

DECEMBER 2019
KUNGÄLVS KOMMUN

DETALJPLAN FÖR TJUVKIL ETAPP A, KUNGÄLVS KOMMUN

PM BERGTEKNIK



COWI

DECEMBER 2019
KUNGÄLVS KOMMUN

DETALJPLAN FÖR TJUVKIL ETAPP A, KUNGÄLVS KOMMUN

PM BERGTEKNIK

PROJEKTNR.

A129636

DOKUMENTNR.

A129636-4-02-B-PME-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-12-20

BESKRIVNING

PM Bergteknik

UTARBETAD

Vera Bouvier

GRANSKAD

Martin Persson

GODKÄND

Christina Edström

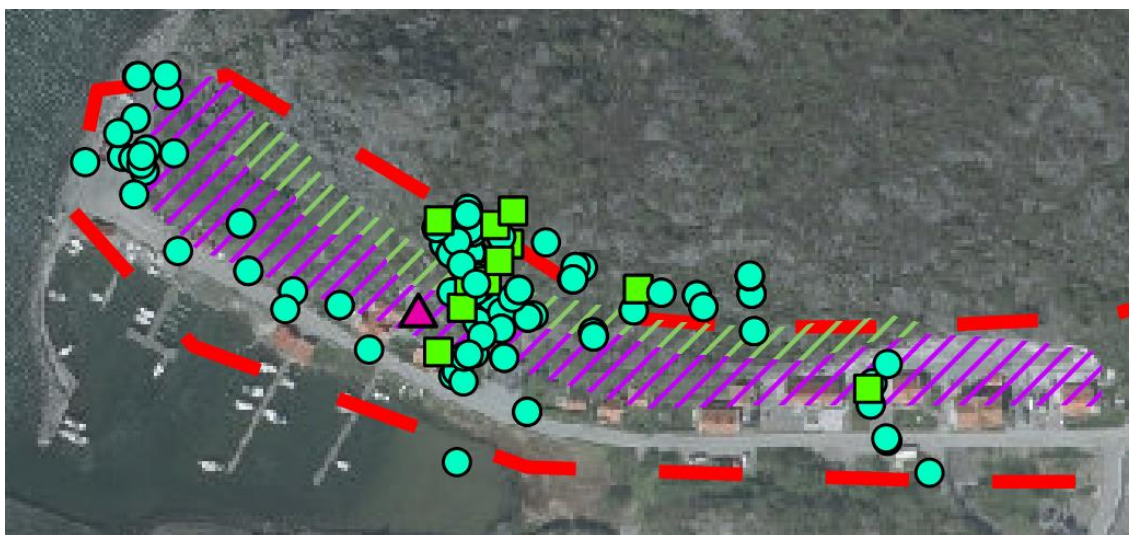
INNEHÅLL

1	Sammanfattning	1
2	Uppdrag	2
3	Topografiska förhållanden	3
3.1	Berggrund	3
3.2	Strålning och radon	4
4	Bergtekniska observationer	5
4.1	Karteringsresultat	6
4.3	Strukturgeologi	13
4.4	Markradon	13
4.5	Möjliga problemområden	14
5	Värdering av undersökning	16
6	Slutsatser och rekommendationer	17

Bilaga 1 – Undersökningsplan med områdesindelning

1 Sammanfattning

Berget inom nu studerat område är ställvis av dålig kvalitet samtidigt som bergslänter lokalt är branta och ligger i direkt anslutning till bebyggelse. Dessa ogynnsamma förhållanden gäller särskilt för delar av lilamarkerat område i Figur 1.



Figur 1. Störst risker förknippade med blockutfall och ras finns i de lilastreckade området. Se bilaga 1 för fullständig teckenförklaring och för att se övriga delar av planområdet.

Bergets kvalitet gör det svårt att bulta fast lösa block eftersom friskt berg att fästa bultar i stort sett saknas (lila område, Figur 1). Att skrota ner löst material (bända ner block med spett eller maskin) blir också komplicerat, eller åtminstone dyrare och mer tidkrävande än normalt, eftersom byggnader finns inom det område dit blocken förväntas rasa ner under arbetena. De geologer och bergtekniker som varit inkopplade i arbetet med denna PM är eniga att ytterligare undersökningar än vad som varit möjligt inom ramen för en *vanlig* detaljplaneutredning krävs.

