


Utredning av sulfidberg Orminge trafikplats, Nacka kommun

Grap nr 21461

Geosigma AB

2021-11-29

Uppdragsnummer 606636	Grap nr 21461	Datum 2021-11-29	Antal sidor 18	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Flavio Lanaro		Beställares referens Magnus Bohman		Beställares ref nr
Beställare Nacka Kommun/EWork				
Rubrik Utredning av sulfidberg Orminge trafikplats, Nacka kommun				
Underrubrik				
Författad av Eva Samuelsson, Sofia Winell				Datum 2021-11-29
Granskad av Flavio Lanaro				Datum 2021-11-18
Godkänd av Flavio Lanaro				Datum 2021-11-29
GEOSIGMA AB www.geosigma.se info@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 – 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Innehåll

1	Inledning och syfte	4
2	Område och bergförhållanden	4
3	Metoder	5
3.1	Översiktlig kartering	5
3.2	Provtagning	5
3.3	Analys av total svavelhalt	5
3.4	Analys av Acid Base Accounting (ABA)	5
4	Bedömningsgrunder och riktvärden	6
4.1	Totalsvavelhalt	6
4.2	Acid-Base counting ABA	7
5	Utförande	7
5.1	Översiktlig kartering och okulär besiktning av sulfidmineral	7
5.2	Provtagning stuff och Jb-sondering	7
5.3	Analys	9
6	Resultat	9
6.1	Översiktlig bergartskartering	9
6.2	Okulär besiktning av sulfid och rostutfällning	11
6.3	Analysresultat	15
7	Slutsatser	17
8	Referenser	17

1 Inledning och syfte

Geosigma har på uppdrag av Nacka kommun genomfört en sulfidutredning i området kring Orminge trafikplats.

Syftet är att undersöka förekomst av sulfid i berget vilket kan utgöra en miljö- och hälsorisk genom försurning och urlakning av metaller från de schaktade bergmassorna i samband med byggnation i området.

2 Område och bergförhållanden

Undersökningsområdet i Orminge visas i Figur 2-1 och avgränsas av Värmdövägen 222 i söder och Ormingeleden i väster. De norra och östra delarna av området angränsar till kvarteret Nacka Lännersta.



Figur 2-1. Plan över området (Nacka kommun, 2021) som visar undersökningsområdet med blå linjer.

Aktuellt schaktningsområde utgörs idag av mark med lägsta nivå på ca. +37 m och som högst längs med Ormingevägen på ca. +52 m. Markytan kommer att sänkas som mest med ca. 14 m.

Området består i huvudsak av skog med rundhällar. Hällarna är bara delvis blottade med mossbeläggning eller ett tunnare jordlager och vegetation. Genom området löper en sänka i nära nord-sydlig riktning där berg-i-dagen saknas. Längs Ormingeleden finns bergskärningar och en stor andel blottade hällar. Hällar finns även längs områdets östra gräns.

3 Metoder

3.1 Översiktlig kartering

Inledningsvis utfördes en översiktlig bergartskartering där samtliga synliga bergartsled identifierades. Att ha kännedom om vilka olika bergarter som finns i undersökningsområdet kan ha stor betydelse då förekomsten av sulfider varierar mellan olika bergarter. Bedömningen av sulfidmineralförekomst utfördes genom okulär besiktning med lupp på färska brottytor. Det vanligaste sulfidmineralet är Pyrit (FeS_2), vilket är ett blekt guldfärgat, hårt, kubiskt mineral som ger ett svart streck vid repning.

Om inga synliga sulfidmineral går att observera är järnhydroxid ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), dvs. rost, ett tecken på att det kan finnas oxiderande sulfidmineral i bergmassan eller på spricktytor.

3.2 Provtagning

Vid indikation på sulfidförekomst utförs två typer av provtagningar:

- Stuff, bergprovtagning mha. slägga från berg-i-dagen
- Borrkaxprovtagning med Jb-sondering

Jb-sondering är viktigt i de fall det inte finns berg i dagen, eller om stuffprovtagning inte är möjlig pga. hällarnas beskaffenhet (rundhällar kan vara svåra att provta), eller då schaktdjupet överstiger 2 m under befintlig marknivå.

