

PM Geoteknik & Berggrund
DP TVETA-VALSTA 4:1, ALMNÄSBERGET



2020-01-29

UPPDRAG 292950, DP Tveta-Valsta 4:1, Almnäsberget, geoteknisk utredning

Titel på rapport: PM Geoteknik & Berggrund

Status: Slutrapport

Datum: 2020-01-29

MEDVERKANDE

Beställare: Södertälje kommun

Kontaktperson: Erik Arnaryd

Konsult: Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Andreas Alpkvist

Handläggare: Elin Thorssell, Sylvia Berg, Malin Bergman

Biträdande handläggare: Julia Kristiansson

Kvalitetsgranskare: Andreas Alpkvist, Sarah Mell

Uppdragsansvarig:

Andreas Alpkvist

Datum: 2020-01-29

Handlingen granskad av:

Andreas Alpkvist, Sarah Mell

Datum: 2020-01-29

INLEDNING

Föreliggande PM behandlar projekteringsförutsättningar avseende geoteknik, berggrund och grundvatten för rubricerat objekt. Sammanställning av tidigare och nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport MUR, Markteknisk undersökningsrapport.

Detta PM skall ej utgöra del av förfrågningsunderlag eller bygghandling.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	ÄNDAMÅL OCH SYFTE	5
2	BAKGRUND	6
	2.1 OMRÅDESBESKRIVNING.....	6
3	UNDERLAG	6
4	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....	6
5	MARKFÖRHÅLLANDEN.....	6
	5.1 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	6
	5.1.1 TOPOGRAFI.....	6
	5.1.2 JORDLAGER.....	6
	5.2 BERGGRUNDGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
	5.2.1 BERGARTSKARAKTERISERING	10
	5.2.2 SPRICKSYSTEM.....	11
	5.2.3 BERGSTABILITET	14
	5.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	15
6	SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA EGENSKAPER.....	16
7	BERGPROVTAGNING GEOKEMI.....	17
	7.1 EGENSKAPER HOS SULFIDHALTIGT BERG.....	17
	7.2 EGENSKAPER HOS METALLER.....	17
	7.3 BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR SYRABILDNINGSPOTENTIAL I BERG.....	18
	7.4 RESULTAT LABORATORIEANALYSER BERGPROVER.....	19
8	REKOMMENDATIONER.....	19
	8.1 GEOTEKNIK.....	19
	8.1.1 GRUNDLÄGGNING	19
	8.1.2 STABILITET	20
	8.1.3 LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD)	20
	8.1.4 GRUNDLÄGGNINGSKOSTNADER.....	21
	8.1.5 NÄRHET TILL SPÅROMRÅDE	21
	8.2 BERGGRUNDSGEOLOGI	21
	8.2.1 BERGSTABILITET	21

8.2.2	BEDÖMNING AV FÖRSURNINGSPOTENTIAL	21
8.2.3	ÅTGÄRDSFÖRSLAG.....	22
9	RESTRIKTIONER.....	23

1 ÄNDAMÅL OCH SYFTE

Tyréns har på uppdrag av Södertälje kommun utfört en översiktlig geoteknisk och berggrundgeologisk utredning kring Almnäsberget i Almnäs, sydväst om Södertälje. Undersökningsområdets ungefärliga utbredning markeras med rött i Figur 1.1.

Syftet med den geotekniska utredningen är att utreda markförhållanden inför antagande av en detaljplan genom att översiktligt fastställa de geotekniska förutsättningarna samt ge generella rekommendationer och eventuella restriktioner för vidare projektering av området.

Den geologiska undersökningen har två syften. Dels syftar den till att undersöka bergets försurningspotential för att kunna göra en initial bedömning om platsen lämpar sig för det berguttag som krävs för planerad byggnation. Dels avser den identifiera dominerande sprickriktningar i bergmassan. Dessa kan i senare skede användas som underlag vid bedömning av eventuell risk för stabilitetsproblem och ras i form av oönskat bergutfall i blivande permanenta bergslänter. Den generella geologiska synen avser även identifiera om det i området finns bergblock som kan utgöra en stabilitetsrisk i samband med utökade byggarbeten.

Uppdragsansvarig för Tyréns är Andreas Alpkvist.



Figur 1.1. Översikt ungefärligt utbredning av undersökningsområdet markerat med rött (Google maps).

2 BAKGRUND

2.1 OMRÅDESBESKRIVNING

Undersökningsområdet ligger vid Almnäsberget i Almnäs, Södertälje kommun, som gränsar till Nykvarns kommun. Almnäsområdet har tidigare nyttjats som militärt skjutfält och övningsområde. I dag är Almnäs ett industriområde som planeras sammankopplas med industriområdet västerut i Nykvarns kommun.

Området är ca 80 hektar stort och består till största del av blandskog och våtmarkspartier. Berg i dagen blottas runt om i området och centrerat i området finns Almnäsberget. I området har det bedrivits brytning av granit mellan åren 1896–1925, det har skett i mindre brott spridda över hela södra sidan av Almnäsberget, även söder om järnvägen. Runt stenbrotten finns fyllningsmassor. Omfattningen och utbredningen av dessa stenbrott är för Tyréns okänt.

3 UNDERLAG

- MUR (markteknisk undersökningsrapport) Almnäsberget, Tyréns 2019-11-07.
- SGU:s jordarts-, jorddjups- och berggrundgeologiskarta (www.sgu.se).
- Handbok för hantering av sulfidförande bergarter, Trafikverket, 2015-01-19, ISBN 978-91-7467-713-3.

4 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

De geotekniska undersökningarna utfördes under perioden 11 till 13 juni 2019. De berggrundgeologiska undersökningarna utfördes den 12 juni och 18 september 2019. Utförda undersökningar redovisas i separat handling, Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2019-11-07.

Den geologiska undersökningen består av dels bergprovtagning för sulfidanalys, och dels av bergartskarakterisering och sprickinmätning för att utreda förekommande bergartstyper och huvudsakliga spricksystem. Undersökningarna avser att generellt bedöma potential till sulfidutfällningar från respektive bergart, liksom utreda vilka sprickgrupper som dominerar i bergmassan, vilket kan utgöra underlag till kommande bergstabilitetsanalys för eventuellt blivande bergslänter inom planområdet.

5 MARKFÖRHÅLLANDEN

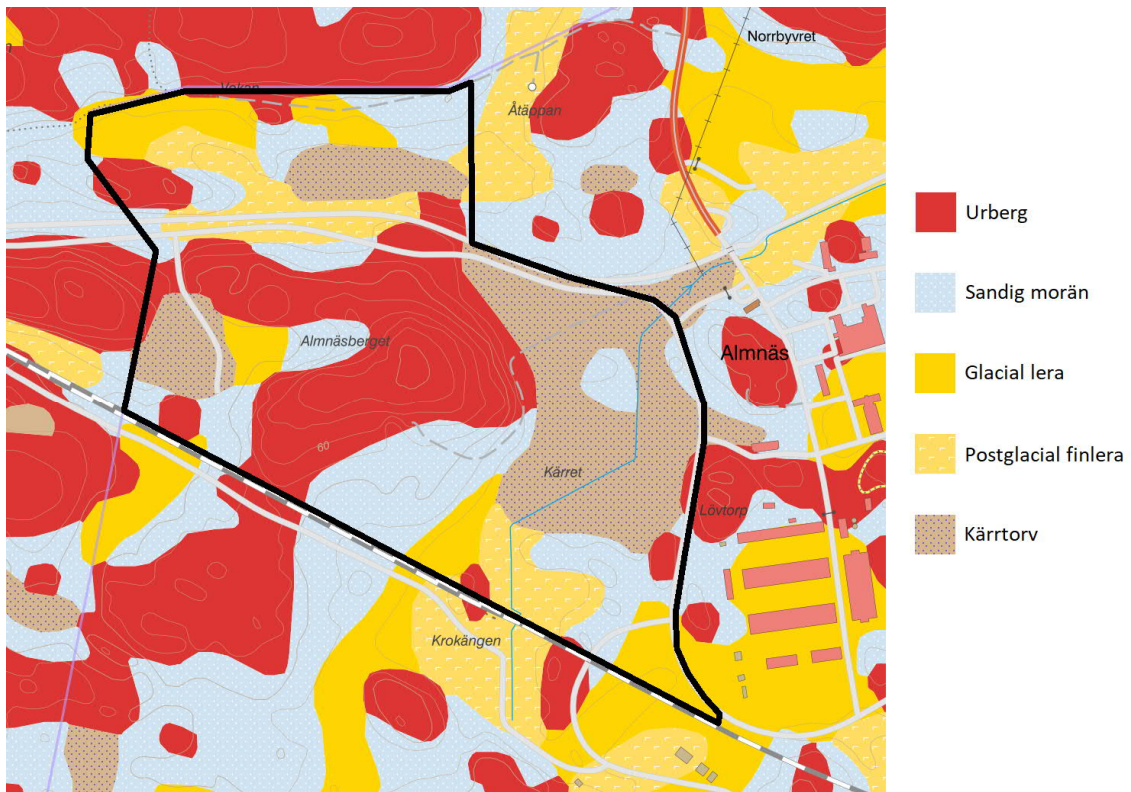
5.1 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

