

Beställare: Bohusgeo AB

Detaljplan Aröd, Tjörn

Bergteknisk besiktning och bergstabilitetsutredning
Markradonunderökning



Bergab – Bergeologiska Undersökningar AB

Uppdragsansvarig

Helena Kiel

Handläggare

Niklas Brådenmark

Uppdragsnummer
Datum
Revisionsnummer

UG17030
2017-03-24

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning.....	2
2	Syfte och orientering.....	2
3	Geologi.....	4
4	Bergtekniska observationer och åtgärdsförslag	5
4.1	Det planerade bostadsområdet öster om havsviken	5
4.2	Industriområdet norr om havsviken (Springholmen)	7
4.3	Övriga noteringar	8
5	Riskklassificering med avseende på markradon	10

Bilaga 1 Planritning, bergteknisk utredning

Bilaga 2 Planritning, strålningsmätning

Referenser

”Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar”, BRF T20:1989

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

Boverket, Regelsamling för byggande BBR19, 2012

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

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

www.sgu.se

1 Sammanfattning

1. Inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms vara nödvändiga i befintliga slänter.
2. Om byggnad ska uppföras inom 5 m från område A ska en planbestämmelse införas som reglerar att block i slänten bör avlägsnas. Åtgärden utförs i samband med övriga markarbeten. Om byggnad ej ska uppföras inom 5 m erfordras ingen åtgärd eller planbestämmelse.
3. Om schakt ska utföras i nederdel av förekommande blockslänter kan ovanliggande block destabiliseras. Även ovanliggande block bör alltså schaktas bort och en planbestämmelse om detta införas.
4. Undersökningsområdet utgörs av normalradonmark.

2 Syfte och orientering

På uppdrag av Bohusgeo AB har Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB utfört en bergteknisk besiktning och bergstabilitetsutredning samt markradonundersökning inom detaljplan för Rönnäng 1:65, Aröd 1:241 m fl i Rönnäng i Tjörns kommun. Inom planområdet planeras en småbåtshamn, verksamheter och nya bostäder samt en ny gång- och cykelväg.

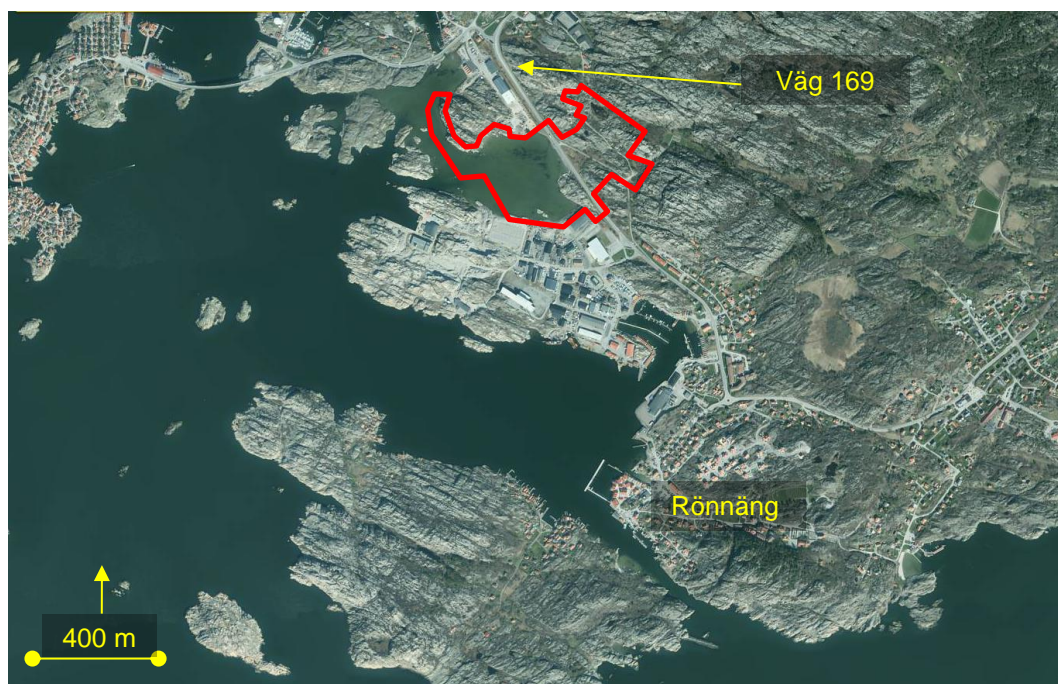
Uppdraget omfattar följande moment:

- Beskrivning och bedömning av bergstabilitet och risk för blocknedfall eller berggras i befintliga berg- och blockslänter, inom och i anslutning till undersökningsområdet.
- Utredning av förutsättningar för grundläggning och bergschakt i och intill slänter.
- Förslag till uttagsmetoder samt eventuella restriktioner vid olika metoder.
- Förslag till bergförstärkning i befintliga slänter samt i eventuella nya bergschakter.
- Riskklassificering med avseende på markradon.