Mätningar av strålning från berget visar i hela planområdet låg- till normalradonmark.

2 Uppdrag

På uppdrag av Kungälv kommun har COWI AB utfört en bergteknisk utredning i samband med omvandlande av befintlig detaljplan Tjuvkil, etapp A, Tjuvkil 2:67 i Kungälv kommun. Detta med anledning av utökade byggrätter för befintliga bostadsfastigheter i samband med att kommunalt vatten och avlopp byggs ut. Utredningen är begränsad till slänterna i anslutning till området markerat i Figur 2 som utgör området i planprocessen. Syftet med den bergtekniska utredningen är att beskriva områdets lämplighet för exploatering med avseende på stabilitetsförhållanden (risk för ras och blockutfall) samt strålningsrisker förknippade med radon.

Den bergtekniska utredningen har utförts i samband med geoteknisk utredning för detaljplan, se MUR/Geoteknik A129636-G-RAP-001. Detta PM Bergteknik ska användas som utredningsunderlag och ska således inte ingå som del av ett förfrågningsunderlag eller bygghandling.



Figur 2. Översiktspild, aktuellt planområde är markerad i punktdad svart. Blå ringar med siffermarkeringar motsvarar olika topografiska enheter inom området.

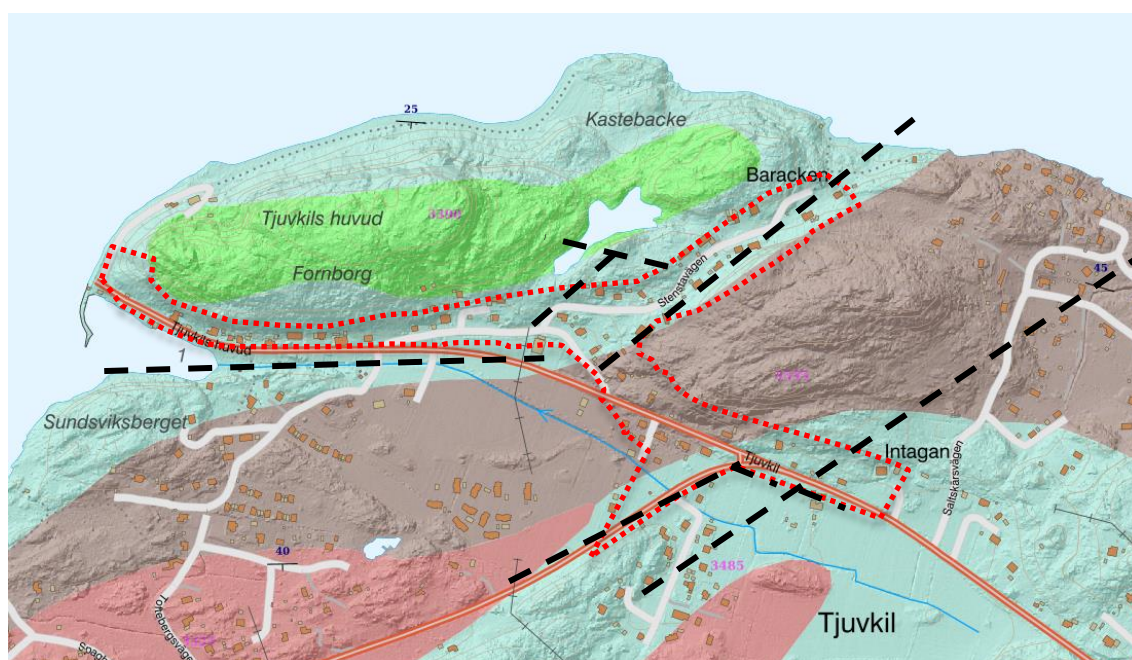
3 Topografiska förhållanden

Inom stora delar av området är ytorna jord- och vegetationstäckta med ställvis förekommande släta rundhällar som sticker upp genom jordtäcket. De topografiska förhållandena varierar över planområdet. Delområden med berg i dagen beskrivs i Figur 1. Den undersökta slänten västerut, Tjuvkils huvud (1.1) är omkring 40–50 m hög och stupar i ca 35° i varierande riktningar. Slänten i öster (1.2) är omkring 20–30 meter hög och stupar omkring 40° mot bebyggelsen längs den nordvästra släntfoten delvis i brant bergskärning nära inpå bebyggelsen. Inom delområdet i sydöst (2) är berget flackare och till viss del draperat med ett tunt jordtäckte. Berget är skivigt och glidplanet har uppmätts till 25°.

