

Author  
Blomskog, Lisa  
Phone  
+46105052285  
Mobile  
+46722084962  
E-mail  
lisa.blomskog@afry.com

Granskare  
Jaana Vuorinen

Date  
13/12/2023

Client  
Huddinge Samhällsfastigheter  
AB

Project ID  
D0143919 Nya Huddingehallen

## Sulfidutredning och analys av potentiellt miljöskadliga ämnen vid Nya Huddingehallen i Huddinge kommun



## Innehåll

Sammanfattning .....	3
1 Inledning .....	4
1.1 Bergartbeskrivning.....	5
1.2 Miljöbalken, Naturvårdsverkets halter för ringa risk och anmälningsplikt av avfall för återvinningsändamål .....	6
2 Bakgrund och analysmetoder.....	6
2.1 Geokemiska analysmetoder.....	6
2.1.1 Totalsvavelanalys.....	6
2.1.2 ABA-analys .....	6
2.1.3 NAG- analys .....	7
2.1.4 Totalhaltsanalys av potentiellt miljöskadliga ämnen.....	7
2.2 Statistisk analys .....	7
2.3 Riktvärden och bedömningsgrunder .....	8
2.3.1 Totalsvavel.....	8
2.3.2 ABA.....	8
2.3.3 NAGpH .....	8
2.3.4 Potentiellt miljöskadliga ämnen.....	8
2.4 Tidigare undersökningar .....	8
3 Provtagning.....	9
3.1 Totalsvavel, ABA, NAG.....	10
3.2 Analys av utvalda metaller och halvmetaller.....	11
4 Kombinerat analysresultat.....	12
4.1 Totalsvavel, ABA, NAG.....	12
4.2 Potentiellt miljöskadliga ämnen .....	13
5 Utvärdering och tolkning .....	15
5.1 Risken för sur avrinning .....	15
5.2 Lakning av potentiellt miljöskadliga ämnen .....	17
6 Utlåtande .....	18
7 Referenser .....	19

## Sammanfattning

Bergmaterial från projekteringsområde Nya Huddingehallen har analyserats utifrån totalsvavelhalt, neutraliserande och surgörande förmåga (ABA och NAG) samt potentiellt miljöskadliga grundämnen listade av Naturvårdsverket. Syftet var att kvantifiera egenskaper som styr bildning av surt lakvatten från bergmaterial och jämföra egenskaperna med riktvärden från Naturvårdsverket och bedömningsmetoden från AMIRA-guiden. Samt att undersöka om bergmaterialet innehåller förhöjda halter av något av de grundämnena specificerade av Naturvårdsverket (2010, 2022).

Resultaten från analysen visar att materialet har en låg risk för att bilda surt lakvatten då medelvärde för  $\text{NAGpH} > 4,5$  och medelvärde för  $\text{NPR} > 1$ . Det finns en viss koncentration av högre totalsvavel värden i södra delen av området vilka indikerar att det möjligen finns ett område där med högre försurningspotential. Därför rekommenderas att en dialog hålls med kommunens miljökontor och att man tittar på hur mycket bergmaterial som planeras att schaktas i just den delen av området. Om schaktmassorna är små i södra delen i området är risken för sur avrinning från området låg.

Värdena för potentiellt miljöskadliga ämnen överskrider värdena för mindre än ringa risk från Naturvårdsverket (2010) och därför rekommenderas att en anmälan görs till kommunens miljökontor som tar beslut om åtgärder bör vidtas eller ej. Eftersom risken för sur avrinning bedöms som låg bedöms även urlakning av potentiellt miljöskadliga ämnen som låg trots de förhöjda värdena av potentiellt miljöskadliga ämnen.

## 1 Inledning

Huddinge kommun planerar för en utökning och ombyggnation av en simhalls- och sportanläggning. Planen är att omvandla en parkeringsplats och en befintlig sportbana till en ny, modern anläggning. Anläggningen upptar ca 5 ha, varav 1,5 ha redan har hanterats i en tidigare fas av projektet. På uppdrag från Huddinge kommun utför AFRY utökade undersökningar och utredning av geotekniska förutsättningar, markmiljö och sulfidberg på allmän plats och ny tomtmark i Huddinge.

En tidigare sulfidundersökning har utförts i området i april 2023 och då analyserades 5 prover. I föreliggande studie har ytterligare fem prover analyserats från områden belägna öster och söder om den ursprungliga undersökningsplatsen. Resultaten från den tidigare undersökningen presenteras tillsammans med nya data från föreliggande studie.

I samband med projektering inför byggnation av Nya Huddingehallen i Huddinge kommun kommer berg att sprängas och schaktas varför berggrundens eventuella försurande förmåga undersökts för att utvärdera om miljöproblem kan uppstå till följd av detta.

Vid bergarbete som schaktning, krossning och sprängning exponeras bergmaterialet för en oxiderande miljö (syre och vatten) och om sulfidmineral förekommer (exempelvis pyrit ( $\text{FeS}_2$ ), magnetkis ( $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$ ), kopparkis ( $\text{CuFeS}_2$ ) m.fl.) i tillräckligt hög koncentration kan surt lakvatten bildas då vittringen av dessa mineral innebär bildandet av svavelsyra ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Surt lakvatten ökar även lösningsförmågan för grundämnen med ursprung från bergmaterialet vilket riskerar att förorena omgivningen. En eventuell recipient av beskrivet lakvatten kan påverkas negativt. Förekommande karbonatmineralogi (och till viss del annan mineralogi) i bergmaterialet kan buffra den försurande reaktionen och därför minska den negativa effekten av hög förekomst av sulfidmineral (INAP 2012).

Proven analyserades därefter i fyra typer av analysmetoder:

- Totalsvavelanalys
- Utvalda potentiellt miljöskadliga grundämnen
- Acid-Base Accounting (ABA, försurande samt neutraliserande förmåga)
- Net Acid Generation pH (NAGpH, försurande samt neutraliserande förmåga)

Syftet med analyserna är att kvantifiera provens försurande förmåga och bedöma resultatet med de riktlinjer eller förhållningsvärden som finns beskrivna av Naturvårdsverket och AMIRA guiden. Resultaten utgör grunden för att kunna bestämma om materialet är anmälningspliktigt eller inte.