Resultaten som redovisas i föreliggande rapport baseras på en fältbesiktning som utfördes 2017-02-21. Fältbesiktningen omfattar observerade bergarter, foliation, sprickor, sprickors egenskaper och lösliggande block i terrängen. Geologiska och bergtekniska observationer redovisas på planritning i Bilaga 1.

Markradonundersökningen utfördes i samband med fältkarteringen, i form av mätning av total gammastrålning från blottat berg med hjälp av gamma-scintillometer, samt vid en utökad undersökning med gammaskpektrometer 2017-03-22. Resultaten redovisas i föreliggande rapport, avsnitt 5 samt på planritning i Bilaga 2.

Det aktuella området är ca 500x400 m stort och utgörs idag omväxlande av kvartersmark och naturmark. Terrängen utgörs av en havsvik som omges av huvudsakligen blottat berg i norr och öster samt ett kajområde i söder. De högsta partierna ligger på ca +20 till +30 m. Se översiktsbild i Figur 2.1.



Figur 2.1. Flygbild över undersökt område (rött).

Följande underlagsmaterial har använts vid utredningen:

- Avropsförfrågan – förnyad konkurrensutsättning Ref. nr 2016-115
Detaljplan: Marina, bostäder och verksamhet – Aröd detaljplan Rönnäng
1:65, Aröd 1:241 m.fl.
- Bilaga 1: Förfrågningsunderlag Aröd – Rönnäng
- Bilaga 2: Underlag områdesindelning
- Bilaga 6: Förslagsskiss småbåtshamn 160830
- Bilaga 7: Förslagsskiss bostäder 160607
- Bilaga 8: Planområde
- www.sgu.se, Kartvisaren och GeoLagret

3 Geologi

Berggrunden utgörs av en gråröd medelkornig gnejsig ögongranit med upp till 5 cm stora ögon av kalifältpat (Figur 3.1). Glimmerhalten uppskattas okulärt till ca 10-20 %. Foliationen är vertikal med strykning i ca nordnordöst-sydsydväst (20°/90°). Inslag av pegmatit förekommer i form av upp till 0,5 m breda linser och gångar. I Tabell 3.1 redovisas uppmätta sprickgrupper.



Figur 3.1. Förekommande bergart: gråröd ögongranit.

Tabell 3.1 Uppmätta sprickgrupper

Sprickgrupp	Lutning	Strykning/stupning	Anmärkningar
1	Brant-vertikal mot sydväst	120-130°/75-90°	Sprickavstånd 0,6-2 m
2	Brant-vertikal mot sydöst	20-40°/80-90°	Parallell med foliationen. Sprickavstånd 0,6-2 m, ställvis tätare
3	Brant-vertikal mot nordväst	200-215°/75-90°	Sprickavstånd 0,6-2 m, ställvis tätare
4	Brant-vertikal mot nordnordöst	290-300°/75-90°	Sprickavstånd 0,6-2 m, ställvis tätare

Dessutom förekommer enstaka sprickor med brant lutning mot syd (95°/75°). Observerade sprickplan är vågformiga och råa och sprickvidden varierar från tät (< 0,5 mm) till vid (> 5 mm). Sprickfyllnader kunde ej observeras.

Sprickmönstret ger upphov till storblockig uppsprickning med blockkantlängd 0,6-2 m. Blottade hållar är huvudsakligen rundade och inga nyligen nedfallna block noterades. Ansamlingar av rundade block i skrevor och längs bergsbranter förekommer; dessa block härrör från Istidens slut och utgör ej tecken på nutida instabilitet.

4 Bergtekniska observationer och åtgärdsförslag

Nedan beskrivs de olika delområdena med foton och förslag till stabilitetshöjande åtgärder där sådana bedöms nödvändiga. Områden med föreslagna åtgärder markeras på Bilaga 1 i rött med bokstäverna A till D.

4.1 Det planerade bostadsområdet öster om havsviken

Observationer

I det planerade bostadsområdet löper en bergsrygg i sydöst-nordvästlig riktning. Ett fåtal lösa block ligger nordöst om cykelvägen som löper i mitten av det planerade bostadsområdet, se Figur 4.1 och Bilaga 1, markering A. Ansamlingar av rundade block finns även längs det planerade bostadsområdets allra sydöstligaste delar vid sidan av cykelvägen, se Figur 4.2 och Bilaga 1, markering B.

