

MARS 2022, REV. C MAJ 2024
LÅNGEDRAGS BÅTVARV

DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER VID LÅNGEDRAGS BÅTVARV INOM STADSDELEN ÄLVSBORG

PM BERGTEKNIK FÖR DETALJPLAN



COWI

MARS 2022, REV. C MAJ 2024
LÅNGEDRAGS BÅTVARV

DETALJPLAN FÖR BOSTÄDER VID LÅNGEDRAGS BÅTVARV INOM STADSDELEN ÄLVSBERG

PM BERGTEKNIK FÖR DETALJPLAN

PROJEKTNR.

A230349

DOKUMENTNR.

A230349-B-PME-001

VERSION

4.0

UTGIVNINGSDATUM

2022-03-31
Rev. C 2024-05-02

BESKRIVNING

PM Berg

UTARBETAD

Jimmy Jakobsson

GRANSKAD

Elisabet Sundberg
Fanny Nordin

GODKÄND

Björn Carlsson

INNEHÅLL

1	Uppdrag	6
1.1	Objekt	6
1.2	Kontakter	6
1.3	Underlag	7
1.4	Riktlinjer och bedömningsgrunder	9
2	Resultat	12
2.1	Befintlig stabilitet	12
2.2	Exploateringskedje	17
2.3	Radonmätning	20
2.4	Sulfider	20
2.5	Hydrogeologi	21
3	Rekommendationer	22
3.1	Befintlig släntstabilitet	22
3.2	Exploateringskedje	22
3.3	Övrigt	22

1 Uppdrag

På uppdrag av Långedrag Båtvarv AB har COWI AB genomfört en översiktlig bergteknisk utredning på fastigheten Älvsborg 855:125 med omnejd. Situationsplanen visar att även fastigheterna Älvsborg 655:316 i söder som hyser vägen Pejlingsgatan, och en liten del av Älvsborg 855:220 som hyser en uppfart berörs.

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.

1.2 Kontakter

Kontakter

Roll	Namn
Beställare	Långedrag Båtvarv AB
Uppdragsledare	Björn Carlsson, COWI AB
Handläggare	Jimmy Jakobsson, COWI AB

