figur 3.1.1.



Figur 3.1.1. Förekommande bergart: Bohusgranit.

Naturligt bildade sprickor genomslår all berggrund. I undersökningsområdet har följande sprickgrupper uppmätts:

Sprickgrupp	Lutning	Strykning / stupning	Sprickavstånd
1	Flack	Lutning < 20°	0,6-2 m eller glesare, ställvis tätare
2	Brant-vertikal mot västsydväst	150-160°/70-90°	0,6-2 m eller glesare
3	Brant-vertikal mot syd och norr	60°/90° och 260-280°/80-90°	0,6-2 m eller glesare
4	Brant-vertikal mot sydväst och nordöst	120-130°/80-90° och 320°/80°	0,6-2 m eller glesare

Tabell 3.1. Uppmätta sprickgrupper enligt högerhandsregeln.

Förutom dessa har även enstaka sprickor med medelbrant-brant lutning mot sydöst uppmätts (30-55°/40-70°) samt sprickor med medelbrant lutning mot syd (80°/20-50°) och brant lutning mot nordväst (220°/70°).

Observerade sprickplan är vågformade och råa, sprickvidden är vanligen ca 1 mm eller större, inga sprickfyllnader kunde observeras. Berggrunden är storblockigt uppsprucken med blockstorlek 0,6-2 m eller större. Enstaka partier med utfallna block i släntfot förekommer, främst i samband med vägsränningar och bergskanter högre än 2 m. Sprickgrupp 4 bildar enstaka utglidande skivor i den sydvästra bergsbranten.

3.2 Vatten- och isförhållanden

Avrinningsförhållandena domineras av ytavrinning på bergytan. Mindre ansamlingar av stående vatten förekommer i små sänkor (Figur 3.2.1.). Is förekommer på bergytan och i de naturliga slänterna mot Tallstigen.



Figur 3.2.1. Sänka med tunt jordtäckte, vegetation och vattensamlingar.

3.3 Bergstabilitet i befintliga bergspartier

Huvuddelen av området utgörs av en flack eller svagt lutande bergyta med enstaka bergskanter som är lägre än 1 m. Figur 3.3.1 visar ett parti väster om den planerade bebyggelsen mitt i området.



Figur 3.3.1. Bergytan sluttar svagt upp mot öster. Masten står bakom vattentornet.

Områdets södra gräns utgörs av upp till 5 m höga bergsbranter, ställvis med vacker skulptering av inlandsisen. Enstaka utglidande eller nedfallna block från recent tid förekommer men bedöms ej utgöra risk för nedfall på byggnader eller personer (Figur 3.3.2). De flesta av blocken som ligger i lösmarken nedanför slänterna är gamla, från istidens slut; de är ofta rundade vilket visar att detta har varit en gammal strandlinje (Figur 3.3.3).



Figur 3.3.2. Utglidande skiva i bergsbranten öster om områdesmitt.



Figur 3.3.3. Rundade block i en gammal strandlinje under bergslänten i områdets sydvästra del.

I områdets västra del finns en 2-5 m hög bergskant i anslutning till den planerade västra byggnaden. Enstaka utfallna block finns här men de bedöms ej utgöra risk för nedfall vid bergschakt eller efter avslutad byggnation. De redan utfallna blocken är stabila. Se Figur 3.3.4.



Figur 3.3.4. Bergskant med stabilt vilande block, öster om planerad bebyggelse vid Södra Linnégatan.

Vägsränningarna längs Södra Linnégatan och Tornstigen bedöms vara stabila (Figur 3.3.5 och 3.3.6).



Figur 3.3.5. Den högsta delen av vägsränningen längs Södra Linnégatan.



Figur 3.3.6. Detalj av skärningen längs Tornstigen, med ditlagda block.