Förekommande naturliga bergslänter och blockslänter bedöms vara stabila vid undersökningstillfället.



Figur 4.1. Block nordöst om cykelvägen, markering A.



Figur 4.2. Rundade block i bostadsområdets sydöstra del, markering B.

Åtgärder

- Inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms nödvändiga i området, innan bergschakt eller om bergschakt ej ska utföras.
- Förekommande sprickriktningar föranleder inga restriktioner i val av utsprängd släntriktning eller –lutning. Grundläggning och bergguttar kan utföras konventionellt.
- Om byggnad ska uppföras inom 5 m från område A bör block i slänten avlägsnas. Åtgärden utförs i samband med övriga markarbeten. Om byggnad ej ska uppföras inom 5 m behövs inga åtgärder utföras.
- Om schakt ska utföras i nederdel av blockslänter (A och B) kan ovanliggande block destabiliseras. Även ovanliggande block bör alltså schaktas bort.
- Efter eventuell bergschakt rensas kvarstående bergschaktväggar på löst bergmaterial och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma eventuellt behov av förstärkning såsom bultning.

4.2 Industriområdet norr om havsviken (Springholmen)

Observationer

Vid industriområdet norr om havsviken löper även här en bergsrygg i sydöst-nordvästlig riktning. Lösiggande block noterades i två områden (C och D i Bilaga 1) uppdelat på tre mindre sluttningar, se Figur 4.3 och 4.4. I denna del är berggrunden något mer uppsprucken och här återfinns enstaka sprickor i östlig riktning. Huvuddelen av blocken är rundade och härrör från Istidens slut.

Blockslänterna bedöms vara stabila vid undersökningstillfället.



Figur 4.3. På Springholmen förekommer rundade block i sluttningarna.



Figur 4.4. Lösa block i sluttningar vid det norra industriområdet.

Åtgärder

- Inga stabilitetshöjande åtgärder bedöms nödvändiga i området, innan bergschakt eller om bergschakt ej ska utföras.
- Förekommande sprickriktningar föranleder inga restriktioner i val av utsprängd släntriktning eller –lutning. Grundläggning och bergguttag kan utföras konventionellt.
- Om schakt ska utföras i nederdel av blockslänter (C och D) kan ovanliggande block destabiliseras. Även ovanliggande block bör alltså schaktas bort.
- Efter eventuell bergschakt rensas kvarstående bergschaktväggar på löst bergsmaterial och bergsakkunnig tillkallas för att bedöma eventuellt behov av förstärkning såsom bultning.

4.3 Övriga noteringar

Dubbelsidig bergskärning längs väg 169

I den södra delen av undersökningsområdet löper väg 169 genom en upp till 8-10 m hög dubbelsidig bergskärning. Förutom redan noterade sprickgrupper (Tabell 3.1) noterades flacka sprickor ($180^\circ/10-25^\circ$) och enstaka sprickor med medelbrant lutning mot nordväst ($220^\circ/60^\circ$).

Endast enstaka mindre lösa stenar (10-20 cm kantlängd) noterades i skärningen och i den västra skärningens norra del enstaka träd längs släntkrön. Bergskärningarna bedöms vara stabila och inga åtgärder bedöms behöva utföras. Se Figur 4.5 och 4.6.



Figur 4.5. Den östra bergskärningen, vy mot norr.



Figur 4.5. Den västra bergskärningen, vy mot norr.

Industriområdet söder om havsviken (Småskären)

Blottat berg finns längs mittdelen av kajen som löper längs den södra stranden. Berget är här platt, lågt och rundat. Inga åtgärder bedöms vara nödvändiga.

5 Riskklassificering med avseende på markradon

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

En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon. Med anpassad byggnadsteknik kan bostäder skyddas mot inläckande markradon.

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

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 µSv/h (G)	BBR19, avsnitt 6.12
på lekplatser och andra ofta använda uteplatser	1,0 µSv/h (G)	Rad. Prot. Aut. 2000, avsnitt 7.1.3
från befintlig bostadsfasad	0,30 µSv/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 berggrum 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 (µSv/h)	Aktivitetskoncentration radium-226 (Bq/kg)	Risk-klassificering	Byggnads-konstruktion
≤ 0,20 (hälllyta) ≤ 0,15 (sprängsten)	≤ 200 (hälllyta) ≤ 125 (sprängsten)	normalriskmark m.a.p. radon	radonskyddande
> 0,20 (hälllyta) > 0,15 (sprängsten)	> 200 (hälllyta) > 125 (sprängsten)	högriskmark m.a.p. radon	radonsäker

I berggrund med total gammastrålning < 0,15 µSv/h är halterna av radium-226 så låga att de ligger under undantagsnivån på 100 Bq/kg och ytterligare detaljundersökning med gammaspекtrometer behöver inte utföras.

