

## PM Sulfidutredning

Uppdrag  
Paradsängen 1  
Uppdragsnummer  
211087

Datum  
21/03/2022  
Revidering  
.1

Beställare  
Willhem AB  
Beställarens referens  
Maria Lejdebro

Uppdragsledare  
Kajsa Markdahl  
Telefon  
+46725432781  
Mail  
Kajsa.markdahl@afry.com

Upprättad av:  
Emelie Bender  
Granskad av:  
Eva Svensson

### PM Sulfidutredning Paradsängen 1



## Innehållsförteckning

1	Bakgrund .....	3
1.1	Sulfidutredning - Bildning av surt lakvatten .....	3
1.1.1	Acid Rock Drainage (ARD) och berganvändning.....	3
2	Sulfidutredning metodik .....	4
2.1	Totalsvavel.....	4
2.2	Statistik .....	4
2.2.1	Medelvärde och median .....	4
2.2.2	Provpopulation.....	4
2.3	Utökad sulfidutredning.....	4
3	Fältundersökning och provtagning .....	5
3.1	Fältundersökning.....	5
3.2	Berggrundskartering .....	5
4	Resultat .....	6
5	Sulfidutredning .....	7
5.1	Bergmaterialets förmåga att bilda surt lakvatten.....	7
5.1.1	Andra bedömningsparametrar.....	8
5.2	Bedömning sulfidutredning .....	8
6	Vidare utredning och rekommendationer .....	8
6.1	Skyddsåtgärder.....	8
6.2	Utökad sulfidutredning.....	9
6.3	Sammanfattning .....	9
7	Referenser.....	10

## 1 Bakgrund

På uppdrag av Willhem AB har AFRY utfört bergtekniska undersökningar i området Paradsängen 1 i Hässelby, Stockholm Stad. Fastigheten Paradsängen 1 ska förtätas med två byggnader för flerfamiljsbostäder. Byggnaderna ska uppföras delvis i etage varav det ena huset anläggs med ett garage.

I PM Geoteknik Paradsängen 1 har berguttaget för planerad byggnation uppskattas till 1400 m<sup>3</sup>.

Denna utredning görs inför ändring i detaljplanen för Paradsängen 1. Syftet med föreliggande PM är att utreda om de bergmassor som kommer att losshållas inom projektet är sulfidförande och syrabildande och om de kan återanvändas inom projektet. I denna utredning analyseras endast totalsvavelhalten i berget.

Om bergets totala svavelhalt bedöms högre än 0,1 % så kan en utökad sulfidutredning behöva utföras för att se om bergmassorna kan användas inom projektet.

### 1.1 Sulfidutredning - Bildning av surt lakvatten

Vid bergarbete som schaktning, krossning och sprängning exponeras bergmaterial för en oxiderande miljö (syre och vatten). Om sulfidmineral förekommer (exempelvis pyrit (FeS<sub>2</sub>), kopparkis (CuFeS<sub>2</sub>) m.fl.) i tillräckligt hög koncentration kan surt lakvatten bildas då vittringen av dessa mineral innebär bildandet av svavelsyra (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Surt lakvatten ökar även lösningsförmågan för grundämnen som annars är låsta i mineral i berget. Omgivningen kan således påverkas negativt av surt lakvatten. Förekommande karbonatmineralogi (och till viss del annan mineralogi) i bergmaterialet kan buffra den försurande reaktionen och därför minska den negativa effekten av eventuellt högt sulfidinnehåll (GARD guide, 2021).

#### 1.1.1 Acid Rock Drainage (ARD) och berganvändning

Acid Rock Drainage eller ARD (GARD Guide, 2021) är processen där sulfidhaltiga bergmassor oxiderar och bildar surt lakvatten.

I oxideringsprocessen bryts bindningen mellan svavel och järn och ämnena kan gå i vattenlösning. Reaktionen frigör vätejoner vilket sänker pH och gör vattnet surt. Lägre pH-nivåer gör att vittringen av andra mineral går snabbare. Denna process är naturlig och pågår hela tiden i naturen men genom att spränga ut berg i samband med byggnation av tex. tunnlar eller bergschakt och krossa ned materialet till finare kornstorleksfraktioner så ökar den specifika ytan som kan utsättas för oxidation vilket gör att vittringsprocesserna accelererar (GARD Guide, 2021).

Utöver kornstorleksfraktionen på det uttagna berget har även mängden material betydelse samt hur det förvaras/används. Detta då mer material innebär större total mängd sulfidmineral vid förekomst (främst pyrit). Likaså har dimensionerna (höjd och skrymdensitet) på objektet betydelse (ex. upplag, konstruktionsfyllnad) vilket resulterar i den totala mängden material tillgängligt per ytenhet (Naturvårdsverket, 2010).