4 Markradonundersökning

Enligt uppgifter från 1990 års planbeskrivning, SGU och tidigare mätningar i området utgörs berggrunden av högriskmark avseende markradon, med total gammastrålning upp till $0,40 \mu\text{Sv/h}$. Aktuella mätningar har utförts för att verifiera dessa uppgifter. Mätningarna utfördes med hjälp av gammadetektorer av typ Radiation Detection RS-230, hyrd av SGU i Göteborg.

4.1 Metod

Gammadetektorn används för att punktvís avläsa berggrundens halter av kalium (%), uran (ppm) respektive torium (ppm). Detta görs genom att instrumentet ställs ned på en så plan yta som möjligt, minst 2×2 m stor, och mäter under 300 sekunder. Se Figur 4.1.1.



Figur 4.1.1. Spektrometern ställs på en platt yta minst 2x2 m stor. Mät punkt x4 i områdets västra del.

Spektrometern analyserar tre "fönster" i gammastrålningsspektrat, vilka motsvarar halter av nuklider i respektive sönderfallskedja. Halterna omräknas sedan till aktivitetskoncentrationer (Bq/kg) enligt följande:

- 1 % kalium motsvarar 313 Bq/kg K-40
- 1 ppm uran (eller radium) motsvarar 12,35 Bq/kg Ra-226
- 1 ppm torium motsvarar 4,06 Bq/kg Th-232

I beräkningarna förutsätts det att det råder jämvikt mellan uran och radium (1:1) i sönderfallskedjan.

För att beräkna aktivitetsindex används följande formel:

$$AI = CK/3000 + CRa/300 + CTh/200$$

där Cxx = aktivitet för respektive nuklid (Bq/kg). Metoderna anges i Referens 1 och 2.

I Tabell 4.1 nedan redovisas gällande gränsvärden och referensnivåer för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft.

Avser	Gränsvärde (G) / Referensnivå (R)	Anges i referens nr
<i>Gammastrålning</i>		
i nya bostäder	0,30 µSv/h (G)	3, avsnitt 6.12
från byggnadsmaterial	1,0 mSv/år (R)	4, 7 §
<i>Radonhalt i inomhusluft</i>		
i nybyggda hus	200 Bq/m ³ (G)	3, avsnitt 6.23

Tabell 4.1. Gräns- och riktvärden för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft

För klassificering av berg och stenmaterial används gränsvärden för gammastrålning och radiumhalt i Tabell 4.2, enligt Referens 1:

Gammastrålning (µSv/h)	Aktivitetskoncentration radium-226 (Bq/kg)	Riskklassificering
≤ 0,20 (hälllyta)	≤ 200 (hälllyta)	normalriskmark
≤ 0,15 (sprängsten)	≤ 125 (sprängsten)	m.a.p. radon
> 0,20 (hälllyta)	> 200 (hälllyta)	högriskmark m.a.p. radon
> 0,15 (sprängsten)	> 125 (sprängsten)	

Tabell 4.2. Gränsvärden för gammastrålning och aktivitetskoncentration radium i bergmaterial

I Referens 5 ges rekommendationer för godtagbara nivåer på aktivitetskoncentrationer i bergmaterial som avses användas som byggnadsmaterial. Om aktivitetsindex är < 1 kan materialet användas utan begränsning. Om aktivitetsindex närmar sig eller överstiger 2 bör ytterligare utredning utföras om vilka stråldoser som kan komma att avges från färdig byggmaterialsprodukt. På motsvarande vis rekommenderas en undantagsnivå på 100 Bq Ra-226/kg och en övre nivå på 200 Bq Ra-226/kg.

4.2 Undersökningsresultat

Vid undersökningstillfället 2021-01-26 utfördes 12 st mätningar på fyra platser inom undersökningsområdet, för att få ett statistiskt underlag. Följande medelvärden erhöles:

Nuklid	Halt	Aktivitetskoncentration (Bq/kg)
Kalium	4,5 %	1414
Uran	6,2 ppm	76
Torium	57,6 ppm	234

Tabell 4.3. Uppmätta halter och beräknade aktivitetskoncentrationer

Detta ger ett aktivitetsindex på 1,9.