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 totala gammastrålning uppmätts med hjälp av gammascintillometer av typ Scintrex BGS-3 hyrd av SGU Göteborg. Scintillometern används genom att man går över bergytan och samtidigt läser av mätvärdena, som anger total gammastrålning från berggrunden i enheten µSv/h. Denna metod ger en indikation på uran- och radiuminnehållet i berggrunden och därmed även radonhalt i markluft. Mätningen utförs kontinuerligt på blottat berg inom undersökningsområdet. Metod för markradonundersökning beskrivs i BRF T20:1989.



Figur 3: Till vänster scintillometer, till höger spektrometer.

I punkter med uppmätt total gammastrålning $> 0,15 \mu\text{S/h}$ har även mätning med gammaspektrometer (Exploranium GR-130, hyrd av SGU Göteborg) utförts, enligt metoder i (Mellander H m fl 1982-09-22) och (The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000).

Spektrometern 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 2×2 m stor, och mäter under tre minuter. Spektrometern analyserar tre ”fönster” i gammastrålningsspektret, 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).

Resultat

Uppmätt total gammastrålning för undersökningsområdet ligger på ca **0,15-0,20 $\mu\text{Sv/h}$** . Mätresultaten visar på att berggrunden inom aktuellt undersökningsområde kan utgöras av högradonmark vilket föranlett utökad mätning med gammaspektrometer för bestämning av berggrundens uranhalt.

Utökad undersökning med gammaspektrometer har utförts i 4 punkter. Punkterna valdes ut inom området för planerade bostäder, på så plana ytor som möjligt utan

växtlighet, vatten eller närliggande bergväggar eller –slänter. Mätpunkternas position redovisas på planritning i Bilaga 2.

Halten uran har ett medelvärde på **4,10 ppm** med ett maxvärde på 4,80 ppm. Motsvarande aktivitetskoncentration har ett medelvärde på **50,6 Bq/kg** med ett maxvärde på 59,28 Bq/kg U. Aktivitetsindex ligger genomgående över 1, med ett medelvärde på **1,23** med ett maxvärde på 1,31. Maxvärdena kommer samtliga från en liten slira av kvartspegmatit.

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			Aktivitetsindex
Mätpunkt	Bergart	Total ($\mu\text{Sv/h}$)	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Aktivitet (Bq/kg) K	Aktivitet (Bq/kg) U	Aktivitet (Bq/kg) Th	
1	Granit	0,17	4,90	4,10	22,20	1533,70	50,64	90,13	1,13
	d:o	0,17	4,90	3,50	24,80	1533,70	43,23	100,69	1,16
	d:o	0,19	5,30	4,30	26,90	1658,90	53,11	109,21	1,28
2	Granit	0,19	5,30	3,50	29,90	1658,90	43,23	121,39	1,30
	d:o	0,19	5,70	4,50	25,90	1784,10	55,58	105,15	1,31
	d:o	0,19	5,30	4,40	26,30	1658,90	54,34	106,78	1,27
3	Granit	0,16	5,60	3,70	19,30	1752,80	45,70	78,36	1,13
	d:o	0,18	5,10	4,00	25,50	1596,30	49,40	103,53	1,21
	+ qz-pg	0,18	4,90	4,80	24,00	1533,70	59,28	97,44	1,20
4	Granit	0,18	5,10	3,60	27,30	1596,30	44,46	110,84	1,23
	d:o	0,18	5,50	4,10	23,30	1721,50	50,64	94,60	1,22
	d:o	0,19	5,30	4,70	25,90	1658,90	58,05	105,15	1,27

Slutsatser

Aktivitetskoncentrationen för uran (och därmed radium) ligger väl under undantagsnivån 100 Bq/kg. Mätresultaten visar alltså sammantaget på att berggrunden inom aktuellt undersökningsområde utgörs av **normalradonmark**.

Aktivitetsindex ligger inte så mycket över undantagsnivån 1 att det föranleder ytterligare utredningar. Bergmaterialet bedöms alltså även kunna användas som byggnadsmaterial.

Rekommendationer

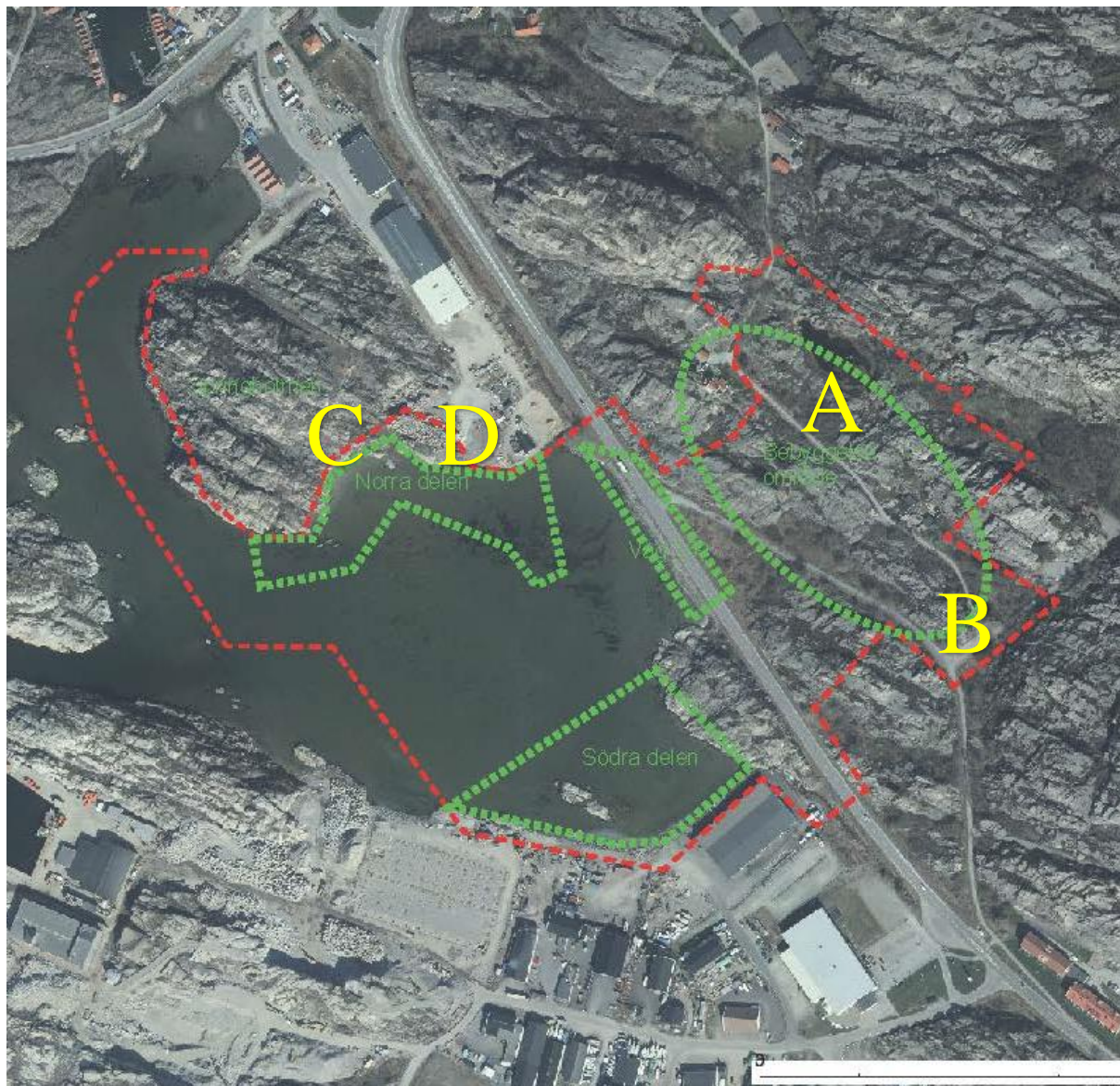
På **normalradonmark** ska nykonstruerade byggnader vara **radonskyddande**, d.v.s. med en grundkonstruktion som inte ger uppenbara otätheter mot markluft.

Till exempel bör rör genomföringar och kulvertintag i byggnadens bottenplatta och eventuella källarytterväggar tätas, eller åtgärder vidtagas som förhindrar att sprickor uppstår i golv och källarytterväggar på grund av sättningar eller andra rörelser. (Clavensjö B & Åkerblom G, 2004)

för
Bergab - Berggeologiska Undersökningar AB

Niklas Brådenmark, Helena Kiel

Bilaga 1 Planritning, bergteknisk utredning



Bilaga 2 Planritning, strålningsmätning



Skärmbild från Google Earth