ARD är en av de viktigaste källorna till förorening vid gruvdrift, men problematiken med ARD är inte begränsat till gruvindustrier utan förekommer också vid konstruktionsarbeten då berg sprängs och/eller schaktas och krossas.

## 2 Sulfidutredning metodik

Kapitlet avser att beskriva analysmetoder, referensvärden och bedömningsgrunder vilka utgör grund för tolkning och bedömning av resultat.

### 2.1 Totalsvavel

Totalsvavel har analyserats vid ALS Geochemistry med analysmetod X-IR08. Mer information om analysmetoderna finns att hämta hos ALS Geochemistry.

För bedömning av hur mycket svavel ett bergmaterial ska innehålla för att anses som potentiellt syrabildande brukar 0,1% totalsvavelhalt anges som riktvärde. Riktvärdet anges bland annat i Stockholm stads Vägledning - Provtagning och klassificering av sulfidförande berg (2021), Naturvårdsverket Förordning om utvinningsavfall (SFS 2013:219), samt Trafikverkets handbok för sulfidförande berg (2015, under revidering).

### 2.2 Statistik

#### 2.2.1 Medelvärde och median

För att bedöma materialets totalsvavelhalter kan medelvärden, median, standardavvikelse eller andra statistiska metoder användas (tex. Naturvårdsverket, Beskrivande statistik och presentation).

#### 2.2.2 Provpopulation

En bedömning kan göras om de tagna proven tillhör en eller flera provpopulationer, tex. om det finns en eller flera bergarter i området. Varje bergart kan behandlas som en enskild provpopulation om antalet prov tillåter detta. Om det finns tydliga områden med distinkt annorlunda analysresultat kan proverna delas upp i olika populationer och varje population behandlas statistiskt var för sig. I dessa fall kan det bli aktuellt att hålla isär bergmassorna när de lossas och hanteras.

### 2.3 Utökad sulfidutredning

Om resultaten av totalsvavelanalyserna visar värden över 0,1% S kan det rekommenderas att en utökad sulfidutredning utförs. Vid en utökad sulfidutredning utförs ett ABA-test, NAG-analys och det görs även en analys av utvalda metaller och grundämnen. ABA och NAG är två analyser för att kvantifiera den maximala mängden syra som kan genereras och de tar hänsyn till bergets bufferkapacitet. Om berget bedöms kunna generera surt lakvatten efter att resultaten från ABA-test och NAG analys tolkats och sammanställts är det viktigt att veta om potentiellt miljöskadliga ämnen som finns i förhöjda halter i bergmaterialet kan komma att lakas ut. Om berget ska säljas eller skickas till deponi är det också viktigt att veta om det innehåller förhöjda halter av de ämnen som Naturvårdsverket (2010, 2016) anger som potentiellt miljöskadliga.

## 3 Fältundersökning och provtagning

### 3.1 Fältundersökning

Berggrunden har provtagits av AFRY under januari - februari 2022 (Figur 1). Provpunkternas ungefärliga placering i området framgår av Figur 1. Ytprov har tagits med hjälp av hammare (blå punkter i Figur 1) och borrkax har samlats upp vid Jb-sondering (röda punkter i Figur 1).

I samband med bestämning av provpunkter för stuff och kaxprovtagning har översiktlig bergartskartering och provtagning av ytprov genomförts av Kajsa Markdahl (geolog, AFRY) under januari 2022. Kaxprovtagning utfördes därefter av Ronny Kratz (fältgeotekniker, AFRY) under februari 2022.

Totalt togs 5 ytprov och 4 kaxprov med Jb-sondering för analys av totalsvavel. Ett kaxprov uteslöts tidigt ur provgruppen pga risk för kontaminering.



Figur 1. Till vänster översiktskarta Hässelby strand, svart fyrkant markerar området för nybyggnationen. Till höger: detaljkarta (se MUR för mer information) med ungefärliga positioner för provtagning. Röda punkter är tagna med Jb-sondering, blåa är handprov insamlade med slägga och kil.