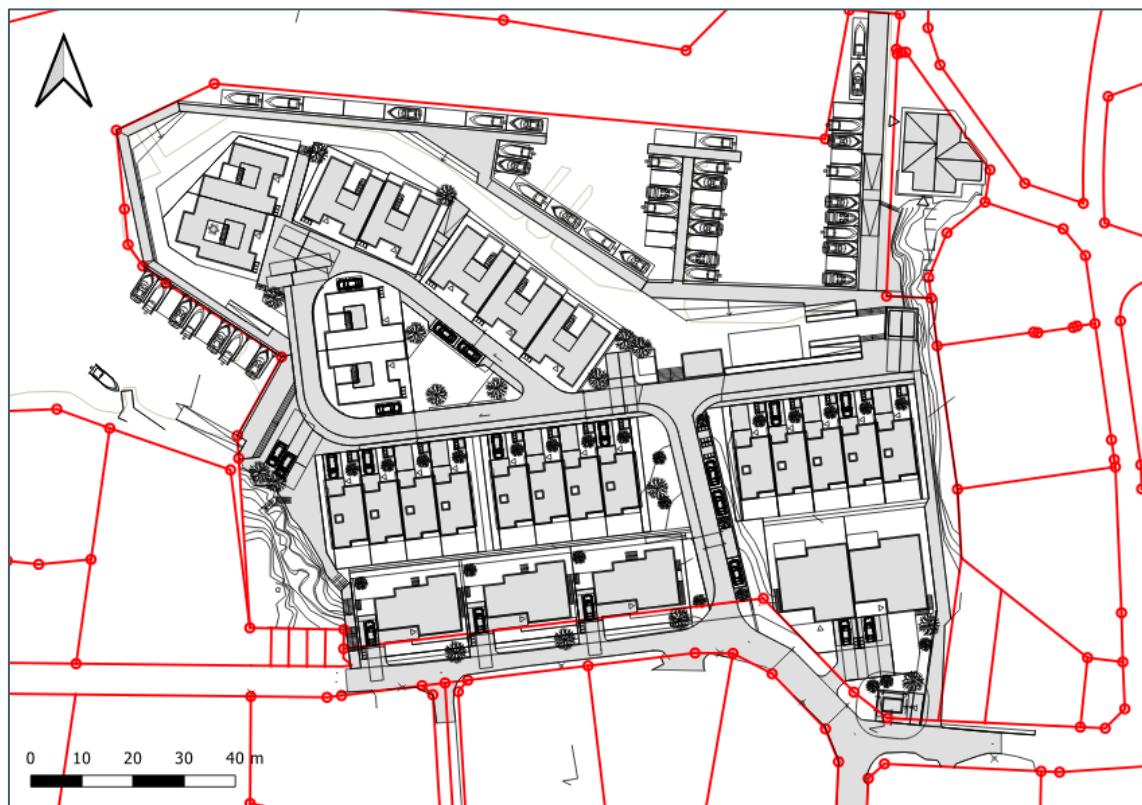
1.3 Underlag

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

Tabell 1. Underlag.

Skapad av	År	Titel
Wingårdh arkitektkontor	okänt	Situationsplan, erhållen 2024-03-15
SGU	2021	Berggrundskarta skala 1:50 000 - 1:250 000, vektor
SGU	2021	Jordartskarta skala 1:20 000 - 1:100 000, vektor
SGU	2021	Jorddjup
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

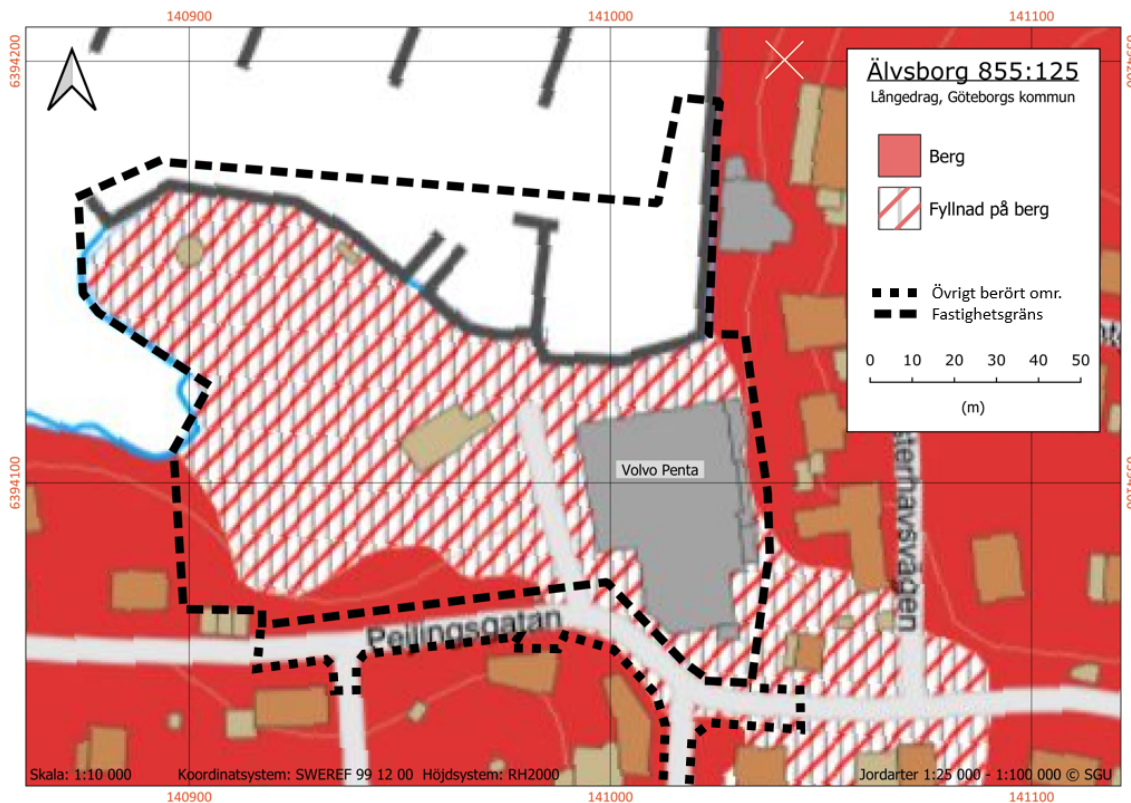
Situationsplan visas i Figur 2. Av situationsplanen framgår att även angränsande fastigheter, främst fastigheten Älvsborg 655:316 som hyser Pejlingsgatan, berörs.



