


# GEOSIGMA

## Utredning av sulfid och arsenik i berg Mariehäll, Bromma

Grap nr 21221

Geosigma AB

2021-09-13

Uppdragsnummer 606527	Grap nr 21221	Datum 2021-09-13	Antal sidor 15	Antal bilagor 1
Uppdragsledare Shahin Shirzadegan		Beställares referens Bernt Nilsson		Beställares ref nr -
Beställare PE Teknik & Arkitektur AB				
Rubrik Utredning av sulfid och arsenik i berg				
Underrubrik Mariehäll, Bromma				
Författad av Natalia Isaksen, Shahin Shirzadegan Flavio Lanaro				Datum 2021-06-18 2021-09-13
Granskad av Sofia Winell Flavio Lanaro				Datum 2021-06-21 2021-09-13
Godkänd av Flavio Lanaro Flavio Lanaro				Datum 2021-06-28 2021-09-13
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se info@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> St. Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning och syfte</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Område och bergförhållanden</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Bedömningsgrunder</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Okulär besiktning</b>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<b>Total svavelhalt</b>	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Acid Base Accounting (ABA)</b>	<b>7</b>
<b>3.4</b>	<b>Arsenikhalt</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Utförande</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>9</b>
<b>5.1</b>	<b>Okulär besiktning</b>	<b>9</b>
<b>5.2</b>	<b>Analyser</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Slutsater</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Kompletterande undersökningar och vidare utredningar</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Referenser</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>Bilaga - Analysresultat</b>	<b>16</b>

# 1 Inledning och syfte

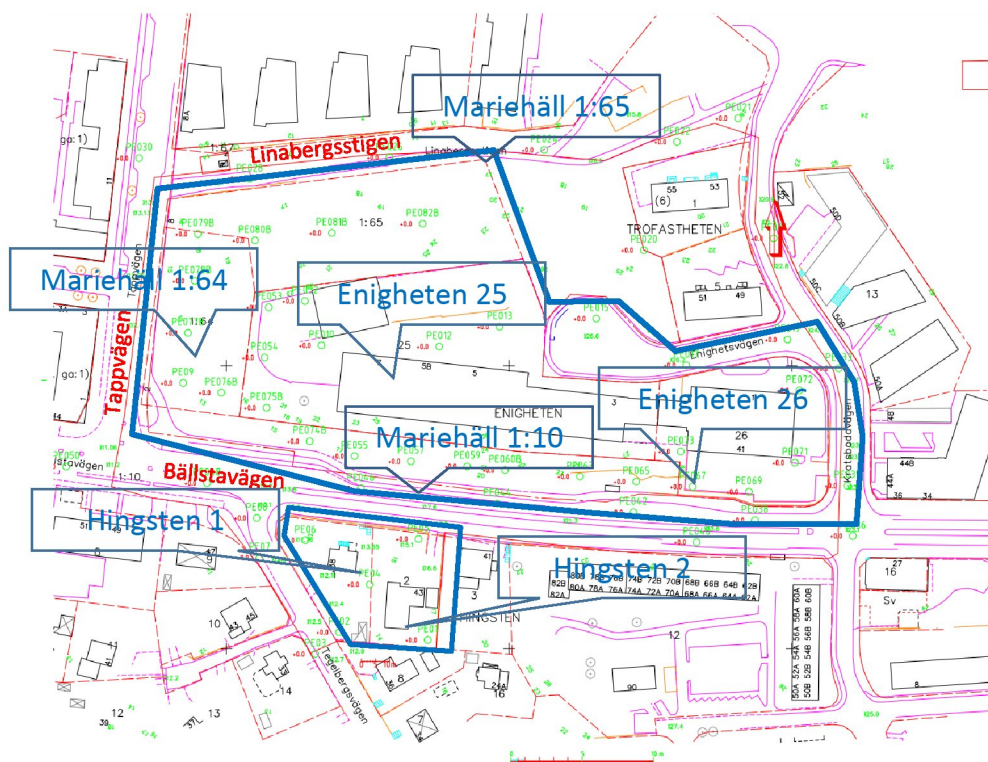
Geosigma har på uppdrag av PE Teknik & Arkitektur AB utfört en utredning av sulfid- och arsenikförekomster i berg för kv. Mariehäll och Enigheten, Bromma.

Syftet är att undersöka förekomst av sulfid och arsenik i berget vilket kan utgöra en miljö- och hälsorisk genom urlakning i samband med byggnation i området.

