



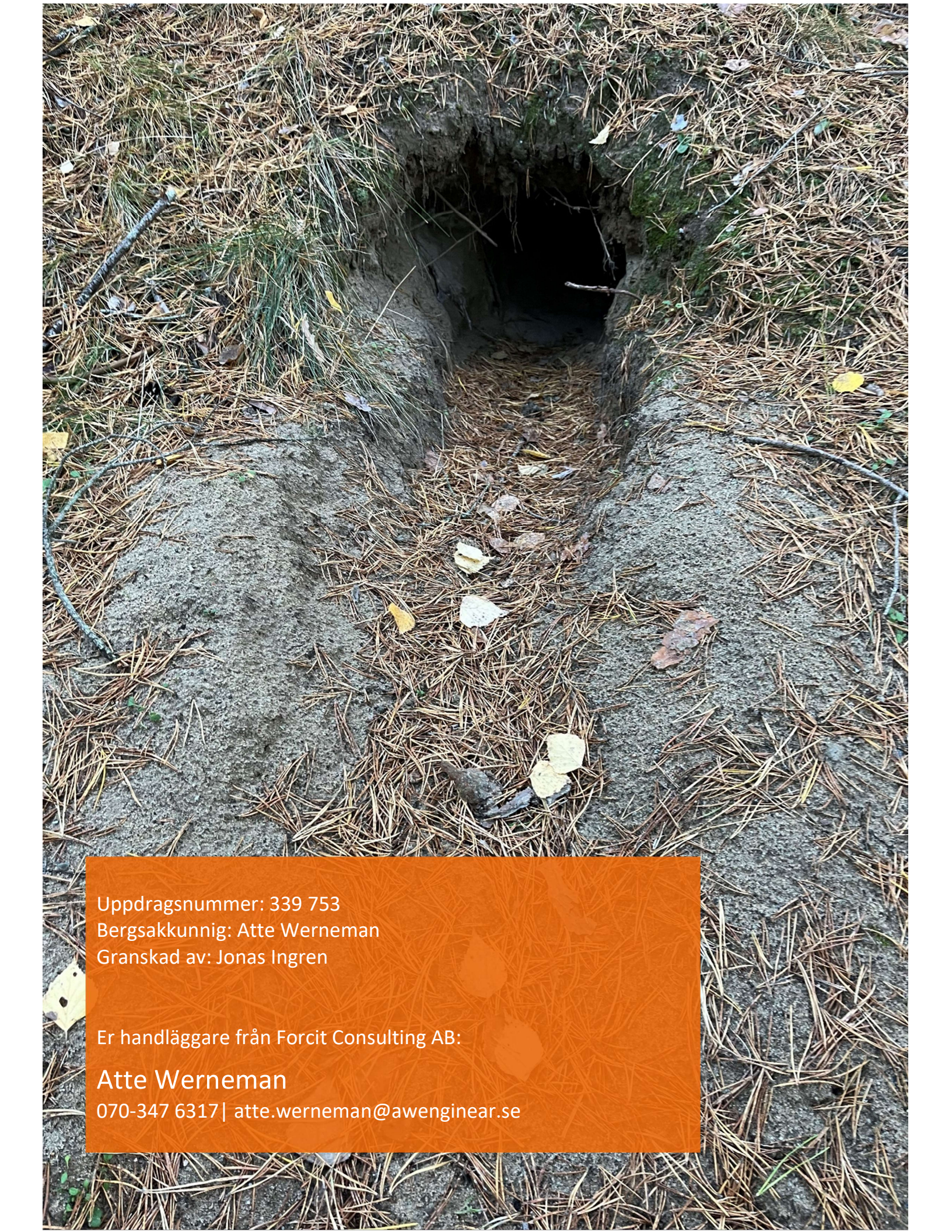
FORCIT
CONSULTING

PM Bergteknik

innehållandes frågor gällande berg vid ny detaljplan

Södertälje Kommun – Karleby 2:9 m.fl. (Igelstaverket)

Upprättad: 2022-11-15



Uppdragsnummer: 339 753
Bergsakkunnig: Atte Werneman
Granskad av: Jonas Ingren

Er handläggare från Forcit Consulting AB:

