

Rapport om sulfidberg

Sjödalsbacken, Huddinge kommun - Bedömning av risken för förekomst av bergmaterial med försurande egenskaper



Status:	Rapport
Datum::	2020-02-10, rev. 2020-02-12, rev. 2020-02-18, rev 2020-02-21
Författare:	Josef Mácsik
Granskare:	Fredrik Meurman
Projektnummer:	2002
Uppdragsgivare:	Bonava

På uppdrag av Bonava Sverige AB har Ecoloop tagit fram en rapport om bedömning av risken för förekomst av bergmaterial med försurande egenskaper inom Sjödalsbacken, Huddinge kommun. Projektet innebär byggande av tre flerbostadshus samt ett gemensamt garage under och mellan två av dessa flerbostadshus.

Stockholm 2020-02-10

.....
Josef Mácsik

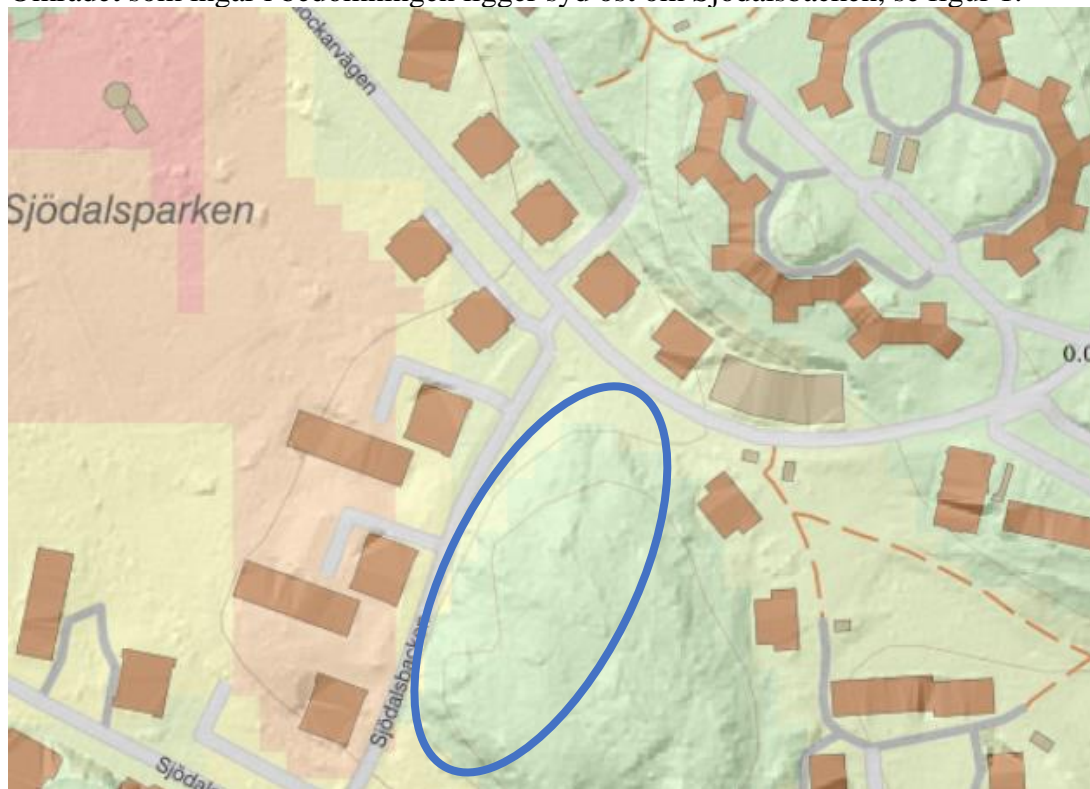
.....
Fredrik Meurman

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND.....	4
1.1	Syfte	4
1.2	Metodik.....	5
2	SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIG KARTINFORMATION.....	6
2.1	Bergkvalitet.....	6
2.2	Genomsläpplighet.....	6
2.3	Bio-geokemisk koppar	7
3	PLATSSPECIFIK GEOTEKNISK, MARKKEMISK OCH GEOHYDROLOGISK INFORMATION	8
3.1	Bergmaterialets halt av svavel.....	8
3.2	Bergmaterialets neutraliseringspotential (NNP).....	9
3.3	Grundvattenkemi	9
4	BEDÖMNING	11
4.1	Bergmaterialet	11
4.2	Miljö kvalitetsnormer för vatten, MKN	11
4.3	Summerad bedömning	12
5	HANTERING AV ENTREPRENADBERG FRÅN SCHAKTNINGEN.....	13
5.1	Förslag på analys och kontrollprogram.....	13
5.2	Förslag på klassning av entreprenadberg	14
6	REFERENSER	15
7	BILAGOR	15

1 BAKGRUND

Området som ingår i bedömningen ligger syd ost om Sjödalsbacken, se figur 1.



