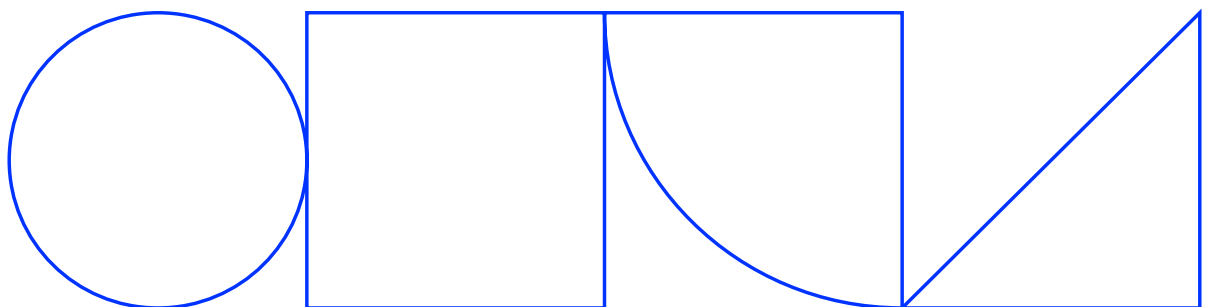


# Genomlysning sulfidberg

-kunskapsläge och behovsanalys

---

2024-12-20

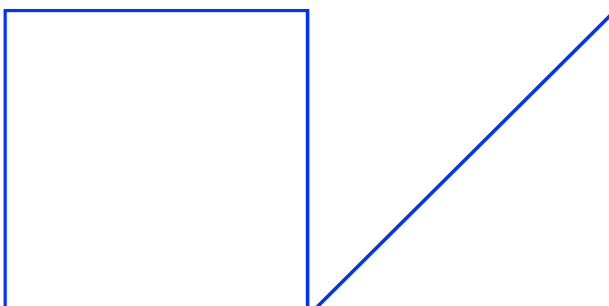


## Förord

Projektet har genomförts under perioden 2022-08 - 2024-12. Ursprungligt slutdatum har flyttats fram flera gånger, dels på grund av hög arbetsbelastning, dels på grund av en kontinuerlig utveckling av projektets temaområde. Arbetet i projektet har framför allt genomförts hos Skanska Sverige AB och Sveriges Geologiska Undersökning, där projektledarskapet legat på Emma Rehnström (Skanska). Till sin hjälp har projektledaren haft en arbetsgrupp där diskussioner som lett projektet framåt kontinuerligt hållits. Arbetsgruppen har utöver projektledaren bestått av Jenny Andersson (SGU), Karin Högdahl (Uppsala universitet) och Lars Stenlid (Skanska). Projektet har också haft en mycket behjälplig referensgrupp som under projektets gång har beretts möjlighet att ta del av resultat och diskutera dessa, samt ge råd och kommentarer på utformningen av rapporteringen. Vidare har ett flertal personer från Skanska bidragit med kommentarer och ändringsförslag, däribland Malin Norin, Robert Sturk, Hans Hedlund och Mats Rönnbo. Referensgruppsmöte har genomförts 2023-01-09, 2023-09-15 och 2024-01-08. Referensgruppen utgjordes av:

- Malin Norin (Skanska, Nätverket Renare Mark)
- Mårten Sohlman (SBMI)
- Göran Samuelsson (NCC)
- Matz Jönsson Forssell (PEAB)
- Nils Jansson (LTU)
- Paul Evins (WSP)
- Karl-Johan Loorents (Trafikverket)

Projektet har möjliggjorts genom ekonomiskt stöd från SBUF, som vi vill rikta ett stort tack till. Utöver detta har Skanska, SGU, Uppsala universitet och deltagarna i referensgruppen bidragit med motfinansiering i form av arbetad tid. Vi vill rikta ett stort tack till referensgruppens deltagare för att vi fick ta del av deras värdefulla tid, expertis och erfarenhet. Huvudförfattare för rapporten var Emma Rehnström.



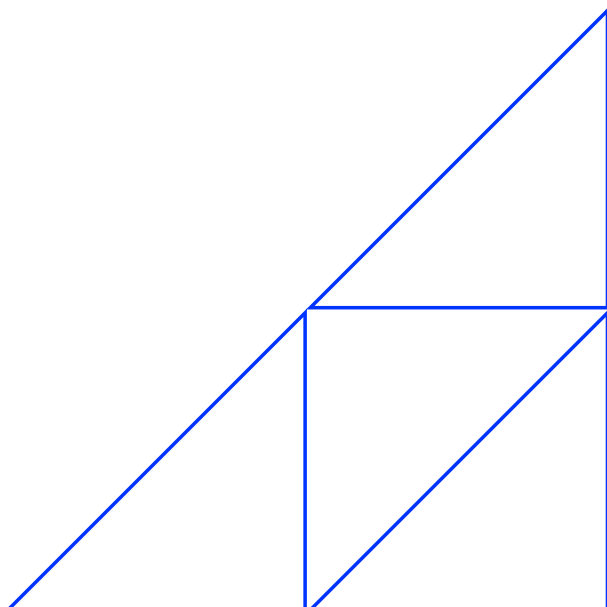
## Sammanfattning

I detta projekt diskuteras olika aspekter kopplat till sulfidberg, ett område som trots mycket uppmärksamhet ännu inte fått effektiva processer för utvärdering, hantering och användning. Projektet vill kartlägga frågeställningar kring sulfidberg i Sverige genom en problemanalys, en intressentanalys och inventering av aktuella projekt. Det utpekas också ett antal utvecklingsområden.

Bergmaterial är en ändlig resurs och används i stor omfattning i byggprojekt. För optimal användning av denna resurs bör vi prioritera återanvändning och undvika överutnyttjande av jungfruligt material. Att komma i mål med en bättre hantering av sulfidförande entreprenadberg är viktigt, bland annat i relation till klimatmål som EU och regeringen har satt upp för återvinning och återanvändning av material inom byggbranschen. Med nya krav kommer behovet av nya processer, produkter och förhållningssätt. I nuläget riskerar oro och osäkerheter att bli hinder för en god cirkulär masshantering, vilket får både ekonomiska och miljömässiga konsekvenser.

Olika aktörer påverkas av sulfidbergsfrågan, inklusive beställare, entreprenörer, myndigheter och civilsamhället. Åtta huvudintressenter identifieras med olika påverkansmöjligheter. Rapporten listar inflytelserika avslutade projekt och pågående projekt som syftar till att belysa sulfidbergsfrågan.

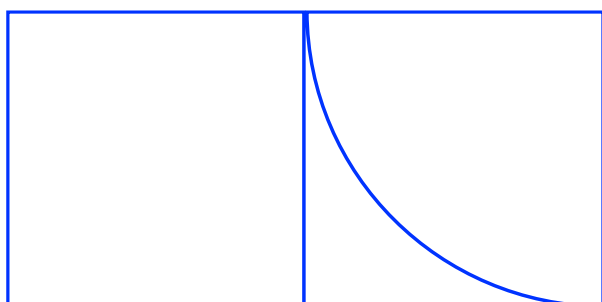
Studien belyser utvecklingsområden som inkluderar bedömningsunderlag, omhändertagande av bergmaterial, cirkulära produkter och marknad samt branschsamverkan.



# Innehåll

1. Bakgrund	4
2. Syfte	5
3. Metodik	6
4. Problemanalys	7
5. Intressentanalys	9
6. Tidigare arbeten	13
7. Pågående forsknings- och utvecklingsprojekt	18
8. Utvecklingsområden	21
9. Slutord	23
Litteraturförteckning	24
Bilaga 1	26
	27

Bilaga 1: Figur 1 i helsidesformat



## 1. Bakgrund

Denna rapport vill bidra till en genomlysning av sulfidbergsfrågan, genom att beskriva problem- och utvecklingsområden. Frågeställningen belyses i en bakgrund, en intressentanalys och en genomgång av för frågan relevanta avslutade och pågående studier.

Det har gjorts många studier och problematiken har varit känd i mer än tio år, trots det finns det fortfarande inte bra processer på plats för utvärdering, hantering och användning av sulfidberg.

Från regeringen och EU's sida finns å andra sidan mycket klart uttalade klimatmål, t.ex. för återvinning och återanvändning av material i byggbranschen och för minskad klimatpåverkan. I dagsläget finns det dock en oro och en osäkerhet hos många aktörer, vilket inte gynnar en cirkulär masshantering.

Nya krav och behov kräver nya processer, nya produkter och ett nytt förhållningssätt i frågan om användning av entreprenadberg.

Detta projekt kommer framför allt att bidra till SBUF's fokusområde *Hållbarhet, klimat & miljö* och berör de av SBUF listade frågeställningarna: ekonomisk och miljömässig hållbarhet, främst genom *cirkularitet, återbruk och LCC*, men också *minskad klimatpåverkan* och *minskad energianvändning*. Rapporten blir ett underlag för strävan mot cirkulära flöden och en mer effektiv resursanvändning.