Atte Werneman
070-347 6317 | atte.werneman@awenginear.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	ALLMÄNT OM UPPDRAGET	1
1.1	BAKGRUND	2
1.2	SYFTE	2
2	UNDERLAG	3
3	FRÅGESTÄLLNINGAR GÄLLANDE BERG	3
4	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	4
5	BERGMEKANISK DIMENSIONERING	5
5.1	KARTERING AV BERGSSLÄNTER	5
5.1.1	Bergkvalitet – Område 1	5
5.1.2	Bergförstärkning	8
5.1.3	Vatten och is	8
5.1.4	Vegetation och lösa massor	8
5.1.5	Höjd	9
5.1.6	Avstånd till körbana	9
5.1.7	Dikeseffekt	10
5.1.8	Bergkvalitet Ingelstaverket – Östra väggen	11
6	BERGMEKANISKA BROTTSFALL I BERGSSLÄNTER	14
6.1	PLANT BROTT	14
6.2	KILBROTT	15
6.3	ÖVERSTJÄLPNING	15
6.4	CIRKULÄRT SKJUVBROTT	16
6.5	TRAPPSTEGSBROTT	16
7	BERGSSLÄNTER	17
7.1	NUVARANDE BERGSSLÄNTER	17
7.2	FRAMTIDA BERGSSLÄNTER	19
7.3	ALLMÄNT – BERGUTTAG GENOM SPRÄNGNING	19
7.3.1	Försiktig sprängning:	20
7.3.2	Skonsam sprängning:	20
8	SULFIDBERG	21
8.1	KORT OM SULFIDBERG	21
8.2	FÖREKOMST AV SULFIDBERG	21
8.3	BEHOV AV KONTROLL	21
9	RESTRIKTIONER OCH PLANBESTÄMMELSER	22
9.1	UNDERMARKSANLÄGGNINGAR	22
9.2	NÄRLIGGANDE ANLÄGGNINGAR - ASTRA ZENECAS	22
9.3	KRAFTLEDNINGAR	22
9.4	STÄLLVERK	22
9.5	FÖRSLAG PÅ FÖRSTÄRKNINGSÅTGÄRDER	23
10	FÖRSLAG PÅ FÖRSTÄRKNINGSÅTGÄRDER	23
10.1	BERGFÖRSTÄRKNING	23

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

10.2	GABIONMUR	24
11	SAMMANFATTNING	25

1 ALLMÄNT OM UPPDRAGET

I Södertälje kommun pågår ett arbete med en ny detaljplan för Karleby 2:9 m.fl. (Igelstaverket). Igelstaverket består av ett värmeverk, kraftvärmeverk och Igelstahamnen.

Forcit Consulting AB har genom Breccia fått i uppdrag att utreda frågor gällande berg i område 1 söder om Igelstaverket.



Bild 1: Område 1

Område 1 är ca 5–6 ha i area och består framför allt av skogsmark, vägar samt ett par villor i mot SV som ägs av Södertälje Energi och är för närvarande obebodda.



1.1 Bakgrund

Utgångspunkten för delområde 1 är att det ska användas som verksamhetsmark för Söderenergi, men det finns i dagsläget inga placeringar av byggnader eller byggnadsverk färdigt, ytan är för kommande behov för verksamheten.

Trolig markanvändning i detaljplanen för delområde 1 är tekniska anläggningar och industri.

En möjlighet är att massorna inom område 1 kan komma att användas för att bygga ut en ny hamn i anslutning till område 1 i Igelstaviken.

Området kan delas in i bebyggelse, strand med kustväg, slänt mot väg, ny etableringsyta och blandskog. Bebyggelsen, som är från 50-talet eller äldre och är inte längre bebodda.



Bild 2–4: Bebyggelse i södra delen av område 1

1.2 Syfte

Uppdraget syftar att ta fram en översiktlig geoteknisk utredning som ska utgöra underlag för detaljplanen, för att kommunen ska kunna bedöma om marken är lämplig att bebygga med hänsyn till människors hälsa och säkerhet, jord-, berg- och vattenförhållanden, översvämning och erosion enligt 2 kap § 5 PBL.



2 UNDERLAG

Följande underlag har legat till grund för rapporten:

- Uppdragsbeskrivning geoteknik – Igelstaverket
- SGU rapport - Stockholmsområdets berggrund, jordarter, geologiska utveckling och erfarenheter från infrastrukturprojekt 2018
- Platsbesök 2022-10-19 – Område 1 – söder Igelstaverket mot Hall
- Platsbesök Igelstaverket 2022-10-19 Bernth Olsson, Söderenergi AB visade runt och berättade om senaste projekten, bl.a. nya timmerplanen.

3 FRÅGESTÄLLNINGAR GÄLLANDE BERG

En bergteknisk syn genomfördes, med avseende på släntstabilitet och risk för framtida utfall från bergslänten.

- Stabilitetskontroll och risk för blockutfall
- Sprickkartering
 - Sprickzoner
 - Sprickintensitet
 - Sprickor att ta hänsyn till
- Sulfid: Sulfidinhåll samt bakgrundshalt
- Eventuella restriktioner p.g.a. befintliga anläggningar, fornminnen eller dylikt.

Fältbesöket utfördes 2022-10-19 för att inhämta information om det geologiska och bergstekniska förutsättningarna i område 1 och utröna om det finns något inom område 1 som kan medföra eventuella restriktioner och planbestämmelser som behöver föras in i detaljplanen.

Närvarande var från Forcit Consulting AB var Lars Åström och Atte Werneman. Vid synen inne på Igelstaverket ledsagades Atte Werneman av Bernth Olsson.



4 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Område 1 är belägen söder om Igelstaverket och öster om Igelstaviken. Berggrunden består, enligt SGU's berggrundskarta, Svekokarelska orogenen, metamorf intrusiv- och ytbergart 1,92–1,87 miljarder år. En bergart med mörkgrå, väl hopläkt och lager av sorterade, kantiga korn av kvarts och fältspat jämte lager av en glimmersammansättning.