Figur 1. Sjödalsbacken, SGU kartvisare

Vid förekomst av sulfidhaltigt bergmaterial kan entreprenadberg som produceras medföra att sulfidmineralisering exponeras för luftens syre, vilket kan bidra till oxidation, syrabildning och metallutlakning av bland annat koppar. Frågan som generellt ställs är om aktuellt område och/eller entreprenadberg kan orsaka försurning och läckage av metaller och om det finns indikationer på att så sker idag.

1.1 Syfte

Syftet med uppdraget är att bedöma risken att försurande berg förekommer inom det område som ska schaktas ut. Målsättningen är att föreslå kontrollprogram för att kontrollera de schaktade bergmassorna och ge förslag på indelning av bergmaterialet i ballast utan risk för försurning och bergmaterial som bedöms kunna orsaka försurning. För det senare gäller att hitta andra applikationer inom eller utom projektet, alternativt deponeras.

Målsättningen är vidare att, baserat på denna bedömning, rekommendera eventuella kompletterande prover för att utreda eventuell risk.

1.2 Metodik

Relevant kartmaterial från SGU har sammanställts i syfte att bedöma risken för att syraproducerande bergarter förekommer inom det aktuella området. Utredningen utgör första steget i att identifiera och karaktärisera sulfidförande bergarter. Metoden baseras till delar på Trafikverket, 2015 - Handbok för hantering av sulfidförande bergarter, och följer följande moment:

- Sammanställning av befintlig kartinformation
 - Bergkvalitet (bergartsbedömning och klassning av kvalitet)
 - Genomsläplighet
 - Biogeokemi (koppar)
- Platsspecifik geoteknisk, markkemisk och geohydrologisk information
 - Bergets halt av svavel
 - Bergets neutraliseringspotential och pH
 - Grundvattenkemi
- Bedömning
- Planerad hantering av entreprenadberg från schaktningen
 - Förslag på kontrollprogram och analys
 - Förslag på klassning av entreprenadberg

Bergkvalitet och den mineralogiska sammansättningen hos en bergart kan ge en första förenklad riskbedömning av materialets potentiella miljöpåverkan, där förekomst av sulfidmineral är vanligare i bergarter som exempelvis glimmerskiffer, gråvacka och tonalit än i granit och granodiorit.

Biogeokemisk förekomst av koppar har använts som indikator på förekomst av sulfidmineralisering. Koppar bundet till svavel är en beståndsdel i sulfidmineraliseringar. Koppar är ett rörligt ämne och när sulfidmineralen vittrar frigörs kopparjoner, en process som påskyndas i sura miljöer. När kopparjoner från sulfidberg har frigjorts genom vittring blir de biologiskt tillgängliga. I SGU:s kartvisare "Biogeokemi, koppar" redovisas kopparhalterna i prover tagna från starrväxter i bäckfåror. Syftet är att beskriva hur metallbelastningen av biologiskt tillgängligt koppar i vattendragen varierar beroende på naturlig förekomst och genom mänsklig aktivitet, som bergtäkt industriverksamhet etc.

Platsspecifik geoteknisk, markkemisk och geohydrologisk information är viktiga och kan förstärka eller ifrågasätta bedömningen som görs baserat på sammanställningen av kartinformationen. Om alla resultat pekar åt samma håll ökar bedömningens säkerhet.

