

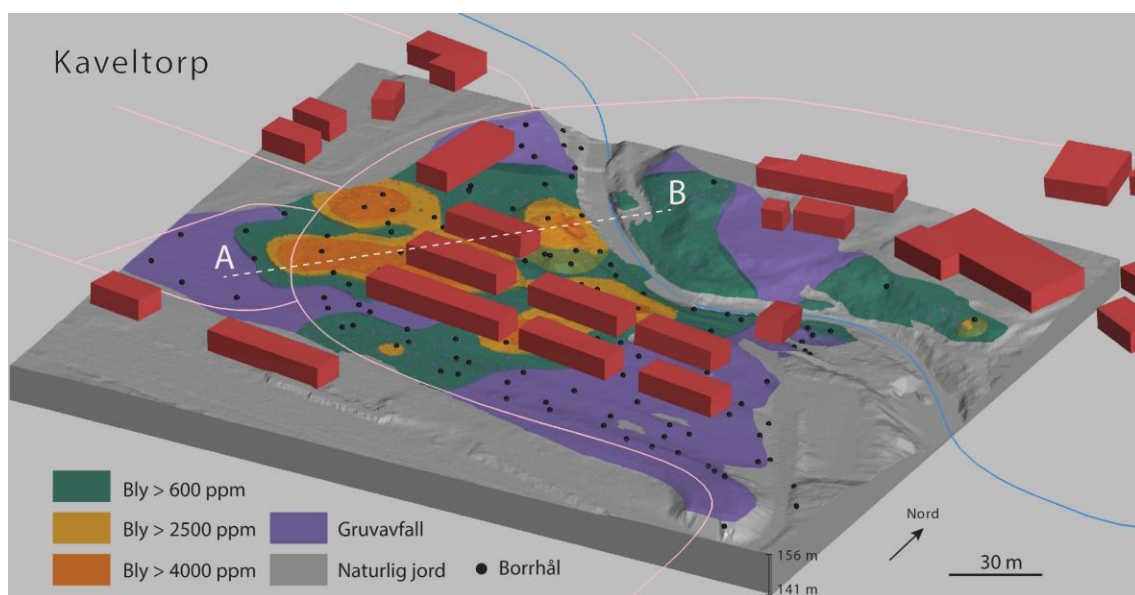
Kaveltorps koppar och blyverk

# Sammanfattning av åtgärdsförberedande undersökningar

Karin Eliaeson och David Bohgard

Maj 2022, reviderad 2022-11-23

Diarie-nr: (34263-955/2019)



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

|  |    |
|--|----|
| 1. Syftet med de åtgärdsförberedande undersökningarna.....   | 4  |
| 2. Svar på identifierade kunskapsluckor .....  | 5  |
| 2.1 Hur är den generella jordlagerföljden på området och ligger gruvavfallet ovan eller under grundvattenytan? .....   | 5  |
| 2.2 Förekommer flera grundvattenmagasin? .....   | 5  |
| 2.3 Sker det en utströmning av grundvatten till Garhytteån och kan hög vattenföring i ån innebära att ytvatten hindrar grundvatten från att strömma ut i ån? .....   | 5  |
| 2.4 Hur är gruvavfallet uppbyggt och hur stor andel utgörs av slagg respektive andra fraktioner? .....   | 7  |
| 2.4.1 Slagg.....   | 7  |
| 2.4.2 Blandat fyllnadsmaterial .....   | 7  |
| 2.4.3 Ytlig jord .....   | 7  |
| 2.4.4 Gråberg .....  | 7  |
| 2.4.5 Kornstorleksfördelning.....  | 7  |
| 2.5 Är det någon del av undersökningsområdet där gruvavfallet är mindre mäktigt? .....   | 8  |
| 2.6 Gruvavfallet är heterogent. Är uppmätta halter från tidigare undersökningar representativa för gruvavfallet som helhet? .....  | 15 |
| 2.7 Lakningspotentialen företräder vara låg men samtidigt är halterna av metaller i grundvattnet höga, trots god tillrinning i vissa grundvattenrör och en hög genomsläpplighet i gruvavfallet. Hur hänger det ihop? ..... | 15 |
| 2.8 Kan metaller återvinnas ur avfallet? .....   | 15 |
| 2.9 Är det intressant att försöka separera tex slagg ur avfallet för att minska mängden av mer reaktiva fraktioner? .....  | 16 |
| 2.9.1 RGS Nordic.....  | 16 |
| 2.9.2 Swerock.....   | 17 |
| 2.9.3 Slutsats RFI.....  | 18 |
| 2.10 Om uppgrävda massor ska deponeras, hur ska de klassas? .....  | 19 |
| 2.11 Under 2016 kom nya riktvärden för bly och kadmium avseende korttidsexponering, underskattas risken i tidigare undersökningar? .....   | 19 |
| 2.12 Behöver intag av grödor justeras vid beräkning av platsspecifika riktvärden? .....  | 20 |
| 2.13 Påverkas markfunktionen av gruvavfallet? .....  | 20 |
| 2.14 Är det motiverat med en åtgärd för att minska påverkan på skyddsobjekten yt- och grundvatten? .....   | 21 |
| 2.14.1 Påverkan på grundvatten: .....  | 21 |
| 2.14.2 Påverkan på ytvatten: .....   | 21 |
| 2.14.3 Behov av åtgärd för att skydda grund- och ytvatten?.....  | 23 |

|   |    |
|---|----|
| 2.15 Hur ska mätbara åtgärds mål formuleras, som en halt eller som ett djup? .....                  | 23 |
| 2.16 Finns det andra tekniker eller kombinationer av tekniker utöver schakt och övertäckning? ..... | 24 |
| 2.17 Kan en övertäckning göras utan att påverka huskropparna och landskapsbilden negativt? .....    | 24 |
| 2.18 Vilka geotekniska aspekter behöver beaktas vid en åtgärd? .....                                | 25 |
| 2.19 Vilka återfyllnadsmassor är lämpade för platsen? .....   | 25 |
| 3. Sammanfattning av åtgärdsöfrberedande undersökningar .....                                       | 26 |
| 3.1 Reviderad riskbedömning.....  | 26 |
| 4. Slutsats val av åtgärd .....   | 27 |
| 5. Ändring av förutsättningar och SGUs fortsatta huvudmannaskap .....                               | 28 |
| 6. Väg framåt .....   | 28 |
| 7. Bilagor .....  | 29 |

Omslagsbild: #d-modell framtagen av Stefan Luth, SGU.

Författare: Karin Eliaeson och David Bohgard

Granskad av:

Ansvarig enhetschef: Lars Molde

Redaktör:

Sveriges geologiska undersökning

Box 670, 751 28 Uppsala

tel: 018-17 90 00

e-post: sgu@sgu.se

www.sgu.se

# 1. SYFTET MED DE ÅTGÄRDSFÖRBEREDANDE UNDERSÖKNINGARNA

SGU åtog sig i maj 2019 huvudmannskapet för objektet Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun. Efter inläsning av tidigare handlingar kunde SGU konstatera att det krävdes ytterligare undersökningar för att med mindre osäkerhet bedöma hur de olika skyddsobjekten kan påverkas såväl på kort som på längre sikt, samt en närmare beskrivning av föroreningens utbredning och karaktäristik. Ett stort dataunderlag har under den åtgärdsförberedande fasen samlats in och utvärderats i flertalet rapporter. För att sammanfatta resultaten och för att besvara de kunskapsluckor som pekas ut i bidragsansökan listas frågeställningarna nedan och besvaras sedan under respektive kapitel.

Hydrogeologiska undersökningar:

- Hur är den generella jordlagerföljden på området och ligger gruvavfallet ovan eller under grundvattenytan?
- Förekommer flera grundvattenmagasin?
- Sker det en utströmning av grundvatten till Garhytteån och kan hög vattenföring i ån innebära att ytvatten hindrar grundvatten från att strömma ut i ån?

Gruvavfallets uppbyggnad, utbredning och lakbarhet:

- Hur är gruvavfallet uppbyggt och hur stor andel utgörs av slagg respektive andra fraktioner?
- Är det någon del av undersökningsområdet där gruvavfallet är mindre mäktigt?
- Gruvavfallet är heterogent. Är uppmätta halter från tidigare undersökningar representativa för gruvavfallet som helhet?
- Lakningspotentialen företräder vara låg men samtidigt är halterna av metaller i grundvattnet höga, trots god tillrinning i vissa grundvattenrör och en hög genomsläpplighet i gruvavfallet. Hur hänger det ihop?
- Kan metaller återvinnas ur avfallet?
- Är det intressant att försöka separera tex slagg ur avfallet för att minska mängden av mer reaktiva fraktioner?
- Om uppgrävda massor ska deponeras, hur ska de klassas?

Översyn av platsspecifika riktvärden:

- Under 2016 kom nya riktvärden för Pb och Cd avseende korttidsexponering, underskattas risken i tidigare undersökningar?
- Behöver intag av grödor justeras vid beräkning av platsspecifika riktvärden?
- Påverkas markfunktionen av gruvavfallet?
- Är det motiverat med en åtgärd för att minska påverkan på skyddsobjekten yt- och grundvatten?

Förslag till mätbara åtgärds mål:

- Hur ska mätbara åtgärds mål formuleras, som en halt eller som ett djup?

Revidering av åtgärdsutredning och val av åtgärd (riskvärdering):

- Finns det andra tekniker eller kombinationer av tekniker utöver schakt och övertäckning?
- Kan en övertäckning göras utan att påverka huskropparna och landskapsbilden negativt?
- Vilka geotekniska aspekter behöver beaktas vid en åtgärd?
- Vilka återfyllnadsmassor är lämpade för platsen?

## 2. SVAR PÅ IDENTIFERADE KUNSKAPSLUCKOR

### 2.1 Hur är den generella jordlagerföljden på området och ligger gruvavfallet ovan eller under grundvattenytan?

Av genomförda markundersökningar framgår att den generella jordlagerföljden i undersökningsområdet utgörs av asfalterade eller gräsbevuxna ytor underlagrade av fyllning ovan naturligt avsatta sand- och siltlager. Fyllningens mäktighet varierar över området och är som störst i de norra och nordöstra delarna där fyllningen kan uppgå till 6–7 meter. I de centrala delarna är mäktigheten betydligt mindre och i söder och sydost återfinns fyllning i ett lager på 0,2-0,5 meter under markytan (se även figur 6 nedan). Fyllningen underlagras av ca 4 - 10 m silt med medelhög relativ fasthet. Silten vilar på berg.

Marknivån i undersökningsområdet stiger från ca +148, strax söder om Garhytteån i norr, till ca +155, vid Konstmästaregatan, i söder. Ytvattennivån i Garhytteån var vid februari 2020 på ca +142,3 möh. Bergets nivå har fastställts i undersökningspunkt 20GA101, 20GA104 och 20GA107 (samma som 20GA\_BH02). Bergytans nivå varierar mellan ca +143 och +145, dvs upp till ca 10 m under markytan.

Grundvattenytan läge har mätts vid flera tillfällen under 2020. Uppmätta grundvattennivåer inom undersökningsområdet varierar mellan +145 och +148 vilket motsvarar ca 6 - 8 m under befintlig marknivå (se även figur 2 och 5 nedan). Det innebär att grundvattenytan är belägen under det som har identifierats som fyllning.

### 2.2 Förekommer flera grundvattenmagasin?

Nej, varken de geofysiska undersökningarna eller de utförda borringarna indikerar att det finns separata grundvattenmagasin.

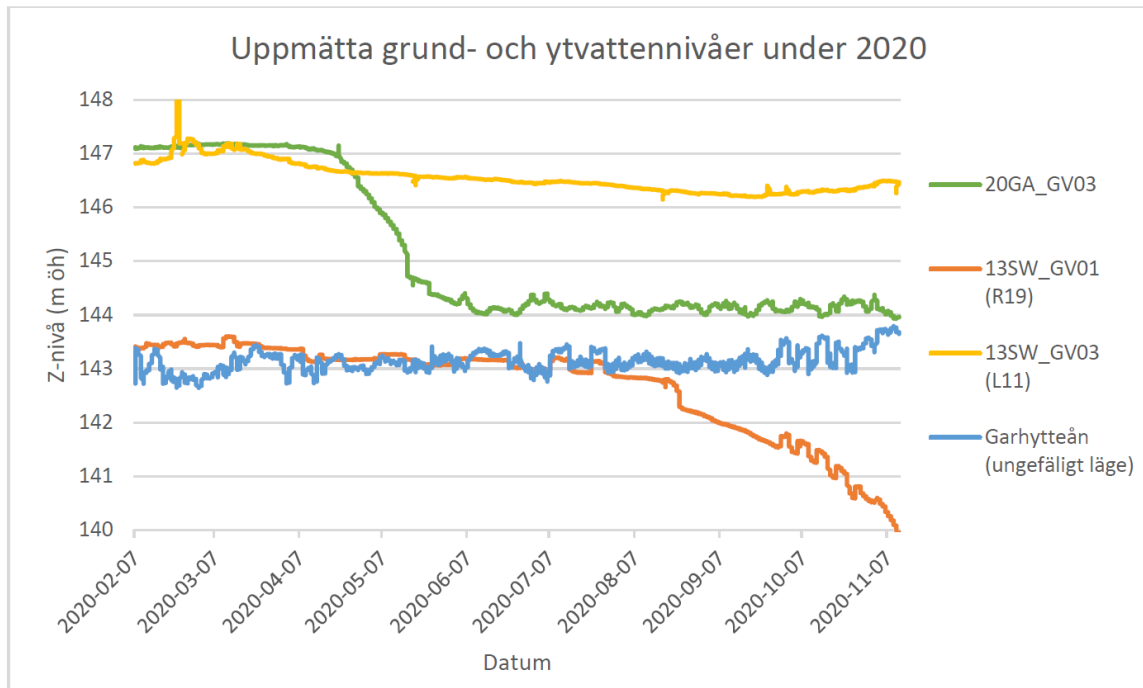
### 2.3 Sker det en utströmning av grundvatten till Garhytteån och kan hög vattenföring i ån innebära att ytvatten hindrar grundvatten från att strömma ut i ån?

Genomförda grundvattenmätningar visar att grundvattenytan lutar mot Garhytteån och i grundvattenrör R19 ligger grundvattenytan i nivå med Garhytteåns vatten, vilket kan ses i Figur 1. Under mätperioden 2020 varierade vattenståndet i ån med ca 80 cm enligt Golders data. Utifrån grafen går det inte att konstatera om det sker något utbyte mellan grund- och ytvatten men i och med att nivåerna är närliggande antas att ett utbyte sker och att det vid låg vattenföring i ån sker ett utflöde av grundvatten till ån. Tyvärr har mätningarna med tryckgivare i grundvattenrören inte givit tillförlitliga data då de manuella mätningarna inte överensstämmer med nivå för tryckgivarna, varför vi har valt att använda de manuella mätningarna för bedömning av grundvattenytans läge och förändringar över tid (graf i figur 1 ska därför endast användas för att visa att vattenytan i ån ligger i nivå med grundvattenytan i R19).

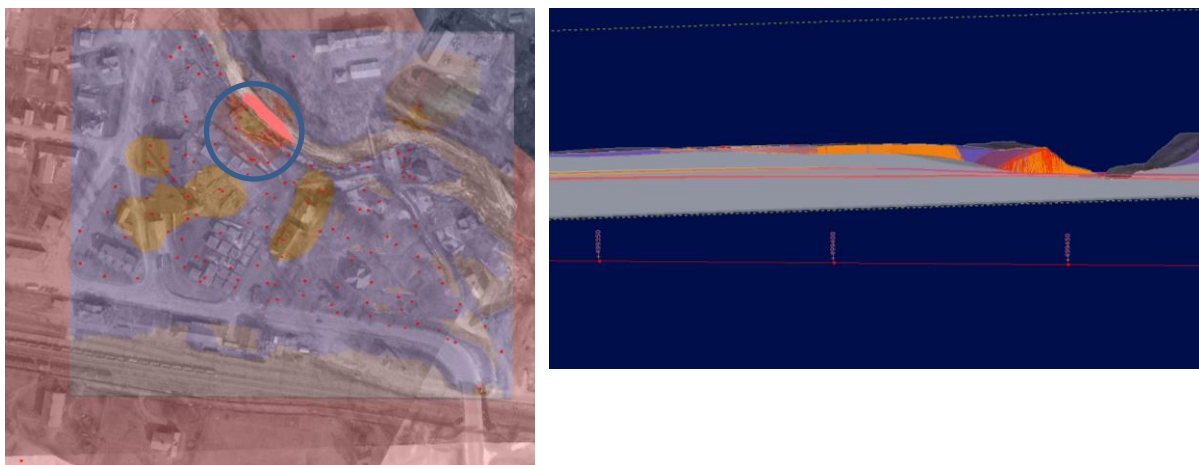
Vidare kan antas att bergets överyta ligger förhållandevis nära Garhytteåns botten, sett till höjdbestämmning av berget i de geotekniska utredningarna (se ovan), d.v.s. åns botten underlagras inte av stora jorddjup.

Data hämtade från Mälarenergi som drifrar kraftstationen vid Garhyttedammen och vid Bångbro visar en maximal vattenföring på 25 m<sup>3</sup>/s och en medelvattenföring på 3,8 m<sup>3</sup>/s, dock finns inga specifika data för 2020. Minsta flöde är 0,3 m<sup>3</sup>/s.

En modellering av grundvattenytans läge i förhållande till gruvavfallets mäktighet visar att det finns ett område mellan den nuvarande brandstationen och den forna smältverksbyggnaden där grundvattenytan ligger nära gruvavfallet. Inom detta område finns därmed en större risk för påverkan på grundvattnet jämfört med delar där gruvavfallet inte är lika mäktigt. Se Figur 2 nedan. I den högra delen av figuren visas även att i större delen av området ligger grundvattenytan långt under markytan (flera meter).



Figur 1. Grundvattennivåer uppmätta med tryckgivare i grundvattenrör och ytvatten under 2020. Nivåerna stämmer ej fullständigt med manuellt uppmätta grundvattennivåer, varför figuren ska tolkas med försiktighet.