5.1.1 TOPOGRAFI

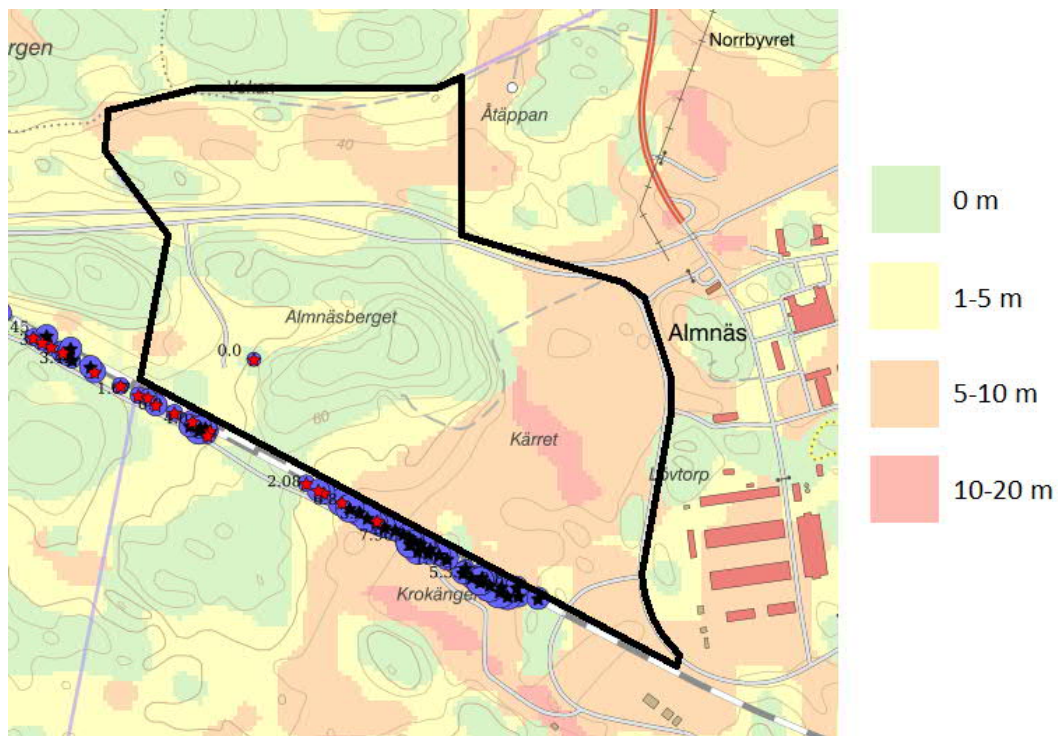
Marknivån vid undersökningspunkterna varierar mellan ca +36 och +59 (RH 2000). Det aktuella området består av Almnäsberget med sin högsta punkt runt +76 (enligt grundkarta tillhandahållen av beställare) och lägre benägen våtmark. Området är kuperat med mindre grusvägar som sträcker sig genom området.

5.1.2 JORDLAGER

Enligt SGU:s jordartskarta består de ytliga jordlagren i området huvudsakligen av urberg, sandig morän, glacial lera, postglacial finlera samt kärrtorv (Figur 5.1) med mäktigheter mellan 0 till 20 m under markytan enligt SGU:s jorddjupskarta (Figur 5.2).



Figur 5.1. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med svart på SGU:s jordartskarta (www.sgu.se).



Figur 5.2. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med svart på SGU:s jorddjupskarta (www.sgu.se).

Jordlagerföljden i området kan efter utförda undersökningar generaliseras enligt följande: Under ett ca 0,2 m tjockt lager av mulljord följer ett tunt lager av silt ned till ca 0,4 till 1,0 m under markytan. Silt övergår till lera som ställvis är siltskiktad/siltig ned till ca 1,5 till 3 m under markytan som följs av sandig morän. Den generella beskrivningen avviker inom vissa delar av området vilket beskrivs vidare nedan för respektive delområde enligt Figur 5.3.

Område A

Jordlagerföljden för område A består av mulljord som överlagrar siltig lera ned till ca 2,2 m under markytan. Leran är humushaltig mellan ca 1,4 till 1,7 m under markytan. Under leran följer lerig sandmorän innan stopp tar vid sten eller block vid ca 4 m under markytan.

Provtagning är utförd i sannolikt en grundare del av området och mäktigare lerdjup och djup till fast lagrad jord förväntas inom området.

Område B

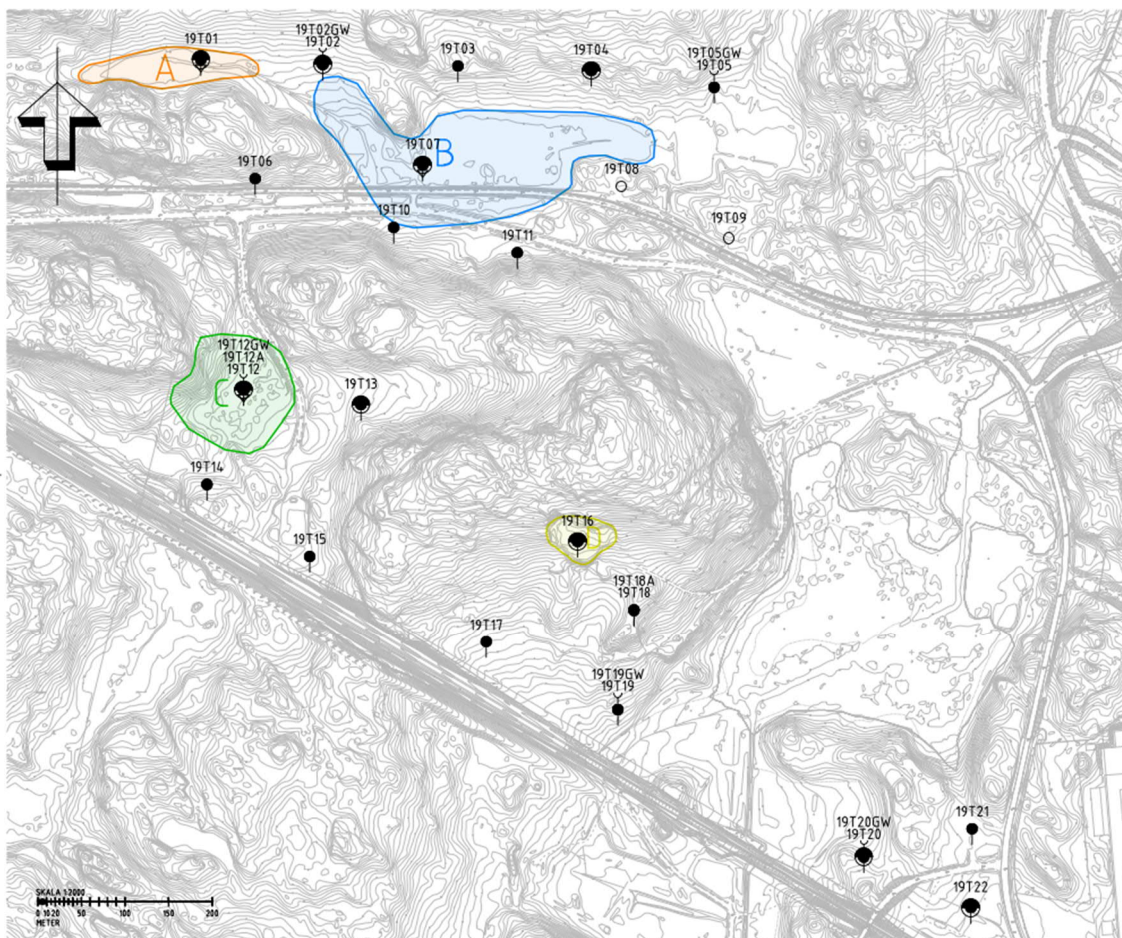
Jordlagerföljden för område B består av lerig gyttja med mycket låg relativ hållfasthet som överlagrar sandig morän.