2 SAMMANSTÄLLNING AV BEFINTLIG KARTINFORMATION

2.1 Bergkvalitet

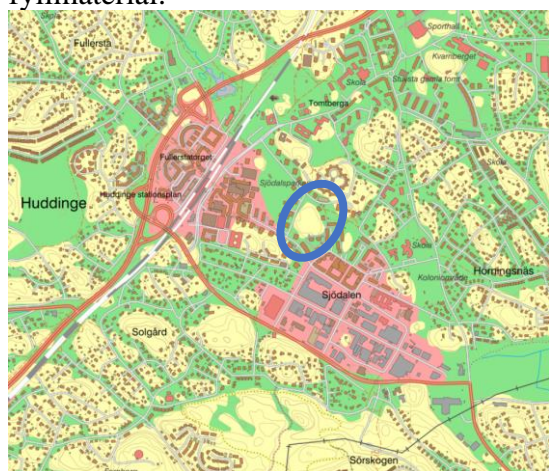
Den dominerande bergarten inom området är gråvacka, glimmerskiffer, grafit- och/eller sulfidförande skiffer, paragnejs, migmatit, kvartsit, amfibolit. Materialet lämpar sig som frostisoleringslager och förstärkningslager för underbyggnad järnväg (klass 2) och som bärlager och förstärkningslager i väg (klass 2). Materialegenskaperna bedöms inte kunna uppnå de krav eller rekommendationer för betonganvändningsområden (klass 3) (referens SGU:s kartgenerator Bergkvalitetsklassning).



Figur 2. Beskrivning av området, SGU:s kartgenerator.

2.2 Genomsläpplighet

Figur 3 visar att det aktuella området (gult område) är urberg med tunt jordtäckte och har medelhög genomsläpplighet. Det gröna området är en postglacial lera med låg genomsläpplighet och det rosa fältet är en genomsläpplig postglacial sand och eller fyllmaterial.



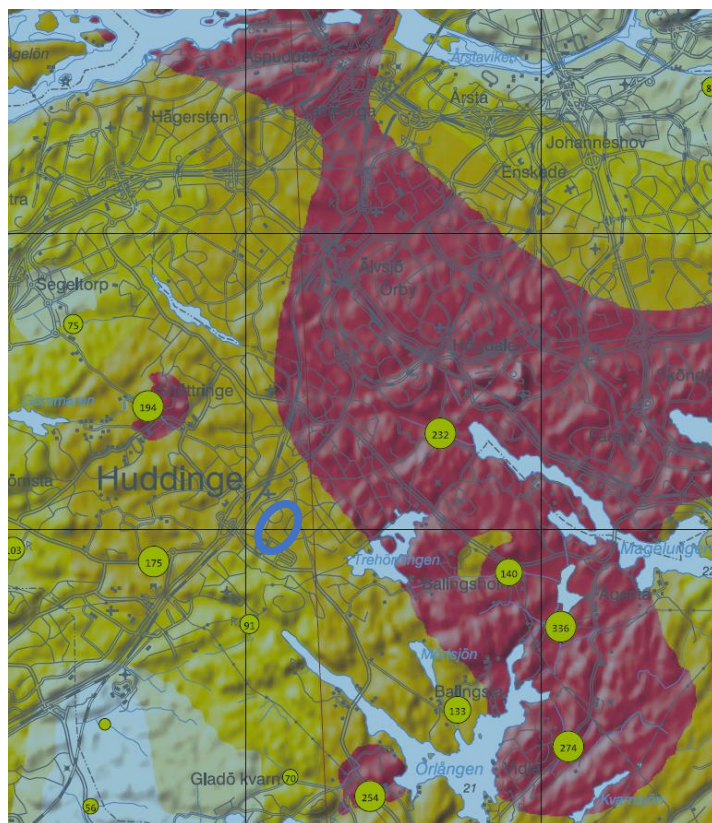
Figur 3. Genomsläpplighet för vatten. Källa: SGU:s kartgenerator.

2.3 Bio-geokemisk koppar

I Biogeokemi redovisas kopparhalterna i prover tagna från starrväxter i bäckfårar. Syftet är att beskriva hur metallbelastningen av koppar i vattendragen varierar inom landet. SGU:s data visar den naturliga förekomsten av olika metaller i naturen och halten av de metaller som frigörs genom mänsklig aktivitet. Mätpunkterna markeras med gul cirkel med uppmätta kopparhalter i starrväxter som redovisas i cirklarna, se figur 4.

Koppar är ett rörligt ämne och när sulfidmineralen vittrar frigörs kopparjoner, en process som påskyndas i sura miljöer. Kopparjonerna kan tas upp av växter och adsorberas i lermineral. Figur 4 indikerar att halterna av koppar är förhållandevis låga kring området, gula mörkgula området med Cu halter mellan 91 och 175 mg/kg. Det röda stråket öster om Huddinge indikerar ökad risk och baseras på uppmätta kopparhalter.