## 1.1 Bergartbeskrivning

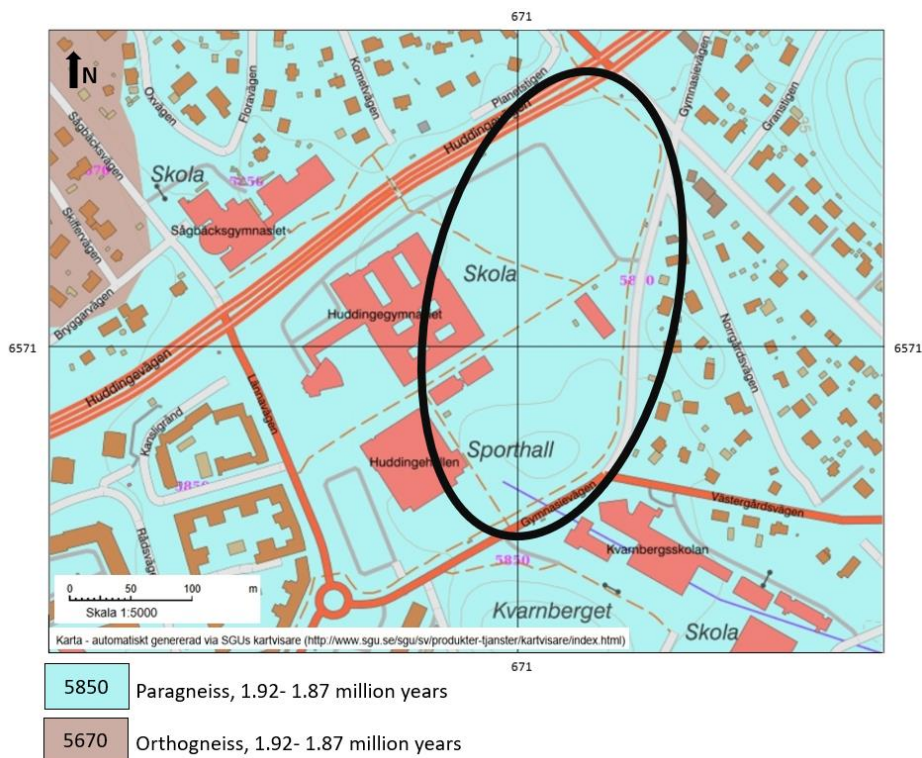
Geologin inom området utgörs av en bandad paragnejs (Figur 1, 2), dvs. en sedimentär bergart som omvandlats (omkristalliserats) under hög temperatur och högt tryck djupt ner i jordskorpan. Berget är ställvis migmatitiskt (delvis uppsmält till följd av de höga temperaturerna) och granatförande. Observationer och provtagning har gjorts på berghällar i terrängen.

Proven som samlades in i undersökningen syftar till att representera bergets rumsliga variationer för att få ett urval av prov som är representativt för hela det berörda området (Figur 1).

I SGU:s bergartskarta (SGU kartvisaren) paragnejs har ljusblå färg och ortognejs har ljusbrun färg (Figur 2). Fältobservationerna stämde bra överens med den bergart som är angiven i den geologiska kartan (SGU kartvisaren, 2023).



**Figur 1.** Typbild av bergskärning i området.



**Figur 2.** SGU berggrundskarta från SGU karttjänst, Kartvisare, över projekteringsområdet. Den svarta cirkeln visar provtagningsområdet.

## 1.2 Miljöbalken, Naturvårdsverkets halter för ringa risk och anmälningsplikt av avfall för återvinningsändamål

När berg tas ut genom sprängning eller schaktning och återvinns i en anläggning på plats eller säljs som byggmaterial klassas det som återvinning av avfall i anläggningsarbeten (Naturvårdsverket, 2010, 2022). Enligt miljöbalken (2 kap. 2§) har verksamhetsutövaren ansvaret för att bedöma föroreningsrisken av materialet som ska användas medan avfallsproducenten har skyldighet att förse de uppgifter som behövs för en sådan bedömning. Verksamhetsutövaren får enligt lag inte förorena miljö och människor genom att använda miljöfarligt material i anläggningar. Naturvårdsverket rekommenderar att verksamhetsutövaren anmäler att avfall planerar att användas om de överskrider de värden angivna för ringa risk.

## 2 Bakgrund och analysmetoder

För att kunna bedöma risken för bildandet av surt lakvatten utförs olika standardiserade geokemiska analyser vid krediterade laboratorier. Rådatat blir sen statistiskt analyserat för att filtrera bort potentiella uteliggare och upptäcka om mer än en population av resultat finns. Resultaten från analyserna jämförs med riktvärden angivna av olika institutioner och organisationer.

### 2.1 Geokemiska analysmetoder

Varje prov analyseras för totalsvavelhalt, ABA, NAG och totalsvavelhalt för potentiellt miljöskadliga ämnen.

#### 2.1.1 Totalsvavelanalys

Endast totalsvavel kommer att behandlas i denna PM då sulfidhalterna är försumbara.

#### 2.1.2 ABA-analys

Analysprogrammet genomfördes av ALS Geochemistry Danderyd. Analyskod: SULF-3, enligt europeisk standard EN 15875 "Characterization of waste – Static test for determination of acid potential and neutralization potential of sulfidic waste" Syftet med Acid Base Accounting (ABA) är att geokemiskt karaktärisera bergavfall och bergmassor. ABA-analysen ger en bild av mängden sulfider i förhållande till mängden buffrande mineral i bergmaterialet. Syftet med ABA är att kvantifiera den surgörande potentialen, Acid Potential (AP), och den neutraliserande potentialen, Neutralization Potential (NP). Därefter kan man karaktärisera resultatet med neutraliseringspotentialförhållandet (NPR) enligt:

*Ekvation 1. Beräkning av neutraliseringspotentialförhållandet.*

$$NPR = NP/AP$$

För utförligare metodbeskrivning hänvisas till EN 15875.

### 2.1.3 NAG- analys

Analysprogrammet genomfördes av ALS Geochemistry Danderyd. Analyskod: SULF-3, *Static Net Acid Generation (NAGpH)*. Syftet med analysprogrammet är att undersöka nettoförurningspotentialen. Metoden går ut på att oxidera provet med väteperoxid ( $H_2O_2$ ) som snabbt oxiderar alla eventuella sulfider. Den genererade syran kommer att reagera med eventuella buffrande (neutraliserande) mineral i provet. Resulterande pH mäts. Därefter titreras provet med bas för att ta reda på hur mycket syra som producerades.