Svekokarelska orogenen, metamorf intrusiv- och ytbergart 1,92–1,87 miljarder år

Bild 5: Bergarter med ådergnejsstruktur i området (SGU).



5 BERGMEKANISK DIMENSIONERING

Bergmassans byggbarhet baseras framför allt på de exponerade bergpartier invid eller längsmed Nynäsvägen samt de bergsslänter som finns exponerade innanför grindarna till Igelstaverket. Klassningen kan betraktas som grov, då endast ett fåtal korta bergsslänter i område 1 fanns att kartera.

5.1 Kartering av bergsslänter

Berggrunden i område 1 har varit utsatt för både plastisk och spröd deformation. Den plastiska deformationen har resulterat i en penetrativ (genomträngande) foliation, gnejsighet eller veckning av bergarterna. Den spröda deformationen har resulterat i sprickor och förkastningar.

En bergartsgrupp med betydande utbredning inom kartområdet utgörs av magmatiska bergarter som för ca 1 900 miljoner år sedan intruderade de ytligt bildade sedimentära bergarterna. Dessa intrusioner skedde i ett tidigt skede av en bergskedjebildning kallad den Svekokarelska orogenesen. Bergartsgruppen domineras av grå till rödgrå graniter, granodioriter och tonaliter. De är huvudsakligen något gnejsiga eller folierade med kvarts- och fältspatkornen parallellorienterade och i varierande grad rekristalliserade. Ådergnejsbildning och migmatisering är vanlig. De tidiga Svekokarelska intrusivbergarterna uppträder förutom i stora sammanhängande områden även som tunna partier (1–100 m) i sedimentgnejserna.

5.1.1 Bergkvalitet – Område 1

Bergkvaliteten har bedömts genom okulärbesiktning och selektiv bomknackning. Bergmassans egenskaper, orientering av sprickplan och hur de korsar varandra, sprickyntans egenskaper samt den resulterande risken för bergutfall har använts för att göra en sammanvägd bedömning av bergkvaliteten.

Sprickplanens orientering variera i strykning och stupning, då det är ett geologiskt aktivt område vilket medfört veckning och tiltning av bergmassan.





Bild 6: Ådergnejsstruktur i bergsslänt nära Nynäsvägen

Strukturen är generellt blockig och sprickplanen är generellt goda/råa och berget är endast milt vittrade. Kombinationen av de dominerande sprickgruppernas orientering med bergets råa sprickor och goda stabilitet medför att risken för utfall generellt är tämligen låg. Ställvis observerades dock block där risk för utfall förelåg.

I berg finns redan naturliga sprickor som historiskt uppstått av olika orsaker som bland annat den senaste istiden som främst utsatt berget för tryck och avlastning och därigenom spänningsomlagringar i berget. Detta har resulterat i att så kallade bankningsplan har bildats i den övre delen av bergmassan, sprickor som bland annat fyllts med jord, sten och sediment och som med tiden även har påverkats av rötter och annan vegetation.

Om flera sprickor har samma orientering d.v.s. strykning/stupning så bildar de en så kallad sprickgrupp, en typ av svaghet i den generella bergmassan. En annan liknande svaghet är en krosszon. I en bergmassa kan flera sprickgrupper förekomma, där ibland även korsa



varandra i olika riktningar, och därigenom bilda zoner med mer eller mindre lösa bergblock. Sprickorna vidgas med tiden och förlorar sin friktion på grund av dynamisk påverkan av frostsprängning och rötter som växer ner i sprickorna vilket kan leda till att blocken till slut lossnar och faller ut.

Ett GSI-värde (geological strength index) har tagits för att ge varje slänt ett numeriskt värde.

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (GSI) FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)		SURFACE CONDITIONS	
STRUCTURE		DECREASING SURFACE QUALITY	
INTACT OR MASSIVE	DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES 	VERY GOOD Very rough	VERY POOR Slackensided, with soft clay
BLOCKY well interlocked undisturbed rock mass		GOOD Rough	POOR Slackensided
VERY BLOCKY interlocked, angular blocks formed by 4 or more joint sets		FAIR Smooth	
BLOCKY / DISTURBED / SEAMY angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets			
DISINTEGRATED heavily broken rock mass			
LAMINATED / SHEARED close spacing of weak schistosity or shear planes			

Figur 1. GSI-värde för bergmassan.

Bergkvaliteten är tämligen homogen längs hela sträckan och kan klassas som godtagbar, med ett bedömt generellt GSI-värde på mellan 40–60, men som för vissa slänter uppgår till 70.



Bild 7: Bergsslänt nära Nynäsvägen

5.1.2 Bergförstärkning

Det finns ingen befintlig bergförstärkning, så som till exempel bergbult, sprutbetong eller nät.

5.1.3 Vatten och is

Det var en mycket begränsad förekomst av vatten i form av fukt, dropp eller flöden vid inventeringen. Vatten kan påskynda nedbrytningen av berget genom så kallad frostsprängning.

5.1.4 Vegetation och lösa massor

En enklare inventering av vegetation och lösa massor har utförts på samtliga bergsanläggningar. Vegetation på släntröner och i sprickor och skrevor kan påskynda nedbrytningen av bergsslänten genom så kallad rotsprängning, och i de fall då detta har en relevant inverkan på bergssläntens stabilitet har detta tagits i beaktning vid bedömningen av slänten.