3.3 Analys av total svavelhalt

En analys av totalsvavel ger information om halten (mg/kg) svavel i provet. Analysen omfattar även halter av järn och kalcium samt pH-värde.

3.4 Analys av Acid Base Accounting (ABA)

Acid Base Accounting (ABA) är en geokemisk karaktäriseringsmetod för bergmassor och bergavfall. ABA ger en bild av mängden sulfider i förhållande till mängden buffrande mineral i bergmaterialet. Syftet med ABA-analysen är att kvantifiera den surgörande potentialen, *Acid Potential* (AP), och den neutraliserande potentialen, *Neutralization Potential* (NP) för att därefter karaktärisera resultatet med neutraliseringspotentialkvot, *Neutralization Potential Ratio* (NPR) och neutraliseringspotentialen, *Neutralisation Potential* (NNP) enligt Ekvation 1 till 4 nedan:

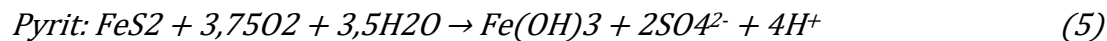
$$AP = 31,25 * \text{vikt\% sulfid (Lawrence \& Wang, 1996)} \quad (1)$$

$$NP = c(HCl) * Va(HCl) - c(NAOH) * Vb(NAOH)/Md \text{ (SS-EN 15875:2011)} \quad (2)$$

$$NPR = NP / AP \quad (3)$$

$$NNP = NP - AP \quad (4)$$

I ekvationerna ovan används totalsulfidhalten (vikt% sulfid i %) för att beräkna AP. Beräkningen kan även göras utifrån totalsvavelhalten om provet är kraftigt oxididerat. Vid oxidation kan stor del av svavlet i sulfider ha övergått till sulfat (SO₄²⁻), se Ekvation 5. I dessa fall kan istället totalsvavelhalten (vikt% svavel) användas för beräkning av AP (Lindgren, 2020; Sobek m.fl., 1978), se Ekvation 6.



$$AP = 31,25 * \text{vikt\% svavel (PrEN 15875(2008))} \quad (6)$$

4 Bedömningsgrunder och riktvärden

4.1 Totalsvavelhalt

Stockholm stads vägledning för provtagning och klassificering av sulfidförande berg (Stockholm stad, 2021.) anger att svavelhalter mindre än 1000 mg/kg ska anses som icke syraproducerande berg.

Tabell 4-1. Bedömningsmall med riktvärden för svavelhalt per kg bergkross (Stockholm stad, 2021).

Halt	mg/kg TS (TS=torrsubstans)
Bedöms som icke-syraproducerande (ISP), ingen vidare undersökning	< 1000
Bedöms som potentiellt syraproducerande (PSP),gå vidare med ABA-test	> 1000

4.2 Acid-Base counting ABA

Stockholms stad (2021) och Naturvårdsverket (2010) anger att den neutraliserande kapaciteten, neutraliseringspotentialkvoten (NPR), bör vara tre gånger så stor som den syrabildande kapaciteten för att undvika försurning, se Tabell 4.2. Golder Associates (2017) anger att neutraliseringspotentialen (NNP) bör vara över 12 för att risken för syrabildande berg ska vara låg, Tabell 4-3.

Tabell 4-2. Klassifieringstabell för NPR-värde (Stockholm stad, 2021; Naturvårdsverket, 2010).

Bedömning	NPR
Bergmaterialet bedöms som icke-syraproducerande (ISP), ingen vidare undersökning	>3
Bergmaterialet bedöms som potentiellt syraproducerande (PSP)	1-3
Bergmaterialet bedöms med stor sannolikhet som potentiellt syraproducerande (PSP)	<1

Tabell 4-3. Klassifieringstabell för NNP-värde (Golder Associates, 2017).