Det bör noteras att det saknas mät punkt i SGU:s kartmaterial som tar emot vatten som avvattnas från det område (Referens: SGU:s kartgenerator) som är aktuellt för denna utredning. Lågt pH, förhöjda halter av metaller och spår av vittrat berg kan vara en indikator på försurningsrisk. SGU:s kartering av koppar i totalhalter i morän ger dock indikation på låg haltnivå av koppar i området.



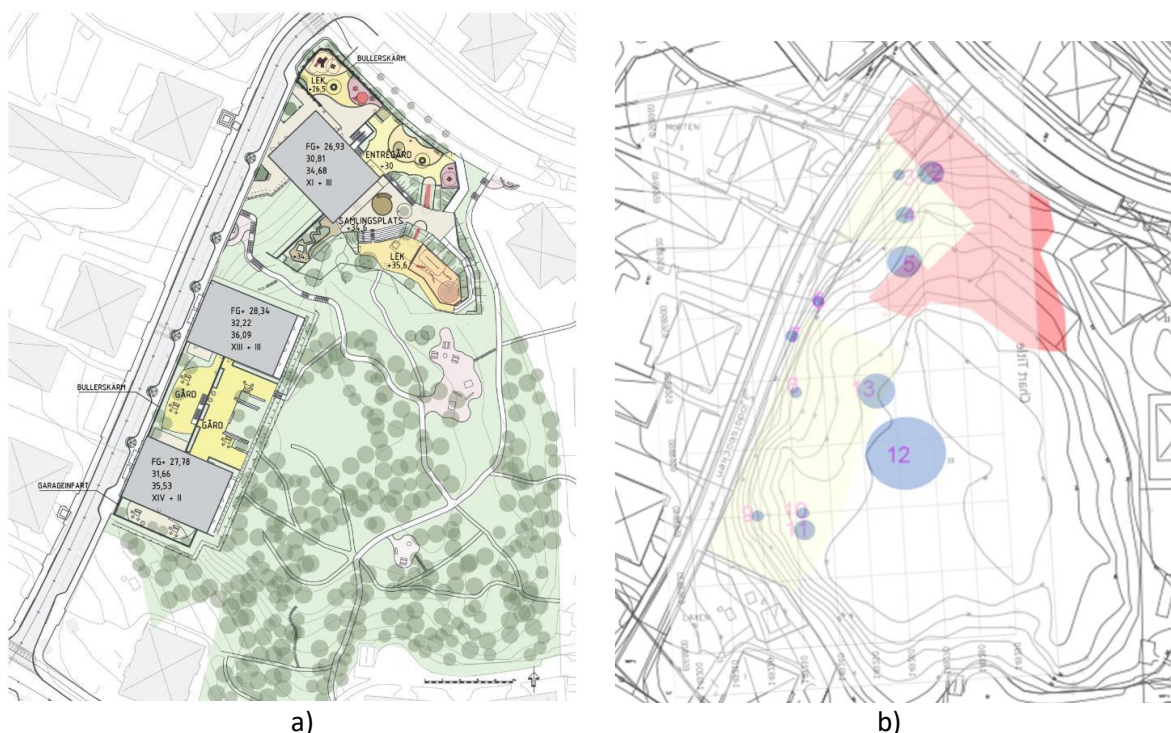
Figur 4. Biogeokemikarta – Koppar, SGU:s kartgenerator.

3 PLATSSPECIFIK GEOTEKNISK, MARKKEMISK OCH GEOHYDROLOGISK INFORMATION

3.1 Bergmaterialets halt av svavel

Bergmassan i området domineras av en grå ojämnkornig sedimentgnejs (SWECO, 2017). Foliationen i gnejsen består av finkorniga mörka glimmermineral samt ljusa stråk av medelkornig fältspat och kvarts. Sedimentgnejsen är ställvis migmatitiserad där ådror av medel- till grovkornig fältspat och kvarts förekommer, samt partier av finkornig granit. Bergmassan är medel- till storblockig (decimeter till meterstora block) och har en generell vittringsgrad som varierar från friskt till svagt vittrad. Oxidering av bergmassan och kalifältspatomvandling förekommer ställvis i hela området.

