

A woman with long blonde hair is shown in profile, looking out over a city at dusk. The city lights are visible in the background, and the sky is a mix of blue and orange. The woman's face is partially obscured by the text.

△ REJLERS

HOME OF THE
LEARNING MINDS

Sulfidutredning i berg

Detaljplan för Tvetta-Valsta 4:1 och Jumsta 3:1

Sammanfattning

Rejlers Sverige AB har på uppdrag av Södertälje kommun utfört en sulfidutredning i berg för att undersöka förekomsten av höga svavelhalter, inför framtagande av detaljplan för utveckling av ett nytt verksamhetsområde inom del av fastigheterna Tveta-Valsta 4:1 samt Jumsta 3:1. Inom de undersökta områdena har förekommande bergarter kartlagts. Prover från berget har samlats in och analyserats med avseende på totalhalt svavel.

Svavelhalten var i 4 av de analyserade proverna under 1000 mg/kg totalsvavel varav inga ytterligare analyser av dessa prover behövs. För tre prover var svavelhalten förhöjd (>1000 mg/kg) och kompletterande analyser i form av ABA- samt NAGpH-test utfördes.

Utförda analyser av ABA- och NAGpH-test klassar prov 24RE20 och 24RE18 som icke-syraproducerande enligt Stockholm stads vägledning (2021). Den syraproducerande förmågan för prov 24RE26 är dock fortsatt osäker.

Rekommendationen är att en mer detaljerad kartering av befintliga bergarter i området bör utföras med syfte att bedöma var potentiella riskbergarter finns, ex. sedimentär gnejs.

Den samlade bedömningen är att kompletterande provtagning och analys bör utföras med syfte att ytterligare kvantifiera potentiell riskvolym av syraproducerande berg. Provtagning bör ske vid bedömda riskbergarter och där osäkerheter kring bergets syraproducerande förmåga finns. Kompletterande undersökning bör fokusera på områden där det i dagsläget saknas information och där bergschakt planeras. I de områden där bergschakt inte planeras utgår rekommendationen. I områden där provtagning och analys utförts och resultatet uppvisar att proverna inte är syraproducerande rekommenderas ingen ytterligare utredning. Där bergets syraproducerande förmåga är fortsatt osäker efter denna undersökning bör kompletterande provtagning och analys utföras.

Revision	Datum	Beskrivning	Författare	Granskad av
1.0	2024-04-26	Interngranskad	C. Svanholm	E. Samuelsson
	2024-05-30	Slutversion		

Innehåll

1. Inledning och syfte	4
2. Vägledande dokument och råd	4
3. Underlag	5
4. Områdesbeskrivning och bergförhållanden.....	5
5. Utförande	6
5.1. Översiktlig kartering.....	6
5.2. Bergprovtagning	6
6. Analyser.....	7
6.1. Analys av totalsvavelhalt	7
6.2. Analys av Acid Base Accounting (ABA).....	7
6.3. Net Acid Generation (NAGpH)	8
6.4. Analys av metaller och halvmetaller	8
7. Bedömningsgrunder och riktvärden	8
7.1. Totalsvavelhalt	8
7.2. ABA	8
7.3. NAGpH.....	9
7.4. Metaller och halvmetaller.....	9
8. Resultat.....	9
8.1. Översiktlig bergartskartering.....	9
8.2. Okulär besiktning av sulfid och rostutfällning.....	11
8.3. Analysresultat.....	11
8.3.1. Metaller och halvmetaller.....	12
9. Slutsatser	12
10. Rekommendationer	13
11. Referenser.....	14

Bilagor

Bilaga 1.	ALS Analysresultat
----------------	--------------------

1. Inledning och syfte

Rejlers Sverige AB har fått i uppdrag av Södertälje kommun att genomföra en teknisk förstudie inför framtagande av ny detaljplan för del av fastigheten Tveta-Valsta 4:1 och Jumsta 3:1, där planläggning för industriverksamhet planeras. Det aktuella undersökningsområdet visas i Figur 1.