3.1 Berggrund

Bergmassan i undersökningsområdet består till största delen av tre geologiska enheter, paragnejs, gabbroid-dioritoid och tonalit-granodiorit samtliga med gnejsig struktur enligt SGU:s kartvisare, Figur 3.

SGU:s strukturgeologiska data redovisas i Figur 3 som svartstreckade linjer. Linjerna visar att berggrunden innefattar ett antal deformationszoner i nordöst-sydvästlig alternativt västnordväst-ostsydostlig riktning. Foliationen ligger med en strykning/stupning på omkring 340°/0–20°. Foliationsrelaterade och övriga sprickor samt beskrivna deformationszoner kan påverka bergmassans tekniska egenskaper och stabilitet.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s berggrunds- och strukturgeologiska karta över aktuellt undersökningsområde (Källa SGU). Den gröna geologiska enheten 3390 består av en gabbroid-dioritoid och den turkosa geologiska enheten 3485 utgörs av en paragnejs. För övriga bergarter se SGU:s kartblad. Detaljplaneområdets placering visas med röd-punktad polygon, centralt i figuren.

3.2 Strålning och radon

3.2.1 Allmänt

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. Gränsvärden för bergets strålning visas i Tabell 1.

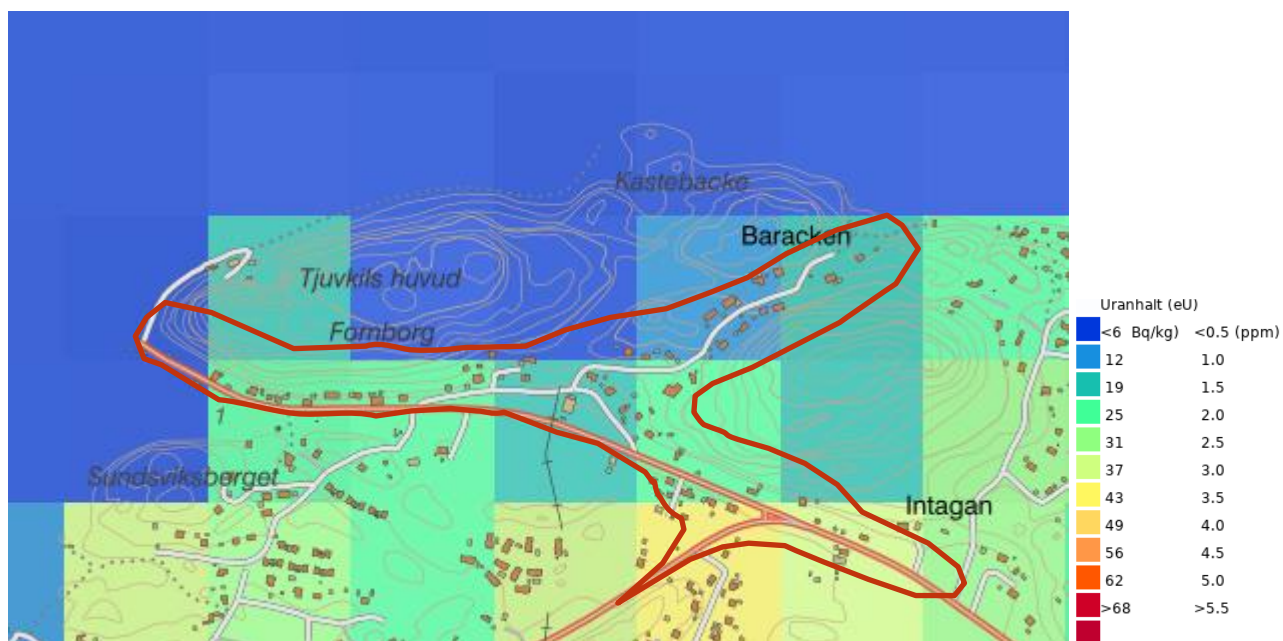
I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran och torium samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. Alla byggnadsmaterial som innehåller bergråvaror från krossat berg eller från mineraljord (främst grus och sand) innehåller också en viss mängd naturligt radioaktiva ämnen. Eftersom byggnadsmaterial som innehåller bergmaterial naturligt avger joniserande strålning, gammastrålning, finns gränsvärden för hur mycket gammastrålning en ny bostad får avge och vilken radonhalt som inomhusluften får ha (BFS 2011:6).

