

## Geoteknisk markundersökning

Detaljplan  
Toftenäs 1:67 m.fl.  
Skärhamn, Tjörns kommun



**Datum:** 2012-04-26

**Projekt nr:** 11102800

**Uppdragsgivare:** Tjörns Kommun

**Upprättad av:** Ulrika Isacson/ Andris  
Vilumson Vectura Consulting AB

**Granskad av:** Andris Vilumson  
Vectura Consulting AB

**Godkänd av:** Markus Nilsson  
Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB

---

**Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB**

Exportgatan 38 C, 422 46 Hisings Backa. Tel 031-742 90 90, Fax 031-742 90 80  
Org. nr 556466-9603, [www.sandstrom.se](http://www.sandstrom.se), [info@sandstrom.se](mailto:info@sandstrom.se)

## Innehållsförteckning

1	Inledning och syfte	3
2	Geotekniska undersökningar	3
3	Bergteknisk besiktning	3
4	Områdesbeskrivning	3
5	Geotekniska förhållanden	4
<b>5.1</b>	<b>Område Syd</b>	4
<b>5.1.1</b>	<b>Topografi</b>	4
<b>5.1.2</b>	<b>Jordlagerförhållanden</b>	4
<b>5.2</b>	<b>Område Mitt</b>	4
<b>5.2.1</b>	<b>Topografi</b>	4
<b>5.2.2</b>	<b>Jordlagerförhållanden</b>	4
6	Hydrogeologiska förhållanden	5
7	Markradon	5
8	Stabilitetsförhållanden - mark	5
<b>8.1</b>	<b>Område Syd</b>	5
<b>8.1.1</b>	<b>Resultat</b>	5
<b>8.1.2</b>	<b>Stabilitetsförhållanden med förhöjda portryck</b>	6
<b>8.2</b>	<b>Område Mitt</b>	6
9	Stabilitetsförhållanden – berg	6
<b>9.1</b>	<b>Delområde 1</b>	6
<b>9.2</b>	<b>Delområde 2</b>	9
<b>9.3</b>	<b>Delområde 3</b>	11
<b>9.4</b>	<b>Delområde 4</b>	12
<b>9.5</b>	<b>Delområde 1 och 5</b>	14
10	Bergarter och sprickor	17
11	Påverkande faktorer för bergras och blockutfall	17
12	Fastmarksgränser	17
13	Sättningsförhållanden	17
<b>13.1</b>	<b>Område Syd</b>	17
<b>13.2</b>	<b>Område Mitt</b>	17
14	Rekommendationer	17

### Bilagor:

Bilaga 1	Laboratorieprotokoll
Bilaga 2:1 – 6	CRS-utvärdering m Conrad
Bilaga 3:1 – 4	Stabilitetsberäkningar

### Ritningar:

G:01	Planritning Geoteknik, Sektion A-A, Sektion B-B
G:02	Sektion C-C, Sektion D-D

## 1 Inledning och syfte

På uppdrag av Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB har Vectura Consulting AB utfört en geoteknisk utredning samt bergteknisk besiktning för en detaljplan i området Toftenäs 1:67 m.fl. utanför Skärhamn på Tjörn. Syftet med utredningen är att klargöra områdets geotekniska och bergtekniska förhållanden samt ge rekommendationer för grundläggningsmetoder m.m. Inom områdets södra del har stabilitetsberäkningar genomförts för att kontrollera nuvarande stabilitetsförhållanden, stabilitetsförhållande med en utbredd marklast med 25-30 kPa samt med förhöjda portryck och grundvattennivåer och utbredd marklast med 25-30 kPa.

## 2 Geotekniska undersökningar

Fältarbetet genomfördes i mars 2011 av Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB. Resultaten av de geotekniska undersökningar utförda i detta projekt redovisas i denna rapport inklusive ritningarna G:01 och G:02.

Samtliga fält- och provtagningsarbeten utfördes på Rambölls laboratorium i Göteborg i enlighet med de rekommendationer och riktlinjer som SGF utarbetat (Sveriges Geotekniska Förening).

Borrpunkterna är utsatta utifrån befintlig bebyggelse.

## 3 Bergteknisk besiktning

Fältbesök har genomförts av Andris Vilumson, Vectura Consulting AB, den 2 maj 2011 samt en kompletterande besiktning i april 2012. Området karterades översiktligt med avseende på befintliga (naturliga) bergslänter samt vissa bergskärningar. Slänterna har fotodokumenterats och okulärbesiktigats med avseende på risk för blockutfall, blockighet och rasbenägenhet.