Bild 8: Slänt (sandig med stenblock) och vegetation nära Nynäsvägen

Vegetation i form av träd som kan falla över vägområdet har ej inventerats, men förekommer på flertalet ställen längs vägen. Lösa massor som befinner sig på släntkrön kan vid kraftigt regn sättas i rörelse, vilket kan leda till att de rasar ner på vägområde, men eftersom jordmånen har ett högt sandinnehåll bedöms det som en relativt liten risk.

Detta kan resultera i att massor hamnar på vägen, alternativt att de fyller igen diket, vilket kan påverka dikets möjlighet att samla upp framtida rasmassor.

5.1.5 Höjd

Låg höjd i kombination med ett erforderligt avstånd från vägen är risken för skada av trafik liten eller obefintlig.

5.1.6 Avstånd till körbana

Är aktuell skada i bergsslänt tillräckligt långt borta från körbana kan normalt inga utfall skada trafik. Det finns inget exakt avstånd, eftersom höjd och släntlutning även är av betydelse.



5.1.7 Dikeseffekt

Med dikeseffekt avses förmågan att fånga upp nedfallet berg (eller sprutbetong och lösa massor). Dikets djup och bredd är direkt avgörande för hur stor volym det kan fånga upp.



Bild 9: Avsaknad av dike nära slänter

Trafikverket dimensionerar diken för 0,5 m³ blockstorlek/total volym. Risk för studs ska även beaktas, och närvaro av stötdämpande underlag så som makadam integreras i bedömningen.

5.1.8 Bergkvalitet Igelstaverket – Östra väggen

För att få se mer berg inom närområdet inventerades även de exponerade bergsslänter som är belägna innanför Igelstaverkets område.

Den första slänten som inventerades var inte vacker. Slänten är belägen mot öster, på den inre delen av Igelstaverket på väg upp mot det nya etableringsområdet. Området är en gångbergart av kalifältspatrik pegmatit som trängt upp.



Bild 10: Sprickzon med gångbergart – aktiv zon

Kalifältspatrik pegmatit, en gångbergart som trängt upp i en sprickzon. Berget stryker mot öst och som stupar mot söder i ca 30°. GSI-värde på mellan 20–30 och t.o.m. sämre. d.v.s. ett sämre berg som faller ut i grus och stenar i stället för block.



Bild 11: Magma som trängt upp i omgivande berg

Den "röd"-aktiga magman har med tiden vittrat betydligt mer än omgivande berg. Förhoppningsvis finns inget av det här i område 1.



Bild 12: Vacka – Ådergnejs

Bergmassan är uppsprucken i olika sprickgrupper, en som går med strykning mot öst- och som stupar mot söder i ca 30°. Och en som går med strykning mot väst och som stupar mot norr ca 60°. Det finns förmodligen ytterligare en sprickgrupp och litet spridda lokala sprickor och tillsammans bildar de ett småblockigt berg, skut <0,5m³.





Bild 13: Slänt mot söder, d.v.s. område 1

Bergslänten är belägen i söder av Igelstaverket, strax nedanför den nya etableringsytan i område 1, strax intill ett transportband. Bergarten är metamorf en vacka/ådergnejsstruktur som penetrerats av en gångbergart en granitisk pegmatit.

Bergsslänten har sprängts ut utan hänsyn till kvarvarande berg och är i behov av skrotning och bergförstärkning. Detta går att undvika om skonsam sprängning tillämpas vid framtida berguttag för område 1.

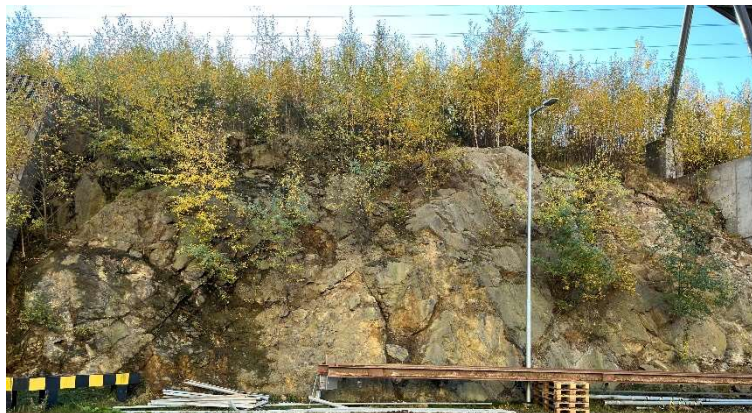


Bild 14: Slänt mot söder, d.v.s. mot område 1

Bergarten är metamorf en vacka/ådergnejsstruktur. En sprickzon går i nordsydlig riktning i 45° mot öst. Vid yt nära lägen, särskilt då bergytan är i direkt kontakt med luft och vatten, kan olika järnmineral, t.ex. pyrit, lakas ur och rost-gulfärga befintliga sprickplan. Vegetation påskyndar vittringen av bergsslänter och bör avlägsnas.