Tabell 1. Riktvärden för gammastrålning och radon ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar", BRF T20:1989)

Gammastrålning (µSv/h)	Radium-226 (Bq/m³)	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) >25 (sprängsten)	Högradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonsäker

3.2.2 Platsspecifikt

SGU har i samband med flyggeofysiska undersökningar uppmätt gammastrålning från uran på ca <6 – 25 Bq/kg (ca 0,4–1,6 ppm uran, se Figur 4). Intervallet, som endast översiktligt beskriver strålningssituationen, indikerar lågradonmark, för mätresultat se avsnitt 4.4.



Figur 4. Gammastrålning från uran. Mätresultat från SGU:s flyggeofysiska mätningar. Röd polygon visar nu studerat område

4 Bergtekniska observationer

Fältundersökningen som innefattade kartering av berg i dagen, undersökning av stabilitet i befintliga bergslänter, bedömning av risk för blockutfall och mätning för uppskattning av eventuell radonfara utfördes den 14 oktober, 2019 av Martin Persson och Vera Bouvier. Studieområdet och enskilda observationspunkter visas i Figur 5 samt i Bilaga 1.

Vid mätning av strykning och stupning av sprickor och slänter användes högerhandsregeln. En gammaspectrometer av typ Gamma Surveyor Vario användes för mätning av stråldos och halt av uran, torium och kalium. Den använda gammaspectrometern har jämförts mot en Radiation Solutions RS230 med likvärdiga resultat.



Figur 5. Observationspunkter för sprickmätning, radonmätning och övriga geologiska observationer. Se Bilaga 1 för teckenförklaring och större kartstorlek.

4.1 Karteringsresultat

Bergarten i stora delar av området utgörs huvudsakligen av en medel- till finkornig, ljusrosa – ljusgrå, granitisk gnejs, Figur 6. Inom den västra delen har berget högre sprickfrekvens och kvartsgångar förekommer, Figur 7.



Figur 6. Typbergarten i området, fin- till medelkornig granitisk gnejs



Figur 7. Inom västra delen är spricktätheten större än resterande och utgörs av frekventa kvartsgångar från 2 cm till 20 cm.

4.1.1 Västra delen

Fördelningen av bergarter inom detaljplaneområdet är likvärdigt. Avseende sprickor i de västra respektive östra delarna av studerade slänter är avvikande då de västra delarna har en större sprickfrekvens och i delar även täckt av rasmassor/blockutfall, buskvegetation, sly och jordmaterial, Figur 8. Slänten närmast bebyggelsen utgörs av en brant slänt på cirka 20 meter, sedan bryts topografin av en flackare del för att vidare högre upp bli brantare igen. Figur 9 redovisar terrassen och den övre branten. Figur 10 och Figur 11 visar slänten i direkt närhet till bebyggelsen. Färska brottytor och nyligen nedfallna block har inte observerats i någon anmärkningsvärd omfattning vid fältarbetet. En del äldre block förekommer. På ett ställe observerades att en typ av betongförstärkning utförts, Figur 12.



Figur 8. Rasmassor på den topografiska terrassen cirka 20 meter upp i slänten.



Figur 9. Slänten över den till stor del växtbeklädda terrassen.



Figur 10. Bild uppe från slänten ner mot bebyggelsen söderut. Taket bedömds utifrån okulär besiktning från avstånd utgöras av eternitplattor. Asbest och därmed eternittak förbjöds för nyanvändning ca 1976 men en del levde kvar till 1982 vilket innebär att taket inte drabbats av nedfallande sten och block, åtminstone sen dess.



Figur 11. Bebyggelse nedanför slänten. Röda pilar markerar eventuell blockutfallriktning.



Figur 12. Röd ring markerar betongklack (bergförstärkning) i slänten ovan huset.

4.1.2 Nordöstra delen

Fördelningen av bergarter i de nordöstra (1.2) respektive sydöstra delarna (2) av studerade slänter är snarlika, dock förekommer blottat berg i högre utsträckning i de nordöstra delarna och sprickplanen varierar från 20°-40°. Bakom bebyggelsen observerades recenta blockutfall,

Figur 13. Slänten bakomliggande bebyggelsen på cirka 20 meter och närheten till bebyggelsen kan ses i Figur 14.



Figur 13. Recent blockutfall helt inpå byggd terrass uppe i berget bakom bebyggelsen. L~1,5 m.



Figur 14. Slänten bakomliggande bebyggelsen i den nordöstra delen.

4.1.3 Sydöstra delen

Det sydöstra området utgjordes generellt av tunt jordtäckte och vegetation på berg, Figur 15. Observerat berg är skivigt och vid block observerades en glidyta på 25°. Eventuella utfall

sker i flak om cirka 1-2 meter. Bakom ett av husen observerades en förstärkningsåtgärd i form av flertalet borrh, Figur 16. Längs vägskärrningen, Figur 17, observerades gynnsamma sprickor för glidyta med effektiv blockbildning. S/D i vägskärrningen är cirka $320^\circ / 35^\circ$. Se Figur 18 för ytterligare exemplifiering av ett närliggande område utan bedömda stabilitetsproblem.



Figur 15. Rundade och växtbeklädda hållar inom område 2.



Figur 16. Borrhjäl som sitter i ett block 2 meter över markytan bakom ett hus. Oklart om syftet var att ta ner det eller säkra blocket.



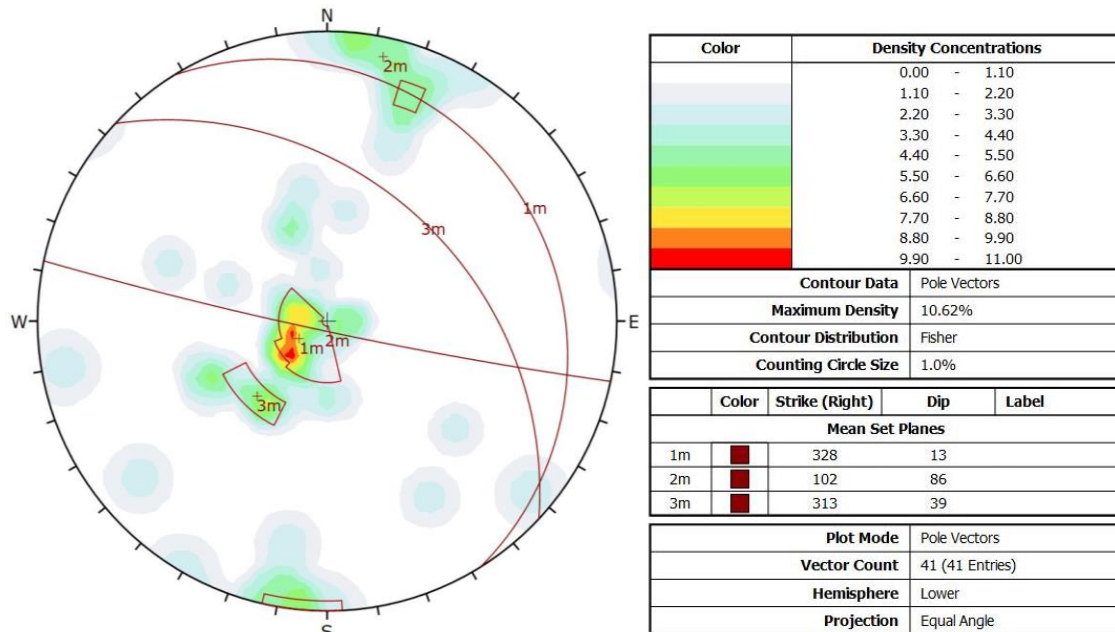
Figur 17. Vägskärrningen inom område 2.