Det är viktigt att påpeka att detta inte är detsamma som ett vanligt laktest och det pH som rapporteras inte är detsamma som det pH naturligt lakvatten så som regn som silar genom materialet skulle få. NAG-testet är ett accelererat laktest under extrema förhållanden där det resulterande pH värdet även är påverkat av väteperoxiden. NAGpH 4,5 är det värde som betraktas som skiljevärde för ej syrabildande prov.

### 2.1.4 Totalhaltsanalys av potentiellt miljöskadliga ämnen

Analysprogrammet genomfördes av ALS Geochemistry Danderyd. Analyskod: SULF-2C. Syftet med analysprogrammet är att kvantifiera utvalda metaller och halvmetallhalter i bergmaterialet.

## 2.2 Statistisk analys

Enligt Naturvårdsverkets handbok för återvinning av avfall för anläggningsändamål (2010) kan bergmaterial ses som ett homogent material som kan behandlas som en enhet. För att bedöma materialets förurningskapacitet och halten av utvalda metaller och halvmetaller kan medelvärden eller andra statistiska metoder användas enligt Naturvårdsverkets "Beskrivande statistik och presentation" som finns att hitta på Naturvårdsverkets hemsida.

För att resultaten ska behandlas på rätt sätt har olika statistiska analysmetoder därför tillämpats

Först görs en bedömning om de tagna proven tillhör en eller flera provpopulationer, dvs om det finns en eller flera bergarter i området. Varje bergart behandlas som en enskild provpopulation. Om det finns tydliga områden med distinkt annorlunda analysresultat kan proverna delas upp i olika populationer. Varje population behandlas för sig vad gäller statistik.

För totalsvavel och totalanalys av utvalda metaller och halvmetaller beräknas ett medelvärde, eller median om spridningen har en tydlig skevhet. Uteliggare (ett provresultat som är signifikant olik de andra) utesluts före den slutgiltiga bedömningen av resultatet. Där ett medelvärde kan användas beräknas uteliggare baserat på två standardavvikelser. För populationer som beskrivs med median beräknas uteliggare som 1,5 gånger interkvartilen (mild uteliggare) eller 3 gånger interkvartilen (extrem uteliggare).

## 2.3 Riktvärden och bedömningsgrunder

Kapitlet avser att beskriva de riktvärden och bedömningsgrunder som utgör grund för tolkning samt bedömning av resultat.

### 2.3.1 Totalsvavel

Förordningen om utvinningsavfall (2013:319) anger att utvinningsavfall bedöms som inert om totala svavelhalten är <0,1% men att halten totalsvavel får vara upp till 1% om neutraliseringspotentialen är tre gånger så stor som försurningspotentialen.

### 2.3.2 ABA

Naturvårdsverket (2010) samt *the International Network for Acid Prevention* (INAP, 2019) anger att  $NPR > 3$  är ej syrabildande, vid  $NPR 1-3$  bedöms den syrabildande potentialen som osäker och  $NPR < 1$  bedöms som potentiellt syrabildande (Tabell 1).

INAP bedömning av NPR	
NPR	Bedömning
>3	Ej syrabildande
1-3	Osäkerhetszon
<1	Potentiellt syrabildande

**Tabell 1.** Klassificeringstabell av NPR-värde enligt INAP (2012).

### 2.3.3 NAGpH

Det resulterade värdet från NAGpH analysen ska vara  $NAGpH > 4,5$  för att bedömas som ej syrabildande (bl.a. INAP, 2019; AMIRA, 2002).

### 2.3.4 Potentiellt miljöskadliga ämnen

Naturvårdsverket anger värden för mindre än ringa risk för avfall som återvinns för anläggningsändamål. Om materialet överskrider dessa värden, och beroende på verksamhetens storlek, rekommenderar Naturvårdsverket att en anmälan till antingen kommunens miljökontor eller länsstyrelsen görs om att materialet återanvänds. För vidare läsning hänvisas direkt till Naturvårdsverket (2010).

Det är viktigt att poängtera att gränsvärden som anges i Naturvårdsverket, 2009, 2010 och 2022 är framtagna för jord och inte berg, och att värdena därmed inte är direkt tillämpliga på berg. Referensvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) har tagits med eftersom de flesta entreprenörer som tar emot bergmassor använder dessa riktvärden som krav.

## 2.4 Tidigare undersökningar

En tidigare sulfidutredning har utförts i området under våren 2023. För mer information om dessa hänvisas direkt till de undersökningarna.