Område C

Inom området förekommer mellantorv ned till ca 3,6 m under markytan. Torven övergår till högförmulnad torv ned till ca 4,7 m under markytan där den blir gyttjig med djupet. Under torv påträffas gyttjig lera ned till ca 6,3 m under markytan där sondering inte kan nedrivas ytterligare.

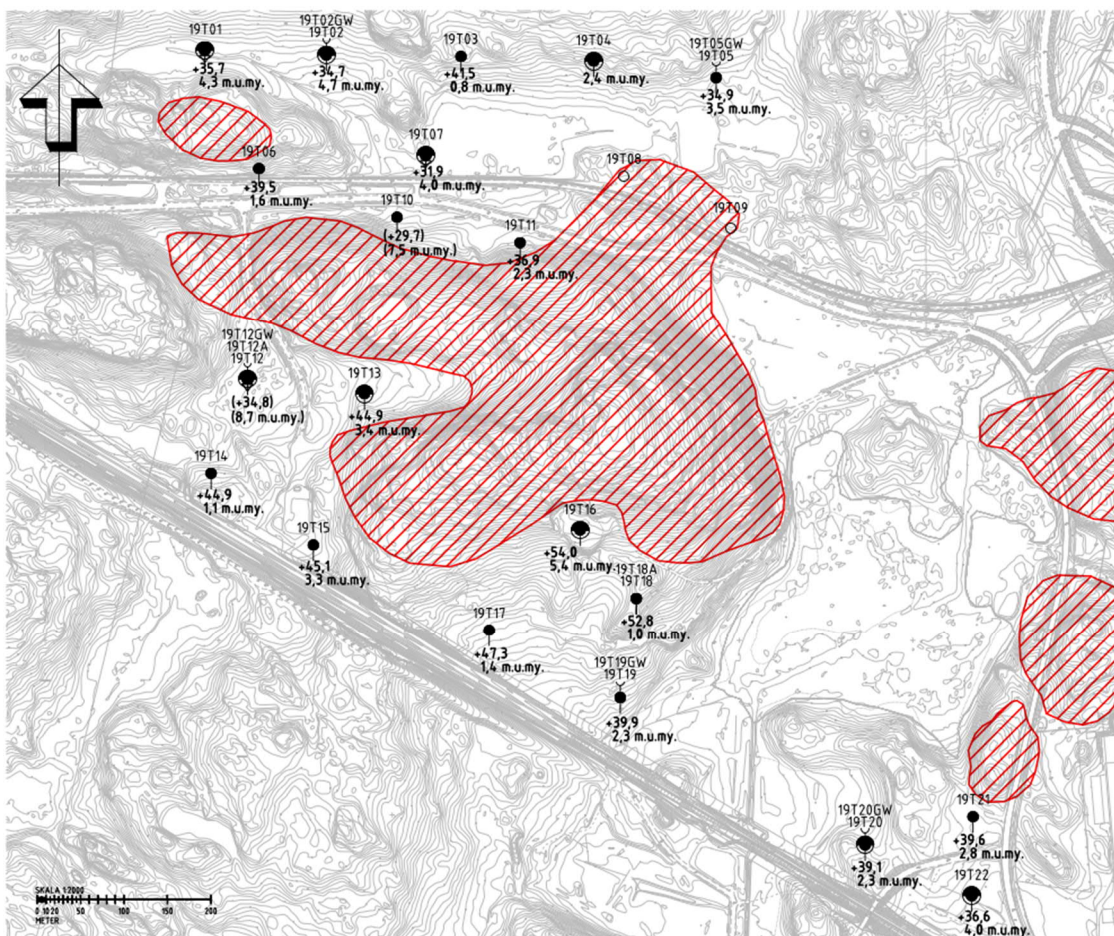
Område D

Inom området har mäktiga lager av fyllning påträffats ned till ca +55 vilket motsvarar ca 4 m under markytan. Fyllningen består av sand, grus, lera, silt, växtdelar och kol där innehållet av respektive jordart varierar genom jordlagerföljden. Hur fyllningen lagts dit och om den packats korrekt är för Tyréns okänt men kan bedömas som en okontrollerad fyllning.



Figur 5.3. Topografisk karta över aktuellt område med utförda borrpunkters placering. Tolkad områdesindelning i jordlagerföljd markerat i respektive färg – orange, blått, grönt och gult. Orange representerar område A, blå för område B, grönt för område C samt gult för område C. Områden är interpolerade med jordartskarta efter utförda undersökningar samt platsbesök och är därför inte exakta gränser.

Tolkat berg i dagen tyds enligt Figur 5.4 efter en översiktlig kartering. Stopp mot block eller berg vid tryck- och slagsondering har erhållits på ett varierat djup i området mellan ca +32 och +54 vilket motsvarar ca 1–5 m under markytan. Dock har större djup påträffats utan att stopp erhållits i punkt 19T10 och 19T12 där sondering avslutats utan att stopp mot fast botten eller berg erhållits.



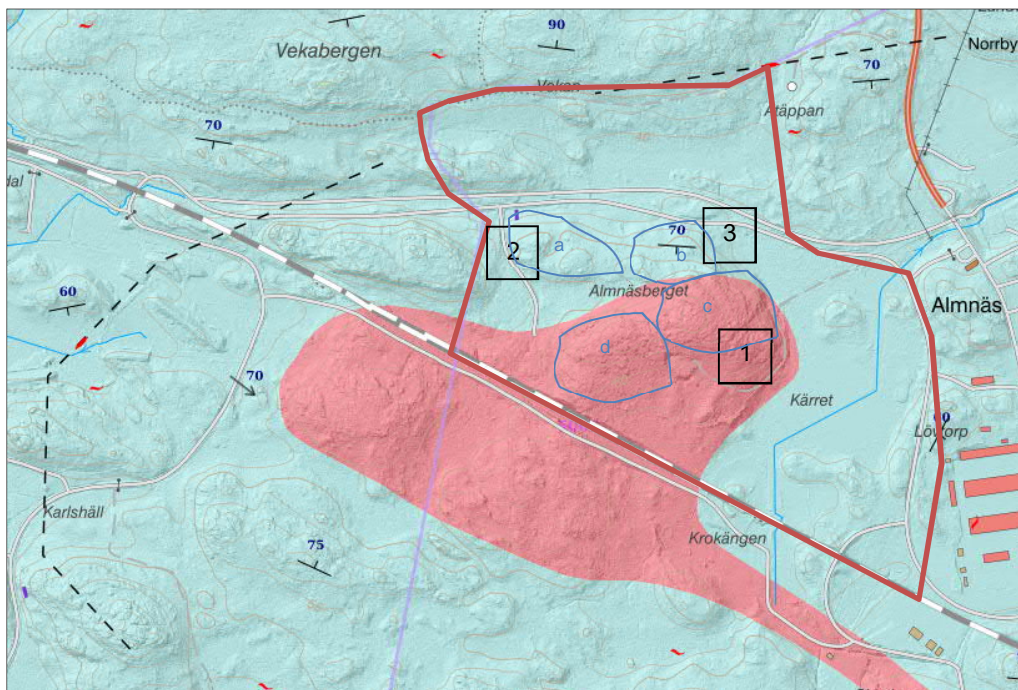
Figur 5.4. Topografisk karta över aktuellt område med utförda borrpunkters placering. Värden för stopp mot sten eller block vid tryck- och slagsondering i nivå och m under markytan markerat i svart under respektive borrpunkt. Värden inom parentes är avslutad sondering på grund av att stänger inte kan neddrivas ytterligare. Tolkad yta för berg i dagen markerat med rödstreckad yta. Områden är interpolerade med jordartskarta efter utförda undersökningar samt översiktlig kartering av berg i dagen och är därför inte exakta gränser.