Inom uppdraget utförs en sulfidutredning i berg där detta PM översiktligt beskriver förutsättningar, förslag och åtgärder inför fortsatt arbete med detaljplanen. Syftet med sulfidutredningen 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. I det fall syraproducerande berg påträffas inom områden med planerad bergschakt kan detta leda till ökade kostnader för projektet eftersom de sulfidförande massorna ej kan återanvändas fritt.



Figur 1. Översiktskarta (Lantmäteriet, 2024) över området med det aktuella undersökningsområdet ungefärligt markerat i rött.

2. Vägledande dokument och råd

Vid upprättande av detta PM har följande vägledande dokument använts:

- Stockholms stads vägledning för provtagning och klassificering av sulfidförande berg, (Stockholms stad, 2021)
- Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverket, 2016)
- Guidelines for acid producing rock investigation, testing, monitoring and mitigation, Golder Associates, 2007 (Golder Associates, 2007)
- Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark (Naturvårdsverket, 2022)

3. Underlag

Vid upprättande av detta PM har följande underlag använts:

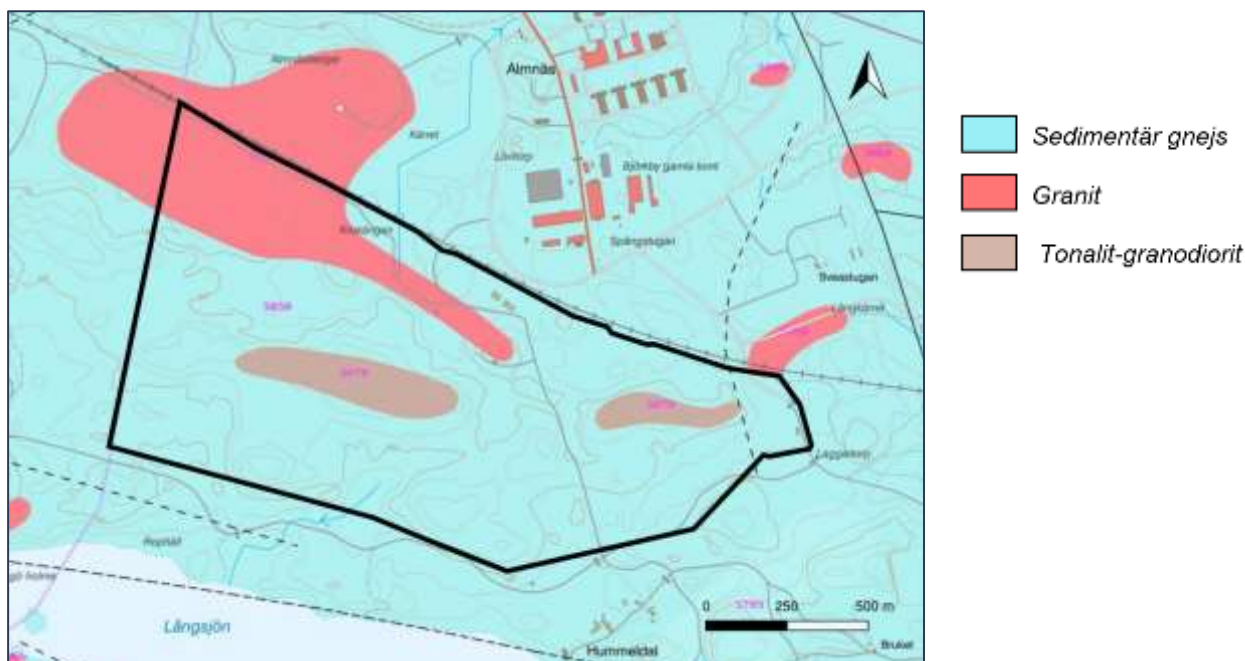
- Sveriges geologiska undersöknings (SGU) berggrundsgeologiska kartmaterial (Sveriges geologiska undersökning, 2024)
- Almnäs PM Bergteknik, 2021-08-25 (AFRY, 2021)
- Digital baskarta från Beställaren (2022-08-16)
- Översiktlig geologisk kartering med observerade bergarter, 2024-02-20