De bergtekniska besiktningarna är översiktliga och har utförts i syfte att fastställa om det föreligger någon rasrisk eller risk för blockutfall. I de fall där det föreligger viss risk har eventuella lämpliga förstärkningsåtgärder föreslagits. Exakt placering och omfattningen av lämpligaste förstärkningsåtgärder inrymmer inte i åtagandet för denna översiktliga rapport. En erfaren bergstekniker måste därför mer ingående inspektera de områden där risk för blockutfall eller berggras föreligger för att bestämma omfattningen och vilka förstärkningsåtgärder som är lämpligast och effektivast.

## 4 Områdesbeskrivning

Detaljplaneområdets södra del utgörs av ett höjdområde som främst består av berg, lokalt däremellan av tunt jordtäckte på berg med viss växtlighet som träd och buskar. Topografin varierar kraftigt med företrädesvis brantare bergspartier åt norr. De centrala delarna av höjdområdet är plansprängda/utfyllt med sprängsten för att ge plats för byggnader, vägar och parkeringsytor. I söder avgränsas detaljplaneområdet av småhusbebyggelse och Storgatan. Marknivån varierar mellan ca +5 längst ner i söder och +30 högst upp på berget.

Områdets mittparti är plant och utgörs av hårdgjorda/grusade ytor med industribyggnader. Väster därom utgörs detaljplaneområdet av åker/ängsmark. Marknivån är ca +2 à +4

Detaljplaneområdet avgränsas i norr av ett bergsparti med omväxlande tunt jordtäckte på berg. Bergets topografi utgörs i huvudsak av flackare hållar och mindre skrevor med brantare bergspartier åt söder. Marknivån varierar mellan ca +3 vid bergets fot och +12.

## 5 Geotekniska förhållanden

Geotekniska sonderingar har utförts i detaljplaneområdets södra del samt i områdets plana mittparti.

### 5.1 Område Syd

#### 5.1.1 Topografi

Området består av plan åkermark, ca 40 x 20 m<sup>2</sup>, som stiger upp närmast fastmarken i norr. Marknivån varierar mellan ca +9 invid fastmarken och ca +5 à +4 invid Storgatan.

#### 5.1.2 Jordlagerförhållanden

**Jorden** består överst av ett ytskikt av organisk jord och torrskorpelera och därunder av sand alternativt gyttja, som vilar på lera ovan friktionsjord på berg. Sonderingarna visar att djup till fast botten varierar från 5 till 13 meter.

**Ytjordskiktet** består av sandig mulljord. Det har en tjocklek av ca 0,5 m.

**Torrskorpeleran** är sandig och siltig och innehåller sandskikt. Lagrets mäktighet är ca 0,7 m.

**Sanden** förekommer närmast fastmarken. Den grusiga och siltiga sanden har en tjocklek av ca 1,5 m.

**Gyttjan** förekommer i söder av området. Den innehåller skalrester och har en mäktighet av ca 2 m. Gyttjans vattenkvot är ca 130%.

**Lerans** mäktighet varierar mellan ca 0,5 – 8,5 m. Leran är sandig och siltig och innehåller även skalrester. Den naturliga vattenkvoten varierar mellan ca 30 – 50%. Lerans okorrigerade skjuvhållfasthet är ca 14 kPa.

**Friktionsjorden** under leran har inte närmare undersökts.

### 5.2 Område Mitt

#### 5.2.1 Topografi

Området är plant och utgörs främst av hårdgjorda/utfyllda ytor med befintliga industribyggnader. Marknivån varierar mellan ca +2 och +4.

#### 5.2.2 Jordlagerförhållanden

**Jorden** inom området består överst generellt av fyllning med ett underliggande lager av sand, ovan lera på friktionsjord på berg.

**Fyllningslagrets** mäktighet varierar mellan ca 0,5 och 2 m. Innehållet kan variera och i provtagningarna har påträffats främst sprängsten, grus och sand.

**Lerans** mäktighet varierar mellan ca 3 och 17 m. Leran är siltig samt innehåller sandskikt och skalrester. Lerans vattenkvot varierar mellan ca 40 – 65%. Lerans okorrigerade skjuvhållfasthet är överst ca 16 kPa och stiger därefter till ca 30 kPa på 16 m djup.