Figur 2. Situationsplan över fastigheten. Exploateringsförslaget berör även Pejlingsgatan i söder.

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.



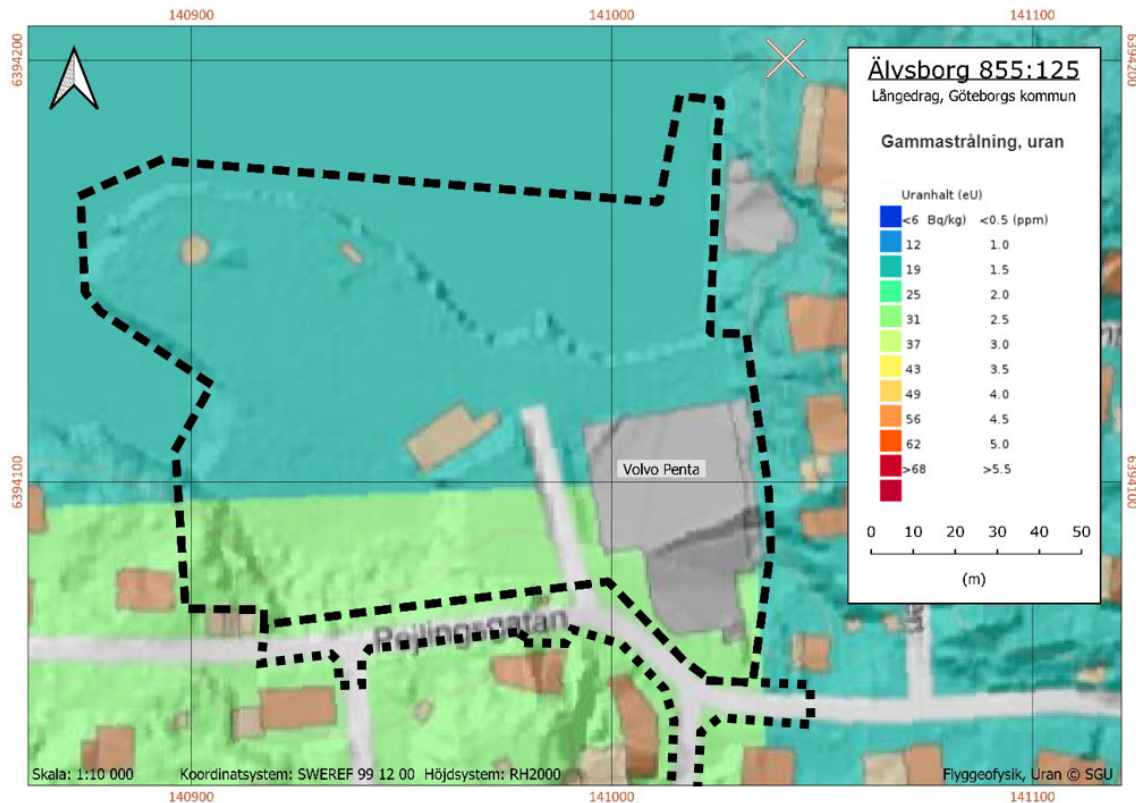
Figur 3. Jordartskarta från SGU med den aktuella fastigheten markerad med streckad linje. Området består delvis av berg i dagen och delvis av fyllnad på berg.

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 SGUs berggrundskartor av en gnejsig granitoid med granodioritisk till tonalitisk sammansättning.

SGUs flyggeofysiska mätningar indikerar låga uran- och toriumhalter i området. Uranhalterna visas i Figur 4.



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

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

1.4.1 Översiktlig bergteknisk stabilitetsutredning

De flesta naturliga bergsslänter fick sin nuvarande slängtgeometri i samband med den senaste glaciationen. Slängtgeometrin 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 utförs 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 bergöveryta som följer bergets naturliga strukturer.