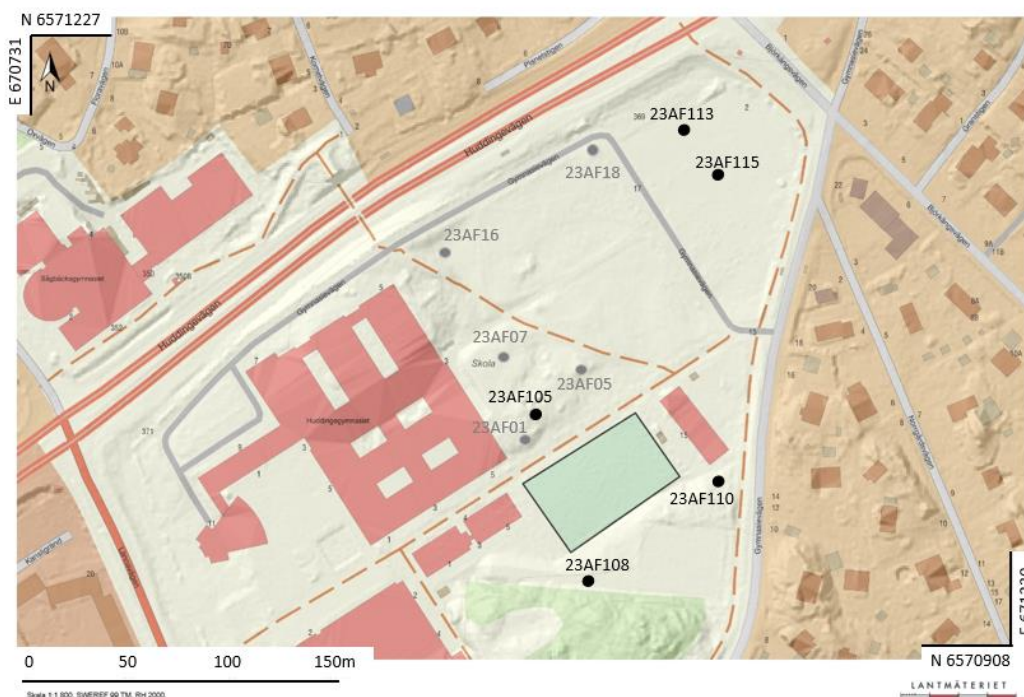


Provtagningen utfördes av AFRY Geoteknik med JB sondering och provtagning av kax (det bergkross som kommer upp ur sonderingshålet). Fem prov togs inom det befintliga området för Nya Simhallen (Figur 3, ljusgrå punkter) och skickades till ALS Geochemistry Piteå för analys av totalsvavel, ABA, NAGpH och analys av utvalda grundämnen. Analysmetoderna som användes är desamma som idag är standard för branschen och resultaten kan där med jämföras med de nya resultaten från december 2023. Sammansatt analys av de två dataseten hittas i kapitel 4 & 5 i denna PM.

### 3 Provtagning

Provtagningen utfördes av AFRY Geoteknik med JB-sondering och provtagning av kax (det bergkross som kommer upp ur sonderingshålet). Provtagningen gjordes i det området nordost och sydost om Huddingskolan (Figur 3). Proven som samlades in i undersökningen syftar till att representera bergets rumsliga variationer för att få ett urval av prov som är representativt för hela det berörda området (Figur 2, 3).

Vartdera provet togs vid en enskild punkt och paketerades individuellt på plats. Positionen för proverna noterades med GPS-koordinater för att sedan kunna redovisas på karta. Provtagningspunkterna redovisas med svarta punkter och provtagnings-ID i Figur 3. Samtliga fem prover skickades till ALS Danderyd för geokemisk analys. De fem prover som togs vid den tidigare undersökningen i april 2023 visas i grå färg i Figur 3.



**Figur 3** Karta med höjdsuggning, från Lantmäteriets karttjänst Min Karta, över projekteringsområdet med provtagningspunkterna utmärkta som svarta punkter med prov ID. Provpunkter från undersökningar genomförda i april 2023 visas i grå färg.

### 3.1 Totalsvavel, ABA, NAG

Analysresultaten från totalsvavel, ABA och NAG presenteras tillsammans med de olika bedömningsgrunderna i Tabell 2.

**Tabell 2.** Analysresultat för totalsvavel, ABA och NAG, samt bedömningsgrunder där NVV = Naturvårdsverket (2010) mindre än ringa risk, F.utv. = Förordningen för utvinningsavfall. Fet skrift visar på att provet klarar kriterierna för respektive bedömningsgrund.

Prov ID	Analysresultat					Bedömning		
	Totalsvavel S <sub>tot</sub> %	NP tCaCO <sub>3</sub> /Kt	AP tCaCO <sub>3</sub> /Kt	NPR	NAG NAGpH	NVV NPR>3	F. utv. S <sub>tot</sub> <0,1	NAGpH>4,5
23AF105	0,72	17,8	22,5	0,79	8,0	nej	nej	<b>ok</b>
23AF108	1,85	13,4	57,8	0,23	2,8	nej	nej	nej
23AF110	0,32	8,4	9,9	0,84	6,0	nej	nej	<b>ok</b>
23AF113	0,69	26,7	21,6	1,24	9,2	nej	nej	<b>ok</b>
23AF115	0,27	43,0	8,4	5,09	9,5	<b>ok</b>	nej	<b>ok</b>
<i>Median</i>	<i>0,72</i>			<i>0,84</i>	<i>8,0</i>			
<i>Medel</i>	<i>0,77</i>			<i>1,64</i>	<i>7,1</i>			

De fem proven från december 2023 har en variation i totalsvavelhalter mellan 0,27% och 1,85%. Medelvärde för totalsvavel är 0,77%. Ett prov har NPR>3 och ett prov har NPR>1. Tre prov har NPR<1, men medelvärde av de fem proven har NPR>1 (Tabell 2). Av de fem proven har fyra ett NAGpH>4,5 vilket är ett vedertaget riktvärde (Stockholm Stad, 2021; INAP, 2012; AMIRA, 2002) och klassas som ej syrabildande.

### 3.2 Analys av utvalda metaller och halvmetaller

Tabell 3 presenterar resultat för totalhalter för de potentiellt miljöskadliga ämnena listade av Naturvårdsverket (2009, 2010) tillsammans med medelvärdet för respektive grundämne och riktvärden från Naturvårdsverket (2009, 2010, 2022).

**Tabell 3.** Totalhalter av utvalda metaller och halvmetaller och medelvärdet för alla prov för respektive grundämne. I övre delen av tabellen är riktvärden angivna där MRR = halter mindre än ringa risk för avfall som återvinns för anläggningsändamål (Naturvårdsverket, 2010), KM = Känslig Mark (Naturvårdsverket 2009, 2022) och MKM = Mindre Känslig Mark (Naturvårdsverket, 2009, 2022).

Kategori	Riktvärden									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
MRR	10	0,2	-	40	40	35	20	-	-	120
KM	10	0,5	15	80	80	40	50	12	100	250
MKM	25	15	35	150	200	120	400	30	200	500
Prov ID	Analysresultat									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
23AF105	<3	<b>0,4</b>	13	<b>99</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	19	0,1	<b>145</b>	<b>146</b>
23AF108	<3	<b>0,7</b>	<b>20</b>	<b>98</b>	<b>111</b>	<b>96</b>	16	0,1	<b>224</b>	<b>161</b>
23AF110	<3	<b>0,3</b>	14	<b>88</b>	30	<b>48</b>	16	0,1	<b>101</b>	<b>126</b>
23AF113	<3	<b>0,2</b>	<b>26</b>	<b>94</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>34</b>	0,1	<b>166</b>	112
23AF115	<3	<b>0,1</b>	13	<b>70</b>	21	28	13	0,1	<b>143</b>	92
Medel	<3	<b>0,3</b>	<b>17</b>	<b>90</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	19	0,1	<b>156</b>	<b>127</b>

Jämfört med referensvärdena mindre än ringa risk (MRR) överskrider enstaka prov totalhalterna för kadmium, krom, koppar, nickel, bly, och zink. Medelvärdet överskrider de angivna för mindre än ringa risk för kadmium, krom, koppar, nickel och zink.