Figur 18. Tunt jordtäckte på berg norr om bebyggelsen. Stortvuxen vegetation har etablerats vilket bedöms innebära begräsande rörelser i berget.

4.3 Strukturgeologi

Med undantag för Tjuvkils huvud följer foliationen den dominerande förskiffringsriktningen i området (S/D ~330°/15°). Utöver foliationsbetingade sprickor finns brantstående, tydliga sprickriktningar med S/D ~100°/90°. Utöver dessa förekommer också en del randomiserade sprickriktningar. Figur 19 visar all insamlad stryknings- och stupningsdata.



Figur 19. Förekommande sprickgrupper (1m-3m) och randomiserade sprickors frekvens och geometrier.

Sammantaget medför sprickriktningarna att det finns möjlighet för blockbildning. Blockutfall begränsas emellertid av att foliationen, som klipper de brantstående sprickriktningarna, är relativt flack varvid friktion i sprickplanen kan förhindra utfall.

4.4 Markradon

Berggrunden i planområdet kan övergripande klassas som låg- till normalradonmark, Tabell 2. Därmed rekommenderas att uppförandet av planerade byggnader utförs radonskyddande ('Radonboken' - Clavensjö & Åkerblom, 2004), i enlighet med riktlinjer för normalradonmark.

Det rekommenderas även att tillfört material, som t.ex. fyllnadsmassor, bör ha liknande eller bättre strålningsegenskaper än berggrunden, alltså att de innehåller antingen låg- eller normalradonklassning. Gällande utifrån tillfört material, så bör aktivitetsindex och radiumhalt deklarerats av leverantör, alternativt fastställas baserat på mätning med gammaspectrometer.

Tabell 2. Mätvärden från gammaspекtrometer.

Observationspunkt	Material	Fukthalt	Uppmätta halter			Beräknad radioaktivitet		
			K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Total gammastrålning (nSv/h)	Ra-226 (Bq/kg)	Klassning
Rn01	Berg	Torrt	3,52	4,9	12,3	73,2	61	Normalradonmark
Rn02	Berg	Torrt	4,15	4,2	9,7	71,6	52	Lågradonmark
Rn03	Berg	Torrt	4,33	4,6	11,9	78,7	57	Lågradonmark
Rn04	Berg	Fuktigt	1,68	3,0	12,9	49,7	37	Lågradonmark
Rn05	Berg	Torrt	2,66	6,8	18,9	84,4	84	Normalradonmark
Rn06	Berg	Torrt	5,69	5,7	18,1	106,2	70	Normalradonmark
Rn07	Berg	Fuktigt	3,41	4,0	6,7	58,7	49	Lågradonmark

4.5 Möjliga problemområden

Generellt inom området kan blockutfall förekomma även om sprickriktningar i berget är förhållandevis gynnsamma för den storskaliga stabiliteten. Flera redan nedrasade block har observerats vid fältarbetet. Detta indikerar att framtida utfall kan förväntas. Den befintliga situationen bedöms dock som tillfredsställande i stora delar av området. Inom det västra området samt delar av det nordöstra görs bedömningen att riktade åtgärder är nödvändigt för att om möjligt förhindra blockutfall som kan skada befintlig infrastruktur.

Eventuella blockutfall skiljer sig i karaktär inom de olika områdena, där eventuella ras i mycket kraftigt uppsprucket berg sker i likhet med de som sker i moränsluttningar, Figur 7. Inom övriga området där berget till stora delar bedöms vara mycket friskt kan lokal stabilitet säkras genom enstaka bult eller skrotning medan den storskaliga stabiliteten vanligen kräver en mer djupgående släntanalys och mer omfattande förstärkning.

Vibrationsalstrande arbeten (ex. sprängning) kan lösa ut ytterligare, mindre massrörelser.

Radonbidrag från berg visar relativt höga värden. Detta ska beaktas i det fortsatta arbetet med planen, se vidare i avsnitt 6. Vid nybyggnation ska radonskyddande åtgärder användas.

Förslag på åtgärder inom identifierade problemområden som kan vara tillämpliga tillsammans eller enskilt redovisas i Tabell 3, tillsammans med relativ kostnad, funktion, landskapsingrepp och inom vilka områden där åtgärderna kan vara tillämpliga.

