

MARS 2021, REV. A APRIL 2021, REV. B MAJ 2021
KUNGÄLVS KOMMUN

FÖRDJUPAD BERGTEKNISK UTREDNING- TJUVKIL ETAPP A, KUNGÄLV

PM BERGTEKNIK



ADRESS COWI AB

Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

MARS 2021, REV. A APRIL 2021, REV. B MAJ 2021
KUNGÄLVS KOMMUN

FÖRDJUPAD BERGTEKNISK UTREDNING -TJUVKIL ETAPP A, KUNGÄLV

PM BERGTEKNIK

PROJEKTNR.

A222329

DOKUMENTNR.

A222329-B-PME-002-rev B

VERSION

2.0

UTGIVNINGSDATUM

2021-03-23
Rev. A 2021-04-16
Rev. B 2021-05-06

BESKRIVNING

PM Bergteknik

UTARBETAD

Elisabet Sundberg

GRANSKAD

Caroline Strand
Christina Edström

GODKÄND

Christina Edström

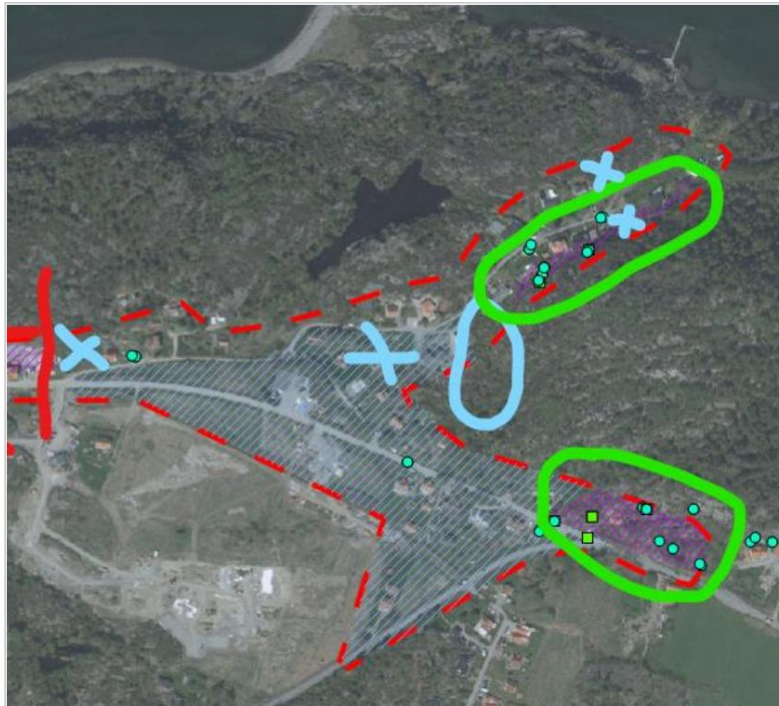
INNEHÅLL

1	Uppdrag	7
2	Bergtekniska observationer	8
2.1	Karteringsresultat	9
2.2	Strukturgeologi	18
2.3	Möjliga problemområden	20
3	Värdering av undersökning	22
4	Bergförstärkning kostnadskalkyl	23
5	Slutsatser och rekommendationer	24
6	Bilaga A – Bilder område 1:2	27
7	Bilaga B – Bilder område 2	36

1 Uppdrag

På uppdrag av Kungälvs Kommun har COWI AB utfört en fördjupad bergteknisk utredning för Detaljplan Tjuvkil, Etapp A, Tjuvkil 2:67, Kungälvs Kommun. Detta dels med anledning av att detaljplanens utbredning har justerats och nya tomter har lagts till, och för att bergsslänterna behöver undersökas mer i detalj. I Figur 1 nedan visas områden för den fördjupade utredningen inringat i grönt, nya tomter inom tidigare utrett område markerade med blåa kryss, samt ett nytt område med nya tomter inringat i blått.

Syftet med den fördjupade bergtekniska utredningen är att undersöka hur sprängning för nya byggnader kan komma att påverka bergsslänter och befintlig bebyggelse i anslutning till dessa. En riskbedömning av ras- och blockutfall ska göras och med detta en bedömning av markens lämplighet för exploatering, samt rekommendationer av bergförstärkningsåtgärder inom gröna områden där även en kostnadsuppskattning för bergförstärkningsåtgärder ingår.



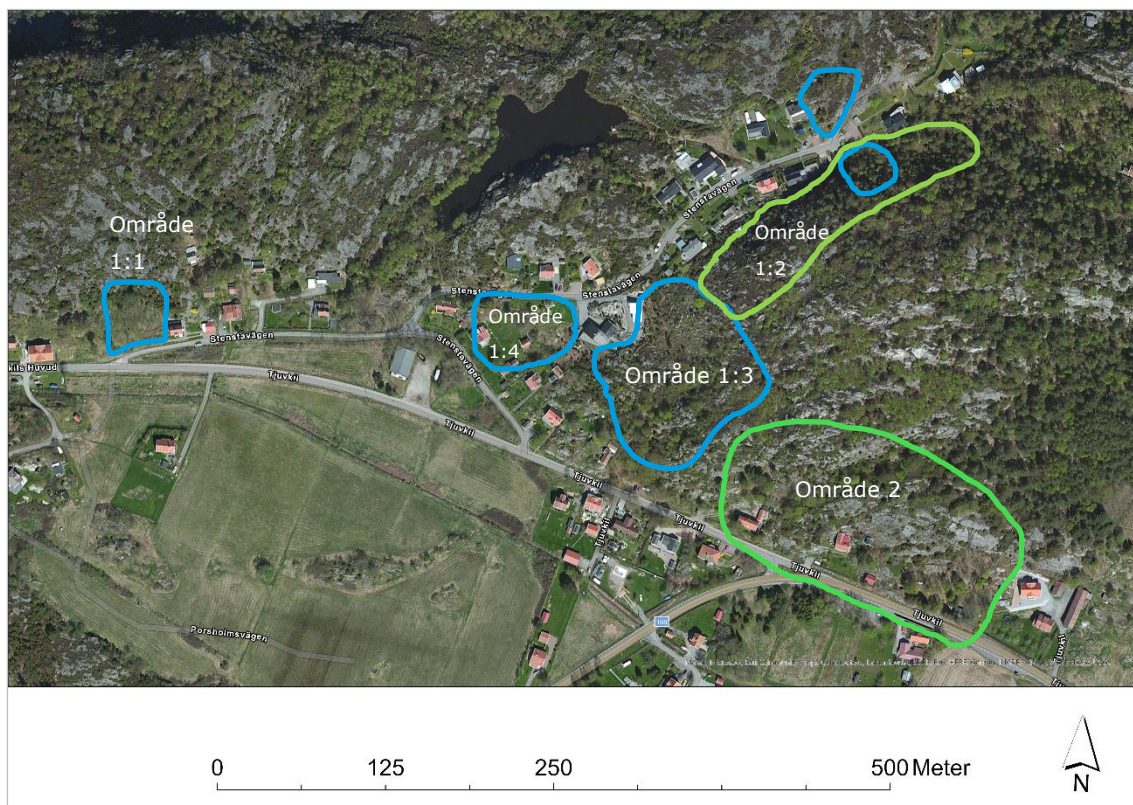
Figur 1. Översiktskarta över aktuella områden som omfattas av den fördjupade bergtekniska utredningen, inringat i grönt och blått, samt blåa kryss.

2 Bergtekniska observationer

Fältundersökningen innefattade utredning av stabilitet och risk för ras- och blockutfall i Tjuvkil, och utfördes den 22 januari och den 1 mars 2021 av Jimmy Jakobsson och Elisabet Sundberg. Områden där en fördjupad bergteknisk utredning utförts visas nedan i Figur 2. I områden inringat i blått har berget undersökts beträffande risker för ras- och blocknedfall och en bedömning av nödvändiga bergförstärkningsåtgärder har utförts. I områden inringade i grönt har även en kostnadsuppskattning av rekommenderade bergförstärkningsåtgärder gjorts.

Rekommendationer av bergförstärkningsåtgärder har gjorts förutsatt att det ska bebyggas inom hela de inringade områdena. Generellt rekommenderas att lösa block, som idag ligger ovanför befintliga hus/bebyggelse, säkras. Detta baseras på att block kan falla ut genom naturliga processer som frostsprängning och vid eventuell sprängning. De delar av de inringade områdena nedan som inte ska bebyggas behöver inte alltid åtgärdas, så länge som befintlig bebyggelse inte påverkas av lösa block. Detta kan påverka kostnadsuppskattningarna som gjorts för område 1:2 och 2 och då innebära lägre kostnader än vad som tagits fram i samband med denna PM.