6 BERGMEKANISKA BROTTSFALL I BERGSSLÄNTER

När en bergsslänt rasar sker det antingen genom att en brottyta bildas längs ett befintligt svaghetsplan (exempelvis sprickor, skjuvzoner, förkastningar), genom att en brottyta bildas genom intakt berg eller som ett brott där brottytan går både längs befintliga svaghetsplan och genom intakt berg. För lägre slänthöjder är det vanligt att brottet styrs av de befintliga svaghetsplanen medan brottmekanismen i högre slänter ofta är mer komplicerad. För en lägre slänt är sannolikheten högre att det förekommer ett svaghetsplan som skär genom hela slänten, medan det är troligare för en hög slänt att brottsformen är en kombination av brott längs flera svaghetsplan och brott genom intakt berg. Brottytans form kan se ut på många sätt och de vanligaste brottsformerna som förekommer är plant brott, kilbrott, överstjälpning, cirkulärt skjuvbrott och trappstegsbrott, vilka illustreras figurer som följer.

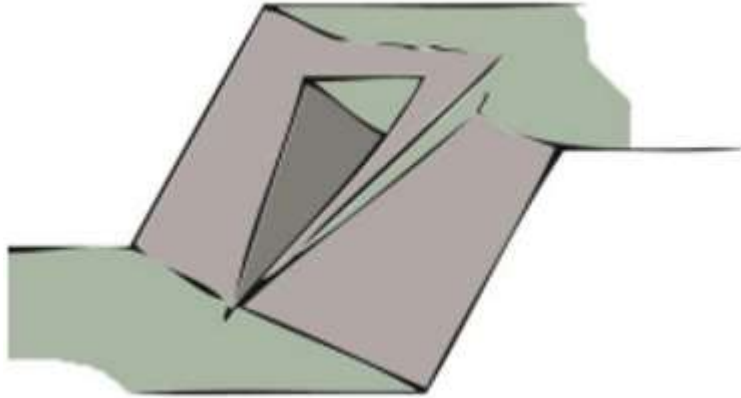
6.1 Plant brott



Plant brott är möjligt i berggrund med sprickplan som stryker ungefär parallellt med slänten och skär slänten i eller ovanför släntfoten. Brott i bergmassan kan ske då sprickplanet stupar brantare än sprickplanets friktionsvinkel. Renodlade plana brott förekommer relativt sällan men är enkla att analysera ur stabilitetssynpunkt.

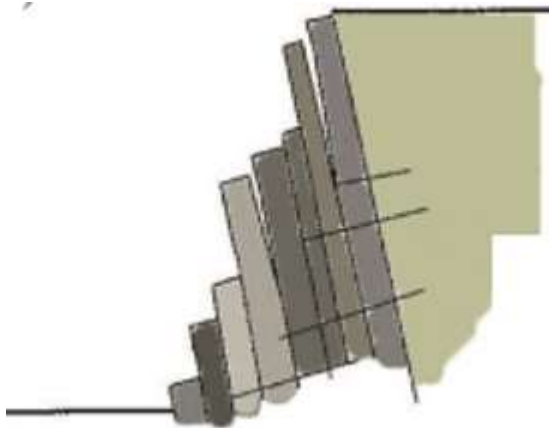


6.2 Kilbrott



Kilbrott är möjligt när två eller fler sprickplan skär varandra och deras skärningslinje mynnar i eller ovanför släntfoten. Kilen som bildas kan glida längs ett eller flera av sprickplanen. Brott kan ske då sprickplanets skärningslinje stupar brantare än sprickplanets friktionsvinkel. Kilbrott är vanligare förekommande än plana brott, men är svårare att analysera ur stabilitetssynpunkt på grund av den tredimensionella geometrin.

6.3 Överstjälpling



$$\psi \geq \phi + \varphi$$

Ekv. 1 där

ψ = släntvinkel

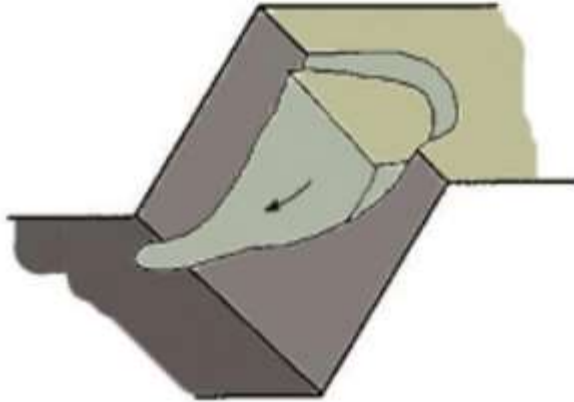
ϕ = sprickplanets friktionsvinkel

φ = 90° - sprickans stupning.



Överstjälpling är möjlig då sprickor som stupar in i slänten förekommer. Överstjälpling kan ske om villkoret för glidning mellan bergblock beskrivet i ekvation 1 uppfylls (se Nordlund, Rådberg & Sjöberg, 1998).