Tabell 3. Åtgärder som kan tillämpas redovisas tillsammans med funktion, landskapsingrepp, relativ kostnad och inom vilket område som metoden är tillämpningsbar

Förstärkningsmetod eller riskmitigerande strategi	Stabilitetssäkrande funktion/effektivitet	Landskapsingrepp	Förmodad kostnad	Applicerbar i område
1. Ingen metod nödvändig	Ingen	Inget	Låg (bedömning krävs)	Lertäckta områden mer än 20 meter från släntfot
2. Sprutbetong m. stålfibrer	Ok	Betydande	Medel	Nordvästra området (1.1)
3. Traditionell bultning	Dålig – Bra beroende på geologiska förutsättningar	Litet	Medel	Främst de östra områdena (1.2 /2). Ej i nordvästra delen då det knappt finns friskt berg att bulta i
4. Stålfiberarmerad sprutbetong med bultar	Ok	Betydande	Medel-hög	Delvis inom nordvästra och nordöstra området
5. Dragstag eller långa bultar	Bra under rätt förutsättning	Litet	Medel-hög	Stora block med förmodad utfallsväg mot bebyggelse inom samtliga problemområden
6. Skrotning	Ställvis bra	Litet	Låg	Fläckvis i nordväst och nordöst, om det går att garantera att blocken faller rätt. Ställvis krävs tunga barriärer eller säkring med vajrar vid skrotning för att förhindra egendomsskador.
7. Gjutning av betongklackar	Ställvis bra (jämför befintligt exempel)	Marginellt	Medel	Nordvästra området
8. Nät	Kan leda bort is, annars marginell	Marginellt	Låg	Bedöms ej nödvändigt
9. Restriktioner	Minskar risk (eg. konsekvens av ras) men påverkar i huvudsak ej stabiliteten	Marginellt	Låg – mycket hög	Nedanföör vissa delar av nordvästra slänten
10. Inlösen/Evakuering	Minskar risk (eg. konsekvens av ras) men påverkar i huvudsak ej stabiliteten	Marginellt	Låg – mycket hög	Bedöms ej nödvändigt

5 Värdering av undersökning

Stora delar av området är lertäckta. De undersökta slänterna har delvis varit jord- och vegetationstäckta vilket har begränsat direkt åtkomst för utvärdering av berget. Sammantaget bedöms dock undersökningarna fullt tillräckliga för aktuell problemställning med undantag för området i den nordvästra delen.