## 2. Syfte

Projektet syftar till att genomföra en genomlysning av frågeställningar rörande sulfidberg i Sverige, med nuläges- och intressentanalys, samt en litteratursammanställning och inventering av pågående projekt.

En målsättning med projektet är att genomlysningen kan användas för att samla branschen i fortsatt branschöverskridande utvecklingsarbete.

### 3. Metodik

I projektet har det genomförts en litteraturstudie och gjorts en inventering över avslutade och pågående projekt med anknytning till sulfidberg i Sverige. Vidare har deltagarna i arbetsgruppen deltagit i både öppna och slutna diskussioner och samtal i en rad olika forum (Tabell 1).

Tabell 1. Ett urval av de viktigaste mötena under projektets gång med deltagare från arbetsgrupp och/ eller referensgrupp.

<b>Datum</b>	<b>Beskrivning</b>	<b>Deltagare</b>
2023-01-09	Startmöte	Arbetsgrupp + referensgrupp
2023-01-25	Sulfidbergssamtal, Nacka kommun och Länsstyrelsen Stockholm	Projektledare
2023-05-11	Minikonferens- <i>Arsenik- och sulfidförande berggrund i Mälardalen</i>	Arbetsgrupp + referensgrupp
2023-09-08	Medverkan på möte med nätverket <i>Miljösamverkan Stockholm</i>	Arbetsgrupp + referensgrupp
2023-09-15	Referensgruppsmöte	Arbetsgrupp + referensgrupp
2023-10-05	Workshop Länsstyrelsen Stockholm	Arbetsgrupp + referensgrupp
2024-01-08	Slutmöte referensgrupp	Arbetsgrupp + referensgrupp

## 4. Problemanalys

Sten och bergmaterial utgör några av våra allra äldsta och bästa byggnadsmaterial. De utgör tillsammans med malm och industrimineral några av våra viktigaste geologiska resurser. Berggrunden som georesurserna kommer ifrån är i många fall flera miljarder år gammal och är en del av vår naturliga miljö.

Geologiskt material är ändligt i de flesta tidsperspektiv som är relevanta för oss människor. Samtidigt har vårt samhälle en nästan omätlig aptit på bergmaterial. Produktionen av ballast i Sverige ligger på ungefär 100 miljoner ton per år (Göransson m. fl. 2023), vilket kan översättas till i snitt ett kilo bergmaterial per person och timme. De gnejser och graniter vi använder som ballastmaterial i Sverige är nära två miljarder år gamla. Ballastmaterial utgörs oftast av mer eller mindre lokal berggrund.

Bergmaterial används för alla typer av bygg- och entreprenadprojekt, i betong, i asfalt och som olika typer av obundna material. För att nyttja resursen bergmaterial på bästa sätt behöver vi vara sparsamma och hantera bergmaterial som den ändliga resurs det är. Det innebär bland annat att inte överanvända jungfruligt bergmaterial från täkt, utan att använda så mycket entreprenadberg som är möjligt. Entreprenadberg är sådant bergmaterial som uppkommer i entreprenader. Redan nu överstiger efterfrågan tillgången på ballastmaterial, vilket ytterligare understryker behovet av att nyttja bergmaterial resurseffektivt (Göransson m. fl. 2023).

Det finns en NIMBY-effekt (Not-In-My-Back-Yard) i förhållande till etablering av bergtäkter som komplicerar situationen, särskilt i storstadsområden där också behovet av ballast är som störst. Detta borde uppmuntra till en utökad användning av entreprenadberg.

Det som gett upphov till en målkonflikt rörande användningen av entreprenadberg är att delar av det ballastmaterial som producerats av entreprenadberg har visat sig ha egenskaper som varit olämpliga för användning till vissa ändamål. Det som framför allt visat sig vara problematiskt är bergmaterial med förhöjd halt av sulfidmineral och att detta material antingen legat i upplag eller använts i öppna eller otäta konstruktioner och därmed börjat oxidera.

Konsekvenserna av att inte cirkulera bergmaterial kan dock räknas både i pengar och som klimat- och miljöpåverkan i form av mer komplicerad logistik/hantering, ökade transporter och deponering, när oönskat bergmaterial skall transporteras i väg och nytt transporteras in.

### 4.1. Sulfider i berggrund

I delar av Sverige finns berggrund som har förhöjt innehåll av sulfidmineral. I Bergslagen och Skellefteå-området har dessa gett oss viktiga malmer med zink, koppar, bly och silver. Egentligen finns det mycket få naturliga bergarter som är helt fria från sulfidmineral.

Den vanligaste sulfiden är mineralet pyrit,  $\text{FeS}_2$ . Den förekommer i magmatiska och sedimentära, såväl som i metamorfa bergarter. Pyrit vittrar lätt då syre och vatten finns tillgängligt. Vittringsprocessen är en oxidation, vilken kan ge upphov till surt lakvatten och frisläppta metaller. Pyrit förekommer både i mörkare (mafiska) bergarter, som också innehåller silikatmineral med buffrande förmåga och i ljusare (felsiska) bergarter med sämre förmåga att buffra (Evins 2023).

Jämte pyrit finns en rad andra sulfidmineral, till exempel kopparkis, blyglans och magnetkis, vilka är olika reaktiva (Rapp 2019). Det innebär att vissa sulfidmineral inte ger upphov till surt lakvatten, medan andra till och med är mer reaktiva än pyrit, exempelvis magnetkis. När oxidationsprocessen väl har startat är den självgenererande och svårstoppad (se Bellander 2021).



## 4.2. Svavelanalyser

Det används idag ett antal kemiska analysmetoder för att undersöka svavelhalter och syrabildande potential i bergmaterial (e.g. Analys av sulfidförande berg <https://www.alsglobal.se/miljoanalys/sulfidhaltigt-berg>). Testningen börjar med att ta fram en totalsvavelhalt där allt svavel i provet analyseras. Därefter genomförs lakteter för att undersöka materialets syrabildande och neutraliserande potential.

Det finns en rad problem med själva metodiken och det finns heller inget gemensamt underlag för bedömning av vad som är en problematisk totalsvavelhalt (se t. ex. Bellander). Olika nivåer på totalsvavelhalt diskuteras (bland andra Sehr m. fl. 2022, Miskovsky m. fl. 2022, Fältmarsch 2021), men det finns i nuläget inte någon konsensus. Resultaten från de lakteter som finns på marknaden, ABA och NAG-pH, ger inte heller alltid rättvisande svar (se Lindgren 2020), till exempel tas det inte höjd för andra sulfidslag än pyrit och inte heller för andra buffrande mineral än karbonater.

Det har gjorts och pågår ett antal större och mindre studier av lakbarheten i bergmaterial (se kapitel 6 och 7), men bara en av dem (!) undersöker faktiskt hur olika bergarter, med samma totalsvavelhalt, beter sig och studien visar att det finns betydande skillnader mellan olika bergartstypers buffrande egenskaper och därmed syraproduktion (Evins 2023). Verktygen som används idag är med andra ord alltför trubbiga och konsekvensen blir att stora volymer bergmaterial riskerar att klassas som problematiska helt i onödan.

## 4.3. Konsekvenser för cirkularitet

De långsiktiga konsekvenserna av en minskad eller utebliven användning av entreprenadberg är stora. I vårt land pågår en mängd stora infrastrukturprojekt vilka på ett eller annat vis involverar berggrunden, till exempel genom att driva tunnlar eller spränga bort berg vid väg- och fastighetsbyggen. Idealiskt kan det losshållna bergmaterialet användas direkt och lokalt i material och konstruktioner. Om det i stället blir klassat som problematiskt med avseende på exempelvis sulfid är det vanligt att materialet transporteras till deponi i stället för att användas i säkra konstruktioner. Långa och tunga transporter ökar både klimatavtrycket och risken för olyckor och negativ påverkan på miljön. Det innebär också kraftigt ökande kostnader för projekten, både i form av provtagnings- och analyskostnader, men också för transporter och deponikostnader. Ytterligare kostnader på grund av stillastående arbete och förseningar kan också bli en konsekvens. För att undvika en negativ trend runt användningen av entreprenadberg behövs ökad kunskap, god kommunikation och samverkan, för att kunna nyttja entreprenadberg som cirkulär resurs.

Det måste också bli enklare och tydligare hur bergmaterial kan friklassas och därmed begränsa volymen berg som måste analyseras vidare eller deponeras.