5.2 BERGGRUNDGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

5.2.1 BERGARTSKARAKTERISERING

Områdets centrala delar karakteriseras i stort av berg i dagen tillhörande Almnäsberget. Enligt SGU:s berggrundsgeologiska karta förekommer två huvudsakliga bergartstyper inom området, se Figur 5.5, vilket överensstämmer med den geologiska kartering som utförts. De högre delarna av själva Almnäsberget domineras av massformig, medelkornig, grå- till rödgrå granit, som ställvis kan vara något metamorft påverkad. I sluttningarna mot den skogsväg som löper i ca öst-västlig riktning på bergets norra sida omges granitkroppen av gnejsiga bergarter från metamorft omvandlade glimmerrika bergartsvarianter, så kallad sedimentgnejs (se blå-grön färgkodning i Figur 5.5). Sedimentgnejsen är ljusgrå- till ljusrosa, slirig med ådergnejsstruktur och tydlig bandning mellan mörka, glimmerrika lager och ljusa lager bestående av övervägande kvarts och fältspater. Basiska bergartsgångar förekommer dessutom i området, dessa basitgångar är finkorniga och mörkgrå till färgen. Basitgångar påträffades i fält på bergets norra sluttningar mot den nord-sydligt orienterade skogsvägen på bergets nordvästra sida, och förekommer sannolikt på fler ställen inom området (se markering för provtagningspunkt 2 i Figur 5.5). Genomförda fältundersökningar och generell karakterisering av bergartsfördelningen inom området, visar sig väl följa de bergartsgränser som SGU kartlagt, vilket redovisas i Figur 5.5.

Vid bergprovtagning för sulfidanalys tillsågs att varje enskild bergart representeras, för vidare beskrivning av insamlade prover hänvisas till MUR Tyréns 2019-11-07.



Figur 5.5. Utklipp ur SGU:s berggrundsgeologiska kartvisare över aktuellt område vid Almåsberget, som ungefärligt inramats med röd linje. Norr är uppåt i bild. Röd respektive blå-grön bakgrundsfärg representerar förekommande bergartstyper, där blå-grön = sedimentgnejs och röd= granit. Streckade linjer representerar strukturella formlinjer i området, där aktuellt område domineras av öst-västliga planstrukturer/sprickor (stupning 070 mot söder). Lokalisering av provtagningspunkter har markerats med 1–3 i karta. Områdesindelning a-d (i blått) representerar områden för sprickinmätning. Den i text påtalade skogsvägen (öst-västlig) på bergets norra sida ligger strax intill provtagningspunkt 3 och den påtalade skogsvägen (nord-sydlig) på berget nordvästra sida ligger strax intill provtagningspunkt 2.

5.2.2 SPRICKSYSTEM

Bergmassan är generellt storblockig och sprickorna följer huvudsakligen de storskaliga strukturella formerna i området. Geologisk sprickkartering av förekommande berg i dagen inom planområdet resulterade i totalt 204 sprickinmätningar fördelat på fyra områden (a-d), vilket åskådliggörs i Figur 5.5.

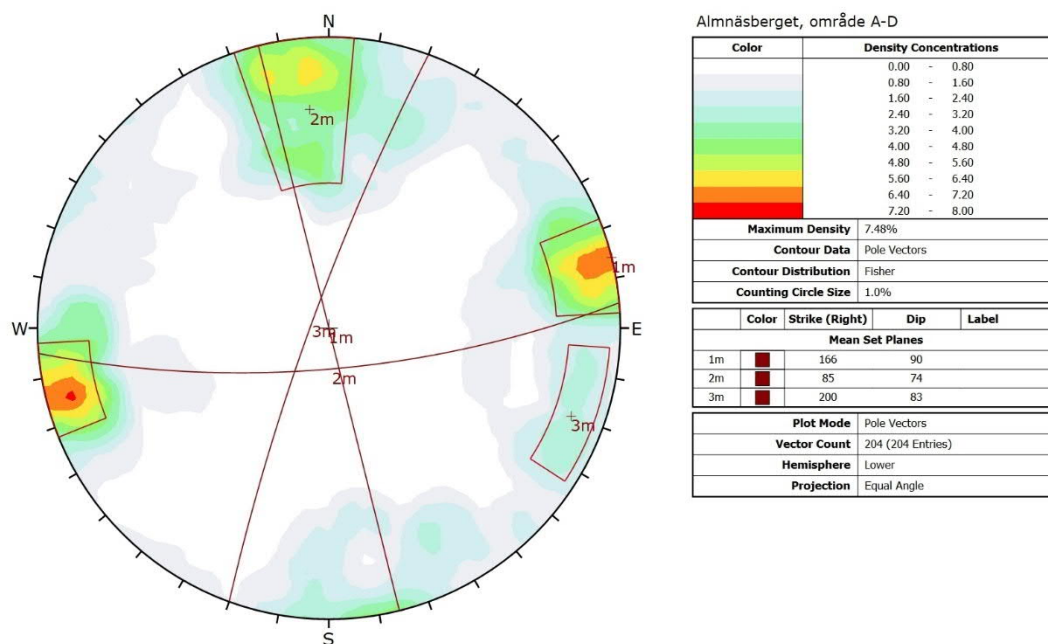
Samtlig insamlad sprickdata har utvärderats i poldensitetsdiagram med hjälp av programvaran Dips 6.0, Rocscience. Poldensitetsdiagrammen tydliggör förekomst av två huvudsakliga sprickgrupper och en underordnad grupp inom området, en i nära öst-västlig riktning (080°) och en sprickgrupp i nära nord-sydlig riktning (170°), samt en i riktning 020, se Tabell 1. I området förekommer även sprickriktningar som ej sammanfaller med de dominerande sprickriktningarna, men de bör vara av underordnad omfattning. Huvudsprickgrupperna är generellt brantstående 80–90°, men det förekommer även en hel del sprickor som är något flackare omkring 60°. Enstaka sprickor med än flackare lutning omkring 30–40° noterades i fält, men dessa bedöms som mindre vanliga inom området. Dock kan det förhålla sig så att flacka sprickor blivit underrepresenterade vid sprickkartering med anledning av topografiska förhållanden och vegetation.

Sprickfördelning inom respektive område a-d resulterar i stort i likvärdiga sprickgrupper som det sammanslagna resultatet (Figur 5.6), men områdesindelningen tydliggör att sprickgrupp 2