**Friktionsjorden** under leran har inte närmare undersökts.

## 6 Hydrogeologiska förhållanden

Vid undersökningstillfället påträffades en fri vattenyta i öppna borrhål cirka 1 meter under markytan. Grundvattennivån varierar dock med avseende på nederbörds mängd och årstid och kan periodvis påträffas på högre såväl som lägre nivåer. Vid undersökningstillfället kan marken delvis ha varit tjälad vilket kan ha påverkat infiltrationen och därmed grundvattennivån.

## 7 Markradon

Radonundersökning utfördes ej i samband med den geotekniska fältundersökningen på grund av rådande väderförhållanden. Mätning av radonhalten i markluften utförs lämpligen från april/maj – september, då tjälen och vattnet gått ur jorden.

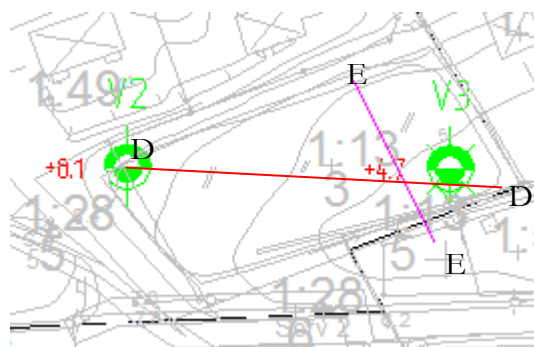
Områden med mer än 2 m (fuktig) lera brukar hänföras till lågradonmark. Detta grundar sig i att leran anses vara så tät att den inte kan avge radon till byggnader i sådan mängd att radonhalten i inomhusluften blir för hög. Här förekommer dock sandskikt samt torrskorpelera ovan leran, som möjligen kan avge radon.

Enligt en översiktlig radonkarta från Tjörns kommun ligger det aktuella planområdet i **normalradonmark**. Vi rekommenderar dock att en markradonundersökning utförs för att verifiera översiktkartan.

## 8 Stabilitetsförhållanden - mark

### 8.1 Område Syd

Stabiliteten har kontrollerats i två sektioner D-D och E-E, se Figur 1. Beräkningarna har utförts med SLOPE/W GeoStudio 2007 v 7.16 med Morgenstern-Price's lamellmetod samt GS Stability.



Figur 1: Stabilitetssektion enl. lila linje.

Rekommenderad säkerhetsfaktor mot brott, enligt Skredkommissionens anvisningar Rapport 3:95, beror dels på typ av markanvändning och dels på utredningsskede. Då utredningen är gjord för en planläggning av markområdet, klassas markanvändningen som "nyexploatering" och utredningsnivån som "detaljerad utredning". För dessa kategorier är den rekommenderade säkerhetsfaktorn enl. Rapport 3:95:

$$F_C \text{ (Odränerad analys)} \geq 1,7-1,5$$

$$F_{Komb} \text{ (Kombinerad analys)} \geq 1,45-1,35$$

#### 8.1.1 Resultat

Stabiliteten för befintliga förhållanden är tillfredsställande,

Sektion E-E,  $F_C = 2,3$  och  $F_{Komb} = 2,4$ .

Med en framtida belastning på 25 kPa (enbart pådrivande) blir säkerhetsfaktorerna  $F_C = F_{Komb} = 1,7$ , se bilaga 3:1 – 3:4.

Sektion D-D, Totalstabilitet  $F_C = 6,6$  och  $F_{Komb} = 3,4$ .

Med en framtida belastning på 30 kPa (enbart pådrivande) blir säkerhetsfaktorerna,

Totalstabilitet  $F_C = 3,9$  och  $F_{Komb} = 1,6$

Lokalstabilitet,  $F_C = 2,9$  och  $F_{Komb} = 1,8$ , se bilaga 4.

### 8.1.2 Stabilitetsförhållanden med förhöjda portryck

Stabiliteten har kontrollberäknats för en situation med förhöjda portryck i sektion E-E, trycknivån vid markytan samt 1 m övertryck i botten (artesiskt) och en utbredd markbelastning av 25 kPa, bilaga 3:5 och 3:6.

Beräkningarna visar på en marginell förändring av stabiliteten om portrycken höjs även med en utbredd markbelastning av 25 kPa. Totalstabilitet  $F_{Komb} = 1,68$  enbart belastning och  $F_{Komb} = 1,64$  med belastning och förhöjda portryck.