Bedömning	NNP
Minimal risk att vara syrebildande	>50
Låg risk att vara syrebildande	>12
Potentiellt syrabildande	0-12
Syrabildande material	<0

5 Utförande

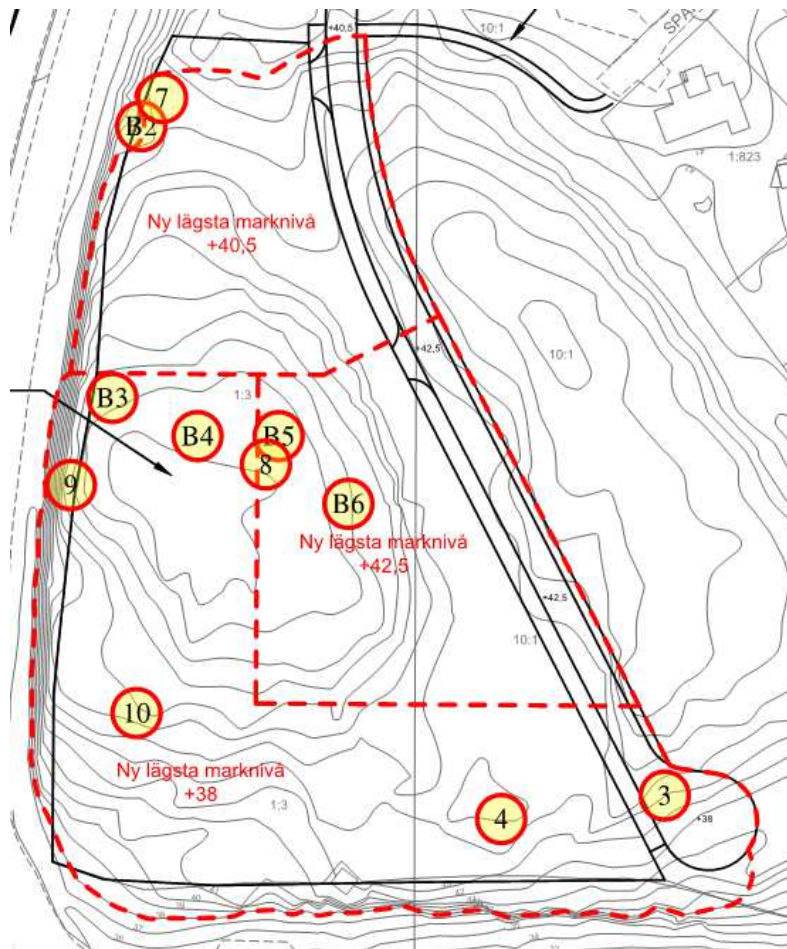
5.1 Översiktlig kartering och okulär besiktning av sulfidmineral

Den 2021-09-07 utfördes en översiktlig bergartskartering och en okulär undersökning av förekomsten av sulfidmineral, eller tecken på sulfidförekomst genom rostutfällning.

5.2 Provtagning stoff och Jb-sondering

I samband med översiktlig kartering och sulfidbesiktningen togs 10 stycken ytprover i form av stoff samt valdes 6 lämpliga provtagningspunkter för Jb-sondering ut.

Provpunkterna för Jb-sondering valdes efter rådande förhållanden, dvs. tillgängliga hållar och där det var möjligt för borrvagnen att ta sig fram. Provtagningsdjup på 2 meter bedömdes räcka då bergartkarteringen av skärningen visade att bergmatrisen består av en och samma bergart oberoende djup, se avsnitt 6.1. Figur 5-1 visar en planvy över undersökningsområdet med provtagningspunkterna ungefärligt markerade. Tabell 5-2 visar prov-ID samt provtyp.



Figur 5-1. Karta över området (Nacka kommun, 2021) med provtagningspunkterna ungefärligt utmarkerade.

Tabell 5-1. Proverna i undersökningsområdet med djupintervall på provtagningen från marknivån.