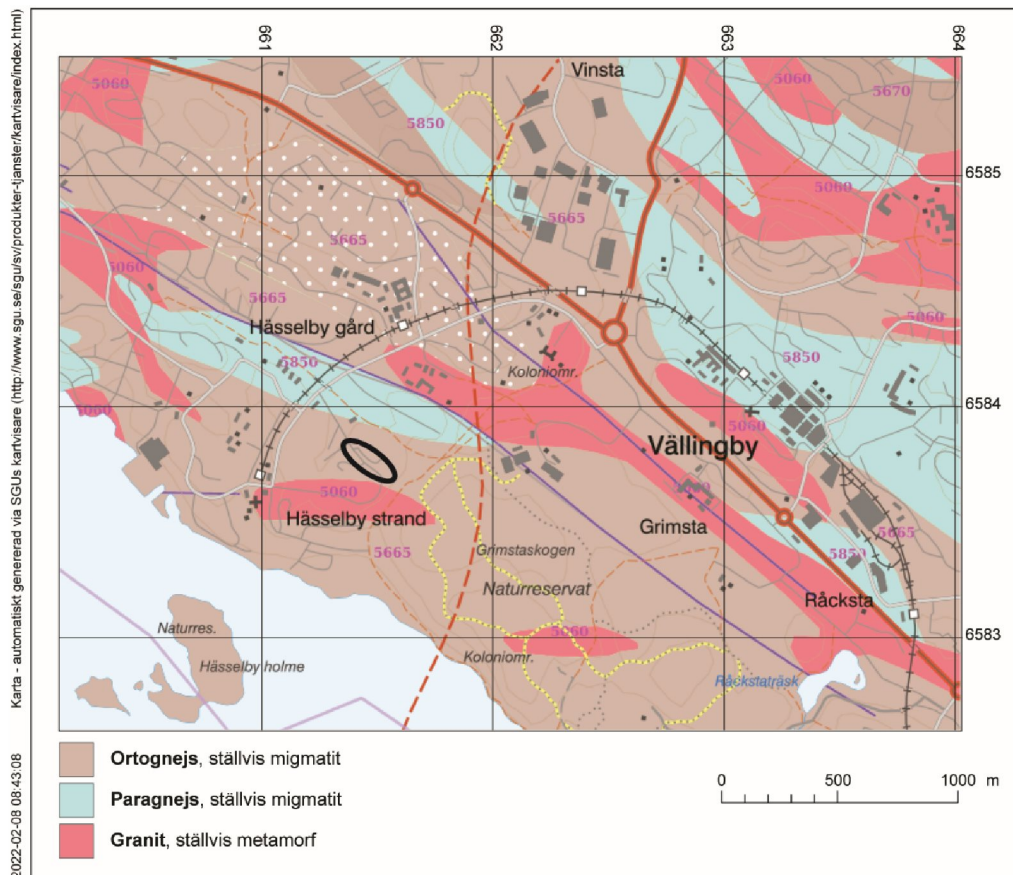
För fullständig redovisning av utförda fältundersökningar se MUR Paradsängen 1.

Analyser för totalsvavel har utförts av ALS Geochemistry.

### 3.2 Berggrundskartering

Från SGU:s översiktliga berggrundskarta i kartvisaren 2022 (Figur 2) framkommer att Paradsängen 1 ligger i ett område dominerat av ortognejs (metamorf bergart med magmatiskt ursprung) med inslag av paragnejs (metamorf bergart med sedimentärt ursprung) och granit.

Under översiktlig berggrundskartering beskrivs området som dominerat av kraftigt folierad gnejs med pegmatitiska inslag. Berget är rikt på fältspater, kvarts och mafiska mineral. Foliationen är oregelbunden och delvis uppsmält (migmatitisk). Tydliga indexmineral saknas och beskrivningen passar mycket bra med den felsiska ortognejs som enligt SGU:s kartvisare 2022 (Figur 2) dominerar området. Fullständig kartering och provbeskrivning återfinns i MUR bilaga 3.



Figur 2. Berggrundskarta över Hässelby gård med området för Paradsängen markerat med svart oval.

## 4 Resultat

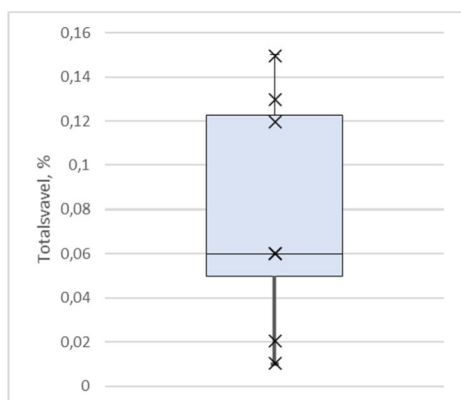
Totalt har 8 prov analyserats för totalsvavelhalt. Resultat presenteras i Tabell 1 tillsammans med bedömning utifrån Naturvårdsverket (2010), Stockholm Stad (2021) och Trafikverket (2015).