Selektivbultning innebär att lösa block förankras i omgivande berg med bergbult med en längd 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 bildningssätt, 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.

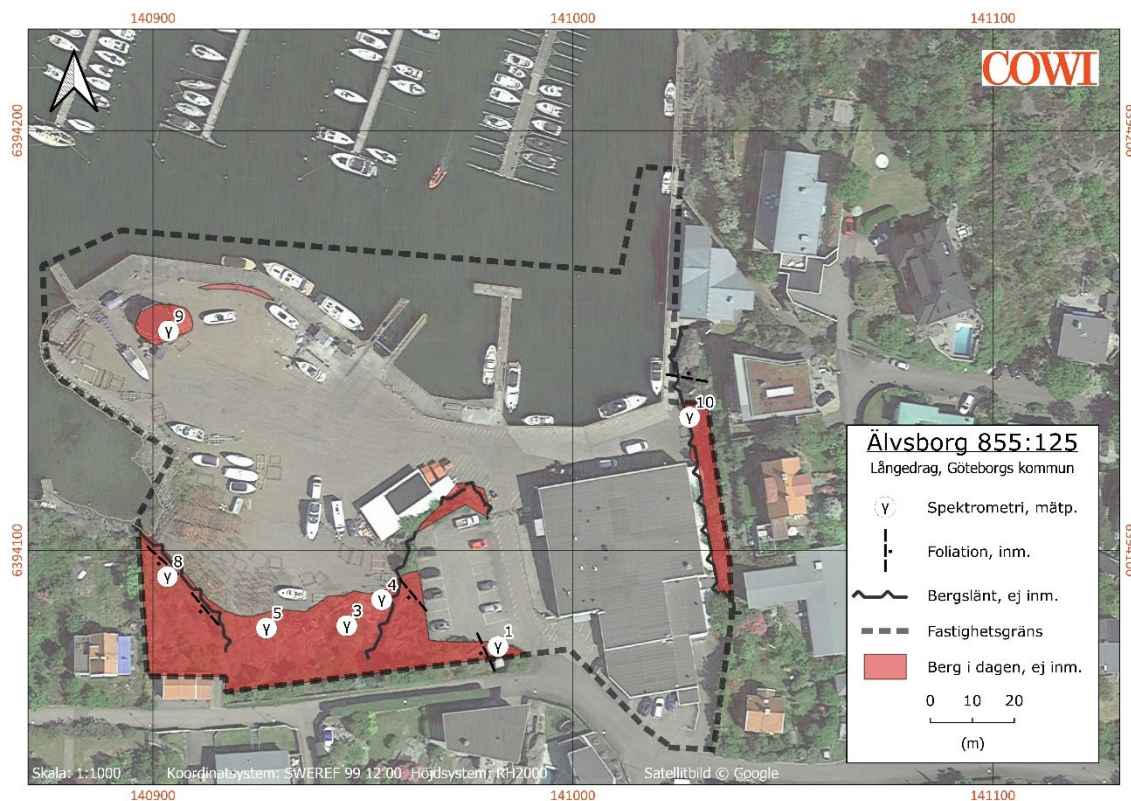
Mätning av gammastrålning på berg

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 gammaspetsrometer kan också föregås av en mera översiktlig kontinuerlig scintillometer-mätning för att bättre identifiera förhöjda strålningskällor och hitta representativa mätpunkter för gammaspetsrometern.

2 Resultat

2.1 Befintlig 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.

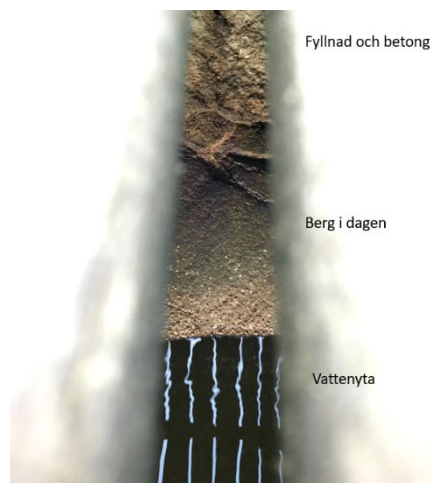


Figur 5. Observerat berg i dagen markerat i rött. Kartan visar också mätpunkter för gammasppektrometer och inmätt foliation.