Vid mätning av sprickor och slänter användes högerhandsregeln.



Figur 2. Inom blåmarkerade områden utfördes den bergtekniska utredningen, och inom gröna områden utfördes även en kostnadsuppskattning på bergförstärkningsåtgärder.

2.1 Karteringsresultat

2.1.1 Område 1:1 – Västra delen

Område 1:1 innefattar området mellan befintlig bebyggelse norr om Tjuvkils huvud och Stenstavägen, inringat i blått, se Figur 3. Observationspunkter visas i rött, och område där skrotning rekommenderas är markerat i rött. Figurer är försedda med observationspunkters nummer/bokstav. Skrotning rekommenderas i område 1:1 om fastigheten ska bebyggas.



Figur 3. Område 1:1 är inringat i blått och observationspunkter visas i rött. Område där skrotning rekommenderas är markerat i rött.

Berget består här av en medel- till grovkornig intermediär gabbro/diorit med massformig struktur och med inslag av kvartsgångar, se Figur 4. Mineraler är pyroxen, fältspat och glimmer. Sprickor är undulerande och råa.



Figur 4. Bergarten är en gabbro/diorit med massformig struktur och med kvartsgångar.

Slänt 1:1 ligger på S/D $\sim 080^\circ/25^\circ$. Slänten är delvis jordtäckt och det ligger block ovanpå marken, och vid observationspunkt 2 finns stora block på $\sim 1\text{-}2 \times 2$ meter, se Figur 5. Lite högre upp i slänten vid punkt 1 sitter det även lösa block i berget. Det finns en risk att block från slänt 1:1 kan glida ut ner mot planområdet, särskilt vid vibrationsgenererande arbeten.



Figur 5. Det ligger lösa block i slänten som riskerar att glida ut vid vibrationsgenererande arbeten.

2.1.2 Område 1:2 – Nordöstra delen

Område 1:2 är det nordöstra området och består av slänt 1:2 som ligger på den södra sidan av Stenstavägen, inringat i grönt, se Figur 6 nedan. Observationspunkter visas i rött. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött, och där skrotning och bultning rekommenderas är markerat i gult. Inom rödmarkerat område behöver skrotning inte utföras om ingen byggnation sker. Inom gulmarkerat området rekommenderas att skrotning utförs oavsett om byggnation sker eller inte, detta för att block inom gulmarkerat område bedöms som gränsfall, och det kan inte uteslutas att block kan falla ner mot befintlig bebyggelse.

Områden inringat i blått är nya tomter, och bergområdet på den norra sidan av Stenstavägen innefattas inte av kostnads kalkylen för bergförstärkning. Blått område (vid punkt A) i slänt 1:2 ingår däremot i kostnads kalkylen. Bilder för område 1:2 finns i Bilaga A – Bilder område 1:2 på grund av det omfattande bildmaterialet.



Figur 6. Område 1:2 är inringat i grönt och observationspunkter visas i rött. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött, och där skrotning och bultning rekommenderas är markerat i gult.

I område 1:2 har en kostnadsuppskattning för bergförstärkningsåtgärder tagits fram och i Tabell 1 nedan visas total area för skrotning, antal bultar samt kostnader i SEK. Priser är exklusive moms. Area för skrotning i slänt 1:2 gäller för hand-spett, då det finns mycket begränsade möjligheter för grävmaskin att skrota i slänten. Detta med reservation för att mycket stora block kan behöva åtgärdas/bortforslas med helikopter alternativt lyftkran.

Tabell 1. Totalt antal bultar och area för skrotning med kostnader för område 1:2.

Område 1.2				(exklusive moms)
Beskrivning	å pris	Antal st	Area m ²	Total kostnad SEK
Antal m ² med grävmaskin	25		0	
Antal m ² med handhållet spett	100		4408	440769
Bult. Längd 3 m	2000	20		40000
Bult. Längd 4 m	2500	0		0
Totalt:				480769

Berget i område 1:2 består av en medelkornig rosagrå granodioritisk gnejs med folierad struktur. Berget är ställvis skivigt och sprickintensiteten varierar mellan 1-3 och 1-5 sprickor per meter. Mineraler är kvarts, fältspat och glimmer. Slänt 1:2 ligger på S/D ~240°/30-90°. Det blåmarkerade området norr om Stenstavägen vid observationspunkt 3 består av rundade låga hällar och här bedöms risken för ras- och blockutfall som mycket låg.

Vid observationspunkt A vid slänt 1.2 finns tidigare nedrasade block, flertalet mossbeksädda. Blocken fungerar som en naturlig barriär mellan Stenstavägen och slänten, och här bedöms rasrisken som låg. Uppe i slänten ovanför punkt A kan det behöva skrotas ner block. Vid

punkt B är sprickintensiteten 1-5 spricka per meter och berget är ställvis skivigt. Det sitter lösa block i slänten och det är stor risk att de faller ut. Vid punkt C och D bedöms det vara låg risk för ras- och blocknedfall med undantag för ett block som sitter löst högt uppe i slänten. Vid punkt E är berget brant, upp till 90° stupning. Här finns block som behöver skrotas ner och block som rekommenderas att bultas fast. Block att bulta ligger nära inpå hus.

Vid observationspunkt 5 ligger lösa block i slänten. Det finns risk att dessa faller ut och här rekommenderas att skrota ut och bulta fast block. Även vid punkt F kan bultning av block behövas. Nedanför punkt 5 och vid punkt F ligger mycket block som redan fallit ut mot bebyggelsen.

Observationspunkt 4 ligger högt upp ovanför punkt 9 och 10. Slänten är flack och det är låg risk för blockutfall. Vid observationspunkt 6, 7 och 8 finns också lösa block i slänten, vilka rekommenderas att bultas eller skrotas. Vid punkt 9 och 10 finns lösa block i slänten vilka riskerar att falla ut, och här kan block också behöva bultas fast. Vid punkterna G och H rekommenderas det att skrotas, speciellt ett mycket stort block vid observationspunkt H.

2.1.3 Område 1:3 och 1:4 – Östra delen

Område 1:3 omfattar området som är beläget sydväst om område 1:2, och område 1:4 är beläget inom befintlig bebyggelse på den södra sidan av Stenstavägen, se Figur 7 nedan. Områdena är inringade i blått och observationspunkter visas i rött. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött.

I område 1:3 rekommenderas att skrotning av block utförs i samband med byggnation. Om det *inte* ska byggas nytt i område 1:3, rekommenderas skrotning av block som idag ligger i nära anslutning till befintliga byggnader/väg, vid observationspunkter 17, 18, 21, 22 och 28. Övriga delar av området ligger inom skog och här behöver inte skrotning utföras om det inte ska bebyggas.

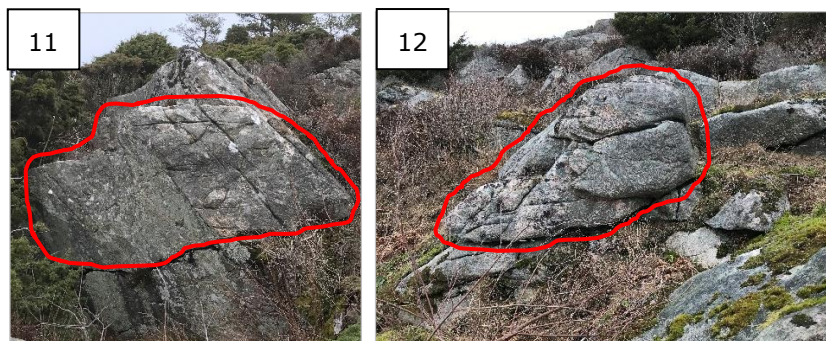
I område 1:4 behövs inga bergförstärkningsåtgärder oavsett om området bebyggs eller inte.



Figur 7. Område 1:3 och 1:4 är inringat i blått och observationspunkter visas i rött. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött.