## 5. Intressentanalys

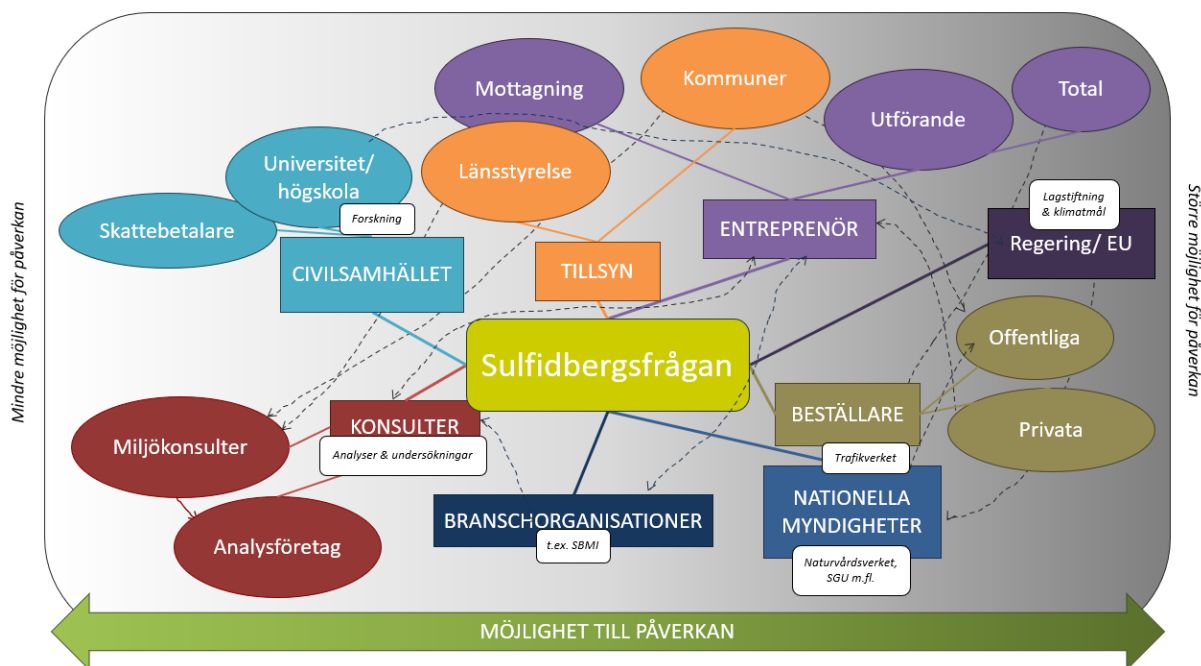
Olika aktörer påverkar och påverkas på olika sätt av sulfidbergsfrågan (se diskussion i kapitel 4). En intressentanalys kan göras från olika perspektiv och i denna studie har åtta huvudintressenter identifierats och lagts in i spektrum från *små möjligheter att påverka* till *stora möjligheter att påverka*. Ett försök att illustrera detta finns i Figur 1.

I kapitlet nedan redogörs mer ingående för de olika kopplingarna i figuren.

De åtta huvudintressenterna listas nedan i 5.1. till 5.8.:

- Beställare
- Entreprenörer
- Tillsyn
- Nationella myndigheter
- Konsulter
- Regering/ EU
- Branschorganisationer
- Civilsamhälle

I varje kategori diskuteras eventuella underintressenter och hur viktiga kopplingar till andra intressenter ser ut.



Figur 1. Intressentgrupper kopplade till frågor som rör sulfidberg. Från vänster mot höger ses en ökad möjlighet för påverkan. Se text för vidare diskussion och bild i större i skala i Bilaga 1.

### 5.1. Beställare

Beställaren har en avgörande roll för den aktuella frågeställningen genom möjligheten att ställa krav på sina leverantörer inom ramen för entreprenadkontrakt. Det kan exempelvis gälla användning av

cirkulära bergmaterialprodukter för bättre hushållning av ändliga resurser men också vilka kontrollprogram som ska genomföras.

Branschen behöver dock samverka för att skapa incitament för att öka användningen av cirkulära resurser. Olika faktorer, såsom upphandlingsformer, ersättningsmekanismer, faktiska kostnader, klimatambitioner, krav på tillsyn, etcetera, påverkar möjligheten att finna gemensamma incitament.

Offentliga beställare har en svår roll att balansera mellan olika intressen för att skapa ett kostnadseffektivt byggande, ett optimalt utnyttjande av offentliga medel och samtidigt uppfylla samhällsliga krav som delvis är motstridiga. I perspektivet sulfidberg behöver därför kunskapsnivån hos beställare liksom hos andra aktörer i branschen höjas så att faktabaserade beslut möjliggörs.

Vid upphandling av leverantörer med hjälp av kvalitetskriterier (i stället för eller i kombination med pris) finns också möjligheten att vikta olika parametrar för att till exempel stimulera lösningar med lägre miljö- och klimatbelastning. Detta har använts både i Sverige och Norge.

## 5.2. Entreprenörer

Flera av de stora entreprenadföretagen som verkar i Sverige arbetar både med materialhantering (täktverksamhet, betong- och asfaltstillverkning, mottagning av bergmassor) och byggande (bergschakt, masshantering). Entreprenörsledet har således goda möjligheter att planera och påverka en effektiv hantering av bergmaterial i en stor del av värdekedjan.

Det krävs dock mer arbete kopplat till klassningen av sulfidhaltigt material. Detta gäller både bedömning av bergmaterialets faktiska egenskaper och vilka konsekvenser olika tillämpningar ger. Det är önskvärt att skapa en ”produktifiering” av bergmassor för att optimera användningen och öka cirkuläriteten. Även eventuellt problematiska massor kan vid korrekt hantering och tillämpning användas utan risk.

Det krävs dock också att det kan göras på ett affärsmässigt sätt. Branschen behöver hitta gemensamma drivkrafter och tydliga vägledningar för att skapa klara spelregler och sund konkurrens.

## 5.3. Tillsyn

Tillsynsmyndigheter behöver ta fram ramverk för en nationellt enhetlig hantering som balanserar rätt mellan att skydda miljö och människors hälsa å ena sidan och säkra en effektiv användning av ändliga resurser å andra sidan.

Länsstyrelsen i Stockholm arbetar med att ta fram en vägledning för hantering av sulfidförande berg. I september 2023 bjöds ett antal experter på området in för rådgivning. Det uttalades enig kritik på vissa punkter om att utkastet riskerade att försvåra hanteringen och kritik mot att den inte heller mötte de kommunala tillsynsenheternas behov. Det bör vara av största vikt att denna typ av vägledningar inte avsevärt försvårar eller omöjliggör en god resurshushållning.

Tillsynsvägledningar behöver fokusera på rätt saker för att stödja flexibel hantering av bergmassor för olika ändamål och till exempel underlätta för enskilda miljöinspektörer att göra korrekta avvägningar och ta rätt beslut. Med en tillsynsvägledning som bygger på provtagningsfrekvens, analysmetoder och riktvärden kommer alltför mycket bergmaterial att risk-klassas.

## 5.4. Nationella myndigheter

*Trafikverket* har en särställning i frågan om sulfidbergsfrågan. Problematiken är densamma som för andra aktörer, men *Trafikverket* bättre möjligheter. Dels för att de generellt har stora projekt som möjliggör en intern masshantering, dels för att de har erfarenhet och kunskap på området och kan ta informerade beslut själva (Frognér-Kockum m. fl. 2015, Holmström m. fl. 2021).

*Naturvårdsverket* och *Sveriges Geologiska Undersökning* (SGU) har rådgivande och vägledande roller.

Naturvårdsverket är den myndighet som är rådgivande för tillsyn på miljörelaterade områden. Just nu pågår en omarbeting av Naturvårdsverkets vägledning om masshantering och användning av massor för anläggningsändamål, Riskbedömning för hållbar masshantering (Naturvårdsverket 2024). Vägledningen har varit ute på remiss till ett brett urval av offentliga och privata intressenter och många av formuleringarna och förslagen i vägledningen möts med skarp kritik från flera remissinstanser. Samtidigt lyfter alla det positiva och nödvändiga i att komma vidare mot en samsyn i frågor som rör bedömning, hantering och användning av inte minst entreprenadberg.

SGU's uppdrag är bistå med och tillgängliggöra uppdaterad och relevant geologisk information. I exempelvis Stockholm-Arlandaområdet har inte detta uppdrag tillgodosetts på ett tillfredställande vis, då kartunderlagen är från 1960-talet (till exempel Stålhös 1968). Bristen på praktiskt användbara geologiska underlag och uppdaterade geologiska modeller utgör kärnan i sulfidbergsutmaningen. Denna brist försvårar eller omöjliggör en korrekt bedömning av berggrunden, och vilken risk den eventuellt innebär, inför större infrastrukturprojekt. Det försvårar också framtagning av småskaliga geologiska underlag, vilket är relevant i många infrastrukturprojekt, som till exempel i Förvaltningen för utbyggnad av tunnelbanan (FUT) i Region Stockholm (se t.ex. Nordin von Platen m. fl. 2020, Sehr m. fl. 2022). SGU har en avgörande roll i hanteringen av geologiska data och det finns i nuläget inte någon alternativ organisation för hantering och tillgängliggörande av geologiska data.

## 5.5. Konsulter

Konsulter har begränsad möjlighet att påverka själva grundfrågan och regelverket. Det innebär dock inte att de är en viktig part i sammanhanget, framför allt när det gäller kunskap, kompetens och bedömningar koppade till sulfidberg.

Det är centralt att bedömningar grundas på fakta för att undvika att onödigt stora volymer bergmaterial klassas som problematiska. Branschen behöver därför gemensamt arbeta med att höja kunskapen kring sulfidberg.

