



Beställare: GEO-gruppen AB

Detaljplan Mörebacka

Bergteknisk utredning och markradonundersökning



Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB

Uppdragsansvarig

Sara Jonsson

Handläggare

Helena Kiel, Emelie Ekberg Bergman

Uppdragsnummer
Datum
Revisionsnummer

UG18210
2018-11-22

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	1
2	Inledning	1
2.1	Orientering	1
2.2	Syfte	2
2.3	Underlag.....	2
2.4	Utförande	2
3	Bergtekniska observationer	2
3.1	Geologi.....	2
3.2	Stabilitetsobservationer.....	4
4	Bergtekniska rekommendationer	6
5	Markradonundersökning	7
6	Referenser.....	11
	Bilaga 1 Ritning.....	12

1 Sammanfattning

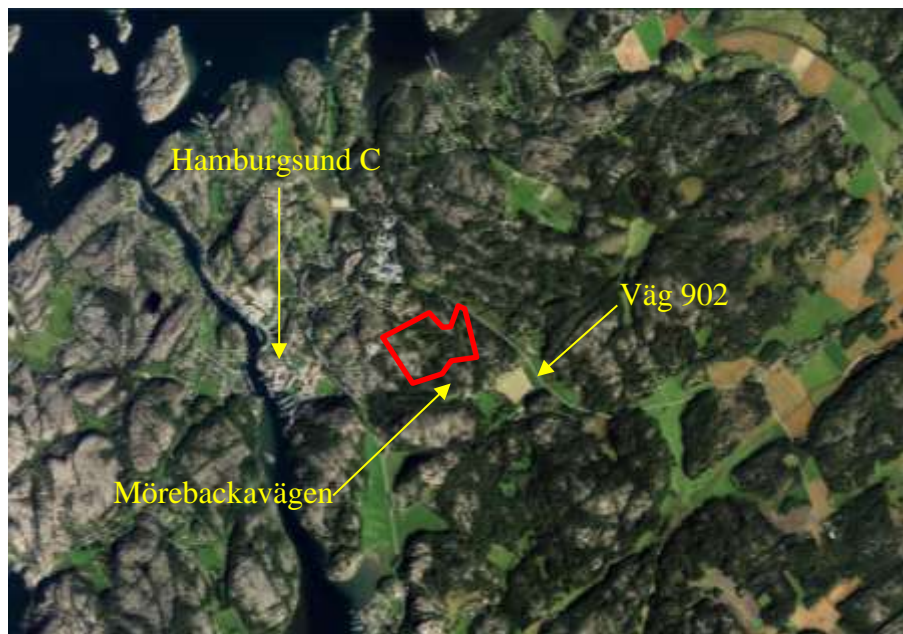
- Befintliga bergslänter är stabila och inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms nödvändiga.
- Bergschakt och grundläggning kan utföras utan restriktioner.
- Berggrunden utgörs av högradonmark. Byggnader ska utföras radonsäkert.

2 Inledning

På uppdrag av GEO-gruppen AB har Bergab utfört en bergteknisk utredning och markradonundersökning inför upprättande av detaljplan för Mörebacka, Hamburgsund 13:4 m.fl., i Tanums kommun. Detaljplanen omfattar nybyggnation av bostäder och infrastruktur för dessa.

2.1 Orientering

Undersökningsområdet ligger strax öster om Hamburgsunds centrum. Mörebackavägen löper igenom området som huvudsakligen utgörs av blottat berg. En mindre jordfylld dalgång finns öster om Mörebackavägen. De högsta partierna ligger på ca +50 m och de lägsta partierna, i undersökningsområdets mitt, på ca +20 m. Se Figur 1 för en översiktsbild över detaljplaneområdet och dess omgivning.



Figur 1. Översiktsbild med läge för undersökningsområdet (rött). Flygbild från eniro.se.

2.2 Syfte

Syftet med den bergtekniska utredningen har varit att:

- utföra en fältbesiktning
- beskriva bergslänter och göra bedömningar av risk för bergras eller blocknedfall i eller från bergspartier inom och i anslutning till aktuellt detaljplaneområde
- bedöma behov av åtgärder för att säkerställa områden och i så fall beskriva dessa och ta fram förslag till stabilitetshöjande åtgärder
- utföra en markradonundersökning.