Figur 2. Till vänster visas ett inringat område där grundvattenytan riskerar att vara i nivå med gruvavfallet. Till höger visas ett tvärsnitt ur modellen där högsta och lägsta grundvattennivå visas i förhållande till modellerat innehåll av gruvavfall. Grundvattenytans läge norr om ån (till höger i bilden) är inte korrekt modellerad i och med att vi saknar information om grundvattennivå norr om ån. Den är högst sannolikt riktad mot ån från norr.

## **2.4 Hur är gruvavfallet uppbyggt och hur stor andel utgörs av slagg respektive andra fraktioner?**

Fyllnadsmassorna vid Kaveltorp består huvudsakligen av sand med varierande inblandning av slagg och gråberg och utgörs sålunda av en blandmatris av olika material. Dessa material och dess inblandning i fyllnadsmassorna beskrivs nedan.

### **2.4.1 Slagg**

Slaggavfallet utgörs är rester från den smältverksamhet som bedrivits på platsen historiskt. Materialet består av krossade, gråsvarta eller gröngrå, ställvis oxiderade fragment. Under genomförd rotonic-borring observerades material i storleksordningen en till tio cm i diameter inom vilken fragment i kornstorlekar mellan ca två och fem cm förefaller vara dominerade.

### **2.4.2 Blandat fyllnadsmaterial**

Det blandade fyllnadsmaterialet domineras av sand och utgörs därutöver av slagg och till viss del gråberg, tegel- och kolrester. Blandad fyllning påträffas främst i de västra och nordligaste delarna av Kaveltorp (området kring brandstationen, runt privatbostaden i nordost samt slänten mot Garhytteån) och där andelen slagg i fyllningen är förhållandevis stor jämfört med övriga områdesdelar. Okulär uppskattning av den blandade fyllningens kornstorleksfördelning visar att den huvudsakligen utgörs av fraktioner inom ramen för mellansand (ca 0,2-0,6 mm) och att innehållet av slagg uppgår till ca 40-60%.

### **2.4.3 Ytlig jord**

Samlingsprov på ytlig fyllning har samlats in från dels privatfastigheten belägen i Kaveltorps nordöstra hörn och dels kommunalägda marktytor i området. Proverna har liknande materialsammansättning på så vis att båda huvudsakligen utgörs av mellansand alternativt sand (enligt okulär jordartsbedömning) och således utgörs av fraktioner kring ca 0,2-2 mm. I sanden förekommer även slaggavfall i en omfattning som enligt erhållna fältintryck bedöms variera mellan ca en och fem procent och där högst inblandning kunnat noteras vid den privatägda fastigheten. Slaggen förefaller vidare till både till karaktär och kornstorleksfördelning vara mycket lik det motsvarande avfall som påträffats i fyllningen och utgörs således av till synes ojämnt vittrade fraktioner på omkring 2-5 cm. Inom de allmänna delarna av Kaveltorp är det ytliga fyllnadsmaterialet genomgående övertäckt av antingen hårdgjord eller gräsbevuxen mark medan det inom den privatägda fastigheten förekommer fullt exponerat i dagen.

### **2.4.4 Gråberg**

Genomförda markundersökningar har kunnat knyta inslagsvis förekomst av gråberg till fyllningen i områdets norra delar. Materialet utgörs av kantig bergkross som huvudsakligen är mörkgrått till färgen. Materialytorna är vidare relativt jämnfärgade och saknar karakteristiska tecken på högt sulfidsvavelinnehåll eller pågående vittring då det varken är poröst, rostfläckigt eller uppsprucket. Liksom för det slaggavfall som påträffats domineras observerade gråbergsfraktioner av material i storleksordningen 0,1 till 1 dm i diameter.

### **2.4.5 Kornstorleksfördelning**

Utöver ovan indelning av massorna har även ett samlingsprov bestående av 8 delprov från 5 borrhull (0,1-2,5 m djup) med innehåll av slagg och gruvavfall tagits ut och delats upp i 4 st. kornstorleksfraktioner (<0,063; 0,063-1; 1-2 och 2-4 mm). Dessa fyra kornstorleksfraktioner analyserades på metallinnehåll. Resultaten visar att den absoluta merparten (mer än 60 %) av samlingsprovet har en kornstorlek mindre än 0,063 mm. I kornstorleksfraktionen 0,063-1mm återfinns c:a 31 % av den totala jordmassan, och i de grövre fraktionerna (1-4 mm) c:a 8 % av

jordmassan. I kornstorleksfraktioner grövre än 0,063 mm återfinns relativt höga halter av bly, koppar, svavel och zink. I den finaste kornstorleksfraktionen (<0,063 mm) är halterna av bly och koppar, i paritet med det i grövre fraktioner. Halterna av svavel och zink är däremot lägre i den finaste fraktionen jämfört med i grövre fraktioner (Tabell 1).

Tabell 1. Metallhalter i jord med kornstorleksfraktionerna <0,063; 0,063-1; 1-2 och 2-4 mm från Kaveltorp, samt andel (i vikts-%) av dessa kornstorleksfraktioner av total mängd.

| Metall            | Enhet | Kornstorleksfraktioner |             |        |         |
|-------------------|-------|------------------------|-------------|--------|---------|
|                   |       | <0,063 mm              | 0,063 - 1mm | 1-2 mm | 2- 4 mm |
| Guld              | mg/kg | <0.05                  | <0.05       | <0.05  | <0.05   |
| Beryllium         | " "   | 2,44                   | 2,77        | 4,97   | 6,27    |
| Arsenik           | " "   | 3,55                   | 2,77        | 4,16   | 2,76    |
| Kadmium           | " "   | 1,86                   | 1,74        | 1,95   | 1,75    |
| Kobolt            | " "   | 7,2                    | 13,8        | 29,5   | 39,1    |
| Koppar            | " "   | 1900                   | 1080        | 1840   | 2310    |
| Niob              | " "   | 10,6                   | 6,74        | 8,68   | 8,47    |
| Nickel            | " "   | 5,69                   | 5,08        | 5,84   | 8,21    |
| Bly               | " "   | 2850                   | 2000        | 2960   | 3500    |
| Svavel            | " "   | 802                    | 1000        | 2260   | 3440    |
| Skandium          | " "   | 8,01                   | 3,66        | 6,45   | 4,58    |
| Strontium         | " "   | 111                    | 119         | 105    | 65      |
| Vanadin           | " "   | 38,3                   | 28          | 30,2   | 27,5    |
| Wolfram           | " "   | 8,67                   | 16,2        | 41,2   | 60,9    |
| Yttrium           | " "   | 31,4                   | 26,1        | 43,6   | 58,3    |
| Zink              | " "   | 1210                   | 1840        | 4520   | 6380    |
| Zirkonium         | " "   | 309                    | 138         | 149    | 122     |
| Vikts- % av total |       | 61                     | 31          | 5      | 3       |

## 2.5 Är det någon del av undersökningsområdet där gruvavfallet är mindre mäktigt?

Golders undersökningar har bestått av både djupare borrhningar och ytliga handgrävda gropar. Målsättningen var att avgränsa föroreningen så att områden med mindre omfattande föroreningsutbredning kunde särskiljas från områden med mer koncentrerad förorening i plan och även med djup. Det visade sig vara svårt att avgränsa föroreningen, framförallt med avseende på olika typer av massor. Nedan ges en beskrivning i text samt i figurer.

Fyllnadsmassorna utgörs i regel av grusig sand med inblandning av slagg och gråberg. Fyllningens mäktighet och grad av avfallsinblandning varierar emellertid kraftigt inom området. Att döma av genomförd geofysik och borrhning är marken som kraftigast utfylld kring brandstationen och parkeringsytorna i nordväst där fyllningen har en mäktighet som uppgår till ca 1,5 m i söder och ca 7 m i norr. I samma delar har även betydande inblandning av kol- och tegelrester samt gruvavfall i form av framför allt slagg men även krossat gråberg påträffats såväl ytligt som mot djupet.

De centrala och östra delarna av Kaveltorp, tillika de delar som idag utgörs av kommunal bostadsmark samt parkmark är inte fullt lika utfylld som i nordväst. Därtill är inblandningen av avfall betydligt mindre omfattande. Vid borrhning inom delområdet har konstaterats att marken utgörs av ett ca 0,1 m tjockt gräsbevuxet mullager ovan sandig eller grusig, sandig fyllnadsjord med spridda inslag av kol- och tegelrester, slagg och bitar av sprängsten/ gråberg. Fyllnadslagret är ca 1 m mäktigt norr om, respektive väster om bostadshuset och ca 1,5-2 m mäktigt i marken mellan husen. Övrig mark inom områdesdelarna förefaller vara utfyllda ned till ca 0,5 m under markytan att döma av genomförda undersökningar.

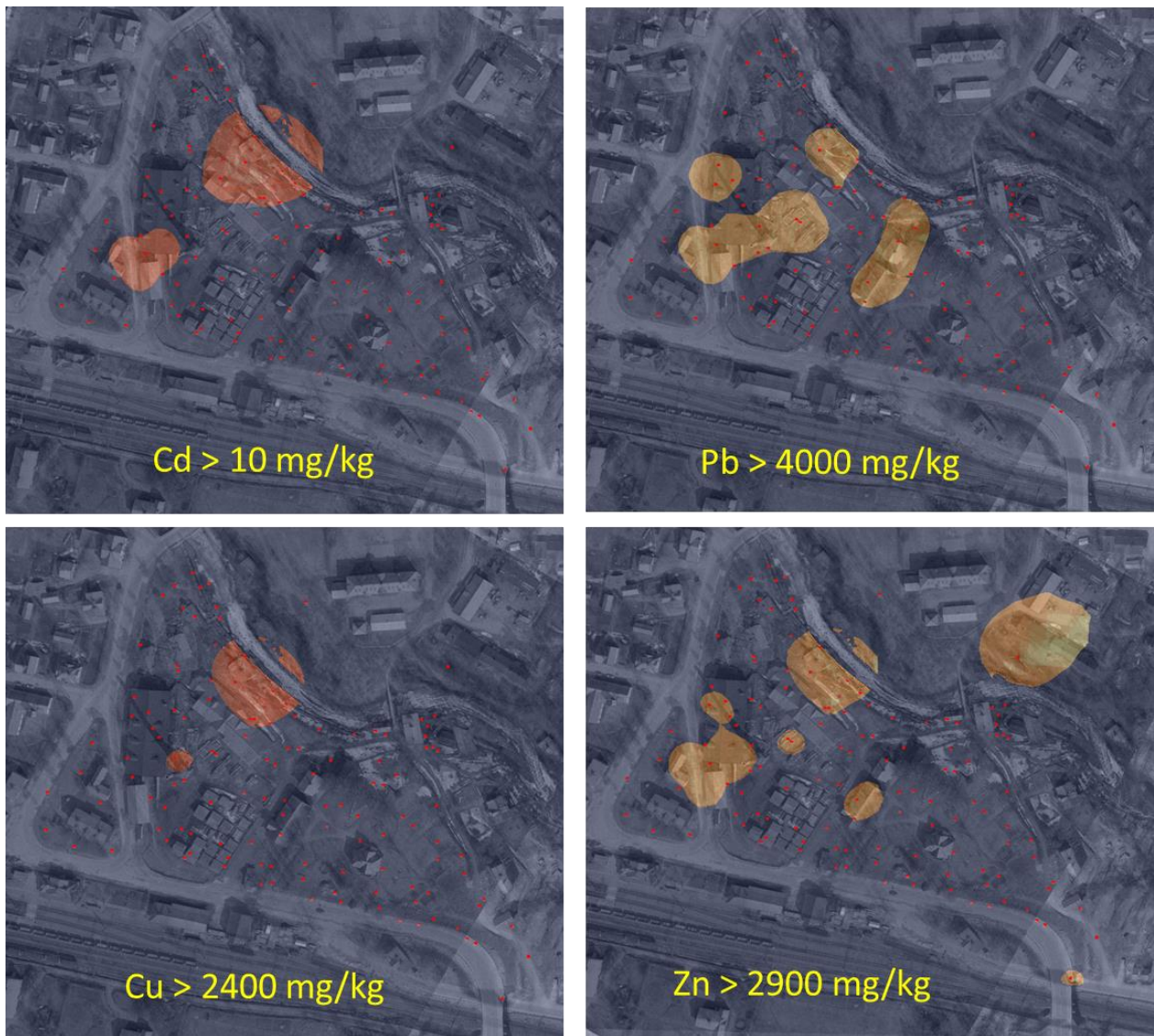


I slänten som vetter mot Garhytteån är rådande markförhållanden för branta för att tillåta markundersökning med andra metoder än provgroppsgrävning för hand och sålunda saknas observationer i djupare jord inom detta delområde. Under grävarbetet konstaterades att åtminstone släntens översta meter utgörs av samma typ av grusiga sandfyllning med betydande slagginnehåll som invid brandstationen. Till skillnad från fyllnadsmaterialet i nordväst saknar dock släntens massor täckande lager som motverkar erosion eller inträngning av syre och vatten.

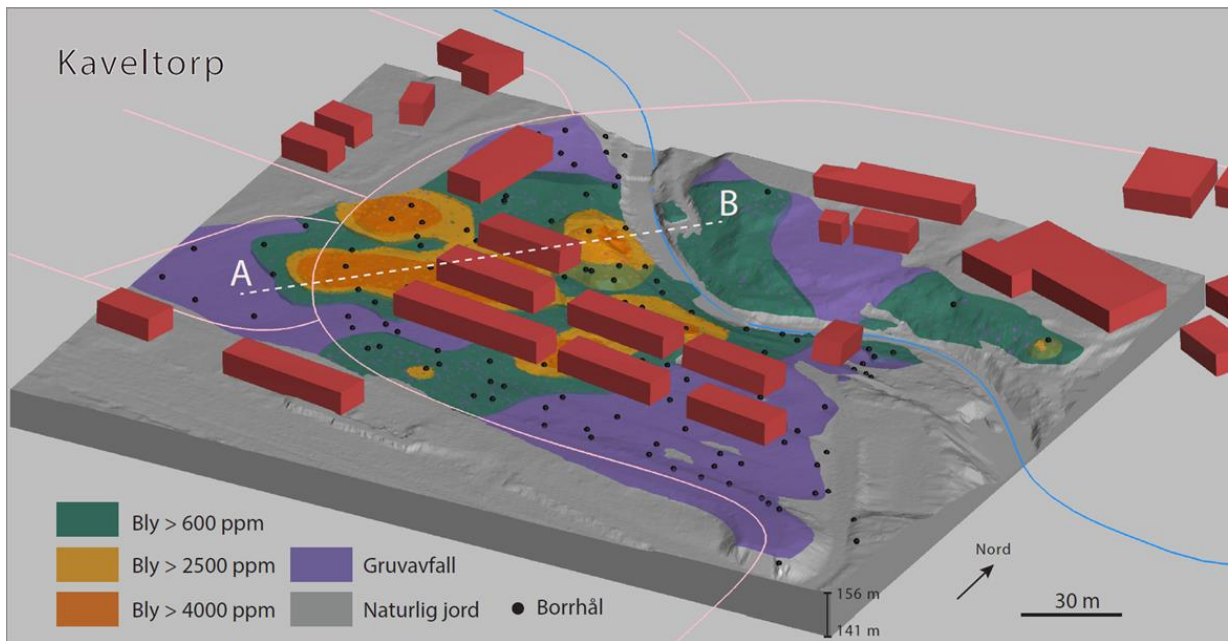
Av genomförd borrning inom privatfastigheten i nordöst framgår slutligen att marken även inom detta delområde är kraftigt utfylld med massor vars innehåll av slagg och gråberg är påtagligt. Fyllnadslagret förekommer ställvis utan täckning men är i huvudsak överlagrat av halvannan decimeter mullhaltig sand eller grus. Där fyllningen genomborrats har fyllnadsmäktigheten kunnat uppmätas till ca 3 m. Under borrningen noterades även grundvatten på ett djup om ca 2,5 m.

SGU har studerat äldre brandförsäkringskartor och annat kartmaterial, äldre fotografier och flygbilder för att försöka få en tydligare bild av var sannolikheten är störst för att påträffa gruvavfallslämningar i undersökningsområdet. Placeringen av de äldre byggnaderna har sedan korrelerats mot resultat från undersökningspunkter i området. Dataunderlaget har lagts in i en 3D-modell för att försöka visualisera var förorening i huvudsak föreligger, både relativt äldre byggnader och nuvarande byggnader. Därtill har grundvattenytans läge i förhållande till gruvavfallets utbredning i djupled bättre kunnat förstås. SGU har studerat halter av de olika ämnen som överskrider relativt olika riktvärden och bedömningsgrunder, i syfte att identifiera var det skulle kunna vara motiverat med en djupare schakt (Figur 3-Figur 6). Bly, kadmium, koppar och zink har bedömts mest styrande för åtgärdsbehovet. Arsenik och kvicksilver har också modellerats men har bedömts vara underordnade ovan nämnda ämnen i förhållande till halter och risk. Utbredningen av bly används för att exemplifiera på var i området som en djupare schakt skulle kunna leda till att en större mängd förorening tas bort (Figur 7-Figur 9). I Figur 10 visar var det skulle kunna vara motiverat med en djupare schakt (max 2 m) för att få bort så stor mängd förorening som möjligt.