4. Områdesbeskrivning och bergförhållanden

Detaljplanen omfattar del av Tvetå-Valsta 4:1 och Jumsta 3:1 (Jumsta). Planområdet är cirka 190 hektar och består främst av ett i huvudsak obebyggt skogsområde. Planområdet är beläget i Södertälje kommuns västra del och gränsar i väster till Nykvarns kommun där planläggning pågår parallellt. Planområdet ingår i området Almnäs i Södertälje kommun som utvecklas till logistik- och industriområde tillsammans med området Mörby i Nykvarns kommun. Gemensamt för de båda kommunerna benämns området som Stockholm Syd och omfattar ca 1000 ha.

Planområdets topografi varierar mellan ca 35–75 m ö h och utgörs främst av barrskogsmiljöer bestående av produktionsskog, impediment och äldre skog. Höjdpartierna domineras av hållmarker med tall. I svackorna förekommer ställvis fuktigare partier med lövskog och sumpiga miljöer. En mindre del av området består av mer öppna marker. Berg i dagen återfinns utspritt över området. Berget var vid fältbesöket inte avtäckt.

Enligt SGU:s berggrundskarta består bergarten i det aktuella området främst av sedimentär gnejs, med inslag av granit och tonalit-granodiorit, se Figur 2.



Figur 2. Berggrundskarta där bergarten i området främst består av sedimentär gnejs med inslag av granit och tonalit-granodiorit (Sveriges geologiska undersökning, 2024). Aktuellt undersökningsområde är markerat.