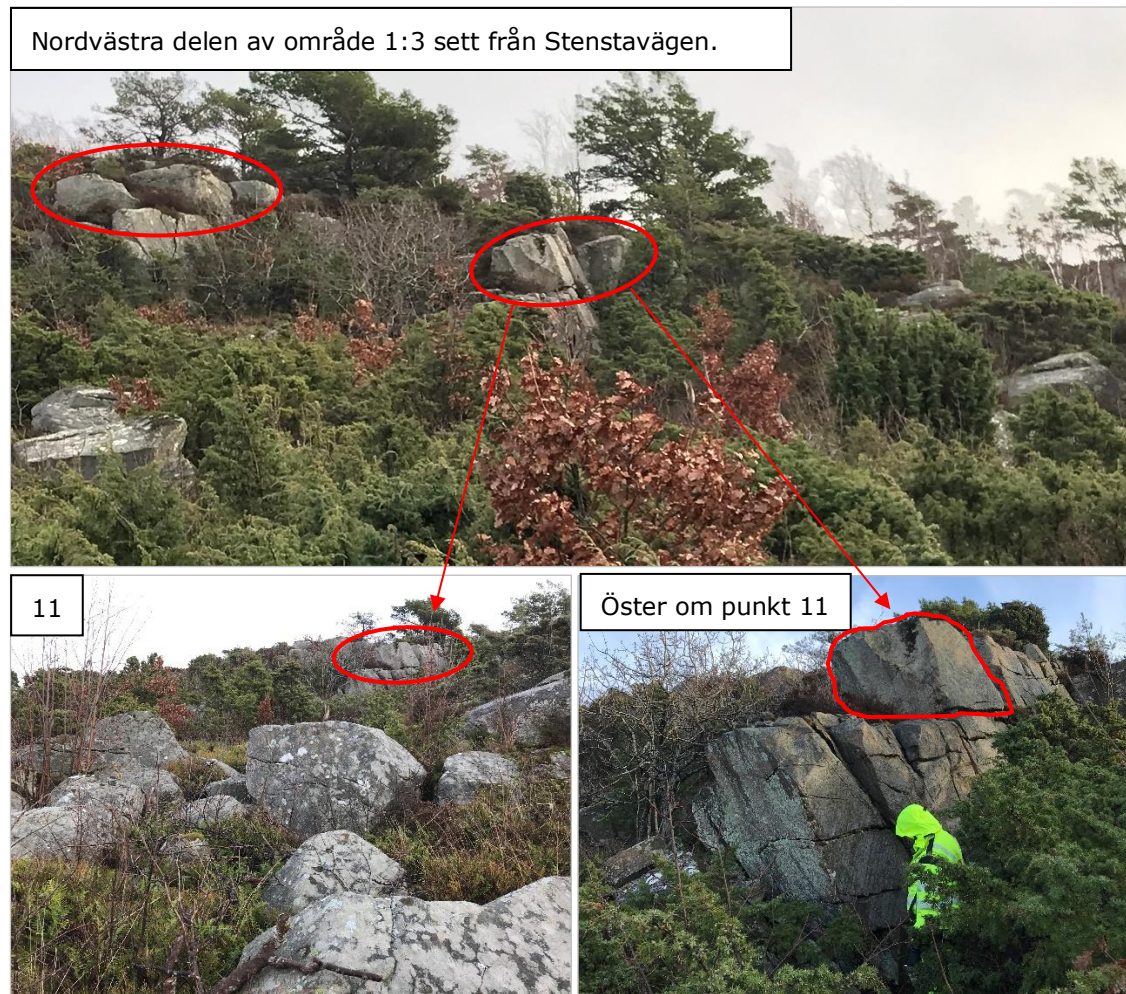
Område 1:3

Berget i område 1:3 består av en medelkornig granodioritisk gnejs med folierad struktur. Sprickintensiteten varierar mellan 1-3 och 1-5 sprickor per meter. Mineraler är kvarts, fältspat och glimmer. Slänten i området (Slänt 1:3) ligger på S/D $\sim 170^\circ/20-35^\circ$, och foliationen uppmättes till S/D $58^\circ/48^\circ$. Vid observationspunkter 11-13, 20 och 21 ligger det mycket block i slänten och det finns risk att block rör på sig här, exempelvis vid observationspunkt 11 och 12, se Figur 8.



Figur 8. Lösa block i slänt 1:3 vid observationspunkter 11 och 12.

I den nordvästra delen av området norr om punkt 11, 20 och 21, sticker berget upp ställvis där det ligger stora block i överkanten, se Figur 9. Dessa block vilar generellt på relativt plana sprickor, men det kan inte uteslutas att dessa block faller ut vid vibrationsgenererande arbeten. Det ligger generellt mycket block på marken i området.



Figur 9. Stora lösa block i den nordvästra delen av område 1:3.

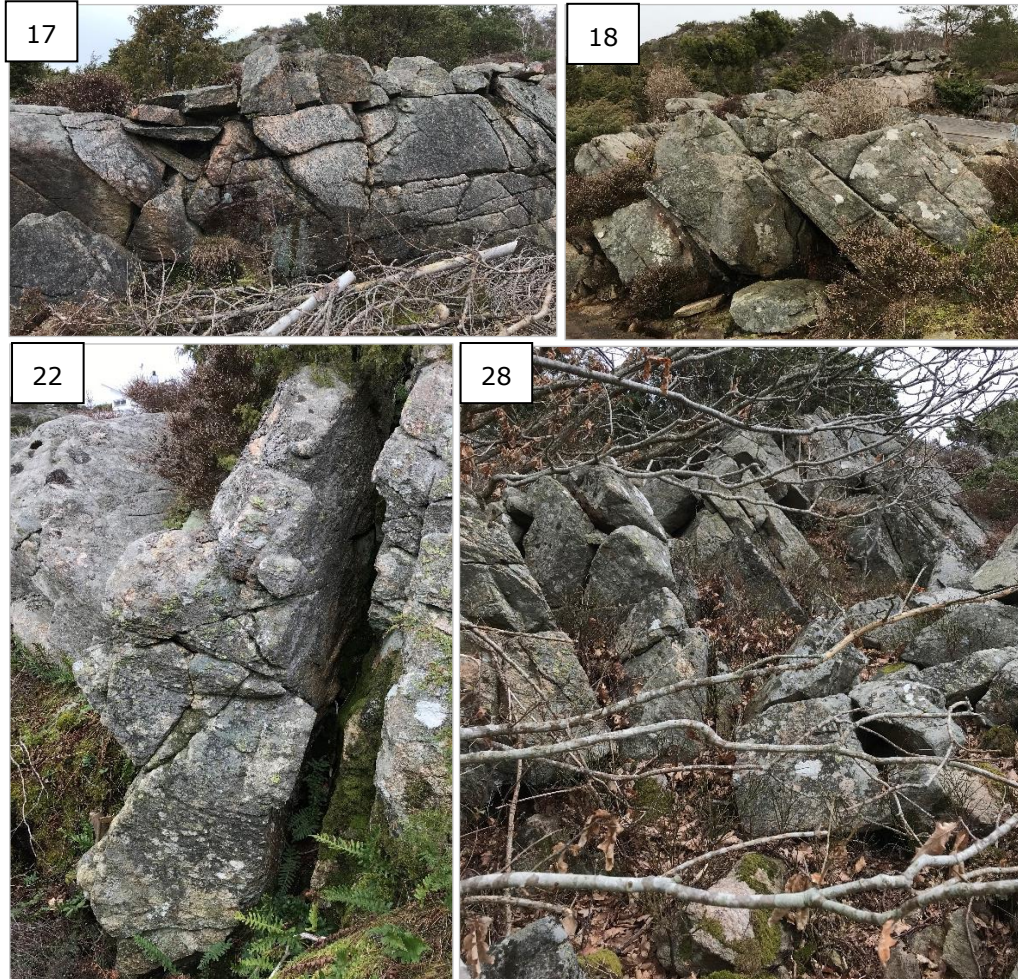
Stupningen på $\sim 35^\circ$ gäller för områdets östra del vilket innefattar observationspunkter 14-15. Här har berget mycket stora lösa block och det finns risk att de faller ut mot planområdet, se Figur 10.



Figur 10. Vid observationspunkt 14 och 15 finns stora block i slänten som riskerar att falla ut.