*Geologiska konsulter* arbetar både i byggprojektens tidiga skeden, till exempel med geologiska undersökningar, och i utförandeskedet, till exempel med kartering av tunnelfronter. En korrekt bedömning av sulfidberg kräver geologisk kunskap, geologisk erfarenhet och tid. Det är därför viktigt att inte förhastat riskbedömningar och beslut så att man hamnar i en situation där det är enklare att fälla än att fria berg med osäker status. Det är således viktigt att konsultföretagen bibehåller en hög kunskapsnivå inom detta område och samtidigt utbildar och ökar bredden så att fler resurser finns tillgängliga för branschen.

*Miljökonsulter* finns både i offentliga verksamheter, som kommuner och i privata konsultföretag. Deras kunskap är viktig i ett helhetsperspektiv till exempel när det gäller miljölagstiftning och miljörisiker men de behöver samarbeta med geologer när det gäller berggrundsgeologiska och

geokemiska bedömningar. Om inte det görs finns risk att beslut tas på felaktiga eller otillräckliga kunskapsunderlag.

*Analysföretagen* har upplevt en stor ökning i efterfrågan på analyser i form av totalsvavelhaltsanalyser och olika laktester (per. komm. ALS Global 2023). Analyser kommer alltid att behövas men som beskrivits ovan krävs ett större helhetsgrepp om sulfidbergsfrågan för att hitta rätt lösning på den. Ökad provtagning utifrån diskutabla gränsvärden gynnar inte branschen eller samhället.

## 5.6. Regering/ EU

Från *regeringens* och *EU's* sida finns mycket klart uttalade *klimatmål*, t.ex. för återvinning och återanvändning av material i byggbranschen och för minskad klimatpåverkan. I dagsläget är det nödvändigt att alla aktörer arbetar systematiskt och undviker situationer där nytta eller riskminimering för en aktör blir på andra aktörers och/eller miljön och klimatets bekostnad. Hållbarhet måste inkludera resurs-hushållningsperspektivet och riktlinjer för att nå miljömålen måste vara flexibla nog att underlätta användningen av cirkulära material. De nationella och internationella *lagstadgande* parterna har ett stort inflytande, men systemen är tröga och det kan gå lång tid mellan det att ett behov uppstår och att det finns användbara verktyg och stöd i lagstiftning och riktlinjer.

Det är också många gånger oklart om styrningen är politiskt eller vetenskapligt baserad, skillnader som kan resultera i olika förhållningssätt.

## 5.7. Branschorganisationer

En av de viktigare branschorganisationerna i frågan är *SBMI* (Svensk BergMaterialIndustri) som framför allt driver frågan om att underlätta och i alla fall inte försvåra för entreprenörsledet att omsätta cirkulerat bergmaterial. Andra aktörer är Svensk Geoteknisk Förening, Svenska Föreningen för Bergmekanik och Ingenjörsgologi, Svenska Bergteknikföreningen. Branschorganisationerna har möjligheten att påverka genom att samla branschens olika aktörer på en neutral plattform. Till exempel utgör de ofta remissinstans till offentliga utredningar. Andra viktiga plattformar för samverkan är SBUF (Svenska Byggindustrins Utvecklingsfond) och BeFo (Stiftelsen Bergteknisk Forskning).

## 5.8. CIVILSAMHÄLLE

Till civilsamhället hör till exempel vi alla *skattebetalare*, som vill ha god service i form av fungerande och effektiv infrastruktur, men också förväntar oss en god miljö och hälsa.

Även *universitet och högskolor* hör till civilsamhället. De har en viktig roll som kunskapsbank och kompetensförsörjare. Deras expertis bör ligga till grund för hur miljö- och klimatmål samt vägledning utformas.

Civilsamhällets möjligheter att påverka är begränsade och indirekta, men kan ha stor genomslagskraft i enskilda frågor eller situationer, till exempel genom miljöorganisationer eller demonstrationer.

## 6. Tidigare arbeten

Nedan listas några avslutade projekt som blivit inflytelserika i diskussionerna runt hantering av sulfidförande bergmassor. Det finns många fler referenser och denna lista ska inte ses som en fullständig lista. Nedan listas en kortare beskrivning, se litteraturlistan för fullständiga referenser.

### **Strategi för hantering av massor i Stockholms län**

*Länsstyrelsen Stockholms län, 2023*

Länsstyrelsen i Stockholms län, Region Stockholm, Storsthlm, Trafikverket och Stockholms stad har gemensamt tagit fram denna strategi med syftet att skapa förutsättningar för cirkulär och resurseffektiv hantering av massor i länet. Målsättningen är att projektgenererade massor av ballastkvalitet ska användas av marknaden där det är lämpligt. Användningen av ska vara så högkvalitativ och lokal som möjligt samtidigt som transportarbetet effektiviseras och miljö- och klimatpåverkan från masshantering minskar.

Studier och praktiska exempel har visat att det går att reducera klimatbelastningen med cirka 30 procent samtidigt som stora kostnadsbesparingar kan uppnås. För att nå dit behövs dock aktiva insatser, planering och samverkan mellan offentliga aktörer såväl som med näringslivet.

En viktig faktor för att kunna tillvarata resursen med minskad påverkan på miljön i omgivningen är att ha kunskap om platsen som ska schaktas för att veta mer om eventuella naturliga eller antropogena föroreningar på platsen. På senare tid har problem med till exempel svavelhaltiga mineral i berggrunden uppmärksammats lokalt i vissa områden i Stockholmsregionen, också benämnt som sulfidberg. Även arsenik är ett problem i vissa områden.

Bygg- och anläggningsprojekt kan minska miljöpåverkan genom att redan i den tidiga planeringen inkludera kunskap om jord- och bergmaterialets sammansättning. Genom att tidigt planera för vilka arbetsmetoder som ska användas kan negativ miljöpåverkan från både naturliga och antropogena föroreningar undvikas.

I rapporten presenteras tretton åtgärdsförslag. Åtgärd 12 är speciellt intressant i sammanhanget. Förslaget innebär: *Utveckla standardisering av massor, Ett arbete kring klassificering och standardisering av projektgenererade massor av ballastkvalitet behöver utvecklas; ett tydliggörande av vilka typer av projektgenererade massor som kan användas till vilka funktioner och applikationer. Klassificering och standardisering tas med fördel fram av branschaktörerna i samverkan med berörda myndigheter.*

### **Handbok för hantering av sulfidförande bergarter**

*Frogner-Kockum, Lorents & Lindgren, 2015*

Studien syftade till att ta fram en handbok för hantering av sulfidförande bergartsmaterial, främst inom Trafikverkets entreprenader. Handboken var tänkt att fokusera på ett system för att kunna bedöma sulfidförande bergartsmaterials miljöpåverkan och ge förslag på åtgärder vid hanteringen och användningen av dessa.

På grund av att denna handbok kom att användas som en vägledning för hantering av sulfidförande berg utöver vad rapportens författare avsåg, såg sig Trafikverket tvungna att efterföljande ge ut ett

*Förtydligande av syftet med Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter (Lindgren, Loorents & Åkesson, 2019).*

### **Handlingsplan sulfidförande bergarter**

*Ax Riise & Lilliesköld Sjöo, 2020*

Denna handlingsplan är utformad för att främja användningen av entreprenadberg då detta medför det bästa resursutnyttjandet samt medför minst klimatpåverkan, samt för att säkerställa efterlevande av gällande miljölagstiftning, vilken ställer krav på skydd för människors hälsa och miljö. Rapporten är en intern handlingsplan från JM.

### **Utvärdering av predikteringsmetoder för sulfidförande berg - Med fokus på berg som används i konstruktioner**

*Lindgren, 2020*

I detta examensarbete har 10 bergmaterial studerats med syfte att undersöka och diskutera predikteringsmetoder för att identifiera risker med materialet och hur dessa kan tillämpas och tolkas för sulfidförande bergmaterial.

Resultaten av predikteringstesterna visar på en stor variation mellan materialen utifrån använda riktvärden. Bedömningen av syrabildande potential och neutralisationspotentialen visar också stora variationer utifrån nyttjade riktlinjer. Hur provtagningen av materialet utförs har också en stor påverkan på resultatet, det är därför viktigt att fortsatt utreda hur en representativ provtagning kan utföras, och hur olika provtagningsmetoder påverkar analysresultaten.

### **Vägledning – provtagning och klassificering av sulfidförande berg.**

*Fältmarsch, 2021*

Denna rapport består av en vägledning med en stegvis metodik för undersökning, provtagning och utvärdering, samt en redogörelse för en klassificering av sulfidberg och förslag till hanteringsalternativ och skyddsåtgärder. Rapporten rekommenderar en försiktighetsprincip, oavhängig berggrundsgeologiska variationer inom Stockholmsområdet. Rapporten är framtagen av Atrax Energi & Miljö SB på uppdrag av Exploateringskontoret, Stockholms stad.