Ytliga prover togs i tolv punkter och bergmaterialet analyserades med TC-1, totalhalter i fasta material (bergarter, mineral). Analysen omfattar bland annat halt av svavel (Bilaga 1), (SWECO, 2019). Totalt togs 12 bergprover (nummer 2 till 13) tagna vid schaktlägena för respektive hus. Provpunkterna valdes efter rådande förhållanden, dvs. där det fanns berg i dagen (blottade hållar) och utspritt över området för att få representativa värden över området och geologin. Resultaten visar att hälften av proverna (6st) har låga svavelhalter, < 100 mg/kg TS. Tre prov har halter mellan 100 och 500 mg/kg TS, två prov mellan 500 och 1000 mg/kg TS. Inom schaktområdet ligger halterna väl under 1000 mg /kg TS.



Figur 5. a) Situationsplan för planerade fastigheter (Hus A, Hus B och Hus C). (Källa Sweco) b) Karta över Sjödalbacken med bergprovtagning och halt av svavel, där storleken på ringarna representerar svavelhalten. Se Bilaga 1.

Det bör påpekas att ett av proven (nr 12) uppströms det för schaktning aktuella området har halt över 1000 mg/kg (3810 mg/kg TS). Punkten kommer att påverkas av grundvattensänkning enbart under byggtiden och bedöms inte påverka grundvattnets kvalitet.

3.2 Bergmaterialets neutraliseringspotential (NNP)

Det har utförts kompletterande analyser (så kallat ABA-test) av de redan undersökta bergmaterialen (12 st.) för att kalibrera:

- bergmaterialets pH ovanför grundvattenytan mot svavelhalt och bergart, som visar bergets befintliga pH, och
- bergmaterialets summerade neutraliseringspotential (NNP) och NP/AP-kvot (NNR) mot svavelhalt och bergart, som ger indikation på bergets eventuella långsiktiga försurningsegenskaper.

Analysresultaten summeras i tabell 1 och redovisas i sin helhet i bilaga 3- ABA och pasta pH. Pasta pH-värdena är generellt höga och visar att bergmaterialet inte är försurat, $pH > 6,1$. Positiva NNP-värden och NP/AP-kvot > 1 indikerar att bergets neutraliseringspotential är större än dess syraproducerande potential.

Tabell 1 Resultat från mätning av bergmaterialets neutraliseringspotential, ABA-test och mätning av bergets befintliga pH (pasta pH).

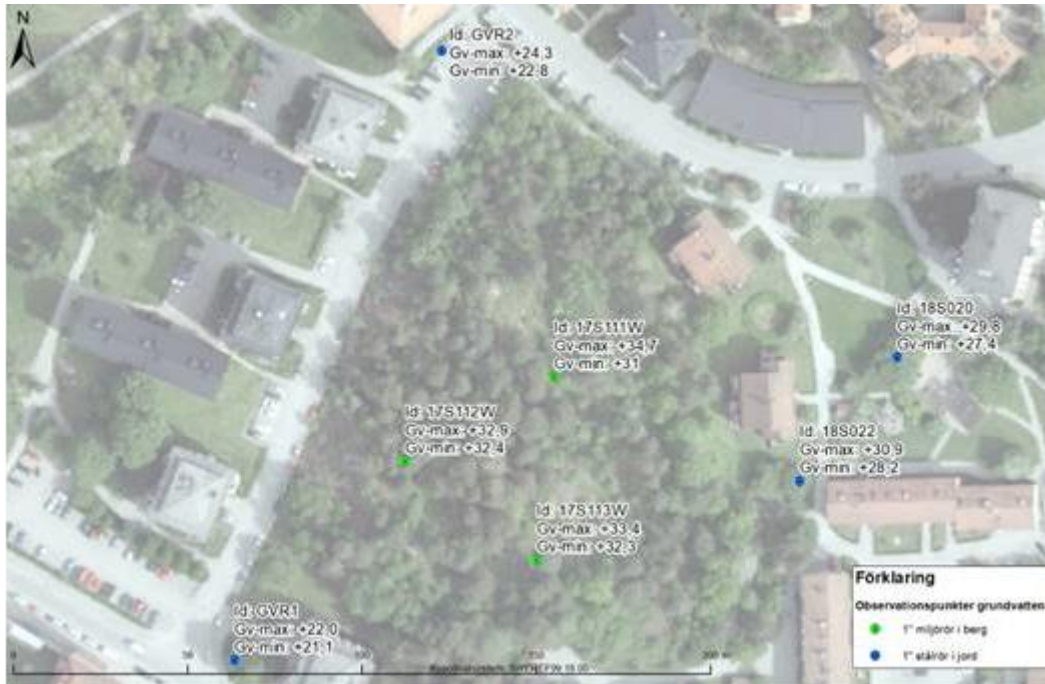
Prov	S-halt, mg/kg TS	NP, kg CaCO ₃ /ton berg	AP, kg CaCO ₃ /ton berg	NNR	NNP, kg CaCO ₃ /ton berg	Pasta pH
2	1300	7	1,9	3,87	5	7,3
3	100	5	0,3	152	5	7,4
4	300	4	0,3	136	4	7,2
5	1000	5	0,9	5,33	4	6,1
6	100	7	0,3	208	6	8,4
7	100	5	0,3	160	5	8,1
8	300	1	0,3	4	1	7,5
9	200	7	0,3	232	7	6,9
10	100	5	0,3	160	5	7,2
11	300	4	0,3	12,8	4	7,2
12	3400	16	9,4	1,73	7	7,3
13	1700	16	3,8	4,13	12	6,8