Mot väster, vilket är de mellersta delarna i området, flackar slänten ut till ca $\sim 20^\circ$ och här är risken för blockutfall mindre. Vid observationspunkter 16-19 och 22-27 är slänten på $\sim 20-25^\circ$, och berget är ställvis mycket uppsprucket, vilket innebär att det finns risk för blockutfall

här, se Figur 11. I den södra delen av område 1:3 vid observationspunkt 28 är berget mycket uppsprucket och här finns stor risk att block faller ner mot sydväst vilket är mot väg Tjuvkils Huvud.



Figur 11. Berget är uppsprucket i den sydvästra och södra delen av område 1:3.

Område 1:4

I område 1:4 är består berget av låga rundade bergknallar, se Figur 12. Här är det låg risk för blockutfall ner i området.

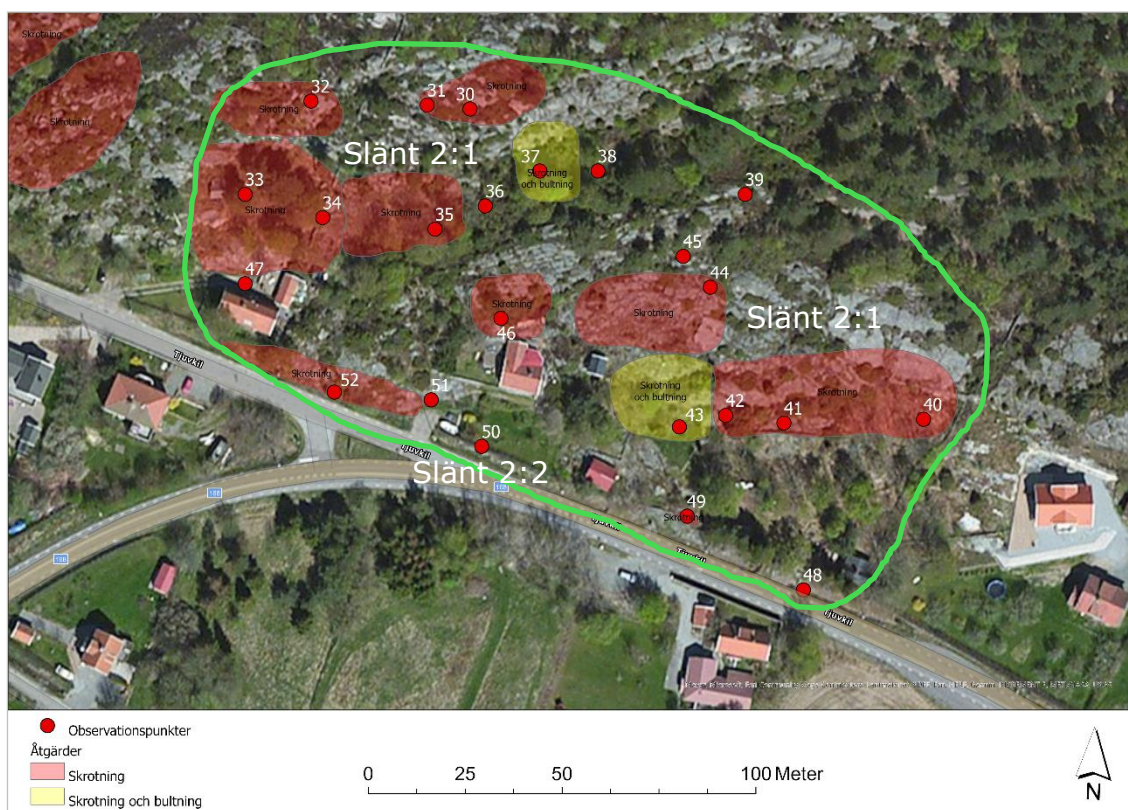


Figur 12. Berget består av låga rundade bergknallar i område 1:4.

2.1.4 Område 2 – Sydöstra delen

Område 2 är inringat i grönt och har delats upp i två slänter (Figur 13, nedan) där slänt 2:1 innefattar bergområdet ovanför vägen och ligger på S/D ~080°/50–80°. Slänt 2:2 är den nedre slänten vid väg Tjuvkils Huvud och ligger på S/D ~110°/80°. Berget i område 2 är likartad med berget i område 1:2 och 1:3. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött, och där skrotning och bultning rekommenderas är markerat i gult. För i stort sett hela område 2 gäller rekommendationen att skrotning och bultning utförs även om området inte bebyggs. Undantag är vid observationspunkter 30–32 och 36–39 där ingen skrotning eller bultning krävs om ingen byggnation sker.

Bilder för område 2 finns i Bilaga B – Bilder område 2 på grund av det omfattande bildmaterialet.



Figur 13. Område 2 är inringat i blått och observationspunkter visas i rött. Områden där skrotning rekommenderas är markerat i rött, och där skrotning och bultning rekommenderas är markerat i gult.

I område 2 har en kostnadsuppskattning för bergförstärkningsåtgärder tagits fram och i Tabell 2 visas total area för skrotning, antal bultar samt kostnader i SEK. Priser är exklusive moms. Area för skrotning med grävmaskin gäller för slänt 2:2 nere vid vägen, medan all skrotning i slänt 2:1 gäller för hand-spett.

Tabell 2. Totalt antal bultar och area för skrotning med kostnader för område 2.

Område 2				(exklusive moms)
Beskrivning	å pris	Antal st	Area m ²	Total kostnad SEK
Antal m ² med grävmaskin	25		350	8739
Antal m ² med handhållet spett	100		5560	556000
Bult. Längd 3 m	2000	8		16000
Bult. Längd 4 m	2500	0		0
Totalt:				580739

Område 2, slänt 2:1

I område 2 är berget av omväxlande kvalitet, från att bestå av låga rundade hållar till uppsprucket och skiffrigt berg. Observationspunkter 30-32 ligger högst upp i slänt 2:1 (Figur 13) och berget är ställvis uppsprucket i skivor som riskerar att falla ut. Här kan skrotning utföras om det planeras att byggas nedanför bergbranten annars bedöms det inte behövas.

Vid punkt 33 är berget uppsprucket och det ligger lösa block i skivor. Sprickor är släta till något råa och undulerande. Det observerades järnutfällningar i sprickorna. Släntens S/D är $\sim 80^\circ/52^\circ$. Vid punkter 34-35 är berget skiffrigt och ställvis uppsprucket. Det ligger mycket lösa block i berget och det finns risk att de rasar ner. Det ligger även mycket block i slänten från tidigare blockutfall. Det observerades både mossbeklädda och mer recenta block. Vid punkt 36 har berget lägre sprickintensitet och risken för blockutfall bedöms som liten.

Vid punkt 37 har stora block fallit ut. Slänten är brant och viker av mot nordost med S/D på $\sim 75^\circ/72^\circ$. Här kan block i slänten eventuellt behöva bultas. Området vid punkt 38 är inte lika sprickintensivt, dock ligger det äldre mossbeklädda block i slänten. Det bedöms här vara liten risk för blocknedfall och vid eventuellt blocknedfall hamnar det troligen i växtlighet som träd och buskar. Vid punkt 39 består berget av rundade hållar och har låg sprickintensitet. Här bedöms risken för blocknedfall som liten. Vid observationspunkter 40-43 ligger det lösa block i slänten, och block har tidigare fallit ut. Här behöver skrotning utföras och möjligtvis också bultning av enstaka block vid punkt 43.

Observationspunkt 44 ligger högre upp i slänten och här är berget rundat och skivigt. Det ligger här lösa block uppe på berget och de riskerar att röra på sig. Vid punkt 45 är berget ställvis uppsprucket men rasrisken bedöms här som låg. Punkt 46 ligger ovanför ett vitt hus och här finns lösa block.

Observationspunkt 47 ligger precis ovanför ett blått hus och är belägen rakt under punkt 33. Här är släntens lutning S/D $\sim 80^\circ/57^\circ$ och här finns flera lösa block i berget. Ett block har rört sig flera centimeter på cirka 2 år. Det finns risk att blocken i framtiden faller ut mot huset som ligger precis i anslutning till bergslänten.

Område 2, slänt 2:2 vid väg Tjuvkils Huvud

Vid observationspunkt 48 sticker lite lågt liggande berg fram och ett litet block kan falla ut, som dock kommer hamna i diket om det faller ut. Låg risk här. Vid punkt 49 är berget en ~ 2 meter hög skärning och block ligger i skivor längs flacka sprickor med stupning mot vägen. Ett par block bedöms behövas skrotas ut, se Bilaga B – Bilder område 2. I övrigt bedöms det vara låg risk för blockutfall här. Det rekommenderas att berget inspekteras efter sprängning för att säkerställa att block inte fallit ut. Vid punkt 50 är berget återigen lågt och här är risken för blockutfall låg. Vid punkt 51 är berget $\sim 2-4$ meter högt och rundat. Ett litet block kan falla ut här.