6.4 Cirkulärt skjuvbrott



Cirkulärt skjuvbrott förekommer främst i jordmaterial men är möjligt i berg med låg hållfasthet, väldigt vittrat eller uppsprucket. Enskilda strukturer i berget är av underordnad betydelse och brott sker genom intakt berg. Brott sker då den mobiliserade skjuvspänningen överstiger bergmassans skjuvhållfasthet.

6.5 Trappstegsbrott



Med trappstegsbrott menas antingen en brottyta som går längs flera samverkande sprickplan eller en brottyta som är sammansatt av brott längs sprickplan och brott i intakt berg.

7 BERGSSLÄNTER

Stabilitet och risk för blocknedfall.

7.1 Nuvarande bergsslänter

Inom område 1 finns ett lite större område med berg nedanför den nya timmerplanen samt tre s.k. bergskärning invid Nynäsvägen före bostadshusen och en vid bostadshusen.



Bild 15: Bergsslänt mellan väg och ny timmerplan

Berget, en gråvacka med ådergnejsstruktur, är relativt storblockigt och kompetent med god byggbarhet.

Då större delen av berget är täckt med vegetation och marköveryta är det svårt att få någon tydlig bild av dess egenskaper. Inga speciella svaghetszoner av intresse fanns att betrakta.

Det är idag inte så troligt att slänten skall gå i brott eller att block lossnar från slänt eller bergsslänt.



Bild 16: Bergsslänt mellan väg och ny timmerplan

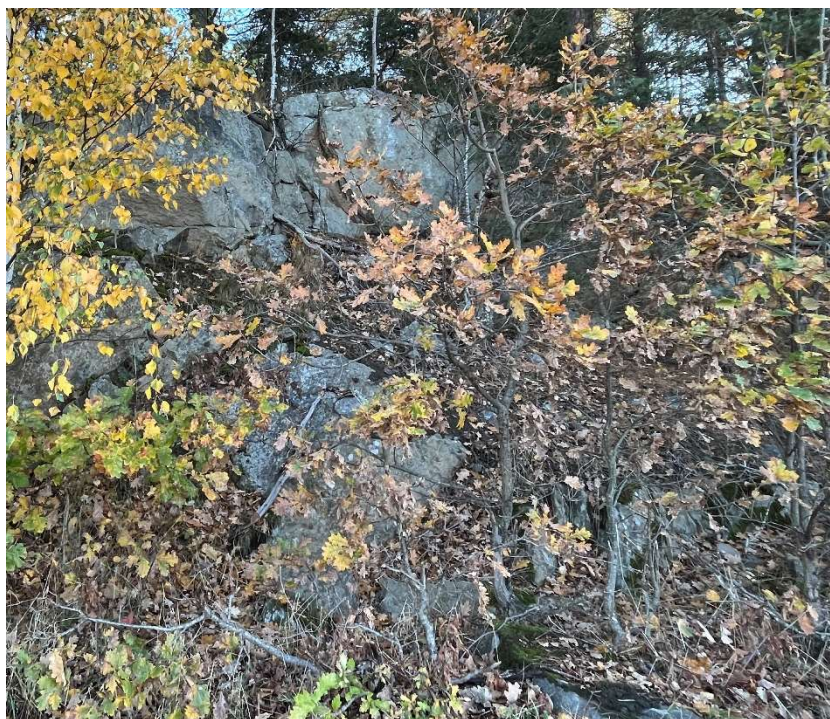


Bild 17: Samma bergsslänt sett från vägen

7.2 Framtida bergsslänter

Det var vid inventeringen inte riktigt klart hur området skall exploateras, men förutsatt att bergguttaget tas ut med s.k. skonsam sprängning mot kvarvarande berg kan bergsslänter hanteras.

Behovet av stabiliserande åtgärder såsom bergbultning, sprutbetong eller nätning beror på vilken verksamhet som kan komma att bedrivas i närheten av slänten och hur pass branta olika slänter tas ut.

7.3 Allmänt – Bergguttag genom sprängning

Forcit Consult AB har beaktat de förutsättningar som råder för projektet och konstaterat att det är görligt att ta ut bergmassan med hjälp av metoden borra och spräng, dock med vissa specifika förutsättningar som följer.