3.3 Grundvattenkemi

Grundvattensituationen undersöktes (SWECO, 2020). vid två tillfällen. Tre grundvattenrör 17S111W, 17S112W och 17S113W undersöktes med avseende på grundvattnets fysikaliska och kemiska egenskaper. Det första provtillfället var i maj 2018 då tre grundvattenrör i berg provtogs. Vid det andra tillfället, juli 2018 provtogs enbart grundvattenrör 17S111W. Grundvattennivån ligger 4 – 7 m under bergytan (markytan). Berget över grundvattenytan bedöms vara omättad och kan oxideras. Vattnet i grundvattenröret omsattes två gånger innan provtagning på grund av långsam tillrinning. Utredningen visade att vattenkemin inte överstiger gränsvärden och därmed kan klassas som icke-aggressivt mot armering eller betong. Fältundersökningarna indikerar att berget är relativt tätt, bl.a. med anledning av de relativt höga grundvattennivåer som uppmätts i de tre bergborrade hålen 17S111W-113W.

Grundvattnets pH ligger över pH 7,1 i samtliga punkter. Provpunkt 17S112W är inom området som kommer att sprängas ut. Denna punkt kan ha påverkats av det grundvatten som

finns i bergets sprickzoner ovanför mot höjden. Generellt gäller att vid oxidation av bergmaterial som innehåller sulfidmineral, exempelvis i förening med järn, koppar, zink etc., höjs por- och grundvattnets halter av sulfat, koppar, järn och zink. Uppmätta halter av sulfat och koppar är låga i grundvattenrören. De högsta halterna av sulfat och koppar uppmättes i grundvattenrör 17S112W, men med $\text{pH} > 7,2$ sker ingen försurning av bergmaterialet trots påverkan av oxiderande förhållanden ovanför grundvattenytan.



Figur 6. Provpunkter grundvatten (Källa: SWECO, 2020)

4 BEDÖMNING

4.1 Bergmaterialet

Bergprov som togs av SWECO inom Sjäddalsbacken har, som tidigare nämnts, visat att hälften av proverna (6st) har låga svavelhalter, < 100 mg/kg TS. Inom schaktområdet ligger halterna runt 1000 mg /kg TS.

Resultaten från ABA-testet visar att de undersökta bergmaterialen har positiva NNP¹-värden, dvs bergmaterialets neutraliseringspotential uttryckt som *kg CaCO₃/ton berg* är större än dess försurande effekt. NNP-värdena är mellan 1 och 12, vilket inte utesluter syrabildningspotential, men med kvoten mellan NP/AP (NNR) större än 2,3 i samtliga prov, bedöms bergmaterialet inte vara syraproducerande. Punkt 12, som är utanför schaktområdet har den högsta försurningspotentialen, AP är ca 9,4 *kg CaCO₃/ton berg*, men även i denna punkt är NNP > 1 (1,73 *kg CaCO₃/ton berg*). Bergprovernas pH indikerar att materialet inte är försurat och uppvisar neutrala pH, dvs nära pH 7. (Se bilaga 2. Sjäddalsbacken analytical protocol och bilaga 3. ABA och pasta pH).