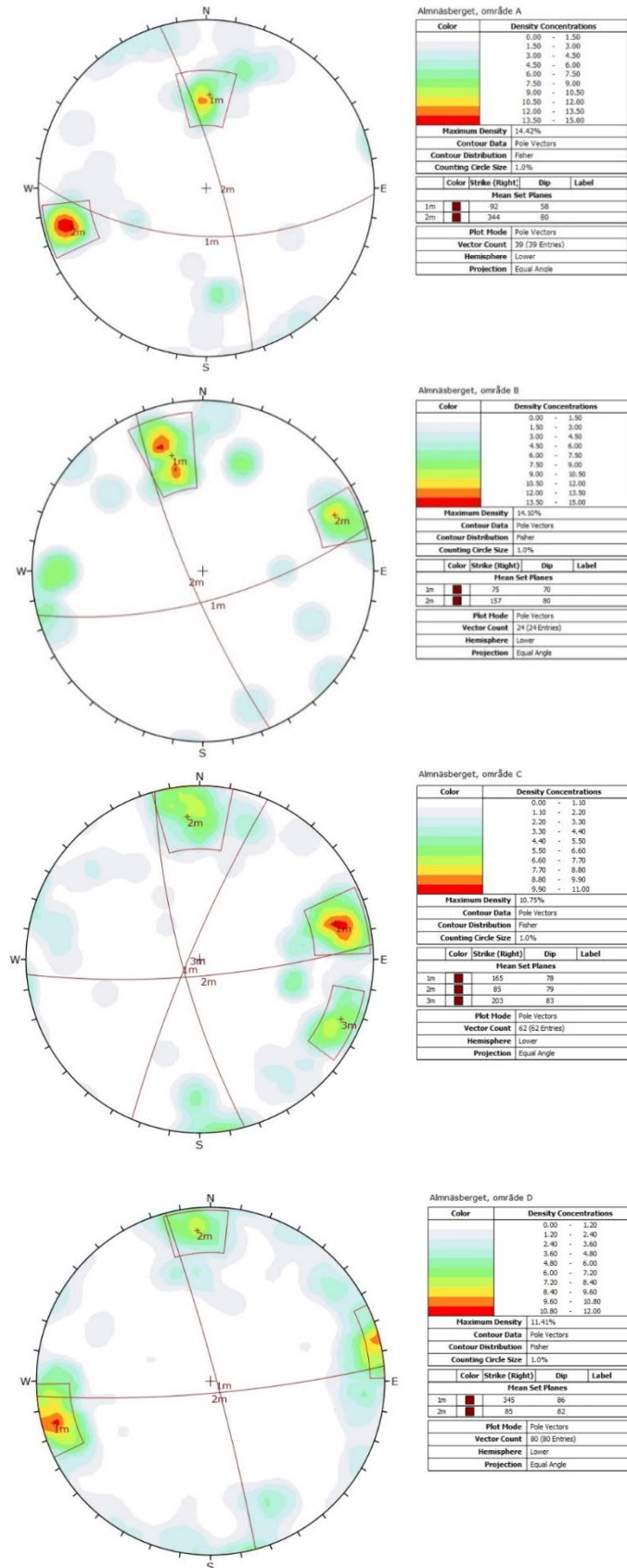
dominerar i område a och b, medan sprickgrupp 1 är vanligare mot söder i område c och d, se poldensitetsdiagram för område a-d i Figur 5.7. Inmätta sprickor i fält överensstämmer med de planstrukturer som dokumenterats av SGU i området, där en övergripande öst-västlig sprickriktning dominerar i området på Almnäsbergets norra sida som vetter mot skogsvägen (område b), jämför noteringar i kartutsnitt från SGU:s kartvisare i Figur 5.5.

Tabell 1. Sammanställning av tolkade sprickgrupper från poldensitetsdiagram, Dips 6.0.

Sprickgrupp	Strykning/stupning (°)
1	166/90
2	85/74
3	200/83



Figur 5.6. Poldensitetsdiagram för samtliga inmätta sprickor i området vid Almnäsberget, där normalen till sprickplanen projicerats, framtaget i programvaran Dips 6.0, Rocscience. Tolkning av poldensitetsdiagrammet ger huvudsakligen två dominerande sprickgrupper med ungefärlig strykning nord-syd och öst-väst (1m och 2m), samt en underordnad grupp i riktning 200 (3m). Inmätta sprickor är generellt brantstående.



Figur 5.7. Poldensitetsdiagram för sprickor inom område a-d, med tolkning av huvudsprickgrupper inom respektive område. Generellt är de tolkade huvudsprickgrupperna i Figur 6.5 återkommande inom område a-d, det som skiljer är däremot vilken av grupperna som dominerar. Sprickorna är överlag brantstående, där lutning omkring 80° dominerar, ett antal sprickor med flackare lutning förekommer ändå.

5.2.3 BERGSTABILITET

Detaljplaneområdet täcks till stor del av blockig morän, som tunnas ut och slutligen försvinner desto mer Almnäsberget reser sig i områdets centrala delar. Berg i dagen är dock ofta uppenbart ytnära där det täcks av morän, i synnerhet i de högre skogsmarkerna. Där berg i dagen förekommer är berget storblockigt uppsprucket. Dessa förhållanden gör det många gånger svårt att skilja block i marken från yttlig berggrund. På marken belägna block har varierande storlekar, där block upp till åtminstone 8 m³ har observerats.

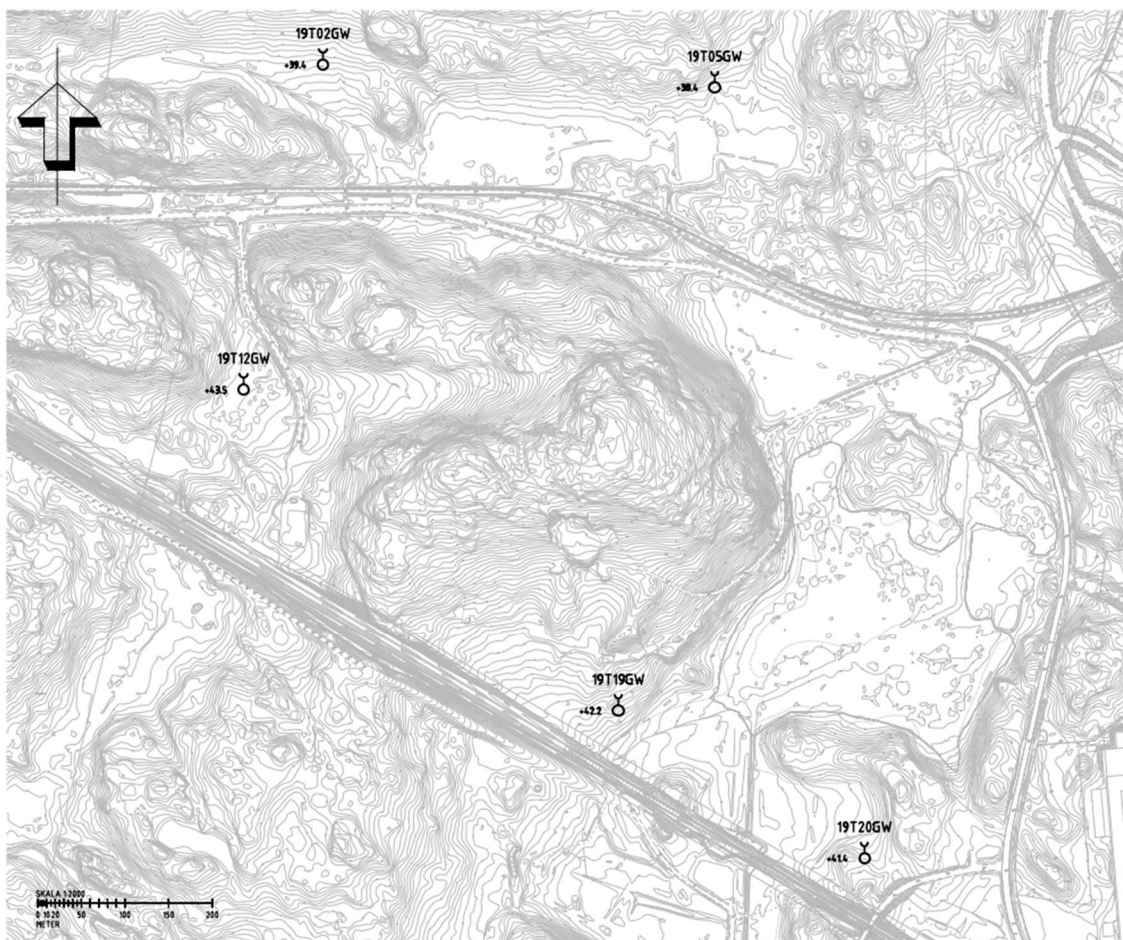
Blocken ligger generellt i naturmark där de ej utgör någon stabilitetsrisk i dagsläget.

Då blockförekomsten är riklig i området bedömdes det orimligt att notera dessa var för sig. Istället har en allmän uppfattning om dess uppträdande skaffats tillsammans med en specifik där så varit nödvändigt.

5.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Vid undersökningen installerades fem grundvattenrör under perioden 11–13 juni 2019. Avläsningar av samtliga grundvattenrör utfördes den 13 juni 2019. Grundvattenrörens placering tyds enligt Figur 5.8, se även MUR, daterad 2019-11-07. Grundvattnets trycknivå låg då vid ca +37 till +42 vilket motsvarar ca 1,1 till 1,4 m under markytan. I det sydligaste grundvattenröret låg grundvattnets trycknivå något lägre, motsvarande ca 2,1 m under markytan, dock inom angivet intervall i nivå. Grundvattenrör 19T19 var vid avläsningstillfället torrt ner till spetsnivå och tolkas ligga lägre än +40,0 vilket motsvarar djupare än 2,1 m under markytan. Avläsning av grundvattnets trycknivå tyds enligt Tabell 2.