5. Utförande

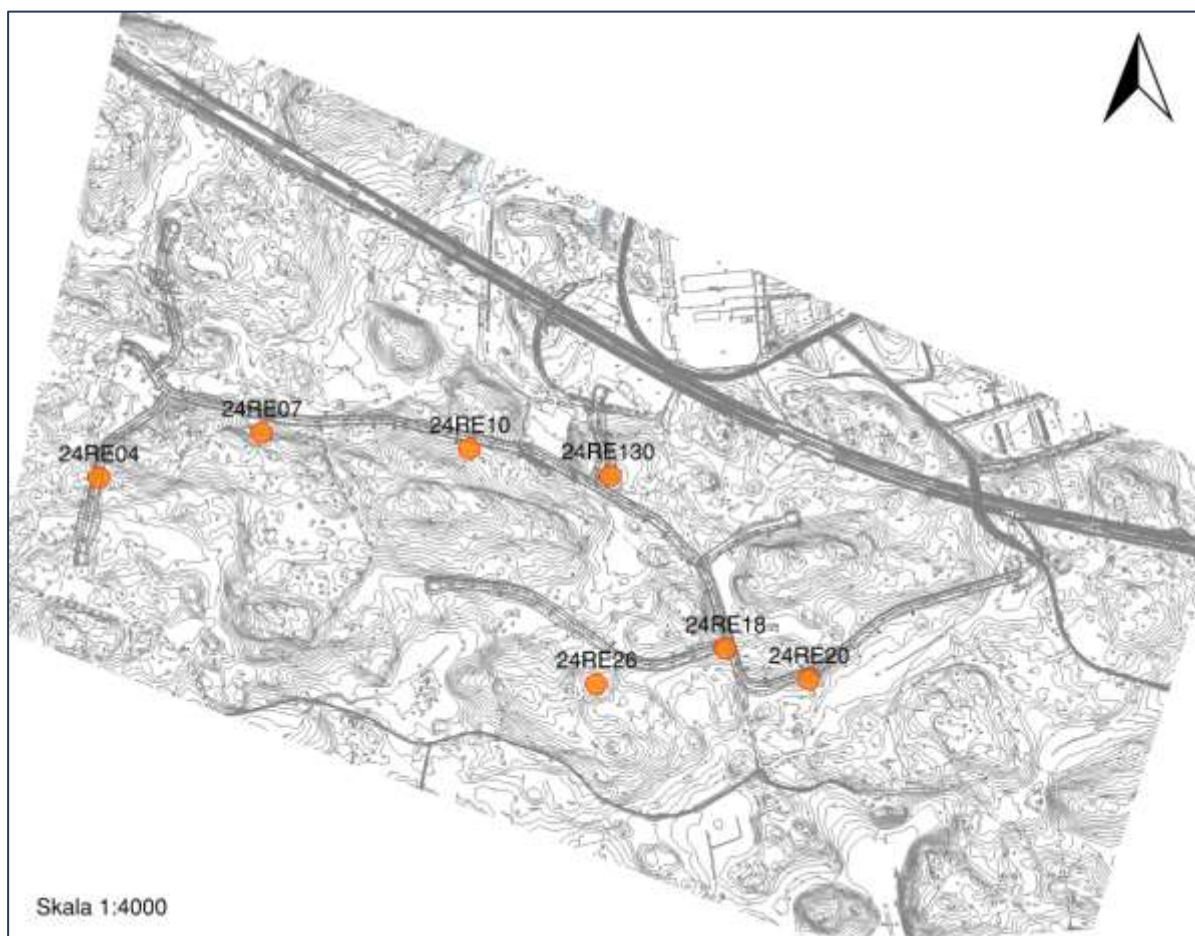
5.1. Översiktlig kartering

Den 20 februari 2024 utfördes en översiktlig bergartskartering vid ett antal berghällar i samband med ett fältbesök i undersökningsområdet. Att ha kännedom om vilka bergarter som finns i undersökningsområdet kan ha stor betydelse då förekomsten av sulfider varierar mellan olika bergarter.

5.2. Bergprovtagning

I samband med geoteknisk borrhning i området utfördes kaxprovtagning av berget i 7 punkter. Provpunkterna valdes efter rådande förhållanden, d.v.s. där det var möjligt för borrhvagnen att ta sig fram. Punkterna placerades även med avsikt att fördela dem geografiskt över området, med fokus på planerat läge för huvudkvartersgatorna. Proverna togs med syfte att undersöka befintliga riskbergarter i området. Eftersom planerat schaktdjup inte är klarlagt i detta skede togs kaxprover ned till en nivå på ca 5–7 m med syfte att täcka in bergschakt ner till dessa nivåer.

Figur 3 visar en planvy över undersökningsområdet med kaxprovtagningspunkterna ungefärligt markerade. Tabell 1 visar prov-ID samt provtyp.



Figur 3. Planvy över området med ungefärlig placering av planerade huvud- och lokalgator där provtagningspunkterna är ungefärligt markerade: ID 24RE04, 24RE07, 24RE10, 24RE130, 24RE18, 24RE20 samt 24RE26.

Tabell 1. Proverna i undersökningsområdet med ungefärliga provtagningsdjup från marknivån.

Prov-ID	Provtyp	Djup
24RE18	Kaxprov	0–5 m
24RE20	Kaxprov	2–7 m
24RE130	Kaxprov	0,5–5,5 m
24RE04	Kaxprov	0,1–5,1 m
24RE07	Kaxprov	1,2–6,2 m
24RE10	Kaxprov	0,2–5,2 m
24RE26	Kaxprov	0–5 m

6. Analyser

6.1. Analys av totalsvavelhalt

Analys av totalsvavel ger information om halten (mg/kg) svavel i provet.

6.2. 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:

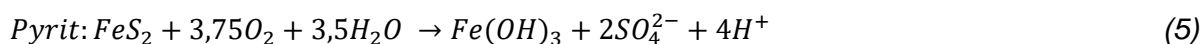
$$AP = 31,25 * \text{vikt\% sulfid} \quad (\text{Lawrence \& Wang, 1997}) \quad (1)$$

$$NP = c(\text{HCl}) * Va(\text{HCl}) - c(\text{NaOH}) * \frac{Vb(\text{NaOH})}{Md} \quad (\text{Svenska Institutet för Standarder, 2011}) \quad (2)$$

$$NPR = \frac{NP}{AP} \quad (3)$$

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

I ekvationerna ovan används totalsulfidhalten (vikt% sulfid) för att beräkna AP. Beräkningen kan även göras utifrån totalsvavelhalten om provet är kraftigt oxiderat. Vid oxidation kan stor del av svavlet i sulfider ha övergått till sulfat, SO_4^{2-} , se Ekvation 5. I dessa fall kan i stället totalsvavelhalten (vikt% svavel) användas för beräkning av AP (Lindgren, 2020; Sobek et al., 1978), se Ekvation 6.