Vid punkt 52 är berget en ~ 4 meter hög skärning och det är ställvis uppsprucket. Det finns både mycket stora block på $\sim 2*2$ meter och mindre block, och det finns en risk att de faller ner mot vägen.

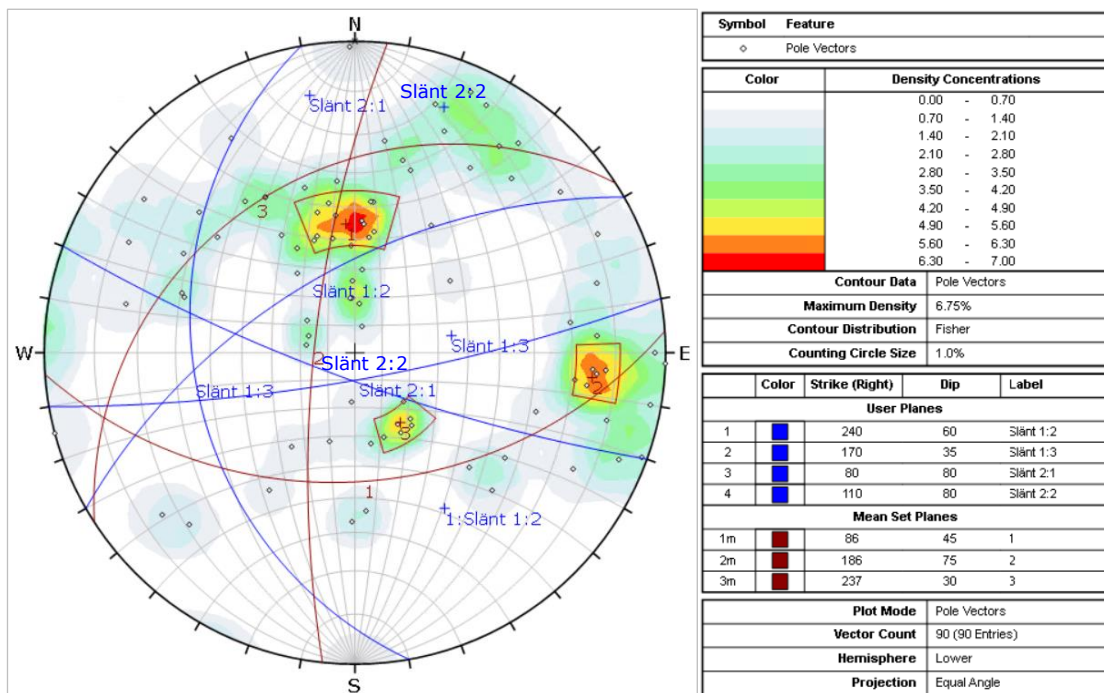
2.2 Strukturgeologi

Sprickor i bergsslänter 1:2, 1:3, 2:1 och 2:2 vid Tjuvkil mättes in med högerhandsregeln med Strykning/Stupning (S/D) och är plottade i Stereonät, se Figur 14. Sprickgrupper visas i brunt, och slänter i blått.

Det finns 3 sprickgrupper samt randomiserande sprickor. Sprickgrupp 1 ligger på S/D $\sim 086^\circ/45^\circ$, sprickgrupp 2 ligger på S/D $\sim 186^\circ/75^\circ$ och sprickgrupp 3 ligger på S/D $\sim 237^\circ/30^\circ$.

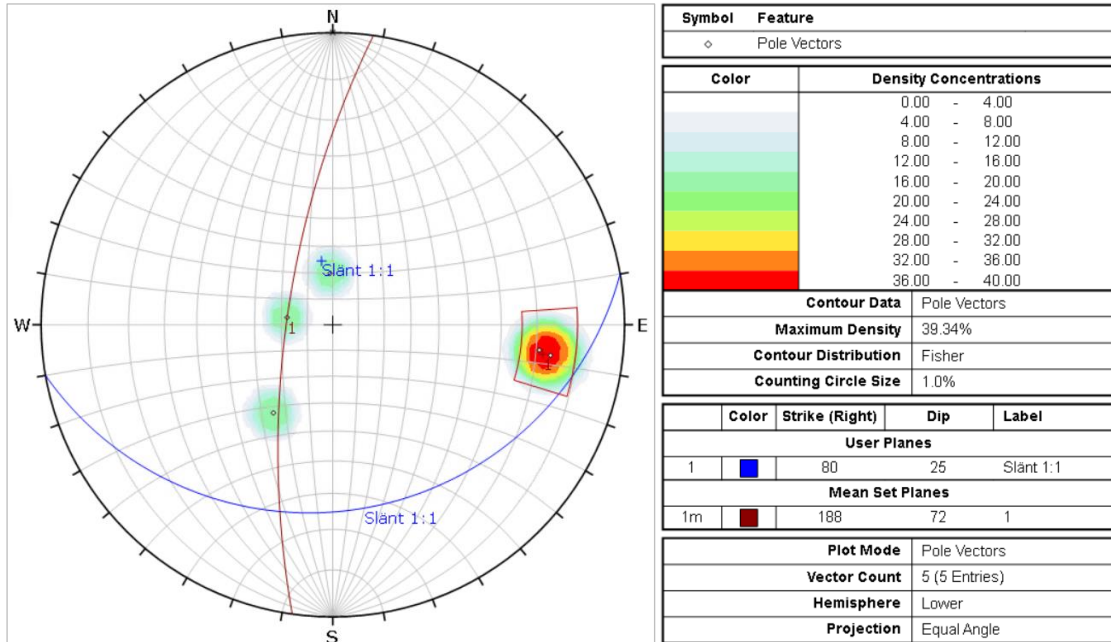
Slänt 1:2 ligger på S/D $\sim 240^\circ/60^\circ$ (30-90°), slänt 1:3 ligger på S/D $\sim 170^\circ/35^\circ$, slänt 2:1 ligger på S/D $\sim 080^\circ/80^\circ$ och slänt 2:2 ligger på S/D $\sim 110^\circ/80^\circ$.

Foliationen varierar något i områdena från till S/D $\sim 65^\circ/47^\circ$ i område 1:2 och 1:3 och S/D $\sim 89^\circ/89^\circ$ i område 2.



Figur 14. Stereonät för slänt 1:2, 1:3, 2:1 och 2:2 i dessa områden. Sprickgrupp 1 ligger på S/D $\sim 086^\circ/45^\circ$, sprickgrupp 2 ligger på S/D $\sim 186^\circ/75^\circ$ och sprickgrupp 3 ligger på S/D $\sim 237^\circ/30^\circ$.

Sprickor i bergsslänt 1:1 vid Tjuvkil är plottade i Stereonät, se Figur 15. Slänt 1:1 ligger på S/D $\sim 080^\circ/25^\circ$. Sprickgrupper visas i brunt, och slänter i blått. Det finns 1 sprickgrupp samt randomiserande sprickor på S/D $\sim 009^\circ/18^\circ$, S/D $\sim 304^\circ/40^\circ$ och S/D $\sim 87^\circ/20^\circ$. Sprickgrupp 1 ligger på S/D $\sim 188^\circ/72^\circ$.



Figur 15. Stereonät för slänt 1:1 i detta område. Sprickgrupp 1 ligger på S/D $\sim 188^\circ/72^\circ$.

2.3 Möjliga problemområden

2.3.1 Område 1:1

Berget i område 1:1 är av god kvalitet, dock finns lösa block i slänten vilka riskerar att glida ut och ner i planområdet till väg Tjuvkils Huvud. Slänt 1:1 ligger på S/D $\sim 080^\circ/25^\circ$ och block kan glida ut längs med flacka sprickor på S/D $\sim 87^\circ/20^\circ$ vilka sammanfaller väl med slänten. Området rekommenderas att skrotas och rensas på lösa block vid nybyggnation, se Figur 16, och Figur 3.