### **Återanvändning av sulfidförande berg - Aktuellt kunskapsläge, statistisk analys och biotillgänglighetsmodellering**

*Bellander, 2021*

I detta examensarbete från SLU och Uppsala universitet undersöktes ett anonymiserat område där sulfidförande berg losshållits och oavsiktligt använts som fyllnadsmaterial i lokala vägar. Detta ledde till att vattendraget som rinner genom området förorenades kraftigt med metaller och på vissa platser har mycket låga pH-värden uppmätts. En fallstudie visade på att statistiskt säkerställda korrelationer förekom mellan samtliga utvalda metaller och parametrar, men inte i alla punkter. En utveckling av studiens modell för inkludering av fler förutsättningar och metaller rekommenderades av författaren.

### **Bokslut – Sulfidhaltiga bergmassor inom E4 Förbifart Stockholm.**

*Holmström, Wistrand, Hallberg & Nylén, 2021*

Denna rapport är en genomgång och del av Trafikverkets större arbete med hantering av sulfidhaltigt bergmaterial. Den ska ses som en kunskaps- och lägessammanställning i samband med att frågorna om svavel i bergmassor började aktualiseras under våren 2019. Eftersom större delen av berget inom E4 Förbifart Stockholm är uttaget och behandlat i krossanläggningar är denna rapport också ett bokslut över hanteringen.

### **Evaluation of long-term effects of excavated sulfide-bearing rock- A case study in western Sweden**

*Sundblom, 2022*

I detta examensarbete studeras förhållandena på en plats i Västsverige där sulfidiska massor deponerades för 20 år sedan och genererade surt lakvatten. Resultaten jämfördes med tidigare data från platsen, för att öka kunskapen om hur det deponerade berget har betett sig över tid. Studien undersökte lakvatten och dess påverkan på det lokala vattendraget och studerade bergets kemiska och mineralogiska egenskaper.

### **Utveckling av effektiva och relevanta metoder för bedömning av bergmaterial innehållande metallförande sulfidmineral**

*Miškovský m.fl. 2022*

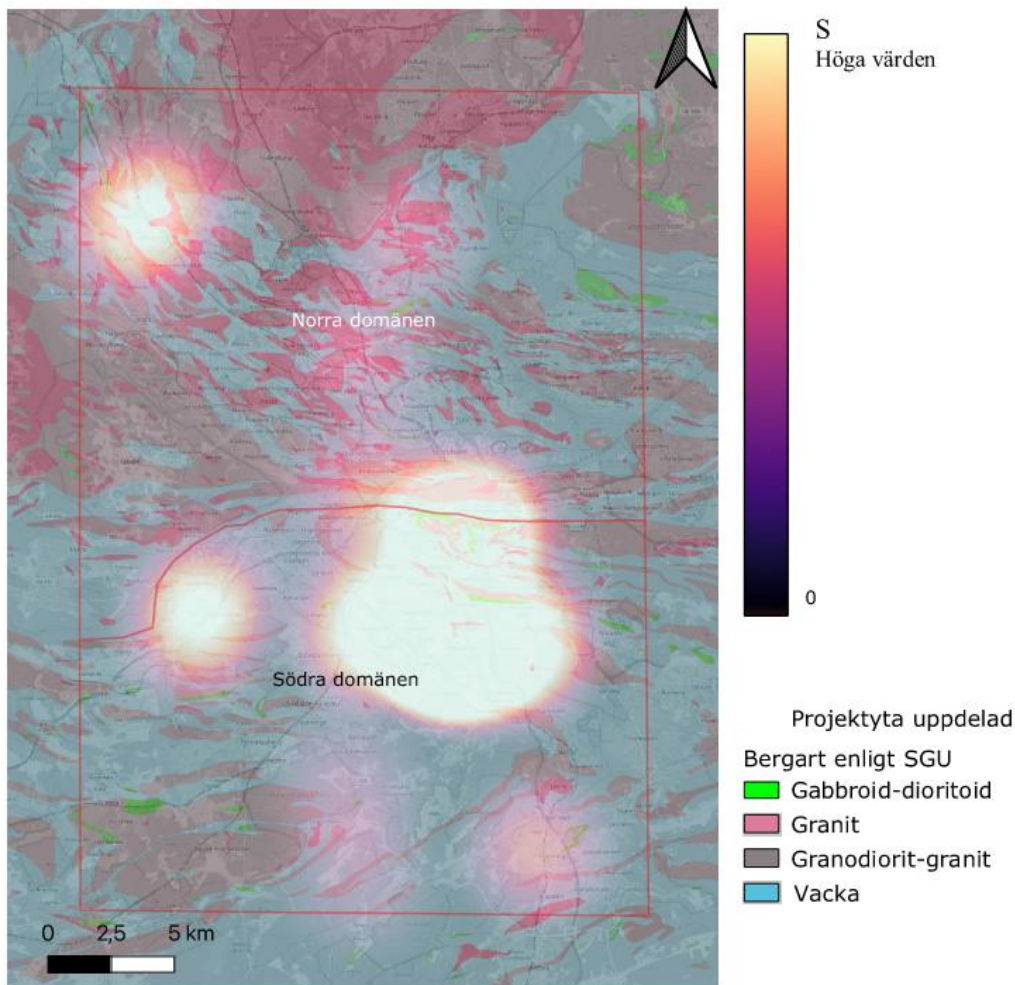
Studien avsåg att utveckla och verifiera nya, problemanpassade, effektiva provtagnings-, provberednings- och analysmetoder samt ge förslag till klassificeringssystem för sulfidförande bergmassor och bergkross. Vidare kompletterar studien av Trafikverkets publikation 2015:057. Studien innehåller också förslag på efterbehandlingsmetoder av sulfidförande bergmaterial, vars effektivitet dock ej verifierats. Rapporten är en slutrapportering av ett branschgemensamt utvecklingsprojekt.

### **Sulfidförande berggrund i Stockholmsområdet Riskbergarter och trender**

*Åhrberg, 2022*

Studien rapporterar om genomförda kemiska analyser på ett omfattande provmaterial av bergarter från Stockholmsområdet. Utifrån geologiska och kemiska data har berggrunden i Stockholm delats in i sju förenklade undergrupper av bergarter med olika sannolikhet för förhöjda sulfidhalter. En karta över förhöjd sannolikhet för sulfidförande berg har också tagits fram. Arbetet är ett kandidatarbete från Uppsala universitet i samarbete med WSP.





Figur 2. Heatmap över förekomsten av förhöjda svavelhalter i Stockholmsregionen, Figur 33 från Åhrbeg,(2022).

## Strategier för utvärdering av sulfidberg

*Evins, 2023*

I studien görs en jämförelse av olika undersökningsstrategier, analysmetoder och riktvärden för totalsvavel (TS) i Stockholmsområdet. Resultaten visar att den syrabildande potentialen är bergartsberoende trots samma totalsvavelhalt och författaren rekommenderar vidare undersökningar. Detta belyser behovet av kontextuell information från erfarna geologer. Vidare visar studien på hur olika undersökningsstrategier kan användas i olika skeden av projekt och ju tidigare den geologiska kontexten kartläggs desto enklare och billigare är det att utvärdera sulfidberg. En produktionsvänlig strategi presenteras baserat på snabbanalys av borrhax från sonderings-/ injekteringshål så att sulfidberg kan klassas på plats innan den blandas i berghögarna. Rapporten är ett sammandrag av ett föredrag på Svenska Bergteknikdagen 2023.

## **Funktionsegenskaper för cirkulära material**

*Englund, J., Hermelin, K. & Norin, M., 2024*

För att klara uppställda målsättningar kring klimat och resurshushållning i samhället, behöver förutsättningarna att använda cirkulerade återvunna material bli bättre, där anläggningssektorns agerande är centralt. Idag bedöms det dock ur ett entreprenörsperspektiv att de ekonomiska incitamenten är för låga och riskerna för höga för att få till en övergång på en bredare front att använda återvunna cirkulära material. Ett viktigt resultat från detta projekt är att branschen är enig om att dessa risker behöver minimeras och skapa incitament för en ökad cirkulär hantering. Studien är ett SBUF-projekt lett av Skanska Teknik.

## **Svenskt Geologiskt Vårmöte 2024**

Vid en nationell geologisk konferens i augusti 2022 (Geologiska Föreningens 150-årsjubileum, <https://geologiskaforeningen.se/en/150-year-anniversary/>) belystes, genom poster och föredrag, en del av utmaningarna i det arbete som utförs i några av de stora infrastrukturprojekten i Mälardalsområdet. Här gjordes också inledande rekognosering avseende att hålla ett temamöte runt "Sulfidberg" och intresset var stort. Vårmötet hölls i maj 2023 på tema *Arsenik- och sulfidförande berggrund i Mälardalen*. En publikation från mötet är planerad. Förhoppningen är att flera branschöverskridande samtal på tema Sulfidberg ska komma till stånd i framtiden.