4.2 Miljökvalitetsnormer för vatten, MKN

En miljökvalitetsnorm är en bestämmelse om en viss miljökvalitet som ska uppnås eller bibehållas. Uttryckt i juridiska termer ska miljökvalitetsnormer följas. En norm är normalt sett ett uttryck för den lägsta miljökvalitet som kan godtas, det vill säga den utgör en miniminivå för miljökvaliteten. Miljökvalitetsnormer för vatten samt vilka vatten de gäller för, så kallade vattenförekomster finns i VISS (VISS (www.viss.lst.se)) som är en databas med alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten). Källa: Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011.

Recipient för planområdet är sjön Trehörningen i Huddinge kommun. Trehörningen klassas som *Övrigt vatten* i VISS varpå ekologisk och kemisk status inte klassats av Vattenmyndigheten. I Huddinge kommuns Dagvattenstrategi beskrivs Trehörningen som en av kommunens mest övergödda sjöar och kommunen har tagit fram *Åtgärdsprogram för Trehörningen 2015-2021*. Se även Dagvattenutredning Sjäddalsbacken, ÅF 2018.

Grundvattennivån ligger ca 4 – 7 m under befintlig markyta (bergyta). Denna zon ovan grundvattennivån är aerobt påverkad, dvs oxiderande förhållanden råder som kan orsaka vittring och försurning samt förhöjda halter av metaller. Grundvattenprover som analyserades uppvisar höga pH värden (pH > 7,1) och ingen större påverkan av förhöjda halter av sulfat, koppar m.fl. detekterades. Detta indikerar att berget ovan grundvattenytan inte orsakar försurning.

¹ Enligt Lottermoser (2003) tolkas NNP och NP/AP-kvoten enligt; NNP = positiv (större än +20), finns ingen syrabildningspotential. NNP = negativ (mindre än -20), finns potential för syrabildning. Mellan ovan givna NNP-intervall, går det inte att avgöra om det finns syrabildningspotential eller inte. NP/AP-kvoten anger den teoretiska kapaciteten för bergmaterialet att generera surt lakvatten. NP/AP-kvot < 1 bergmaterialet kommer troligen producera syra. NP/AP-kvot > 2,3 bergmaterialet är inte syraproducerande.

4.3 Summerad bedömning

En kombinerad bedömning utifrån kart-, berg-, och grundvattenanalyser ger att området inte är påverkat av försurning. Bergmaterialet är inte syraproducerande inom schaktområdet.

Baserat på resultaten kan exempelvis punkterna 3, 4, 6, 7, 8, 9 och 11 med svavelhalter upp till ca 300 mg/kg TS hanteras utan risk för försurning. Punkterna 2, 5 och 13 är material med svavelhalt mellan 1000 – 2000 mg/kg TS, bedöms kunna buffra utifrån NNR-värden som är > 2,3, dvs bergmaterialet är inte syraproducerande.

Den summerade bedömningen är att bergmaterialet inte orsakar försurade förhållanden i grundvattnet i dagsläget och i denna del inte påverkar miljökvalitetsnormer för vatten, MKN, negativt.

5 HANTERING AV ENTREPRENADBERG FRÅN SCHAKTNINGEN

5.1 Förslag på analys och kontrollprogram

Syftet med undersökningen är att bedöma bergmaterialets syrabildningspotential (AP) och neutralisationspotential (NP). Den summerade neutraliseringsförmågan (NNP) bedöms utifrån hur NP kan balansera AP. Det ytliga bergmaterialet, om det är påverkat av vittring och oxidation, kan också ge indikation på hur bergmaterial under grundvattennivån kommer att bete sig på lång sikt efter att bergmaterialet har sprängts och schaktats ut. Målsättningen är att utifrån det förslagna kontrollprogrammet bedöma om återanvändning av entreprenadberget är möjligt utan risk för framtida försurning, samt bedömning av material som behöver skyddsåtgärder alternativt behöver skickas till deponering.

5.1.1 Val av analyser

Kontrollprogrammet som föreslås består av en kalibreringsanalys där svavelhalt kalibreras mot bergart och NNP hos bergmaterialet. Notera att punkt 1. och 2. (utom Ca och Fe) ingår i genomförda analyser samt för punkt 3. och 4. inväntas analys svar.