Jämfört med referensvärdena känslig mark (KM) överskrider enstaka prov totalhalterna för kobolt, krom, koppar, nickel, och vanadin. Medelvärdet överskrider de angivna för känslig mark för kobolt, krom, nickel, och vanadin.

Ett prov överskrider de riktvärden för både känslig mark, KM, och mindre känslig mark, MKM, angivna av naturvårdsverket för vanadin (2022) (Tabell 3).

## 4 Kombinerat analysresultat

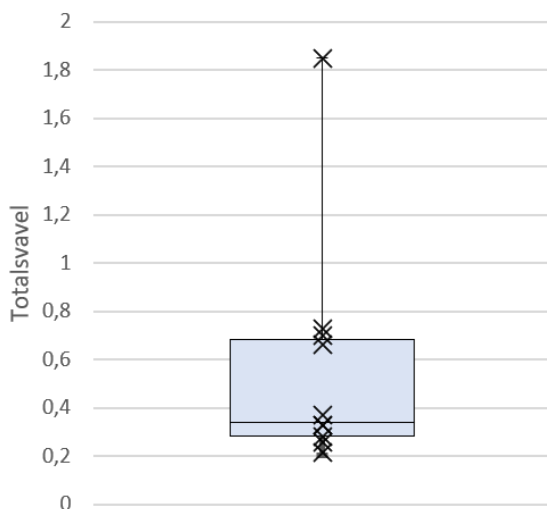
### 4.1 Totalsvavel, ABA, NAG

Analysresultaten från totalsvavel, ABA och NAG presenteras tillsammans med resultaten från våren 2023 och olika metoder för bedömning i Tabell 4.

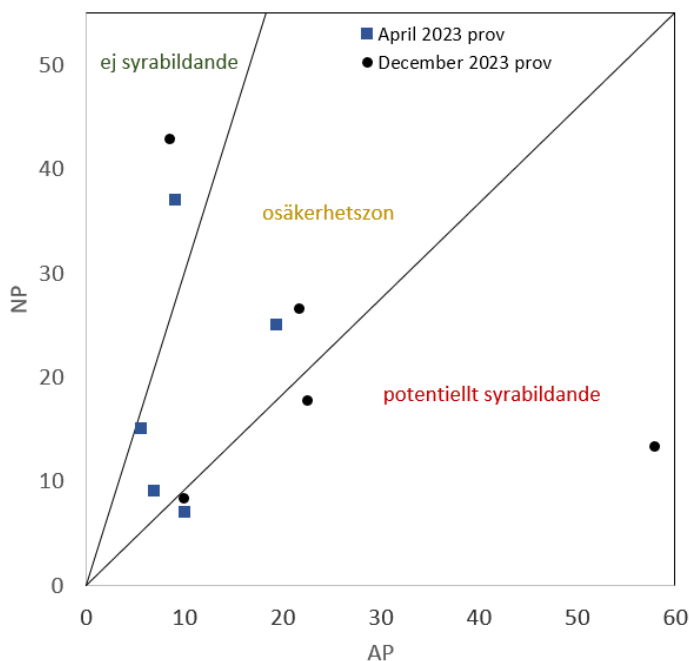
**Tabell 4.** Analysresultat för totalsvavel, ABA och NAG, samt bedömningsgrunder där NVV = Naturvårdsverket (2010) mindre än ringa risk, F.utv. = Förordningen för utvinningsavfall, Fet skrift visar på att provet klarar kriterierna för respektive bedömningsgrund.

Prov ID	Analysresultat april 2023					Bedömning		
	Totalsvavel $S_{tot}$ %	ABA NP AP tCaCO <sub>3</sub> /Kt tCaCO <sub>3</sub> /Kt		NPR	NAG NAGpH	NVV NPR>3	F. utv. $S_{tot}<0,1$	NAGpH>4,5
23AF01	0,25	9	6,9	1,3	5,3	nej	nej	<b>ok</b>
23AF05	0,66	25	19,4	1,3	6,7	nej	nej	<b>ok</b>
23AF07	0,36	7	10,0	0,7	3,9	nej	nej	nej
23AF16	0,21	15	5,6	2,7	6,4	nej	nej	<b>ok</b>
23AF18	0,32	37	9,1	4,1	6,5	<b>ok</b>	nej	<b>ok</b>
<i>Medelvärde</i>	<i>0,36</i>			<i>2,0</i>	<i>5,8</i>			
Prov ID	Analysresultat december 2023					Bedömning		
23AF105	0,72	18	22,5	0,8	8,0	nej	nej	<b>ok</b>
23AF108	1,85	13	57,8	0,2	2,8	nej	nej	nej
23AF110	0,32	8	9,9	0,8	6,0	nej	nej	<b>ok</b>
23AF113	0,69	27	21,6	1,2	9,2	nej	nej	<b>ok</b>
23AF115	0,27	43	8,4	5,1	9,5	<b>ok</b>	nej	<b>ok</b>
<i>Medelvärde</i>	<i>0,77</i>			<i>1,6</i>	<i>7,1</i>			
<i>Kombinerat medelvärde</i>	<i>0,56</i>			<i>1,8</i>	<i>6,4</i>			

De 10 proven har en variation i totalsvavelhalter ( $S_{tot}$  i Tabell 4) mellan 0,21% och 1,85%. Medelvärdet för totalsvavel är 0,56% (median=0,34%, minimum=0,21%, kvartil 1= 0,28%, kvartil 3=0,68%, maxvärde=1,85%) och när totalsvavlet presenteras i en lådagram syns tydligt att datasetet är viktat mot värden <0,7% (Figur 4).



**Figur 4.** Lådagram för totalsvavel med enskilda provresultat från det kombinerade datasetet från april 2023 och december 2023.



**Figur 5.** Resultaten från ABA-analysen plottade i ett NP:AP diagram som grafiskt representerar huruvida provet är  $NPR < 1$  och där med potentiellt syrabildande,  $NPR 1-3$  och där med osäkert, eller  $NPR > 3$  och där med ej syrabildande.