Uppmätt totalstrålning har ett medelvärde på 0,300 µSv/h.

Uppmätt total gammastrålning, uranhalt och aktivitetsindex inom undersökningsområdet bekräftar tidigare uppgifter att berggrunden utgör **högriskmark** med avseende på markradon. Aktivitetskoncentration (uran) ligger dock inom intervallet för normalriskmark.

5 Bedömning av risk för blocknedfall eller ytliga ras

Risk för blocknedfall eller ytliga ras i befintliga slänter och skärningar bedöms ej föreligga i dagsläget.

6 Bedömt underhållsbehov och åtgärdsförslag

Inga bergstabiliserande åtgärder bedöms vara nödvändiga i befintliga slänter och skärningar. En ny inspektion av skärningar och slänter bör utföras inom 20 år efter avslutad byggnation för att bedöma om stabiliteten har försämrats.

7 Bergtekniska förutsättningar för byggnation

Markens lämplighet för planerad markanvändning bedöms vara god. Grundläggning på berg enligt planförslaget bedöms kunna utföras utan ytterligare grundförstärkning. Med avseende på eventuell bergschakt och grundläggning på berg bedöms inga restriktioner för byggande och markanvändning vara erforderliga.

Grundläggning bedöms kunna utföras fram till släntkrön längs den södra bergsbranten. Slänterna bedöms vara stabila och sprickgeometrierna är inte ogynnsamma för planerad byggnation intill släntkrön.



Figur 7.1. Byggnation kan utföras fram till släntkrön. Bild tagen strax öster om den planerade bebyggelsen vid Södra Linnégatan.

Eventuellt uttag av berg bedöms kunna ske inom fastighetsgränserna utan att ta ytterligare mark i anspråk.

Eventuell framtida byggnation inom detaljplaneområdet kan utföras, om plats finns. Dock kan det då bli problematiskt med eventuell ny sprängning inne bland befintliga byggnader.

8 Risker, konsekvenser och skyddsåtgärder

Risk: blocknedfall idag

Risk föreligger ej.

Risk: blocknedfall vid schakt

Ringa risk föreligger. Konsekvenser: person-/maskinskada, försening/fördyrning av projektet. Skyddsåtgärder: innan bergschakt påbörjas tillkallas bergsakkunnig för att bedöma eventuellt behov av förstärkning eller annan typ av säkerhetshöjande åtgärder. Efter avslutad bergschakt utförs bergrensning av kvarstående bergschaktväggar och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma eventuellt behov av förstärkningsåtgärder såsom bultning.

Risk: blocknedfall i framtiden

Ringa risk föreligger. Konsekvenser: person-/hus-/fordonsskada. Skyddsåtgärder: inspektion av skärningar och slänter inom 20 år efter byggnation.

Risk: isproblem

Viss risk föreligger. Konsekvenser: halkskador; igensättning av dränering. Skyddsåtgärder: vattenavledning.

Risk: skadlig omgivningspåverkan i samband med bergschakt

Risk föreligger, i form av:

- buller från borrhning, sprängning, utlastning
- damm från borrhning, sprängning, utlastning
- kast från sprängning
- luftstöt våg från sprängning
- avgaser från utlastning och transporter
- trafikolyckor vid transporter

Konsekvens: person-/hus-/fordonsskada, försening/fördyrning av projektet mm.

Skyddsåtgärder: på grund av närheten till omgivande fastigheter och vägar är det viktigt att iakttaga försiktighet vid eventuella sprängningsarbeten. Skyddsåtgärder vid eventuell bergschakt är genomförbara med gängse metoder. I övrigt gäller normala skyddsåtgärder vid byggtreprenader.

Risk: skadlig halt av radon i markluft

Risk föreligger. Konsekvens: ökad risk för cancer. Skyddsåtgärder: På högradonmark skall nykonstruerade byggnader skall vara radonsäkra, d.v.s. med en grundkonstruktion med höga krav på att byggnaden är tät mot inläckande jordluft.