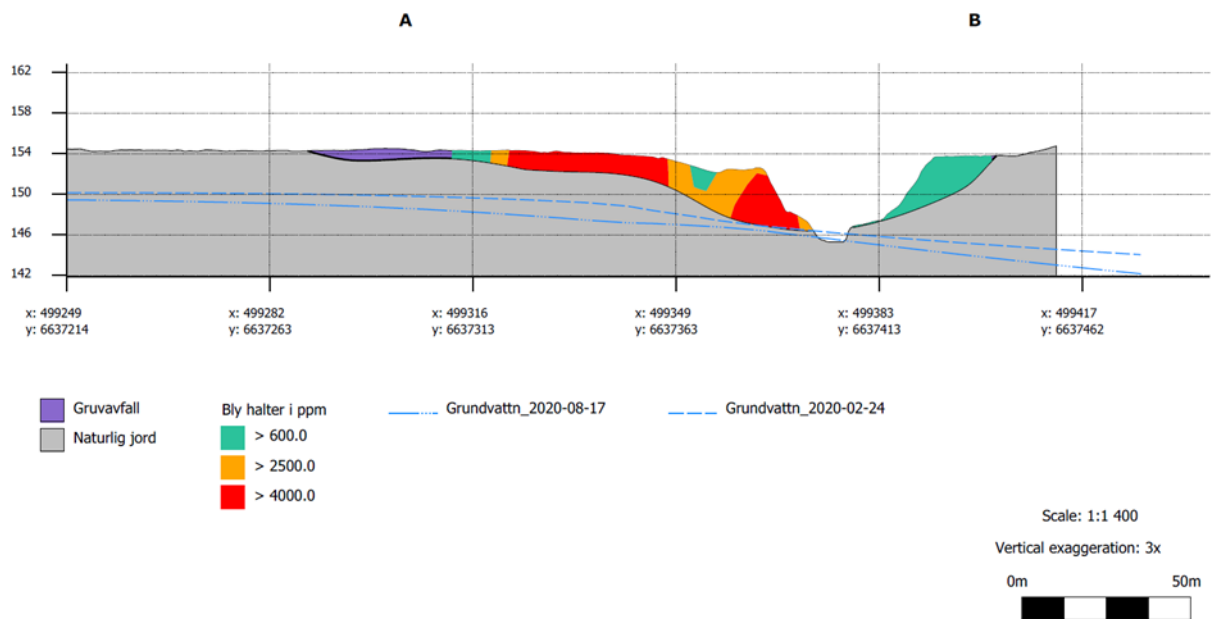
Viktigt att förstå är att 3D-modelleringen ska ses som indikativ och tolkas med viss försiktighet men den ger ett bra stöd för beslut om var en djupare schakt skulle kunna vara motiverad.



Figur 3. Utsnitt ur 3D-modellen som visar var förekomst av höga halter föreligger av utvalda ämnen. I bilden visas var de äldre byggnaderna var belägna.

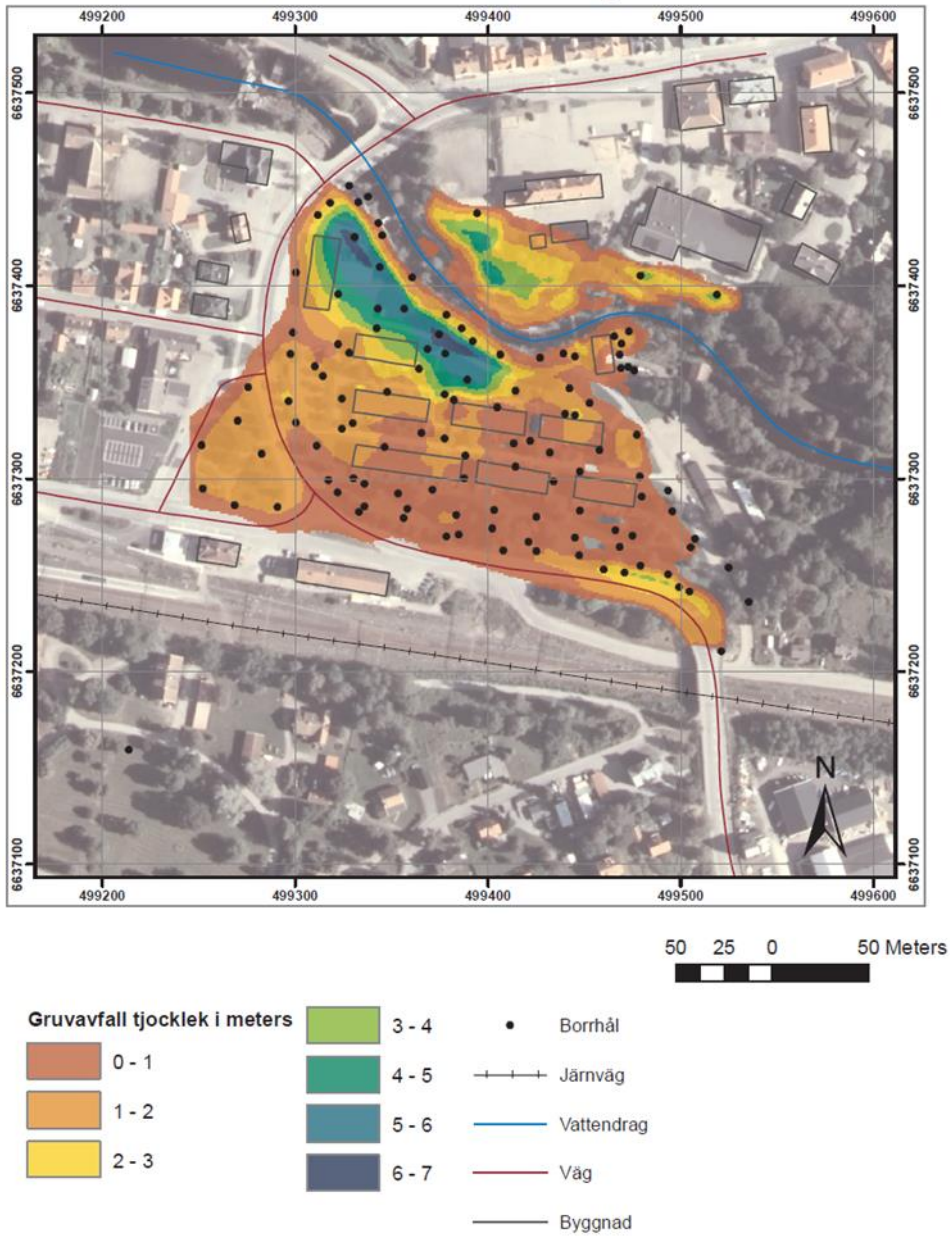


Figur 4. En visualisering av var det förekommer bly i olika haltintervall och hur dessa ligger i förhållande till dagens befintliga byggnader.



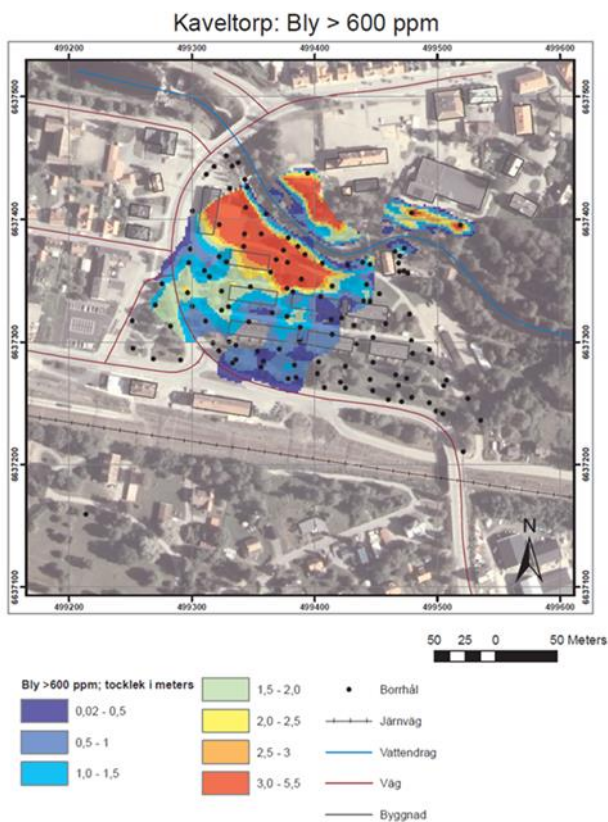
Figur 5. Figuren visar ett tvärsnitt ur figur 4. Syftet är att visualisera var det finns höga halter av metaller och hur det förhåller sig till grundvattenytan. Som kan ses i figuren ligger gruvavfallet ovan grundvattenytan överlag men i området närmast slänten är det störst risk att grundvattenytan är i kontakt med gruvavfallet.

## Gruvavfall modellerad tjocklek

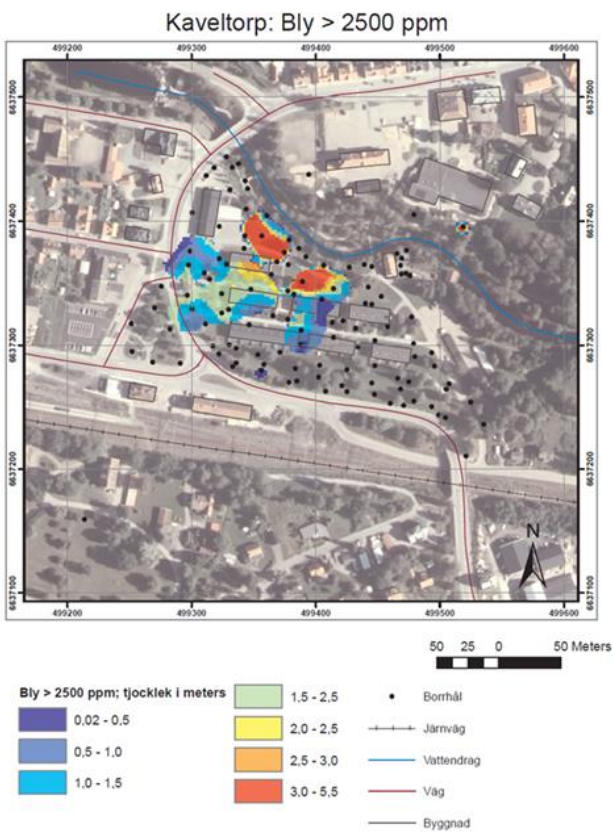


Figur 6. Figuren visar modellerad tjocklek av gruvavfall utifrån de borrhål som har gjorts. Observera att modellen styrs av borrhållens djup men sammantaget med de geofysiska mätningarna visar modellen var "gruvavfallet" antas vara mäktigare och mindre mäktigt.

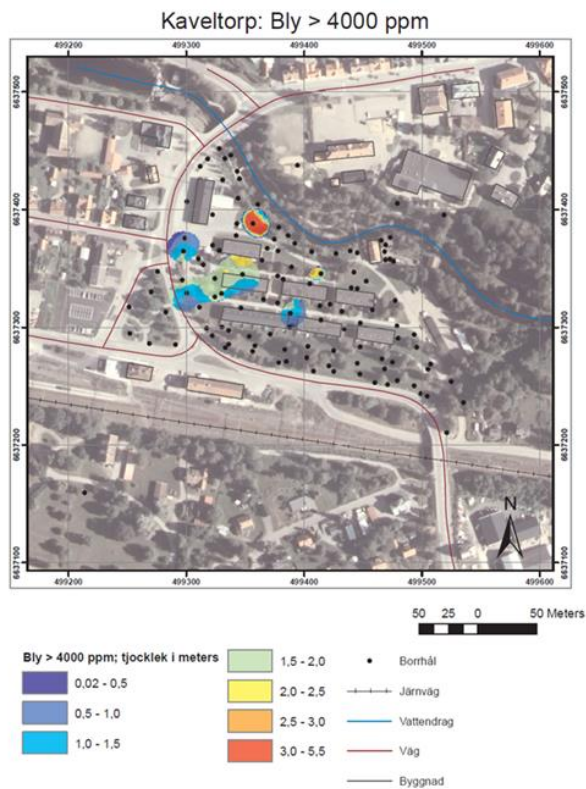




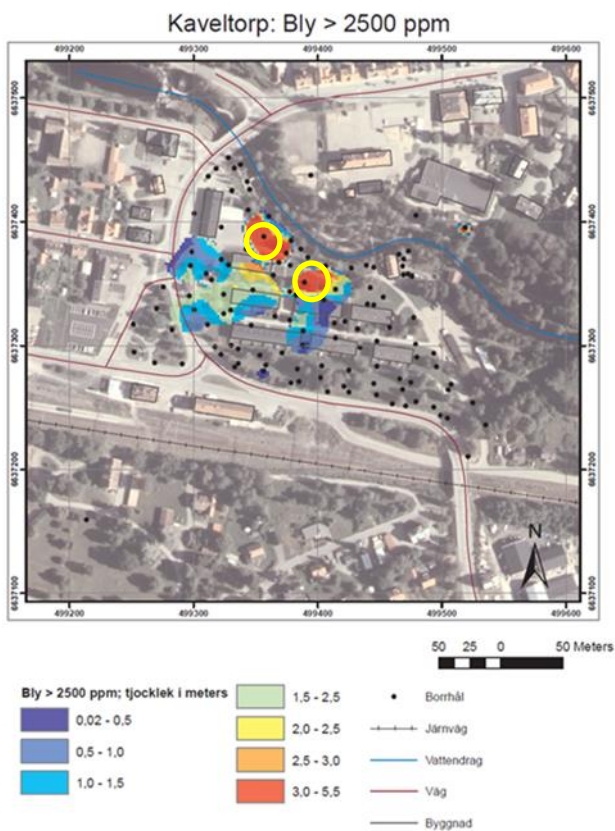
Figur 7. Utbredning i djupled av bly i halter över 600 mg/kg TS.



Figur 8. Utbredning i djupled av bly i halter över 2500 mg/kg TS.



Figur 9. Utbredning i djupled av bly i halter över 4000 mg/kg TS.



Figur 10. De gula ringarna i figuren visar var det skulle kunna vara motiverat med en djupare schakt (max 2 m) om man vill få bort så stor mängd förorening som möjligt.

## **2.6 Gruvavfallet är heterogent. Är uppmätta halter från tidigare undersökningar representativa för gruvavfallet som helhet?**

Erhållna XRF-data har jämförts med motsvarande resultat från genomförd ackrediterad laboratorieanalys i syfte att undersöka huruvida resultaten från de båda analysmetoderna korrelerar. Av jämförelsen framgår att metallinnehållet i proverna generellt har påvisats högre vid XRF-mätning än vid analys på laboratorium, i synnerhet i prover vars metallhalter överskrider ca 500 ppm. Observerad skillnad mellan metoderna kan åtminstone delvis förklaras av att laboratorieanalyserna enbart klarar av att påvisa syrautlakningsbara metallandelar i proverna medan XRF-mätningarna, om än med lägre upplösning, även detekterar sådana andelar av metallinnehållet som föreligger i hårt fastlagda oxid- och hydroxidformer (s.k. kristallina faser) vilka är resistent mot syralakning. Detta innebär att XRF-mätningar riskerar att överskatta risken med metallinnehållet i jordproverna. Ett stort dataunderlag har samlats in genom åren och utvärderats i denna åtgärdsförberedande fas både samlat ”laboratorieanalyser och XRF” samt separat ”laboratorieanalyser” respektive ”XRF”, vilket ger en bra bild över metallinnehållet i insamlade jordprover. Därtill kommer de nu studerade ingående fraktionerna av gruvavfallet/jordmassorna, vilket ger en bättre bild av gruvavfallets metallinnehåll, både specifikt i de olika fraktionerna och som helhet.

## **2.7 Lakningspotentialen företräder vara låg men samtidigt är halterna av metaller i grundvattnet höga, trots god tillrinning i vissa grundvattenrör och en hög genomsläpplighet i gruvavfallet. Hur hänger det ihop?**

Resultaten från den genomförda karaktäriseringen tyder på att slaggmassorna som återfinns inom Kaveltorp har vittrat under årens lopp och i samband med detta utlakat metaller. Efter denna primära utlakning har metallerna fastlagts sekundärt som mer tillgängliga former, bland annat ihop med hydroxid- och oxidtytor i dels slaggen, dels omgivande jord. Genomförda försök pekar på att slaggen sannolikt är färdigvittrat och att den metallutlakning som sker idag styrs av att ovan nämnda sekundärutfällningar försvagas genom ursköljning då materialet kommer i kontakt med vatten (t.ex. vid ökad nederbörd eller en förhöjd grundvattenyta) eller när pH sänks. Det är troligt att utlakningen till följd av upplösning av sekundärt bundna metaller klingar av på sikt i takt med att utlakningen successivt reducerar mängden metaller som föreligger sekundärt bundna.

Att det påträffas höga halter i vissa grundvattenrör men lakbarheten samtidigt är låg kan antingen vara en konsekvens av att ovan nämnda utlakning över tid, alternativt att grundvattenröret har förlagts i ett område med lokalt högre halter av metaller i jorden.

## **2.8 Kan metaller återvinnas ur avfallet?**

SGU har sammanställt handlingar och gått ut med en RFI (request for information) avseende vilka möjligheter som finns att återvinna avfallet samt hur avfallet kan hanteras på bästa sätt. Syftet är att minska mängden massor som deponeras och undersöka om det är lämpligt att sortera massorna i olika fraktioner och om det är intressant med utvinning av metaller ur massorna. RFI:n har varit utannonserad under november-december 2021 samt under en andra period i januari 2022. Ett svar inkom från RGS Nordic. Därutöver togs en direktkontakt med Swerock. SGU har genomfört dialogmöten med dessa två entreprenörer. Resultaten sammanfattas nedan. Ingen av entreprenörerna hade kunskap om återvinning av metaller ur massorna men de hade kunskap om återanvändning av massorna som sådana för andra ändamål.

## 2.9 Är det intressant att försöka separera tex slagg ur avfallet för att minska mängden av mer reaktiva fraktioner?

SGU har sammanställt handlingar och gått ut med en RFI avseende vilka möjligheter som finns att separera exempelvis slagg ur avfallet. SGU har i samband med detta även tagit direktkontakt med aktuella avfallsmottagare och potentiella entreprenörer för att få in svar kring alternativa omhändertaganden när det gäller gruvavfall. Totalt erhöles svar från två intressenter, RGS Nordic samt Swerock.

### 2.9.1 RGS Nordic

RGS Nordic har visat intresse för att ha en dialog med SGU rörande möjligheten till återanvändning av de aktuella massorna. Ett dialogmöte hölls med representanter från SGU och RGS Nordic där föreslagen teknik presenterades och möjligheten till att ställa kompletterande frågor fanns.

RGSs förslag går ut på att återanvända delar av de massor som är aktuella för schakt, inom området. Genom att tillsätta bindemedel i form av cement kommer metallerna i jordmassorna att bindas in och lakbarheten minska.

Vid blandningen ökar pH-värdet varför lakbarheten av metaller överlag minskar men det finns vissa metaller som lakar mer vid höga pH. Zink är en metall som är känslig för utlakning vid höga pH. Om ytan spricker ökar risken för vittring och därmed utlakning, det är därför väldigt viktigt att man panerar var ytan ska ligga och hur den ska användas. Viktigt att beakta är exempelvis risk för ansamling av vattenspeglar.