Av de åtta proven har fem stycken prov en totalsvavelhalt under 0,1%. Tre prov har totalsvavelhalter över 0,1%. Det högsta uppmätta totalsvavelvärdet är 0,15% (Tabell 1).

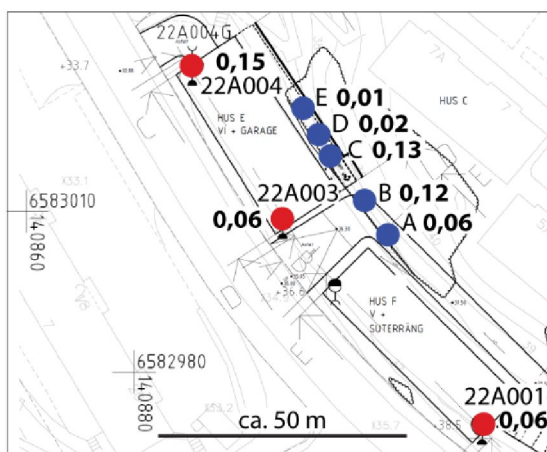
Medelvärde är 0,08% och medianen är 0,06% och provpopulationen har inga statistiska uteliggare som kan ses i boxplotten i Figur 4. Boxplotten visualiserar spridningen av totalsvavelhalterna för alla prov. Det finns inte heller någon rumslig trend som framgår av Figur 4.

Tabell 1. Sammanställning analysresultat totalsvavel samt bedömning (Naturvårdsverket, 2010; Stockholm Stad 2021; Trafikverket, 2012).  $S_{tot}$  = totalsvavelhalt

Prov ID	Analysresultat	Bedömning
	$S_{tot}$ %	$S_{tot} < 0,1\%$
22A001	0,06	ok
22A003	0,06	ok
22A004	0,15	något förhöjd
A	0,06	ok
B	0,12	något förhöjd
C	0,13	något förhöjd
D	0,02	ok
E	0,01	ok



Figur 4. Lådagram som illustrerar spridningen av data för totalsvavelhalt. Observera att tre prov har värde 0,6% (Error! Reference source not found.) men att detta inte syns i figuren.



Figur 4. Detaljkarta över provtagningspunkterna med totalsvavelvärden i fet stil i %. Ingen rumslig trend kan ses i dataspridningen.

## 5 Sulfidutredning

### 5.1 Bergmaterialets förmåga att bilda surt lakvatten

Utifrån utförd bergkartering och SGU:s berggrundskarta bedöms berggrunden utgöras av i huvudsak ortognejs med paragnejs och granit i närområdet (Figur 2). För sulfidundersökningen behandlas hela området som en provpopulation då området är litet och provtagningslokaler ligger tätt (Figur 1, Figur 4).

Totalsvavelhalten i det undersökta området är låg ( $< 0,1\%$ ) för fem av åtta prover. Resterande tre är något högre (0,12%, 0,13% och 0,15%) och benämns då som medelhög då det ligger inom spannet 0,1-0,5% om än i den nedersta delen av spannet (Tabell 1; samt se avsnitt 2.1).

Både medelvärde och medianen för totalsvavelhalt för hela området är 0,08% respektive 0,06% och totalsvavelhalten bedöms därför som låg. Materialet klassas därmed generellt som inte syrabildande (Naturvårdsverket, 2010; Stockholm Stad, 2021).

### 5.1.1 Andra bedömningsparametrar

Utöver utförda analyser avseende bergmaterialets förmåga att bilda surt lakvatten finns även andra parametrar vilka kan vägas in i bedömning av huruvida sur avrinning kan komma att bildas.

Till exempel storlek på bergschakt, där en mindre mängd berg också kommer att ge en mindre total mängd potentiell syra. Detta diskuteras i Trafikverkets handbok (2015, under revidering) där <10 000 ton anses som en liten mängd, 10 000–500 000 ton anses som en måttlig mängd och >500 000 ton anses vara en stor mängd berguttag.

Krossmaterialets storleksfraktion kan också vägas in i bedömningen då en större krossfraktion har en mindre relativ yta i förhållande till volym och därmed mindre exponeringen av sulfidmineral för vatten och syre.

## 5.2 Bedömning sulfidutredning

Mängden berg som planeras att schaktas ut uppskattas till under 10 000 ton och anses där med som en liten mängd (Trafikverket, 2015; Stockholm Stad, 2021). Storleken på schakten spelar en avgörande roll då en liten mängd material inte kan generera en stor mängd surt lakvatten och vid små mängder material blir åtgärderna heller inte omfattande.