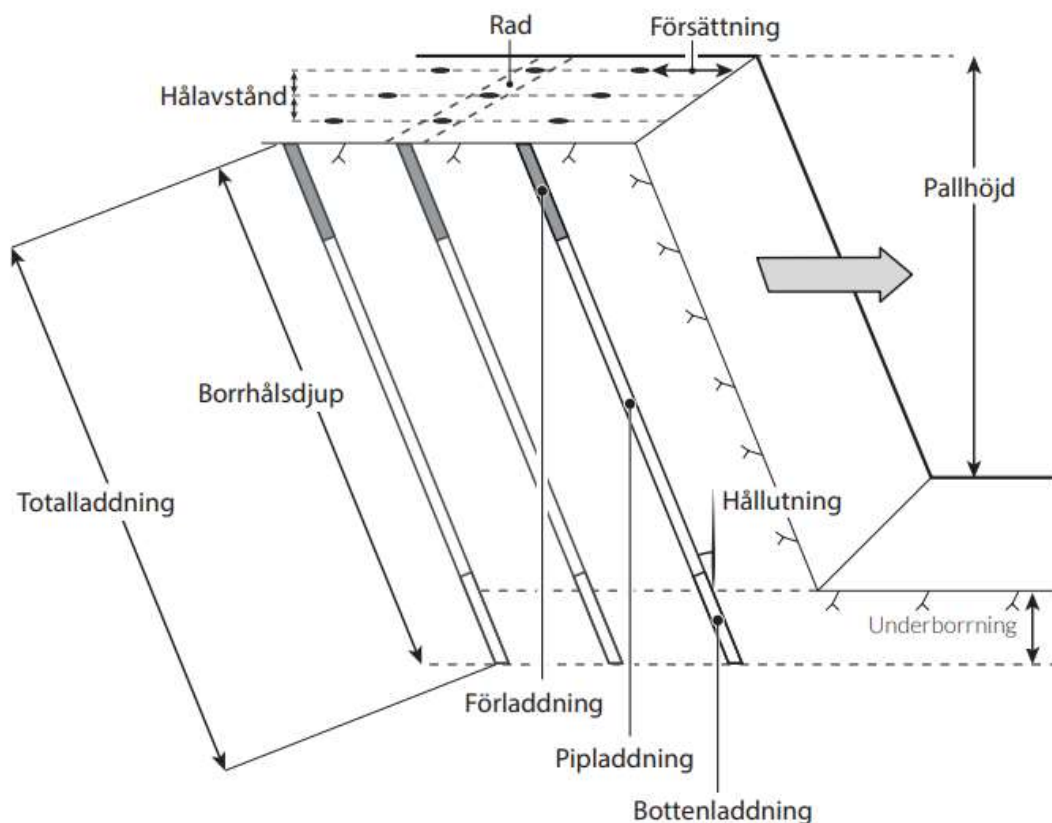


Bild 18: Principbild pallsprängning

Borr- och laddplaner följer i princip Modern Bergsprängningsteknik - Stig O Olofsson.

7.3.1 Försiktig sprängning:

Sprängning innebär att omgivande byggnader och installationer utsetts för en aktivitet som kan medföra markvibrationer, och till viss del luftstöt vågor och stensprut, d.v.s. olägenheter som i värsta fall kan ge personskador och skador på egendom.

Utvecklingen av sprängteknik och förfinade beräkningsmetoder har gjort det möjligt att utföra sprängningar intill och till och med under existerande byggnader utan att orsaka skador eller störningar för verksamheter i närliggande byggnader.

I riskanalys med avseende på vibrationer, schaktning, packning, spontning och pålning samt luftstöt, fastställs riktvärden för vibrationer i byggnader och anläggningar. Rapporten anger omfattning av kontrollåtgärder som vibrations- och luftstöt vågsmätning samt synförrättning.

Inventeringsområdet gällande markvibrationer är normalt satt till en radie på cirka 100 meter runt planerat schaktområde i enlighet med Svensk Standard 460 48 66:2011.

7.3.2 Skonsam sprängning.

Skonsam sprängning syftar på att utförandet av sprängning skall ske med hänsyn till kvarvarande berg och geotekniska konstruktioner inom projektet.

Det är en ekonomisk fråga eftersom det är ekonomiskt mycket kostsamt att skrota och förstärka en sönderskjuten yta eller laga en sönderskjuten spont, när man med ringa pengar kan erhålla ett gott resultat redan från början.

Det handlar om vad som är bäst för projektet i helhet, inte vad som är billigast att utföra i samband med bergschakt.

8 SULFIDBERG

Sulfidinnehåll på plats samt bakgrundshalt för närområdet, enligt aktuella allmänt använda undersökningsmetoder.

8.1 Kort om sulfidberg

Sulfider är inom oorganisk kemi svavelföreningar som innehåller sulfidjonen S_2^{2-} . De är salter av svavelväte. De flesta sulfider kan framställas genom direkt reaktion mellan grundämnet och svavel. De flesta metallsulfider är ytterst svårslösliga och en del är vackert färgade. På grund av dessa egenskaper har de traditionellt använts vid kvalitativ analys av metalljoner. Flera sulfider är viktiga mineral av stor kommersiell betydelse – se sulfidmineral.

Sulfidmineraler är:

Arsenikkis	Kopparglans	Pentlandit
Blyglans	Kopparkis	Spetsglans
Brokig kopparmalm	Magnetkis	Svavelkis
Koboltglans	Molybdenglans	Zinkblände

8.2 Förekomst av sulfidberg

Inga tecken på sulfidförande berg i form av de vanligaste sulfidmineralerna i jordskorpan som svavelkis (pyrit) även i folkmun kallat kattguld, kis eller järndisulfid (FeS_2) har uppdagats inom område 1. Det är dock inte alltför otroligt att kan uppdagas sulfidförande berg även i område 1, men troligen inte några större volymer.

Det fanns dock tecken på viss förekomst av pyrit i en av slänterna inom Igelstaverkets område se vidare bild 14.

8.3 Behov av kontroll

Om sulfidinnehållet beräknas uppgå till 1g/kg av bergvolymen kan restriktioner för hur berget får användas och lagras styra användandet av massorna.