Prov	Provtyp	Djup
3	Stuffprov	Ytprov
4	Stuffprov	Ytprov
7	Stuffprov	Ytprov
8	Stuffprov	Ytprov
9	Stuffprov	Ytprov
10	Stuffprov	Ytprov
B2_2m	Borrprov	2 meters djup
B3_2m	Borrprov	2 meters djup
B4_2m	Borrprov	2 meters djup
B5_2m	Borrprov	2 meters djup
B6_2m	Borrprov	2 meters djup

5.3 Analys

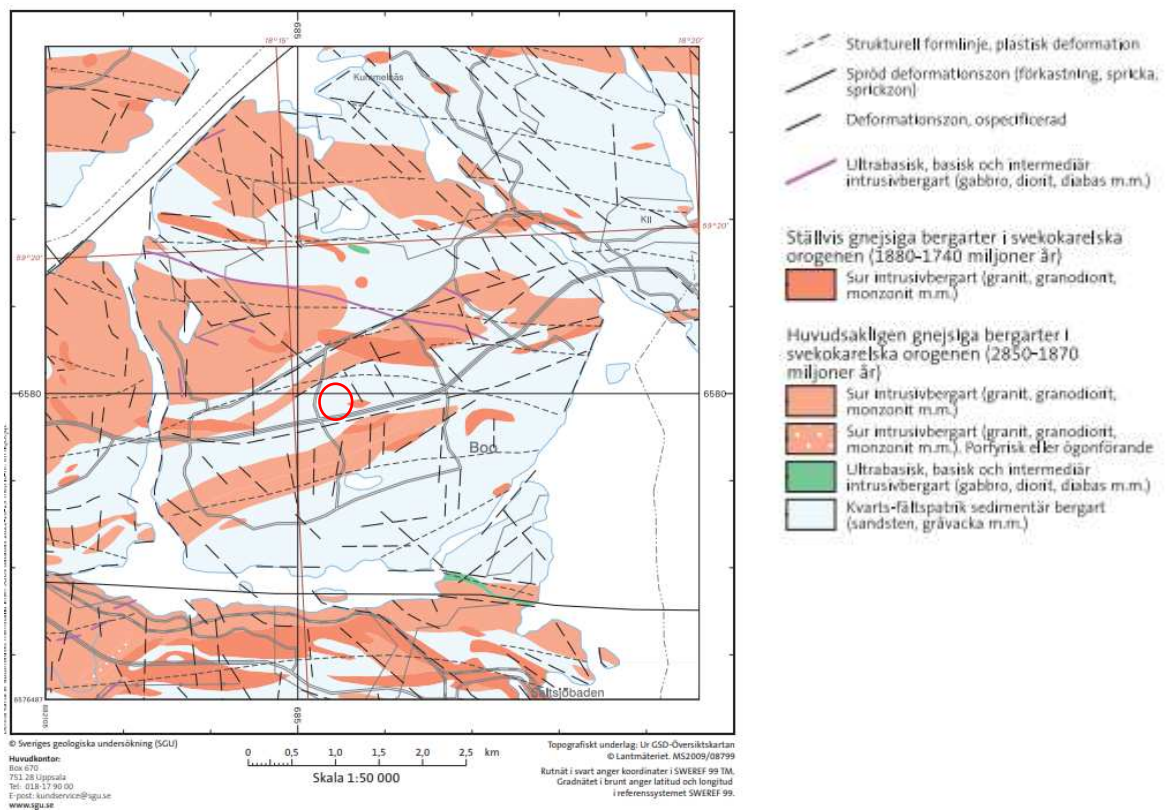
Av ytproverna skickades 6 stycken till ett ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB) för analys av totalsvavel. Analysen omfattar även halter av järn och kalcium samt pH-värde.

Efter en primär tolkning av resultat från totalsvaveltester av de ytliga stuffproverna valdes 2 av borrhoverna och 1 av stuffproverna ut för kompletterande ABA-test. Urvalet gjordes utefter område där stuffprover visat på förhöjda eller höga halter av totalsvavel.