Om det finns organiska föroreningar i jordmassorna kan det vara problematiskt eftersom ett högt pH ökar utlakningen av organiska föroreningar. I ett annat projekt (förorening med TBT) har man studerat om inblandningen av aktivt kol kan minska denna typ av utlakning.

För att konstruera en hårdgjord yta på ca 1 hektar går det åt ca 10 000 ton jordmassor. Därutöver krävs ca 1500 ton cement.

Som referensprojekt angavs Holmen Timber i Braviken, Norrköping där man använt sig av slaggrus från avfallsförbränning och bergkross till att hårdgöra industriytor.

RGS har även en yta på en egen anläggning i Göteborg med betongkross som basmaterial. På grund av dåliga markförhållanden var inte det projektet lika framgångsrikt som i Holmen Timber i Braviken.

Som alternativ till cement kan man använda restprodukter från cementindustrin (ckd som är ett elfilteravfall från cementindustrin, kan blandas in i stället för cement eller tillsammans med cement). Det finns även andra restprodukter från stålindustrin, kallad merit (förr merox) som kan användas, dock är detta dyrt då stålindustrin har egen avsättning för detta. Tidigare har biobrännleaskor och slaggrus använts men i det här projektet rekommenderas cement + avfallet i första hand. Man kan jämföra med betong som ej har krav på vad det får innehålla rent kemiskt.

RGS anser att det inte är meningsfullt att sortera materialet innan man stabiliserar det med cement. Det är däremot värt att fundera över logistiken vid arbetsområdet, och att man återanvänder de massor som har lägst föroreningsinnehåll till hårdgjorda ytor såsom parkeringsytor och vägar. Ytlig matjord kan antagligen återanvändas och bör hållas separat. Fraktioner som är större än 32 mm kan sorteras ut och krossas till mindre fraktioner på plats. För att kunna utföra sortering, hantering och blandning krävs en yta om ca 5000 m<sup>2</sup>, dvs. 0,5 hektar.

Metoden innebär att man får en yta som är både mycket billigare och mer tekniskt hållbart än asfalt.



Ytan blir ca 0,2-0,3 m tjock, vilket kan jämföras med en vanlig traditionell asfaltsyta som endast är 0,05 m tjock. Ytan tål värme, vilket asfalt inte gör. Man kan anlägga flera skikt på varandra. Den tekniska hållbarheten på ytan är mycket bättre och tåligare än en traditionell asfaltsbeläggning. Man kan även lägga ett tunt ytskikt ovanpå för att det ska se ut som asfalt, om det finns estetiska krav på utseendet av ytan.

Det är svårt att få gehör för den här typen av åtgärd hos tillsynsmyndigheten, trots att den definitivt bidrar till att mindre volymer jord deponeras. Generellt är det lågförorenade massor som kan användas och volymen är beroende på behovet.

Det är viktigt att man först testat den aktuella jorden i pilotskaleförsök där man undersöker både tekniska aspekter och lakbarhet. Detta kan enkelt genomföras om jordmassor finns tillgängliga.

RGS har mellanlagring och behandlingsanläggningar men inga egna deponier. Om RGS ska ta hand om uppschaktade massor på annat sätt än genom den återanvändning på plats som föreslås krävs att RGS hittar en avsättning för massorna på annan plats, dvs om samma typ av hantering av massorna kan ske men på annan plats.

Om jord ska schaktas ur och transporteras till deponi bör man se över möjligheterna till att frakta via järnväg. RGS har genomfört ett projekt i Järpen (för SGU) där man har transporterat via järnväg. Erfarenheten är att det kräver mycket god framförhållning, ca ett år, för att få till dessa transporter. Järnvägen vid Kopparberg är dock inte så hårt belastad och kan därför antagligen vara enklare att arbeta med.

RGS menar att för att en entreprenad av den föreslagna metoden ska falla väl ut är det nödvändigt att ha ett tätt samarbete mellan beställare, projektörer och entreprenörer. Utökad samverkan är en upphandlings- och arbetsform som bör övervägas.

### **2.9.2 Swerock**

Swerock har visat intresse för att ha en dialog med SGU rörande möjligheten till återanvändning av de aktuella massorna. Ett dialogmöte hölls med representanter från SGU och Swerock där föreslagna teknik presenterades och möjligheten till att ställa kompletterande frågor fanns.

Swerocks verksamhet bygger på att det både finns behov av att kvittbli massor som inte uppfyller krav på konstruktion men samtidigt ett behov av att erhålla massor av en viss fraktion som uppfyller krav för den aktuella konstruktionen. Typiskt sett kan det handla om jordmassor från anläggningsbyggen som då grävs upp, körs med lastbil till Swerocks anläggning för sortering och lastbilen hämtar den eller de sorterade fraktioner som behövs för anläggningsbygget. Normalt sett är jordmassorna inte förorenade, eller endast lågt innehåll av förorening. Swerock tar inte emot exempelvis oljeförorenade jordmassor.

Swerock har en fullskalig våtsiktsanläggning i Sundsvall och en i Malmö. Det är ett så gott som slutet system där vatten sorterar jordarna i olika fraktioner och vatten återvinns i systemet. Pga. vissa förluster vid evaporation och upptag i själva jordmassan behöver viss volym vatten tillsättas (ca 3m<sup>3</sup>/h vid en omsättning av 130m<sup>3</sup>/h). Vatten från jordmassor i de olika sorteringsfickorna samlas upp i pumpgroppar och återförs till systemet. Fördelningen av fraktioner är ca 40% sand och resten är ballast och avfall.

Ex. på fraktioner som kan erbjudas i våtsiktsanläggningarna är:

32/90

16/32

8/16

1/616

0/4

Finfraktionen sedimenterar och pressas samman till en filterkaka. Filterkakan körs till godkänd behandlingsanläggning (omhändertas ej av Swerock). Vatten renas i flera olika steg innan det slutligen infiltreras i en vägkropp och leds till recipient.

För SGUs projekt skulle det kunna vara intressant att sortera de massor som ska grävas upp i en mobil anläggning. Alternativt kan massor köras till Sundsvall för sortering där och ev. returlass med återfyllnadsmassor. Den närliggande järnvägen intill Kaveltorp bör övervägas som transportmöjlighet. Green-cargo måste då involveras. Swerock har idag ingen mobil anläggning men det finns andra leverantörer som har det.

Det som styr i en mobil (och fast) anläggning är kravställningen på de massor och fraktioner som ska återanvändas på platsen. Man kan ju tänka sig att slagg kanske kan återanvändas som konstruktionsmaterial på platsen i det aktuella fallet, medan finfraktionen där föroreningarna sitter, ska tas bort. Krav på TS-halten i den avvattnade fraktionen bör definieras, detta styr behovet av en filterpress på plats i en mobil anläggning. Alternativet är att låta massorna avvattnas ”naturligt” på platsen.

Viktigt är också att få kunskap om det krävs metallseparering (alltså skrot) och separering av organiskt material (avskiljs genom ett slags flotteringssteg).

Grovt schablonpris är ca 200-300 kr/ton för en fast anläggning och 300-500 kr/ton för en mobil anläggning.

Filterkakan som bildas i den fasta anläggningen är normalt sett en blandning av ämnen från många olika platser men det skulle kunna gå att göra ett anpassat projekt så att en separat filterkaka från specifika massor erhålls, om det tex det finns ämnen i denna som kan vara intressanta för utvinning. Normalt sett tar Swerock över ansvaret för de massor som tas emot, och därmed för filterkakan, men vid ett förfarande där endast en kunds massor sorteras separat kanske ansvaret fortsätter att ligga på den som har intresse av att vidare ta hand om massorna (de olika fraktionerna). Genom provtagning i lämplig omfattning säkerställs att det material som ska återvinnas inte innehåller för höga halter av förorening.

Yta som krävs är inte så stor för en mobil anläggning. Förväntade störningar är ytterst lokala. Buller minskar vid eldrift.

### **2.9.3 Slutsats RFI**

Totalt fick SGU in två svar på den RFI som gick ut till marknaden för att undersöka intresset för återvinning av metaller ur massorna och för att använda alternativa metoder till deponi för att hantera förorenade massor från tidigare gruvverksamhet. Ett alternativ var en möjlighet att återanvända massorna inom området efter att ha tillfört ett bindemedel i form av cement för att minska risken för urlakning. Det andra alternativet handlade om att köra massorna i en våtsikt

och sortera i fraktioner för att öka möjligheterna att återanvända fraktioner som inte är förorenade.

SGU:s bedömning är att båda alternativen kan vara intressanta i projektet Kaveltorp i och med att det kommer finnas ett behov av konstruktionsmassor för parkeringsytor och gångvägar som kommer förläggas i området. Detta gäller dock främst för lågförorenade massor. Om alternativ till att deponera massorna finns kommer detta kunna bidra till en cirkulär ekonomi genom återvinning av massor för återfyll som bidrar till minskade transport och en hållbar resursanvändning. Det finns ett uttalat behov att mängden massor som deponeras ska minska och branschen bör öppna upp för alternativa tekniker till deponering. Med anledning av detta kan det anses vara motiverat att utföra pilotförsök för båda teknikerna på massorna från Kaveltorp för att utreda vilka möjligheter som finns att på ett mer hållbart sätt kunna hantera massorna inom projektet. Pilottesterna ska säkerställa att utlakning inte sker och visa på beständigheten över tid. Även om vissa lågförorenade massor kanske kan återanvändas inom området så kommer det fortsatt behöva transporteras bort massor från platsen. Med tanke på att järnvägen ligger väldigt nära området är det av intresse att utreda om massor kan transporteras med tåg. SGU:s erfarenhet från ett annat bidragsfinansierat projekt i Järpen är att det är fullt möjligt att transportera massor med tåg men att det kräver lång framförhållning och god planering varför det är lämpligt att inleda en sådan utredning i god tid innan åtgärd sker.

## **2.10 Om uppgrävda massor ska deponeras, hur ska de klassas?**

Analysresultaten från skakförsöken visar att materialen för de flesta ämnen skulle klara kraven för deponering på deponi för inert avfall, men då koppar, bly och/eller fluorhalterna överstiger kraven för inert avfall bedöms deponi för icke farligt avfall utgöra lämplig mottagningsanläggning för samtliga avfallstyper.

Om uppgrävda massor ska deponeras bör man ombesörja att massorna kan spåras då en eventuell framtida teknikutveckling kan möjliggöra utvinning av metaller ut avfallet. Upphandling av massornas omhändertagande bör därför kravställa att massorna hanteras och förvaras separat från andra massor.

## **2.11 Under 2016 kom nya riktvärden för bly och kadmium avseende korttidsexponering, underskattas risken i tidigare undersökningar?**

Ja, risken för att bly kan påverka hälsa hos människor negativt har ökat, jämfört med den bedömning som Sweco gjorde 2014. Det grundar sig på att man numera tar hänsyn till att ämnen med lång uppehållstid i kroppen, som t.ex. bly och kadmium, inte ska orsaka en risk även om man bara exponeras vid enstaka tillfällen. Begränsningsvärdet beräknas utgående från att ett barn som väger 10 kg vid ett tillfälle får i sig 5 gram förorenad jord inte ska få en genomsnittlig dos som överskrider det tolerabla intaget över ett år. Årsdosen beräknas med hänsyn till ämnets uppehållstid i kroppen. Det innebär att ett intag av ett ämne med kort uppehållstid i kroppen ger en lägre årsdos än ett ämne med lång uppehållstid (källa Naturvårdsverket 2021).

Sweco tog hänsyn till biotillgängligheten när de beräknade platsspecifika riktvärden för området 2014. Golder har valt att inte justera biotillgänglighet i Naturvårdsverkets modell vid beräkning av de platsspecifika riktvärdena, även om biotillgängligheten specifikt har undersökts i projektet. Golders undersökningar visar att både blandad fyllning och yttlig jord har biotillgängliga andelar av metallinnehållet men att biotillgängligheten är långt ifrån 100%. Både Sweco och Golder har tagit bort exponeringsvägen ”intag via dricksvatten” vid beräkning av riktvärden. Detta är anledningen till att riktvärdena är högre än de generella.

En jämförelse mellan riktvärdena från Sweco och Golder visar att hälsoriktvärdet för bly har sänkts medan riktvärdet för kadmium, koppar och zink har höjts i Golders riktvärden (Tabell 2). Om man närmare studerar samtliga (från alla undersökningar) uppmätta halter av bly och kadmium kan man konstatera att det finns halter i både ytlig och djup jord som överskrider korttidsriktvärdet för bly men ingenstans i området uppmäts halter över korttidsriktvärdet för kadmium. För kadmium finns däremot en risk för långtidsexponering (vilket det även gör för bly). Zink och koppar överskred inte riktvärden för hälsa vare sig 2014 eller 2021 men uppmätta halter av zink och koppar kan däremot utgöra en risk för både markmiljö och grundvatten.

Tabell 2. Jämförelse mellan framtagna plats-specifika riktvärden.

| Platsspecifika riktvärden | Sweco 2014   | Golder 2021 |
|---------------------------|--------------|-------------|
| <b>Bly</b>                | 110          | 64          |
| <b>Kadmium</b>            | 0,17         | 1,2         |
| <b>Koppar</b>             | 1900         | 2400        |
| <b>Kvicksilver</b>        | ej framtaget | 0,27        |
| <b>Zink</b>               | 1200         | 2900        |

Sammanfattningsvis kan sägas att både Swecos och Golders undersökningar påvisar i första hand en risk för människors hälsa avseende bly och kadmium medan zink och koppar snarare utgör en risk för grundvattnet samt för organismer som lever i och av jorden. Golders utvärdering av samtliga data indikerar också att kvicksilver kan utgöra en teoretisk risk för inandning av ånga i vissa delar av området.

## 2.12 Behöver intag av grödor justeras vid beräkning av platsspecifika riktvärden?

I och med att området är ett bostadsområde där det ska vara möjligt att kunna odla i en rabatt är intag av grödor en möjlig exponeringsväg. Även om andelen grödor som odlas och intas från området sannolikt är väldigt liten relativt det totala intaget av grödor i kosten, har projektet valt att inte frånga de generella avväganden som är gjorda i Naturvårdsverkets modell. Någon justering har därmed inte gjorts.

## 2.13 Påverkas markfunktionen av gruvavfallet?

De representativa halterna för bly, koppar och zink överstiger jämförvärdet för skydd av markmiljö vilket indikerar risk för negativa effekter på marklevande organismer. Även om hänsyn skulle tas till att biotillgängligheten är lägre än vad som antas i Naturvårdsverkets riktvärdesmodell (biotillgänglighet har bedömts för bly (89 %), koppar (45 %) och zink (59 %) vid sekventiella lakningar av ytligt fyllnadsmaterial) bedöms det föreligga risk för negativa effekter på marklevande organismer.

Fyllnadsmassornas mäktighet varierar inom området och är som mest uppemot sju meter. Naturliga förutsättningar till välmående markekosystem i dessa fyllnadsmassor kan till viss del saknas, till följd av massornas karaktär. Inga synliga skador eller negativ påverkan på vegetationen i området har noterats i samband med fältarbete. I slänten är växtligheten något lägre, där fyllnadsmassor ligger i dagen. Detta skulle till viss del kunna bero på fyllnadsmassornas grova karaktär snarare än föroreningshalter.

Om underlaget skulle ändras så att den förordade åtgärden även avser slänten bedöms den tillgängliga åtgärden vara övertäckning med jord samt eventuellt insådd av gräs för att förhindra erosion och spridning av förorening. Detta med anledning av de risker som är förknippade med schaktarbeten i slänten, både när det gäller arbetsmiljö och miljö. Enligt den förordade åtgärden under rubriken ”4 Slutsats val av åtgärd” kommer dock inget arbete att genomföras i slänten i samband med åtgärd.

Den normala markfunktionen för nuvarande markanvändning, gräsmatta med enstaka träd och buskar, bedöms sammantaget inte vara påverkad av befintliga föroreningar i marken. Ingen fördjupad bedömning med avseende på eventuella risker för möss, harar och eventuella andra djur som vistas inom området tillfälligt eller stadigvarande har gjorts inom ramen för denna riskbedömning.

## **2.14 Är det motiverat med en åtgärd för att minska påverkan på skyddsobjekten yt- och grundvatten?**

### **2.14.1 Påverkan på grundvatten:**

Haltobservationer samt metalltransportberäkningar pekar på att föroreningssituationen inom Kaveltorp verkar belastande för Garhytteån. Den utgående transporten från området bedöms huvudsakligen ske via grundvatten som, sett till rådande topografi och flödesriktning, sannolikt till stor del fångas upp av Garhytteån. Storleksmässigt bedöms att den årliga spridningen via grundvatten av Pb och Cu från området uppgår till ca 1,5 kg tillsammans (1 kg för koppar och 0,5 kg för bly) samt att spridningen av Zn och V uppgår till ca 15 respektive 10 kg per år. Eftersom beräkningar emellertid också har kunnat visa att grundvattnet belastas av metaller redan uppströms områdets avgränsning och att det i grundvattnets flödesriktning således sker noterbara metallpåslag även innan detta når Kaveltorp, är det i ett riskbedömningssammanhang och ett åtgärdsbehovsperspektiv alltså viktigt att denna risk ställs i relation till den risk som omgivande mark sannolikt utgör.