2.3 Underlag

Underlag till föreliggande utredning har varit kartmaterial tillhandahållet av GEO-gruppen via mail i oktober 2018.

2.4 Utförande

Den bergtekniska fältbesiktningen utfördes 2018-11-20. Vid besiktningstillfället rådde huvudsakligen uppehåll. Temperaturen låg på ca +1°C och vinden var frisk.

Hela undersökningsområdet samt intilliggande bergslänter gick över och besiktigades okulärt med avseende på bergart, strukturer, sprickors egenskaper, förekomst av block samt eventuella andra förhållanden som påverkar bergstabiliteten. I samband med besiktningen utfördes markradonundersökningen. Resultaten redovisas i föreliggande rapport med Bilaga 1 Ritning.

3 Bergtekniska observationer

Nedan ges en beskrivning av områdets geologi följt av stabilitetsobservationer. Rekommenderade åtgärder redovisas i avsnitt 4. Stabilitetsobservationer redovisas även på ritning i Bilaga 1.

3.1 Geologi

Berggrunden inom undersökningsområdet utgörs av en röd grovt medelkornig granit, s.k. Bohusgranit. Mindre inslag av pegmatit förekommer.



Figur 2. Förekommande bergart: Bohusgranit.

Tektoniskt domineras området av en granitisk uppsprickning, d.v.s. två vertikala sprickgrupper och en horisontell (se Figur 3). Sprickritningarna varierar något från håll till håll men mönstret är detsamma. Det är denna praktiska, kubiska uppsprickning som gör att så många stenbrott tagits upp i Bohusgraniten.

Följande sprickriktningar noterades (mätningar enligt högerhandsregeln):

1. Flacka (0-20° lutning), sprickavstånd 0,6-2 m.
2. Branta-vertikala sprickor i nordöst-sydväst (200-240°/60-90° och 30°/70°), sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.
3. Branta-vertikala sprickor i ca öst-väst (110-120°/85-90°), sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.
4. Branta-vertikala sprickor i ca nord-syd (340-360°/80-90°), sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.
5. Branta-vertikala sprickor i ca nordväst-sydväst (140-150°/80-90°), sprickavstånd 0,6-2 m eller mer.

Dessutom noterades enstaka sprickor som lutar medelbrant mot norr (260°/50-60°).



Figur 3. Bild tagen mot Mörebackavägen 24 som illustrerar granitisk uppsprickning, i hällen närmast kameran.

Observerade sprickytor är samtliga råa och vågformiga. Sprickvidden är i allmänhet 1-5 mm. Sprickfyllnader har ej observerats.

Enstaka lösliggande block observerades, framför allt i släntfot under högre branter. Blockstorleken är i allmänhet 0,5-2 m men även större block förekommer.

3.2 Stabilitetsobservationer

Undersökningsområdet utgörs till stor del av blottat berg med rundade och/eller flacka hällar med relativt få sprickor, se Figur 4.

I brantare partier är berggrunden mera uppsprucken med en del utfallna block i släntfot. Vid områdets nordvästra gräns löper två bergslänter parallellt med Mörebackavägen, väster om vägen. I den övre slänten finns potentiellt instabila block, markerade med A på ritningen i Bilaga 1 (se Figur 5). Den nedre slänten saknar block.

Väster om Mörebackavägen noterades även ett mindre stenbrott, benämnt B på ritning i Bilaga 1. Runt stenbrottet ligger mindre högar av kvarlämnade block (se Figur 6). Blocken som ligger på krönet till slänten ned mot Mörebackavägen kan eventuellt destabiliseras vid markarbeten i direkt anslutning till dem.

Samtliga bergslänter och blockförekomster bedöms alltså vara stabila i dag.



Figur 4. Flacka hällar med relativt få sprickor. Bild tagen västerut från den västra delen av området.



Figur 5. Utfallna block i bergslänten A. Blocken bedöms vara stabila idag.



Figur 6. Kvarlämnade block efter stenbrottsverksamhet i område B. Blocken till höger i bild ligger på släntkrön och kan eventuellt destabiliseras vid markarbeten.

4 Bergtekniska rekommendationer

Befintliga bergslanter bedöms i dagsläget vara stabila och inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms vara nödvändiga.

Inga restriktioner bedöms vara nödvändiga avseende val av släntlutning eller släntriktning i eventuella bergschakter. Inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms vara nödvändiga innan bergschakt påbörjas. Grundläggning bedöms kunna utföras på konventionellt sätt.