I det här projektet bedöms sulfid innehåll vara mycket mindre än (<) riktvärde 1/1000. Kontroll ej nödvändig.

9 RESTRIKTIONER OCH PLANBESTÄMMELSER

Eventuella restriktioner och planbestämmelser som behöver föras in i detaljplanen skall tas fram samt kortare förslagstext till planbeskrivning som beskriver det som behöver regleras.

9.1 Undermarksanläggningar

Det finns inga kända bergsanläggningar under område 1.

9.2 Närliggande anläggningar - Astra Zeneca

Astra Zeneca har enligt uppgift blivit informerade om att det kan ske utveckling av område 1, ca 350 m, från deras närmaste anläggning.

9.3 Kraftledningar

Det finns kraftledningar inom den norra delen av område 1 som begränsar möjligheten att bearbeta marken inom. Inget arbete får normalt genomföras inom kraftledningarnas skyddsområde.

Minsta tillåtna avstånd mellan en högspänningsledning och närmaste byggnadsdel beror på ledningens spänning. Det horisontella avståndet ska vara minst fem meter vid en ledning för högst 55kV. Om spänningen är högre ska avståndet vara minst fem meter plus ett spänningstillägg utanför detaljplanelagt område och minst tio meter inom detaljplanelagt område. Högspänningsledningar får inte vara framdragna över byggnader.

Igelstaverket definierade ett skyddsområde på 15 m vid uppförandet av den nya etableringsytan på område 1, vilket kan ses som en vägledning för framtida projekt inom området.

9.4 Ställverk

Ett nytt ställverk är under uppförande nord öst om den nya etableringsytan inom område 1. Normalt, vid sprängarbete, gäller accelerationskrav: $a_{\max} < 2 g$ (20 m/s²).

9.5 Fornlämningar

Vid inventeringen uppdagades inga fornlämningar inom område 1.

10 FÖRSLAG PÅ FÖRSTÄRKNINGSÅTGÄRDER

Om Igelstaverket skall spränga ut höga och branta slänter kan de förstärkas på så kallad bergförstärkning i olika form.

10.1 Bergförstärkning



Bild 19: Exempel på bultförstärkning i kombination med stål nät i bergslänten

Bergslänten förstärks normalt med bergbultar med varierande avstånd längs hela sträckan. Bultarnas typ och dimension kan variera men vanligast är ingjutna kamjärn $\varnothing 25\text{--}32\text{ mm}$. Bultningen kan utföras selektivt d.v.s. enskilda block säkras med bergbult. De kan även förstärkas systematiskt, vilket betyder att hela slänten förstärks med bergbult med ett, från karteringen, dimensionerat c/c avstånd till exempel c/c 1,5 m.

Ett komplement till bergbultar är stål nät som kan ses i bilden ovan. Det sätts upp för att i framtiden fånga upp block som på sikt, på grund av vittring och påverkan, blir lösa.

Ett alternativt till stål nät är sprutbetong alternativt armerad sprutbetong, ett dimensionerat lager av betong appliceras över bergytan för att stärka den och samtidigt stärka upp den.

10.2 Gabionmur

Gabioner kan användas såväl som fristående mur eller som stödmur. Om gabionmuren ska fungera som stödmur, kan den antingen konstrueras som en självbärande mur d.v.s. man bygger upp den med djupare korgar i bottenskiktet som sedan blir smalare ju längre upp i konstruktionen man kommer.



Bild 20: Exempel på gabionmur



Bild 21: Exempel på gabion – RABO

Fördelen med gabioner är att det går relativt snabbt att ställa dem på plats när det finns en jämn och stabil bas att ställa dem på.



11 SAMMANFATTNING

Då det i skrivandets stund är oklart gällande hur området skall användas i framtiden följer här en generell sammanfattning baserat på att loss hållning genom bergssprängning kommer att användas för att exploatera området.

Bergarten som generellt förväntas vara en vackra alt. granitgnejs med åderstruktur möjligen penetrerad av några gångbergarter.

Bergkvalitén är god och berget kommer förmodligen att falla sönder i mindre block, vid sprängning, vilka bland annat kan användas som utfyllnad för en framtida hamn. De förväntas dock bli för små för att bygga själva kajen med, för det krävs att 50 % av volymen är > 1 m³ block.

Kvarvarande bergsslänter inom området kan hanteras så att de blir stabila och risk för ras minimeras. Detta genom att ställa krav på skonsam sprängning vid utförandet i kombination med förstärkning av lösa block med bergbult och någon typ av ytförstärkande metod som till exempel sprutbetong eller nät.

Sulfid har noterats, men i begränsad mängd. Behov av ytterligare kontroll föreligger inte.

Restriktioner och begränsningar inom område 1 är framför allt den kraftledning som går tvärs den norra delen av område 1. Övrigt som nämns i kapitel 9 bedöms inte påverka berguttaget nämnvärt.

Forcit Consulting AB

Göteborg

Malmö

Halmstad

Stockholm

Örebro

Jönköping

Sundsvall

Karlshamn

Norrköping

031 – 760 12 00

www.forcitconsulting.se