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

6.3. Net Acid Generation (NAGpH)

Net Acid Generation (NAGpH) är en metod där väteperoxid tillsätts provmaterialet för att påskynda oxidationen av eventuella sulfidmineral. NAGpH anger typlösningens pH efter testning.

6.4. Analys av metaller och halvmetaller

Analys av metaller och halvmetaller ger information om halten av det specifika grundämnet (mg/kg) i provet. I detta fall är det främsta syftet att kvantifiera bergets innehåll av arsenik.

7. Bedömningsgrunder och riktvärden

7.1. Totalsvavelhalt

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

Tabell 2.

Tabell 2. Bedömningsmall med riktvärden för svavelhalt per kg bergkross (Stockholms 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

7.2. ABA

Stockholms stad (2021) och Naturvårdsverket (2016) anger att den neutraliserande kapaciteten, neutraliseringspotentialkvoten (NPR), bör vara tre gånger så stor som den syrabildande kapaciteten för att undvika försurning, se Tabell 3. Golder Associates (2007) anger att neutraliseringspotentialen (NNP) bör vara över 12 för att risken för syrabildande berg ska vara låg, se Tabell 4. Vid värden över 50 har materialet minimal risk att vara försurande.

Tabell 3. Klassificeringstabell för NPR-värde (Stockholms stad 2021; Naturvårdsverket 2016).

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. Klassificeringstabell för NNP-värde (Golder Associates, 2007).

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

7.3. NAGpH

Stockholms stad (2021) anger att NAGpH skall vara över 4,5 för att materialet ej ska klassas som syraproducerande, se Tabell 5.

Tabell 5. Klassificeringstabell för NAGpH-värde (Stockholms stad, 2021).

Bedömning	NAGpH
Icke-syraproducerande (ISP)	>4,5
Syraproducerande (SP)	<4,5

7.4. Metaller och halvmetaller

Naturvårdsverket (2022) har tagit fram generella riktvärden för förorenad mark, se Tabell 6. Riktvärden gäller känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM).

Tabell 6. Generella riktvärden för förorenad mark i mg/kg (Naturvårdsverket, 2022). KM = känslig markanvändning, MKM = mindre känslig markanvändning.

Ämne	KM	MKM
Arsenik (mg/kg)	10	25

8. Resultat

8.1. Översiktlig bergartskartering

De karterade bergarterna överensstämmer väl med SGU:s berggrundskarta (Figur 2). Bergarterna som observerades vid de karterade berghällarna är både granitiska samt en ådrig sedimentär gnejs. Den sedimentära gnejsen har varierande andel finkorniga, mörkt grå, glimmerrika ådror varvat med medel- till grovkorniga, ljus grå ådror bestående av fältspat och kvarts, se Figur 4. De granitiska bergarterna som observerades i området är dels fin- till medelkornig, massiv, ljus grå, dels rosagrå med gnejsig struktur, se Figur 5. Områden med pegmatit observerades även utspritt över området. De granitiska bergarterna bedöms inte vara någon riskbergart varpå provtagningen fokuserade på områden där sedimentär gnejs sannolikt påträffas.



Figur 4. Observerad bergart i området, sedimentär gnejs med ljusa kvarts- och fältspatådror varvat med mörkt grå, finkorniga, glimmerrika ådror.



Figur 5. Observerade bergarter i området, ljus grå, fin- till medelkornig granitisk bergart (t.v.) samt rosagrå gnejsig granitisk bergart (t.h.).

8.2. Okulär besiktning av sulfid och rostutfällning

Inga friska sulfidmineral har observerats på plats men bergarterna visar varierande tecken på oxidering som rostutfällning, vilket kan vara ett tecken på sulfidmineral i bergmassan. I Figur 6 visas exempel på rostpåverkan på berghällarna i området.