Om markarbeten utförs i anslutning till lösliggande block i slanter, till exempel under kvarliggande block från stenbrottsverksamhet i område B, kan dessa block destabiliseras. Detta bör tas i beaktande vid entreprenaden men föranleder inga ytterligare stabilitetshöjande åtgärder.

Efter avslutad eventuell bergschakt och bergrensning tillkallas bergsakkunnig för att bedöma eventuellt behov av bergförstärkning såsom t.ex. bultning.

5 Markradonundersökning

Radon är en radioaktiv gas vars sönderfallsprodukter, radondöttrarna, följer med inandningsluften och kan orsaka skada. Radongas nybildas ständigt i jord och bergmaterial genom sönderfall av uran och radium.

I Tabell 5.1 nedan redovisas gällande gräns- och riktvärden för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft. Refererade föreskrifter och råd listas i avsnitt 6 nedan.

Tabell 5.1 Gräns- och riktvärden för gammastrålning och radioaktivitet i inomhusluft

Avser	Gränsvärde (G) Riktvärde (R)	Föreskrift/råd
<i>Gammastrålning</i>		
i nya bostäder	0,30 $\mu\text{Sv/h}$ (G)	BBR19, avsnitt 6.12
på lekplatser och andra ofta använda uteplatser från befintlig bostadsfasad	1,0 $\mu\text{Sv/h}$ (G)	Rad. Prot. Aut. 2000, avsnitt 7.1.3
	0,30 $\mu\text{Sv/h}$ (R)	SOSFS 1999:22, sid 3
<i>Radonhalt i inomhusluft</i>		
i befintliga hus	200 Bq/m ³ (R)	SOSFS 2004:6, sid 1
i nybyggda hus	200 Bq/m ³ (G)	BBR19, avsnitt 6.23
arbetsplatser ovan jord	200 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 42
arbetsplatser under jord (i inredda bergum etc)	400 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 41
arbetsplatser under jord (berggruvarbete etc)	1 300 Bq/m ³ (G)	AFS 2011:18, sid 53 not 41

För klassificering av berg och stenmaterial används gränsvärden för gammastrålning och radiumhalt i Tabell 5.2, enligt BRF T20:1989:

Tabell 5.2 Gränsvärden för gammastrålning och aktivitetskoncentration radium i bergmaterial

Gammastrålning ($\mu\text{Sv/h}$)	Aktivitetskoncentration radium-226 (Bq/kg)	Riskklassificering	Byggnadskonstruktion
$\leq 0,20$ (hällyta) $\leq 0,15$ (sprängsten)	≤ 200 (hällyta) ≤ 125 (sprängsten)	normalriskmark m.a.p. radon	radonskyddande
$> 0,20$ (hällyta) $> 0,15$ (sprängsten)	> 200 (hällyta) > 125 (sprängsten)	högriskmark m.a.p. radon	radonsäker

I (Rad. Prot. Aut., 2000 sid 12 och 62-64) 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.

Metod

Flygmätningar av uran-, kalium- och toriumhalter utförda av SGU ger en första indikation på om undersökningsområdet generellt består av normal- eller högradonmark. För det aktuella undersökningsområdet indikerar SGU:s flygmätningar högradonmark.

I samband med den geologiska fältkarteringen har berggrundens gammastrålning respektive uranhalt uppmätts med hjälp av gammascintillometer av typ Scintrex BGS-3 samt gammaspektrometer av typ Radiation Detection RS-230, båda hyrda av SGU i Göteborg. Mätningarna utfördes på blottat berg.

Gammascintillometern används genom att man går över bergytan och samtidigt läser av mätvärdena, som anger total gammastrålning från berggrunden i enheten $\mu\text{Sv/h}$. På så sätt får man en god överblick över strålningsförhållandena.



Figur 7. Gammaspektrometer till vänster. Gammascintillometer till höger.

Gammaspektrometern används för att punktvis 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 2x2 m stor, och mäter under 180 sekunder. Spektrometern analyserar tre ”fönster” i gammastrålningsspektrat, vilka motsvarar halter av nuklider i respektive sönderfallskedja. För att få ett statistiskt underlag utförs minst tre mätningar på varje mätpunkt. 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:

$$AI = C_K/3000 + C_{Ra}/300 + C_{Th}/200$$

där C_{xx} = aktivitet för respektive nuklid (Bq/kg).