I Figur 5 plottas den neutraliserande potentialen NP mot den syrabildande potentialen AP. Detta är en visualisering av NPR-värdet (kvoten mellan AP och NP) som visar zonerna  $NPR > 3$  ej syrabildande,  $NPR 1-3$  osäkerhetszon, och  $NPR < 1$  potentiellt syrabildande i enighet med Tabell 1 (klassificeringstabell av NPR-värde enligt INAP, 2012).

Ett prov från provtagningen december 2023 (svarta punkter Figur 5) ligger i fältet för ej syrabildande. Ett prov från provtagningen december 2023 ligger i fältet osäkerhetszon och tre prov ligger i fältet för potentiellt syrabildande.

När data från december 2023 kombineras med data från april 2023 ligger två prov i fältet för icke syrabildande, fyra prov i fältet osäkerhetszon och fyra prov i fältet för potentiellt syrabildande (figur 5).

Av de fem proven från december 2023 har fyra  $NAGpH > 4,5$ . I det kombinerade datasetet från april och december har åtta av totalt tio prov  $NAGpH > 4,5$  (Tabell 4). Två prov har  $NPR > 3$  och fyra prov har  $NPR 1-3$ . Fyra prov har  $NPR < 1$ , men medelvärde av de tio proven har  $NPR > 1$  (Tabell 4). Av de tio proven har åtta ett  $NAGpH > 4,5$  vilket är ett vedertaget riktvärde (Stockholm Stad, 2021; INAP, 2012; AMIRA, 2002) och klassas som ej syrabildande.

## 4.2 Potentiellt miljöskadliga ämnen

I Tabell 5 presenteras resultat för totalhalter från analyserna april 2023 och december 2023 för de 10 potentiellt miljöskadliga ämnen listade av Naturvårdsverket (2009, 2010, 2022) tillsammans med medelvärdet för respektive grundämne och riktvärden från Naturvårdsverket (2009, 2010, 2022).

**Tabell 5.** Totalhalter av utvalda metaller och halvmetaller och medelvärdet för alla prov för respektive grundämne. I övre delen av tabellen är riktvärden angivna där MRR = halter mindre än ringa risk för avfall som återvinns för anläggningsändamål (Naturvårdsverket, 2010), KM = Känslig Mark (Naturvårdsverket 2009, 2022) och MKM = Mindre Känslig Mark (Naturvårdsverket, 2009, 2022).

Kategori	Riktvärden									
MRR	10	0,2	-	40	40	35	20	-	-	120
KM	10	0,8	15	80	80	40	50	12	100	250
MKM	25	15	35	150	200	120	180	30	200	500
Prov ID	Analysresultat april 2023									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
23AF01	<0,2	<b>0,3</b>	12	<b>79</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	17	<0.05	<b>98</b>	<b>136</b>
23AF05	<0,2	0,2	<b>15</b>	<b>82</b>	<b>55</b>	<b>58</b>	13	0,1	<b>116</b>	<b>121</b>
23AF07	0,7	0,2	13	<b>90</b>	24	<b>50</b>	18	0,1	<b>114</b>	<b>137</b>
23AF16	0,6	0,1	<b>10</b>	<b>73</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<0.05	<b>89</b>	104
23AF18	0,9	0,1	16	<b>44</b>	21	24	22	0,1	<b>118</b>	97
Medelvärde	0,7	0,2	13	<b>74</b>	23	<b>40</b>	16	0,1	107	119
Prov ID	Analysresultat december 2023									
	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	V	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
23AF105	<3	<b>0,4</b>	13	<b>99</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	19	0,1	<b>145</b>	<b>146</b>
23AF108	<3	<b>0,7</b>	<b>20</b>	<b>98</b>	<b>111</b>	<b>96</b>	16	0,1	<b>224</b>	<b>161</b>
23AF110	<3	<b>0,3</b>	14	<b>88</b>	30	<b>48</b>	16	0,1	<b>101</b>	<b>126</b>
23AF113	<3	0,2	<b>26</b>	<b>94</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>34</b>	0,1	<b>166</b>	112
23AF115	<3	0,1	13	<b>70</b>	21	28	13	0,1	<b>143</b>	92
Medelvärde	<3	<b>0,3</b>	<b>17</b>	<b>90</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	19	0,1	<b>156</b>	<b>127</b>
Kombinerat medelvärde	1,76	<b>0,3</b>	15	<b>82</b>	<b>42</b>	<b>49</b>	18	0,1	<b>131</b>	<b>123</b>

Jämfört med referensvärdena mindre än ringa risk överskrider individuella prov analyserade totalhalterna för kadmium, krom, koppar, nickel, bly, vanadin och zink (Tabell 5). Medelvärdet för alla prov analyserade 2023 överskrider de för mindre än ringa risk för kadmium, krom, koppar, nickel och zink.

Jämfört med referensvärdena för känslig mark överskrider individuella prov totalhalterna för kobolt, krom, koppar, nickel och vanadin. Medelvärdet för alla prov analyserade 2023 överskrider de för känslig mark för krom, nickel och vanadin.

Jämfört med referensvärdena för mindre känslig mark överskrider ett individuellt prov totalhalterna för vanadin.