Grundvattnet varierar naturligt med årstid, våt väderlek, snösmältning och torra sommarmånader.



Figur 5.8. Topografisk karta över aktuellt område med placering för installerade grundvattenrör.

Tabell 2. Avläsning av grundvattnets trycknivå [m]. 19T19GW var vid avläsningen torrt.

GRUNDVATTENRÖR BENÄMNING	DATUM INSTALLATION	DATUM AVLÄSNING	GRUNDVATTEN TRYCKNIVÅ	DJUP UNDER MARKYTAN
19T02GW	2019-06-13	2019-06-13	+38,0	1,4 m
19T05GW	2019-06-13	2019-06-13	+37,3	1,1 m
19T12GW	2019-06-12	2019-06-13	+42,4	1,1 m
19T19GW	2019-06-12	2019-06-13	< +40,0	> 2,1 m
19T20GW	2019-06-11	2019-06-13	+39,3	2,1 m

6 SAMMANSTÄLLNING AV HÄRLEDDA EGENSKAPER

Utvärdering av utförda CPT-sonderingar har genomförts i programvaran Conrad (framtagen av SGI). Utvärdering från Conrad bifogas i MUR (Markteknisk undersökningsrapport).

För sammanställda värden för odränerad skjuvhållfasthet i de punkter där CPT-sondering utförts hänvisas till MUR, daterad 2019-11-07.

Vid borrhunkt 19T12 och 19T12A förekommer torv ner till ca 5 m under markytan, något som enbart påträffats i denna del av området. Vid borrhunkt 19T07 förekommer lerig gyttja med mycket låg relativ hållfasthet. På grund av dessa lokala områdesskillnader och att CPT-sondering enbart utförts i de punkter där lösare jordlager förekommer kan ej undersökningsområdet generaliseras med hänsyn till dess storlek. Leran som generellt förekommer i området har troligtvis en högre odränerad skjuvhållfasthet.

7 BERGPROVTAGNING GEOKEMI

7.1 EGENSKAPER HOS SULFIDHALTIGT BERG

En bergart klassas som sulfidförande om den innehåller mineral som består av bundet svavel. Svavel är vanligen bundet till en metall som järn, koppar eller zink. Pyrit (FeS_2) är det vanligaste sulfidmineralet i sulfidförande bergarter. Andra sulfidmineral som kan förekomma är bl.a. magnetkis (Fe_{1-x}S), zinkblände (ZnS), kopparkis (CuFeS_2), blyglans (PbS) och arsenikkis (FeAsS) (Trafikverket, 2015).

En viss andel sulfidmineral är vanligt förekommande i de flesta bergarter, men om berget utgörs av en betydande andel sulfidmineral finns risk att ogynnsamma oxidationsprocesser uppstår. Även sulfidmineralens kornstorlek är av betydelse, där liten kornstorlek ger en stor specifik yta för oxidering. En hög andel sulfidmineral i kombination med en stor volym bergschakt kan påverka miljön negativt, då sulfidmineral oxiderar i kontakt med syre och vatten. Vid oxidationsreaktionen frigörs vätejoner som medför att pH sänks, och närliggande recipient mottar då ett surt lakvatten. Vatten kan tillföras bergmassorna via nederbörd eller genom tillrinning av yt- och grundvatten.

Vid bergschakt och upplag av stora volymer schaktmassor ökar arean av exponerad bergyta som accelererar vittring- och erosionsprocesser via kontakt med syre och vatten. Detta möjliggör i sin tur en potentiell frigörelse eller utfällning av metaller i berget genom oxidationsprocesser. En sådan kraftig vittringsprocess leder till en försurningsprocess med sänkt pH i omgivande mark och vattendrag, som i sin tur leder till en accelererad oxidationsprocess då erosionsprocesser och bakterier, som är delaktiga i oxidationsreaktionen, trivs bäst vid lågt pH (Trafikverket, 2015).

När sulfidmineral reagerar med syre och vatten fås en rad olika följd effekter enligt följande (Trafikverket, 2015):

- Sulfidmineralen oxiderar och bidrar därmed till ett sänkt pH
- Oxidationsprocessen av sulfidmineral i berget mobiliserar t.ex. sulfat, järn och aluminium i lakvattnet
- Metaller, sulfat och det sura lakvattnet kan påverka vattenkvaliteten i ytvattenrecipienten negativt och kan orsaka fiskdöd
- Omgivningen kan bli en dålig grogrund för växter
- Korrosion av järn- och betongkonstruktioner kan öka i närheten av sulfidförande bergarter pga lågt pH
- Indirekta effekter är utfällning av järnhydroxid som kan sätta igen dräneringsledningar

Det finns även vittrande mineral som besitter en syraneutraliserande förmåga. Om sådana mineral ingår i bergmassan kan de reagera med de frigjorda vätejonerna och neutralisera utlakningen av metallsalter (Naturvårdsverket, 2002). Mineral med denna egenskap kallas för buffrande mineral, så som exempelvis kalcit (CaCO_3) och dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) och silikatmineral såsom olivin ($(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$). Karbonatmineralerna har olika neutraliseringskapacitet, kalcit har till exempel hög upplösningshastighet medan dolomit och silikatmineraler innebär långsammare processer. Buffrande mineral har således en försurningsmotverkande förmåga och är i sammanhanget gynnsamma. Tillgången till kalcit och andra buffrande mineral i sulfidhaltiga bergmassupplag är alltså en viktig faktor att beakta vid bedömning av framtida risk för metallutlakning (Naturvårdsverket, 2002).

7.2 EGENSKAPER HOS METALLER

I små koncentrationer är vissa metaller nödvändiga för människor, djur och växter, medan för höga eller för låga halter kan skada olika biologiska processer. Genom att ingå i organiska föreningar kan metaller bli fettlösliga och därmed mer biotillgängliga. Metaller vars densitet överstiger 5 g/cm^3 benämns tungmetaller. Många tungmetaller är giftiga eftersom de har förmågan att konkurrera ut och substituera "nyttiga" spårmetaller som ingår i bland annat enzymer. Arsenik, bly, kadmium, kvicksilver och krom är exempel på metaller med hög till mycket hög farlighet.

7.3 BEDÖMNINGSGRUNDER FÖR SYRABILDNINGSPOTENTIAL I BERG

För att bestämma bergmassans syrabildningspotential analyseras svavelhalten i bergprover på laboratorium. En översiktlig bedömning kan även göras utifrån förekommande mängd sulfidmineral i bergprover, där man tidigare använt sig av den empiriska regeln innebärande att allt svavel i den svenska berggrunden kan antas utgöra sulfidmineral (i detta fall främst mineralet pyrit). Detta innebär i praktiken att 0,3 volymprocent pyrit motsvarar en svavelhalt på 0,3 viktsprocent (3000 ppm) i bergmaterialet.

De från Trafikverket tillhandahållna riktvärden enligt Tabell 3 används idag för att bedöma försurningspotential utifrån analyserade svavelhalter i bergmassan. Om svavelanalysen visar på någon av kategorierna: något förhöjd halt (500–1000 ppm), förhöjd halt (1000–5000 ppm) eller hög halt (>5000 ppm), rekommenderar Trafikverket att statistiska laktester utförs för att fastställa den faktiska miljöpåverkan.

Tabell 3. Bedömningsmall av försurningspotential med riktvärden för svavelhalt per kg bergkross (Trafikverket, 2015).