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 m) med prismatiska block, Figur 7. Skiviga partier förekommer i tomtens östra del och sammanfaller med en mera utpräglad bandning i bergmassan, Figur 8.



Figur 6. Synlig bergyta vid vattenytan under kajen.

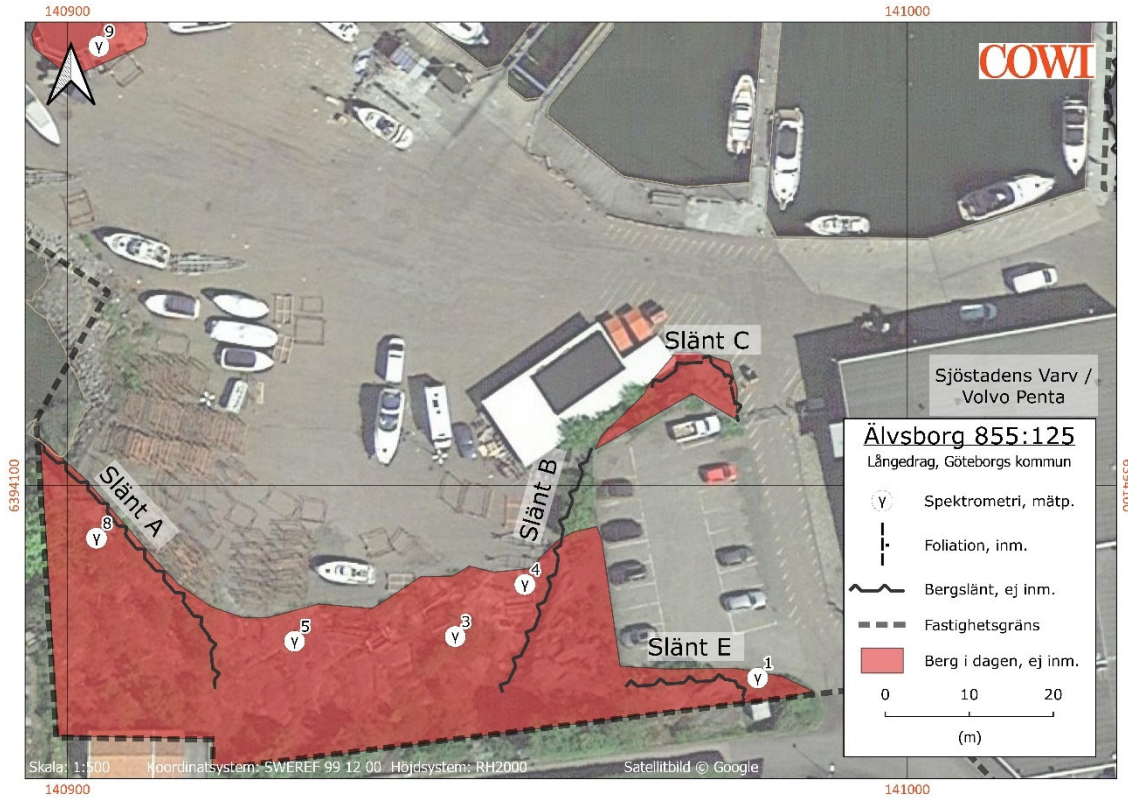


Figur 7. Mycket av bergmassan på tomten är storblockig (blockstorlek motsv. 0,6-2 m)



Figur 8. Delvis skivig tonalitisk bergmassa längs fastighetens östra gräns. Denna slänt ligger i fastighetens nordöstra ände.

Fem slänter (A-E, Figur 9 & Figur 10) 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 överstjälpling i nuläget.

Ett ras bedöms därför som osannolikt. Med hänsyn till närliggande byggnader i exploateringsskissen så rekommenderas det dock ändå att slänten genomgår en rensning av lösa block.



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 svår fotograferad. 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. Inga lösa block påträffades.



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 områdets 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.

Området norr om slänt D, i fastighetens nordöstra del, utgörs av en slänt som följer bergets naturliga strukturer. Inga lösa block observerades där.