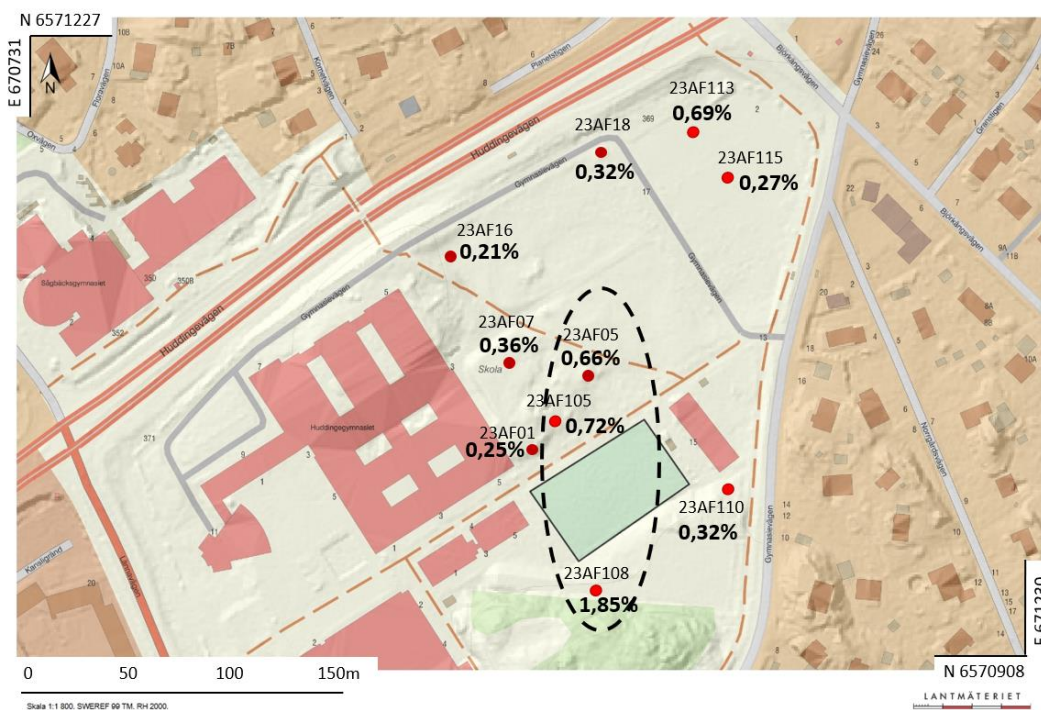
## 5 Utvärdering och tolkning

### 5.1 Risken för sur avrinning

Utifrån fältundersökningen bedöms området att bestå av en och samma bergart, vilken har en naturlig variation på meterskalan. De tio tagna proven från april 2023 och december 2023 anses representera berget i sin helhet då provpunkterna har en bra spridning över området.

När variationen av totalsvavel visas i läge i området blir det tydligt att det inte finns en systematisk uppdelning av områden med höga respektive låga värden. Totalsvavelhalterna samt NPR och NAGpH har alltså en slumpad fördelning i området med höga och låga värden i prover som är tagna nära varandra (Figur 6). Området kan därför inte delas upp och behandlas som olika populationer med olika egenskaper. Därför bör området anses vara homogent och provresultaten kan behandlas som ett samlat dataset och medelvärde eller median kan användas för att bedöma bergmaterialet.

I Förordningen för utvinningsavfall (2013:319) från 2020 sätter ett gränsvärde på högst 0,1% totalsvavel eller NPR>3. I dataseter från båda april 2023 och december 2023 har alla prov totalsvavelhalt >0,1% (Figur5).



**Figur 6.** Alla provpunkter från april 2023 och december 2023 med respektive uppmätt totalsvavelhalt i procent. Det streckade ovala området visar ett område med högre försurningspotential.

I datasetet från december 2023 har endast ett prov  $NPR > 3$  (Tabell 2 & 4). Enligt Naturvårdsverket (2010) är fyra av de fem proven potentiellt syrabildande.

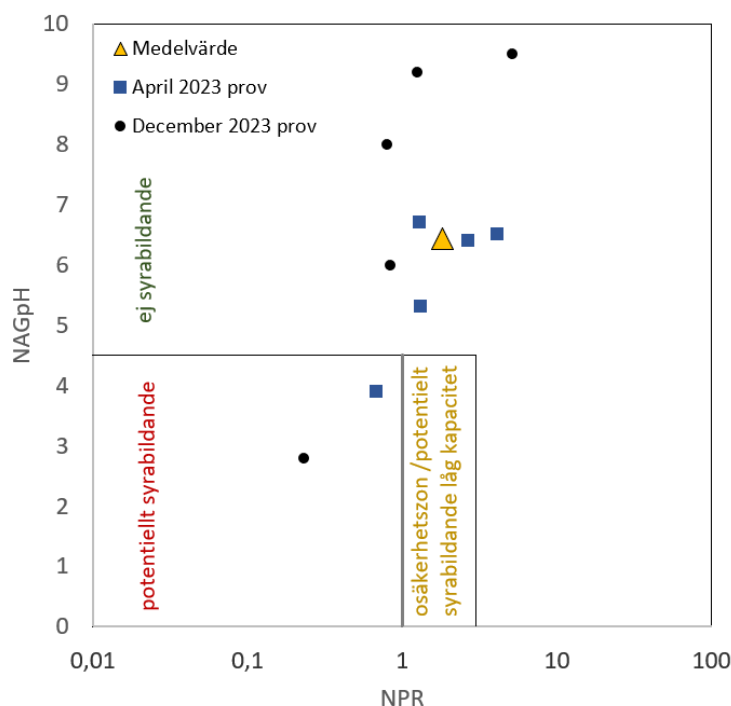
I datasetet från april 2023 har också endast ett prov  $NPR > 3$  (Tabell 4). Enligt Naturvårdsverket (2010) är fyra av de fem proven potentiellt syrabildande. Naturvårdsverket tar inte hänsyn till NAGpH.

Enligt INAP (2019) är ett prov från december 2023 och tre prov från april 2023 som har  $NPR$  1–3, d.v.s. det är osäkert huruvida de är syrabildande eller inte.

Både Stockholm Stad (2021) och AMIRA (2002) anser att om någon av de tre bedömningsgrunderna  $S_{tot} > 0,1\%$ ,  $NPR > 3$ ,  $NAGpH > 4,5$  uppfylls så ska materialet ses som icke syrabildande. Fyra av de fem proven från december 2023 och fyra av de fem proven från april 2023 har  $NAGpH > 4,5$ . Enligt dessa källor kan proverna ses som icke syrabildande. Medelvärdet för NAGpH för alla prov överstiger 4,5 och det samlade bergmaterialet kan baserat på det ses som icke syrabildande.

Figur 6 visar ett streckat ovalt område inom vilket tre av proverna ligger. Två av dessa prover, 23AF185 och 23AF108 togs i december 2023 medan prov nummer 23AF05 togs i april. Av de tre resultaten är det ett som sticker ut från de övriga, prov nummer 23AF108. Den totala svavelhalten är 1,85%,  $NPR < 1$ , och  $NAGpH < 4,5$ , vilket innebär att provet inte klarar några av de uppställda kriterierna för att bedömas som ofarligt. Prov nummer 23AF105 har totalsvavelhalt 0,72% och  $NPR < 1$ , medan prov nummer 23AF05 har totalsvavelhalt 0,66% och  $NPR < 1$ . Dock är NAGpH för respektive prov över 4,5 vilket betyder att det finns god neutraliseringspotential i området.