1. Bergart: Bergmaterial beskrivs som sedimentgnejs (ojämnkornig), sedimentgnejs (finkornig), granit.
2. Analys av bergmaterialets innehåll av metaller, svavel och kalcium som ger en allmän beskrivning av bergets mineralsammansättning. Här föreslås TC-1 totalhalter i fasta material, bergarter (ALS-Globals analyspaket eller motsvarande). Notera att analysen kompletteras med Ca (kalcium) och Fe (järn).
3. Pasta-pH- analys utförs på bergprov som är tagna över grundvattennivån. Ger information om bergmaterialets befintliga pH. Antagandet är att om berget är försurande har det redan inträffat i ytligt vittrat bergmaterial i den oxiderade zonen.
4. ABA-test (acid base account). Bergmaterialets summerade neutraliseringspotential bestäms.

Fältkontroll av entreprenadberget, där svavelhalt analyseras för att klassa bergmaterialet, föreslås enligt två alternativ:

- Alternativ 1. Analys av bergmaterialets innehåll av metaller, svavel och kalcium som ger en allmän beskrivning av bergets mineralsammansättning. Här föreslås TC-1 totalhalter i fasta material inklusive Fe och Ca.
- Alternativ 2. Motsvarande analys som alternativ 1 men utan Bergarter (ALS-Globals analyspaket eller motsvarande). Notera att analysens första steg inte inkluderar Ca och Fe, dessa kompletteras om halten S (Svavel) överstiger 300 mg/kg.

5.1.2 Kontrollprogram (platspecifik)

Bergmaterialen som skickas till analys beskrivs som exempelvis sedimentgnejs (ojämnkornig), sedimentgnejs (finkornig), granit. Denna information och uppmätta svavelhalter kommer att användas för att identifiera bergmaterial som kan användas fritt och bergmaterial som bedöms kunna ha försurande egenskaper.

5.2 Förslag på klassning av entreprenadberg

I dagsläget saknas vedertagen bedömning av bergmaterialets försurningsegenskaper. De tester och bedömningar som finns är relaterade till gruvindustrins anrikningssand och gråbergsupplag. I dessa fall är ”allt” bergmaterial sulfidhaltigt, med svavelhalter ca 10 000 – 40 000 mg/kg. Bergmaterialet i Sjödalsbacken har halter mellan < 90 - 2 000 mg/kg TS. Övrig skillnad mellan dessa två situationer är att i det ena fallet; Allt bergmaterial innehåller 10 000 tals mg/kg svavel (gruvavfall) och i det andra fallet är det en fraktion av bergmaterialet som innehåller maximalt några 100 mg/kg (Sjödalsbacken).

Med selektiv hantering av entreprenadberget, baserat på okulärbedömning av bergmaterial som omvandlingszon, sedimentgnejs och finkornig granit, mätning av svavelhalt kopplat till NNP, kan fraktioner med förhöjda halter av svavel identifieras och hanteras separat. Förslaget för att entreprenadberget ska kunna användas i egna och andra byggprojekt är enligt följande:

Återanvändning av entreprenadberg utan restriktioner:

- Svavelhalt ≤ 300 mg/kg
- Svavelhalt 300 – 1 000 mg som utifrån NNP och NP/AP kvot bedöms som icke försurande.

Bergmaterial som inte klarar ovannämnda kriterier undersöks vidare för att hitta andra applikationer inom eller utom projektet, alternativt deponering.

Bergmaterial som undersöks vidare för eventuella skyddsåtgärder:

- Svavelhalt $> 1\,000$ mg/kg undersöks med avseende på NNP och NP/AP -kvot.

6 REFERENSER

SWECO, 2017. Projekterings PM Bergteknik

SWECO, 2019. Rapport sulfidprovtagning: Sjödalsbacken sulfidprovtagning, uppdragsnummer 12707314

SWECO, 2020. Rapport Geohydrologi: Sjödalsbacken markutredning, uppdragsnummer 12700772

Trafikverket, 2015. Handbok för hantering av sulfidförande bergarter: Frogner-Kockum, P; Looents, K-J; Lindgren, Å. Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter.

ÅF, 2018. Dagvattenutredning Sjödalsbacken,

7 BILAGOR

1. Analysresultat Försurande berg Sjödalsbacken
2. Sjödalsbacken analytical protocol
3. ABA och pasta pH