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 skålfformat 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 gammaspectrometern.

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, och slutligt pris är beroende på vilken entreprenör som utför arbetet.

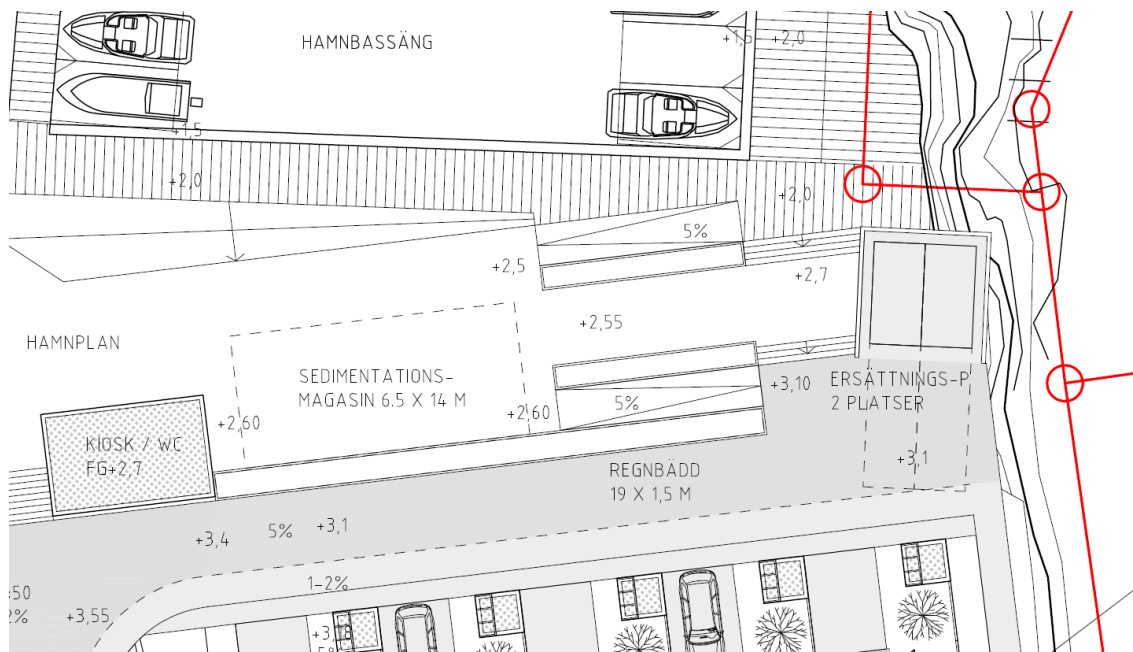
Tabell 4. Kostnadsuppskattning för rekommenderade åtgärder.

Åtgärdsmetod	å pris SEK	Antal st	Area m ²	Tot. 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				20000
Totalt				26050

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 Exploateringskede

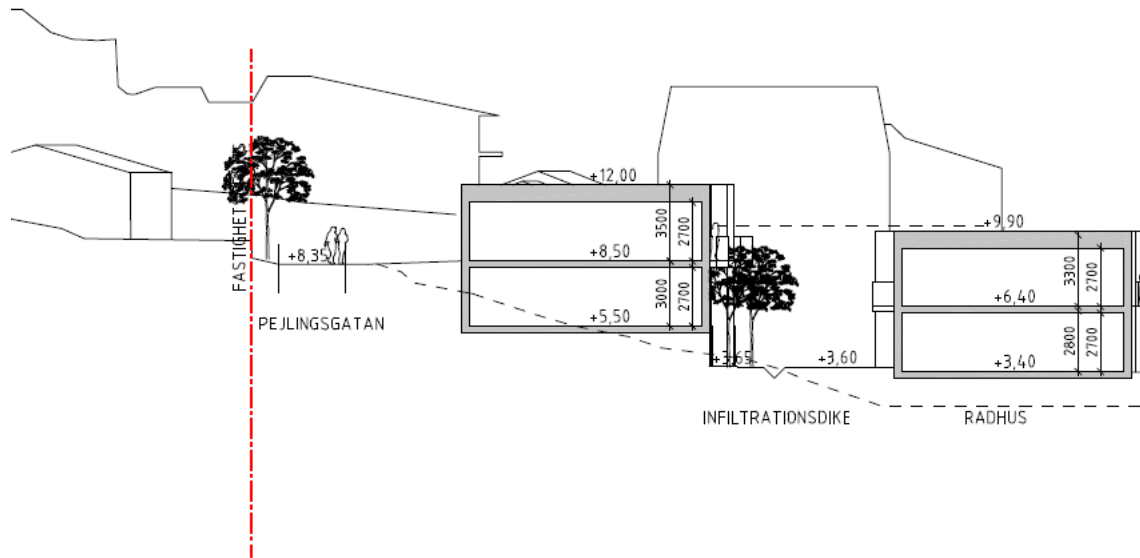
Behov av ett mindre bergschakt finns där en parkeringsficka planeras i fastighetens östra del i närheten av kajkanten, Figur 16.