# 2 Område och bergförhållanden

Undersökningsområdet i Bromma visas i Figur 2-1 och avgränsas av Tappvägen, Linabergsstigen, Kratsbodavägen och Bällstavägen, och består av följande områden:

- Mariehäll 1:64
- Mariehäll 1:65
- Mariehäll 1:10 som även innefattar gatumarken under Bällstavägen, Kratsbodavägen, Tappvägen, Tegelbergsvägen, Enighetsvägen mfl.
- Enigheten 25
- Enigheten 26
- Hingsten 1
- Hingsten 2.



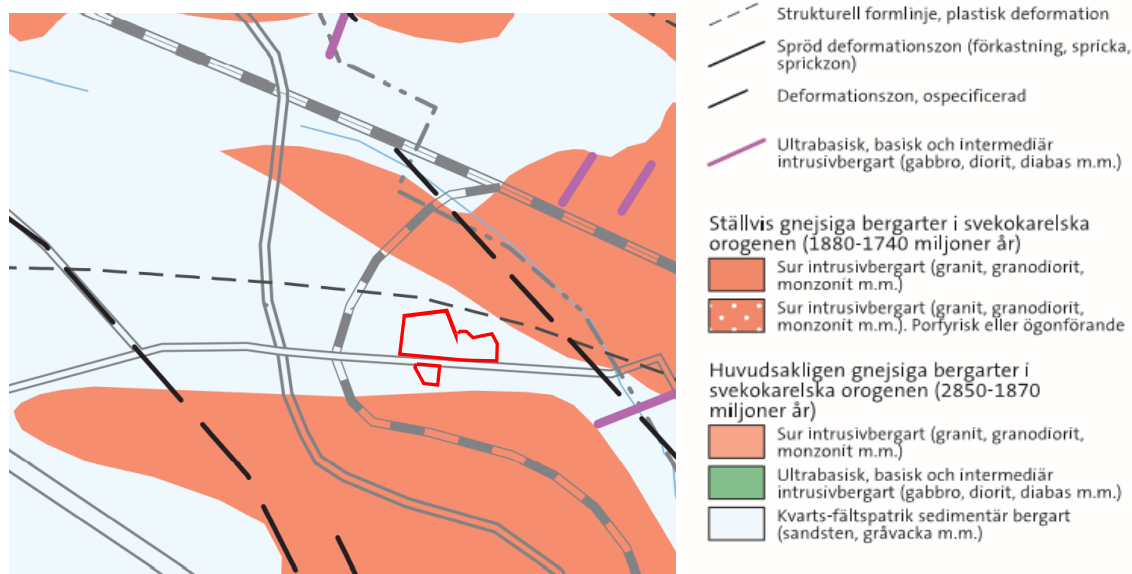
Figur 2-1. Undersökningsområdet (markerat i blått) vid Enigheten och Hingsten i Bromma.

Aktuellt schaktningsområde utgörs idag av mark som ligger på nivå +25 m i Mariehäll 1:64 och 1:65 och Tappvägen och Linabergsstigen avgränsar schaktningsområdet. Byggnadernas placering är markerad på kartan i Figur 2-2.



Figur 2-2. Situationsplan för planerade fastigheter i kv. Enigheten och Hingsten (Tengbom, 2021-08-19).

Enligt SGU består bergarten i området huvudsakligen av sedimentär gnejs, Figur 2-3 och 2-4. På plats observerades ojämnheter, ljus till grå gnejs med inslag av pegmatit, ofta synligt oxiderat. Inga plastiska eller spröda deformationszoner korsar genom undersökningsområdet enligt fältobservationerna eller SGU:s berggrundskartan.



Figur 2-3. Berggrundskarta från SGU (2021). Aktuellt undersökningsområde har markerats med rött.



Figur 2-4. Ljust grå, ojämncorning sedimentär gnejs.

## 3 Bedömningsgrunder

### 3.1 Okulär besiktning

Bedömning av sulfidmineralförekomst ska primärt göras genom okulär besiktning på nära håll med lupp på en färsk brottyta. Det vanligaste sulfidmineralet är Pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) som är guldfärgat, hårt och har kubiska kristaller och ger ett svart streck vid repning.

Om inga synliga sulfidmineral finns är järnhydroxid ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ), dvs rost, ett tecken på att det kan finnas finkorniga sulfidmineral i bergmassan som har oxiderat.



### 3.2 Total svavelhalt

Det totala innehållet av svavel styr försurningspotentialen. Tabell 3-1 visar en bedömningsmall med riktvärden för svavelhalt.