6 Resultat

6.1 Översiktlig bergartskartering

Enligt SGU (Kartgeneratörn) består bergarten i området huvudsakligen av sedimentär gnejs, se Figur 6-1. På plats observerades en ojämknorning, ådrig, ljusgrå till grå gnejs av sedimentärt ursprung, se Figur 6-2. Bergarten är mycket heterogen med en varierande andel kvarts/fälspatsådror i en fin- till medelkornig mörk mellanmassa bestående av mineral som biotit och plagioklas. Bortsett från en liten andel granit så bedöms området bestå av en och samma bergart med i huvudsak samma textur och struktur. Inga friska sulfidmineral har observerats på plats men bergarten visar tecken på oxidering pga. sulfider, främst i skärningar på blottlagda sprickytor men även i varierande grad på hälltytor.



Figur 6-1. Berggrundskarta från SGU (Kartgeneratorn). Aktuellt område har markerats med rött.



Figur 6-2. Grå, ojämncorning, ådrig sedimentär gnejs.

6.2 Okulär besiktning av sulfid och rostutfällning

Den okulära besiktningen på plats fokuserade på att identifiera rostutfällning på bergytan, vilket kan vara en indikation på sulfidmineral i bergmassan.

I provtagningspunkt 3 syns rostiga ytor under den moss- och lavbeklädda rundhällen. Stuffprov tagit intill visar på kraftig rostpåverkan, se Figur 6-3.



Figur 6-3. T.v. Rundhäll från områdets södra del. T.h. Stuffprov nr 3 (totalsvavelhalt på 2100 mg/kg) togs i anslutning till hällen till höger.

Figur 6-4 visar skärningen längs söndra delen av Ormingeleden. Sprängda ytor visar ingen eller svag rostbildning. Däremot är sprickplanen kraftigt rostpåverkade. Om en högre svavelhalt är kopplad till sprickorna skulle en hög sprickfrekvens innebära ett lågt NPR, dvs. potentiellt syrabildande berg. Graden av rostbildning i berget kan även bero på hur de sprängda ytorna har varit exponerade för vatten, vilket kan skilja sig från hur sprickplanen har exponerats.



Figur 6-4. Skärning i södra delen av Ormingeleden. Tydlig rostbildning på sprickytor.

Sprickplanen stupar brant och har en NV-SO eller NO-SV riktning, vilket samstämmer med de lokala deformationszonerna i Stockholmsområdet.

I Figur 6-5 visas skärningen på motsatt sida av ormingeleden. Denna skärning har en högre sprickfrekvens och är mycket kraftigt påverkad av rostbildning. Detta exempel visar på hur mycket sprickfrekvensen kan variera i berget. Är den höga svavelhalten kopplad till sprickorna i bergmassan, så kommer även svavelhalten att variera stort. Som beskrivet i stycket ovan kan den ökade rostbildningen i denna skärning även bero på vattenexponering.



Figur 6-5. Bild på skärningen längs Ormingeledens södergående led. Betydligt större påverkan av rostbildning.

Figur 6-6 visar överytan av den rundhäll där borrhypunkt B2 är borrhypad. Här finns endast svaga tecken på rostbildning. I närheten av borrhypunkt B2 togs stuffprov nr 7 som visar på tydlig rostbildning.



Figur 6-6. T.v. Översiktsbild på rundhällar från borrhypunkt B2. T.h. Stuffprov nr 7 från området kring borrhypunkt B2. Visar tydliga tecken på rostbildning.

Bergytorna kring borrhypunkt B3 visade inga tydliga tecken på rostpåverkan, Figur 6-7.



Figur 6-7. Borrhypunkt nr 3 där totalsvavelhalten är 2630 mg/kg.

Samma observation, dvs. relativt opåverkat berg observerades även i borrhypunkt B5, se Figur 6-8. Här visar stufprovr nr 8 från ikringliggande område att berget är tydligt rostpåverkat.



Figur 6-8. T.v. Borrhypunkt B5, där endast svaga antydningar till rostbildning observerats. T.h. Stufprov nr 8 från området kring borrhypunkt B5.

6.3 Analysresultat

För provpunkt 4, 8 och 9 bedöms totala svavelhalten vara mycket låg med värden som ligger mellan < 100 och 396 mg/kg totalsvavel, se Tabell 6.1.

För provpunkt 7, 10, B4 och B6 bedöms svavelhalten som något förhöjd med värden mellan 549 och 736 mg/kg totalsvavel.