2.3.2 Område 1:2

I område 1:2 är berget ställvis uppsprucket och block riskerar att falla ut i stora delar av slänten. Slänt 1:2 har S/D på $\sim 240^\circ/30-90^\circ$. I den norra delen av slänten vid observationspunkt E är slänten vertikal på $\sim 90^\circ$. Längre söderut blir slänten flackare ner mot $\sim 30^\circ$. Samtliga sprickgrupper samverkar och ger upphov till blockbildning. Sprickgrupp 3 ligger på S/D $\sim 237^\circ/30^\circ$ och sammanfaller mycket väl med slänten, och där slänten är brantare än 30° är risken stor att block faller ut. Det finns mycket stora block ($\sim 5 \times 5$ m) som ligger helt löst och öppet i slänten, exempelvis vid observationspunkt 6 och H, se Bilaga A – Bilder område 1:2. Även ett stort antal mindre block sitter löst och det finns risk att dessa faller ner mot bebyggelsen nedanför, speciellt vid vibrationsgenererande arbeten. Block kan behöva åtgärdas/bortforslas med helikopter alternativt lyftkran, och detta gäller mycket stora block samt i släntens brantare delar. I rödmarkerade områden rekommenderas skrotning vid nybyggnation och i gulmarkerade områden rekommenderas skrotning och bultning av block oavsett om nybyggnation sker eller inte, se Figur 16 och Figur 6. Totalt uppskattas det behövas 20 st bult i område 1:2.

2.3.3 Område 1:3

I område 1:3 är berget ställvis mycket uppsprucket och block riskerar att falla ut i slänten. Sprickgrupp 1 på S/D $\sim 086^\circ/45^\circ$ och sprickgrupp 3 på S/D $\sim 237^\circ/30^\circ$ kan tillsammans ge upphov till kilbrott och sprickgrupp 2 som är brant bryter upp block. Stora delar av området behöver rensas på block, och även block som ligger plant uppe på berget, då det finns risk att dessa faller ut i slänten vid vibrationsgenererande arbeten, se exempel i Figur 9. Vid observationspunkt 28 ner mot väg Tjuvkils Huvud är berget mycket uppsprucket och slänten stupar $\sim 60^\circ$ mot syd. Här förefaller det vara stor risk att block faller ut. Det rekommenderas att skrota ut block i rödmarkerade områden i Område 1:3, se Figur 16 och Figur 7 vid nybyggnation.

Skrotning behöver inte utföras i området om det inte ska byggas nytt. Detta med undantag för block som idag ligger i nära anslutning till befintliga byggnader/väg vid observationspunkter 17, 18, 21, 22 och 28, där skrotning rekommenderas i dagsläget.

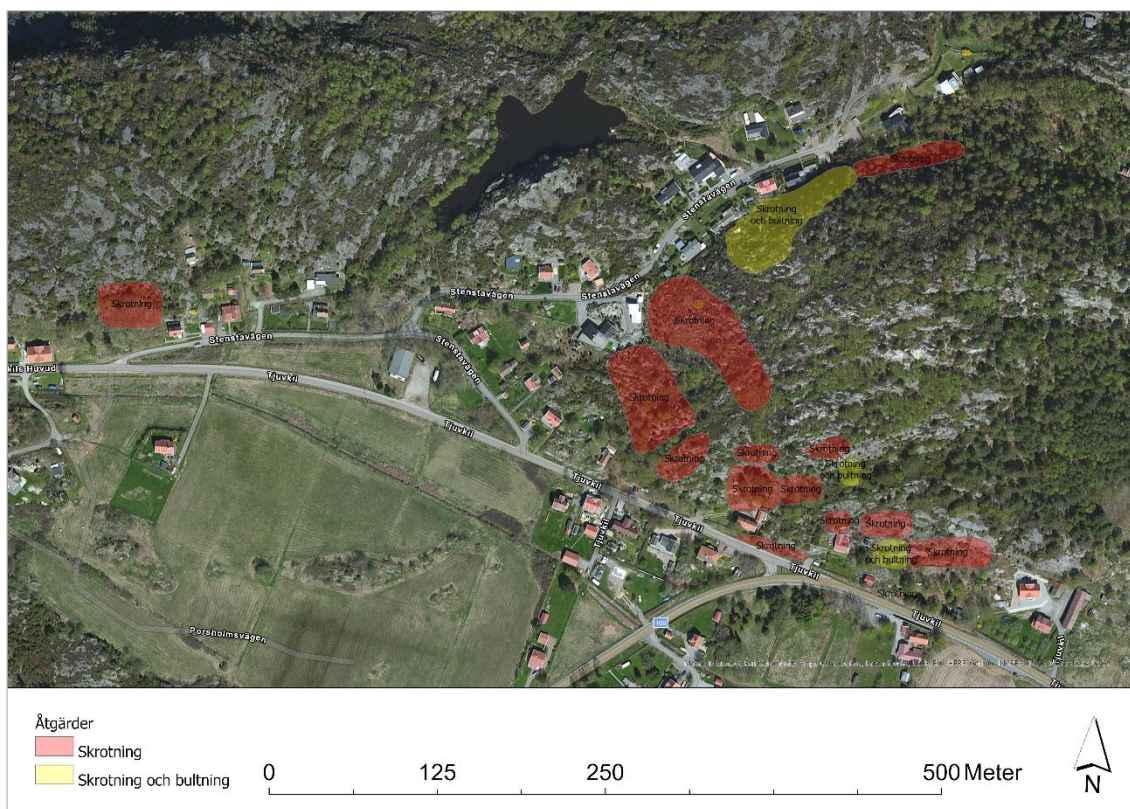
2.3.4 Område 2

Område 2 är uppdelat i två slänter, där slänt 2:1 är den övre delen av slänten med S/D på $\sim 080^\circ/80^\circ$, och slänt 2:2 nere vid vägen har S/D på $\sim 110^\circ/80$. Berget är av varierande karaktär, ställvis uppsprucket och mycket block har tidigare fallit ut. Sprickgrupp 1 på S/D

~086°/45°, sprickgrupp 2 på S/D ~186°/75° och sprickgrupp 3 på S/D ~237°/30° ger tillsammans upphov till blockbildning. Block kan falla ut i slänterna i område 2 längs med sprickgrupp 1 vilken på många håll är flackare än slänten.

Foliationen i området varierar mellan S/D på ~90-100°/10-40° och sammanfaller väl med sprickgrupp 1. Berget är ställvis skivigt längs foliationen och block kan med frostsprängning lätt spricka upp och falla ut i flak, vid exempelvis observationspunkt 44, se Bilaga B – Bilder område 2. I rödmarkerade områden i Figur 16 finns risk för ras och blockutfall och här rekommenderas skrotning av lösa block i slänten. I gulmarkerade områden i Figur 16 rekommenderas utöver skrotning också bultning av block, se även Figur 13. Det uppskattas behövas 6 st 3-meters bult vid observationspunkt 37, och 2 st 3-meters bult vid observationspunkt 43.

Skrotning och bultning bedöms inte behövas vid observationspunkter 30–33 och 36–39 om det inte ska byggas nytt nedanför.



Figur 16. Karta med rekommenderade bergförstärkningsåtgärder i bergsslänter i Tjuvki. Områden där skrotning och bultning rekommenderas är markerade i gult, och endast skrotning är markerat i rött.

3 Värdering av undersökning

Stora delar av undersökta områden är jordtäckta med växtlighet i form av träd och buskar, vilket innebär att berg inte kan värderas överallt. Berg i dagen bedöms ändå vara tillräckligt för gällande problemlösning.

4 Bergförstärkning kostnads kalkyl

Bergförstärkning som rekommenderas här gäller bultning och skrotning av block i område 1:2 och 2 i Tjuvkil och är sammanställd i Tabell 3. Kostnader för skrotning har beräknats på den totala arean i område 1:2 och 2 som är röd- och gulmarkerat. Antal bultar har uppskattats i respektive område. Kostnadsuppskattningen är gjord med förutsättningen att det ska byggas inom hela område 1:2 och 2.

Priser är exklusive moms och visas nedan:

- Bergförankring med bult längd 3 m: **2 000 SEK/st**
- Bergförankring med bult längd 4 m: **2 500 SEK/st**
- Skrotning med grävmaskin: **25 kr/m²**
- Skrotning med handhållet spett: **100 kr/ m²**
- Etablering bormaskin: **10 000 SEK**
- Etablering bultning: **10 000 SEK**

Priser är satta med reservation för att prisskillnader förekommer hos olika entreprenörer.