## **Lägesbeskrivning: sulfidförande berg i Stockholms län**

*Framtagen av regionala arbetsgruppen för sulfidförande berg, tillsatt under Miljö- och samhällsbyggnadsrådet*

En gemensam lägesbeskrivning för Miljö- och samhällsbyggnadsrådet i Stockholms län, vilken är ett första steg för att gemensamt och fokuserat verka för att försöka lösa upp knutar, identifiera kunskapsluckor och peka ut åtgärder eller insatser som behöver göras på kort sikt. Detta arbetssätt har beslutats i rådet efter att frågorna kring sulfidförande berg i bygg och anläggning har de senaste åren vuxit i komplexitet och omfattning, och inte sällan präglats av motstående intressen.

## 7. Pågående forsknings- och utvecklingsprojekt

Det pågår flera projekt som på olika sätt syftar till att belysa sulfidbergsfrågan. Nedan listas några av dessa, med nedkortade projektbeskrivningar baserade på projektens egna beskrivningar.

### **Miljö- och hälsofarliga ämnen i bergmaterial – fallstudie Arlanda – Rosersberg**

*Projektet leds av Jenny Andersson, Sveriges geologiska undersökning (SGU), samt Mattias Göransson och Per Nysten, båda från SGU. BeFo projekt 438.*

Projektet ska studera naturlig förekomst av miljö- och hälsofarliga ämnen i berggrunden i syfte att förbättra metodiken för identifiering av bergmaterial med risk för signifikant utlakning av försurande och toxiska ämnen. En effektiv riskbedömning är en förutsättning för att minska andelen bergmaterial som läggs på deponi och öka andelen massor som kan ingå i en cirkulär ekonomi. Projektområdet är förlagt till det bygg- och anläggningsintensiva Arlanda-Rosersbergområdet.

### **Sulfidförande bergmaterials återanvändbarhet**

*Projektet leds av Lena Alakangas vid Luleå Tekniska Universitet (LTU), tillsammans med Fredrik Nylén, också LTU.*

Detta projekt finansieras av Trafikverket och har två huvudinriktningar. Den ena inriktningen fokuserar på provtagningsmetodik för att identifiera förutsättningarna i berget. Den andra inriktningen ser på att utvärdera ett bergmaterials beteende över tid och identifiera de samverkande processerna, för att på så sätt tillsammans generera en predikteringsmodell. Förväntningen är att ta fram ett standardiserat tillvägagångssätt med förhöjd träffsäkerhet jämfört de varierade förfaranden som tillämpas idag inom infrastruktursektorn. Genom att identifiera de parametrar som förorsakar lakning kan metoder tas fram för att eliminera de interagerande effekterna och på så sätt fungera som förbättringsåtgärder. Förhoppningsvis kan projektets resultat komma till nytta även för gruvindustrin som hanterar stora mängder sulfidförande berg. Projektresultaten kommer att ligga till grund för revision av Trafikverkets Handbok för hantering av sulfidförande bergarter, 2015:057.

### **Hållbar användning av sulfidförande berg i vägkonstruktion**

*Projektet leds av Fredrik Hellman, VTI tillsammans med RISE.*

Projektet handlar om att undersöka sulfidförande berg med utgångspunkt i de tekniska förutsättningarna, till exempel tjällyftning och förtätning av väggroppen, för hållbart byggande av väginfrastruktur. Projektet synkas med pågående projekt på Luleå Tekniska Universitet och fokuserar på de praktiska åtgärder kopplade till väg- och bankonstruktion som måste vidtas för att upprätthålla de tekniska förutsättningarna för en hållbar konstruktion och hållbart byggande. Projektet vill undersöka risk för nedbrytning av sulfid och om en nedbrytning påverkar väggroppens olika funktioner.

Projektet ska utgöra underlag till kommande revision av Trafikverkets Handbok för hantering av sulfidförande bergarter, 2015:057.

### **Tidsoptimerad metodik för bestämning av ämnen i cirkulära materialflöden**

*Projektet leds av Jan Englund, Skanska, SBUF-projekt 14127*

Projektet syftar till att utveckla en produktionsnära, tidsoptimerad metodik för bestämning av kritiska grundämnen i cirkulära materialflöden för branschgemensam användning. Målet är att sammanställa och ge råd och rekommendationer för kontroll av cirkulära material där schaktmassor, betongkross och entreprenadberg ingår.

Projektet genomförs i form av jämförelseanalys mellan provresultat från kemilaboratorium och handburen analysutrustning (XRF).

### **Vaskning- Metod för fältinventering av sulfidinnehåll i bergmaterial**

*Projektet leds av Emma Rehnström, Skanska, SBUF-projekt 14289*

Detta projekt ska undersöka om en fältmetod från prospekteringsbranschen kan användas som ett snabbt screeningtest avseende sulfider också i anläggningsprojekt. Metoden består i att ta fram ett tungmineralseparat med hjälp av vaskpanna för vidare undersökning med handmagnet och handlupp. Undersökningarna kompletteras med både analyser med handhållen XRF och kemianalyser i laboratorier.

### **Branschgemensamma riktvärden för bergmaterial**

*Projektet leds av Malin Norin, Skanska, SBUF-projekt 14260*

Syftet med projektet är att ta fram en branschgemensam miljöriskmodell som kan användas för beräkning av uppkomna risker vid användning av bergmaterialprodukter i anläggningskonstruktioner. Projektet syftar även till att ta fram enhetliga riktlinjer och nivåer för miljöriskbedömning av bergmaterialprodukter som kan nyttjas av branschen. Vidare syftar projektet till att den framtagna miljöriskmodellen kan kopplas till metodik som finns idag för att deklarerat byggprodukter, jämför CE- och prestanda-deklarationer.

### **Storskaligt laktest av sulfidhaltigt berg**

*Projektet leds av Rasmus Fältmarsch, Atrax, tillsammans med Region Stockholm*

I samband med arbetet med Nya tunnelbanan utförs ett storskaligt laktest av sulfidhaltigt berg. Testerna utförs på bergmassor med fyra olika totalsvavelhalter och under tre olika förhållanden. Testerna utförs i utomhusmiljö och förväntas pågå i ett år.

Det storskaliga laktestet förväntas bidra med mer kunskap om tunnelbergs egenskaper och risker. Förhoppningarna är att ta fram underlag och metoder för att avgöra vad som kan klassificeras som försurande bergmaterial inom anläggningsbranschen.

Preliminära resultat (vid tidpunkten för denna rapportens färdigställande) indikerar att lakningspotentialen är försumbar i de test som efterliknar naturliga miljöer (Fältmarsch 2024)

## **Riskbedömning för hållbar masshantering**

*Naturvårdsverkets vägledning om masshantering och användning av massor för anläggningsändamål, Remissversion, 2024-04-04*

Denna vägledning är tänkt som ett stöd för att tillsynsarbetet ska kunna genomföras på ett likartat sätt i alla Sveriges kommuner. Vägledningen kan också vara användbar och bidra till att skapa förutsägbarhet för de verksamhetsutövare som ska genomföra en riskbedömning av massor inför vidare hantering och användning av massor, i olika anläggningsändamål. Syftet med vägledningen är att förenkla för tillsynsmyndigheten att avgöra vad en riskbedömning behöver innehålla för att det ska vara möjligt att ta ställning till om massor anses lämpliga att använda i anläggningsändamål.

Remissen har fått svar från många intressenter, som uppskattar initiativet med en vägledning för riskbedömning av massor, men flera av de tyngsta remissinstanserna är mycket kritiska utifrån flera olika perspektiv.

Arbetet med att omarbete vägledningen pågår ännu.

## 8. Utvecklingsområden

För att kunna komma framåt i frågan om hanteringen av sulfidberg finns ett antal områden där regelverk, rekommendationer, processer och arbetssätt skulle behöva ses över på ett mer holistiskt vis, så att inte bestämmelser som ser förnuftiga ut för en part skapar omöjliga arbetssätt för en annan. Exempelvis har Trafikverket tillsammans med Länsstyrelsen i Stockholm har skickat tre olika hemställan till regeringen rörande förenklad och förbättrad praxis för masshantering (Trafikverket 2024a, b).

### 8.1. Bedömningsunderlag och användningsområden

Den övervägande delen av allt entreprenadberg som uppstår är helt ofarligt och det är helt nödvändigt att använda för att möta behovet av ballast (Göransson, Johansson & Norlin, 2023). Utmaningen är att det i nuläget inte riktigt finns gemensamma riktlinjer för att bedöma vilket material som skall anses problematiskt och kanske ännu viktigare hur sådant material skall hanteras (se Evins 2023). Bedömningsunderlagen som används, med kemiska analyser och laktester, är kostsamma och långsamma och ger inte alltid rättvisande information. Det skulle behöva genomföras fler studier på lakningsegenskaper, men med geologisk och petrologisk kontroll av materialet. Med den typen av resultat byggs det på sikt upp en kunskapsbas som kan användas som referens så att testdata från nya och/ eller mindre kända material faktiskt kan tolkas. Ett förfaringsätt utan geologisk kontroll av provmaterialet kan leda till att en ond cirkel med enorma analyskrav upprätthålls och förstärks eftersom det lätt framstår som att allt material måste analyseras. Det behövs också alternativa metoder för klassning av bergmaterial, t.ex. utifrån bergartstyp och deras faktiska innehåll av sulfidmineral.