## 8.2 Område Mitt

Stabilitetsförhållanden för de bägge markområdena är goda med i stort sett plan markyta.

## 9 Stabilitetsförhållanden – berg

En bergteknisk bedömning har utförts inom aktuellt detaljplaneområde. Redovisningen av undersökningsområdet har delats upp i 5 delområden, se Figur 2, och beskrivs närmare nedan.

### 9.1 Delområde 1

Delområde 1 utgörs av en bergshöjd som stupar brant åt norr. Vid anläggning av vägen har sprängning utförts utmed höjdens nordöstra del. Här är berget i stort sett lodrät och rejält uppsprucket på grund av sprängningsarbetena. En hel del mindre sten och blockutfall förekommer redan idag och risken för fortsatta sten och blockutfall är uppenbar, foto 1.



Foto 1. Bergskärning sydväst utmed vägen med blocknedfall

Slänten bör kontinuerligt underhållsskrotas alternativt efter en första skrotning kan slänten kläs med ett stål nät som bultas fast. Vid skrotningsarbetet kan det visa sig att eventuella större lösa block även behöver bultas fast. En erfaren bergstekniker bör inspektera bergskärningen efter en första skrotning för att bedöma behovet av eventuella ytterligare och vilka förstärkningsåtgärder som är lämpligast.

Den naturliga bergsbranten mot norr är lokalt mycket brant och höjden varierande. Högst och brantast i den nordöstra delen, höjden avtar successivt åt väster. Markområdet nedanför branten utgörs av en plåtå med tunt jordtäckte på berg med sly, träd och buskar. Plåtån övergår i norr till plan ängs-/åkermark, foto 2.

Bergsbranten är delvis mycket uppsprucken med flera större block som hotar att falla ut. Blockutfall och ras har förekommit över tiden, vilket den relativt riktiga mängden block och sten som ligger vid släntfoten vittnar om, foto 3. Vissa av blocken är för tillfället förhindrade att falla ut på grund av att de är fastkilade i varandra, foto 4.

Området fram till ängs-/åkermarken är att betrakta som ett potentiellt riskområde och bör inte bebyggas om inte berget säkras först. Lämpliga åtgärder är skrotning och bultning.



Figur 2: Områdesindelning bergsstabilitet.