Tabell 3. Kostnadsberäkning för föreslagna bergförstärkningsarbeten i Tjuvkil.

Område 1.2				(exklusive moms)
Beskrivning	å pris	Antal st	Area m ²	Total kostnad SEK
Antal m ² med grävmaskin	25		0	
Antal m ² med handhållet spett	100		4408	440769
Bult. Längd 3 m	2000	20		40000
Bult. Längd 4 m	2500	0		0
Totalt:				480769
Område 2				
Beskrivning	å pris	Antal st	Area m ²	Total kostnad SEK
Antal m ² med grävmaskin	25		350	8739
Antal m ² med handhållet spett	100		5560	556000
Bult. Längd 3 m	2000	8		16000
Bult. Längd 4 m	2500	0		0
Totalt:				580739
Etablering Bormaskin				10000
Etablering Bultning				10000
Totalt:				1081508

5 Slutsatser och rekommendationer

Bergmassan i Tjuvkil är ställvis uppsprucken i skivor längs foliationen. Sprickgrupper ger upphov till blockbildning och det finns risk för ras och blocknedfall i stora delar av områdena i denna utredning. Riskerna förefaller inte vara akuta, men gradvis blockrörelse pågår genom frostsprängning vilket på sikt kan bli ett problem, även om tidsperioden är svårbedömd. Det rekommenderas därför att skrota ner lösa block som ligger i slänterna alternativt att bulta fast block, eftersom de när de sitter fast bidrar till att öka den totala stabiliteten i berget som hålls ihop. Rekommendationerna är gjorda med förutsättning att hela områdena ska bebyggas, och det behöver inte alltid skrotas eller bultas om nybyggnation inte sker.

Kostnadsuppskattningarna för bergförstärkningsåtgärder som gjorts här kan alltså minskas beroende på hur stor del av områdena som bebyggs. Områden som endast behöver säkras/åtgärdas om exploatering sker visas inringat i orange färg i Figur 17, nedan. Det finns dock block i område 1:2, 1:3 och 2 som oavsett ny exploatering behöver skrotas eller bultas på grund av att de riskerar att falla ut genom naturliga processer som frostsprängning, mot befintlig bebyggelse eller vägar, och dessa områden visas inringat i gult i Figur 18, nedan.

Kostnader har beräknats på för bultar på 3 m och skrotning har beräknats på den totala arean för område 1:2 och 2 där skrotning ska utföras. Skrotning har till största del beräknats för skrotning med handhållet spett. Detta eftersom framkomligheten med grävmaskin är mycket begränsad, speciellt i slänt 1:2 där bebyggelse ligger i anslutning till slänten.

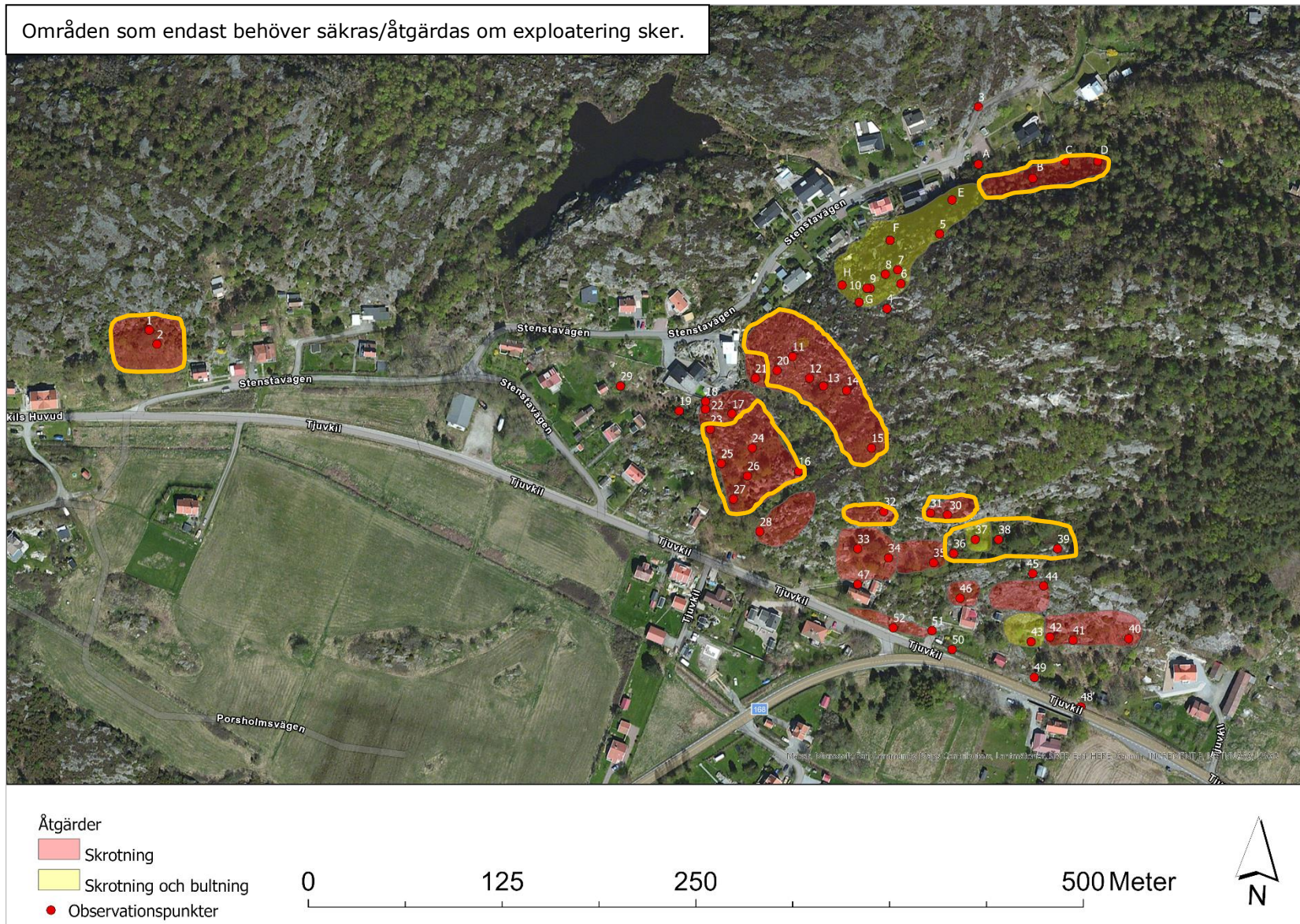
Kostnader för bergförstärkningen kan eventuellt minskas:

- om inte hela områdena i utredningen bebyggs.
- områdena med skrotning är grovt uppskattade och kan bli mindre vid utförandet.
- det kan vara möjligt att grävmaskin går att använda i större utsträckning än bedömt.

Skrotning av block ska ske på ett säkert sätt. Block kan behöva åtgärdas/bortforslas med helikopter alternativt lyftkran i område 1:2, på grund av att det idag finns bebyggelse nedanför. Detta ska bekräftas av bergsakkunnig innan utförande. Kostnad för lyftkran resp. helikopter har inte räknats med i denna kostnadskalkyl. Detaljplanering av bortforsling av block med helikopter/lyftkran rekommenderas ske i nästa skede efter diskussioner med fastighetsägare och möjligheter för intrång i privata trädgårdar och t.ex. nedtagning av fruktträd, buskar och altaner.