Figur 16. Närbild på situationsplan med parkeringsfickan (Ersättnings-P 2 platser) till höger i bild.

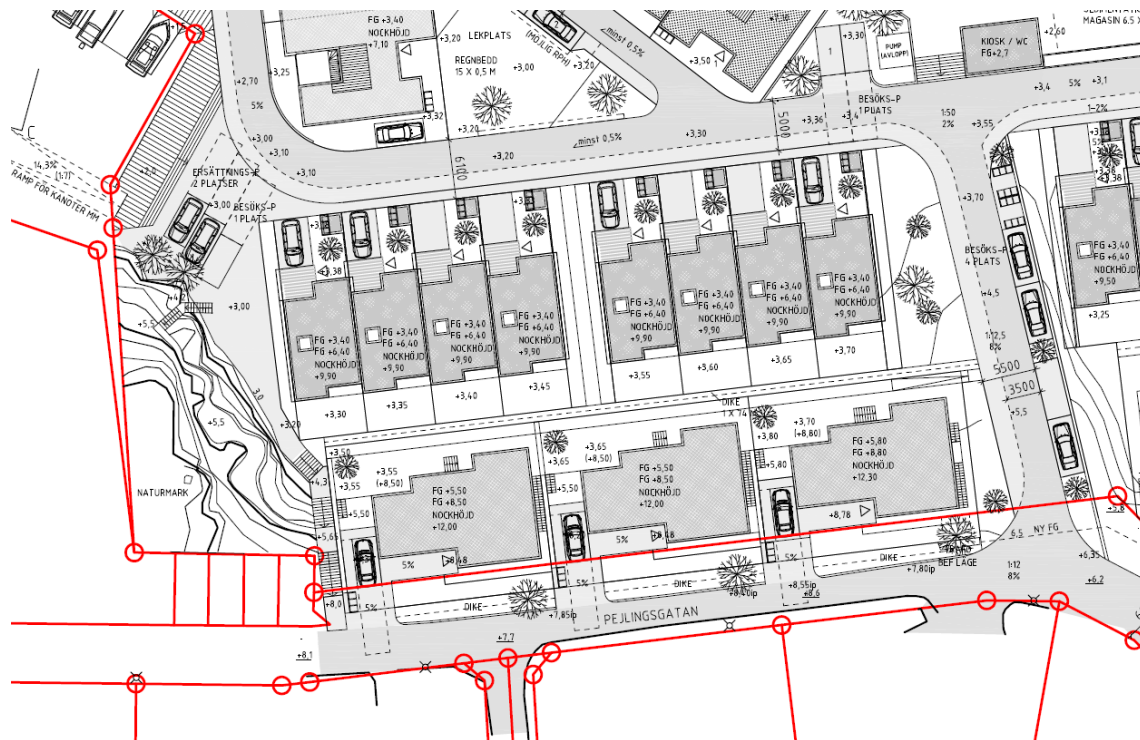
Detta är på samma plats som en lös bergsskiva observerats, Figur 14. Schaktningen kommer ge upphov till en i planvy L-formad skärning som i hörnet blir ca 1,5-2 m hög. Inga uppenbart problematiska strukturer som kan generera större ras har observerats. Dock är schaktet ca 2,5 m från fastighetsgränsen och bebyggelse finns inom ca 7 meter. Förförstärkning kan därför bli aktuellt. Därtill kommer restriktioner med avseende på bl.a. vibrationer föreligga.