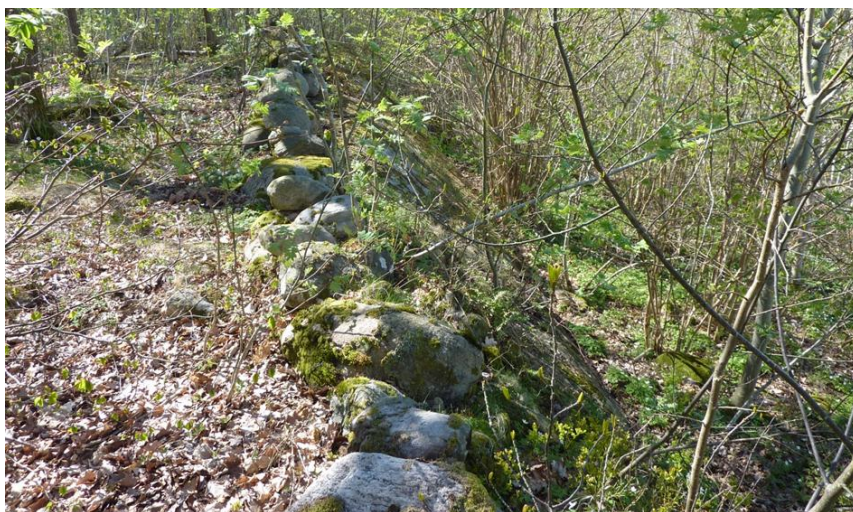


Foto 2. Platån nedanför rasbranten övergår till ängs/åkermark

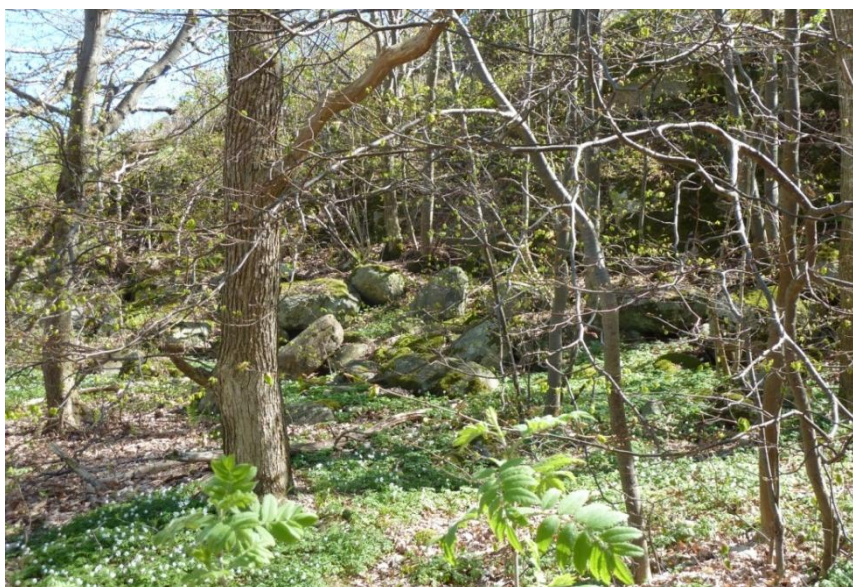


Foto 3. Nedfallna block vid släntfot rasbrant.



Foto 4. Lösa block fastkilade i varandra.



## 9.2 Delområde 2

Vid anläggning av vägen har sprängning utförts utmed vägens norra sida, på grund av sprängningsarbetena är berget i stort sett lodrätt, lokalt även med överhäng, och mycket uppsprucket. Här förekommer mindre blockutfall och ras, foto 5. Slänten bör kontinuerligt underhållsskrotas alternativt kan efter en första skrotning slänten kläs med ett stålnät som bultas fast. Vissa större block måste bultas fast då eventuella blockutfall kommer att ske ut mot vägen. En erfaren bergstekniker bör inspektera bergskärningen efter en första skrotning för att bestämma vilka block som behöver bultas fast.



Foto 5. Brant bergskärning utmed norra sidan av vägen lokalt med överhäng.

Väster och norr om byggnaden återfinns en något oregelbunden, lokalt mycket brant, gräsbevuxen slänt. Exakt hur slänten är uppbyggd är osäkert, se foto 6. Troligen utgörs slänten av jordtäckt fyllning av sprängsten, eventuellt lokalt med berg. Byggnaden är förmodligen grundlagd på plansprängt berg/packad sprängstensfyllning. Innan området norr om slänten exploateras måste en verifiering av släntens uppbyggnad genomföras.



Foto 6. Något oregelbunden slänt med osäker uppbyggnad.

Åt öster, vid befintlig trätrappa, går berget brant i dagen. Vid byggnation av trappan har vissa sprängningsarbeten på båda sidor av trappan utförts. Sprängningarna har medfört

ogynnsam sprickbildning och lutning av bergskärningen, vilket medför att risken för blockutfall med tiden är överhängande, se foto 7. För att förhindra eventuella blockutfall måste vissa av blocken bultas fast, till viss del kilar blocken fast varandra. En erfaren bergstekniker bör därför inspektera bergskärningen för att bestämma vilka block som är lämpligast att bultas fast.



Foto 7. Sprängningsarbetena har medfört ogynnsam sprickbildning och lutning.

Ytterligare öster ut, nedanför befintlig parkeringsyta, är bergslänten något oregelbunden med mindre plåtår och jordfyllda skrevor med växtlighet. Berget är relativt sprickfattigt och rundslipat av inlandsisen. Lokalt är berget mycket brant och svårtillgängligt. På plåtåarna ligger block och sten ogynnsamt placerat som härstammar från fyllningsarbetet för parkeringsytan, se foto 8 och 9.



Foto 8. Sprängsten och block som härstammar från uppfyllnadsarbetena av parkeringsytan.



Foto 9. Ansamling av sprängsten på en plåtå strax nedanför befintlig parkeringsyta.

Det naturliga berget i sig har relativt få sprickor, men är lokalt mycket brant, ingen risk bedöms föreligga för blockutfall eller ras direkt från berget.

Innan en exploatering av området norr om branten utförs måste plåtåerna rensas på sprängsten och block samt att slänten från parkeringsytan måste ses över. Eventuellt måste slänten och släntlutningen från fyllningen för parkeringsytan justeras och säkras. Området precis nedanför branten i norr bör inte bebyggas innan ovan föreslagna åtgärder utförts.