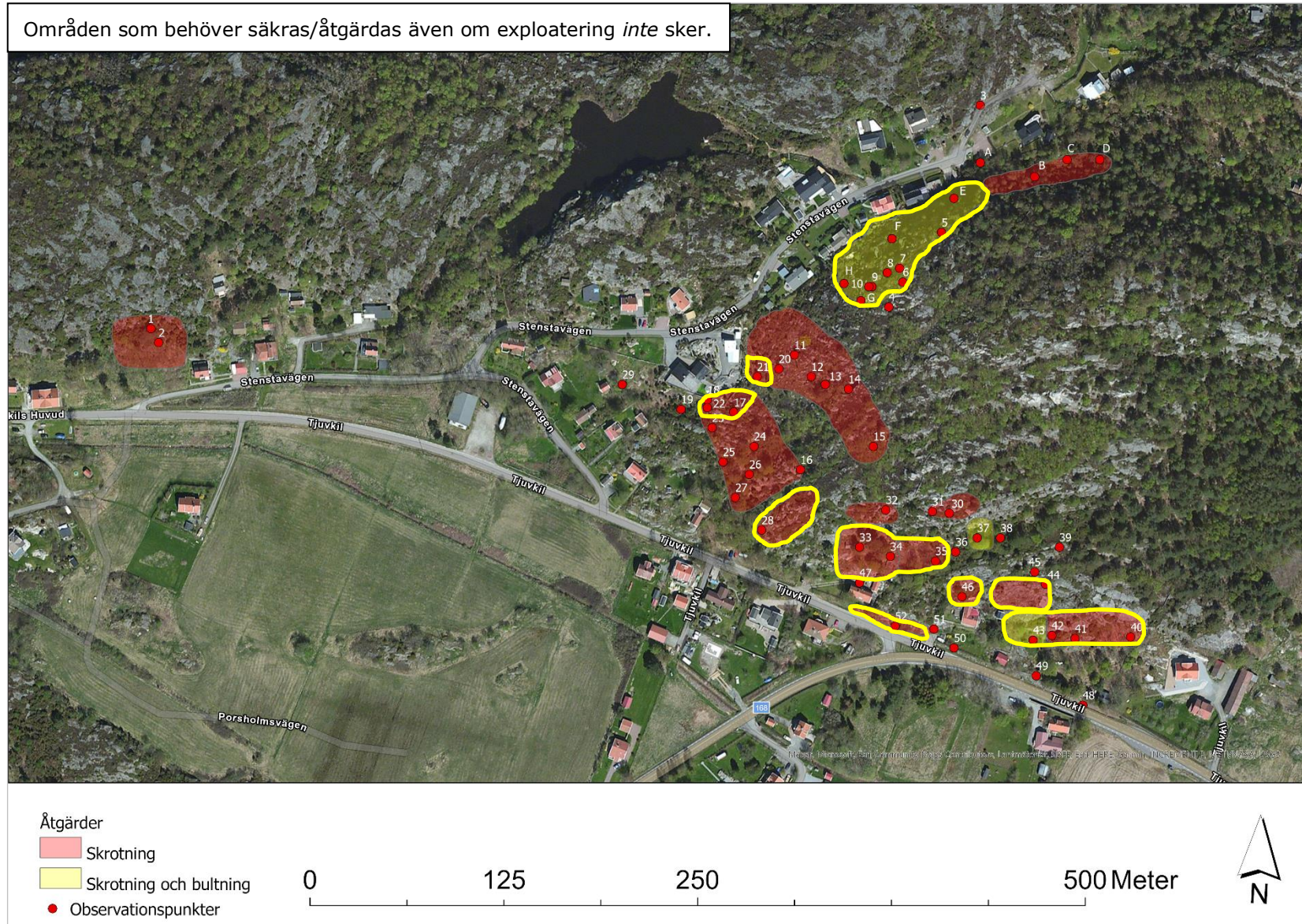
Vid sprängning nära bebyggelse ska sprängkunnig person avgöra radien för området som påverkas och utifrån det kan en ny bedömning göras av omfattning av skrotning/bultning. Säkring av block i påverkat område måste utföras.

När bergförstärkningen utförts ska arbetet och kvarvarande berg besiktigas av bergsakkunnig. Den totala bergförstärkningen ska om korrekt utförd hålla en lång livslängd, upp till 120 år. Besiktning av bergförstärkningen ska utföras vart 10:e år. Kostnaden för en sådan underhållsbesiktning är mellan 20000-50000kr, där den högre kostnaden inkluderar att extra bergförstärkning utförs om så behövs, här som exempel i form av att 4 nya bult sätts.



Figur 17. Områden i Tjuvkil som endast behöver säkras/åtgärdas om exploatering sker, inringat i orange färg. Inkluderade observationspunkter: 1, 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 39, B, C och D.

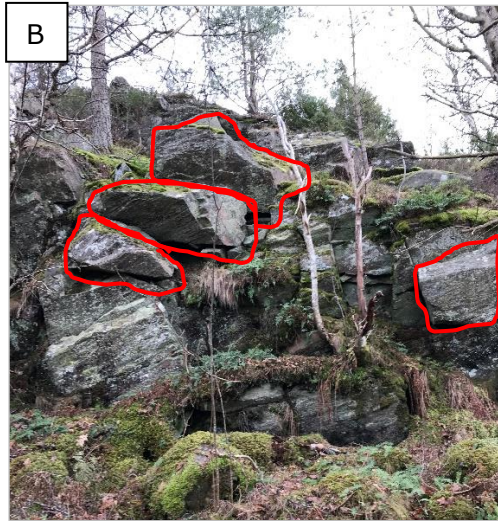
Områden som behöver säkras/åtgärdas även om exploatering *inte* sker.



Figur 18. Områden i Tjuvkil som behöver säkras/åtgärdas även om exploatering *inte* sker, inringat i gult. Inkluderade observationspunkter: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 21, 22, 28, 33, 34, 35, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 52, E, F, G, och H.

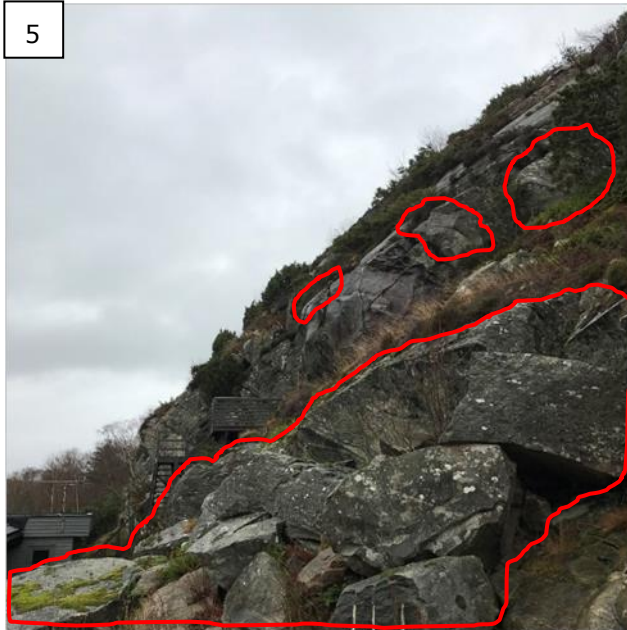
6 Bilaga A – Bilder område 1:2

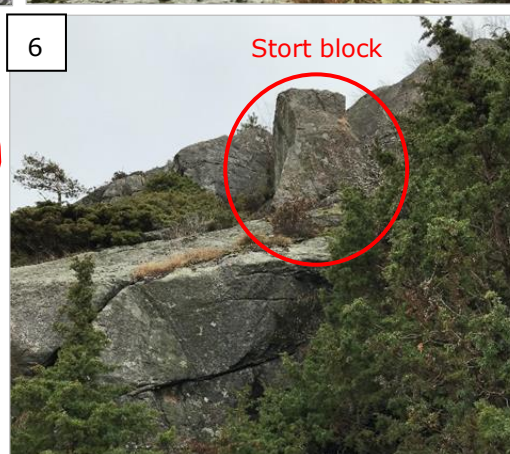
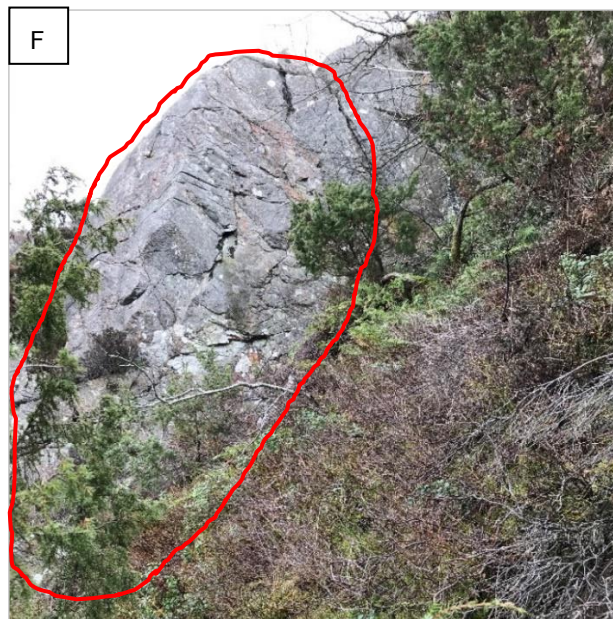


















7 Bilaga B – Bilder område 2