Figur 6. Varierande rostpåverkan på hålltytor och sprickytor i undersökningsområdet.

8.3. Analysresultat

Den totala svavelhalten bedöms vara låg i 4 av de analyserade proverna med värden under 1000 mg/kg totalsvavel, se Tabell 7. De resterande tre proverna bedöms ha förhöjd totalsvavelhalt med värden på 1080 mg/kg (24RE18), 2410 mg/kg (24RE20) respektive 3950 mg/kg (24RE26) och kompletterande ABA-test utfördes därför på dessa prover.

Resultatet från ABA-testet visar att de analyserade proverna har NPR-värden på 6,18 (24RE18), 1,13 (24RE20) respektive 0,62 (24RE26). Prov 24RE18 bedöms som icke-syraproducerande eftersom den neutraliserande potentialen ska vara minst tre gånger så hög som den syrabildande potentialen ($NPR \geq 3$; se Tabell 3). Bergmaterialet för prov 24RE20 och 24RE26 bedöms däremot som potentiellt syraproducerande respektive med stor sannolikhet som potentiellt syraproducerande varpå kompletterande NAGpH-test utfördes på dessa prover.

Resultatet från NAGpH-testet för prov 24RE20 visar ett värde på 6,3 vilket ligger över gränsvärdet på 4,5 (Tabell 5) och bergmaterialet klassas därför som icke-syraproducerande. Prov 24RE20 har däremot ett NAGpH-värde på 4,5 vilket ligger precis på gränsvärdet och bergmaterialets syraproducerande förmåga anses därför fortsatt vara osäker.

Se Bilaga 1 för fullständiga analysresultat.

Tabell 7. Analysresultat för bergprover från Tvetå-Valsta 4:1 och Jumsta 3:1. Totalhalt svavel är angivet med mätosäkerhet. Neutraliserande potential (NP) och syraproducerande potential (AP) anges som kg CaCO₃ per ton berg.

Prov-ID	Totalsvavel mg/kg	NP	AP	NNP	NPR	NAGpH
24RE18	1 080 ± 149	20,9	3,38	17,5	6,18	
24RE20	2 410 ± 329	8,50	7,53	0,97	1,13	6,3
24RE130	<100					
24RE04	259 ± 42					
24RE07	746 ± 104					
24RE10	567 ± 80					
24RE26	3 950 ± 538	7,58	12,3	-4,72	0,62	4,5

8.3.1. Metaller och halvmetaller

Arsenikhalten i bergproverna är låg (Tabell 8) med värden under gränsvärdet för Naturvårdsverkets (2022) generella riktvärden för känslig markanvändning (<10 mg/kg; se Tabell 6).

Tabell 8. Analysresultat för metaller och halvmetaller för bergprover från Jumsta 3:1 och Tvetå-Valsta 4:1. Kalcium och järn är angivet med mätosäkerhet.

Prov-ID	Arsenik mg/kg	Kalcium mg/kg	Järn mg/kg
24RE18	<3	9 730 ± 1 460	36 800 ± 5 890
24RE20	<3	2 830 ± 426	34 100 ± 5 470
24RE130	<3	5 020 ± 754	22 900 ± 3 670
24RE04	<3	6 070 ± 913	35 300 ± 5 650
24RE07	<3	3 240 ± 488	35 500 ± 5 690
24RE10	<3	2 590 ± 389	41 800 ± 6 700
24RE26	<3	7 980 ± 1 200	30 600 ± 4 910

9. Slutsatser

Analysresultaten visar varierande svavelhalter i området. Den ådriga sedimentära gnejsen som observerades i området kan ha förhöjda svavelhalter i stråk då denna bergart är utdragen och veckad vilket kan skapa en blandning av höga och låga svavelhalter. Utifrån detta är det svårt att förutse var i bergmassan förhöjda svavelhalter finns.

Analysresultatet visar att 4 av de 7 analyserade proverna har svavelhalter under gränsvärdet på 1000 mg/kg och klassas därför som icke-syraproducerande berg. Tre av proverna har förhöjd svavelhalt och bedöms vara potentiellt syraproducerande. Kompletterande ABA- samt NAGpH-test på dessa prover klassificerar två av proverna som icke-syraproducerande medan ett prov har fortsatt osäker syraproducerande förmåga.

Då området utgörs av både granitiska bergarter och sedimentär gnejs bör en mer detaljerad kartering av befintliga bergarter i området göras för att ta fram en bergartskarta med observerade riskbergarter.

Det går inte att utesluta att högre halter av svavel även kan påträffas på andra plaster i undersökningsområdet där bedömning av berget inte gjordes under fältbesöket. Sedimentär gnejs med höga svavelhalter kan återfinnas i angränsande berg i området där bergschakt kommer att ske varpå kompletterande provtagning bör utföras i områden där det idag saknas information för att säkerställa slutsatsen från denna undersökning. Kompletterande provtagning bör även utföras i området runt prov 24RE26 med syfte att verifiera den syraproducerande förmågan hos bergmassan i det området. Den kompletterande undersökningen bör göras först när schaktdjup och -geometrier är klarlagda för att fokusera provtagningen på områden där schakt kommer ske och där osäkerheter kring bergets syraproducerande förmåga finns.

10. Rekommendationer

För att få en bättre bild av var riskbergarter kan påträffas i området bör en mer detaljerad kartering av berget utföras för att kunna utesluta områden som inte anses ha risk att vara syraproducerande.

För att ytterligare kvantifiera potentiell riskvolym av syraproducerande berg rekommenderas kompletterande provtagning och analys av befintliga riskbergarter i området. Kompletterande provtagning rekommenderas att utföras i områden där det idag saknas information. Detta gäller endast i de områden där bergschakt planeras, i annat fall utgår rekommendationen om kompletterande provtagning. Proverna bör tas ner till planerat schaktdjup för att tillsammans med proverna i denna undersökning kunna representera hela den schaktade bergmassan. Provtagningsprogram bör tas fram av bergsakkunnig.

I områden där provtagning och analys utförts och resultatet uppvisar att proverna inte är syraproducerande rekommenderas ingen ytterligare utredning. Där bergets syraproducerande förmåga är fortsatt osäker efter denna utredning bör kompletterande provtagning utföras.

11. Referenser

AFRY, 2021. Almnäs PM Bergteknik, sulfidutredning 2021, u.o.: u.n.

European Standards, 2008. BS EN 15875:2011, Characterization of waste – static test for the determination of acid potential and neutralisation potential of sulfidic waste. u.o.:u.n.

Golder Associates, 2007. Guidelines for acid producing rock investigation, testing, monitoring and mitigation, u.o.: u.n.

Lantmäteriet, 2024. Min karta, 1:1 000. u.o.:u.n.

Lawrence, R. & Wang, Y., 1997. Determination of neutralization potential for acid rock drainage prediction, u.o.: u.n.

Lindgren, L., 2020. Utvärdering av predikteringsmetoder för sulfidförande berg, Med fokus på berg som används i konstruktioner, u.o.: Luleå tekniska universitet .

Naturvårdsverket, 2016. Tabell över generella riktvärden för förorenad mark. u.o.:u.n.

Naturvårdsverket, 2022. Tabell över generella riktvärden för förorenad mark. u.o.:u.n.

Sobek, A., Schuller, W., Freeman, R. & Smith, J., 1978. Field and laboratory methods applicable to overburdens and minesoils. Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.

Stockholms stad, 2021. Vägledning Provtagning och klassificering av sulfidförande berg, u.o.: Dnr: E2020-04235.

Svenska Institutet för Standarder, 2011. SS-EN 15875:2011, Karaktärisering av avfall - Statisk test för bestämning av syrabildnings- och neutraliseringspotential i sulfidhaltigt avfall. u.o.:u.n.

Sveriges geologiska undersökning, 2024. Berggrundskarta, 1:50 000–250 000. u.o.:u.n.

Bilaga 1. ALS Analysresultat