Det finns många tillämpningar och konstruktionstyper där sulfidhalten sannolikt inte spelar någon större roll. Det skulle behövas undersökningar av hur bergmaterial med ett förhöjt sulfidinnehåll kan användas på ett säkert sätt, så att detta blir belagt med större säkerhet.

Det råder en överanvändning av Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark så till vida att riktvärdena används för att klassa krossbergsmaterial. Detta var aldrig intentionen med riktvärdena och de slår många gånger väldigt fel, beroende på olikheterna i materialegenskaper hos jord och stenmaterial.

### 8.2. Omhändertagande och mottagning av bergmaterial

När olika bergmaterial blandas riskerar volymerna av problematiskt berg att eskalera. Bergmaterial med högt eller okänt sulfidinnehåll eller oklar status på andra vis, skickas till deponi i stället för att förädlas vidare. Ju mer berg som inte kan friklassas, desto mer material måste därför tas omhand på annat vis, exempelvis deponi. I dagsläget går vägtransporter med bergmaterial från Stockholmsområdet till Värmland för deponi, vilket inte är hållbart på någon nivå, varken resurshushållningsmässigt, klimatavtrycks-mässigt eller ekonomiskt.

Bergmaterialbranschen har tagit upp utmaningen med att standardisera hanteringen av cirkulära produkter och har inlett ett arbete med att ta fram en handbok för bransch-överskridande samsyn och en gemensam metodik för cirkulär bergmaterialförsörjning i industriell skala där schaktmassor efter uppgradering och kvalitetssäkring används som spårbara konstruktionsmaterial (Projekt Grind till grind, Wändell m.fl. 2024).

Fortfarande kvarstår att det vid mottagningsanläggningarna ställs krav på deklaration av kemiskt innehåll, bland annat svavelhalt. Det är ett för trubbigt redskap med tanke på att det inte finns tydliga riktlinjer för provtagningsfrekvens eller friklassningshalt. En totalsvavelhalt ger heller inte entydiga svar på det som egentligen är frågan, nämligen vilka sulfidmineral finns i materialet och hur mycket? I dagsläget innebär detta ett stort risktagande för mottagningsanläggningarna. Således behöver branschen jobba vidare med frågan, mellan grindarna (Wändell m.fl 2024), men också utanför grindarna. Tillsynsmyndigheter som Naturvårdsverket behöver ta till sig branschens synpunkter och bli färdiga med den välbehövliga vägledningen om masshantering och användning av massor för anläggningsändamål (Naturvårdsverket 2024). Det finns nu också ett utökat regleringsbrev till Naturvårdsverket, specifikt för att ta fram riktlinjer för en resurseffektiv hantering av schaktmassor med naturligt förhöjda halter av skadliga ämnen (Regeringen 2024).

### 8.3. Cirkulära produkter och cirkulär marknad

Produktifiering av ballastmaterial från andra källor än de jungfruliga är i sin linda och branschen har här en väldigt viktig roll. I samtal om hantering av sulfidbergsfrågan kommer det ofta upp förslag som innebär att användningen av olika material skall styras, till exempel till användning under torra och täta förhållanden eller användning under vatten. Det är emellertid inte så försäljning eller upphandling av bergmaterial sker och här behövs ett skifte i hela branschen. Försäljning av bergmaterial görs idag inte mot ändamål och det saknas system för att beskriva miljö- och klimatavtrycket från bergmaterial. Jungfruligt bergmaterial är inte dyrare än cirkulerade produkter, ibland tvärtom och det finns inte något system för att klassa material i ett resurshushållningsperspektiv.

Detta tillsammans gör att det saknas ett efterfrågetryck från beställarsidan på sådana produkter. Det här står i skarp kontrast till beslutade mål om en ökad användning av återvunna massor och en bättre resurshantering av bergmaterial.

### 8.4. Branschsamverkan

Det finns redan flera förslag på vägledningar för hantering av sulfidberg, men inte ett branschgemensamt arbetssätt med standardiserade metoder.

Problematiken runt hantering av sulfidberg löses inte genom enstaka fristående vägledningar. Det behövs ett systematiskt samarbete mellan personer med olika kompetensområden (geologi, juridik, miljövetenskap, pedagogik m. fl.) och från olika intressentgrupper (myndigheter, entreprenörer, akademi) för att nå lösningar, på både kort och lång sikt. På så vis kan enstaka utmaningar sättas in i större perspektiv så att eventuella lösningar inte skapar problem på andra ställen i värdekedjan för entreprenadberg. Det pågår många positiva initiativ, t.ex. med en branschgemensam handbok för cirkulär ballastproduktion (Wändell m. fl. 2024) och olika dialogforum mellan stora beställare som Trafikverket och entreprenörer.

Idealiskt skulle detta vara ett arbete som bedrevs i en eller flera branschöverskridande arbetsgrupper med avstämningar sinsemellan. Ett sådant arbete skulle kunna ta utgångspunkt i att definiera en målbild för hur en fungerande process skulle kunna se ut, sedan definiera hur arbetet mot en sådan målbild kan organiseras och genomföras. Det finns förslag på vägledningar att utgå ifrån (t.ex. Evins 2023, Ax Riise & Lilliesköld Sjö 2020, Miškovský och andra 2022, Sehr och andra 2022), men det behövs ett branschgemensamt arbetssätt baserat på accepterade och standardiserade metoder.

Det behövs också ett arbete med kommunikation och folkbildning för att öka förståelsen och kunskapen om bergmaterial och dess användning.

## 9. Slutord

Syftet med denna studie var att belysa sulfidbergsfrågan med hjälp av en problemanalys och en intressentanalys, samt en inventering av genomförda och pågående studier. Några utvecklingsområden har också identifierats.

Problemanalysen visar att många av utmaningarna med hanteringen av sulfidberg handlar om både brist på helhetssyn och brist på tydliga faktabaserade riktlinjer. Generellt behöver kunskaps- och kompetensnivån hos olika aktörer och inom olika områden höjas för att branschen ska finna fram i den här relativt komplexa frågan. En annan del av problemidentifieringen handlar om otydlighet runt cirkulära produkter, både hur dessa ska produceras, karakteriseras och kvalitetssäkras, men också säljas.

I intressentanalysen identifierades bygg- och bergmaterialentreprenörer, men också beställare av dessa tjänster som huvudaktörerna i sulfidbergsfrågan. Offentliga aktörer som kommun och länsstyrelse agerar tillsyn, men kan också ha andra roller. Ett växande problem är att dialogen runt hantering av entreprenadberg oftare präglas av misstänksamhet och rädsla, än öppenhet och samarbetsvilja. Sammantaget får den bristfälliga hanteringen av sulfidberg stora samhällsekonomiska konsekvenser.

Det är klarlagt att sulfidbergsfrågan behöver hanteras på ett bättre sätt än vad som görs idag. Framför allt med tanke på att en för stor mängd material, som rätt använt inte utgör något problem, generaliseras och hanteras som avfall. Några uppenbara utvecklingsområden har identifierats inom ramen för detta arbete och de är; ”bedömningsunderlag och användningsområden”, ”omhändertagande och mottagande av bergmaterial”, ”cirkulära produkter och cirkulär marknad” samt ”branschsamverkan”.

Det är många initiativ på gång i branschen och det finns en stor enighet om att hitta lösningar. Med gemensamma krafter finns alla förutsättningar för att branschen och samhället kan finna en bärkraftig lösning på sulfidbergsfrågan en gång för alla.