Den mest omfattande schaktningen kommer ske längs fastighetens södra gräns mot Pejlingsgatan. Befintlig väg omfattar en stödmurskonstruktion på berg. Byggnaderna här anläggs i suterräng, Figur 17. Detta ger ett ca 1,5-2 m högt bergschakt. Ovan schaktkrönet fylls marken ut. Detta innebär att schakterna inte kommer vara åtkomliga för underhåll efter det att byggnaderna uppförts.



Figur 17. Del av profil (A-A) från situationsplan.

Av situationsplanen framgår att bergsslänten i sydväst (Slänt A) till stor del lämnas orörd. Ingen bebyggelse planeras ovan slänten och inget behov av schakt syns i slänten. Möjligt undantag är en mindre trappkonstruktion. Sagda trappa, samt yta med bl.a. bilparkeringar nedanför belyser att det är av vikt även för exploateringskedet att slänten rensas på lösa block.



Figur 18. Del av situationsplan som visar områdets sydvästra del.

All schaktning måste föregås av syn av bergssakkunnig som efter avtäckning får besluta om behov av förstärkning. Detta gäller särskilt längs gränsen mot Pejlingsgatan för att inte

äventyra vägens befintliga eller framtida stabilitet. Efter schaktning måste bergssakkunnig inspektera schakten och besluta om eventuell bergförankring. Stabiliteten måste i detta skede säkras långsiktigt eftersom schakterna inte kommer vara tillgängliga för senare kontroll efter det att byggnaderna uppförts.

Risakanalys med avseende på vibrationsalstrande krävs och kommer p.g.a. närheten till bebyggelse leda till restriktioner och krav på skonsam schaktningsmetod. Andra metoder än sprängning så som sågning eller spräckning kan bli aktuella.

2.3 Radonmätning

Förekommande jordtäcke 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.

2.4 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.

2.5 Hydrogeologi

Inom detaljplaneområdet har inga hydrogeologiska undersökningar utförts.

I samband med geotekniska sonderingsborrningar så har ingen fri grundvattenyta observerats i borrhålen då hålen antingen rasade samman eller var torra. Det bedöms att grundvattenytan ligger i nivå med havsytan.

De bergschakt som ska utföras i området är så ytliga att påverkan på grundvatten bedöms som osannolik.

3 Rekommendationer

3.1 Befintlig släntstabilitet

Inga lösa block som hotar befintlig bebyggelse har identifierats. Däremot finns lösa block som kan falla ut på ytor där människor rör sig.

- > 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.

Slänterna A och E bör inspekteras av bergsakkunnig igen efter 5 år. Övriga slänter är så pass stabila att återkommande kontroller och underhåll inte bedöms som nödvändiga.

3.2 Exploateringskede

- > Exploateringsförslaget belyser ytterligare vikten av att rensa slänt A från lösa block med hänsyn till gångstråk och planerad parkeringsyta.
- > Schaktningsarbeten ska föregås av riskanalys med avseende på vibrationsalstrande arbeten. Närheten till bebyggelse kommer innebära restriktioner för vibrationer.
- > Även om bergkvaliteten inte är dålig och inga uppenbart problematiska strukturer identifierats så kan det bli aktuellt med omfattande förförstärkning för att inte äventyra befintlig bebyggelse. Exakt behov av förförstärkning och förankring avgörs av bergsakkunnig i projekteringskede.
- > Schakterna vid Pejlingsgatan kommer p.g.a. suterrängkonstruktionen inte att vara tillgängliga för senare underhåll efter det att byggnaderna är uppförda. Schakternas, och i förlängningen vägens, stabilitet måste därför säkras långsiktigt innan byggnaderna uppförs. Behov av framtida underhåll av planerade skärningar som ännu inte är utförda kan inte utredas i detta skede, utan bedöms i byggskedet när skärningarnas tillstånd efter förförstärkning, schaktning, rensning och bergförankring är känd.

De bergschakt som ska utföras i området är så ytliga att påverkan på grundvatten bedöms som osannolik.

3.3 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.