



ÖREBRO UNIVERSITET



FORSKNINGSCENTRUM  
MÄNNISKA  
TEKNIK MILJÖ

## Översiktlig geokemisk undersökning av Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun



Brandstationen i Kopparberg vid fd koppar- och blyverket

**Mattias Bäckström**

**Forskningscentrum Människa-Teknik-Miljö  
Örebro universitet**

**MTM 11-02 Rep**

**2012-06-02**

## Sammanfattning

De föroreningar som primärt förorenar Kaveltorps koppar- och blyverk är spårelementen Pb, Cd, Cu och Zn. Av dessa bedöms bly och kadmium ha en mycket hög farlighet medan den för koppar är hög. Zinken bedöms endast ha en måttlig farlighet.

Den uppskattade totala mängden avfall inom det gamla industriområdet är 18 000 m<sup>3</sup> motsvarande 27 000 ton vilket får anses vara stora mängder. Halterna bly, koppar och kadmium bedöms vara mycket allvarliga. I avfallet finns sedan uppskattningsvis flera ton av samtliga spårelement. Sammantaget bedöms föroreningsnivån i mark vara mycket stor.

Föroreningsnivån i ytvattnet är mindre allvarlig.

De förorenade massorna förekommer inom nästan hela området och mycket nära Garhytteån. De förorenade massorna förekommer mycket nära markytan och är endast överlagrade av ett tunt jordtäckje. Materialet är tämligen genomsläppligt och lutning förekommer mot ån. Detta medför en möjlig spridningsväg från det förorenade området till Garhytteån. Spridning till Garhytteån har inte gått att bekräfta eftersom förhöjda metallhalter från andra källor i Kopparberg redan har bekräftats. Sammantaget bedöms dock de fysikaliska spridningsförutsättningarna i mark och grundvatten vara stora eller mycket stora.

Spridningsförutsättningarna i ytvattnet får också anses vara stora till mycket stora då flödet i Garhytteån är tämligen stort.

Kaveltorps koppar- och blyverk ligger inom Kopparbergs samhälle och används idag som bostadsområde. Området ligger också längs Garhytteån vilket gör att spridning av spårelementhalterna blir direkt till ytvattnet. Hela området är anslutet till det kommunala VA-systemet, vilket gör att inget vatten uttas från området.

Utifrån detta bedöms känsligheten vara mycket stor och skyddsvärdet vara måttligt.

Fyllnadsmassorna innehåller spårelement med mycket hög och hög farlighet i mycket stora mängder. Den totala mängden avfall bedöms vara mycket stor. De förekommande halterna är också mycket höga, vilket gör att risker för människors hälsa inte kan uteslutas inom området. De fysikaliska spridningsförutsättningarna bedöms vara stora till mycket stora i mark och grundvatten. Spridningen i ytvattnet bedöms också vara stora eller mycket stora. Känsligheten bedöms vara mycket stor och skyddsvärdet bedöms vara måttligt stort.

Kaveltorps koppar- och blyverk bedöms utifrån ovanstående resonemang utgöra mycket stor risk (riskklass 1) för människors hälsa och omgivande miljö.

# Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1. HISTORISK BAKGRUND.....	5
1.2. OMRÅDESBESKRIVNING.....	5
1.3. GRUVAVFALLSKEMI.....	6
1.3.1. Gruvavfall.....	6
1.3.2. Metallmobiliserande processer.....	7
1.3.3. Metallimmobiliserande processer.....	8
1.4. TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR.....	11
<b>2. UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR</b> .....	<b>13</b>
2.1. INVENTERING.....	13
2.2. GEOHYDROLOGISK UNDERSÖKNING.....	13
2.3. FÄLTINSTALLATIONER OCH PROVTAGNING.....	13
2.4. ANALYSER.....	13
2.4.1. Provbehandling av fast material.....	13
2.4.2. Generell karakterisering.....	13
2.4.3. Kemiska analyser.....	14
<b>3. RESULTAT</b> .....	<b>15</b>
3.1. INVENTERING.....	15
3.2. GEOHYDROLOGISK UNDERSÖKNING.....	17
3.3. ANALYSER.....	17
3.3.1. Mark.....	17
3.3.2. Ytvatten.....	18
3.4. SAMMANFATTNING AV FÖRORENINGSSITUATIONEN.....	19
<b>4. FÖRENKLAD RISKBEDÖMNING</b> .....	<b>20</b>
4.1. INLEDNING.....	20
4.2. AVFALL.....	20
4.3. YTVATTEN.....	22
4.4. SAMMANFATTNING.....	22
<b>5. RISKKLASSNING</b> .....	<b>23</b>
5.1. FÖRORENINGARNAS FARLIGHET.....	23
5.2. FÖRORENINGSNIVÅ.....	23
5.3. UTBREDDNING/SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	23
5.4. KÄNSLIGHET/SKYDDSVÄRDE.....	23
5.4.1. Preliminära övergripande åtgärds mål.....	23
5.4.2. Bedömning av känslighet och skyddsvärde.....	24
5.5. SLUTLIG RISKKLASSNING.....	24
<b>6. ÅTGÄRDER</b> .....	<b>25</b>
6.1. INLEDNING.....	25
6.2. ADMINISTRATIVA ÅTGÄRDER.....	25
6.3. IMMOBILISERINGSMETODER.....	25
6.3.1. Övertäckning.....	25
6.3.2. Reaktiva barriärer.....	26
6.3.3. Anlagda våtmarker.....	27
6.3.4. Övriga åtgärder.....	27
6.4. INGEN ÅTGÄRD (NOLLALTERNATIV).....	27
6.5. FÖRSLAG TILL VIDARE ÅTGÄRDER.....	28
6.6. FÖRSLAG TILL VIDARE UNDERSÖKNINGAR.....	28

<b>7. REFERENSER .....</b>	<b>29</b>
<b>BILAGA 1 - PROVTA GNINGSPROTOKOLL .....</b>	<b>34</b>
<b>BILAGA 2 - ANALYSRESULTAT .....</b>	<b>38</b>
<b>BILAGA 3 – MIFO-BLANKETTER.....</b>	<b>45</b>

## 1. Inledning

Enligt MIFO fas 1 är Kaveltorps koppar- och blyverk placerat i riskklass 2. Anledningen till detta är att området förväntas vara kraftigt förorenat med avseende på tungmetaller. På området är idag dessutom ett antal flerbostadshus uppförda, vilket betyder att känsligheten är mycket hög.

Länsstyrelsen i Örebro har därför givit Forskningscentrum Människa-Teknik-Miljö, Örebro universitet, i uppdrag att undersöka området och genomföra en riskklassning enligt MIFO fas 2.

### 1.1. Historisk bakgrund

Den historiska informationen är sparsam. Enligt uppgifter från Arkivcentrum fanns inom området ”*Kafveltorps proffhytta för nedsmältning af silver, bly och kopparmalm*”. Verksamheten skall ha påbörjats 1858 och ha pågått fram till början av 1900-talet. Smältverket skall ha legat ungefär där brandstationen ligger idag. Slutprodukterna benämndes garkoppar respektive verkbley. I huvudsak erhöles malmen från det närliggande Kaveltorpsfältet.

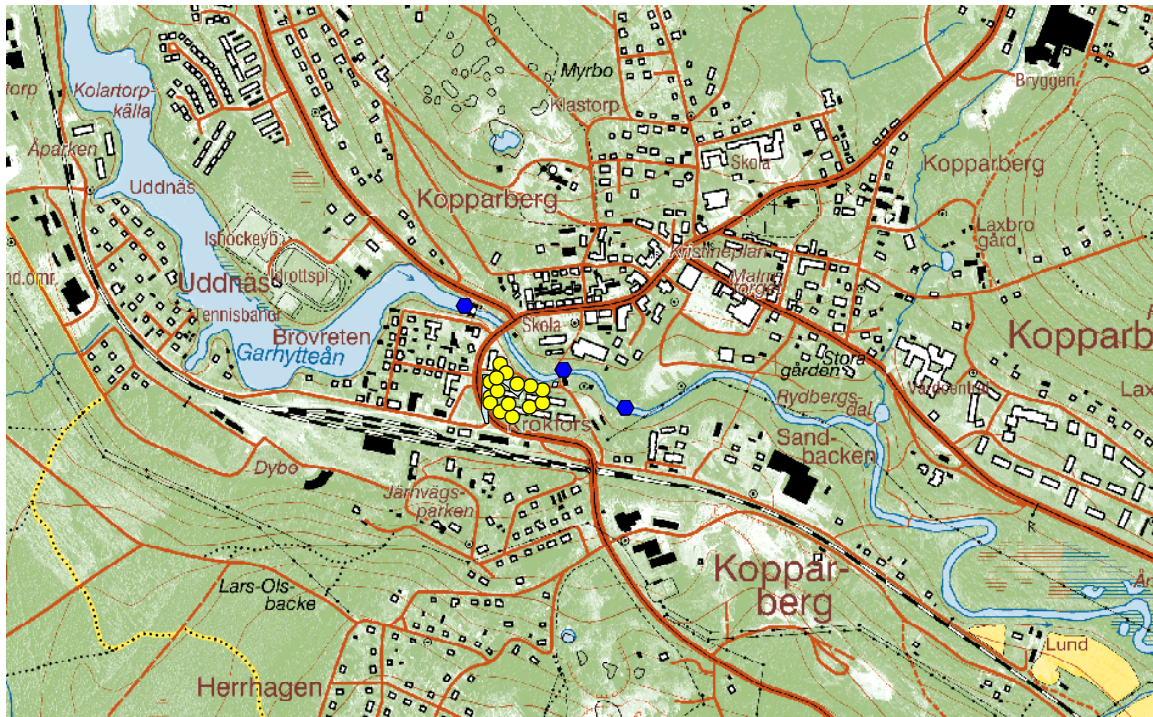
Enligt uppgift byggdes de förekommande flerbostadshusen kring 1971. Någon vidare efterbehandling av marken gjordes inte då husen är byggda med betongplatta direkt mot marken.

### 1.2. Områdesbeskrivning

Kaveltorps koppar- och blyverk är beläget inom de centrala delarna av Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun (Figur 1.1). Markanvändningen inom området är till största delarna bostadsområde även om brandstationen också ligger inom det aktuella området. Inom området består jordtäcket av fyllnadsmaterial ovan sorterad jordarter (sand, lera). Den generella avrinningsriktningen för både yt- och grundvatten är mot Garhytteån för att senare nå Norrsjön ett antal kilometer nedströms. Området är anslutet till det kommunala VA-systemet.

Berörda fastigheter är följande

- Krokfors 1
- Krokfors 2
- Lund 2:4
- Lund 2:8



Figur 1.1: Översiktskarta över Kaveltorps koppar- och blyverks placering inom Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

### 1.3. Gruvavfallskemi

#### 1.3.1. Gruvavfall

Gruvdrift har pågått i Sverige i mer än 1000 år. Under medeltiden och ända fram till industrialiseringen var framställningen av koppar och silver i Bergslagen mycket viktig för den sociala och kulturella utvecklingen i Sverige. Och under många århundraden var Sverige Europas största producent av stål, koppar och silver. De kommersiellt viktiga metallerna förekommer ofta som sulfider i berggrunden. Brytning och bearbetning av dessa sulfider leder till att vittringsreaktionernas hastighet ökar drastiskt genom att den exponerade ytan för luft och vatten ökar.

Under brytningen och efterföljande anrikningsprocesser produceras två typer av avfall; varp och anrikningssand (vasksand). Varpen är det material som har grävts undan för att nå den mineralhaltiga malmen. Varpens sammansättning är väldigt heterogen och kan bestå av allt från gråberg till malminnehållande bitar. Vanliga mineraler i varp är exempelvis kvarts ( $\text{SiO}_2(\text{s})$ ), klorit ( $((\text{Fe},\text{Mg},\text{Al})_{4-6}(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8(\text{s}))$ ), talk ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{s})$ ), biotit ( $\text{K}(\text{Mg},\text{Fe})_3(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2(\text{s})$ ) samt små mängder kalcit ( $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ). Storlek, vittringsbenägenhet och metallinnehåll kan också variera högst väsentligt. Anrikningssanden är mer homogen både vad det gäller storleksfördelning (1  $\mu\text{m}$ -1 mm) och sammansättning.