Mätpunkterna benämns Spektro 1 till Spektro 4 och redovisas i plan på ritning i Bilaga 1. I Spektro 4 gjordes endast en mätning eftersom instrumentets batteri tog slut.

Resultat

Uranhalten har ett medelvärde på **13,22 ppm** med ett maxvärde på 33,10 ppm. Motsvarande aktivitetskoncentration har ett medelvärde på **163,23 Bq/kg** med ett maxvärde på 408,79 Bq/kg U. Aktivitetsindex ligger genomgående på ca 2, med ett medelvärde på **1,90** och ett maxvärde på 3,16. Total gammastrålning har ett medelvärde på **0,36 µSv/h** med ett maxvärde på 0,50 µSv/h.

Samtliga mätresultat redovisas i Tabell 5.3 nedan. Halter och aktivitetskoncentrationer av uran har gråmarkerats.

Tabell 5.3 Uppmätta koncentrationer och aktivitetsindex

Position		Mätning				Omräkning			Aktivitets-index
Mätpunkt	Bergart	Total ($\mu\text{Sv/h}$)	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Aktivitet (Bq/kg) K	Aktivitet (Bq/kg) U	Aktivitet (Bq/kg) Th	
Spektro 1	Bohusgranit	0,28	4,10	12,50	45,20	1283,30	154,38	183,51	1,86
	d:o	0,32	4,20	18,30	52,00	1314,60	226,01	211,12	2,25
	d:o	0,30	4,60	12,10	40,70	1439,80	149,44	165,24	1,80
Spektro 2	Bohusgranit	0,50	4,60	33,10	65,00	1439,80	408,79	263,90	3,16
	d:o	0,33	5,00	11,10	53,60	1565,00	137,09	217,62	2,07
	d:o	0,42	4,60	21,00	64,60	1439,80	259,35	262,28	2,66
Spektro 3	Bohusgranit	0,38	4,50	12,10	69,10	1408,50	149,44	280,55	2,37
	d:o	0,30	4,80	8,40	50,90	1502,40	103,74	206,65	1,88
	d:o	0,38	4,50	14,40	64,60	1408,50	177,84	262,28	2,37
Spektro 4	Bohusgranit	0,38	4,50	15,60	64,50	1408,50	192,66	261,87	2,42

Slutsatser

Total gammastrålning ligger genomgående över gränsvärdet på 0,15-0,2 $\mu\text{Sv/h}$. Aktivitetskoncentrationen för uran (och därmed radium) ligger nära och över 200 Bq/kg. Mätresultaten bekräftar alltså SGU:s flygmätning, att berggrunden inom aktuellt undersökningsområde utgörs av **högradonmark**.

Aktivitetsindex ligger nära eller över 2 och bergmaterialet bör därför inte användas som byggnadsmaterial utan vidare utredning om strålningsnivåer från färdig byggmaterialsprodukt.

Rekommendationer

På högradonmark ska nykonstruerade byggnader vara **radonsäkra**, d.v.s. med en grundkonstruktion med höga krav på att byggnaden är tät mot inläckande jordluft. Någon av följande kombinationer kan användas, enligt (Clavensjö B & Åkerblom G, 2004):

Antingen:

- Kantförstyvad betongplatta konstruerad och utförd så att inga otätheter bildas där jordluft kan sugas in.
- Rör genomföringar och kulvertintag görs lufttäta.
- Källaryttväggar utförs i betong.
- Utförandet på byggnadsplatsen kontrolleras.

Eller:

- Ventilerade luftspalter byggs in i konstruktionen, d.v.s. på golv och eventuella källaryttväggar.
- Rör genomföringar och kulvertintag görs lufttäta.

Eller, om marken är luftgenomsläpplig:

- Radonbrunn monteras.
- Byggnaden görs så tät som möjligt mot inläckande jordluft utan att extraordinära åtgärder behöver vidtas.