Eftersom mängden berg som ska schaktas är liten, provtagningslokalerna ligger tätt (Figur 1, Figur 4) och ingen trend kan ses över området i totalsvavelhalter (Figur 4) kan materialet behandlas som ett homogent material och en enskild statistisk enhet. Både medelvärde och median är under 0,1% totalsvavel och där med ses risken för bildande av surt lakvatten som mycket låg (Naturvårdsverket, 2010; Stockholm Stad, 2020).

Då området ligger i närheten Grimsta naturreservat och i sekundär skyddszon till Mälarens vattenskyddsområde och tre av proven visar på en något förhöjd totalsvavelhalt kan en utökad sulfidutredning på ett urval av tre av proverna göras för att säkerställa att sur avrinning inte kan uppstå i enighet med Stockholm Stads vägledning (2021), se vidare utredning och rekommendationer nedan.

Naturvårdsverket (2010) rekommenderar att förhöjda värden anmäls till kommunens miljönämnd som tar beslut om åtgärder måste göras eller ej.

## 6 Vidare utredning och rekommendationer

### 6.1 Skyddsåtgärder

Sammantaget bedöms att bergmassor från projektet, i storleksordningen 10 000 ton, kan användas för återfyllning utan skyddsåtgärder om massorna används i ett område utan känsliga naturtyper. Bergmassor inom projektet har uppskattats till ca 4 000 ton, se PM Geoteknik Paradsängen 1.

Då tre av proven har medelhöga totalsvavelhalter kan speciella åtgärder vidtas vid produktion för att säkerställa att surt lakvatten inte bildas. En eventuell skyddsåtgärd vid användande av materialet kan vara att undvika att krossa ned till finfraktioner och undvika att lägga upp massor i närheten av känsliga recipienter.

Vid planering av masshantering rekommenderas att en utökad sulfidprovtagning utförs för att se om ovan nämnda skyddsåtgärder är lämpliga att utföra eller om massor kan



hanteras utan skyddsåtgärder. Utformningen av en sådan utredning beskrivs i kapitel 2.3 och 6.2.

## 6.2 Utökad sulfidutredning

En utökad sulfidutredning kan utföras då vissa prov visar på förhöjd halt. För en sådan utredning rekommenderas att minst tre av proven skickas på analys. Dessa föreslås bestå av minst två prov med något förhöjd totalsvavelhalt och ett prov med låg totalsvavelhalt som fungerar som kontrollprov för att säkerställa att resultaten är entydiga. Läs mer om den utökade sulfidutredningen i Avsnitt 2.3.

## 6.3 Sammanfattning

Analyserna som gjorts för att utvärdera bergprovernas försurningsförmåga tyder på generellt låg risk för att bergschakt och losstaget berg ska orsaka försurning i närområdet. Medelvärde och median för totalsvavel i det samlade provmaterialet är mindre än riktvärdet på 0,1 %.

Tre av proven har dock en något förhöjd svavelhalt, därav rekommenderas att en utökad sulfidprovtagning utförs vid planering av masshantering för att se om skyddsåtgärder är lämpliga att vidta eller om massor kan hanteras utan skyddsåtgärder.

Med en utökad sulfidutredning kan man undvika onödiga kostnader som åtgärder kan medföra. En möjlig hanteringsplan för att förhindra sur avrinning från bergmaterialet kan vara att undvika krossning och användning av finfraktion samt att undvika att lägga upp massor i närheten av känsliga recipienter.

## 7 Referenser

GARD Guide. 2021. International network for acid prevention (INAP),. Tillgänglig:  
[http://www.gardguide.com/index.php?title=Main\\_Page](http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page)

Naturvårdsverket. 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten. Handbok 2010:1.  
*Under revidering.*

Naturvårdsverket. 2016. Tabell Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad  
mark. Publicerad juni 2016. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/fororenade-omraden/berakning-riktvarden/generella-riktvarden-20160707.pdf>

Naturvårdsverket. Beskrivande statistik och presentation. Tillgänglig:  
<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljoovervakning/handledning-for-miljoovervakning/>

Stockholm Stad, 2021. Stockholm stads Vägledning - Provtagning och klassificering av  
sulfidförande berg.

Sveriges Geologiska Undersökning, SGU. 2022. Kartvisaren. Tillgänglig:  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/>

Trafikverket. 2015. Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter.  
Rapport 2015:057. *Under revidering.*