För provpunkt 3, B2, B3 och B5 bedöms den totala svavelhalten vara förhöjd till hög med värden mellan 2100 och 6900 mg/kg. På tre av dessa prover gjordes kompletterande ABA-test som visar på hög syrapotential, en NPR-kvot < 1 och NNP < 0. Detta innebär att materialet inte har tillräcklig buffringspotential. Figur 6-9 visar provtagningsområden där analysresultat visar på risk för syraproducerande berg, NPR < 1 och NNP < 0.

Tabell 6.1. Analysresultat för prover från Orminge trafikplats, Nacka kommun. AP är beräknat utifrån vikt%svavel då allt svavel bedöms härstamma från sulfid*. Prov B2 och B5 har beräknat totalsvavelhalt utifrån vikt% svavel**.

Prov	Svavel mg/kg	Svavel Vikt%	SO ₄ Vikt%	Sulfid Vikt%	NP	AP*	NNP TS	NPR TS	Pasta pH
3	2100	0,2	0,18	0,02	6	6,3	-0,25	0,96	
4	264								7,7
7	590								6,5
8	396								5,6
9	99								6,7
10	736								5,2
B2_2m	6900**	0,69	0,04	0,65	7	21,56	-14,56	0,32	
B3_2m	2630								6,9
B4_2m	549								5,2
B5_2m	4700**	0,47	0,03	0,44	4	14,69	-10,69	0,27	
B6_2m	620								5,6

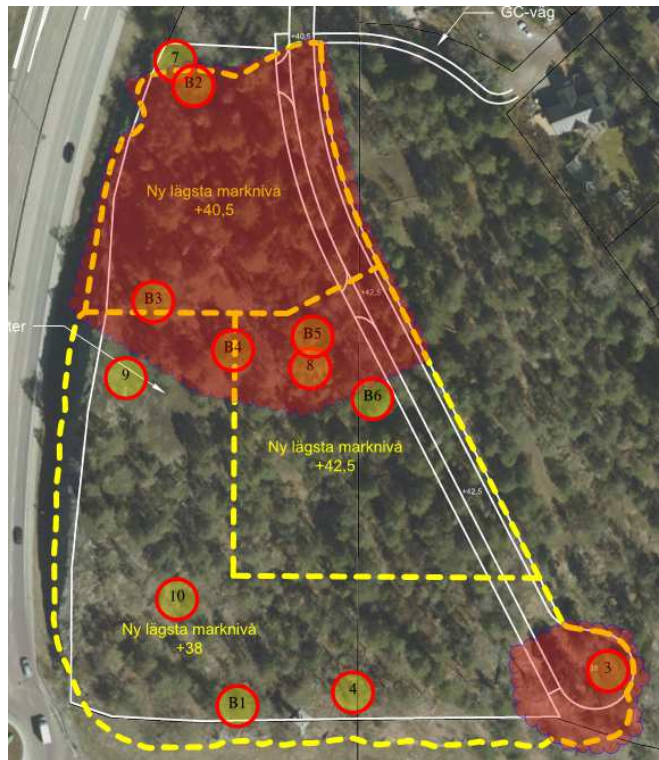
Provpunkt 3 visar enligt analys på hög totalsvavelhalt men på låg syrapotential (AP), dvs. ej syrabildande berg. Dock bedöms stuffprovet vara kraftigt oxiderat och det svavel som tidigare var i sulfidform har genom oxidation troligen omvandlats till sulfat. Eftersom syrapotentialen beräknas på sulfidhalten och inte totalsvavelhalten blev syrapotentialen

lägre än vad som bedöms troligt. Bedömningen är att bergmaterial inte innehåller några större mängder sulfatmineral, utan att svavlet som tidigare var i sulfidform övergått till sulfat. Därför bör istället vikt% svavel användas för beräkning av syrapotentialen för detta prov, se Tabell 6.1 och Ekvation 6. Resultatet ger ett NPR = 0,96 och ett NNP = -0,25, dvs. potentiellt syrabildande berg.

Analyser visar att borrhpunkt B2 består av potentiellt syrabildande berg med ett NPR = 0,32 och ett NNP = -15. Dock visar stufvprov nr 7, som togs i närheten av borrhpunkt B2, endast på en något förhöjd svavelhalt, S(TS) = 590 mg/kg.

Borrhpunkt B3 visade på förhöjd svavelhalt, S(TS) = 2630 mg/kg.

Även i borrhpunkt B5 observerades höga svavelhalter som visar på ett potentiellt syrabildande berg med NPR = 0,27 och NNP = -11. Stufvprov nr 8 från ikringliggande område visar dock på låg halt av svavel.



Figur 6-9. Karta över området där provpunkter inom rödfärgat område, enligt analysresultat, visat på potentiell risk för höga svavelhalter och syraproducerande berg, NPR < 1 och NNP < 0.

7 Slutsatser

Analysresultatet visar att 4 av 11 prover har visat på svavelhalter över 1000 mg/kg, varav två har värden på mera än 4000 mg/kg. ABA-analyser utförda på 3 av dessa prover med höga svavelhalter visar att NPR-kvoten ligger under 1 och NNP under 0, vilket innebär att bergmaterialet i dessa punkter/områden inte har tillräcklig buffringspotential och klassas därför som syraproducerande berg.

Bedömningen är att den sedimentära gnejsen som undersökningsområdet består av har liknande utseende, dvs. struktur och textur, i samtliga karterade hållar och skärningar. Analysresultaten visar däremot på en mineralogiskt heterogenitet där svavelhalten varierar stort över området. Denna variation av svavelhalt går inte att okulärt se i bergarten. Samtliga analyserade ytprover har varit rostpåverkade, men enbart ett fåtal visade på höga svavelhalter. Det kan konstateras att rostpåverkan i området inte är entydigt med höga svavelhalter. Den ådriga sedimentära gnejsen kan ha höga svavelhalter i stråk då denna bergart genom deformation är både utdragen och veckad vilket kan skapa en gnejs med blandning av höga och låga svavelhalter om vartannat. Men detta som utgångspunkt är det svårt att förutse punkter eller stråk med högre svavelhalter i bergmassan och att göra kompletterande borrhningar och analyser i detta läge bedöms inte ge en tydligare bild av svavlets fördelning i bergmatrisen.

Slutsatsen är att även om höga halter endast har påvisats i de rödmarkerade områdena i Figur 6-9 så bedömer vi att höga svavelhalter och syraproducerande berg kan, baserat på beskriven problematik ovan, förekomma även i icke rödmarkerade områden.

De punkter som har visat på låg buffringspotential har så pass låga värden, NPR < 1 och NNP < 0, att en konservativ bedömning av bergmassan rekommenderas. Inför schaktning och byggnation bör därför en hanteringsplan och ett kontrollprogram upprättas med systematisk provtagning för att förebygga potentiella miljö- och hälsorisker.

8 Referenser

Naturvårdsverket, 2016. *Tabell över generella riktvärden för förorenad mark*. Naturvårdsverket.

Stockholm stad, 2021. *E2020-04235:Vägledning Provtagning och klassificering av sulfidförande berg*.

Lindgren L, 2020. *Utvärdering av predikteringsmetoder för sulfidförande berg, Med fokus på berg som används i konstruktioner*, LTU

SGU, 2021. Kartgeneratören. *Berggrundskartan, skala 1:50 000*. SGU, www.sgu.se.

SS-EN 15875:2011. *Karaktärisering av avfall - Statisk test för bestämning av syrabildnings- och neutraliseringspotential i sulfidhaltigt avfall*.

PrEN 15875.2008.Characterization of waste – static test for the determination of acid potential and neutralization potential of sulfidic waste.(Europeisk standard)

Golder Associates (2007). Guidelines for acid producing rock investigation, testing, monitoring and mitigation. Submitted by: Golder associates, Inc. 44 Union Boulevard, Suite 300, Lakewood, CO 80228.

Bilaga 1. ALS Totalhalt sulfid

Bilaga 2. ALS ABA-test