<u>Halt</u>	<u>mg/kg TS (ppm)</u>	<u>Typbergart</u>
Mycket låg halt	<100	t ex - Bohusgraniten
Låg halt	100-500	ofta förekommande i västsvenska gnejser
Något förhöjd halt	500-1000	vanligt i samlingsprov på gnejser tillhörande Stora Le Marstrand
Förhöjd halt	1000-5000	vanligt i prov på gnejser med mörka inslag tillhörande Stora Le Marstrand
Hög halt	>5000	t ex okulärt sulfidförande basiska bergartsinslag

7.4 RESULTAT LABORATORIEANALYSER BERGPROVER

Bergprovtagning för kemisk analys av total svavelhalt genomfördes i tre representativa delar av området (ALM-1, ALM-2 och ALM-3, vilka noteras som 1, 2 och 3 i Figur 5.5), se även MUR daterad 2019-11-07 för provlokalisering. Prov ALM-2 delades upp i a respektive b för att särskilja de två ingående bergartstyperna, och om möjligt utreda deras eventuellt olika svavelhalt. Mellan 8–17 kg bergstuffer insamlades för varje enskilt prov för att få god representativitet. I huvudsak har löst sittande block tillhörande huvudberget samlats in, och dessa stuffer har verifierats att de bergartsmässigt överensstämmer med bergmassan för det specifika området.

Analysresultat av total svavelhalt i bergprover från området vid Almnäsberget ger värden som varierar mellan 0,01 och 0,26 % svavel, vilket motsvarar 100–2600 mg/Kg (ppm). Prov ALM-3 och även ALM-2a avviker markant från övriga prover, där halten är mångfaldigt högre. Detta återspeglas i samlingsprovet som ger ett värde på 900 ppm, motsvarande något förhöjd halt enligt TRV:s sulfidhandbok (se Tabell 4). För geologisk beskrivning av analyserade bergprover hänvisas till MUR daterad 2019-11-07. Analyscertifikat från ALS, inklusive använda standarder, redovisas i MUR daterad 2019-11-07.

Tabell 4. Analysresultat av total svavelhalt vid Almnäsberget, Södertälje, ALS Piteå.

Provnummer	Bergart	Mottagen vikt (kg)	S-IR08 (S, %)	mg/Kg (ppm)	Kategori enligt TRV handbok sulfider
ALM-1	Ljusgrå, fin-medelkornig granit	15.47	0.01	100	Låg halt
ALM-2a	Mörkgrå, finkornig basit	8.70	0.08	800	Något förhöjd halt
ALM-2b	Ljusgrå-rosa, grovkornig sedimentgnejs	7.53	0.02	200	Låg halt
ALM-3	Ljusgrå-rosa, sedimentgnejs. Mörkgrå basit	16.86	0.26	2600	Förhöjd halt
ALM-Composite			0.09	900	Något förhöjd halt

8 REKOMMENDATIONER

8.1 GEOTEKNIK

På grund av områdets storlek och de skillnader i jordlagerföljd som påträffats, har specifika områden pekats ut enligt figur 6.3. Dessa områden kommer att förklaras skilt under respektive fall där skillnaderna har en betydande roll.

8.1.1 GRUNDLÄGGNING

Grundläggning kan utföras enligt beskrivning nedan med undantag för områdena A, B, C och D (Figur 5.3) som förklaras vidare under respektive område.

Grundläggning inom planområdet kan sannolikt ske med plintar ner till fast lagrad friktionsjord eller plansprängt berg. Lera förekommer ovan fast lagrad friktionsjord där grundläggning ovan lera kan medföra mindre sättningar. Grundläggning skall utföras frostskyddat då leran ställvis innehåller silt.

För dimensionerande värden och sättningsintervall inför byggnation krävs objektspecifika geotekniska undersökningar.

Vid byggnation ska schaktbotten tillses vara fri från befintliga fyllningsmassor, organiskt material samt hållas is och tjälfri. Schaktbotten ska besiktigas av geoteknisk sakkunnig person innan ny fyllning tillförs.

Område A

Inom området förekommer lera där risk för sättningar förekommer. Mäktigare lager förväntas inom området. Vid grundläggning kan förbelastning under ett antal månader vara ett alternativ, dock bör objektspecifika geotekniska undersökningar genomföras vid större laster och där sättningar ej är accepterade inom området.

Område B

I området förekommer lerig gyttja med mycket låg relativ hållfasthet som överlagrar sandig morän. Grundläggning inom området kommer sannolikt behöva utföras med pålar vilket medför en större kostnad jämförelsevis mot enklare grundläggning med platta på mark eller plintar till fast lagrad jord.

Stopp mot sten eller block med trycksondering har skett vid ca 4 m under markytan.

Område C

Inom området förekommer torv ned till ca 5 m under markytan där den blir gyttjig med djupet och övergår till gyttjig lera ned till drygt ca 6 m under markytan där sondering inte kan nedrivas ytterligare. Grundläggning kommer sannolikt utföras med pålar där förekommande torv schaktas ur ned till grundvattennivån vid ca 1 m under markytan. Förbelastning kan vara aktuellt för anläggningsytor.

Vid byggnation inom området skall objektspecifika undersökningar utföras för att lokalisera utbredning och parameter för jorden då förekommande jord är sättningkänslig där det föreligger en stabilitetsrisk vid schaktarbeten.

Område D

Inom området har mäktiga lager av fyllning påträffats ned till ca +55 vilket motsvarar ca 4 m under markytan. Fyllningen består av sand, grus, lera, silt, växtdelar och kol där innehållet av respektive jordart varierar genom jordlagerföljden. Hur fyllningen lagts dit och om den packats korrekt är för Tyréns okänt men kan bedömas som en okontrollerad fyllning. Fyllningen bör vid byggnation schaktas ur, ersättas och packas med ny kontrollerad fyllning enligt AMA Anläggning då den okontrollerade fyllningen ej kan beräknas eller dimensioneras.

Stopp mot sten eller block med slagsondering har skett vid ca 5 m under markytan.

8.1.2 STABILITET

Marknivån mellan undersökningspunkterna varierar mellan ca +36 och +59 (RH2000). Området är kuperat där större branter förekommer vid uppstickande berg i dagen. Där finare jordarter förekommer, dvs. potentiell risk för skredproblematik, är det generellt flackare landskap. Det bedöms därför inte finnas några generella stabilitetsrisker inom området. Däremot finns risk för lokala stabilitetsproblem vid större uppfyllnader inom områden med torv och lös lera inom delområde A, B och C. Med detta i beaktande bedöms området ej utgöra någon stabilitetsrisk avseende jord med dagens marknivåer, dock skall objektspecifika geotekniska undersökningar genomföras när planerade konstruktioner och nivåer är kända för att avgöra om en stabilitetutredning är nödvändig för platser där marknivån ändras.

Lokal stabilitet i schakter ska beaktas och utföras enligt publikationen Schakta säkert.

8.1.3 LOKALT OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN (LOD)

Inom detaljplaneområdet är förutsättningarna för naturlig infiltration begränsad på grund av förekomst av lera, gyttja och torv. Omhändertagande av dagvatten rekommenderas utföras med hjälp av dikning till ett fördröjningsmagasin. Enligt uppgift från beställaren planeras en damm anläggas öster om Almnäsberget gränsande till de befintliga grusvägarna som finns i området. Dammen kan med fördel användas som fördröjningsmagasin av dagvatten.

Stora delar av området har tidigare varit våtmark. I dagens läge återfinns enbart mindre ytor våtmark samt enstaka diken. Omhändertagandet av dagvatten kan i dag troligtvis ske enklare då

jorden kan vara omättad. Vid större skyfall och generellt större ytor våtmark kan omhändertagandet försvåras.

8.1.4 GRUNDLÄGGNINGSKOSTNADER

Generellt är det alltid billigare att grundlägga på fast mark och försöka minimera behovet av schakt eller fyllning. Allt behov av jord-, bergschakt, fyllning eller grundförstärkning ökar snabbt kostnaderna. Vid lösa jordar upp till ca 2-3 m är plintar ofta en kostnadseffektiv grundläggningsmetod. Vid större mäktigheter av lös jord är pålning mer ekonomiskt. En mycket generell uppskattning är att en pålgrundläggning är 2-3 gånger dyrare jämfört med en platta på mark, beroende på typ av byggnad, laster, jorddjup osv.

8.1.5 NÄRHET TILL SPÅROMRÅDE

Omedelbart utanför områdets södra del passerar Svealandsbanan, delen Södertälje syd – Nykvarn. Vibrationer som uppkommer av tågtrafiken bedöms inte påverka jorden inom planområdet med aktuella marknivåer.