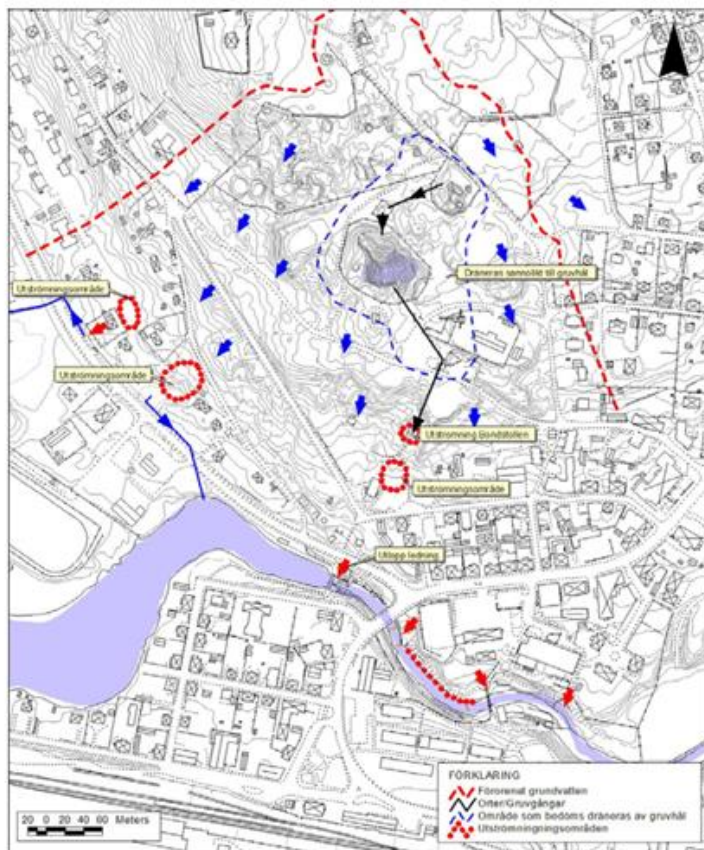
### **2.14.2 Påverkan på ytvatten:**

Av genomförda beräkningar av metalltransport utmed den sträckning av Garhytteån som passerar Kaveltorp framgår att halterna och följaktligen även mängderna av flertalet metaller är högre nedströms Kaveltorp jämfört med uppströms vilket styrker indikationen att området belastar ån. Observerade totalhalter är betydligt högre än motsvarande lösta halter för flertalet av metallerna vilket visar att den metalltransport som sker utmed Garhytteån huvudsakligen sker via partikelbundna former snarare än lösta former. Erhållen haltutveckling av Pb och Cu, Cd och As utmed den undersökta sträckningen antyder att Garhytteån är påverkad av dessa metaller redan innan den passerar Kaveltorp och eventuella påslag från undersökningsområdet är svåra att bevisa. För Zn är emellertid totalhalterna betydligt lägre uppströms än nedströms den tidigare smältverksamheten vilket är resultat som pekar på att uttransport av Zn från undersökningsområdet via ytvatten inte kan uteslutas. Att Zn-transporten visar sig vara hög i ån i förhållande till andra ämnen är visserligen inte helt oväntat sett till att ämnet generellt fastläggs dåligt i jämförelse med exempelvis Pb. Dock är Zn-påslaget så pass högt jämfört med den teoretiska transport som beräknats från området att det antyder att Kaveltorp inte enbart utgör enda källterm.

SGU har, efter att Golders mätningar utförts 2020, uppmärksammat en utloppsledning som avleder vatten från gruvavfallsområden norr om Garhytteån. Utloppets läge innebär att det ytvatten som har mätts under 2020 kan vara starkt påverkat av utloppsvattnet från området norr om Garhytteån, se Figur 11 hämtad från huvudstudierapporten för Ljusnarsbergfältet. Vidare har det uppdagats att dagvatten från området vid Kaveltorp också släpps ut ungefär vid bron

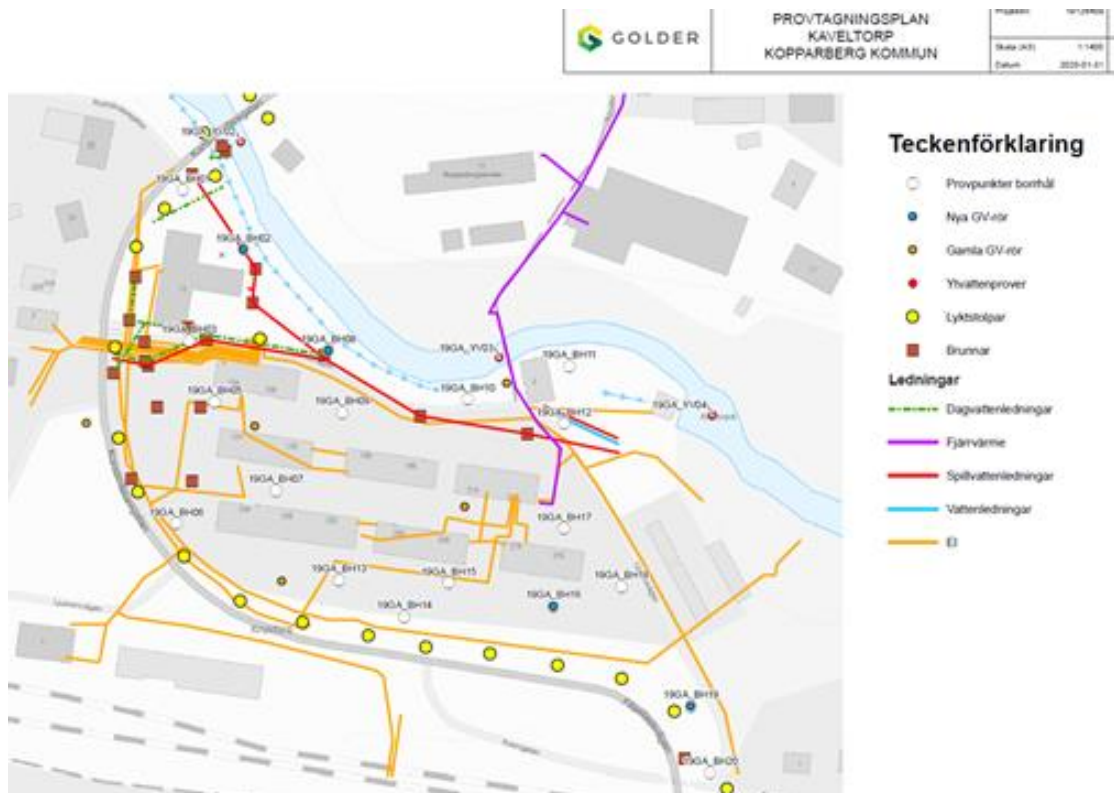
över Garhytteån och läget för provpunkten YV01, se Figur 12. Det går därför inte att med säkerhet avgöra, med de mätningar som har utförts, hur stor belastningen är på Garhytteån från ytavrinnade vatten som uppstår inom Kaveltorpsområdet (Krokforsområdet) i och med att YV01 kan vara belägen vid utloppet av dagvatten från området och således påverkat av detta flöde. En säkrare bedömning hade uppnåtts om även det samlade dagvattnet från området hade provtagits innan det släpptes ut i Garhytteån.

Vid ett platsbesök i maj 2022 uppdagades att det pågick ett byte av trätrumman för vattenkraft. Vid platsbesöket noterades flera potentiella dagvattenutlopp som inte tidigare har varit synliga. Det är därmed sannolikt att flera tillflöden av dagvatten från området kan ske längs med kanten av Garhytteån men vattnets ursprung är inte känt. Enligt uppgifter på plats tillfördes även dagvatten från annan del av Kopparberg i ett av utloppen.



Figur 6.11. Illustration av bedömda spridningsvägar för lakvatten

Figur 11. Figuren är hämtad från bostudien för Ljusnarsbergsfältet och visar utsläppspunkter till Garhytteån från norr.



Figur 12. Bild hämtad från Golder's arbete. Figuren visar att dagvattenledningar från undersökningsområdet (gröna ledningar) släpps till Garhytteån ungefär vid läget för YV'01 som är bedömd att ligga uppströms området.

### 2.14.3 Behov av åtgärd för att skydda grund- och ytvatten?

Sett till att Garhytteån har en hög belastning av metaller från övriga delar av Kopparberg så skulle en åtgärd för att minska spridning från det undersökta området vid Kaveltors koppar och blyverk inte ha någon stor effekt på vattenkvaliteten som helhet. Det är därför svårt att motivera att en åtgärd krävs enkom för att minska belastningen på yt- och grundvatten även om grundvatten och ytvatten alltid är skyddsvärt. En åtgärd som utförs för att minska risken för direktexponering och påverkan på markmiljö bidrar dock till både en minskad spridning via ytavrinning och dagvatten, samt till grundvatten och via grundvatten till ytvatten, vilket ska ses som positivt. Se vidare under ”Slutsats val av åtgärd” nedan.

### 2.15 Hur ska mätbara åtgärds mål formuleras, som en halt eller som ett djup?

Som nedan kommer framgå är det åtgärdsalternativ som förordas (4b) styrt av djupet. Syftet är att minska sannolikheten för direktexponering av metaller i ytlig jord. Bedömningen är att sannolikheten för direktexponering minskar avsevärt om ca 0,5 m jord tas bort i och med att i stora delar av området är ”gruvavfallet” ytligt förekommande med en bedömd mäktighet om ca 0,5 m.

Ett mätbart åtgärds mål är att ta bort förorening ner till den underliggande naturliga markytan som i vissa fall kan påträffas redan vid 0,3 m och i andra fall vid 0,7 m. Avgränsningen görs genom okulär bedömning och med fältinstrument (XRF). Maximalt schaktdjup för den ytliga schakten inom delområdet sätts till 1 m. Vid djupet 1 m bedöms sannolikheten för direktexponering av metaller vara minimal för en boende i området. Att åtgärda föroreningar till detta djup minskar även negativ påverkan på markmiljö samt minskar påverkan på ytavrinnande vatten och dagvatten.



För områden med ledningar som behöver friläggas för att kunna bytas ut sätts åtgärdsområdet till det schaktdjup som utgör ledningsgraven som omger ledningen, vilket vanligen är max 2 m.

För de avgränsade områden där förorening förekommer på större djup utförs schakt ner till max 2 m i syfte att ytterligare minska risken för direktexponering men även för att minska risken för påverkan på grundvatten.

Avgränsningen, i händelse gruvavfallet är grundare än 2 m, görs genom okulär bedömning och fältinstrument (XRF) samt vid behov analys av jordprov på lab. Syftet är att inte översanera och gräva bort massor som inte är förorenade. Vid insamling av jordprover i syfte att avgöra om nivå för naturlig mark har nåtts bör samlingsprover tas från schaktväggar och eventuellt botten där tveksamhet råder. I och med att bedömningen primärt görs okulärt bör samlingsprover inte samlas in över tydliga gränser som kan ses i schakten. Samlingsprovet ska utgöras av prov från minst fem punkter och från dessa punkter ska flera inkrement (små provvolym) samlas in. Provet ska homogeniseras i fält innan mätning med XRF, alternativt skickas till lab. Provet ska analyseras med avseende på metaller (minst omfattande bly, arsenik, kadmium, zink och koppar). Syftet är således att endast undersöka jorden där en okulär bedömning av gruvavfall och naturlig mark är osäker, inte för att klassa uppgrävda massor (se nedan).

Sammanfattningsvis uttrycks de mätbara åtgärdsmålen som schaktdjup för olika delområden.

Ett kontrollprogram för att följa hur den planerade åtgärden påverkar området både under och efter åtgärden bör tas fram i god tid innan åtgärden inleds. Syftet är framför allt att bygga kunskap om hur schaktåtgärder inverkar på områdets lakningspotential, både under åtgärden och efter. Kontrollprogrammet bör omfatta grundvatten och dagvatten som avleds från området, samt där det är möjligt, även ytvatten. Förslagsvis upprättas ett kontrollprogram under våren 2022 för långsiktig mätning i punkter som omger området.

Ett kontrollprogram för att korrekt klassa de massor som grävs upp i syfte att korrekt omhänderta massorna, ska också tas fram under projekteringsskedet, se nedan.

## **2.16 Finns det andra tekniker eller kombinationer av tekniker utöver schakt och övertäckning?**

Åtgärdsutredningen har översiktligt beskrivit jordtvätt, solidifiering samt sortering av massor, utöver schakt och övertäckning. I föreliggande fall är ett utbyte av jordmassor, dvs schakt, sannolikt det enda alternativet för att minska risken för exponering i och med att grävarbeten kan komma att ske. För att ändå göra en schaktåtgärd hållbar har det utretts om utvinning av metaller ur de uppgrävda massorna kan göras, se ovan.

## **2.17 Kan en övertäckning göras utan att påverka huskropparna och landskapsbilden negativt?**

Utifrån det åtgärdsalternativ som är framtaget så är en övertäckning av området eller delar av området inte aktuellt i en omfattning som skulle kunna påverka huskroppar eller landskapsbilden negativt.

Utgångspunkten i dagsläget är att kommunens bostadshus kommer att rivas och nya kommer byggas upp. Åtgärden kommer att ske genom schaktning och återfyll. Inom områden där föroreningar på större djup är förknippade med en oacceptabel risk för människors hälsa och miljö kommer djupare schakt att ske.

Endast återfyllning är därför aktuell inom åtgärdsområdet och inte övertäckning varför frågan om påverkan på huskroppar och landskapsbild inte vidare kommenteras.



## 2.18 Vilka geotekniska aspekter behöver beaktas vid en åtgärd?

Nedan följer en sammanfattning av resultaten från de geotekniska undersökningarna som har företagits. En fullständig redogörelse återfinns i PM Geoteknik, 2020-10-27.

- I de fall någon form av täckningslösning planeras ska täckningen i slänten mot Garhytteån utföras så att slutlig släntlutning är maximalt 1:1,5. Mot byggnaderna ska täckning utföras med lutning som möjliggör att regnvatten rinner bort från byggnaderna. Där täckning medför en höjning av markytans nivå som inte är praktiskt genomförbar, exempelvis i anslutning till byggnaders entréer eller lågt sittande fönster, ska den övre delen av marken skiftas ut och ersättas med ren fyllning, berggross 0/63 mm eller likvärdigt, för att minska exponeringsrisken. Risk för erosion ska beaktas vid utformning av slänter ner mot Garhytteån.
- I de fall någon form av schaktlösning planeras ska schakter utföras med en maximal släntlutning på 1:1,5. Arbetsfordon/maskiner ska ha ett minsta avstånd på 1 m från släntkrön. Schakt kan utföras till maximalt 6 m djup dvs. ovan grundvattenytan utan förstärkningsåtgärder. För ev schakt under grundvattenytan kan schakt utföras med temporär avsänkning i filterförsedda pumpgröpar.
- Schakt får inte utföras under bärande byggnadsdelar tex platta på mark. Underkant grundläggningsnivå ska fastställas innan schaktarbeten påbörjas. För schakt mot byggnad med grundläggning i marknivå täcks marken av till underkant bottenplatta. Schakten under byggnadens grundläggningsnivå ska utföras minst 0,5 m från byggnadens fasad, där yta mellan byggnad och schaktslänt ska hållas obelastad. Om schakt ska utföras med släntkrön närmre än 0,5 m vid byggnaderna ska temporär stödkonstruktion nyttjas.

För schakt mot byggnad med källare utförs schakt till underkant bottenplatta. Schakten under byggnadens grundläggningsnivå ska utföras minst 0,5 m från byggnadens fasad, ytan mellan byggnad och schaktslänt ska vara obelastad. Om schakt ska utföras med släntkrön närmre än 0,5 m vid byggnaderna ska temporär stödkonstruktion nyttjas.

Utifrån den åtgärden som är föreslagen kommer ingen schakt att ske i slänterna ner mot Garhytteån med anledning av tekniska svårigheter, arbetsmiljörisker, miljörisker samt projektrisker. Vid schakt i slänten finns det risk för att spridningen till Garhytteån ökar, samtidigt är det en tekniskt svår schakt som kan innebära arbetsmiljörisker för maskinföraren. Det skulle också innebära att saneringen behöver tillstånd för vattenverksamhet med anledning av schakt måste ske i direkt anslutning till Garhytteån.

När det gäller geotekniska förutsättningar för schakt intill brandstationen, privatbostaden och kommunens bostäder åtgärder vidtas för att inte skada konstruktionen. Det kommer att innebära att djupare schakter inte kommer vara möjliga för nära inpå byggnader som kvarlämnas inom saneringsområdet då det innebär för stora ras- och sättningsrisker. I förlängningen innebär det att man inte får bort lika mycket förorenade massor som om samtliga byggnader rivits.

## 2.19 Vilka återfyllnadsmassor är lämpade för platsen?

Golders utredningar pekar på att den hydrauliska konduktiviteten inom områdets jord ligger inom intervallet  $10^{-4}$  och  $10^{-5}$  m/s vilket tyder på att markens vattenförande lager har en förhållandevis hög genomströmning.

Den samlade bedömningen av den uppskattade spridningen ger att föroreningarna inom Kaveltorp belastar Garhytteån och att den utgående transporten i huvudsak sker via grundvatten. Belastningen sker även högst sannolikt via dagvatten som fångar upp ytligt grundvatten och avleds till ån.

Enligt åtgärdsutredningen har inte slutgiltigt val av täcknings- och återfyllnadsmaterial utretts. Dock rekommenderas det att täcka med 0,5 meter moränmassor samt ett mullager i ytan för möjlighet för vegetation att etablera sig. Något behov av geotextilduk eller annat avskiljande skikt i schaktbotten eller i botten av täckningen bedöms inte som nödvändig.

Beroende på vilken åtgärd som utförs kan olika krav ställas på återfyllningsmassorna. Vid schaktalternativ med fullständig schaktsanering där schakt utförs ner till naturlig jord eller grundvattenytan bedöms återfyllnad kunna göras med moränmassor samt ett överlagrande mullager i ytan för etablering av vegetation. För åtgärder som omfattas av schakt där fyllningsmassor med förorening kvarlämnas används fyllningsmassor med tjälfarlighetsklass 3 eller 4 för minskad urlakning till jorden.

### **3. SAMMANFATTNING AV ÅTGÄRDSÖFRBEREDANDE UNDERSÖKNINGAR**

#### **3.1 Reviderad riskbedömning**

Den genomförda riskbedömningen indikerar att det föreligger risker för människans hälsa med avseende på de föroreningar som härstammar från den före detta verksamheten som har bedrivits på platsen. Det är framförallt möjligheten till intag av ytlig jord förorenad med bly som innebär att det finns exponeringsrisker även vid kortare vistelsetid på området. De uppmätta halterna överskrider riktvärden för såväl korttidsexponering som långtidsexponering i området (Figur 5). Det förekommer även andra ämnen, såsom arsenik och kadmium, som är förknippade med allvarliga risker för människors hälsa, men utbredningen av dessa ämnen i förhöjda halter är klart underordnad utbredningen av bly. Även zink förekommer i stor utbredning i området men är också underordnad bly avseende risker för påverkan på människors hälsa (se Fältrapport och Riskbedömning för mer detaljer om uppmätta halter och jämförvärden). Det går inte att utesluta att ett visst upptag av metaller, främst bly, sker i växter, men det finns vissa osäkerheter gällande bland annat den biotillgängliga andelen för att säkert kunna bedöma eventuella risker vid intag. I dagsläget bedöms intaget av växter från området vara begränsat, men vid en eventuell ändrad markanvändning med mer odlingsytor bör förnyad bedömning över eventuella risker till följd av metallers upptag i växter genomföras. Detta då ökad odling innebär ökat intag av växter från området.

Gällande markmiljön förekommer teoretiska risker för negativa effekter. Markmiljön är dock till synes välmående utifrån dagens markanvändning. Om användningen skulle komma att ändras i ett framtida perspektiv, med exempelvis anläggande av ytor för odlingar, bör en förnyad bedömning med avseende på risker genomföras.

Genomförda beräkningar på spridning från området visar att spridningen av metaller till Garhytteån från undersökningsområdet är av mindre betydelse, medan spridningen till grundvattnet är av större omfattning (se rapporterna om Materialkaraktärisering och Riskbedömning för detaljerade spridningsberäkningar). Både grund- och ytvattnet påverkas av metallförorening från andra föroreningskällor. Underlaget till bedömningen är att medelhalter av kadmium, bly och zink vid provtagning av grundvatten inom området överstigit klass 4 för SGU:s bedömningsgrunder vilket innebär hög påverkan. Analysprover från jorden i anslutning till grundvattenrörens placering har påvisat höga halter av koppar, zink och bly (över MKM) vilket indikerar på att spridning sker av metaller från fyllningsmassor till grundvattnet. För spridningen till Garhytteån har halter uppströms jämförts mot sidströms och nedströms och ett visst påslag av koppar och zink har påvisats. I övrigt ligger halterna i samma storleksordning uppströms som nedströms undersökningsområdet varför bedömningen har gjorts att påverkan på ytvattnet inte är lika betydande som den på grundvattnet.

Sammantaget föreligger ett åtgärdsbehov med avseende på att minimera risken för negativa hälsoeffekter för människans hälsa samt spridningen till grundvattnet i ett långsiktigt perspektiv.

#### 4. SLUTSATS VAL AV ÅTGÄRD

Vid valet av åtgärd har den riskvärderingsmodell som tagits fram genom arbetets ytterligare av SGU och anpassats efter resultaten från den 3D-modell som tagits fram över området. Genom att undersökningsdata presenteras i 3D kan riskområden, främst där gruvavfall tangerar grundvattenytan, identifieras på ett bättre sätt. Ett åtgärdsalternativ benämnt 4b, modifierat utifrån en kombination av alternativ 4, 5 och 6 har tagits fram. Motiveringen till alternativets utformning anges nedan. För mer information om de olika alternativens utformning hänvisas till bilaga 1 i denna rapport samt till Åtgärdsutredning och PM- riskvärdering från Golder.

Som ovan har nämnts utgör innehållet av bly och kadmium i jorden en teoretisk risk för människors hälsa men för att risken ska inträffa behöver människor komma i kontakt med jorden. I och med att det kommer att behöva ske ett löpande underhåll av ledningar och hyreshus i området är det sannolikt att grävarbeten kommer att ske samt att jord vid dessa entreprenader behöver beaktas. Det går med andra ord inte att säkerställa att någon exponering för jordmassorna inte kommer att ske även med en övertäckning av föroreningarna. Området kommer således att behöva åtgärdas genom att ytliga jordmassor skiftas ut för att minska risker för påverkan på människors hälsa. En sekundär effekt av att ta bort ytlig förorenad jord är att även belastningen från områdets föroreningar på grund- och ytvatten minskar. Med tanke på den höga belastningen från omgivande områden är det dock inte säkert att effekten av belastningsminskningen kommer vara mätbar, ens om åtgärden utförs ner till grundvattennivå. En djupare schaktåtgärd innebär också en risk för ökad spridning till grundvatten, åtminstone initialt, i och med att markförhållandena ändras. Om en djupare schakt utförs bör den i så fall göras där högst halter av metaller påvisats inom området, så att ingreppet har möjlighet att ge någon effekt på belastningen. Den 3D-modellering som genomförts visar att gruvavfallet är som mäktigast vid läget norr om det forna smältverket, vilket också sammanfaller med områden där högst halter påträffas. Därtill kommer en schaktåtgärd i slänten ner mot ån kan generera risk för ökad erosion och att partikulärt bundna metaller når ån. En schakt i slänten bör därför inte utföras hela vägen ut till ån utan en buffertzona bör lämnas för att skydda vattnet.

Användning av geotextilduk bedöms inte nämnvärt kunna ändra förutsättningarna för spridning utifrån den åtgärd som föreslagits och har därför inte tagits med som en del i den rekommenderade åtgärden. Volymen länsvatten som behöver hanteras under schaktarbetet bedöms som låg och kommer i samband med projekteringen att mer i detalj beräknas utifrån det åtgärdsalternativ som förordas.

Föreslaget åtgärdsalternativ 4b innebär följande:

- En kombination av åtgärdsförslag 4, 5 och 6 ifrån riskvärderingsmatrisen där en avvägning mellan miljönytta och ekonomi varit styrande.
- Brandstationen står kvar och sanering sker inom omgivande förorenade ytor ner till som mest 2 meter eller naturlig jord.
- Generellt för övriga åtgärdsområden kommer schakt att ske ner till som mest 1 meter alternativt ner till naturlig jord, med undantag för områden där ledningsarbeten behöver genomföras och där ledningarna ligger djupare än 1 meter.
- I områden som utifrån 3D-modellen visar höga halter av föroreningar kommer djupare punktschakter att vara möjlig för att på så sätt fokusera insatsen på områden med högst halter föroreningar där risk för människors hälsa eller miljö föreligger, antingen genom exponering eller risk för förorening av grundvatten.

- Om bostadshusen rivs kommer sanering att ske under husen i enlighet med schaktförslagen ovan om det kan anses miljö- och hälsomässigt motiverat för att uppnå de övergripande åtgärds målen. Om bostadshusen inte rivs kommer sanering att ske så nära byggnaderna som det är tekniskt möjligt där behovet är miljö- och hälsomässigt motiverat. Eventuell förorening under byggnaderna kommer att kvarlämnas.
- Styrande föroreningar är bly (exponering människor) samt zink (påvisad spridning av zink till ytvatten och via grundvatten).
- Ledningsschakt inom området kommer generellt att kräva 2 meter djup med möjlighet till återläggning beroende på läget för ledningsschakten. Det kan innebära att djupet på ledningsschakten i dessa områden kan bli styrande för åtgärdens djup.
- Slänten med föroreningar lämnas utan åtgärd då detta anses vara komplicerat och inte miljö- eller ekonomiskt vara motiverat samt att arbetet är förknippat med stora risker arbetsmiljömässigt. Arbeta vid slänten kommer dessutom innebära att huvudmannen för saneringen behöver ansöka om tillstånd för vattenverksamhet.
- Åtgärdsalternativet bedöms vara beständigt över tid då åtgärden innebär en betydande minskning av sannolikheten för exponering samt att endast mindre mängder förorening kvarlämnas.

## **5. ÄNDRING AV FÖRUTSÄTTNINGAR OCH SGUS FORTSATTA HUVUDMANNASKAP**

I samband med uppstart av projektet framkom att kommunen hade ett stort behov av att byta ledningar till- och från husen. Dessa var eftersatta men i och med att föroreningarna fanns i marken kunde kommunen inte åtgärda dem utan särskild hantering och krav från tillsynsmyndigheten. Kommunens inställning var att man ville genomföra en långsiktig lösning för risker med gruvavfallet men att man saknade kompetens om hur en större åtgärd skulle genomföras. Under projektets gång har kommunen utrett om det är mer fördelaktigt att riva husen och bygga nya jämfört med att totalrenovera husen. Dessa ändrade förutsättningar har inneburit att undersökningarna behöver ta hänsyn till om husen blir kvar på platsen eller om de tas bort och vad detta skulle innebära för åtgärdens genomförande och effektivitet. Kommunen har även behov av att bedöma om källare kan vara kvar eller om även källardelar behöver tas bort för att komma åt förorening under desamma.

Under 2021 har det framkommit att det pågår en revidering av bidragsförordningen vilket kan påverka framdriften av åtgärden. Det råder i dagsläget oklarheter kring hur bidrag för åtgärden kan sökas eftersom hyreshusen är att betrakta som en ekonomisk verksamhet som bedrivs på fastigheten.

Sammantaget har de ändrade förutsättningarna inneburit en mer komplex utredning än vad SGU hade vetskap om när huvudmannaskapet accepterades. Fortsatt huvudmannaskap kräver att processen med kommunens framtida planer för bostäderna och sanering av gruvavfallet hålls isär men att de båda processerna kan dra nytta av varandra. Förutsättningarna för SGU:s fortsatta huvudmannaskap utreds fortsatt under 2022.

## **6. VÄG FRAMÅT**

Som ovan har nämnts behöver förutsättningarna för SGU:s fortsatta huvudmannaskap samt möjligheterna att söka bidrag för objektet, utredas 2022. Under ett möte 2021-11-15 diskuterades vägen framåt men då var fortfarande ambitionen att söka bidrag för åtgärd under början av 2022.

Efter mötet ovan har det förts en dialog med Länsstyrelsen och kommunen och följande har beslutats:

- ✓ Innan projektet kan gå in i åtgärdsfas behöver Ljusnarsbergs kommun besluta kring om bostadshusen skall rivas eller renoveras samt hur området i framtiden kommer att användas/bebyggas. När bidrag för åtgärden kan sökas är således beroende av kommunens planer för området och när dessa kan fastslås.
- ✓ Det åtgärdsförberedande skedet avslutas i samband med godkännande av denna rapport samt slutredovisning av RFI (Request For Information) avseende omhändertagande av förorenade massor från gruvverksamhet.

Under 2022 har den privata fastigheten Björkäng 1:12 bytt ägare. Det innebär en förändring av ansvaret och att efterbehandling inom denna fastighet sannolikt inte längre finansieras med statliga bidrag.

Nedan listas ett antal olika moment som bör utföras inför eller i samband med åtgärden:

- Framtagande av översiktlig tidplan för saneringen inklusive samordning med tidplan för rivning och byggnation av flerbostadshus
- Värdering av fastigheter
- Uppdaterad ansvarsutredning
- Den genomförda dialogen med entreprenörer visar ett behov av att utföra pilottester som ska ge svar på om de lågförorenade massorna kan stabiliseras med cement och/eller sorteras.
- Utredning av om massor kan transporteras med tåg
- Framtagande av kontrollprogram för långsiktig uppföljande av åtgärdens påverkan på området.
- Framtagande av kontrollprogram för åtgärdens genomförande (kommer sedan ingå i §28-anmälan)
- Framtagande av riskanalys med avseende på projektrisker.
- Framtagande av förfrågningsunderlag inklusive bilagor för genomförande av valt åtgärdsalternativ.
- Framtagande av förfrågningsunderlag för omhändertagande av massorna. I detta bör det utredas om massor kan omhändertas separat så att de finns tillgängliga vid en eventuell framtida möjlig utvinning av ämnen ur massorna (jämför Glasriket där sådant omhändertagande finns).

## 7. BILAGOR

Bilaga 1 – Uppdaterad riskvärderingsmateris med föreslaget åtgärdsalternativ (4b)

Bilaga 2 – RFI, reviderad januari 2022.



Risikvärderingsmatris Kaveltorps före detta koppar- och blyverk

| Åtgärdsnivå   | Uppfylld åtgärds mål   |  |   | Beständighet   |   |   | Kulturmiljö   | Socialt  |  |  |   | Tids- och ekonomiska aspekter  |  |  |  | Osäkerheter  |   |   |
|---|--|--|---|--|---|---|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|---|
|   | 1  | 2  | 3   | 4  | 5   | 6   | 7   | 8  | 9  | 10   | 11  | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17  | 18  |
|   | Uppfylld av spridningsbaserade åtgärds mål (A)                                   | Uppfylld av hälsoriskbaserade åtgärds mål (B+C)  | Uppfylld av markmiljöbaserade åtgärds mål (D)   | Sannolikhet för direktexponering efter genomförd åtgärd  | Åtgärdsalternativets förmåga att minimera restföreningar inom området   | Beständighet mot översvämningar och klimatförändringar  | Påverkan på kulturmiljö   | Negativ påverkan på rekreation och friluftsliv                                     | Behov av restriktioner   | Behov av återställning   | Störningar och olägenheter för boende och närboende (under åtgärd)  | Åtgärdsalternativets påverkan på kommunens varumärke God bebyggd miljö och framtida attraktionskraft för området | Kostnader för genomförandet (inkl omhändertagande av jord), MSEK | Behov/kostnader av efterföljande kontroll                        | Tidsramar för genomförandet                | Potentiella samordningsvinster   | Osäkerheter under genomförandet - projektrisiker  | Osäkerheter efter genomförandet - kvarlämnade risker  |
| Åtgärdsnivå 0 "0-alternativet"  | Kvarstående spridning  | Kvarstående risker   | Nuvarande, påverkade, markmiljö kvarstår  | Nuvarande situation kvarstår   | Föreningarna kvarlämnas helt inom området   | Troligt att fortsatt erosion kommer ske samt ökad vattengenomsrörmning. Viss utlakning och påverkan på vattenkvaliteten inte uteslutas vid ändrat klimat          | Ingen påverkan  | Större begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området | Betydande behov av restriktioner   | Inget behov av återställning   | Inga störningar eller olägenheter   | Befintlig problematik kvarstår vilket medför en negativ effekt   | 0  | Inget behov  | Tar ingen tid i anspråk                    | Ingen samordningsvinst   | Inga osäkerheter  | Samtliga risker kvarlämnas - betydande osäkerheter  |
| Åtgärdsnivå 1 "Administrativa åtgärder"   | Kvarstående spridning  | Kvarstående risker även om marginellt minskad risk   | Nuvarande, påverkade, markmiljö kvarstår  | Nuvarande situation kvarstår, endast marginell skillnad jmf 0-alternativet   | Föreningarna kvarlämnas helt inom området   | Etablerade "fysiska" administrativa åtgärder; skyltar, staket mm, riskerar att välta/gå sönder  | Ingen påverkan  | Större begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området | Betydande behov av restriktioner   | Mycket marginellt behov av återställning   | Mycket marginella störningar och olägenheter  | Befintlig problematik kvarstår vilket medför en negativ effekt   | 0,1  | Små behov av efterföljande kontroll                              | Mycket kort genomförandetid                | Ingen samordningsvinst   | Mycket små osäkerheter  | Samtliga risker kvarlämnas - betydande osäkerheter  |
| Åtgärdsnivå 2 "Administrativa åtgärder samt ledningsschakt"   | Marginellt minskad spridning   | Skyddar arbetare, men i övrigt endast marginell skillnad   | Nuvarande, påverkade, markmiljö kvarstår till övervägande del. Endast marginell skillnad mot alternativ 0 och 1.                  | Minskad sannolikhet för exponering i ledningsstråken men i övrigt kvarstår nuvarande situation                                       | Övervägande mängd förening kvarstår inom området  | Etablerade "fysiska" administrativa åtgärder; skyltar, staket mm, riskerar att välta/gå sönder. Täckningslösningar riskerar att erodera och få en sämre funktion. | Mycket marginell påverkan   | Större begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området | Betydande behov av restriktioner   | Mindre behov av återställning efter ledningsschakter   | Små störningar och olägenheter i samband med ledningsschakter   | Befintlig problematik kvarstår vilket medför en negativ effekt   | 7,6  | Små behov av efterföljande kontroll                              | Mycket kort genomförandetid                | Viss samordningsvinst med genomförande av sanering i samband med ledningsomläggning  | Små osäkerheter kopplat till de åtgärder som genomförs  | Endast marginellt betydande osäkerheter   |
| Åtgärdsnivå 3 "Administrativa åtgärder, enkel täckning samt ledningsschakt – schaktsanering ned till 0,5 m moränmassor i kombination med restriktioner samt schakt vid ledningar"   | Marginellt minskad spridning   | Minskar riskerna förknippade med direktexponering men risker förknippade med bland annat odling kvartår, samtliga föreningar finns kvar på området | Nuvarande, påverkade, markmiljö kvarstår men nyttiförda massor för täckning utgör vissa förbättrade förutsättningar för markmiljö | Betydande minskade sannolikhet för exponering  | Övervägande mängd förening kvarstår inom området  | Etablerade "fysiska" administrativa åtgärder; skyltar, staket mm, riskerar att välta/gå sönder. Täckningslösningar riskerar att erodera och få en sämre funktion. | Större påverkan med avseende på förändrad marktopografi   | Mindre begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området | Stort behov av restriktioner, inte minst kopplat mot täckningsåtgärd                                   | Behov av återställning efter ledningsschakter och även täckningsåtgärder   | Betydande störningar och olägenheter i samband med omfattande schaktåtgärder  | Befintlig problematik kvarstår vilket medför en negativ effekt   | 13,6   | Behov av efterföljande kontroll med anledning av täckningsåtgärd | Något längre genomförandeperiod            | Viss samordningsvinst med genomförande av sanering i samband med ledningsomläggning  | Större osäkerheter som i första hand kopplas till täckning då utbredningen av denna är osäker   | Stora risker kvarlämnas. Framtidens funktion innebär en osäkerhet i sig.                                  |
| Åtgärdsnivå 4 "Administrativa åtgärder, ytlig schakt samt ledningsschakt – schaktsanering ned till 0,5 m u my i kombination med restriktioner samt schakt vid ledningar"  | Något större mängd utfyllnad borttagen, leder till ytterligare minskad spridning | Minskar riskerna förknippade med vissa risker förknippade med bland annat odling kvartår även om föreningar i större grad tas bort från området.   | Nuvarande, påverkade, markmiljö kvarstår men nyttiförda massor för täckning utgör vissa förbättrade förutsättningar för markmiljö | Betydande minskade sannolikhet för exponering  | Större mängd förening avlägsnas från området men inom vissa delar kvarlämnas betydande mängder                | Risker kvarstår för MKM området och kvarlämnad förening i KM-området och beständigheten kan påverkas av klimatförändringa (förändrat grundvattenflöde och pH)     | Ingen påverkan  | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Krav på restriktioner på odling, grävning djupare än 0,5 m samt MKM-området                            | Behov av återställning efter ledningsschakter samt övrig ytlig schakt över större delen av området   | Betydande störningar och olägenheter i samband med omfattande schaktåtgärder  | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 29,7   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Längre genomförandeperiod                  | Viss samordningsvinst med genomförande av sanering i samband med ledningsomläggning  | Större osäkerheter kopplat till de åtgärder som genomförs. Tekniska svårigheter vid schaktning intill hus                                       | Större risker kvarstår då föreningar fortsatt finns kvar inom delar av området                            |
| Åtgärdsnivå 4b "Administrativa åtgärder, ytlig schakt ner till naturlig jord med utgångspunkt i 1 meter samt djupare schakt i områden med mycket höga föreningshalter samt vid ledningsschakt. Åtgärden kan utföras både vid rivning och renovering av bostadshusen". | Betydande minskad spridning bortsett från delområden där utfyllnad kvarlämnas    | Riskerna förknippade med direktexponering samt odling minskar betydligt  | Avlägsnande av påverkade/föreningade massor inom större delen av området, dock ej inom "Brandstationen"                           | Betydande minskad sannolikhet för exponering   | Mindre mängder förening kvarlämnas, i huvudsak endast inom Brandstationen samt helt i slänten mot recipienten | God beständighet avseende genomförda åtgärder   | Ingen påverkan  | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Möjlig finns behov av restriktioner om bostadshusen står kvar - annars inte                            | Behov av återställning inom större delen av området förutom brandstationen som står kvar och åtgärder sker på omgivande ytor. Främst ytlig återställning med undantag från ledningsschakt och djupare schakt | Stora störningar och olägenheter med anledning av schakter om husen rivs bor färre personer inom området. Annars betydande störningar | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 40-50 miljoner   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Längre genomförandeperiod                  | Stora samordningsvinster med anledning av att åtgärder kan genomföras i större grad om husen rivs. Mindre samordningsvinster om husen inte rivs. | Medelstora osäkerheter med anledning av att omfattningen av åtgärderna är behäftade med vissa osäkerheter som illustreras i framtagen 3D-modell | Kvarvarande risker inom brandstationen, dominerande del av föreningarna avlägsnas emellertid från området |
| Åtgärdsnivå 5a "Administrativa åtgärder samt schaktsanering – schaktning ner till naturlig mark i kombination med restriktioner"  | Betydande minskad spridning bortsett från delområde där utfyllnad kvarlämnas     | Risker för MKM kvarstår. Risker förknippade med direktexponering samt odling minskar betydligt   | Avlägsnande av påverkade/föreningade massor inom större delen av området, dock ej inom "Brandstationen"                           | Betydande minskade sannolikhet för exponering. Sannolikhet för exponering vid MKM-området kvarstår (både direkt exponering/ indirekt | Mindre mängder förening kvarlämnas, i huvudsak endast inom Brandstationen                                     | Risker kvarstår för MKM området och beständigheten kan påverkas av klimatförändringa (förändrat grundvattenflöde och pH)  | Ingen påverkan  | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Mindre behov av restriktioner  | Behov av återställning inom större delen av området förutom brandstationen.  | Betydande störningar och olägenheter i samband med omfattande schaktåtgärder  | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 55,7   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Betydande tid för genomförande av åtgärder | Viss samordningsvinst med genomförande av sanering i samband med ledningsomläggning  | Betydande osäkerheter med anledning av att omfattningen av åtgärderna är behäftade med stora osäkerheter  | Mindre risker kvarstår då föreningar fortsatt finns kvar inom delar av området                            |
| Åtgärdsnivå 5b "Förutsätter att bostadshusen rivs. I övrigt som 5a"   | Betydande minskad spridning bortsett från delområde där utfyllnad kvarlämnas     | Risker för MKM kvarstår. Risker förknippade med direktexponering samt odling minskar betydligt   | Avlägsnande av påverkade/föreningade massor inom större delen av området, dock ej inom "Brandstationen"                           | Betydande minskade sannolikhet för exponering. Sannolikhet för exponering vid MKM-området kvarstår (både direkt exponering/ indirekt | Mindre mängder förening kvarlämnas, i huvudsak endast inom Brandstationen                                     | Risker kvarstår för MKM området och beständigheten kan påverkas av klimatförändringa (förändrat grundvattenflöde och pH)  | Mindre påverkan med anledning av borttagande av massor samt återfyllnad och ev modifiering av landskapsbilden | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Inget behov av restriktioner - bör ej vara behov av restriktioner i och med att brandstationen är MKM? | Behov av återställning inom större delen av området förutom brandstationen.  | Stora störningar och olägenheter med anledning av schakter men då husen rivs bor färre personer inom området                          | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 76,5   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Längre genomförandeperiod                  | Stora samordningsvinster med anledning av att åtgärder kan genomföras i större grad då husen rivs  | Stora osäkerheter med anledning av att omfattningen av åtgärderna är behäftade med stora osäkerheter  | Kvarvarande risker inom brandstationen, dominerande del av föreningarna avlägsnas emellertid från området |
| Åtgärdsnivå 6a "Fullständig schaktsanering - schakt ned till naturlig markyta"  | Betydande minskad spridning bortsett från delområde där utfyllnad kvarlämnas     | Riskerna förknippade med direktexponering samt odling minskar betydligt  | Avlägsnande av påverkade/föreningade massor inom alla området   | Betydande minskade sannolikhet för exponering  | Mindre mängder förening kvarlämnas, i huvudsak endast i mindre grad inom Brandstationen                       | God beständighet avseende genomförda åtgärder   | Ingen påverkan  | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Mindre behov av restriktioner i och med att husen står kvar (beror av vad som finns under dem)         | Betydande behov av återställning   | Betydande störningar och olägenheter i samband med omfattande schaktåtgärder  | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 72,8   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Betydande tid för genomförande av åtgärder | Viss samordningsvinst möjlig då andra arbeten kan genomföras i samband med åtgärder  | Betydande osäkerheter med anledning av att omfattningen av åtgärderna är behäftade med stora osäkerheter  | Mindre risker kvarstår då föreningar fortsatt finns kvar inom delar av området                            |
| Åtgärdsnivå 6b "Förutsätter rivning av hyreshus, annars som 6a"   | Betydande minskad spridning bortsett från delområde där utfyllnad kvarlämnas     | Riskerna förknippade med direktexponering samt odling minskar betydligt  | Avlägsnande av påverkade/föreningade massor inom alla området   | Betydande minskade sannolikhet för exponering  | Mindre mängder förening kvarlämnas, i huvudsak endast i mindre grad inom Brandstationen                       | God beständighet avseende genomförda åtgärder   | Ingen påverkan  | Inga begränsningar med avseende på exempelvis odling och rekreation inom området   | Inget behov av restriktioner   | Betydande behov av återställning   | Stora störningar och olägenheter med anledning av schakter men då husen rivs bor färre personer inom området                          | Mycket positiva effekter då stora delar av föreningarna avlägsnas  | 93,6   | Små behov av efterföljande kontroll                              | Längre genomförandeperiod                  | Stora samordningsvinster med anledning av att åtgärder kan genomföras i större grad då husen rivs  | Stora osäkerheter med anledning av att åtgärderna är behäftade med stora osäkerheter  | Mycket små kvarvarande risker, dominerande del av föreningarna avlägsnas från området                     |

Mycket bra/obetydlig  
 Bra/Liten  
 Måttlig  
 Dålig/hög/omfattande

**Datum**  
2021-11-23

**Diarienummer**  
Fyll i nr

**Handläggare**  
David Bohgard

## Request for information om intresse för traditionellt omhändertagande, sekundär utvinning och/eller alternativt omhändertagande till deponering av gruvavfall i Kopparberg

Sveriges geologiska undersökning – SGU, önskar svar på RFI senast datum enligt nedan:

Leverantören inbjuds till att skriftligen besvara frågorna nedan senast 2021-12-17. Om SGU behöver mer information av leverantören, inbjuds leverantören till ett dialogmöte där frågorna diskuteras mer ingående. I samband med inlämnande av de skriftliga svaren kan leverantören meddela om de är intresserade av att delta i ett dialogmöte. Dialogmöten genomförs först företrädesvis i januari/februari 2022. Dialogmötet hålls via Skype och får högst ta 2 timmar.

Anledning till denna RFI är att SGU vill bilda sig en uppfattning om marknaden inför en möjlig kommande upphandling av omhändertagande av förorenade massor vid Kaveltorps f.d. bly och kopparverk i Kopparberg. SGU är idag huvudman för att genomföra åtgärdsförberedande undersökningar vid objektet men har inte bidrag för att genomföra åtgärden. Åtgärd beräknas tidigast komma till stånd under 2022.

Samhället behöver ställa om till en mer cirkulär hantering av jordar och massor samt minska mängden material som deponeras. I förekommande fall innehåller de massor som är aktuella för en schaktåtgärd metaller som eventuellt kan vara av utvinningsintresse, i dag eller i en framtid med nya tekniker för utvinning eller ett ändrat behov av metaller i samhället. SGU ser det därför som angeläget att genom denna RFI bilda sig en uppfattning om möjligheterna och intresset hos marknaden för sekundär utvinning av metaller ur det avfall som kan komma att genereras vid en framtida schakt. Avfallet består av både slagg och anrikningssand och SGU behöver skapa sig en förståelse för om det kan finnas ett intresse för att separera fraktionerna, både för att öka möjligheterna för sekundär utvinning och för att minska mängden avfall som kan behöva deponeras. SGU vill även ha svar på var och hur massorna kan tas omhand, i händelse det inte går att återvinna eller utvinna något ur massorna. Underlaget från RFI:n kan komma att användas i en åtgärdsutredning där olika åtgärdsalternativ jämförs relativt varandra. Målet med genomförandet av RFI:n är också att öppna upp för en dialog med potentiella intressenter för avfallsmassorna och att skapa incitament och intresse för återvinning av massorna som sådana eller utvinning av ämnen ur avfallsmassorna, så att efterbehandling av förorenade områden även minskar

riskerna med förorening ur ett helhetsperspektiv och inte bara på den enskilda platsen som är föremål för åtgärd. Det är även av intresse för SGU att förstå var lämpliga massor för återfyllnad av platsen kan hämtas ifrån.

Även om en framtida upphandling av omhändertagande av massorna ligger relativt långt fram i tiden vill SGU bilda sig en uppfattning om intresset för avfallet i fråga, för att därigenom förstå förutsättningarna för hur ett omhändertagande kan se ut och på så vis även planera för en framtida upphandling. Det finns juridiska aspekter med återvinning av ett avfall som kan utgöra hinder för ett alternativt omhändertagande. Denna RFI riktar sig främst mot möjligheterna att tekniskt återvinna massorna eller utvinna ämnen ur de aktuella massorna, oaktat ansvaret för gruvavfallet vid en sådan återvinningsituation.

I Örebro län förekommer flertalet gruvlämningar av liknande karaktär och kunskap om huruvida det finns intresse och möjligheter för sekundär utvinning eller ett alternativt omhändertagande är därmed intressant för länet i stort, och inte enkom för SGU i det specifika fallet. Underlaget som lämnas in till denna RFI kommer därför även att delges Länsstyrelsen i Örebro län och Ljusnarsbergs kommun. Representanter från dessa parter kan även komma att delta på dialogmöten.

## Dokumentation

De skriftliga svar som kommer in till SGU kommer att diarieföras och bli offentlig handling. Diskussioner som förs, samt underlag som presenteras under dialogmöten kommer att utgöra offentlig handling. Sekretess kan begäras vid behov men måste meddelas innan svar lämnas in. Underlaget från skriftliga och muntliga svar kan komma att användas i fortsatt utredningsarbete rörande avvägningar av hur uppschaktade massor ska hanteras.

## SGU önskar svar på följande frågeställningar i det skriftliga svaret på RFI:n:

1. Intresse för osorterade massor:
  - a) Förslag på anläggning som kan omhänderta massorna och avstånd från Kopparberg?
  - b) Kan massorna på den föreslagna anläggningen hållas separerade från annat avfall i händelse nya tekniker i framtiden möjliggör återvinning/utvinning?
  - c) Var kan återfyllnadsmassor hämtas ifrån och hur säkerställs kvaliteten på dessa?
  - d) Finns det möjlighet att återanvända massorna inom åtgärdsområdet vid Kaveltorp, genom t.ex. stabiliseringsmetoder, eller genom att utseparera renare fraktioner?
  
2. Intresse för anrikningssanden:
  - a) Finns det ett **nutida** intresse för sekundär utvinning av metaller ur anrikningssanden?
  - b) Vilka ämnen skulle i så fall kunna vara intressanta för sekundär utvinning?



- c) Hur skulle ämnen med **dagens befintliga anrikningsmetoder** kunna återvinnas ur anrikningssanden?
  - d) Hur behöver i så fall anrikningssanden hanteras vid en uppschaktning?
  - e) Om sekundär utvinning är möjlig, var finns i så fall denna typ av anläggning geografiskt där detta kan ske?
  - f) Finns det potentiella **framtida anrikningsmetoder** som skulle behöva utvecklas? Dvs är massorna intressanta för forskning kring nya tekniker för återvinning?
  - g) Även om inte utvinningsmetoder finns idag, kan det vara intressant att spara sanden separerat från annat avfall för en eventuell framtida utvinning?
3. Intresse för slaggen:
- a) Finns det möjligheter med **dagens tekniker** att utvinna ämnen ur slaggen?
  - b) I så fall vilka ämnen och hur skulle en återvinning kunna gå till?
  - c) Om sekundär utvinning är möjlig, var geografiskt finns i så fall denna typ av anläggning där detta kan ske?
  - d) Finns det något annat användningsområde för slaggen än sekundär utvinning av metaller?
  - e) Om svaret på någon av frågorna ovan är ja. Vilka förutsättningar krävs för att detta ska kunna genomföras och vilket underlag behövs?

### **Förutsättningar så långt de är kända:**

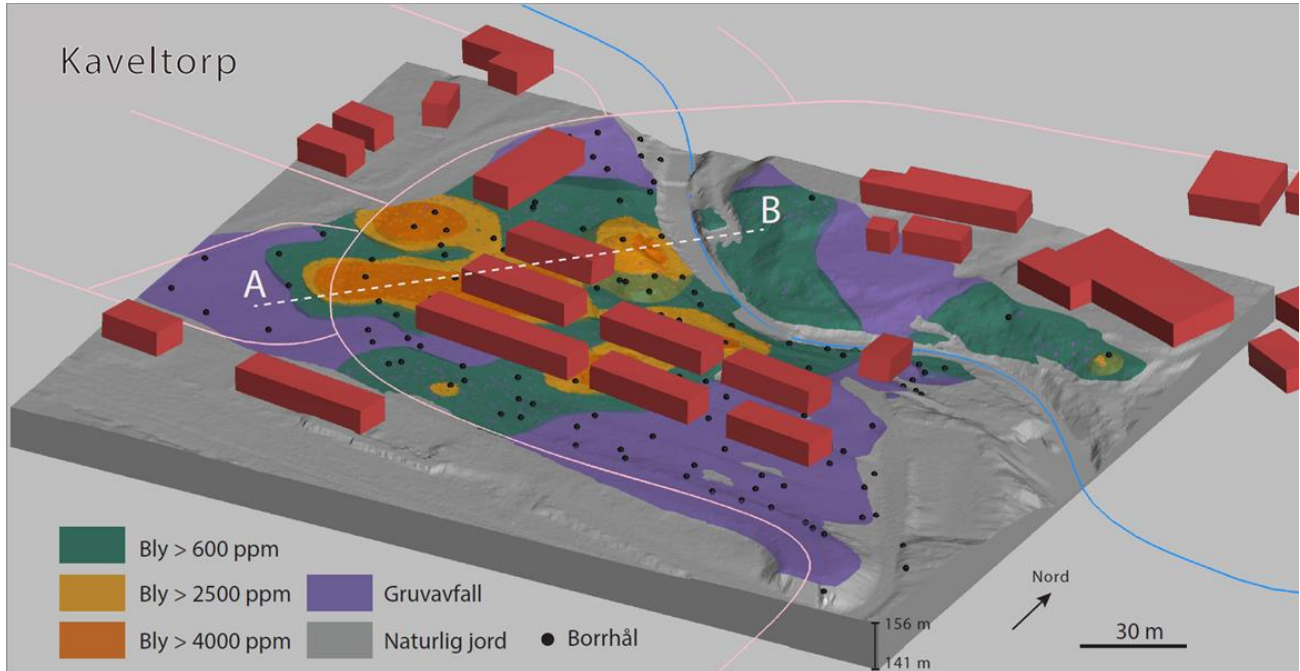
Gruvavfall (slagg och anrikningssand) från Kaveltorps bly och kopparverk samt från omkringliggande, historisk gruvdrift har använts som fyllnadsmassor vid ett bostadsområde med en total yta av c:a 30 000 m<sup>2</sup>. Området som är aktuellt för åtgärd har delats upp i 5 st. delområden vilka baseras både på markanvändning och utbredning av avfallet (se Figur 1). Mängden fyllnadsmassor på området som kan komma att schaktas bort är 12 000 – 37 000 m<sup>3</sup>. Mängden är beroende av vilken ambition på riskreduktion som väljs men också om bebyggelsen rivs eller ej. Området kommer att fyllas ut med rena massor efter slutförd schaktsanering.



**Figur 1:** Översiktlig karta över området och dess markanvändning

## Massornas totalhalter

För att förstå massornas geokemiska egenskaper har dels de olika materialen undersökts enskilt, dels blandningen av dem. Ett stort antal totalhalts-prover har uttagits på området (mer än 200 st.), på olika djup, och ej med avseende på de olika ingående fraktionerna. De högsta halterna av zink och bly har påträffats i ytligt jord (0-0,5 m), emedan medelhalterna av bly, koppar och zink är högst i jord från ett djup av 0,5-1m. En 3D-modell har upprättats för området, för att förstå föroreningsutbredningen i djupled (Figur 2). I tabell 1-4 nedan visas totalhalter från olika djup.



Figur 2. Utbredningen av bly i området.

**Tabell 1:** Medel-, max-, minimumhalter, samt antalet prover som överstiger gränsvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) i ytliga prover (0-0,5 m), n = 198

| Ämne    | Enhet | Medel | Max   | Min | Antal över KM | Antal över MKM | KM  | MKM |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------------|----------------|-----|-----|
| Arsenik | mg/kg | 10    | 70    | 0   | 31            | 11             | 10  | 25  |
| Barium  | ” ”   | 241   | 674   | 14  | 120           | 98             | 200 | 300 |
| Bly     | ” ”   | 1044  | 36500 | 7   | 159           | 81             | 50  | 400 |
| Kadmium | ” ”   | 3     | 84    | 0   | 37            | 2              | 0,8 | 12  |
| Kobolt  | ” ”   | 8     | 274   | 2   | 2             | 2              | 15  | 35  |
| Koppar  | ” ”   | 329   | 4530  | 5   | 118           | 64             | 80  | 200 |
| Zink    | ” ”   | 683   | 36700 | 26  | 122           | 36             | 250 | 500 |

**Tabell 2:** Medel-, max-, minimumhalter i samt antalet prover som överstiger gränsvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) i prover tagna på ett djup av 0,5-1 m, n = 39

| Ämne    | Enhet | Medel | Max   | Min | Antal över KM | Antal över MKM | KM  | MKM |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------------|----------------|-----|-----|
| Arsenik | mg/kg | 3     | 19    | 1   | 2             | 0              | 10  | 25  |
| Barium  | ” ”   | 133   | 580   | 15  | 9             | 9              | 200 | 300 |
| Bly     | ” ”   | 2001  | 15500 | 5   | 22            | 19             | 50  | 400 |
| Kadmium | ” ”   | 4     | 19    | 0   | 14            | 3              | 0,8 | 12  |
| Kobolt  | ” ”   | 7     | 81    | 2   | 1             | 1              | 15  | 35  |
| Koppar  | ” ”   | 798   | 4238  | 3   | 21            | 18             | 80  | 200 |
| Zink    | ” ”   | 947   | 5820  | 22  | 21            | 13             | 250 | 500 |

Utifrån tabell 3 och 4 går att utläsa att medelhalten av koppar och zink är högre i jord provtaget från 1–2 meter och halterna av arsenik, barium, bly, kadmium och kobolt är högre i jord provtagen djupare än 2 meter.

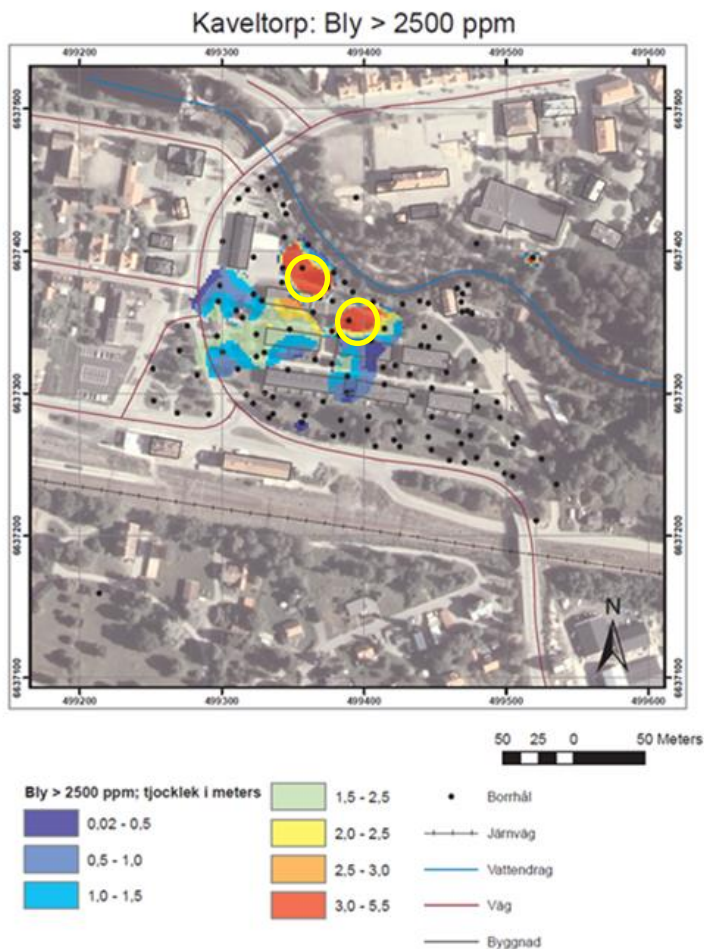
**Tabell 3:** Medel-, max-, minimumhalter i Medel-, max-, minimumhalter i samt antalet prover som överstiger gränsvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) i prover tagna på ett djup av 1-2 m, n = 48

| Ämne    | Enhet | Medel | Max   | Min | Antal över KM | Antal över MKM | KM  | MKM |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------------|----------------|-----|-----|
| Arsenik | mg/kg | 10    | 122   | 1   | 6             | 2              | 10  | 25  |
| Barium  | ” ”   | 171   | 519   | 14  | 19            | 18             | 200 | 300 |
| Bly     | ” ”   | 1396  | 13000 | 5   | 17            | 11             | 50  | 400 |
| Kadmium | ” ”   | 7     | 58    | 0   | 14            | 4              | 0,8 | 12  |
| Kobolt  | ” ”   | 155   | 2059  | 2   | 9             | 8              | 15  | 35  |
| Koppar  | ” ”   | 461   | 2930  | 3   | 15            | 12             | 80  | 200 |
| Zink    | ” ”   | 879   | 5670  | 24  | 31            | 13             | 250 | 500 |

**Tabell 4:** Medel-, max-, minimumhalter i Medel-, max-, minimumhalter i samt antalet prover som överstiger gränsvärden för känslig markanvändning (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) i prover tagna på ett djup av mer än 2 m, n = 63

| Ämne    | Enhet | Medel | Max   | Min | Antal över KM | Antal över MKM | KM  | MKM |
|---------|-------|-------|-------|-----|---------------|----------------|-----|-----|
| Arsenik | mg/kg | 36    | 352   | 1   | 3             | 2              | 10  | 25  |
| Barium  | ” ”   | 321   | 539   | 11  | 50            | 49             | 200 | 300 |
| Bly     | ” ”   | 2866  | 11700 | 3   | 8             | 6              | 50  | 400 |
| Kadmium | ” ”   | 40    | 304   | 0   | 8             | 3              | 0,8 | 12  |
| Kobolt  | ” ”   | 343   | 3837  | 1   | 11            | 8              | 15  | 35  |
| Koppar  | ” ”   | 337   | 6600  | 4   | 8             | 7              | 80  | 200 |
| Zink    | ” ”   | 590   | 8290  | 9   | 33            | 6              | 250 | 500 |

Med hjälp av 3D-modellen har områden med djupare förorening och höga halter, kunnat pekats ut som eventuellt intressanta för djupare schakt (Figur 3).



**Figur 3:** Gula ringar visar var det kan vara aktuellt med en djupare schakt.

### Fyllnadsmassornas innehåll

Fyllnadsmassorna vid Kaveltorp består huvudsakligen av sand med varierande inblandning av slagg och gråberg och utgörs sålunda av en blandmatris av olika material. Dessa material och dess inblandning i fyllnadsmassorna beskrivs nedan.

### Slagg

Slaggavfallet som studerats utgörs av samlingsprov på avfall från den smältverksamhet som bedrivits på platsen historiskt. Materialet består av krossade, gråsvarta eller gröngrå, ställvis oxiderade fragment. Under genomförd rotonic-borring observerades material i storleksordningen en till tio cm i diameter inom vilken fragment i kornstorlekar mellan ca två och fem cm förefaller vara dominerade.

### **Blandat fyllnadsmaterial**

Samlingsprovet på blandat fyllnadsmaterial domineras av sand och utgörs därutöver av slagg och till viss del gråberg, tegel- och kolrester. Provet är i synnerhet representativt för de västra och nordligaste delarna av Kaveltorp (området kring brandstationen, runt privatbostaden i nordost samt slänten mot Garhytteån) och där andelen slagg i fyllningen är förhållandevis stor jämfört med övriga områdesdelar. Okulär uppskattning av provets kornstorleksfördelning gör gällande att provet, liksom det material som det representerar, huvudsakligen utgörs av fraktioner inom ramen för mellansand (ca 0,2-0,6 mm) och att innehållet av slagg uppgår till ca 40-60%.

### **Ytlig jord**

Samlingsprov på ytlig fyllning har samlats in från dels privatfastigheten belägen i Kaveltorps nordöstra hörn och dels kommunalägda markytor i området. Proverna har liknande materialsammansättning på så vis att båda huvudsakligen utgörs av mellansand alternativt sand (enligt okulär jordartsbedömning) och således utgörs av fraktioner kring ca 0,2-2 mm. I sanden förekommer även slaggavfall i en omfattning som enligt erhållna fältintryck bedöms variera mellan ca en och fem procent och där högst inblandning kunnat noteras vid den privatägda fastigheten. Slaggen förefaller vidare till både till karaktär och kornstorleksfördelning vara mycket lik det motsvarande avfall som påträffats i fyllningen och utgörs således av till synes ojämnt vittrade fraktioner på omkring 2-5 cm. Inom de allmänna delarna av Kaveltorp är det ytliga fyllnadsmaterialet genomgående övertäckt av antingen hårdgjord eller gräsbevuxen mark medan det inom den privatägda fastigheten förekommer fullt exponerat i dagen.

### **Gråberg**

Genomförda markundersökningar har kunnat knyta inslagsvis förekomst av gråberg till fyllningen i områdets norra delar. Materialet utgörs av kantig bergkross som huvudsakligen är mörkgrått till färgen. Materialytorna är vidare relativt jämnfärgade och saknar karakteristiska tecken på högt sulfidsvavelinnehåll eller pågående vittring då det varken är poröst, rostfläckigt eller uppsprucket. Liksom för det slaggavfall som påträffats domineras observerade gråbergsfraktioner av material i storleksordningen 0,1 till 1 dm i diameter.

Utöver ovan indelning av massorna i olika fraktioner har även ett samlingsprov bestående av 8 delprov från 5 borrhöjningar (0,1-2,5 m djup) med innehåll av slagg och gruvavfall tagits ut och delats upp i 4 st. kornstorleksfraktioner (<0,063; 0,063-1; 1-2 och 2-4 mm). Dessa fyra kornstorleksfraktioner analyserades på dess metallinnehåll. Resultaten visar att den absoluta merparten (mer än 60 %) av denna jord har en kornstorlek mindre än 0,063 mm. I kornstorleksfraktionen 0,063-1mm återfinns c:a 31 % av den totala jordmassan, och i de grövre fraktionerna (1-4 mm) c:a 8 % av jordmassan. I kornstorleksfraktioner grövre än 0,063 mm återfinns relativt höga halter av bly, koppar, svavel och zink. I den finaste kornstorleksfraktionen (<0,063 mm) är halterna av bly, koppar, svavel och zink, under detektionsgränsen och därmed mycket låga (tabell 5).



**Tabell 5:** Metallhalter i jord med kornstorleksfraktionerna <0,063; 0,063-1; 1-2 och 2-4 mm från Kaveltorp, samt andel (i vikts-%) av dessa kornstorleksfraktioner av total mängd.

| Metall            | Enhet | Kornstorleksfraktioner |             |        |         |
|-------------------|-------|------------------------|-------------|--------|---------|
|                   |       | <0,063 mm              | 0,063 - 1mm | 1-2 mm | 2- 4 mm |
| Guld              | mg/kg | <0.05                  | <0.05       | <0.05  | <0.05   |
| Beryllium         | " "   | 2,44                   | 2,77        | 4,97   | 6,27    |
| Kobolt            | " "   | -                      | 13,8        | 29,5   | 39,1    |
| Koppar            | " "   | -                      | 1080        | 1840   | 2310    |
| Niob              | " "   | 10,6                   | 6,74        | 8,68   | 8,47    |
| Nickel            | " "   | -                      | 5,08        | 5,84   | 8,21    |
| Bly               | " "   | -                      | 2000        | 2960   | 3500    |
| Svavel            | " "   | -                      | 1000        | 2260   | 3440    |
| Skandium          | " "   | 8,01                   | 3,66        | 6,45   | 4,58    |
| Strontium         | " "   | 111                    | 119         | 105    | 65      |
| Vanadin           | " "   | 38,3                   | 28          | 30,2   | 27,5    |
| Wolfram           | " "   | 8,67                   | 16,2        | 41,2   | 60,9    |
| Yttrium           | " "   | 31,4                   | 26,1        | 43,6   | 58,3    |
| Zink              | " "   | -                      | 1840        | 4520   | 6380    |
| Zirkonium         | " "   | 309                    | 138         | 149    | 122     |
| Vikts- % av total |       | 61                     | 31          | 5      | 3       |

## Massornas geokemiska egenskaper

För att förstå massornas geokemiska egenskaper har dels de olika materialen undersökts enskilt, dels blandningen av dem. Skakförsök, syra-bas-beräkning samt fuktkammarförsök har genomförts i syfte att utreda materialens laknings egenskaper samt eventuell lämplig deponering.

Skakförsök har utförts på samlingsprov tagna från 0-9 meters djup i området. Medelhalter i ingående material till skakförsöken visas i tabell 6. Halterna av zink och koppar är generellt högre i ingående material, om man jämför medelhalter.

**Tabell 6:** Medelhalter av metaller i ingående material till skakförsök, gränsvärden för känslig markanvändning (KM), mindre känslig markanvändning (MKM) samt farligt avfall (FA). Gul-, orange- samt rödmarkerade halter överstiger gränsvärden för KM, MKM respektive FA.

| Ämne    | Enhet | Slagg | Blandad fyllning | Ytlig fyllning | Gråberg | KM  | MKM | FA    |
|---------|-------|-------|------------------|----------------|---------|-----|-----|-------|
| Arsenik | mg/kg | 2,1   | 47               | 7              | 0,4     | 10  | 25  | 1000  |
| Barium  | " "   | 190   | 352              | 370            | 295     | 200 | 300 | 50000 |
| Bly     | " "   | 1104  | 1135             | 979            | 7,3     | 50  | 400 | 2500  |
| Koppar  | " "   | 1218  | 1054             | 466            | 15      | 80  | 200 | 2500  |
| Zink    | " "   | 3535  | 1041             | 631            | 20      | 250 | 500 | 2500  |

Sammanfattningsvis visar försöken att materialet är lämpligt att deponera på deponi för icke-farligt avfall, men inte inert avfall (Tabell 6). Analyser och lakförsök har utförts på krossat material medför att resultaten som erhålls generellt återspeglar finare fraktioner av materialet än vad som förekommer naturligt. Eftersom innehållet i ett finare material generellt är mer mobilt än innehållet i ett grövre material

(på grund av större antal kontaktytor) medför provberedningen sålunda att det undersökta materialets mobilitet och utlakningspotential ökar. För den aktuella bedömningen är det följaktligen relevant att beakta att redovisade utfall av genomförda laktester, till följd av provberedningen, sannolikt pekar på en något högre utlakning än vad materialet ger upphov till under fältförhållanden. Då merparten av försöken utförts på prover som beretts på ungefär samma sätt bedöms dock beredningen inte påverka jämförbarheten mellan utfall från olika försökstyper.

**Tabell 6:** Lakvattnets (L/S = 10) halt av lösta metaller, klorid, flor och svavel, Naturvårdsverkets riktvärden för återvinning av avfall i anläggningsarbeten (Naturvårdsverket, 2010) ”Mindre än ringa risk” (MRR) och Nivåer av ämnen deponitäckning(NDT). Mottagningskriterier Deponi för inert avfall. Gulmarkerade halter överstiger gränsvärdena för mottagning på deponi för inert avfall

| Provmaterial    | Ytlig jord | Slagg   | Slagg+ fyllnadsjord | Inert avfall | MRR  | NDT  |       |
|-----------------|------------|---------|---------------------|--------------|------|------|-------|
| Element         | Enhet      | L/S 10  |                     |              |      |      |       |
| As              | mg/kg      | 0,0111  | 0,114               | 0,142        | 0,5  | 0,09 | 0,4   |
| Ba              | " "        | 0,212   | 0,0532              | 0,288        | 20   |      |       |
| Cd              | " "        | 0,00264 | 0,00069             | 0,0268       | 0,04 | 0,02 | 0,07  |
| Cu              | " "        | 0,507   | 0,326               | 3,4          | 2    | 0,6  | 0,8   |
| Mo              | " "        | 0,0184  | 0,028               | 0,0174       | 0,5  |      |       |
| Ni              | " "        | <0.005  | <0.007              | 0,0128       | 0,4  | 0,4  | 0,6   |
| Pb              | " "        | 0,821   | 0,418               | 1,25         | 0,5  | 0,2  | 0,3   |
| Sb              | " "        | 0,00677 | 0,00439             | 0,00535      | 0,06 |      |       |
| Zn              | " "        | 0,816   | 0,126               | 3,83         | 4    | 3    | 4     |
| DOC             | " "        | 90,7    | 19,6                | 15,1         | 500  |      |       |
| Cl              | " "        | <10     | <10                 | <20          | 800  | 130  | 11000 |
| F               | " "        | 8,9     | 40,4                | 48,4         | 10   |      |       |
| SO <sub>4</sub> | " "        | <60     | <100                | 376          | 1000 | 200  | 8500  |
| pH              |            | 7,7     | 7,4                 | 6,8          |      |      |       |

Försök i fuktkammare på slagg samt fyllning med inslag av slagg visar att materialen ger upphov till ett lakvatten som är svagt surt både på kort och lång sikt. Att döma av genomförd syrabas-räkning har materialen en buffrande potential som sannolikt inte är tillräckligt hög för att neutralisera den syra som eventuellt kan bildas i materialet till följd av sulfidvittring. Lakningen är generellt låg och försöken visar att den högsta andelen metallen påträffas efter vad som kan efterlikna en ursköljning. Materialet påverkas i liten grad av andra processer som påverkar vittringen, såsom ett ändrat pH eller ändrade redox-förhållanden.

Frågor kan ställas till:

Sveriges geologiska undersökning – SGU

Attn. David Bohgard

Telefon: 070-1062894

E-post: [david.bohgard@sgu.se](mailto:david.bohgard@sgu.se)