### 9.3 Delområde 3

Bergsområdet utgörs omväxlande av berghällar med skrevor och tunt jordtäckte på berg, se foto 10. Den norra sidan utgörs generellt av flackare hållar, vissa mindre branter förekommer dock. Den södra sidan utgörs till största delen av uppskattningsvis 2-4 m höga branter, lokalt med utfallna block vid släntfot, se foto 11. Berget har relativt få sprickor och utfallna block transporteras inte speciellt långt.

Innan en exploatering bör berget på den södra sidan skrotas.



Foto 10. Flackare hållar och tunt jordtäckte på berg utmed norra sidan.



Foto 11. 2-4 m höga branter med block vid släntfot utmed den södra sidan.

#### 9.4 Delområde 4

Den norra delen utgörs av en planlagd yta av packad sprängsten och ytan används delvis som upplagsyta för sprängsten. Berget åt öster, mot befintlig bebyggelse i väster, har utsatts för omfattande sprängningsarbeten för att plangöra området för byggnation. Sprängningarna har medfört att berget är mycket uppsprucket samt att lutningen på skärningarna ofta ligger åt fel håll, d.v.s. de lutar in mot bebyggelsen i väster, se foto 12.



Foto 12. Bergskärningen lutar in mot bebyggelsen och berget är uppsprucket.



Foto 13. Lösa block och stenar ligger uppe på släntkrönet.

Uppe på släntkrönet ligger lösa block och sten som i stort sett kan rasa ned närsomhelst, exempelvis vid ett skyfall, se foto 13. Högre upp är berget ondulerande med bergsskrevor, en del jordfyllda och med växtlighet. En hel del löst liggande block och stenar återfinns inom området, se foto 14.



Foto 14. Berget ovanför bebyggelsen med löst liggande block och sten.

Området är att betrakta som ett högriskområde. Relativt omfattande åtgärder såsom skrotning, rensning, bultning och eventuellt nätning bedöms redan i dagsläget vara nödvändiga, eventuellt kan det bli nödvändigt med sprängning för att göra slänten flackare och i en mer gynnsam lutning.

En erfaren bergtekniker bör omgående besiktiga slänterna för att bestämma de lämpligaste förstärkningsåtgärderna och omfattning av dessa.

## 9.5 Delområde 1 och 5

Området består i östvästlig utsträckning av två bergsryggar, område 1 södra del och område 5 norra del med en mellanliggande ravin. Marken i ravinen är vattensjuk, se foto 15. Den norra slänten för område 5 är generellt brantare än berget norr därom och det förekommer lokalt överhäng, se foto 16 och 17, även enstaka nedfallna block återfinns utmed denna del. Berget är generellt högre, brantare och mer uppsprucket inom den västra delen. Successivt åt öster minskar bergshöjden och berget har färre sprickor, foto 18



Foto 15. Vattensjuk mark mellan bergsryggarna.



Foto 16. Överhäng på område 5 norra sida.



Foto 17. Lös block område 5 brantare västra del.



Foto 18. Berget blir successivt lägre med färre sprickor öster ut i område 5.

Då det förekommer lösa relativt stora block och överhäng utmed område 5 norra bergsslänt som vid ras/blockutfall kan påverka det planerade exploateringsområdet mellan bergen måste berget säkras. Troligen kan det bli nödvändigt med vissa sprängningsarbeten för att lägga slänterna i en mer gynnsam lutning samt bultning. En erfaren bergstekniker bör besiktiga slänterna mer ingående för att bestämma de lämpligaste förstärknings- åtgärderna och omfattning av dessa.

Område 1 södra bergsslänt är ondulerande relativt flackt och rundslipat av inlandsisen med ganska få sprickor, foto 19. Det bedöms inte föreligga någon potentiell risk för bergras eller blockutfall som skulle kunna påverka det planerade exploateringsområdet i söder. Lokalt utmed bergets släntfot förekommer klapper, foto 20. Klapper består av varierande stora rundslipade stenar/block som avsatts vid den tidigare strandlinjen. Klappern bedöms inte kunna komma i rörelse utan yttre påverkan men vid en exploatering av området kan det bli aktuellt att ta bort klappern.



Foto 19. Berget är rundslipat med relativt få sprickor.