6 Referenser

www.sgu.se

Boverket, Regelsamling för byggande BBR19, 2012

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

Socialstyrelsens allmänna råd, tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft, SOSFS 1999:22

Ändring i allmänna råden (SOSFS 1999:22) om tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft, SOSFS 2004:6

Hygieniska gränsvärden – Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden, AFS 2011:18

Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar, BRF T20:1989

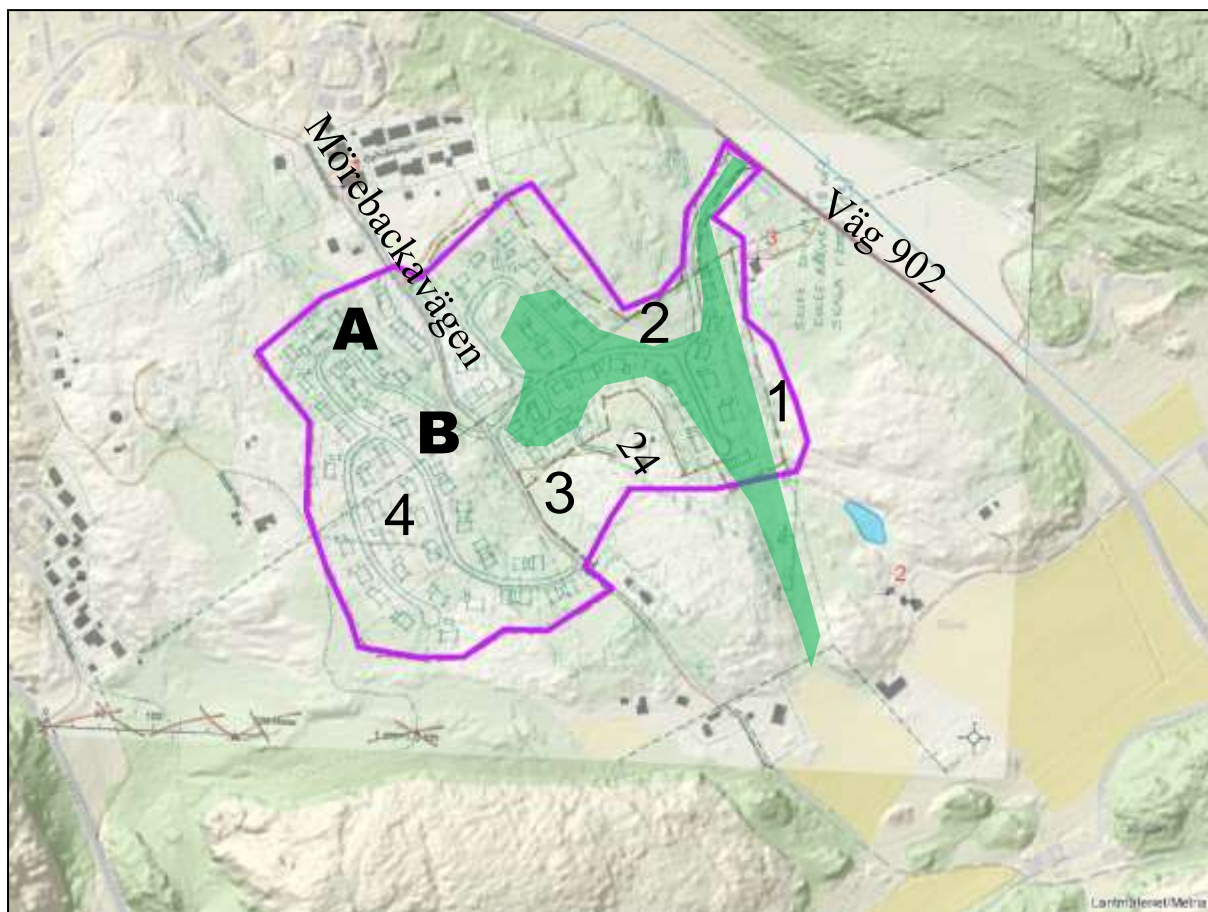
Gammaspektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält, Mellander H m fl, 1982-09-22

Radonboken, förebyggande åtgärder i nya byggnader, Clavensjö B & Åkerblom G, 2004

för
Bergab - Berggeologiska Undersökningar AB

Helena Kiel, Emelie Ekberg Bergman

Bilaga 1 Ritning



Karta över undersökningsområdet, tillhandahållen av GEO-gruppen.

Lila streck	gräns för detaljplaneområdet
Grön skraffering	jordfylld dalgång
A	bergslänt med potentiellt instabila block
B	ungefärligt läge för stenbrott med kvarlämnade block
1-4	mätpunkter för gammaspektrometer
24	Mörebackavägen 24