## Litteraturförteckning

- Ax Riise, J. & Lilliesköld Sjöo, G. 2020: Handlingsplan sulfidförande bergarter. JM, v. 2020-10-13, rev 02. 5 s.
- Bellander, Y. 2021: Återanvändning av sulfidförande berg - Aktuellt kunskapsläge, statistisk analys och biotillgänglighetsmodellering. Examensarbete, Institutionen för Mark och Miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. 109 s.
- Evins, P. 2022: Stockholm's geology: granite taken for gneiss. In: Bergman Weihed, J., Johansson, Å. & Rehnström, E. (Red.): Geological Society of Sweden, 150 year anniversary meeting, Uppsala, August 17–19 2022, Abstract volume. Geologiska Föreningen Specialpublikation 1, s. 428.
- Evins, P. 2023: Sulfidförande bergmaterials återanvändbarhet. Bergteknikdagen 2023. 15 s.
- Frogner-Kockum, P., Loorents, K.-J. & Lindgren, Å. 2015: Handbok för hantering av sulfidförande bergarter. Trafikverket Rapport 2015:057, 51 s.
- Fältmarsch, R. 2021: Vägledning – provtagning och klassificering av sulfidförande berg. Exploateringskontoret, Stockholms stad. 29 s.
- Fältmarsch, R. 2024: Storskaligt lakttest av bergmaterial från Nya tunnelbanan: Delrapport 2024-10-31. Diariennr. FUT 2022–0928. Region Stockholm. 34 s.
- Göransson, M., Johansson, M. & Norlin, J. 2023: Grus, sand och krossberg 2022. Periodiska publikationer 2023:3, 40 s.
- Holmström, T., Wistrand, B., Hallberg, M. & Nylén, F. 2021: Bokslut – Sulfidhaltiga bergmassor inom E4 Förbifart Stockholm. Trafikverket TRV 2021/135027. 22 s.
- Lindgren, L. 2020: Utvärdering av predikteringsmetoder för sulfidförande berg - Med fokus på berg som används i konstruktioner. Examensarbete Naturresurstechnik, Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser, Luleå tekniska universitet. 90 s.
- Lindgren, Å., Loorents, K.-J. & Åkesson, U. 2019. Förtydligande av syftet med Trafikverkets handbok för hantering av sulfidförande bergarter. PM 2019-12-18, 1 s.
- Makowsky, F. & Nyzell, M. 2022. Episyenites in Stockholm – observations from ongoing tunnel projects. I: Bergman Weihed, J., Johansson, Å. & Rehnström, E. (Red.): Geological Society of Sweden, 150 year anniversary meeting, Uppsala, August 17–19 2022, Abstract volume. Geologiska Föreningen Specialpublikation 1, 104-105.
- Miljö- och samhällsbyggnadsrådet i Stockholms län 2024: Lägesbeskrivning: sulfidförande berg i Stockholms län, Framtagen av regionala arbetsgruppen för sulfidförande berg, tillsatt under Miljö- och samhällsbyggnadsrådet, 9 s.
- Miškovský, K., Bida, J., Arvidsson, H., Göransson, M., Andersson, J., Lövgren, L. & Johansson, E. 2023: Utveckling av effektiva och relevanta metoder för bedömning av bergmaterial innehållande metallförande sulfidmineral. Envix rapport R41912:00-04
- Naturvårdsverket 2022: Hantering av schaktmassor och annat naturligt förekommande material som kan användas för anläggningsändamål. NV-01151-21. 204 s.
- Naturvårdsverket 2024: Riskbedömning för hållbar masshantering. Naturvårdsverkets vägledning om masshantering och användning av massor för anläggningsändamål Remissversion, 2024-04-04. 76 s.

Nordin von Platen, H., Sehr, A., Persson, K. 2020: Masshantering- Hantering av risk för sulfidhaltiga bergmassor i utbyggnaden av tunnelbanan i Stockholm. Region Stockholm, FUT 2020–0620, 14 s.

Regeringen 2024: Regleringsbrev för budgetåret 2024 avseende Naturvårdsverket, Sid 11-12, Riktlinjer för resurseffektiv hantering av schaktmassor. KN2024/02374. 1 s.

Regeringskansliet (2021). Cirkulär ekonomi - handlingsplan för omställningen i Sverige. <https://www.regeringen.se/48f821/contentassets/561eea8cac114172b993c1f916e86a9b/cirkular-ekonomi-handlingsplan-for-omstallning-av-sverige.pdf> Hämtad: 2021-04-28de

Schoning, K och Lundqvist, L. (2018). Hållbar ballastförsörjning – förutsättningar i Stockholms och Uppsala län. Tekn. rapport. Uppsala: Sveriges Geologiska Undersökning

Sehr, A. & Nordin von Platen, H. 2022: Rutin för provtagning avseende sulfider i berg, Förvaltning för utbyggd tunnelbana. Diariennr. FUT 2022-0040. 10 s.

Sehr, A., Nordin von Platen, H. & Vestin T. (2022). Underlag till bedömningsgrunder för berg innehållande sulfider. Förvaltning för utbyggd tunnelbana, Region Stockholm. Filnamn:1000-P11-12-00480, 24 s.

Sveriges Geologiska Undersökning 2020: Vägledning – provtagning och klassificering av sulfidförande berg. Yttrande. 5 s.

Sundblom, I. 2022: Evaluation of long-term effects of excavated sulfide-bearing rock - A case study in western Sweden. Master thesis, Natural Resources Engineering, Luleå University of Technology. 70 s.

Trafikverket 2024a: Hemställan om förenklad juridisk process vid användning av massor med naturligt innehåll av svavel samt om uppdrag att utforma vägledning. TRV 2024/121047. 7 s.

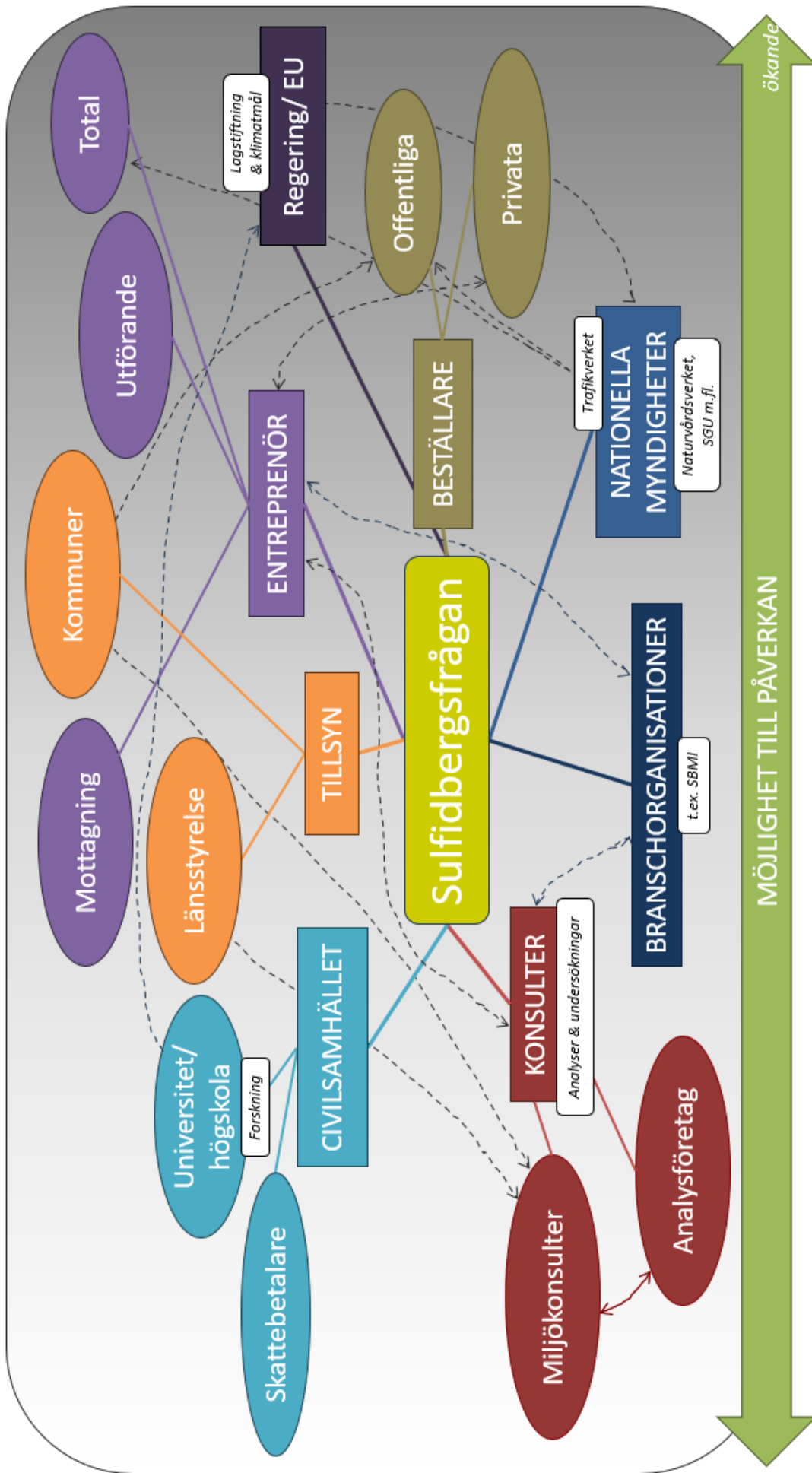
Trafikverket 2024b: Hemställan avseende flytt av avfallsdirektivets undantagsparagraf. TRV 2024/121049. 6 s.

Wändell, G., Lundberg, K., Mácsik, J., Virgin, A., Tengsved, M., Jörnlind, F. & Pettersson, J. 2024: Grind till grind- En branschgemensam handbok för cirkulär ballastproduktion. Slutrapport SBUF-projekt 14201, 22 s.

Åhrberg, I., Evins, P. 2022: Preliminary analysis of the regional distribution of sulfide-bearing rock in the Stockholm area. In: Bergman Weihed, J., Johansson, Å. & Rehnström, E. (Eds.): Geological Society of Sweden, 150 year anniversary meeting, Uppsala, August 17–19 2022, Abstract volume. Geologiska Föreningen Specialpublikation 1, s. 94.

## Bilaga 1

Större möjlighet för påverkan



Mindre möjlighet för påverkan