Foto 20. Klapper förekommer i släntfot.



## 10 Bergarter och sprickor

Berggrunden inom undersökningsområdet utgörs till största delen av graniter, på flera ställen inom området har även pegmatiter påträffats, graniternas färg varierar från röd till grå.

Pegmatiter kan i vissa fall uppvisa förhöjd radioaktivitet, vid t.ex. sprängningsarbeten vidgas bergssprickorna och därmed kan radioaktivitet öka. Det rekommenderas därför att en radonutredning på berget utförs inom området både före och under en eventuell byggnation.

Sprickor i berggrunden förekommer i hela området, sprickfrekvens och sprickriktningen varierar. Generellt kan sägas att sprickfrekvensen är relativt låg och ingen dominerande sprickriktning kan enkelt utläsas.

## 11 Påverkande faktorer för bergras och blockutfall

Påverkade naturliga faktorer för bergras och blockutfall är bl. a. vattentillgången i spricksystemen, hur långa och frekvent förekommande frostperioderna är, vittring och erosion samt rotsprängningar. Yttre påverkan som kan föranleda blockutfall och ras kan vara större vibrationer alstrade av t.ex. sprängning, pålningsarbeten, arbetsmaskiner och tung trafik i omedelbar närhet.

## 12 Fastmarksgränser

Definitionen av fastmark varierar något men definieras allmänt som relativt små djup av fast lagrad friktionsjord eller fast torrskorpelera på berg. På grund av de begränsade utförda geotekniska undersökningarna inom området går det inte att med säkerhet att fastställa områden som utgörs av fastmark.

Generellt kan sägas att markområdena närmast berget vanligtvis utgörs av fastmark.

## 13 Sättningsförhållanden

### 13.1 Område Syd

Sättningsförhållandena inom området är generellt sett ogynnsamma. Marken bedöms utifrån empiri vara normalt konsoliderad, vilket innebär att all påförd last, t.ex. i form av uppfyllning, kommer ge upphov till marksättningar.

### 13.2 Område Mitt

Sättningsförhållandena inom området är generellt sett ogynnsamma. Marken bedöms utifrån empiri vara lätt överkonsoliderad med ca 10 – 15 kPa. Detta innebär att påförd last över 10 kPa, d.v.s. ca 0,5 m fyllning, kommer ge upphov till marksättningar.

## 14 Rekommendationer

Stabilitetsförhållandena för Område Mitt bedöms vara goda, på grund av de flacka marklutningarna. Med hänsyn till stabilitetsförhållandena i Område Syd bör marken maximalt belastas med 25 kPa. Eventuell annan belastning kan vara möjlig men skall i så fall detaljstuderas. Kraven på Detaljerad stabilitetsutredning enligt Skredkommisionens Rapport 3:95 skall minst uppnås. Stabilitetskraven för nyexploatering enligt kap 8.1 i denna rapport skall gälla.

Dock bör det beaktas att ur sättningssynpunkt skall uppfyllnader undvikas i största möjliga mån.

Alla markarbeten som vid ändrade markförhållanden kan medföra risk för block- och bergras skall föregås av en kompletterande bergteknisk bedömning. För vissa områden rekommenderas att redan i nuläget låta utföra vissa förstärknings åtgärder samt en kompletterande bergteknisk undersökning, se vidare under kapitel 9.

Byggnader som planeras att uppföras på mark (d.v.s. Område Syd och Mitt) kan förutsättas grundläggas med pålar slagna som stödpålar till fast botten eller berg. Byggnader som planeras uppföras i zoner intill fastmark kan troligen grundläggas på plintar till fast botten eller berg alternativt packad sprängbotten.

Eftersom jorddjupen och jordförhållandena inom planområdet varierar rekommenderas att kompletterande geotekniska undersökningar utförs då exakt läge för planerade byggnader m.m. är bestämt. Undersökningarna bör omfatta sonderingar till berg samt undersökningar som visar lerans hållfasthets- och framförallt lerans sättningsegenskaper. Därefter kan en bedömning och val av den mest kostnadseffektiva grundläggningsmetoden göras.

Enligt en översiktlig radonkarta från Tjörns kommun ligger det aktuella planområdet i normalradonmark vilket innebär att byggnader skall uppföras som *radonskyddande*. Vi rekommenderar dock att en radonundersökning utförs för att verifiera översiktkartan.