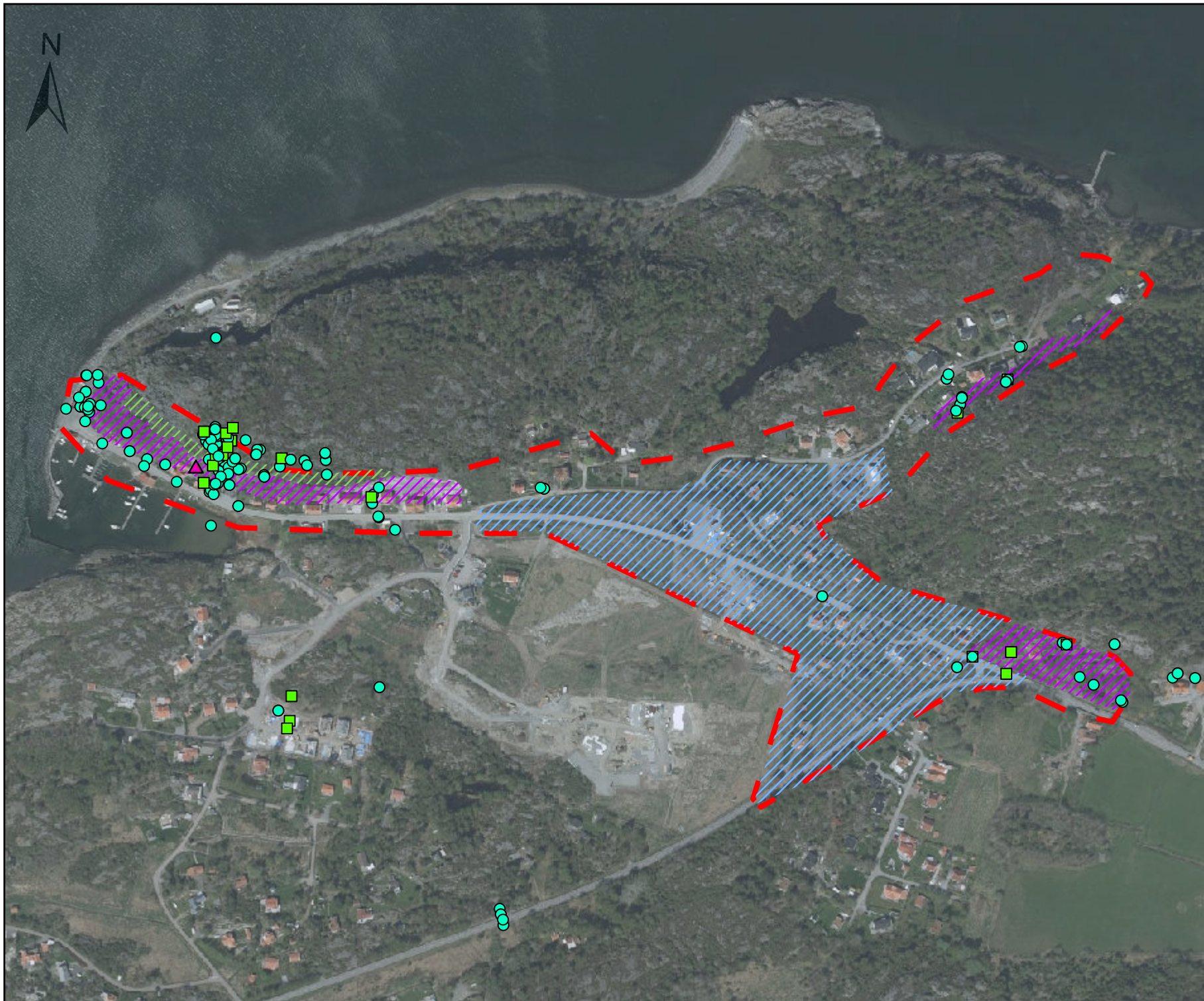
Förhållandena för mätning med gammaspektrometer var godkända. Ytor som var skyddade mot potentiellt skärmande regn valdes för mätning. Kontroll mot tidigare utförda mätningar i närområdet visar dessutom på samstämmighet.

6 Slutsatser och rekommendationer

Detaljplanområdet har varierande bergkvalitet och kan i stort hanteras enligt planens intentioner under villkoren beskrivna nedan:

- > Förstärkningsåtgärder och/ eller restriktioner ska genomföras inom delar av detaljplanen. Den fortsatta projekteringen av dessa åtgärder ska göras av bergprojektör, geolog eller bergtekniker i samråd med kommunens planavdelning.
- > Skrotning av lösa block ska ske på ett säkert sätt. Att detta kan ske ska bekräftas av bergsakkunnig innan utförande.
- > Bergsakkunnig ska besikta förstärknings- och skrotningsåtgärder efter utförande.
- > Planområdets branta bergslänter ska beaktas vid närbelägna, vibrationsalstrande arbeten, exempelvis sprängning. Bergsakkunnig ska rådfrågas innan sprängning, vibrationer eller tunga laster närmare än 10 m av släntfoten.
- > Bergsakkunnig ska rådfrågas om ändringar i detaljplanen görs med avseende på markanvändning i den nu prickade marken söder om Tjuvkils huvud (2019-11-28)
- > Mätning för radonfara ska utföras även på sprängbotten samt ska byggnader uppföras radonsäkra.

Bilaga 1.
s 1/1
Undersökningsplan
med
områdesindelning



Metod

- Sprickmätning
- ▲ Mätpunkt för
gammalspektrometri (för
radonfara)
- Annan geologisk
observationspunkt

Områdesindelning

- ⋮ Detaljplaneområde
- ▨ Område med förhöjd
sannolikhet för blockutfall
- ▨ Riskdämpande terrass
- ▨ I huvudsak jord, se MUR
och PM Geoteknik

SWEREF 99 1200
Ritad av Vera Bouvier
2019-11-28

0 35 70 140
Meter