I detaljplanen ska beställaren i samråd med Trafikverket fastställa ett lämpligt avstånd från spårmit in till aktuellt planområde som lämnas byggnadsfritt så att Trafikverkets krav om fritt utrymme kan tillgodoses.

Innan byggnation utförs inom järnvägens närhet ska en riskanalys och kontrollprogram upprättas för att säkerställa att vibrationer under byggnadstiden för exploateringen ej påverkar järnvägen negativt. Kontrollprogrammet skall klargöra ett accepterat avstånd för byggnadsarbeten till spårmit och/eller eventuella restriktioner som krävs.

8.2 BERGGRUNDSGEOLOGI

8.2.1 BERGSTABILITET

Bergmassan är storblockig och karakteriseras av två huvudsakliga sprickriktningar, ca nord-syd och öst-väst. Eftersom en sprängplan med riktning på preliminärt blivande bergslanter i området ej är framtaget i dagsläget kan en bedömning av dess relation till förekommande spricksystem ej göras.

För kommande projektering är det värt att notera att bergschakt och skapande av bergslanter i riktning med huvudsprickgrupper kan medföra att släntparalla sprickplan mobiliseras av migrerande spränggaser och kan således i vissa fall ge ett mer omfattande utfall än vad som avsetts. Beroende på läget för schaktgräns kan det därför vara aktuellt att förstärka berget. Det är dock något som behöver utredas vidare när schaktplan utformats och berget avtäckts. De överlag brantstående spricksystemen är i sammanhanget däremot gynnsamt eftersom det begränsar storleken på eventuella bergutfall inåt slänten.

Utifrån det preliminära underlag som finns i dagsläget bedöms risken för omfattande bergutfall och ras i slänten inte vara överhängande. Bergmassan är av generell god kvalitet, bestående av kompetent berg där större sprickzoner eller svaghetszoner inte har noterats i området, vilket annars skulle kunna förorsaka stabilitetsproblem. Spricksystemens relation till blivande skärningar behöver kontrolleras och analyseras i senare skede när schaktplaner framtagits.

Slutgiltiga bergslanter behöver kontrolleras och synas av bergsakkunnig för att besluta om permanenta förstärkningsåtgärder som avser säkerställa bergslanternas långsiktiga stabilitet.

Inga block som i dagsläget utgör någon fallrisk har identifierats vare sig på mark eller i berg. Vid all schaktning i jord måste försiktighet vidtagas då mark och jord är blockrik och stabilitetssituationen vid schaktplatsen snabbt kan förändras då massor tas bort.

Vid eventuella bergschaktningsarbeten/sprängning ska bergsakkunnig anlitas för att utreda och besiktiga bergstabiliteten i förhållande till den schakt- och sprängplan som upprättas.

8.2.2 BEDÖMNING AV FÖRSURNINGSPOTENTIAL

En viss variation av bergartstyper förekommer i området, vilket återspeglas i de varierande analysresultaten för total svavelhalt. Enligt Trafikverkets normer (Trafikverket, 2015) kategoriseras de erhållna analysresultaten som "låg halt" (100–500 ppm), "något förhöjd halt"

(500–1000 ppm), respektive "förhöjd halt" (1000–5000 ppm). Samlingsprovet ger ett svavelvärde av "något förhöjd halt", se Tabell 4.

Granitkroppen i området (ALM-1) och i även i viss utsträckning sedimentgnejsen (ALM-2b), har en låg svavelhalt (100–500 ppm). Den finkorniga mörka basiten (ALM-2a) visar däremot på något förhöjda värden (500–1000 ppm) och det prov som består av en blandning basit och sedimentgnejs har ett än högre värde på 2600 ppm (ALM-3), motsvarande "förhöjd halt" (1000–5000 ppm). Det är sannolikt så att ALM-3 har fångat en kraftig lokal variation i området med avseende på svavelhalt, vilket inte heller skulle vara ovanligt ur ett geologiskt perspektiv.

Enligt erhållna analysresultat noteras att det kan finnas en korrelation mellan bergartstyp och registrerade svavelhaltvärden. Både granit och sedimentgnejsen påvisar låga svavelhaltvärden, medan högre halter registreras i den mörka basiten. De dominerande bergarterna i området är sedimentgnejs och granit (se Figur 5.5), där de högre delarna av själva Almnäsberget främst utgörs av granit, medan basit utgör en mindre andel och främst kan antas förekomma i gångar. Mot bakgrund av områdets bergartsfördelning, är det sannolikt att basit blivit överrepresenterad i utförda undersökningar, och således bidragit till att värdet för samlingsprovet är något högre än vad det annars skulle ha varit om fler provtagningar utförts, eftersom granit och sedimentgnejs påvisar låga värden. Konservativt kan samlingsprovet med "något förhöjd" svavelhaltvärde ändå anses som förhållandevis representativt för området. Det höga värdet i ALM-3 bedöms däremot representera en lokal variation.

Notera att utförda undersökningar bygger på ytliga stickprov, vilket innebär att det inte kan uteslutas att förhöjd eller hög svavelhalt kan förekomma lokalt i berget både i ytan och på djupare nivå.

8.2.3 ÅTGÄRDSFÖRSLAG

Invägt områdets bergartsfördelning, där bergarter med analyserad låg svavelhalt dominerar i området, såväl som den ytliga och begränsade provtagning som utförts, bedöms risken för omfattande problem med sulfidutfällning och försurning i området som liten. Dessutom har omgivningens motståndskraft till påverkan av sådana processer, dvs buffringspotential, stor betydelse för eventuell områdespåverkan. I det avseendet skulle det behöva utredas vidare hur angränsande övergödda sjöar och planerade anläggningar för dagvattenhantering i området kan minimera eventuell påverkan.

De förhöjda svavelhaltvärden som noterats förekommer snarare i underordnade och avgränsade bergartstyper än i huvudbergarterna. Utökad undersökningsprogram vidtas förslagsvis i projekteringsskedet för att, om möjligt, kunna specificera omfattning och utbredning. Detta kan med fördel följas upp under byggskedet för att minimera eventuell inverkan, och för att möjligen undvika riskområden i bergmassan. Eventuella åtgärdsförslag berör främst hantering och efteranvändning av lossgjorda bergmassor.

Tyréns bedömer att registrerade svavelhaltvärden inte utgör ett hinder för den exploatering som planeras i området. Rekommendationen är att en uppföljning och bevakning sker i byggskedet för att kontrollera eventuellt uppkomna avvikelser.

Uppföljning under byggskedet innefattar:

- Okulär besiktning av bergsakkunnig vid sprängning för berguttag, såväl som kontinuerlig bevakning.
- Provtagning av svavelhalt på intakt berg vid bergschakt, där ytterligare analys av försurningsförmåga (statiska tester) bör utföras om förhöjda halter registreras.
- Lokal uppsamling av lakvatten i dammar för att vid behov möjliggöra behandling innan vattnet leds vidare.

9 RESTRIKTIONER

Planområdet har goda förutsättningar för exploatering ur geoteknisk synpunkt. Ras- och skredrisk föreligger ej inom området med dagens marknivåer. Dock skall område C (Figur 5.3) utredas vidare innan uppfyllnader och grundläggning utförs då jorden i området är sättningSkänslig och kan ge upphov till skred och ras vid schakt eller uppfyllnad.

Ändras marknivån inom planområdet markant där större marklutning uppkommer skall objektspecifika undersökningar genomföras innan byggnation.

För byggnation i närhet till spårområdet skall en riskanalys och kontrollprogram innan byggnation utförs för att säkerställa att skadliga vibrationer ej uppstår vid exploatering samt klargöra accepterat avstånd för byggnation i förhållande till spårområdet.

Vid bergschaktningsarbeten ska bergsakkunnig anlitas för att utreda och besiktiga bergstabiliteten i förhållande till den schakt- och sprängplan som upprättas. Avseende svavelhaltigt berg ska en uppföljning och bevakning ske i byggskedet för att kontrollera eventuellt uppkomna avvikelser och besluta om potentiella åtgärder enligt åtgärdsförslag under kapitel 8.2.3.