**Tabell 3-1. Bedömningsmall med riktvärden för svavelhalt per kg bergkross (Källa: Trafikverket).**

Halt	mg/kg TS (TS=torrsubstans)
Mycket låg/Obefintlig	< 100
Låg	100 - 500
Något förhöjd	500 - 1000
Förhöjd	1000 - 5000
Hög	> 5000

### 3.3 Acid Base Accounting (ABA)

Acid Base Accounting (ABA) är en geokemisk karakteriseringsmetod 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) enligt:

$$NPR = NP / AP$$

Enligt Naturvårdsverket (2010) är det en vanlig bedömning att den neutraliserande kapaciteten (NP) bör vara minst tre gånger så stor som den syrabildande kapaciteten (AP) för att kunna neutralisera producerad syra.

Enligt standarden SS-EN 15875:2011 från *Förordning (2013:319) om utvinningsavfall* gäller följande gränsvärden för att bergmaterialet ska klassificeras som ett inert utvinningsavfall och inte anses utgöra skadliga effekter på människors hälsa och miljön:

- a) innehåller inte mer än 1000 mg/kg (0,1%) sulfid-svavel, eller
- b) innehåller inte mer än 10 000 mg/kg sulfidsvavel och avfalllets neutraliseringspotentialkvot (NPR) är större än 3 vid en statisk provning.

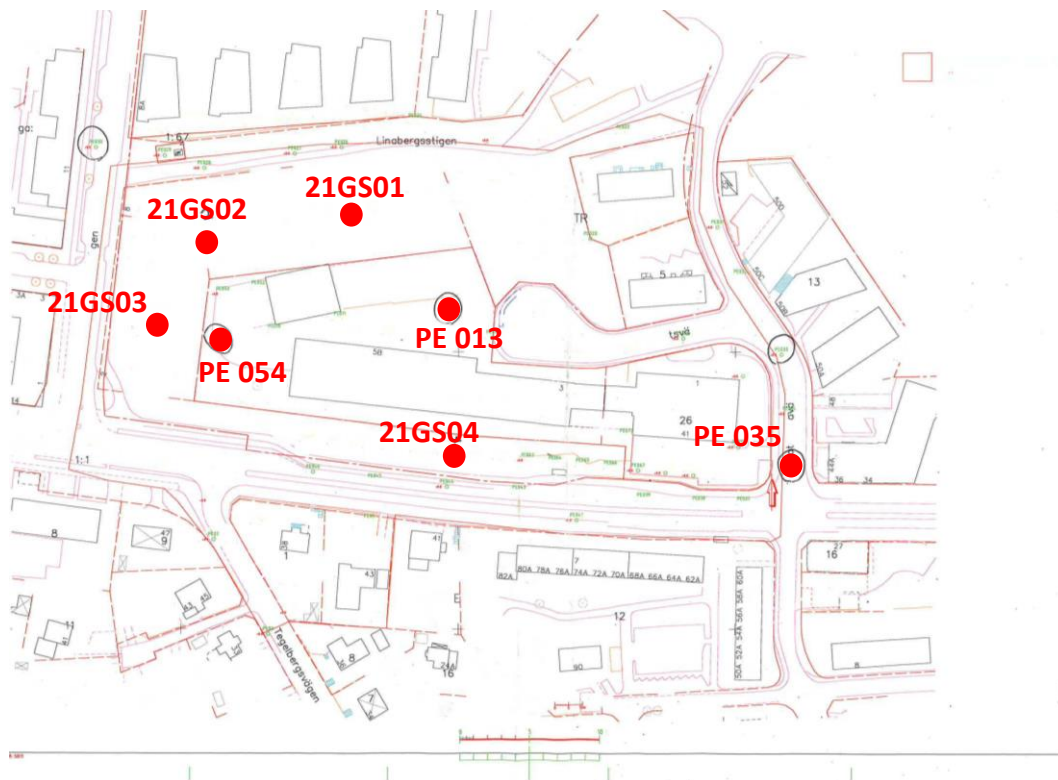
### 3.4 Arsenikhalt

Generella riktvärden för arsenik för *känslig markanvändning* vilket bl. a. inkluderar mark för bostäder, är 10 mg/kg TS, enligt Naturvårdsverket (2016).

## 4 Utförande

En okulär besiktning av berget utfördes den 2021-04-27 för att undersöka förekomsten av sulfidmineral eller tecken på sulfidförekomst genom rostutfällning, samt för att välja ut lämpliga provtagningspunkter.

Provpunkterna valdes efter rådande förhållanden och med spridning för att få representativa värden för bergarterna i hela området. Figur 4-1 visar en planvy över undersökningsområdet med provtagningspunkterna ungefärligt markerade och Tabell 4-2 visar djupet på provtagningen från grundnivå för samtliga provtagningspunkterna.



**Figur 4-1.** Karta över området (källa: PE) med provtagningspunkterna ungefärligt utmarkerade med rött.

**Tabell 4-2.** Proverna i undersökningsområdet med djupintervall på provtagningen från marknivå.

Prov	Provtagningen från marknivå (m)
21GS01/02	4-5
21GS01/04	11-12
21GS02/01	2-3
21GS02/03	7-8
21GS03/01	2-3
21GS03/04	11-12
21GS04/02	3-5
PE 013/02	1.9 – 3.6
PE 035/01	2.1 – 3.6
PE 054/01	3-5
PE 054/02	5-8



Proverna skickades sedan vidare till ett ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB) för analys av försurningspotential (s.k. totalsvaveltester) och risk för arsenikförekomster. Analysen omfattar bland annat halter av arsenik, svavel, kalcium och järn.

Efter en primär tolkning av resultat valdes det ut 4 prov som visade förhöjda till höga sulfidhalter och skickades igen till ett ackrediterat laboratorium (ALS Scandinavia AB) för en ytterligare analys av försurningspotential genom en kompletterande ABA-test som omfattar bland annat svavelhalter, AP, NP samt NPR.

I vägledningen från Stockholms stad framgår att man kan utföra ett NAGpH-test i kombination med ABA-test för en säkrare bedömning av försurningspotentialen. Dessa två tester är dock båda statiska tester, dvs. de visar vilka värden som gäller här och nu men inte vad som kommer ske över tid. Nästa steg är att gå vidare med inkubationsförsök (vilket ej är NAGpH-test) för en säker klassning av materialet alternativt att undvika att schakta de delar av berget som visar höga halter.

På de proverna som visade höga totalsvavelvärden (4 st) har ytterligare ABA-testen utförts. ABA-testerna för kv. Enigheten visar att materialet är på dessa ställen potentiellt syraproducerande.

## 5 Resultat

### 5.1 Okulär besiktning

Den okulära besiktningen på plats fokuserade på att identifiera rostutfällning på bergytan, vilket kan vara en indikation på sulfidmineral i bergmassan. Kraftig rostutfällning förekommer på flertalet bergytor i området, se Figur 5-1 – Figur 5-3.

Längs Linabergsstigen begränsas besiktningen av jord och vegetation som i stor grad täcker bergytorna. De synliga bergytorna i området visar endast ringa rostutfällning på delar av ytorna, se Figur 5-1.

Kraftiga rostutfällningar observerades på bergslänten längs Tappvägen, Figur 5-2. På västra delen av bergslänten längs Bällstavägen observerades kraftig rostutfällning på bergytan medans berghällarna i den östra delen visar mindre omfattande rostutfällningar, se Figur 5-3.

Inget berg i dagen obeserverades vid fastigheternas Hinstingen 1 och 2. Jordmäktigheten förväntas vara mellan 3 och 5 m. Eventuella schaktningsarbeten i fastigheterna kommer sannolikt inte komma ner till berget eller endast resulterar i mindre volymer av sprängmassor.



A.

*Figur 5-1. Längs Linabergsstigen: A. Mindre rostutfällning på en begränsad del av bergytan.*





B.



C.



D.

*Figur 5-2. Längs Tappvägen: B. Bergslänt med tydlig rostutfällning på stor del av ytan. C. Kraftig rostutfällning på bergytan. D. Mindre rostutfällning på bergytan.*





Figur 5-3. Längs Bällstavägen: E, F: Kraftig rostutfällning på bergytan; G: Mindre rostutfällning på stor del av bergytan.



## 5.2 Analyser

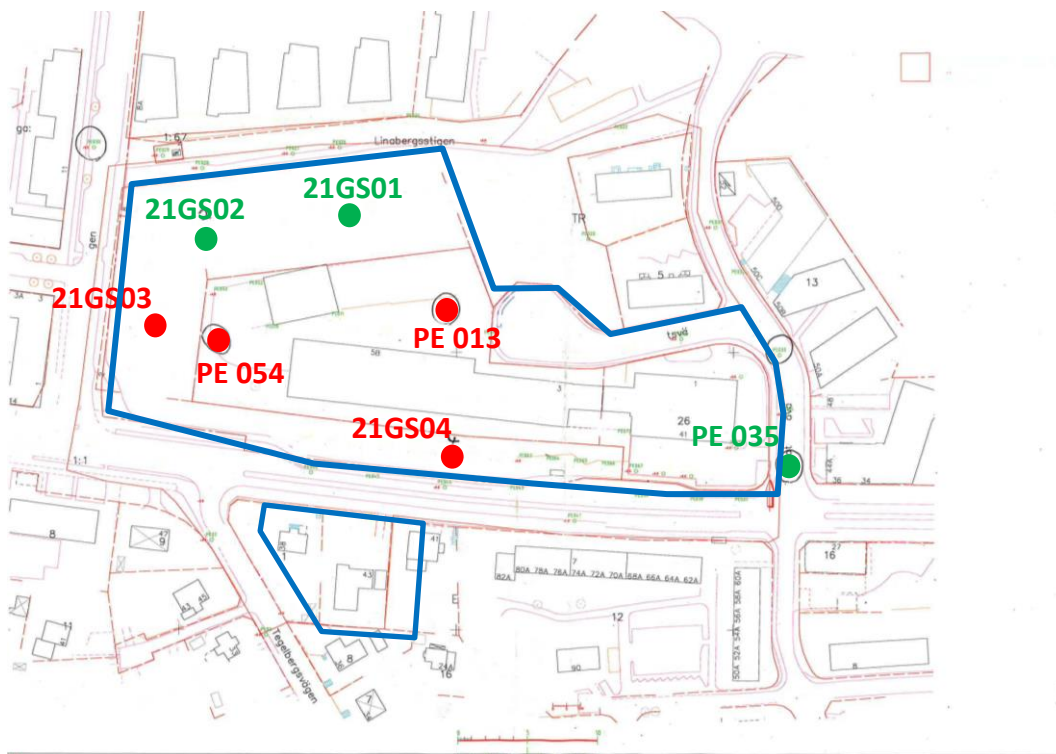
Resultatet av laboratorieanalyserna, se Tabell 5-4 och Bilaga 1, visar att svavelhalten varierar kraftigt för olika provtagningspunkter och djupintervall.

För provtagningspunkterna 21GS01, 21GS02 och PE 035 bedöms totala svavelhalten vara mycket låga till något förhöjda med värden som ligger mellan < 100 och 806 mg/kg TS, vilket dock inte överstiger gränsvärdet på 1000 mg/kg TS för inert utvinningsavfall.

För 6 av 11 prover ligger svavelhalten över 1000 mg/kg TS, och varierar mellan 1220-5620 mg/kg TS. På fyra av dessa prover gjordes kompletterande ABA-test som visar på liknande svavelhalter och en NPR-kvot under 3, vilket innebär att materialet inte har tillräcklig buffringspotential. Figur 5-5 visar provtagningspunkterna som bedöms att innehålla inert bergmaterial märkta med grönt och punkterna som visar förhöjda till höga sulfidhalter med rött.

Tabell 5-4. Analysresultat för prover från undersökningsområdet i kv. Enigheten och Hingsten i Bromma.

Prov	Sulfid (mg/kg TS)	Svavelhalt (baserat på riktvärden från Tabell 3-1)	ABA-test	
			Total svavelhalt S-IR08 (mg/kg TS)	Neutraliserings potenitalkvot (NPR)
<b>21GS01/02</b> Mariehäll 1:65	768	Något förhöjd	-	-
<b>21GS01/04</b> Mariehäll 1:65	616	Något förhöjd	-	-
<b>21GS02/01</b> Mariehäll 1:65	358	Låg	-	-
<b>21GS02/03</b> Mariehäll 1:65	806	Något förhöjd	-	-
<b>21GS03/01</b> Mariehäll 1:64	5 620	Hög	5200	0.61
<b>21GS03/04</b> Mariehäll 1:65	3 080	Förhöjd	-	-
<b>21GS04/02</b> Mariehäll 1:10/ Bällstavägen	2 690	Förhöjd	2200	1.57
<b>PE 013/02</b> Enigheten 25	2 910	Förhöjd	2200	1.89
<b>PE 035/01</b> Mariehäll 1:10/ Kratsbodavägen/ (Enigheten 26)	< 100	Mycket låg	-	-
<b>PE 054/01</b> Enigheten 25	1 220	Förhöjd	-	-
<b>PE 054/02</b> Enigheten 25	2 260	Förhöjd	2300	1.83



Figur 5-5. Provtagningspunkterna med intert bergmaterial är markerade med grönt och provtagningspunkterna med förhöjda till höga sulfidhalter är markerade med rött. Undersökningsområdet är markerad i blått.

Arsenikhalten för samtliga provresultat ligger under gränsvärdet för "känslig markanvändning", som ligger på 10 mg/kg TS.

## 7 Slutsater

Analysresultatet visar att 6 av 11 prover har svavelhalter över 1000 mg/kg TS, vilket är gränsvärdet för att bergmaterialet ska kunna klassas som intert avfall. Vidare ABA-analyser på 4 av dessa prover visar att NPR-kvoten ligger under 3, vilket innebär att bergmaterialet inte har tillräcklig buffringspotential. Om en bergart innehåller en stor andel sulfidmineral kan det leda till problem när berget krossas och nya ytor uppstår som omväxlande utsätts för syre och vatten. Detta leder till att en oxidationsprocess startar där vittringsprodukterna sköljs ut av vattnet och orsakar försurning och urlakning av metaller.

I fall schaktarbete och nybyggnation utförs i undersökningsområdet som planerad så bedöms det att det krävs särskilda åtgärder vid hantering av bergmaterial för att förebygga potentiell miljö- och hälsorisk.

Bergmassan i området innehåller inga förhöjda arsenikhalter som kan utgöra någon risk för miljö eller hälsa.



## 8 Kompletterande undersökningar och vidare utredningar

Vid genomförande av detaljplanen bör en provtagningsplan, med beskrivning av lab- (totalsvavel, ABA) och/eller fälttester (xrf-mätningar) och provtagningsfrekven som behövs, tas fram för varje fastighet för att kunna sortera bergmassorna så att de hanteras på rätt sätt.

## 9 Referenser

Naturvårdsverket, 2016. *Tabell över generella rikvärden för förorenad mark*. Naturvårdsverketerket.

SFS 2013:319. Förordning om utvinningsavfall, Svensk författningssamling 2013:319 t.o.m. SFS 2020:692, Riksdagen.

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

Frogner-Kockum P., Loorents K., Lindgren Å., 2015. *Handbok för hantering av sulfidförande bergarter*, Trafikverket.

Pousette K., 2007. *Handledning: Råd och rekommendationer för hantering av sulfidjordsmassor. Remissversion*. Vägverket, Banverket, Luleå Tekniska Universitet.

SGU, 2020. *Vägledning – provtagning och klassificering av sulfidförande berg*, SGU.

SGU, 2021. *Berggrundskartan, skala 1:50 000*. SGU, [www.sgu.se](http://www.sgu.se).

## 10 Bilaga - Analysresultat



## Analyscertifikat

Ordernummer	: LE2102976	Sida	: 1 av 6
Kund	: Geosigma AB	Projekt	: 606494 Enigheten
Kontaktperson	: Shahin Shirzadegan	Beställningsnummer	: ---
Adress	: Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Sverige	Provtagare	: Shahin Shirzadegan
E-post	: shahin.shirzadegan@geosigma.se	Provtagningspunkt	: ---
Telefon	: ---	Ankomstdatum, prover	: 2021-05-06 15:30
C-O-C-nummer	: ---	Analys påbörjad	: 2021-05-07
(eller		Utfärdad	: 2021-05-14 10:45
Orderblankett-num		Antal ankomna prover	: 11
mer)			
Offertnummer	: ST2021SE-GEOSIG0002 (OF210261)	Antal analyserade prover	: 11

### Generell kommentar

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Laboratoriet tar inget ansvar för information i denna rapport som har lämnats av kunden, eller resultat som kan ha påverkats av sådan information. Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se vår webbplats [www.alsglobal.se](http://www.alsglobal.se)

Signatur	Position
Ilia Rodushkin	Laboratoriechef



Laboratorium	: ALS Scandinavia AB	hemsida	: <a href="http://www.alsglobal.com">www.alsglobal.com</a>
Adress	: Aurorum 10 977 75 Luleå Sverige	E-post	: <a href="mailto:info.lu@alsglobal.com">info.lu@alsglobal.com</a>
		Telefon	: +46 920 28 99 00



## Analysresultat

Matris: STEN		Provbeteckning		21GS01/02			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-001			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	TC-1	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	5.45	± 0.943	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	5810	± 581	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	21600	± 2400	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	768	± 80.0	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE

Matris: STEN		Provbeteckning		21GS01/04			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-002			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	6030	± 603	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	18700	± 2080	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	616	± 65.5	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE



Matris: STEN		Provbeteckning		21GS02/01			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-003			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	7550	± 755	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	20200	± 2240	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	358	± 42.3	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE

Matris: STEN		Provbeteckning		21GS02/03			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-004			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	6610	± 661	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	18900	± 2100	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	806	± 83.7	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	99.8 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE

Matris: STEN		Provbeteckning		21GS03/01			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-005			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	4850	± 485	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	37500	± 4160	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	5620	± 562	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE



Matris: STEN		Provbeteckning		21GS03/04				
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-006				
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29				
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
<b>Provberedning</b>								
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE	
Ca, kalcium	3390	± 339	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
Fe, järn	28000	± 3110	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
S, svavel	3080	± 308	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
<b>Fysikaliska parametrar</b>								
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE	

Matris: STEN		Provbeteckning		21GS04/02				
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-007				
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29				
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
<b>Provberedning</b>								
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE	
Ca, kalcium	9150	± 915	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
Fe, järn	38700	± 4290	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
S, svavel	2690	± 270	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
<b>Fysikaliska parametrar</b>								
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE	

Matris: STEN		Provbeteckning		PE 013/02				
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-008				
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29				
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.	
<b>Provberedning</b>								
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE	
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE	
<b>Provberedning</b>								
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE	
<b>Metaller och grundämnen</b>								
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE	
Ca, kalcium	2040	± 204	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
Fe, järn	14700	± 1630	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
S, svavel	2910	± 292	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE	
<b>Fysikaliska parametrar</b>								
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE	





Matris: STEN		Provbeteckning		PE 035/01			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-009			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	6140	± 615	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	10500	± 1160	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	<100	----	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	99.7 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE

Matris: STEN		Provbeteckning		PE 054/01			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-010			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	7670	± 767	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	39000	± 4320	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	1220	± 124	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE

Matris: STEN		Provbeteckning		PE 054/02			
		Laboratoriets provnummer		LE2102976-011			
		Provtagningsdatum / tid		2021-04-29			
Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analys paket	Metod	Utf.
<b>Provberedning</b>							
Krossning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Malning	Ja	----	-	-	PP-crushmill	S-PP-crushmill	LE
Torkning	Ja	----	-	-	TC-sulf	S-PP-dry50	LE
<b>Provberedning</b>							
Uppslutning	Ja	----	-	-	P-TOT-HB	S-PA16-HB	LE
<b>Metaller och grundämnen</b>							
As, arsenik	<3	----	mg/kg TS	3.00	TC-1	S-SFMS-16	LE
Ca, kalcium	7730	± 774	mg/kg TS	0.01	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
Fe, järn	26700	± 2960	mg/kg TS	0.002	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
S, svavel	2260	± 227	mg/kg TS	100	TC-sulf	S-SFMS-16	LE
<b>Fysikaliska parametrar</b>							
Torrsubstans vid 105°C	100 *	----	%	1.00	TC-sulf	TS-105	LE



## Metodsammanfattningar

Analysmetoder	Metod
S-PP-crushmill	Krossning och malning
S-PP-dry50	Torkning av prov vid 50°C.
S-SFMS-16	Analys av metaller i fasta matriser med ICP-SFMS enligt SS-EN ISO 17294-2:2016 och US EPA Method 200.8:1994 efter uppslutning av prov enligt S-PA16-HB.
TS-105	Bestämning av torrsubstans (TS) enligt SS-EN 15934:2012 utg 1.

Beredningsmetoder	Metod
S-PA16-HB	Totaluppslutning i salpetersyra/saltsyra/fluorvätesyra i hotblock enligt SE-SOP-0039 (SS-EN 13656:2003).

**Nyckel:** **LOR** = Den rapporteringsgräns (LOR) som anges är standard för respektive parameter i metoden. Rapporteringsgränsen kan påverkas vid t.ex. spädning p.g.a. matrisstörningar, begränsad provmängd eller låg torrsubstanshalt.

**MU** = Mätosäkerhet

\* = Asterisk efter resultatet visar på ej akkrediterat test, gäller både egna lab och underleverantör

### Mätosäkerhet:

*Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data- Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.*

*Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.*

*Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.*

### Utförande laboratorium (teknisk enhet inom ALS Scandinavia eller anlitat laboratorium (underleverantör)).

	Utf.
LE	Analys utförd av ALS Scandinavia AB, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75 Akkrediterad av: SWEDAC Akkrediteringsnummer: 2030



ALS Scandinavia AB  
 Hammarvagen 22  
 SE-943 36, Ojebyn  
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GEOSIGMA AB  
 BOX 894  
 UPPSALA 751 08

Page: 1  
 Total # Pages: 2 (A)  
 Plus Appendix Pages  
 Finalized Date: 4-JUN-2021  
 Account: GISGAM

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

**CERTIFICATE PI21129268**

Project: Enigheten  
 P.O. No.: 606527/ABA-test  
 This report is for 4 samples of RC Drill Chip submitted to our lab in Pitea, Sweden on 24-MAY-2021.  
 The following have access to data associated with this certificate:  
 SHAHIN SHIRZADEGAN

**SAMPLE PREPARATION**

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
PUL-31	Pulverize up to 250g 85% <75 um
PUL-QC	Pulverizing QC Test

**ANALYTICAL PROCEDURES**

ALS CODE	DESCRIPTION	INSTRUMENT
S-IR08	Total Sulphur (IR Spectroscopy)	LECO
S-ICP19	Sulphate Sulphur / By ICP-AES	ICP-AES
S-CAL19	Sulphide Sulphur (Calculated)	LECO
C-IR07	Total Carbon (IR Spectroscopy)	LECO
C-IR06	Non-Carbonate C by HCl Leach, IR Spec	LECO
C-CAL04	Inorganic Carbon	LECO
OA-VOL08EU	AP & NP of Sulphidic Waste	

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2021-12-06, Dnr 2020-09402

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

\*\*\*\*\* See Appendix Page for comments regarding this certificate \*\*\*\*\*

Comments: Samples were received on 24-May-2021 and the SSF/Request on 24-May-2021.

Signature:

Andrey Tairov, Technical Manager, Ireland



ALS Scandinavia AB  
 Hammarvagen 22  
 SE-943 36, Ojebyn  
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GEOSIGMA AB  
 BOX 894  
 UPPSALA 751 08

Page: 2 - A  
 Total # Pages: 2 (A)  
 Plus Appendix Pages  
 Finalized Date: 4-JUN-2021  
 Account: GISGAM

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Enigheten

**CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21129268**

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21 Recvd Wt. kg	S-IR08 S %	S-ICP19 S %	S-CAL19 S %	C-IR07 C %	C-IR06 C organi %	C-CAL04 C inorga %	OA-VOL08EU NP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU AP tCaCO3/1Kt	OA-VOL08EU NPR Unity	OA-VOL08EU NNP tCaCO3/1Kt	PUL-QC Pass75um %
		0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1	0.3	0.01	1	0.01
21GS03/01		0.11	0.52	0.06	0.46	0.44	0.40	0.04	9	14.4	0.61	-6	91.3
21GS04/02		0.12	0.22	0.03	0.19	0.15	0.14	0.01	9	5.9	1.57	3	
PE 013/02		0.13	0.22	0.02	0.20	0.08	0.04	0.04	12	6.3	1.89	6	
PE 054/02		0.13	0.23	0.02	0.21	0.08	0.06	0.02	12	6.6	1.83	5	

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2021-12-06, Dnr 2020-09402

Comments: Samples were received on 24-May-2021 and the SSF/Request on 24-May-2021.

\*\*\*\*\* See Appendix Page for comments regarding this certificate \*\*\*\*\*



ALS Scandinavia AB  
 Hammarvagen 22  
 SE-943 36, Ojebyn  
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: GEOSIGMA AB  
 BOX 894  
 UPPSALA 751 08

Page: Appendix 1  
 Total # Appendix Pages: 1  
 Finalized Date: 4-JUN-2021  
 Account: GISGAM

An INAB accredited testing laboratory Reg. No. 173T. Accredited methods are listed in the Scope of Accreditation available on request.

Project: Enigheten

**CERTIFICATE OF ANALYSIS PI21129268**

**CERTIFICATE COMMENTS**

**ANALYTICAL COMMENTS**

Applies to Method: OA-VOL08EU Units: tCaCO<sub>3</sub>/1Kt = tCaCO<sub>3</sub>/1000t ore  
 OA-VOL08EU

**ACCREDITATION COMMENTS**

Applies to Method: The methods immediately below this line are ISO 17025:2017 Accredited. INAB Registration No: 173T  
 C-IR07 S-IR08



**LABORATORY ADDRESSES**

Applies to Method: Processed at ALS Pitea located at Hammarvagen 22, SE-943 36, Ojebyn, Sweden.  
 LOG-22 PUL-31 PUL-QC

WEI-21

Applies to Method: Processed at ALS Loughrea located at Dublin Road, Loughrea, Co. Galway, Ireland.  
 C-CAL04 C-IR06 C-IR07  
 S-CAL19 S-ICP19 S-IR08

OA-VOL08EU