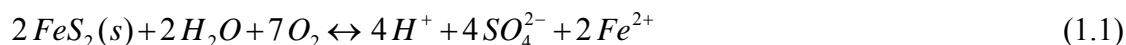
Den efterföljande bearbetningen av malmen i hyttor och smältverk ger i sin tur upphov till ett avfall kallat slagg. Slaggen innehåller dels rester från malmen men också andra tillsatsmaterial från själva processen. Slaggen bör innehålla en lägre halt sulfider än vad



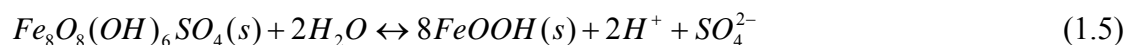
den ursprungliga malmen gjorde och därmed inte vara lika sur och lättlakad med avseende på spårmetaller.

### 1.3.2. Metallmobiliserande processer

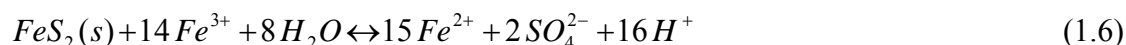
Surt lakvatten från gruvdeponier uppstår när pyrit ( $\text{FeS}_2$ ) oxiderar enligt ekvation 1.1. De primära produkterna är tvåvärt järn ( $\text{Fe}^{2+}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) och protoner ( $\text{H}^+$ ). Under oxiderande förhållanden blir dock det tvåvärda järnet omvandlat till trevärt järn (ekvation 1.2). Ekvation 2 anses normalt vara den kinetiskt begränsande reaktionen i pyritvittringen men kan bli bakteriellt katalyserad av *Thiobacillus ferrooxidans* och *Ferrobacillus ferrooxidans* (USEPA, 1994a). Bakteriernas pH-optimum ligger mellan 2 och 3,5 (Ledin och Pedersen, 1996).



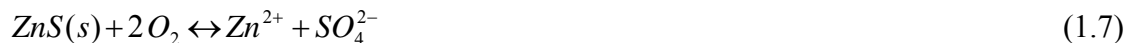
Det bildade trevärda järnet kommer i närvaro av syre och vatten falla ut antingen som ferrihydrit (ekvation 1.3), götit (ekvation 1.4), jarosit ( $(\text{K,Na,H})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6(s)$ ) eller schwertmanit ( $\text{Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_6\text{SO}_4(s)$ ) beroende på lakvattnets sammansättning. Dessa reaktioner medför en ytterligare sänkning av pH då protoner produceras. Utfällning av jarosit sker under pH 2,5 medan schwertmannit har sitt optimum mellan pH 2,8 och 3,2. Vid pH över 3,2 konkurreras sulfaten ut av hydroxidjonen. Dock kommer också de bildade nya faserna att sänka halterna av tungmetaller i lösning genom exempelvis sorption och medfällning (se 1.3.3.). Med tiden kommer dock alla oxyhydroxider och hydroxysulfater omvandlas till götit. För schwertmannitens del sker detta genom ytterligare försurning enligt ekvation 1.5. Genom vidare kondensation kommer ferrihydriten och götiten att omvandlas till hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3(s)$ ) och magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4(s)$ ).



I frånvaro av syre kan det trevärda järnet driva pyritoxidationen (ekvation 1.6). Denna reaktion kan bli självgenererande vilket gör att vittringen inte upphör även om syretillförseln skulle upphöra. Studier i Bersbo, Östergötland, tyder på att även 15 år efter täckningen sker autokatalytisk pyritvittring driven av trevärt järn (Karlsson och Bäckström, 2003). Ökande halter av järn och tungmetaller till den angränsande Gruvsjön bekräftar detta.



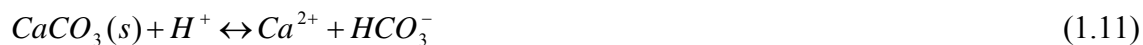
Under de sura betingelser som bildas vid pyritvittring oxideras också de andra sulfidmineralerna såsom sphalerite (ekvation 1.7), galena (ekvation 1.8), chalcopyrite (ekvation 1.9) och arsenopyrite (ekvation 1.10).



Utifrån ekvationerna 1.7-1.10 kan det utläsas att det bara är arsenopyriten som generar ytterligare syra förutom pyriten. Detta gäller dock också chalcopyriten då den generar divalent järn som kommer oxideras vidare.

### 1.3.3. Metallimmobiliserande processer

Buffrande mekanismer när surt lakvatten möter en neutral miljö består huvudsakligen av en serie mineralupplösnings och –utfällningsreaktioner som styr pH och därmed metallrörligheten (Jurjovec et al., 2002). I första hand är det karbonatmineral såsom kalcit ( $\text{CaCO}_3(s)$ ), dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2(s)$ ) och siderit ( $\text{FeCO}_3(s)$ ) som genom upplösning styr pH vilket vanligtvis ger ett pH runt 5,7. När karbonatmineralerna är förbrukade dominerar pH vanligtvis av järn- (ferrihydrit;  $\text{Fe}(\text{OH})_3(s)$ ) och aluminiumhydroxider (gibbsit;  $\text{Al}(\text{OH})_3(s)$ ) vilket gör att en pH-sänkning sker på ganska kort tid till runt 4 (Jurjovec et al., 2002). När även dessa mineral är förbrukade kommer pH att justeras av silikatmineral såsom olivin ( $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4(s)$ ) vilket gör att det hamnar runt 1,3. Kolonnstudier av material från gruvavfall pekar på att halterna av Co, Ni och Zn ökar redan vid pH 5,7 medan halterna av Cd, Cr, Pb, As och V inte ökade förrän pH sjönk till runt 4 (Jurjovec et al., 2002) vilket enligt författarna tydde på att metallerna var associerade till karbonatmineraler i mycket hög grad.



De höga halterna sulfat i lakvattnet gör att ett antal sulfater och hydroxysulfater kan fällas ut och därmed minska metallhalterna. Exempel är anglesit ( $\text{PbSO}_4(s)$ ) och  $\text{CuSO}_4(s)$  samt alunin ( $\text{KAl}(\text{OH})_6(\text{SO}_4)_2(s)$ ). För de anjoniska spårmetallerna såsom arsenik, vanadin och eventuellt krom kan de försvinna ur en lösning genom utfällning med bland annat trevärt järn (för arsenik finns följande exempel; scorodite ( $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(s)$ ) och pharmacosiderite ( $\text{K}_2\text{Fe}_4(\text{AsO}_4)_3(\text{OH})_5(s)$ )) och sorption.

När sura och metallrika lakvatten möter ostörda yt- eller grundvatten faller ofta ett antal järnmineral ut såsom götit, ferrihydrit, schwertmanit, jarosit och melanterit ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}(s)$ ). Dessa nybildade fällningar kommer därmed att fungera som sänka för de metaller som finns i lakvattnet genom sorption eller medfällning. Detta fenomen har observerats i ett flertal naturliga system (Brake et al., 2001; Tonkin et al., 2002). Beroende på det bildade vattnets kemi kommer olika mineral att bildas. Vid lågt pH återfinns mestadels schwertmanit och götit med små inslag av jarosit medan det vid högre pH (nära neutralt) nästan enbart återfinns ferrihydrit (Dinelli och Tateo, 2002; Lee et al., 2002; Williams et al., 2002). Aluminiuminnehållande sediment bildas inte förrän vid pH



över 5 och mangan faller inte ut förrän vid pH över 8 (Lee et al., 2002). I nästan neutrala vatten påvisades att zink var associerat till sekundära zinkhydroxider eller till järn(hydr)oxider medan kadmium var ganska rörligt och enbart måttligt associerat till kalcit vid pH över 7 (Carroll et al., 1998; O'Day et al., 1998). Det är möjligt att den högre halten zink i systemet konkurrerade ut kadmiumet i sorptionen till järn(hydr)oxiderna, vilket även har påvisats i laboriestudier (Bäckström et al., 2003). Bly var dock också associerat till karbonater eller järn(hydr)oxider (Carroll et al., 1998; O'Day et al., 1998). Termodynamiska beräkningar visade att vattnen vid pH mellan 6 och 7 var i det närmaste i jämvikt med smitsonit ( $ZnCO_3(s)$ ), otavit ( $CdCO_3(s)$ ), cerussit ( $PbCO_3(s)$ ), kalcit och gips (Carroll et al., 1998). Ostergren et al. (1999) undersökningar i Leadville, Colorado, bekräftade att bly ofta förekom associerat till järn(hydr)oxider vid neutrala pH. De fann dock att vid surare förhållande återfanns blyet oftast som blyjarosit ( $Pb[Fe_3(SO_4)_2(OH)_6]_2(s)$ ).

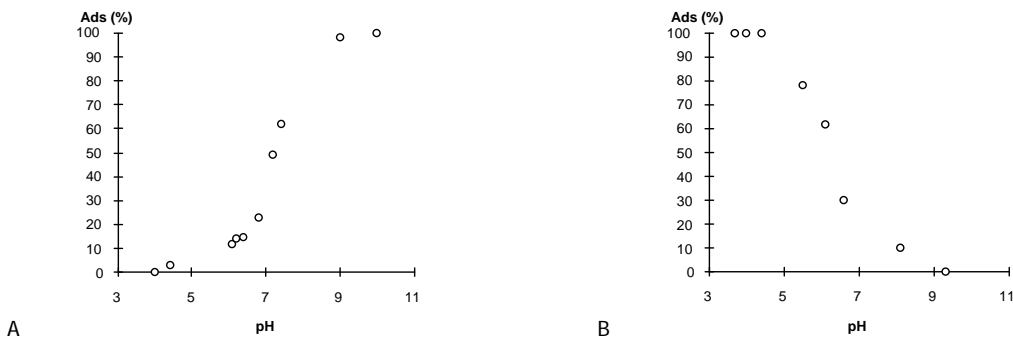
De flesta katjoniska tungmetaller ( $Cd^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  m fl) adsorberas starkt till ytor av oxyhydroxider, främst järn- och mangan(hydr)oxider. Speciellt på järn(hydr)oxider ökar sorptionen från nära noll vid låga pH till nästan 100% vid högre pH ( $pH > 7,5$ ). Sorption till mangan(hydr)oxider är inte lika pH-känsliga och har fortfarande signifikant sorption vid pH 4. Sammansättningen av lakvattnet kommer också att påverka sorptionen av tungmetaller till (hydr)oxidtytor. Bland annat påverkar halterna naturligt organiskt material (Bäckström et al., 2003) och sulfat (Lövgren och Sjöberg, 1996; Håkansson, 1999) i lakvattnet sorptionen.

I vattenlösningar är oxider, hydroxider och oxyhydroxider täckta med hydroxylgrupper,  $\equiv -OH$  (Stumm, 1987). Detta medför att ytan kommer att påverkas av lösningens pH. Ytgruppen kommer både att kunna ta upp och avge en vätejon vilket gör att den är amfolytisk.



Dessa reaktioner medför att ytans laddning är starkt pH-beroende. Även andra joner, förutom väte och hydroxidjoner, kommer också att påverka ytans laddning; det pH där ytans nettoladdning är noll för  $pH_{pzc}$  (point of zero charge) (Drever, 1997). Olika slags ytor har olika benägenhet att uppta och avge vätejoner vilket medför att olika ytor har olika laddning vid ett visst pH.

Ytans pH-beroende laddning kommer på grund av elektrostatiske interaktioner att medföra att anjoner och katjoner (Figur 1.3) sorberas olika till ytan (Theis et al., 1988). Under  $pH_{pzc}$  kommer ytan att vara positivt laddad och över  $pH_{pzc}$  kommer ytan vara negativt laddad. Anjoner kommer därför sorberas bra till ytan under  $pH_{pzc}$  och dåligt till ytan över  $pH_{pzc}$ . Katjoner däremot kommer att sorberas bra till ytan över  $pH_{pzc}$  och dåligt till ytan under  $pH_{pzc}$ .



**Figur 1.3:** Sorption av kadmium (a) och ferricyanid  $[\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}]$  (b) på götit som funktion av pH. Modifierad efter Theis et al. (1988).

Koncentrationen av spårelement ligger ofta i vatten mycket under den koncentration man förväntar sig ur löslighetssynpunkt gentemot den fasta fasen som vattnet är i kontakt med (Drever, 1997) till följd av sorption.

Sorption brukar grovt indelas enligt följande (Allard, 1995): fysisorption (icke-specifik interaktion), elektrostatisk sorption (jonbyte), kemisorption (kovalenta bindningar), medfällning och kemisk substitution (utbyte av joner i en redan existerande kristallstruktur).

Viktiga parametrar som påverkar den kemiska sorptionen är pH (Forbes et al., 1976; Kinniburgh et al., 1977; Gunneriusson et al., 1995), jonstyrka (Hayes och Leckie, 1987; Spark et al., 1995), metallkoncentrationen (Johnson, 1990; Barrow och Cox, 1992; Padmanabham, 1983; Bruemmer et al., 1988), temperatur (Johnson, 1990; Rodda et al., 1993; Bruemmer et al., 1988), koncentration av oorganisk komplexbildare såsom klorid och sulfat (Barrow och Cox, 1992; Gunneriusson, 1994; Padmanabham, 1983; Gunneriusson och Sjöberg, 1993), koncentration av naturligt organisk material (Xu och Allard, 1991; Xu et al., 1989; Düker et al., 1995; Xue och Huang, 1995; Bäckström et al., 2003).

Då pH i det primära lakvattnet kan vara lågt har kanske sorptionen inte någon större betydelse för katjonerna förrän en bit ner i recipienten där också det trevärda järnet har börjat falla ut. För exempelvis arsenik kan dock sorptionen ha en större betydelse nära källan eftersom den förekommer som en oxyanjon som sorberar till fasta ytor vid låga pH (se figur 1.1b).

Sulfat kan reduceras av sulfatreducerande bakterier (SRB) såsom *Desulfomonas*, *Desulfotomaculum* och *Desulfovibrio* (pH-optimum runt 7) (Ledin och Pedersen, 1996). I frånvaro av syre använder de sulfat som elektronacceptor för att bryta ner organiskt material ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) enligt ekvation 1.16.



Utifrån ett metallimmobiliseringsperspektiv erhålls tre positiva effekter; produktion av alkalinitet (ekvation 1.16), höjning av pH genom att svavelväte avgår i gasfas samt immobilisering av metaller genom sulfidutfällningar (ekvation 1.17).



Detta fenomen har exempelvis observerats i en myr nedströms Rudolfsgruvan i Dalarna (Herbert och Ekström, 2003). Då sulfidbildning också kan ske i sjösediment under rätt förhållanden måste detta beaktas vid en eventuell efterbehandling eftersom ändrade kemiska förhållanden kan göra sedimenten till en sekundärkälla för tungmetaller.

#### **1.4. Tidigare undersökningar**

Några tidigare undersökningar har inte genomförts inom det aktuella området. Några flygfoton finns över den aktuella fastigheten (Figur 1.3 och Figur 1.4), vilket bekräftar att de flesta byggnaderna revs mellan 1956 och 1969.



**Figur 1.3:** Flygfoto över Kaveltorps koppar- och blyverk från 1956. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.



**Figur 1.4:** Flygfoto över Kaveltorps koppar- och blyverk från 1969. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

## **2. Utförda undersökningar**

Arbetet med både bakgrundsinformation och provtagningar samt utvärdering av resultat har i möjligaste mån utförts i enlighet med Naturvårdsverkets rekommendationer för inventering av förorenad mark (MIFO, Naturvårdsverket, 1999). Fältprovtagningar av mark och vatten har i möjligaste mån gjorts med beaktande av Svenska Geotekniska Föreningens (2001) rekommendationer eller likvärdiga metoder.

### **2.1. Inventering**

En översiktlig inventering har gjorts av området för att bedöma ytvattenavrinningen, grundvattenytans lutning, topografen och markanvändningen. För detta har i fält använts fastighetskartan, GPS och måttband.

### **2.2. Geohydrologisk undersökning**

Stora delar av den geohydrologiska undersökningen gjordes i samband med den inledande inventeringen och i samband med provtagningen. Ytvattenavrinningen har bedömts direkt i fält och grundvattenytan har bedömts utifrån den lokala topografen. Markens hydrauliska konduktivitet har bedömts i samband med provtagning av avfallet genom att skatta markmaterialets kornstorlek och genomsläpplighet. Jord- och bergartskartan har också använts för att skatta markens allmänna genomsläpplighet i området.

### **2.3. Fältinstallationer och provtagning**

Prover på marken har tagits med hjälp av borrhandsvagn. Provtagning har skett ner till förmodat opåverkade jordlager. Sammantaget har 51 fasta prover samlats in.

### **2.4. Analyser**

#### **2.4.1. Provbehandling av fast material**

Avfallsproverna krossades och siktades sedan genom en 2 mm plastsikt innan ytterligare analyser företogs för att avskilja större stenar och växtdelar. Proverna torkades inte innan analyser utan förvarades obehandlade. Detta för att undvika eventuella förändringar i spårmetallernas fördelning till följd av förändrade kemiska betingelser (Kersten och Förstner, 1986; Wallman et al., 1993).

#### **2.4.2. Generell karakterisering**

Torrhalten analyserades genom att upphetta proverna till 105°C i 16 timmar i en varmluftsugn. Viktskillnaden hänfördes till avdrivet vatten.

Elektrisk konduktivitet och pH i jorden mättes i vatten som under 30 minuter skakats med jord (LS 5) och sedan jämviktat under ytterligare 2 timmar. Mätning av elektrisk konduktivitet och pH gjordes med elektrod (CDM 210, Radiometer, Copenhagen) respektive kombinationselektrod i enlighet med Svensk standard (1994).

### **2.4.3. Kemiska analyser**

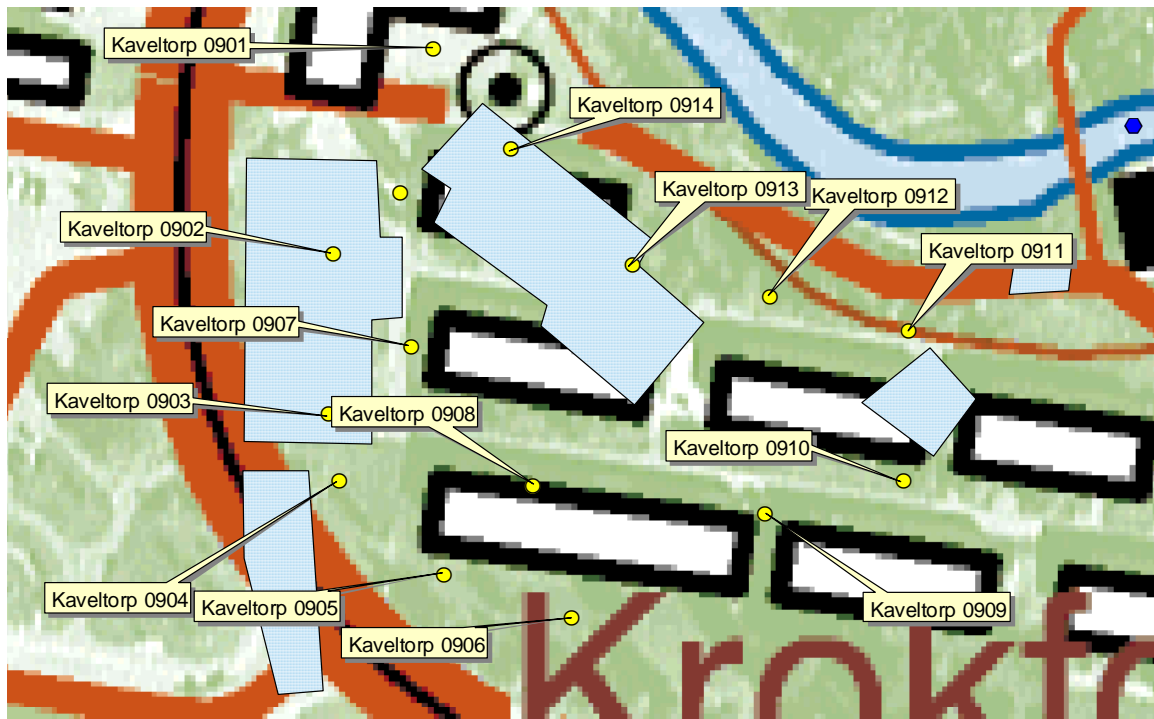
Totalhalter för grundämnen i fasta prover bestämdes genom att först uppsluta proverna i koncentrerad salpetersyra (0,3 g jord till 10 ml salpetersyra) med hjälp av en sluten mikrovågsugn (MARS 5, CEM) i enlighet med amerikanska naturvårdsverkets metod (USEPA, 1994b).

Alla lösningar från totaluppslutningar analyserades med avseende på grundämnen med ICP-MS (Agilent 7500). Extern kalibrering användes med  $^{103}\text{Rh}$  som internstandard. Kvalitetslösningar kalibrerade mot certifierade referensvatten användes för att kvalitetssäkra analysresultaten.

### 3. Resultat

#### 3.1. Inventering

Området där det gamla koppar- och blyverket låg är idag antingen hårdgjort eller bebyggt med flerbostadshus (Figur 3.1). De enda misstänkta spår av verksamheten återfinns längs Garhytteån där en raskant med slagg återfinns (Figur 3.2). Det är dock osäkert huruvida slaggen härrör från den aktuella verksamheten eller kommer från någon annan verksamhet. Det totala området påverkat av avfall från verksamheten bedöms vara i storleksordningen 10 000 m<sup>2</sup>. De delar av området som inte är hårdgjort eller bebyggt är täckt av ett tunt lager mulljord besått med gräs.



**Figur 3.1:** Översikt över provpunkterna för mark inom området för Kaveltorps koppar- och blyverk. Rastrede figurer är rivna historiska byggnader från 1950-talskartan. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

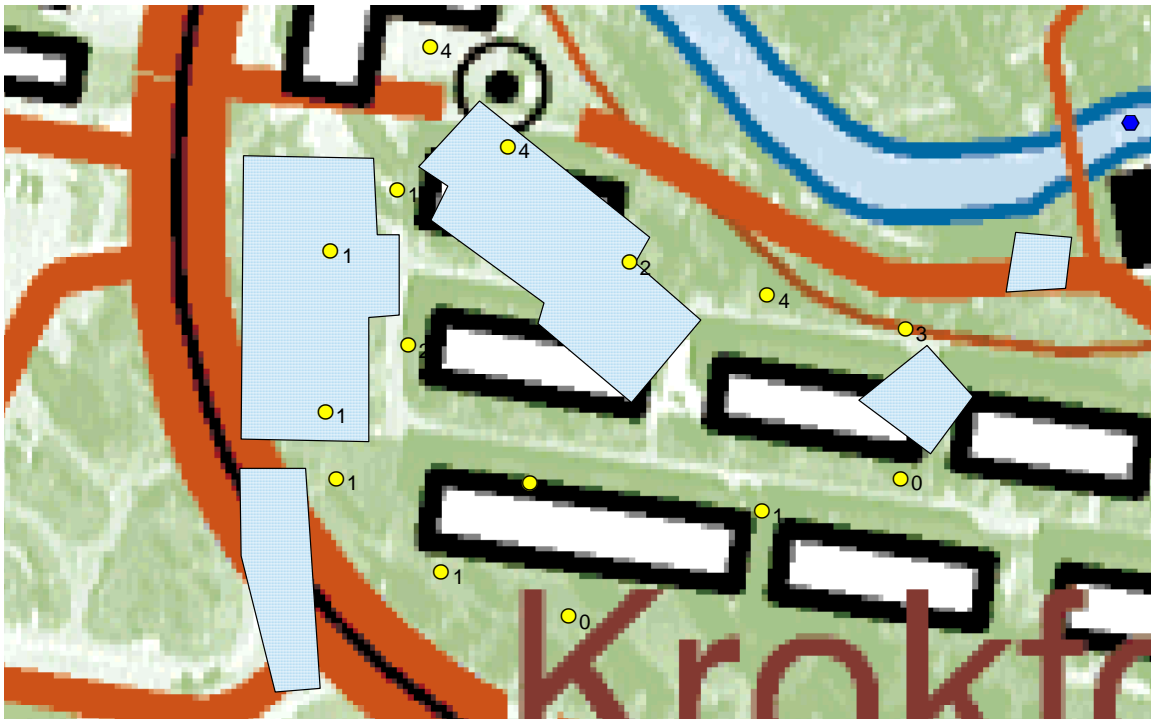




**Figur 3.2:** Branten med slagg mot Garhytteån.

De största avfallsmängderna återfinns närmast Garhytteån där mäktigheten är som störst med närmare 6 m. Ett försök att skatta den totala volymen avfall har gjorts. Utifrån Figur 3.3 har området med stor mäktighet (ca 3 m) skattats till ungefär 4 000 m<sup>2</sup>. Detta ger en volym om 12 000 m<sup>3</sup>. Därtill kommer resterande yta om 6 000 m<sup>2</sup> med mindre mängder avfall (ca 1 m). Den totala volymen och mängden avfall blir därmed 18 000 m<sup>3</sup> respektive 27 000 ton. Volymen förorenade massor får därmed betraktas som stora. Uppskattningen är dock behäftad med stora osäkerheter.

Styckefallet för det förorenade materialet varierar något men det mesta avfallet utgörs av knytnävsstora bitar och mindre bitar. Generellt är inte avfallet speciellt vittrat även om det ställvis förekommer vittrade bitar. Synliga sulfider förekommer sporadiskt i delproverna.



**Figur 3.3:** Avfallets mäktighet (m) i de olika provpunkterna utifrån borrprotokollet. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

### 3.2. Geohydrologisk undersökning

De jordarter som återfanns vid skruvborringarna var i huvudsakligen av sandig till grusig fyllningskaraktär (Bilaga 1). Under de förekommande fyllningsmassorna förekommer nästan överallt en rödaktig silt med tämligen låg hydrauliska konduktivitet. Siltytan lutar mot Garhytteån vilket gör att avvattnings sannolikt sker längs siltytan. Någon grundvattenyta kunde dock inte konstateras i någon provpunkt. Figur 3.3 anger mäktigheten för de förekommande fyllningsmassorna. Den hydrauliska konduktiviteten bedöms vara ungefär  $10^{-4}$  m/s i de vattenförande lagren.

### 3.3. Analyser

I detta stycke kommer analysresultaten presenteras i tabellform med en översiktlig tolkning av det geokemiska systemet. Fullständiga analysresultat återfinns i Bilaga 2.

#### 3.3.1. Mark

Utifrån de uppmätta spårelementhalterna (Tabell 3.2) är det tydligt att spårelementhalterna i avfallet är mycket höga. Det är främst bly, kadmium, koppar och zink som förekommer i mycket höga halter (medelhalterna överskrider mycket allvarligt tillstånd).

**Tabell 3.2:** Ett urval av spårelementtotalhalter (mg/kg TS) i markproverna. Halterna är markerade enligt tillståndsklasserna; ofärgat, mindre allvarligt; gult, måttligt allvarligt; orange, allvarligt och rött, mycket allvarligt (beräknade utifrån de nya generella riktvärdena (Naturvårdsverket, 2009)).

Prov		As	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
Kaveltorp 0901	0-0.5	<3	1,48	301	<1	515	1 200
Kaveltorp 0901	3.0-4	6,22	2,47	715	<1	3 280	1 740
Kaveltorp 0902	0-0.5	<3	6,39	378	<1	2 340	3 900
Kaveltorp 0902	1.0-2	3,67	0,74	22,1	<1	37	323
Kaveltorp 0903	0-0.5	12,8	84,3	1 420	<1	36 500	36 700
Kaveltorp 0903	1.0-2	5,09	0,885	583	<1	1 410	1 770
Kaveltorp 0904	0-0.6	<3	1,71	403	<1	1 340	1 470
Kaveltorp 0904	1.0-2	<3	0,332	5,2	<1	13,4	82
Kaveltorp 0905	0-0.4	4,18	1,27	175	<1	520	593
Kaveltorp 0905	0.4-0.7	6,71	1,96	3 200	<1	5 200	2 520
Kaveltorp 0906	0-0.5	<3	0,218	9,48	<1	10,5	182
Kaveltorp 0907	0-0,5	14,9	6,07	1 560	<1	8 000	4 840
Kaveltorp 0907	0,5-1	13,6	8,41	1 710	<1	8 420	6 660
Kaveltorp 0908	0-0,4	<3	4,77	1 220	<1	5 290	1 730
Kaveltorp 0908	0,4-0,8	<3	1,96	593	<1	3 350	1 160
Kaveltorp 0909	0,3-1	<3	1,19	523	<1	608	906
Kaveltorp 0910	0-1	<3	<0,1	7,39	<1	12,5	49,8
Kaveltorp 0911	0-0,5	7,84	7,63	637	<1	2 940	684
Kaveltorp 0911	0,5-1	6,22	18,9	2 060	1,23	6 500	1 270
Kaveltorp 0911	2-3	4,82	7,1	679	<1	2 140	783
Kaveltorp 0912	0-0,5	5,54	12,9	751	<1	4 290	1 280
Kaveltorp 0912	2-3	6,3	5,98	2 760	1,71	2 510	4 920
Kaveltorp 0913	1-2	<3	2,06	28,7	<1	89,7	841
Kaveltorp 0914	0-0,5	6,14	2,05	400	<1	845	1 190
Kaveltorp 0914	2-3	4,47	3,05	1 810	<1	1 130	1 110
Kaveltorp 0915	0-0,5	3,19	2,75	4 530	<1	6 980	3 050
Kaveltorp 0915	1-2	<3	1,06	31,5	<1	26,6	237
MEDIAN		6,18	2,72	593	<1	2 140	1 200
MEDEL		6,98	7,22	982	1,47	3 860	3 010
MIN		<3	<0,1	5,20	<1	10,5	49,8
MAX		14,9	84,3	4 530	1,71	36 500	36 700

Utifrån median- och medelhalten för de spårelement där tillståndet enligt Naturvårdsverkets klassificering överskrider allvarligt tillstånd har de totala mängderna beräknats (Tabell 3.3). Mängderna beräknade utifrån medianvärdena får anses vara mest representativa för den totala mängden metaller.

**Tabell 3.3:** Uppskattade totala mängder (ton) för de spårelement där tillståndet betecknas som minst allvarligt. Total mängd avfall uppskattad till 27 000 ton.

Element	Pb	Zn	Cu	Cd
Mängd ton (medel)	104	81	27	0,2
Mängd ton (median)	58	32	16	0,06

För spårelementen bly, zink, koppar och kadmium får mängderna betecknas som mycket stora.

### 3.3.2. Ytvatten

Mätningar av ytvattenkvaliteten har tidigare gjorts i den förbipasserande Garhytteån av Bergskraft Bergslagen (Sartz, 2006). Mätningar antyder en ökning av

spårelementhalterna mellan provpunkterna uppströms respektive nedströms Kaveltorp blyverk. Mellan dessa provpunkter ökar kopparhalten från 2,6 till 3,3 µg/l, blyhalten från 0,8 till 0,9 µg/l och zinkhalten från 23 till 31 µg/l (samtliga halter är medelvärden). Mellan dessa provpunkter sker också ett tydligt påslag från Ljusnarsbergsfältet (SWECO VIAK, 2008), vilket gör att någon koppling mellan ytvattenkvaliteten och de olika förorenade objekten inte kan göras.

### **3.4. Sammanfattning av föroreningssituationen**

Inom Kaveltorps koppar- och blyverk finns ungefär 27 000 ton förorenat material (bland annat slagg). De största mängderna förorening i form av slagg återfinns mot Garhytteån. Det ska dock noteras att det inte enbart förekommer slagg inom området utan andra typer av föroreningar med höga metallhalter. Av spårelementen är det flera element som har kraftigt förhöjda halter (bly, zink, kadmium och koppar). Den totala mängden förorening inom området får anses vara mycket stor (flera ton för samtliga element). Utläcket från Kaveltorps koppar- och blyverk är mycket svårt att bedöma men utifrån den totala ytan och den relativt höga genomsläppligheten bedöms de fysikaliska förutsättningarna (mycket grovt material) för spridning via mark- och grundvatten vara goda. Det uppmätta spårelementpåslaget som sker i Garhytteån bedöms dock till största delen komma från Ljusnarsbergsfältet enligt den huvudstudie som har genomförts för Ljusnarsbergsfältet, vilket antyder en låg verklig lakbarhet från slaggen. Slaggen är till synes tämligen förglasad och har därmed en låg lakbarhet. Sammantaget bedöms därmed inte läcket till grund- och ytvatten vara stort.

Exponeringen för människor är svår att bedöma utan närmare granskning, men med tanke på de höga spårelementhalterna och det nästan obefintliga skiktet ovanpå föroreningen kan inte en skadlig exponering uteslutas utifrån nuvarande information.

## 4. Förenklad riskbedömning

### 4.1. Inledning

För att kunna göra en bedömning av huruvida de förekommande föroreningarna inom området skulle kunna utgöra ett hot mot människors hälsa eller omgivande miljö har en förenklad riskbedömning gjorts genom att jämföra de uppmätta halterna med olika riktvärden.

### 4.2. Avfall

Naturvårdsverket har utarbetat en modell för att ta fram riktvärden för jord. Modellen presenteras i Naturvårdsverkets rapport (2009).

Utifrån modellen har Naturvårdsverket tagit fram generella riktvärden för förorenad mark. Ett generellt riktvärde är det lägsta värdet av ett beräknat humantoxikologiskt värde (hälsorisk) och ett ekotoxikologiskt värde (miljörisk).

Det humantoxikologiska värdet beräknas genom att hänsyn tas till olika exponeringsvägar. Dessa är för Kaveltorps koppar- och blyverk intag av jord, hudkontakt och inandning av damm. Eftersom människor även exponeras för ämnen som inte härstammar från det förorenade området, s.k. bakgrundsexponering, justeras de humantoxikologiska referensvärdena för vissa ämnen.

Det ekotoxikologiskt baserade värdet tar hänsyn till effekter inom området och i närbelägna ytvatten.

Vad gäller Kaveltorps koppar- och blyverk har hälsorisker förknippade med avfallet bedömts genom att halter i avfallet har jämförts med de humantoxikologiska värdena som har legat till grund för Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark.

Naturvårdsverkets generella riktvärden har tagits fram för olika markanvändningar, t.ex:

- KM – Känslig Markanvändning. Föroreningshalter i marken begränsar inte markanvändningen. Marken kan utnyttjas till t ex bostäder, daghem och odling. Grundvatten kan användas som dricksvatten.
- MKM – Mindre Känslig Markanvändning. Marken kan användas till t ex kontor, industrier och vägar. Det antas att människor vistas i området under sin yrkesverksamma tid, samt att barn vistas där tillfälligt. Inget skydd av grundvatten.

Kaveltorps koppar- och blyverk är idag ett bostadsområde och måste därmed anses vara ”känslig markanvändning” (KM). Intag av grundvatten har dock tagits bort i beräkningarna eftersom hela området är anslutet till VA-nätet och det dessutom inte finns några geologiska möjligheter att erhålla vatten från den underliggande silten.

I Tabell 4.1 nedan presenteras referensvärden för skydd av människors hälsa enligt KM, sammanvägda värden samt justerade värden.

**Tabell 4.1:** Referensvärden för skydd av människors hälsa enligt känslig markanvändning (KM). Intag av dricksvatten har inte tagits hänsyn till. Halter i mg/kg TS. (Naturvårdsverket, 2009). eb = ej begränsande. Grå markering anger exponeringsväg styrande för risk.

	<b>Intag av jord</b>	<b>Hud-Kontakt</b>	<b>Inandning av damm</b>	<b>Intag Grönsak</b>	<b>Sammanvägt</b>	<b>Justerat</b>
Arsenik	4,8	33	360	0,9	0,74	0,74
Bly	440	16 000	27 000	1 300	320	64
Kadmium	25	9 100	270	3,9	3,3	0,67
Koppar	63 000	eb	53 000	5 600	4 700	2 400
Zink	38 000	eb	eb	6 800	5 700	2 900

**Tabell 4.2:** Referensvärden för skydd av människors hälsa enligt känslig markanvändning (KM) jämfört med de uppmätta halterna. Intag av dricksvatten har inte tagits hänsyn till. Uppmätta halter överskridande riktvärdet markerat i gult. Halter i mg/kg TS. (Naturvårdsverket, 2009).

	<b>Justerat</b>	<b>Uppmätt</b>			
		<b>25:e</b>	<b>Median</b>	<b>75:e</b>	<b>Max</b>
Arsenik	0,74	4,7	6,2	7,0	15
Bly	64	518	2 140	4 750	36 500
Kadmium	0,67	1,3	2,3	6,3	84
Koppar	2 400	238	593	1 490	4 530
Zink	2 900	734	1 200	2 150	36 700

Ur Tabell 4.2 framgår det att är främst bly och kadmium som kan utgöra en hälsorisk för människor inom området vid långvarig exponering. Arsenikhalterna utgör sannolikt inte något problem. Som kan utläsas ur Tabell 4.1 är den begränsande exponeringsvägen (lägst referensvärde) för bly intag av jord medan den för de övriga elementen är intag från odlade grönsaker. Det kan därmed inte uteslutas att området kan utgöra en risk för människors hälsa, men samtidigt bedöms det inte finnas någon akut risk för människors hälsa inom området då riktvärdena är baserade på tillgängliga kemiska former.

För att beskriva risken för påverkan på markmiljön har de uppmätta halterna i jord inom undersökningsområdet jämförts med riktvärden för marklevande organismer (Naturvårdsverket, 2009). Vid känslig markanvändning (KM) har ett skydd för 75 % av de marklevande organismerna antagits och vid mindre känslig markanvändning (MKM) har ett skydd för 50 % av de marklevande organismerna använts. För undersökningsområdet eller omgivningen finns inga uppgifter om särskilt känsliga eller skyddsvärda arter (marklevande organismer och växter). De har därför bedömts att jämförelsen kan göras med värdena för MKM.



**Tabell 4.3:** Jämförelse mellan ekotoxikologiskt baserade riktvärden (MKM) och uppmätta halter i avfallet (mg/kg TS). Uppmätta halter överskridande riktvärdet markerat i gult.

Ämne	Ekotox. värde markfunktionen	Avfall			
		25:e	Median	75:e	Max
Arsenik	20	4,7	6,2	7,0	15
Bly	200	518	2 140	4 750	36 500
Kadmium	4	1,3	2,3	6,3	84
Koppar	80	238	593	1 490	4 530
Zink	250	734	1 200	2 150	36 700

Som kan utläsas av Tabell 4.3 överskrider till och med den första kvartilen av spårelementhalter i marken de ekotoxikologiskt baserade interventionsvärdena för bly, koppar och zink. Markens ekologiska funktioner kan således vara något störda inom området. Några mer omfattande risker för växter och djur inom området bedöms dock inte föreligga. Växtligheten inom området visar inga synbara tecken på påverkan av metaller.

### 4.3. Ytvatten

För att kunna skatta vilken risk för människors hälsa och vattenlevande organismer som föroreningshalterna utgör i provtagna vatten har en jämförelse med riktvärden för vatten (med avseende på akvatiskt liv) (CCME, 2006) respektive Livsmedelsverkets (2001) gränsvärden för dricksvatten (Tabell 4.4) gjorts.

**Tabell 4.4:** Jämförelse mellan halter i ytvatten och riktvärden för akvatiskt liv (miljö i ytvatten) och rikt-/gränsvärden för dricksvatten. Uppmätta halter överskridande miljö och hälsa markerat i gult respektive fet stil. Samtliga halter i µg/l. Miljöriktvärden från CCME (2006) och hälsoriktvärden från Livsmedelsverket (2001). Medelvärden för uppströms respektive nedströms Kaveltorps koppar- och blyverk (Sartz, 2006).

	Rikt/gränsvärden		Uppströms	Nedströms
	Miljö	Hälsa		
Cu	2-4	<b>2 000</b>	2,6	3,3
Pb	1-7	<b>10</b>	0,8	0,9
Zn	30		23	31

Utifrån Tabell 4.4 framgår det att inga spårelementhalter tydligt överskrider riktvärdena för vare sig miljö eller hälsa.

### 4.4. Sammanfattning

Exponering sker främst för de som befinner sig inom området. Det är ett flertal element som överskrider referensvärdena för hälsorisker vilket gör situationen särskilt allvarlig. Dessutom överskrider huvuddelen av analyserna referensvärdena för hälsorisker.

Halterna i avfallet indikerar också att en negativ påverkan på de marklevande organismerna är sannolik. Halterna i ytvattnet bedöms dock inte utgöra någon risk för vattenlevande organismer.



## 5. Riskklassning

Genom att väga samman föroreningarnas farlighet, föroreningsnivån, spridningsförutsättningarna samt objektets känslighet och skyddsvärde erhålls en samlad bedömning av de risker som objektet utgör för människors hälsa och omgivande miljö i dag och i framtiden.

### 5.1. Föroreningarnas farlighet

De föroreningar som primärt förorenar Kaveltorps koppar- och blyverk är spårelementen Pb, Cd, Cu och Zn. Av dessa bedöms bly och kadmium ha en mycket hög farlighet medan den för koppar är hög. Zinken bedöms endast ha en måttlig farlighet.

### 5.2. Föroreningsnivå

Den uppskattade totala mängden avfall inom det gamla industriområdet är 18 000 m<sup>3</sup> motsvarande 27 000 ton vilket får anses vara stora mängder. Halterna bly, koppar och kadmium bedöms vara mycket allvarliga. I avfallet finns sedan uppskattningsvis flera ton av samtliga spårelement. Sammantaget bedöms föroreningsnivån i mark vara mycket stor.

Föroreningsnivån i ytvattnet är mindre allvarlig.

### 5.3. Utbredning/Spridningsförutsättningar

De förorenade massorna förekommer inom nästan hela området och mycket nära Garhytteån. De förorenade massorna förekommer mycket nära markytan och är endast överlagrat av ett tunt jordtäckje. Materialet är tämligen genomsläppligt och lutning förekommer mot ån. Detta medför en möjlig spridningsväg från det förorenade området till Garhytteån. Spridning till Garhytteån har inte gått att bekräfta eftersom förhöjda metallhalter från andra källor i Kopparberg redan har bekräftats. Sammantaget bedöms dock de fysikaliska spridningsförutsättningarna i mark och grundvatten vara stora eller mycket stora.

Spridningsförutsättningarna i ytvattnet får också anses vara stora till mycket stora då flödet i Garhytteån är tämligen stort.

### 5.4. Känslighet/Skyddsvärde

#### 5.4.1. Preliminära övergripande åtgärds mål

Baserat på områdets användningsområde nu och i framtiden föreslås följande preliminära övergripande åtgärds mål:

- Området skall kunna nyttjas som bostadsområde.
- Det akvatiska livet i nedströms liggande vattendrag skall skyddas i sådan grad att området inte medför skadliga halter i vattnet.

Utifrån de uppmätta spårelementhalterna i mark bedöms de preliminära övergripande åtgärds målen för Kaveltorps koppar- och blyverk inte vara uppfyllda. Det akvatiska livet i Garhytteån är inte speciellt hotad av de förekommande spårelementhalterna i ytvattnet och det bedöms inte heller vara möjligt att påverka spårelementhalterna genom att

åtgärda området kring Kaveltorps koppar- och blyverk då det finns fler områden som påverkar samma recipient.

#### **5.4.2. Bedömning av känslighet och skyddsvärde**

Kaveltorps koppar- och blyverk ligger inom Kopparbergs samhälle och används idag som bostadsområde. Området ligger också längs Garhytteån vilket gör att spridning av spårelementhalterna blir direkt till ytvattnet. Hela området är anslutet till det kommunala VA-systemet, vilket gör att inget vatten uttas från området.

Utifrån detta bedöms känsligheten vara mycket stor och skyddsvärdet vara måttligt.

#### **5.5. Slutlig riskklassning**

Fyllnadsmassorna innehåller spårelement med mycket hög och hög farlighet i mycket stora mängder. Den totala mängden avfall bedöms vara mycket stor. De förekommande halterna är också mycket höga, vilket gör att risker för människors hälsa inte kan uteslutas inom området. Spridningsförutsättningarna bedöms vara stora till mycket stora i mark och grundvatten. Spridningen i ytvattnet bedöms också vara stora eller mycket stora. Känsligheten bedöms vara mycket stor och skyddsvärdet bedöms vara måttligt stort.

Kaveltorps koppar- och blyverk bedöms utifrån ovanstående resonemang utgöra mycket stor risk (riskklass 1) för människors hälsa och omgivande miljö.

## 6. Åtgärder

### 6.1. Inledning

Efterbehandlingsåtgärder kan generellt delas in i tre olika undergrupper:

- administrativa åtgärder
- åtgärder som angriper föroreningskällan
- åtgärder som syftar till att hindra eller ändra föroreningens spridning/spridningsvägar

De administrativa åtgärderna kan utgöras av restriktioner beträffande framtida markanvändning som till exempel förbud mot bebyggelse av bostadshus, anläggning av trädgårdar eller dricksvattentäkter. De administrativa åtgärderna angriper inte föroreningen eller dess spridning i sig men kan däremot skydda omgivningen mot exponering.

Åtgärder som angriper föroreningskällan eller föroreningens spridning kan delas in i tre kategorier:

- koncentrationsmetoder
- destruktionsmetoder
- immobiliseringsmetoder

Koncentrationsmetoderna går ut på att föroreningarna insamlas och eventuellt koncentreras för efterföljande deponering eller destruktionsmetoder. Destruktionsmetoderna syftar till att förstöra föroreningen, d v s omvandla de ingående toxiska komponenterna till mer harmlösa, icketoxiska ämnen. Då det inom Kaveltorps koppar- och blyverk handlar om grundämnen är denna typ av åtgärd inte aktuell. Immobiliseringsmetoder är inriktade på att hindra fortsatt föroreningsspridning. De dominerande metoderna är stabilisering/solidifiering och inneslutning inom täta barriärer. Immobiliseringsmetoderna innebär således inte att föroreningen förstörs eller avlägsnas ur marken/grundvattnet. Åtgärden påverkar i allmänhet inte föroreningens toxiska egenskaper mer än marginellt. Däremot reduceras eller hindras spridningen av föroreningarna.

### 6.2. Administrativa åtgärder

Åtgärder som kan komma ifråga rör begränsningar i markanvändning och restriktioner i tillträde till området.

### 6.3. Immobiliseringsmetoder

#### 6.3.1. Övertäckning

När det gäller historiskt sulfidinnehållande avfall vill man för att förhindra vidare vittring och utläckage av surt lakvatten och metaller primärt förhindra kontakt med luftens syre.

De vanligaste metoderna för att förhindra kontakt med luftsyre är övertäckning eller vattenöverdämning. Den senare metoden är dock direkt olämplig när det gäller vittrat historiskt avfall då det leder till reduktiv upplösning av bildade vittringsprodukter med ökat läckage som följd.

Täckning av avfallet medför två olika positiva effekter; minskad syrenedträngning och minskad vattengenomströmning (Carlsson, 2000; Romano et al., 2003). Minskad syrenedträngning minskar vittringen och den minskade vattengenomströmningen leder till minskad lakvattenbildning. Täckning av gruvavfall har genomförts på ett antal objekt i Sverige; bland annat med morän och Cefyll i Bersbo (Lundgren, 1990) och med morän i Kristineberg (Carlsson, 2000). Täckning av avfallet minskar också risken för att människor kommer i kontakt med det, vilket i många fall skulle kunna vara tillräckligt för att undvika problem.

Tekniken är relativt väletablerad och anses fungera väl för ovittrat avfall. Problemet är dock att när det gäller vittrat avfall kan en autokatalytisk vittring ske av pyriten med hjälp av oxiderat järn istället för syre. Detta misstänks bland annat fortgå i Bersbo där halterna inte har minskat på ena sidan av deponin (Karlsson och Bäckström, 2003). Då övervakningsprogrammet är nedlagt där är det svårt att bedöma metodens lämplighet för vittrat avfall.

En ordinär täckning består av tre olika lager; tätskikt, täck/skyddsskikt och vegetationsskikt (Naturvårdsverket, 2002). Tätskiktets funktion är att förhindra nedträngning av syre och vatten. Detta består oftast av lera eller lerig morän med en hydraulisk konduktivitet under  $10^{-9}$  m/s motsvarande 50 l/år\*m<sup>2</sup>. Tjockleken är vanligen mellan 3 och 5 dm. Täck- eller skyddsskiktets funktion är att skydda tätskiktet från att torka ut och från mekaniska skador. Skyddsskiktet ska också skydda mot rotnedträngning och tjäle. I Bergsslagsregionen bör tjockleken på skyddsskiktet vara minst 1,5 m för att erhålla tjälfria förhållanden. Vegetationsskiktets syfte är att stabilisera täckningen och förhindra erosion.

Alternativa material när det gäller täckning är biobrännleaska och rötslam som har använts som tät- och täckskikt på ett par avfallsdeponier i Sverige. En positiv bieffekt med att använda aska är att den basiska askan också tillför buffrande material som kan neutralisera det sura lakvattnet. Den kraftiga höjningen av pH fastlägger de flesta katjoniska tungmetaller medan anjoniska element kan få högre rörlighet. Detta gör att asktäckning av arsenikhaltigt gruvavfall kan vara direkt olämpligt (Bäckström och Johansson, 2004). Metoden kan dock vara lämplig för mindre och avgränsade avfallsdeponier där tillgången på täckmassor är begränsade.

En övertäckning behöver dock inte alltid vara avancerad och kostsam. Enkla övertäckningar för att etablera ett vegetationsskikt och förhindra damning kan också vara miljömässigt relevanta.

### **6.3.2. Reaktiva barriärer**

Vid mindre mängder avfall och väldefinierat flöde av förorenat vatten kan så kallade reaktiva barriärer användas. Systemet är lämpligt att använda när flödena är väl avgränsade eller enkelt kan avgränsas till en definierad väg. Barriären placeras i flödesvägen på ett sådant sätt att lakvattnet måste passera igenom den och reagera med materialet. Tekniken bygger på en höjning av pH och/eller en förändring av redox. Material och sammansättningar som bedöms vara användbara är granulärt järn (Furukawa

et al., 2002; Wilkin et al., 2003), biprodukter från ståltillverkning (Ahn et al., 2003) och kompostmaterial (Gibert et al., 2003). Den största andelen metaller fastläggs till de utfällningar av järn(hydr)oxider som bildas när pH och redox förändras. Tekniken har visat sig vara användbar även för lakvatten innehållande höga halter arsenik. Dock måste materialet utformas på ett sådant sätt att materialets neutralisationsförmåga inte konsumeras för fort (Wilkin et al., 2003).

### **6.3.3. Anlagda våtmarker**

Anläggandet av våtmarker för rening av metallhaltigt lakvatten bygger i stort sett på samma princip som reaktiva barriärer; det vill säga sorption till torvmaterial med hög jonbyteskapacitet. En annan möjlighet vid höga halter organiskt material är starkt reducerande förhållanden som kan leda till fastläggning av metaller som sulfider. Fördelen med våtmarker jämfört med reaktiva barriärer är att våtmarken ofta tillåter högre flöden och att kapaciteten inte förbrukas lika fort.

### **6.3.4. Övriga åtgärder**

Vid begränsade mängder kan det vara motiverat att schakta bort avfallet och lägga det på deponi. Detta alternativ behöver inte bli dyrare än täckning då även denna är mycket maskinintensiv och transportkrävande. En fördel är att problemet får en definitiv lösning på platsen och avfallet hamnar på deponi där övervakningen är mer omfattande och miljöriskerna betydligt mindre.

## **6.4. Ingen åtgärd (nollalternativ)**

Nollalternativet innebär att inga efterbehandlingsåtgärder genomförs för att minska påverkan på människors hälsa och omgivande miljö. För Kaveltorps koppar- och blyverk innebär nollalternativet att:

- Människor kan exponeras för föroreningarna i avfallet genom hudkontakt, inandning av damm, intag av jord och intag av grönsaker.
- Uttransporten av spårelement via grund- och ytvattnet kommer troligen att fortsätta under flera hundra år.

Exponering sker främst för de som befinner sig inom området och det är främst bly, zink, koppar och kadmium som bedöms utgöra ett hot för människors hälsa då de överskrider referensvärdena för hälsorisker. Ett stort antal av analyserna överskrider riktvärdena varför de förekommande föroreningarna kan utgöra en hälsorisk för de boende inom området.

Halterna i avfallet indikerar att en negativ påverkan på de marklevande organismerna är trolig. Halterna i ytvattnet har tidigare bedömts kunna utgöra en risk för de akvatiskt och bottenlevande organismerna i samband med huvudstudien för Ljusnarsbergfältet. Det råder dock en viss osäkerhet om vilket objekt som tillför spårelement till Garhytteån. Sammantaget bedöms Kaveltorps koppar- och blyverk kunna utgöra en allvarlig risk för människors hälsa och marklevande organismer.

### **6.5. Förslag till vidare åtgärder**

Med tanke på de förekommande halterna av spårelement inom det bebyggda området bör någon form av åtgärd genomföras för att minimera den möjliga exponeringen. Ett alternativ är partiell utgrävning av avfallet ned till ungefär 0,7 m följt av övertäckning av rent material. Anledningen till att utgrävning av hela avfallsmäktigheten inte kan ske är att flera av husen är byggda på betongplatta direkt på marken.

### **6.6. Förslag till vidare undersökningar**

Genomförande av en fullständig huvudstudie enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual rekommenderas för att i mer detalj undersöka föroreningens utbredning samt förekommande exponerings- och spridningsvägar inom området. Lakbarheten från slaggen bör också undersökas ytterligare.

## 7. Referenser

- Ahn, J.S., Chon, C.M., Moon, H.S. och Kim, K.W. (2003) Arsenic removal using steel manufacturing byproducts as permeable reactive materials in mine tailing containment systems, *Water Research*, 37(10): 2478-2488
- Allard, B. (1995) Groundwater. I: Trace elements in natural waters. Salbu, B. och Steinnes, E., (Red.), CRC Press Inc., 151-176
- Barrow, N.J. och Cox, V.C. (1992) The effects of pH and chloride concentration on mercury sorption I. By goethite. *Journal of Soil Science*. **43**: 295-304
- Brake, S.S., Connors, K.A. och Romberger, S.B. (2001) A river runs through it: impact of acid mine drainage on the geochemistry of West Little Sugar Creek pre- and post-reclamation at the Green Valley coal mine, Indiana, USA. *Environmental Geology*, **40**: 1471-1481
- Bruemmer, G.W., Gerth, J. och Tiller, K.G. (1988) Reaction kinetics of the adsorption and desorption of nickel, zinc and cadmium by goethite I. Adsorption and diffusion of metals. *Journal of Soil Science*. **39**: 37-52
- Bäckström, M., Dario, M., Karlsson, S. and Allard, B. (2003) Effects of a fulvic acid on the adsorption of mercury and cadmium on goethite. *The Science of the Total Environment*, **304(1-3)**: 257-268
- Bäckström, M. och Johansson, I. (2004) Askor och rötslam som täckskikt för gruvavfall. Rapport 855, Värmeforsk
- Carroll, S.A., O'Day, P.A. och Piechowski, M. (1998) Rock-water interactions controlling zinc, cadmium and lead concentrations in surface waters and sediments, US Tri-State mining district. 2. Geochemical interpretation. *Environmental Science & Technology*, **32(7)**: 956-965
- Carlsson, E. (2000) Geochemical effects of soil cover remediation on sulphide-rich tailings at the Kristineberg mine, northern Sweden. Licentiatavhandling 2000:43, Institutionen för Samhällsbyggnad, Luleå Tekniska Universitet
- CCME (2006) Canadian Environmental Quality Guidelines for protection of Aquatic life. Summary Table, Update December 2006.
- Dinelli, E. och Tateo, F. (2002) Different types of fine-grained sediments associated with acid mine drainage in the Libiola Fe-Cu mine area (Ligurian Apennines, Italy). *Applied Geochemistry*, **17**: 1081-1092
- Drever, J.I. (1997) The geochemistry of natural waters. Surface and groundwater environments. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Düker, A., Ledin, A., Karlsson, S. och Allard, B. (1995) Adsorption of zinc on colloidal (hydr)oxides of Si, Al and Fe in the presence of fulvic acid. *Applied Geochemistry*. **10**: 197-205
- Forbes, E.A., Posner, A.M. och Quirk, J.P. (1976) The specific adsorption of divalent Cd, Co, Cu, Pb and Zn on goethite. *Journal of Soil Science*. **27**: 154-166
- Furukawa, Y., Kim, J.W., Watkins, J. och Wilkin, R.T. (2002) Formation of ferrihydrite and associated iron corrosion products in permeable reactive barriers of zero-valent iron. *Environmental Science & Technology*, 36(24): 5469-5475
- Gibert, O., de Pablo, J., Cortina, J.L. och Ayora, C. (2003) Evaluation of municipal compost/limestone/iron mixtures as filling material for permeable reactive



- barriers for in-situ acid mine drainage treatment. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 78(5): 489-496
- Gunneriusson, L. (1994) Composition and stability of Cd(II)-chloro and hydroxo complexes at the goethite ( $\alpha$ -FeOOH)/water interface. *Journal of Colloid and Interface Science*. **163**: 484-492
- Gunneriusson, L. och Sjöberg, S. (1993) Surface complexation in the H<sup>+</sup>-goethite ( $\alpha$ -FeOOH)-Hg(II)-chloride system. *Journal of Colloid and Interface Science*. **156**, 121-128
- Gunneriusson, L., Baxter, D. och Emteborg, H. (1995) Complexation at low concentrations of methyl and inorganic mercury(II) to a hydrous goethite ( $\alpha$ -FeOOH) surface. *Journal of Colloid and Interface Science*. **169**: 262-266
- Hayes, K.F. och Leckie, J.O. (1987) Modeling ionic strength effects on cation adsorption at hydrous oxide/water interfaces. *Journal of Colloid and Interface Science*. **115(2)**: 564-572
- Herbert, J.B. Jr. och Ekström, L. (2003) Sulfur biogeochemistry and the attenuation of metals in a natural wetland receiving mine drainage contaminated groundwater. I: Gobran, G.R. och Lepp, N. (Red.) 7<sup>th</sup> International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements, Uppsala, 15-19 juni, 2003, Volym 2 – Symposia, sida 472
- Johnson, B.B. (1990) Effect of pH, temperature and concentration on the adsorption of cadmium on goethite. *Environmental Science & Technology*. **24(1)**: 112-118
- Jurjovec, J., Ptacek, C.J. och Blowes, D.W. (2002) Acid neutralization mechanisms and metal release in mine tailings: A laboratory column experiment. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **66(9)**: 1511-1523
- Håkansson, K. (1999) Effects of iron oxidation on the adsorption of trace elements in systems with low pH and high iron concentrations. Final report. AFR-Report 259
- Karlsson, S., Håkansson, K. och Allard, B. (1987) Simultaneous dissolution of organic acids in a sequential leaching of sediment bound trace metals. *Journal of Environmental Science and Health Part A – Environmental Science and Engineering & Toxic and Hazardous Substance Control*, **22(6)**: 549-562
- Karlsson, S. och Bäckström, M. (2003) Surface water quality in Bersbo, Sweden – Fifteen years after amelioration of sulphidic waste. In: Mining and the Environment III, Sudbury, Canada, 6 pp (CD-ROM)
- Kinniburgh, D.G., Sridhar, K. och Jackson, M.L. (1977) Specific adsorption of zinc and cadmium by iron and aluminum hydrous oxides. Hanford life sciences symposium 15 Richland 1975. 231-239
- Ledin, M. och Pedersen, K. (1996) The environmental impact of mine wastes – Roles of microorganisms and their significance in treatment of mine wastes. *Earth-Science Reviews*, **41**: 67-108
- Lee, G., Bigham, J.M. och Faure, G. (2002) Removal of trace metals by coprecipitation with Fe, Al and Mn from natural waters contaminated with acid mine drainage in the Ducktown mining district, Tennessee. *Applied Geochemistry*, **17**: 569-581
- Livsmedelsverket (2001) Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten. SLVFS 2001:30, bilaga 2.

- Lundgren, T. (1990) Bersbo – The first full scale project in Sweden to abate acid mine drainage from old mining activities. Int. Conf. Vancouver '90, Geological Association of Canada
- Lövgren, L. och Sjöberg, S. (1996) Hydrokemiska processer i gruvavfallsupplag och recipienter – tungmetallspeciering och sorptions- och sedimentationsprocesser. AFR-Rapport 103
- Naturvårdsverket (1999) Metodik för inventering av förorenade områden. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Vägledning för insamling av underlagsdata. Rapport 4918
- Naturvårdsverket (2009) Riktvärden för förorenad mark - Modellbeskrivning och vägledning. Rapport 5976
- O'Day, P.A., Carroll, S.A. och Waychunas, G.A. (1998) Rock-water interactions controlling zinc, cadmium and lead concentrations in surface waters and sediments, US Tri-State mining district. 1. Molecular identification using X-ray absorption spectroscopy. *Environmental Science & Technology*, **32(7)**: 943-955
- Ostergren, J.D., Brown, Jr, G.E., Parks, G.A. och Tingle, T.N. (1999) Quantitative speciation of lead in selected mine tailings from Leadville, CO. *Environmental Science & Technology*, **33(10)**: 1627-1636
- Padmanabham, M. (1983) Comparative study of the adsorption-desorption behaviour of copper(II), zinc(II), cobalt(II) and lead(II) at the goethite-solution interface. *Australian Journal of Soil Research*. **21**: 515-525
- Rodda, D.P., Johnson, B.B. och Wells, J.D. (1993) The effect of temperature and pH on the adsorption of copper(II), lead(II) and zinc(II) onto goethite. *Journal of Colloid and Interface Science*. **161**: 57-62
- Romano, C.G., Mayer, K.U., Jones, D.R., Ellerbroek, D.A. och Blowes, D.W. (2003) Effectiveness of various cover scenarios on the rate of sulphide oxidation of mine tailings. *Journal of Hydrology*, **271**: 171-187
- Sartz, L. (2006) Ljusnarsbergfältets historia och geokemi – Sammanställning av befintligt material. Bergskraft
- Spark, K.M., Johnson, B.B. och Wells, J.D. (1995) Characterizing heavy-metal adsorption on oxides and oxyhydroxides. *European Journal of Soil Science*. **46**: 621-631
- Stumm, W., (Red.) (1987) Aquatic surface chemistry. Chemical processes at the particle-water interface. John Wiley & Sons. New York
- Svensk Standard (1994) Markundersökningar – Bestämning av pH. SS-ISO 10 390
- Svenska Geotekniska Föreningen (2001) Fälthandbok. Miljötekniska undersökningar. Rapport 1:2001
- SWECO VIAK (2008) Ljusnarsbergfältet – Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1 – Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov. Rapport 1553328 000, SWECO VIAK, Örebro
- Theis, T.L., Iyer, R. och Kaul, L.W. (1988) Kinetic studies of cadmium and ferricyanide adsorption on goethite. *Environmental Science & Technology*. **22(9)**: 1013-1017
- Tonkin, J.W., Balistrieri, L.S. och Murray, J.W. (2002) Modeling metal removal onto natural particles formed during mixing of acid rock drainage with ambient surface water. *Environmental Science & Technology*, **36(3)**: 484-492

- USEPA, (1994b) Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils, Method 3051, U.S. Environmental Protection Agency
- Wilkin, R.T. och McNeil, M.S. (2003) Laboratory evaluation of zero-valent iron to treat water impacted by acid mine drainage. *Chemosphere*, 53(7): 715-725
- Williams, D.J., Bigham, J.M., Cravotta, III, C.A., Traina, S.J., Anderson, J.E. och Lyon, J.G. (2002) Assessing mine drainage pH from the color and spectral reflectance of chemical precipitates. *Applied Geochemistry*, **17**: 1273-1286
- Xu, H. och Allard, B. (1991) Effects of fulvic acid on the speciation and mobility of mercury in aqueous solutions. *Water Air and Soil Pollution*. **56**: 709-717
- Xu, H., Ephraim, J., Ledin, A. och Allard, B. (1989) Effects of fulvic acid on the adsorption of Cd(II) on alumina. *The Science of the Total Environment*. **81/82**: 653-660
- Xue, J. och Huang, P.M. (1995) Zinc adsorption-desorption on short-range ordered iron oxide as influenced by citric acid during its formation. *Geoderma*. **64**: 343-356



# **Bilaga 1**

## **Provtagningsprotokoll**



## Borrprotokoll Kaveltorp

0901	asfalt	
	0-0,5	yllning, sand
	0,5-1	yllning, grusig sand
	1-2	yllning?, siltigt
	2-3	yllning, svart grusigt
	3-4	omblandat fyll, svart, silt
0902	asfalt	
	0-1	yllning, tegel, slagg, trä, betong
	1-2	silt
0903	0-0,1	yllning, mulljord
	0,1-0,5	yllning, svart grus, inslag rött mm
	0,5-1	yllning, rött, glänsande, slagg
	1-2	silt
0904	0-0,6	yllning, sandigt
	0,6-0,8	yllning, svart, grått, org, sand (ev blyglans)
	0,8-1	Silt
	1-2	silt, tät
0905	0-0,4	yllning, sand, jord
	0,4-0,7	yllning, svart grus, avfall, varp?
	0,7-1	Silt
	1-2	silt, tät
0906	0-0,1	yllning, jord
	0,1-0,5	silt, rödaktig
	0,5-1	silt, tät
0907	0-1	yllning, moränaktig, trä, varpinslag
	1-2	sannolikt fyll, varpinslag, lerigt, siltigt
	2-3	silt, rödaktig
0908	0-0,8	yllning, sand, varp
	0,8-1	silt, rödaktig
	1-2	silt, tät
0909	0-0,3	yllning, jord, sten

	0,3-1	yllning, siltigt, inslag slagg
	1-2	lerig morän?
	2-3	lerig morän
0910	0-1	silt, rödaktig
0911	0-1	yllning, siltigt
	1-2	yllning, lerigt, inslag slagg tegel
	2-3	siltig morän? (möjligen omgrävd)
0912	0-1	yllning, lerigt
	1-2	yllning, gruvavfall, tegel, lerigt
	2-3	yllning, gruvavfall, tegel, lerigt, slagg
	3-4	yllning, lerigt, slagg
0913	0-1	yllning, siltigt, sten, tegel
	1-2,3	yllning, silt, sand, slagg, tegel
	2,3-3	silt, tät
0914	0-1	yllning, sand, sten, slagg, tegel
	1-2	yllning, svart, sand, silt, varp?, fuktigt
	2-3	yllning, mkt slagg, sand, silt
	3-4	yllning, slagg, sand, silt
	4-5	Silt
0915	0-0,1	yllning, jord
	0,1-1	yllning, svart grus, metallglitter
	1-2	silt, rödaktig



# **Bilaga 2**

## **Analysresultat**

**Tabell B1:** Elektrisk konduktivitet ( $\mu\text{S/cm}$ ), pH samt ett urval av spårelementtotalhalter (mg/kg) i markproverna analyserade med XRF.

Prov		As	Pb	Zn	Cu
Kaveltorp 0901	0-0.5		455	1 010	215
Kaveltorp 0901	0.5-1	56	397	561	161
Kaveltorp 0901	1.0-2	35	536	441	474
Kaveltorp 0901	2.0-3	30	372	721	120
Kaveltorp 0901	3.0-4	68	1 280	1 530	442
Kaveltorp 0902	0-0.5	65	1 800	3 250	447
Kaveltorp 0902	0.5-1	62	1 550	2 810	695
Kaveltorp 0902	1.0-2		18.5	122	
Kaveltorp 0903	0-0.5	1 590	41 200	35 500	4 030
Kaveltorp 0903	0.5-1	509	14 300	13 000	6 120
Kaveltorp 0903	1.0-2	9	59.5	150	
Kaveltorp 0904	0-0.6	78	2 000	716	439
Kaveltorp 0904	0.6-0.8	1 580	32 200	9 790	3 010
Kaveltorp 0904	1.0-2		19	99	
Kaveltorp 0905	0-0.4	14	499	509	119
Kaveltorp 0905	0.4-0.7	292	6 940	2 020	3 930
Kaveltorp 0905	1.0-2		17	86	
Kaveltorp 0906	0-0.5	10	14	138	24
Kaveltorp 0906	0.5-1		11	47.5	25
Kaveltorp 0907	0-0.5	76	4 100	3 380	1 140
Kaveltorp 0907	0.5-1	259	7 080	6 810	1 840
Kaveltorp 0907	1-1.5	133	5 160	3 730	1 140
Kaveltorp 0907	1.5-2	101	3 730	3 000	861
Kaveltorp 0907	2.0-3		54.5	99.5	
Kaveltorp 0908	0-0.4	271	7 270	3 050	1 790
Kaveltorp 0908	0.4-0.8	51	1 050	737	931
Kaveltorp 0908	1.0-2		88	51.5	40
Kaveltorp 0909	0.3-1		386	592	327
Kaveltorp 0909	1.0-2		380	941	209
Kaveltorp 0910	0-1.0		15.5	46.5	
Kaveltorp 0911	0-0.5		939	1 070	243
Kaveltorp 0911	0.5-1		3 590	808	1 310
Kaveltorp 0911	1-1.5	110	1 790	1 530	1 300
Kaveltorp 0911	1.5-2	109	2 320	3 610	948
Kaveltorp 0911	2.0-3		1 840	785	719
Kaveltorp 0912	0-0.5	78	3 060	828	466
Kaveltorp 0912	0.5-1	102	3 170	1 970	1 340
Kaveltorp 0912	1-1.5		2 360	1 920	618
Kaveltorp 0912	1.5-2	119	2 890	3 020	1 010
Kaveltorp 0912	2.0-3	123	1 570	1 790	1 020
Kaveltorp 0913	0-1	52	557	3 050	592

<b>Prov</b>		<b>As</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
Kaveltorp 0913	1.0-2		1 220	1 860	386
Kaveltorp 0913	2.3-3			30.5	32
Kaveltorp 0914	0-0.5		915	956	249
Kaveltorp 0914	0.5-1	43	357	569	130
Kaveltorp 0914	1-1.5	46	1 050	1 230	3 070
Kaveltorp 0914	1.5-2	123	1 370	1 640	3 430
Kaveltorp 0914	2.0-3	53.5	725	924	3 410
Kaveltorp 0915	0-0.5	309	8 930	3 830	5 810
Kaveltorp 0915	0.5-1		1 510	794	1 770
Kaveltorp 0915	1.0-2		85	276	36
MEDIAN		78	1 250	956	695
MEDEL		205	3 460	2 500	1 250
MIN		9	11	30	24
MAX		1 590	41 200	35 500	6 120

		0901, 0-0,5 m	0901, 3-4 m	0902, 0-0,5 m	0902, 1-2 m	0903, 0-0,5 m
TS	%	90.4	77.3	91.5	84.2	84.1
As	mg/kg TS	<3	6.22	<3	3.67	12.8
Ba	mg/kg TS	49.6	73.1	107	24.2	73.4
Be	mg/kg TS	0.524	0.598	0.88	0.401	0.747
Cd	mg/kg TS	1.48	2.47	6.39	0.74	84.3
Co	mg/kg TS	3.11	4.72	2.93	1.81	5
Cr	mg/kg TS	5.96	8.75	5.92	5.75	4.79
Cu	mg/kg TS	301	715	378	22.1	1420
Fe	mg/kg TS	12900	15200	12100	6930	31700
Hg	mg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1
Li	mg/kg TS	4.79	5.34	4.58	5	5.1
Mn	mg/kg TS	329	353	392	99.9	600
Mo	mg/kg TS	<0,4	1.41	<0,4	<0,4	16.4
Ni	mg/kg TS	3.16	5.19	2.8	2.76	5.9
P	mg/kg TS	285	550	240	353	447
Pb	mg/kg TS	515	3280	2340	37	36500
Sr	mg/kg TS	18	15.2	34.5	3.8	17.7
V	mg/kg TS	9.62	11	8.12	10.7	12.2
Zn	mg/kg TS	1200	1740	3900	323	36700

		0903, 1-2 m	0904, 0-0,6 m	0904, 1-2 m	0905, 0-0,4 m	0905, 0,4-0,7 m
TS	%	90.1	79.8	81.7	81.7	84.5
As	mg/kg TS	5.09	<3	<3	4.18	6.71
Ba	mg/kg TS	39.2	45.3	24.1	40.4	73.3
Be	mg/kg TS	0.815	0.565	0.355	0.489	2.65
Cd	mg/kg TS	0.885	1.71	0.332	1.27	1.96
Co	mg/kg TS	6.06	4.07	2.99	3.09	11.3
Cr	mg/kg TS	29.3	9.74	5.83	10.6	5.13
Cu	mg/kg TS	583	403	5.2	175	3200
Fe	mg/kg TS	16600	14500	6830	12100	36800
Hg	mg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1
Li	mg/kg TS	6.93	5.44	4.38	4.94	5.01
Mn	mg/kg TS	374	313	158	309	427
Mo	mg/kg TS	0.917	1.48	<0,4	0.64	2.64
Ni	mg/kg TS	4.98	3.87	3.44	6.63	2.89
P	mg/kg TS	321	406	428	415	505
Pb	mg/kg TS	1410	1340	13.4	520	5200
Sr	mg/kg TS	7.68	9.22	2.76	7.09	9.65
V	mg/kg TS	12.8	14.3	10.5	14.2	10.6
Zn	mg/kg TS	1770	1470	82	593	2520

		0906, 0-0,5	0907, 0-0,5	0907, 0,5-1	0908, 0-0,4	0908, 0,4-0,8
		m	m	m	m	m
TS	%	81.8	84.2	82.4	83.4	87.1
As	mg/kg TS	<3	14.9	13.6	<3	<3
Ba	mg/kg TS	25.6	78.1	128	51.8	32.9
Be	mg/kg TS	0.353	0.64	0.875	0.551	0.415
Cd	mg/kg TS	0.218	6.07	8.41	4.77	1.96
Co	mg/kg TS	2.13	8.17	10.3	6.74	4.36
Cr	mg/kg TS	5.75	7.36	6.14	5.6	3.69
Cu	mg/kg TS	9.48	1560	1710	1220	593
Fe	mg/kg TS	6890	18600	24500	17200	10400
Hg	mg/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1
Li	mg/kg TS	5.22	5.64	5.89	4.77	4.14
Mn	mg/kg TS	224	325	462	407	323
Mo	mg/kg TS	<0,4	1.45	1.96	1.26	0.422
Ni	mg/kg TS	2.77	5.26	5.08	3.71	2.59
P	mg/kg TS	442	426	443	656	464
Pb	mg/kg TS	10.5	8000	8420	5290	3350
Sr	mg/kg TS	4.08	21	21.1	9.79	5.29
V	mg/kg TS	11	13.1	13.2	10.3	7.81
Zn	mg/kg TS	182	4840	6660	1730	1160

		0909, 0,3-1	0910, 0-1	0911, 0-0,5	0911, 0,5-1	0911, 2-3
		m	m	m	m	m
TS	%	88.2	83.7	77.5	82.7	82.5
As	mg/kg TS	<3	<3	7.84	6.22	4.82
Ba	mg/kg TS	36.1	29.5	29.2	30.7	25.7
Be	mg/kg TS	0.505	0.483	0.611	0.476	0.454
Cd	mg/kg TS	1.19	<0,1	7.63	18.9	7.1
Co	mg/kg TS	4.03	3.09	3.7	8.16	4.34
Cr	mg/kg TS	7.91	7.07	6.62	6.28	7.38
Cu	mg/kg TS	523	7.39	637	2060	679
Fe	mg/kg TS	13000	8600	8510	17300	12200
Hg	mg/kg TS	<1	<1	<1	1.23	<1
Li	mg/kg TS	5.69	4.67	3.89	4.48	4.85
Mn	mg/kg TS	254	279	215	298	195
Mo	mg/kg TS	<0,4	<0,4	<0,4	0.452	0.62
Ni	mg/kg TS	4.82	3.82	3.08	4.05	3.85
P	mg/kg TS	587	448	446	515	486
Pb	mg/kg TS	608	12.5	2940	6500	2140
Sr	mg/kg TS	6.11	3.72	4.7	5.5	5.41
V	mg/kg TS	13	14.8	11.9	13.1	13.2
Zn	mg/kg TS	906	49.8	684	1270	783

		0912, 0-0,5	0912, 2-3	0913, 1-2	0914, 0-0,5	0914, 2-3
		m	m	m	m	m
TS	%	83.3	85.9	82.2	92.1	86.8
As	mg/kg TS	5.54	6.3	<3	6.14	4.47
Ba	mg/kg TS	34.6	61.6	25	37.6	35.1
Be	mg/kg TS	0.522	0.874	0.35	0.419	0.53
Cd	mg/kg TS	12.9	5.98	2.06	2.05	3.05
Co	mg/kg TS	3.87	7.82	1.92	3.15	5.13
Cr	mg/kg TS	7.06	12.5	7.21	5.05	5.32
Cu	mg/kg TS	751	2760	28.7	400	1810
Fe	mg/kg TS	12800	25500	8300	8760	18300
Hg	mg/kg TS	<1	1.71	<1	<1	<1
Li	mg/kg TS	5.28	5.63	4.69	4.24	4.74
Mn	mg/kg TS	246	455	109	216	219
Mo	mg/kg TS	1.1	1.05	<0,4	<0,4	1.19
Ni	mg/kg TS	4.04	5.35	3.19	3.24	3.48
P	mg/kg TS	529	422	428	366	426
Pb	mg/kg TS	4290	2510	89.7	845	1130
Sr	mg/kg TS	8.14	15.5	3.9	8.65	9.52
V	mg/kg TS	13.1	12.3	12.6	9.38	10.5
Zn	mg/kg TS	1280	4920	841	1190	1110

		0915, 0-0,5	0915, 1-2
		m	m
TS	%	82.1	80.6
As	mg/kg TS	3.19	<3
Ba	mg/kg TS	52.8	13.6
Be	mg/kg TS	1.12	0.329
Cd	mg/kg TS	2.75	1.06
Co	mg/kg TS	9.83	2.32
Cr	mg/kg TS	13.7	7.1
Cu	mg/kg TS	4530	31.5
Fe	mg/kg TS	62300	9410
Hg	mg/kg TS	<1	<1
Li	mg/kg TS	7.41	4.17
Mn	mg/kg TS	491	85.4
Mo	mg/kg TS	5.03	<0,4
Ni	mg/kg TS	3.93	2.73
P	mg/kg TS	429	316
Pb	mg/kg TS	6980	26.6
Sr	mg/kg TS	11.1	2.6
V	mg/kg TS	12.1	14.8
Zn	mg/kg TS	3050	237



# **Bilaga 3**

## **MIFO-blanketter**



## Blankett A ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Markera osäkert dataunderlag med (?)

Inventeringens namn:	Inventeringsfas (1 eller 2 enligt MIFO): 2
Objekt: Kaveltorps koppar- och blyverk	Upprättad (namn, datum): Mattias Bäckström, 2008-06-20
Id nr: F1864-0088	Reviderad (namn, datum):
Preliminär riskklassning enligt BKL 1	Reviderad (namn, datum):

Bransch	Smältverk, koppar- och blyhytta		
Branschkod enligt SNI Ifylles automatiskt vid datalagring			
Län (namn, kod)	Örebro 18		
Kommun (namn, kod)	Ljusnarsberg 1864		
Topografiska kartan Ifylles automatiskt vid datalagring			
Ekonomiska- Gula kartan Ifylles automatiskt vid datalagring			
Fastighetens koordinater, objektets, tomtens, huvudbyggn centrumpunkt (rikets nät sex siffror)	X= 6639664 Nord	Y= 1454255 Ost	Z= höjd
Fastighetsbeteckning (enl CFD)	Krokfors 1, Lund 2:4		
Byggnader och anläggningar (nuvarande, tidigare översiktligt)	Ett antal flerbostadshus finns idag på området		
Objektets adress	Lyshusvägen, Kopparberg		
Anläggningsägare eller motsvarande med adress			
Nuvarande fastighetsägare om annan än anläggningsägare med adress	Krokfors 1 Ljusnarsbergs Fastighets AB 714 80 Kopparberg  Lund 2:4 Ljusnarsbergs kommun 714 80 Kopparberg		

Kontaktpersoner med adress hos tillsynsmyndighet el dyl	
Fastighetens storlek (m <sup>2</sup> )	
Befintliga undersökningar/gjorda utredningar:	
Andra källor (kartor, flygbilder, foton e t c) + uppgift om var de finns	Flygbilder finns i huvudrapporten
Fixpunkter (placering)	
Brunnar/Undersökningsrör inom industri- eller påverkansområdet, läge skick och typ (undersökningsrör i metall, plast, grävd brunn, borrar brunn, saknas)	En energibrunn finns ca 150 m väster om området

## Blankett B VERKSAMHETS-, OMRÅDES- OCH OMGIVNINGSBESKRIVNING

Markera osäkert dataunderlag med (?)

Objekt: (ifylles automatiskt från blankett A) Kaveltorp koppar- och blyverk	Upprättad (namn, datum): Mattias Bäckström, 2008-06-20
Id Nr: (ifylles automatiskt från blankett A) F1864-0088	Fältbesök(namn, datum)
	Fältbesök (namn, datum)

### Verksamhetsbeskrivning

Anläggningens status (i drift, nedlagd före 1969, nedlagd efter 1969, ingen tidigare känd verksamhet)	Nedlagd före 1969
Anläggningsområdets tillgänglighet (inhägnat, öppet)	Öppet
Verksamhetstid: (ungefärligt antal år)	46 år
Driftstart och driftslut (år)	Start: 1858 Slut: 1904
Antal miljöstörande verksamhetsår	46 år, men påverkan på miljön även efter nedläggning
Produktion (produkt och mängd, om möjligt årtal för produkterna)	
Processbeskrivning, nuvarande översiktligt	Bostadsområde
Processbeskrivning, tidigare, översiktligt	Smältning av silver-, bly- och kopparmalm
Avloppsvatten från processerna, nuvarande hantering (sluten till eget reningsverk, till kommunalt reningsverk, orenat till namngiven recipient)	Orenat
Avloppsvatten från processvatten tidigare hantering (alternativ som ovan):	Orenat till namngiven recipient
I processerna hanterade kemikalier	Okänt
Restprodukter från processerna, mellanlagring (förekomst och typ)	Slagg och andra rester från metallhantering
Efterbehandlingsåtgärder, genomförda (typ av åtgärd t ex eventuell yttäckning, inneslutning):	Inga
Efterbehandlingsåtgärder, planerade (alternativ som ovan):	Inga
Konflikter (vattenförsörjning, omkringboende, jordbruk, skogsbruk, vattenbruk, friluftsliv, kulturminnen, förestående ägarbyte, annat ange	Objektet ligger i Kopparbergs tätort, mitt i ett bostadsområde

vilket) Om flera konflikter är kända anges samtliga	
---	--

#### Området och omgivningen

Markanvändning på objektet (industrimark, jordbruksmark, tätort/bebyggelse, skogsmark, parkmark, övrig):	Bostadsbebyggelse
Markanvändning inom påverkansområdet (alternativ som ovan)	Bostadsbebyggelse
Avstånd från objekt till bostadsbebyggelse (0-50 m, 50-200 m, 200-500 m, 500-1000 m, >1000 m):	0-50
Synliga vegetationsskador inom objektet (ja, nej)	Vegetation saknas på de slaggmassor som finns längs Garhytteån
Synliga vegetationsskador inom påverkansområdet (ja, nej)	Nej
Markförhållanden dominerande inom området (täta -, normaltäta -, genomsläppliga jordarter, fyllnadsmassor, berg, övrigt):	Genomsläppliga jordarter (fyllnadsmassor innehållande mycket slagg)
Topografi, lutning (%)	Lätt lutning mot Garhytteån, sista biten mot ån är brant
Typ av närrecipient (grundvatten, dike, bäck, älv, sjö, hav)	Å
Närrecipient, namn och avstånd från föroreningen (enligt topografiska, ekonomiska kartan):	Garhytteån
Huvudavrinningsområde enligt SMHI	

#### Byggnader och anläggningar

Byggnader även rivna (ålder och skick):	Ett antal flerfamiljshus
---	--------------------------

#### Förorenade markområden

Lokalisering av förorenad mark	Förorening finns inom hela området		
Volym förorenade massor (m <sup>3</sup> )	18 000 m <sup>3</sup>		
Utbredning av förorening, yta, (m <sup>2</sup> )	10 000 m <sup>2</sup>		
Koordinater på förorenade markområdet, rikets nät sex siffror	X= nord	Y= Ost	Z= Höjd
Föroreningar:	Kadmium, koppar, bly och zink		

#### Förorenat grundvatten

Lokalisering av förorenat grundvatten	Okänt; sannolikt mycket små volymer i fyllmassorna ovanpå den förekommande silten
Volym förorenat grundvatten (m <sup>3</sup> )	

Utbredning av föroreningen, yta, (m <sup>2</sup> )			
Koordinater på det förorenade grundvattenmagasinet (rikets nät sex siffror)	X= Nord	Y= Ost	Z= Höjd
Föroreningar			

#### Förorenade sediment

Lokalisering av förorenat sediment	Förorenade sediment förekommer i Norrsjön, men då flera andra objekt påverkar avrinningsområdet går det inte att härleda föroreningens ursprung		
Volym förorenade sediment (m <sup>3</sup> )			
Utbredning av föroreningen, yta, (m <sup>2</sup> )			
Koordinater på det förorenade sedimentet, rikets nät sex siffror	X= Nord	Y= Ost	Z= Höjd
Föroreningar:			

#### Dagvatten och Deponier

Dagvattendränering (typ, slutet -, öppet system, okänt): (till grundvatten, dike, bäck eller älv, sjö eller hav, torvmark övrigt):	Öppet		
Deponi (inom objektet, utanför objektet, saknas. övrigt)	Okänt.		
Typ av deponi (aktiv, öppen, under uppbyggnad, nedlagd, använd som fyllning):			
Innehåll i deponin,			
Läckage från deponin (till recipient, grundvatten, inget):			
Deponins koordinater (rikets nät sex siffror):	X= Nord	Y= Ost	Z= Höjd

Övrigt (t ex sättningar, innehåll i utfyllnader, täckta jordhögar, lastningsområden, tankar, områden där det har brunnit, igenfyllda vattensamlingar):

### Blankett C: FÖRORENINGSNIVÅ

Objekt: Kaveltorps koppar- och blyhytta	Upprättad (namn, datum): Mattias Bäckström, 2008-06-20
Id nr: F1864-0088	Reviderad (namn, datum):

Markera osäkert dataunderlag med (?)

#### Mark

Skriv ämne eller ämnesgrupp i rutan tillsammans med siffran för använd referens inom parantes.

Antal prov:	27			
Jämförelserna görs med (kryssa): [ X ] ___95:e percentilen, [ ] näst högsta värdet, [ ] högsta värdet, [ ] syn el, luktintryck etc				
Tillstånd	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
				Cd, