

MARS 2022, REV. B JUNI 2022
LÅNGEDRAGS BÅTVARV AB

ÄLVSBERG 855:125, GÖTEBORGS STAD

PM BERGTEKNIK FÖR DETALJPLAN



COWI

ADRESS COWI AB

Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

MARS 2022, REV. A JUNI 2022
LÅNGEDRAGS BÅTVARV

ÄLVSBORG 855:125, GÖTEBORG STAD

PM BERGTEKNIK FÖR DETALJPLAN

PROJEKTNR.
A230349

DOKUMENTNR.
A230349-B-PME-001

VERSION
3.0

UTGIVNINGSDATUM
2022-03-31
Rev. A 2022-04-26
Rev. B 2022-06-09

BESKRIVNING
PM Berg

UTARBETAD
Jimmy Jakobsson

GRANSKAD
Elisabet Sundberg

GODKÄND
Björn Carlsson

INNEHÅLL

1	Uppdrag	6
1.1	Objekt	6
1.2	Kontakter	6
1.3	Underlag	7
1.4	Riktlinjer och bedömningsgrunder	10
2	Resultat	14
2.1	Stabilitet	14
2.2	Radonmätning	21
2.3	Sulfider	21
3	Rekommendationer	22
3.1	Släntstabilitet	22
3.2	Övrigt	22

1 Uppdrag

På uppdrag av Långedrag's Båtvarv AB har COWI AB genomfört en översiktlig bergteknisk utredning på fastigheten Älvsborg 855:125 i Göteborg.

1.1 Objekt

Fastigheten Älvsborg 855:125, Figur 1, ligger i Långedrag i den sydvästra delen av Göteborgs kommun och utgörs av en industritomt med tillhörande kajkonstruktion som sedan 1930-talet huserat en varvsverksamhet för fritidsbåtar. Kajen skapades 1968 genom att fylla ut en vik med fyllnadsmassor.



Figur 1. Flygfoto över den undersökta fastigheten (ungefärlig fastighetsgräns i röstreckat).

1.2 Kontakter

Roll och namn

Beställare: Långedrag's Båtvarv AB

Uppdragsledare: Christina Edström, COWI AB

Handläggare: Jimmy Jakobsson, COWI AB

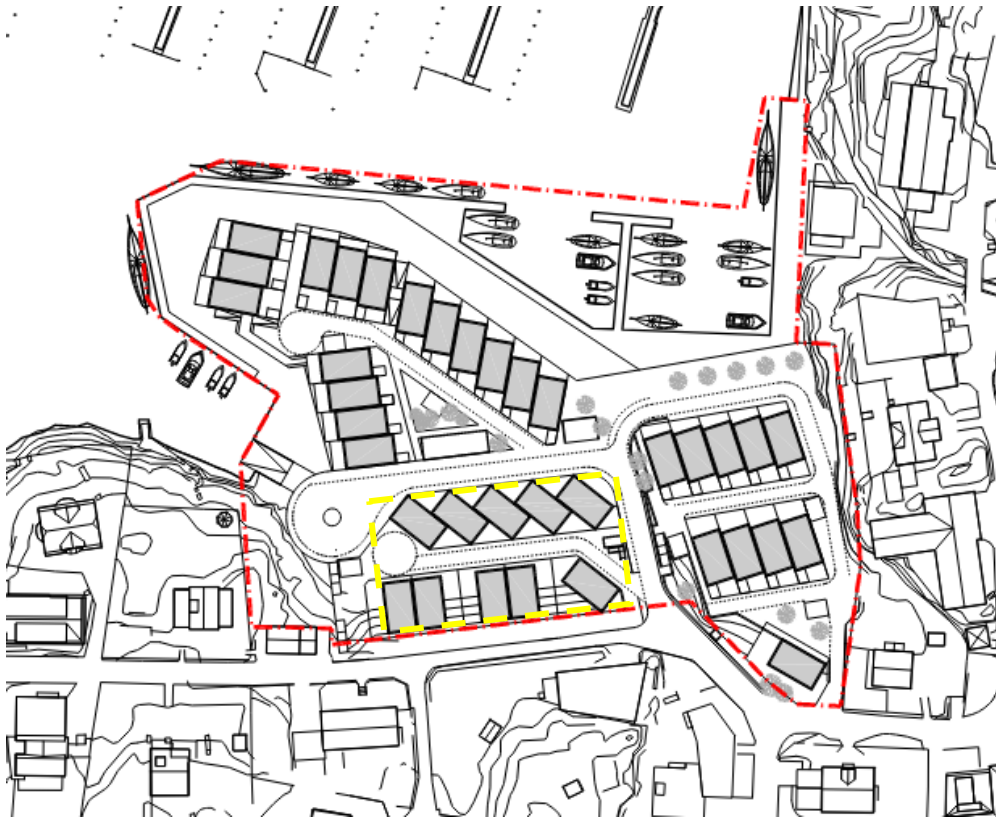
1.3 Underlag

Underlagen som ligger till grund för denna undersökning visas i Tabell 1:

Tabell 1. Underlag

Skapad av	År	Titel
Wingårdh arkitektkontor	okänt	Exploateringsförslag
SGU	2021	Berggrundskarta skala 1:50 000 - 1:250 000, vektor
SGU	2021	Jordartskarta skala 1:20 000 – 1:100 000, vektor
SGU	2021	Jorrdjup
SGU	2021	Karta gammastrålning, raster
SGU	2021	Karta bergartskemi, raster
Lantmäteriet	2021	GSD Fastighetskartan, vektor, (delar av)
COWI AB	2022	MUR Geoteknik, A230349-G-RAP-001

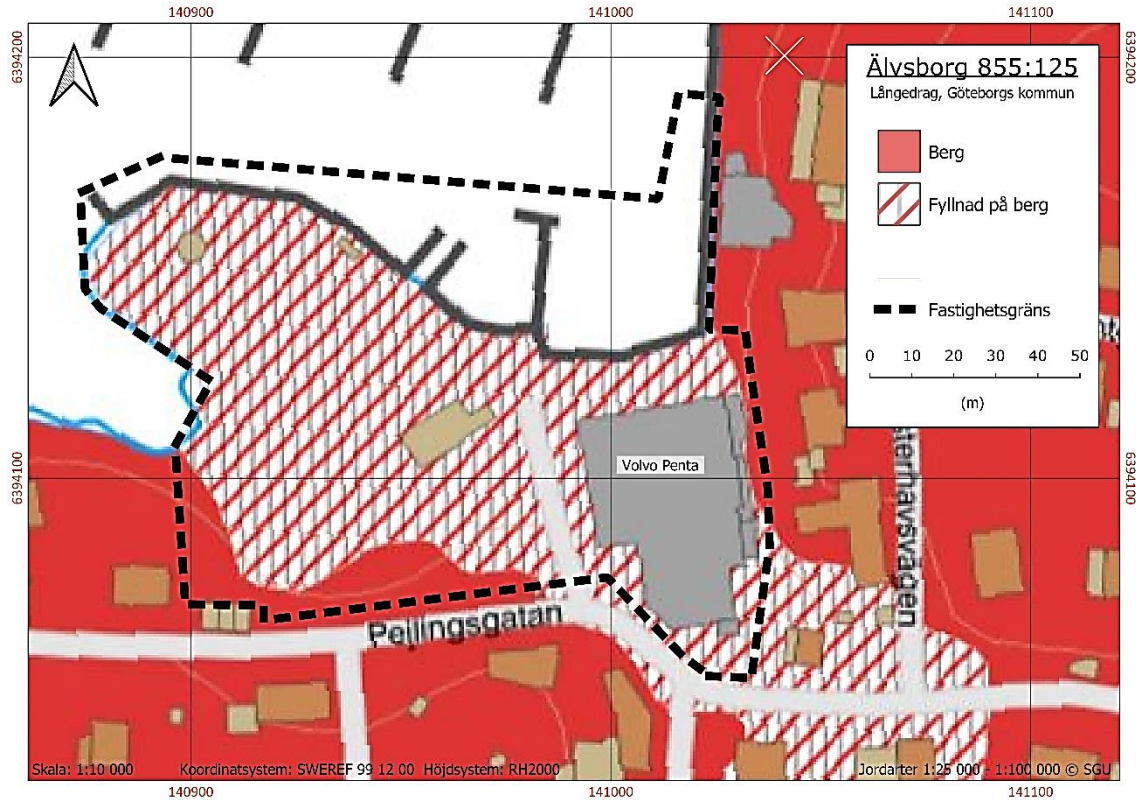
Exploateringsförslaget följer till stor del nuvarande områdets topografi och kustlinje, Figur 2. I områdets södra del planeras dock ett parkeringsgarage som kommer att ligga lägre än nuvarande markyta, markerat med gult i Figur 2.



Figur 2. Tillhandahållet exploateringsförslag; "skissalternativ med radhus samt parhus och friliggande villor längs med Pejlingsgatan. Förslaget inkluderar parkeringsgarage under byggnader markerat med gult.

Större delen av detaljplaneområdet är relativt flackt där markytans nivåer (enl. höjdsystem RH2000) varierar mellan ca +1,3 och +1,9 m. Vid den södra delen av området längs med Pejlingsgatan sluttar markytan mot norr. Markytans nivåer varierar här mellan ca +2 och +6 m på en sträcka på ca 20 m. Strax väster om slutningen återfinns en plan parkeringsyta där markytans nivå ligger på ca +5 m. Markytan sluttar brant norr- och västerut från parkeringsytan.

Marken på fastigheten består av berg i dagen och fyllnad på berg, Figur 3.



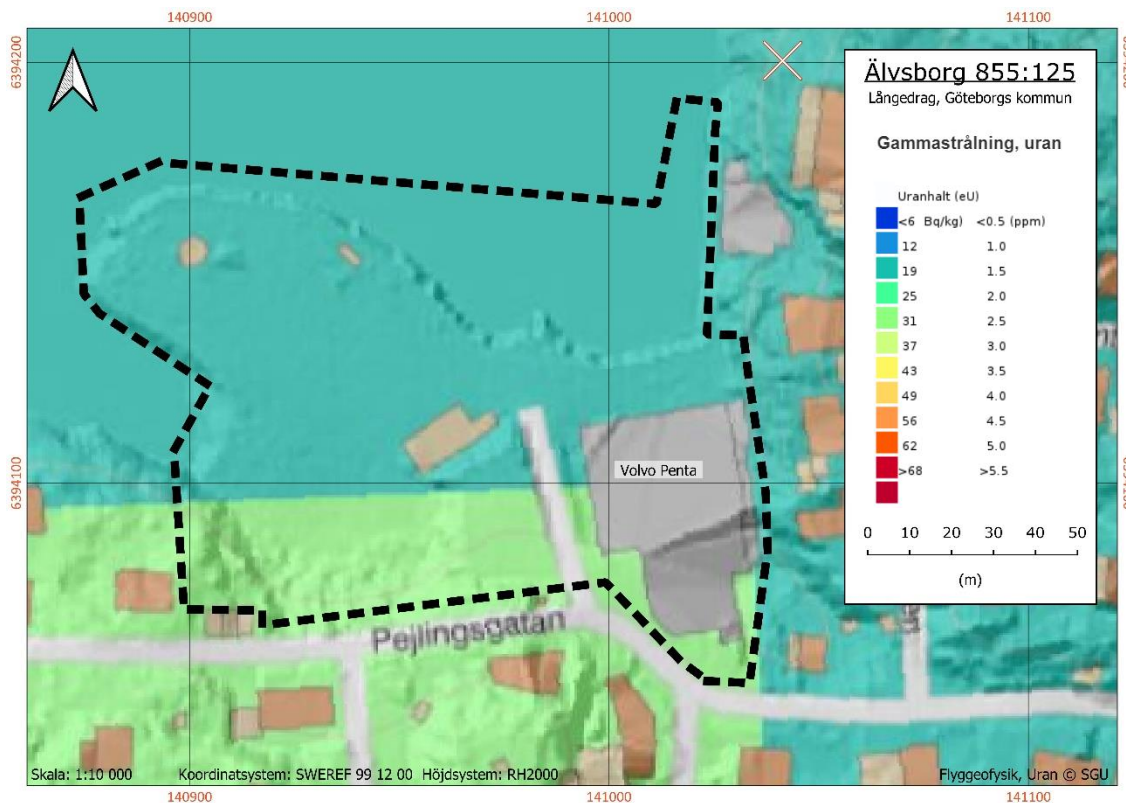
Figur 3. Jordartskarta från SGU med den aktuella fastigheten markerad med streckad linje. Området består delvis av berg i dagen och delvis av fyllnad på berg.

Geotekniska undersökningar har utförts parallellt med denna undersökning (redovisade i *MUR Geoteknik, A230349-G-RAP-001*) i syfte att översiktligt studera områdets stabilitets- och sättningsförhållanden samt ge grundläggningsrekommendationer och eventuella restriktioner till detaljplanen.

De geotekniska undersökningarna har påvisat att fyllnadsmassornas sammansättning ej är enhetlig. Förekommande kornfraktioner i fyllnadsmassorna varierar brett, från sand till block.

Berggrunden utgörs enligt SGU:s berggrundskartor av en gnejsig granitoid med granodioritisk till tonalitisk sammansättning.

Figur 4. Uranhalter i marken uppmätta med flyggeofysik, från SGU.



SGU:s flyggeofysiska mätningar indikerar låga uran- och toriumhalter i området. Uranhalterna visas i Figur 4.

Prover tagna av SGU på närliggande Saltholmen där samma berggrund förekommer påvisar mycket låga svavelhalter.

1.4 Riktlinjer och bedömningsgrunder

Riktlinjer och bedömningsgrunder som legat till grund för kartläggningen och rekommendationerna presenteras i Tabell 2 nedan:

Tabell 2. Styrande handlingar.

Skapad av	År	Titel
CEN	2017	Geoteknisk undersökning och provning – Benämning och indelning av berg (ISO 14689:2017)
SGI	2015	Slänter i berg – Inventering av kunskapsläge och behov
SGI	2018	Säkra bergsslänter – Kunskapsläget och fallstudier
Trafikverket	2015	Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter

Skapad av	År	Titel
Bygghörsningsrådet	1989	<i>Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar, BRF T20:1989</i>
Sveriges Geologiska AB	1982	<i>Gammaspektrometri – en metod att bestämma radium- och gammaindex i fält. (BRAP 82072).</i>
Clavensjö & Åkerblom	2004	<i>Radonboken, 1:a utgåvan.</i>

1.4.1 Översiktlig bergteknisk stabilitetsutredning

De flesta naturliga bergsslänter fick sin nuvarande släntgeometri i samband med den senaste glaciationen. Släntgeometrin är i huvudsak ett resultat av isens rörelseriktning och förekommande strukturer. Berget rensades därigenom från vittrat och instabilt material och kvar lämnades allmänt naturligt stabila slänter. Vid slänternas blottläggning efter isens reträtt påbörjades dock nedbrytande processer ånyo varför vissa block successivt blivit instabila. Av stor betydelse här är relativt slänten ogynnsamma strukturer så som förekommande sprickplan och dessas beskaffenhet.

Mekanismer vid sidan av gravitationen som kan utlösa ras inkluderar bland annat vibrationer (skalv, sprängning, vissa typer av schaktningsarbeten), vattenföring (vattentryck, frostsprängning, svällning hos leror) och biologisk påverkan (främst rotsprängning).

Stabilitetsutredningar görs av bergkunnig genom en s.k. okulär besiktning, kompletterad med s.k. bomknackning där sådan medges.

Utredningen följs av åtgärdsrekommendationer vilket normalt i de fall där stabilitetsproblem föreligger innebär skrotning och selektivbultning, eventuellt kompletterat med nät för att fånga upp utfallande småsten.

Skrotning innebär att löst bergmaterial rensas bort med grävskopa och/eller handhållet spett. Normalt strävar man här efter att uppnå en långsiktigt stabil bergöverta som följer bergets naturliga strukturer.

Selektivbultning innebär att lösa block förankras i omgivande berg med bergbult på 3-4 meter.

1.4.2 Radon

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 (Strålsäkerhetsmyndigheten.se).

Radon i berg

I berg kan mängden strålning variera kraftigt beroende på bergartens bildnings sätt, bergartskemi och mineralogisk sammansättning. Därtill kan stora variationer förekomma

över små ytor till följd av t.ex. uranrika pegmatiter som förekommer som gångar i andra bergarter. Hög strålning innebär inte nödvändigtvis radonproblematik eftersom det utöver uran finns andra radioaktiva grundämnen så som kalium-40 och torium som kan ge upphov till förhöjd gammastrålning. Gränsvärden för klassificering av berg visas i Tabell 3.

Tabell 3. Gränsvärden för berg och sprängsten ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar" BRF T20:1989).

Gammastrålning ($\mu\text{Sv/h}$)	Radium-226 (Bq/m^3)	Riskklassificering	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

Distinktionen mellan låg- och normalradonområden är idag mindre relevant eftersom få byggnader idag uppförs "traditionellt", d.v.s. utan radonskydd.

1.4.3 Radonmätningar

Radon kan mätas på flera olika sätt beroende på lokala markförhållanden. Nedan följer exempel på vanliga metoder.

Flyggeofysiska mätningar

Denna typ av mätningar utgör den huvudsakliga metoden för radonkartläggning i större områden. Flyggeofysiken utförs i regel på 60 meters höjd där varje flyglinje ligger på ungefär 200 meters avstånd. Täckningsgraden anses vara 60 % och områden med förhöjd strålning måste ha en diameter på över 150 meter för att med säkerhet upptäckas. Mätningarna speglar markens ytskikt.

Mätning av gammastrålning på berg

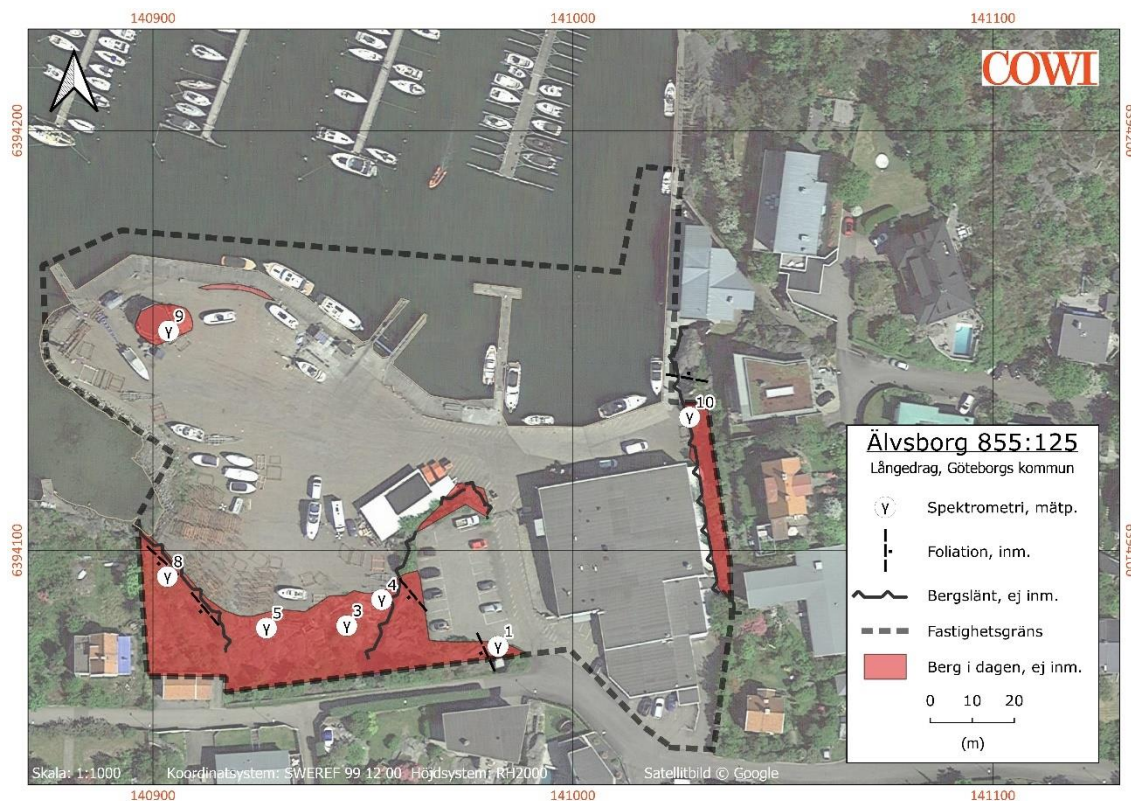
Mätningar på berg kan göras med en gammaspetsrometer. Mätningarna ska utföras under torra förhållanden eftersom vattenhinna mellan instrument och berg hindrar radonemissionen. Därtill ska ytan vara plan och varje mätning bör ta 3 minuter (SGU, 1982). För att mätningen ska bli representativ så är det viktigt att den utförs av en person med geologisk kännedom eftersom variationer i berget kan ge upphov till stora skillnader över

korta avstånd. Mätningarna med gammaspektrometer kan också föregås av en mera översiktlig kontinuerlig scintillometer-mätning för att bättre identifiera förhöjda strålningskällor och hitta representativa mätpunkter för gammaspektrometern.

2 Resultat

2.1 Stabilitet

Berg i dagen finns i fastighetens sydvästra del, längs dess östra gräns samt i form av en bergknalle i nordväst, Figur 5. Berg i dagen syns även mellan kajkonstruktionens fyllnadsmassor och vattenytan i områdets nordvästra del, Figur 6 på nästa sida.



Figur 5. Observerat berg i dagen markerat i rött. Kartan visar också mätpunkter för gammasppektrometer och inmätt foliation.

Bergmassan på fastigheten domineras av en granodioritisk gnejs, med tonalitiska inslag i tomtens östra del.

Bergmassans foliation stryker mestadels i sydöstlig riktning och stupar brant (70–80 grader) mot sydväst. Undantaget är i de tonalitiska delarna längs fastighetens östra gräns där strykningen skiftar mot väst-sydväst, punkt 10, Figur 5.

Bergmassan är i allmänhet storblockig (0.6–2 meter) med prismatiska block, Figur 7 på nästa sida. Skivigare partier förekommer i tomtens östra del och sammanfaller med en mera utpräglad bandning i bergmassan, Figur 8.



Figur 6. Bergyta vid vattenlinjen under kajkonstruktionen.

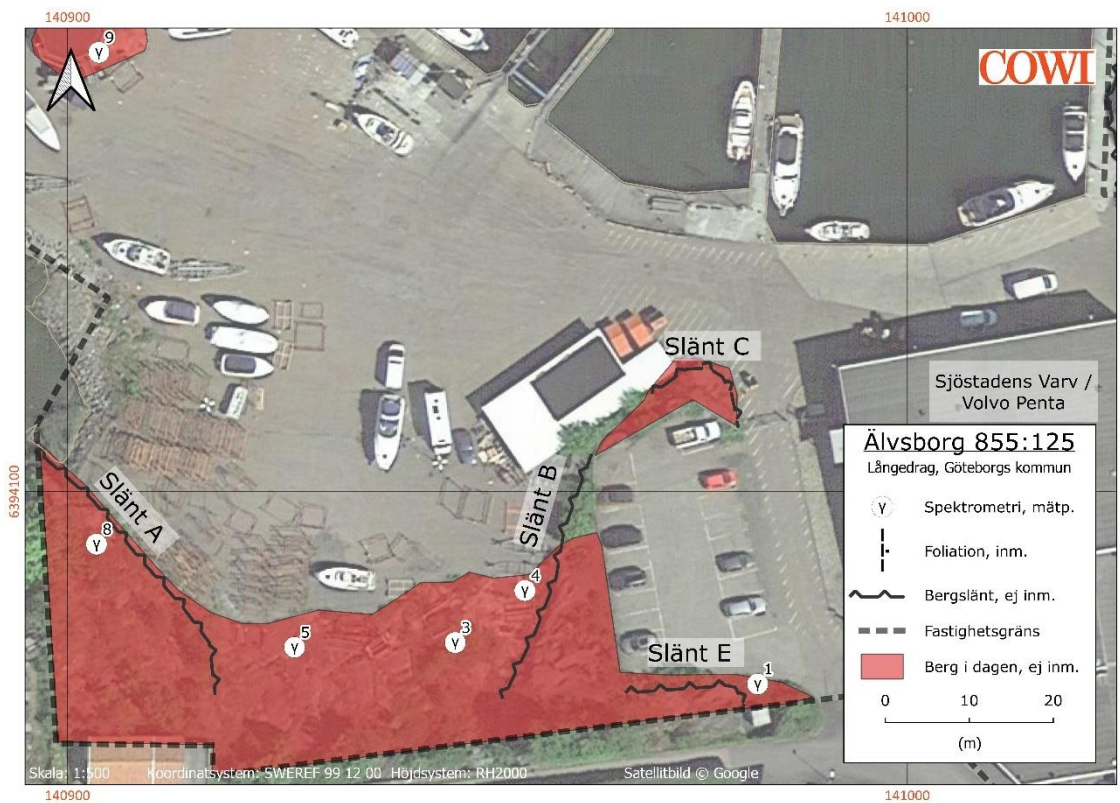


Figur 7. Mycket av bergmassan på tomten är storblockig (blockstorlek motsv. 0.6–2 m)

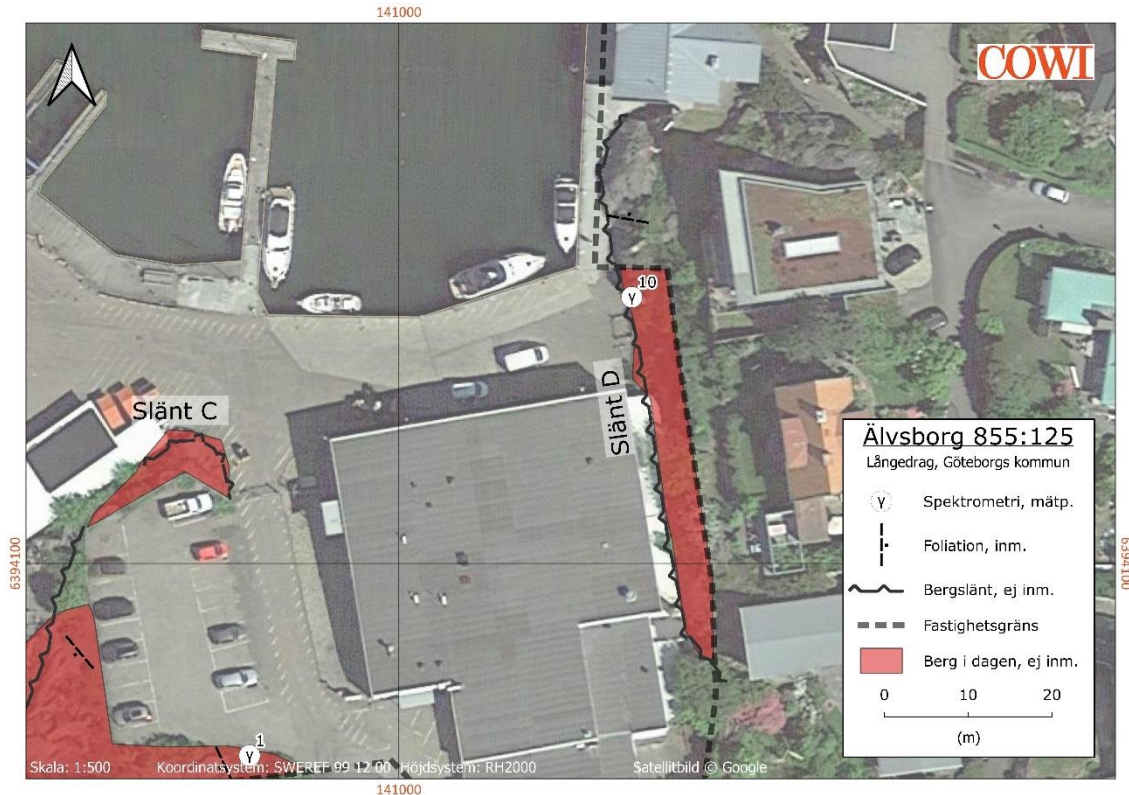


Figur 8. Delvis skivig tonalitisk bergmassa längs fastighetens östra gräns.

Fem slänter (A-E, Figur 9, samt Figur 10, nästa sida) har undersökts på tomten.



Figur 9. Fastighetens sydvästra del med slänterna A-C och E.



Figur 10. Fastighetens östra del med slänterna C och D synliga.

Slänt A, Figur 11 & Figur 12, innehåller en del lösa block. Blocken vilar på flacka sprickplan varför planbrott är osannolikt. Blockgeometrin är ställvis skivig men eftersom blocken är inkilade i varandra så förhindras överstjälpning i nuläget. Ett ras bedöms därför som osannolikt.

Med hänsyn till närliggande byggnader i exploateringskissen så rekommenderas det dock ändå att slänten genomgår en rensning av lösa block. Detta gäller framför allt om vibrationsalstrande verksamhet i anslutning till slänten så som sprängning kommer att ske vilket förefaller troligt till följd av planerat parkeringsgarage, men rekommenderas också i syfte att minska risken för senare åtgärdsbehov när området är bebyggt och släntens tillgänglighet eventuellt är mer begränsad.

Släntkrönet bör inte bebyggas utan stabilitetshöjande åtgärder och en mera ingående stabilitetsutredning som tar i beaktande uppkomna laster vid byggnation.



Figur 11. Slänt A innehåller en del lösa block men de flacka undulerande sprickplanen som dessa vilar på leder till bedömningen att ras är osannolikt. Sly gjorde slänten svårfotograferad. Huvudsakligt problemområde inringat i gult i bilden till vänster.



Figur 12. Slänt A, med inringade problemblock till vänster och höger. Närbild på inringat problemområde från Figur 11 synligt till vänster.

Slänt B, Figur 13, bedöms som helt problemfri i nuläget och inga lösa block påträffades.

Slänten ligger i det område inom vilket ett parkeringsgarage planeras enligt tillhandahållet exploateringsförslag. Det antas därför att slänten kommer att sprängas bort. Det är sannolikt att detta kommer att resultera i en 1–2 meter hög bergskärning väster om byggnaden. Denna schaktning kommer också att skapa en skärning längs fastighetens södra gräns, parallellt med Pejlingsgatan.

Eventuella stabilitetshöjande åtgärder för dessa kan inte bedömas i nuläget utan får göras i samband med schaktningen. Särskild hänsyn bör här tas till Pejlingsgatan och de konsekvenser en schaktning i dess anslutning medför.



Figur 13. Inga lösa block påträffades i slänt B.

Slänt C, som visades i Figur 7, innehåller en del små lösa block nära staketet men det bedöms som osannolikt att dessa kommer att rasa ut eftersom de vilar på flacka sprickplan. Fallhöjden är dessutom kort och konsekvenserna av utfall bedöms som små.

Slänt D är den högsta och brantaste av slänterna och utgör området östra gräns. Slänten bedöms till stor del som stabil. Ett fall av löst skivigt berg som håller på att lossna finns dock på ett ställe nära släntens bas, Figur 14. Fallhöjden är förvisso obefintlig men eftersom människor och husdjur rör sig på tomten så bör detta åtgärdas. De bergfragmenten skrotas enkelt bort med ett spett.



Figur 14. Löst skivigt berg i slänt D längs fastighetens östra gräns.

Slänt E är en låg, delvis sprängd, skärning vid parkeringen i områdets södra del, Figur 15. Skärningens östra ände innehåller ett större block som vilar på ett skålformat brott. Den låga fallhöjden gör att konsekvenserna av ett blockutfall förmodligen blir små, men bultning för att säkra blocket rekommenderas ändå. Bultning rekommenderas dock ej om det är så att slänten kommer att schaktas i samband med tänkt exploatering.



Figur 15. Slänt E; delvis sprängd låg bergskärning. Till vänster syns ett par lösa block på skärningens östra ände. Också synlig i bild till vänster är den orangea gammadetektorn.

2.1.1 Kostnadsuppskattning för åtgärder

En grov kostnadsuppskattning för rekommenderade åtgärder presenteras i Tabell 4. Uppskattningen berör själva arbete och baseras på antagandet att slänterna är tillgängliga för normal utrustning och att arbetet kan bedrivas utan särskilda åtgärder. Ytterligare kostnader kan tillkomma.

Tabell 4. Kostnadsuppskattning för rekommenderade åtgärder.

Åtgärdsmetod	å pris SEK	Antal st	Area m ²	Total kostnad SEK
Antal m ² med grävmaskin	25		74	1850
Antal m ² med handhållet spett	100		2	200
Bult. Längd 3 m	2000	2		4000
Bult. Längd 4 m	2500	0		0
Etablering, maskiner				20 000
Totalt				26 050

Förhållandena bedöms i allmänhet som gynnsamma för bebyggelse på berg och bergskärningar men lokala variationer i berggrunden i kombination med släntorientering och lutning kan i vissa fall orsaka ogynnsamma förhållanden som är omöjliga att förutse innan dess att berget frilagts. Skärningsgeometri och förstärkningsbehov för nya skärningar får bestämmas av bergsakkunnig när dessas placering, sträckning och relation till övriga konstruktioner är känd.

2.2 Radonmätning

Förekommande jordtäckte på fastigheten är så tunt att underliggande berggrund helt styr radonsituationen.

Radonmätningen påvisar endast låga halter på fastigheten, Ra-226 i Tabell 5. Aktivitetsindexvärdet (I) i samma tabell är <1 vilket innebär att schaktat material från bergmassan kan användas utan restriktioner. Resultaten stämmer därmed väl överens med de flyggeofysiska mätningarna i området.

Tabell 5. Uppmätta radonhalter på den undersökta fastigheten. Samtliga punkter är mätta på berg med gammaspektrometer. GDGn = Granodioritisk gnejs, ToGn = Tonalitisk gnejs, Peg = Pegmatit.

ID	N	E	Bergart	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Tot. γ-strål. (uSv/h)	K (Bq/kg)	Ra-226 (Bq/kg)	I	Klassning
1	6395884	312048	GDGn	2.98	2.7	11.9	58.60	932.7	33.3	0.7	Lågradonmark
3	6395892	312005	GDGn	1.79	2.7	6.7	39.00	560.3	33.3	0.4	Lågradonmark
4	6395899	312029	GDGn	2.93	0.4	9.7	45.40	917.1	4.9	0.5	Lågradonmark
5	6395890	312011	Peg	1.33	1.4	5.8	27.90	416.3	17.3	0.3	Lågradonmark
8	6395902	311979	GDGn	2.48	1.9	12.1	51.50	776.2	23.5	0.6	Lågradonmark
9	6395960	311979	GDGn	2.78	1.7	9.1	48.20	870.1	21.0	0.5	Lågradonmark
10	6395940	312094	ToGn	1.15	2	5.5	28.10	360.0	24.7	0.3	Lågradonmark

De låga mätvärdena indikerar lågradonmark vilket medger "traditionellt byggande" utan radonskydd. Rekommendationen är dock ändå att marken behandlas som normalradonmark och att byggnaderna uppförs radonskyddade. Detta eftersom radonemission i berggrunden kan variera kraftigt lokalt.

2.3 Sulfider

Sporadiska tecken på möjlig sulfidföring, i form av rostutfällningar, har observerats i den tonalitiska gnejsen längs tomtens östra gräns. I övrigt har inga sulfidmineral observerats. Det bedöms, med hänsyn till förekommande bergarter och deras utbredning, som osannolikt att berggrunden på tomten skulle vara så sulfidförande att bergmassor från tomten kräver särskild hantering.

Skall schaktning ske längs fastighetens östra gräns rekommenderas dock analys av bergprov för att säkerställa att massorna kan hanteras utan restriktioner.

3 Rekommendationer

3.1 Släntstabilitet

- > Slänten i fastighetens sydvästra hörn (slänt A) rensas på lösa block genom skrotning.
- > Lösa skiviga bergfragment i slänt D längs fastighetens östra gräns rensas bort genom skrotning.
- > Löst block vid parkeringen (Slänt E) åtgärdas eventuellt genom bultning, om det inte är så att planerad exploatering kommer att leda till bortschaktning av blocket.
- > Stabilitetshöjande åtgärder för skärningar och slänter uppkomna genom exploatering kan inte göras i detta skede utan får göras i samband med schaktningen. Särskild hänsyn måste tas till Pejlingsvägen.

3.2 Övrigt

- > Mätvärden indikerar lågradonmark vilket indikerar att radonskyddande åtgärder är överflödiga. Radonskyddad konstruktion rekommenderas ändå eftersom radonhalterna lokalt kan vara högre i berggrunden.
- > Bergmassan kan, med avseende på radon, användas utan restriktioner.
- > Om bergschaktning skall ske längs fastighetens östra gräns så rekommenderas provtagning med avseende på sulfider.