**Figur 7.** Diagram över NAGpH och NPR för individuella prov från april 2023, december 2023, och medelvärde för samtliga, med inöver bedömningsgrunderna angivna av Stockholm Stad (2021), INAP (2019), Naturvårdsverket (2010) och AMIRA (2002). Diagrammet är uppdelat i tre områden för ej syrabildande, osäkerhetszon/potentiellt syrabildande med låg kapacitet och potentiellt syrabildande.

Riktvärden att förhålla sig till kan sammanfattas i tre punkter och illustreras i Figur 7:

- $NPR > 3$  ej syrabildande (Naturvårdsverket, 2010) (Två av tio prov)
- $NPR 1-3$  osäkerhetszon (INAP, 2019) eller potentiellt syrabildande med låg kapacitet (AMIRA, 2002) (Fyra av tio prov)
- $NAGpH > 4,5$  ej syrabildande (AMIRA, 2002) (Åtta av tio prov)

## 5.2 Lakning av potentiellt miljöskadliga ämnen

Flera prov för kadmium, kobolt, krom, koppar, nickel, bly, vanadin och zink överskrider de värden angivna av Naturvårdsverket (2009, 2010, 2022) för mindre än ringa risk, eller känsliga mark. Att bergmaterialet innehåller förhöjda värden av dessa potentiellt miljöskadliga ämnen betyder inte att de kommer att laka ur från berget. De flesta av dessa ämnen är bundna i mineralstrukturen och kommer inte att mobiliseras (Hallberg, 2011). Vid sur avrinning kan det dock bildas en så pass sur miljö att dessa ämnen kan komma att lakas ur. Eftersom risken för sur avrinning bedöms som väldigt låg bedöms även urlakning av potentiellt miljöskadliga ämnen som låg.

Halter som överstiger referensvärden för mindre än ringa risk anser Naturvårdsverket vara antingen anmälningspliktiga eller tillståndspliktiga. Naturvårdsverkets handbok från 2010 är under revidering och kan komma att ändras.

## 6 Utlåtande

Vid en sammanvägning av de olika bedömningsgrunderna som presenteras i resultaten och Tabell 2 & 4, beror bedömningen mycket på vilken bedömningsmetod som används. Enligt Naturvårdsverket (2010) ses materialet (åtta av tio prov) som potentiellt syrabildande. Detta är en mycket restriktiv bedömning.

Enligt Stockholm Stads Vägledning för sulfidförande berg (2021) och AMIRA (2002) ses bergmaterialet som icke syrabildande då medelvärdet för  $\text{NAGpH} > 4,5$  för det kombinerade datasetet (Tabell 4).

Bergmaterialet kan därför bedömas som att risken för sur avrinning är låg och materialet kan återanvändas utan att åtgärder vidtas. Eftersom det finns en viss koncentration av sämre resultat till den söder delen av området (prov 23AF108) rekommenderas att en dialog hålls med kommunens miljökontor och att man tittar på hur mycket bergmaterial som planeras att schaktas i just den delen av området. Om schaktmassorna är små i södra delen i området är risken för sur avrinning från området låg.

Eftersom risken för sur avrinning bedöms som låg bedöms även urlakning av potentiellt miljöskadliga ämnen som låg trots de förhöjda värdena av potentiellt miljöskadliga ämnen.

Eftersom värdena för potentiellt miljöskadliga ämnen överskrider värdena för mindre än ringa risk från Naturvårdsverket (2010) (Tabell 3 & 5) rekommenderas att en anmälan görs till Huddinge kommuns miljökontor som tar beslut om åtgärder bör göras eller ej.

## 7 Referenser

- AMIRA. 2002. ARD test handbook. Project P387A Prediction and kinetic control of acid mine drainage. Ian Wark Research Institute, Environmental Geochemistry International Pty Ltd.
- Hallberg, A. 2011. Materialkarakterisering– Positive List för restmaterial - Del 2. MinBas II område 3. Rapport 2.3a-3
- International network for acid prevention (INAP). 2019. "GARD guide", hämtad: 2020-01-03  
[http://www.gardguide.com/index.php?title=Main\\_Page](http://www.gardguide.com/index.php?title=Main_Page)Sveriges riksdag. 1998. Miljöbalken 1998:808.
- Miljödepartementet. 2020. Förordningen om utvinningsavfall (2013:319). Internetskälla  
[https://www.riksdagen.se/sv/dokumentlagar/dokument/svenskforfattningsamling/forordning-2013319-om-utvinningsavfall\\_sfs-2013-319](https://www.riksdagen.se/sv/dokumentlagar/dokument/svenskforfattningsamling/forordning-2013319-om-utvinningsavfall_sfs-2013-319), hämtad: 2020-09-10.
- Naturvårdsverket. 2009. Riktvärden för förorenad mark. Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976.
- Naturvårdsverket. 2010. Återvinning av avfall i anläggningsarbeten, handbok 2010:1
- Naturvårdsverket. Beskrivande statistik och presentation. Miljöövervakningsenheten, Naturvårdsverkets hemsida  
<https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoovervakning/handledning/beskr-statistik-present.pdf>
- Naturvårdsverket 2022. *Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark*. Ersätter tabell 8.1 i rapport 5976.
- Europeisk standard. EN 15875. Characterization of waste – Static test for determination of acid potential and neutralization potential of sulfidic waste
- Stockholm Stad, (2021). *Stockholm stads Vägledning - Provtagning och klassificering av sulfidförande berg*.
- Svensk Standard. SS-EN 15875:2011. Karaktärisering av avfall – Statiskt test för bestämning av syrabildnings- och neutralisationspotential i sulfidhaltigt avfall.
- Svensk författningssamling. Utkast. Riktvärden angivna i Kommentarer till Naturvårdsverkets utkast till allmänna regler om sortering, mekanisk bearbetning och lagring av vissa avfallstyper inför återvinning.
- Trafikverket. 2015. Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter. Rapport 2015:057. Under revidering.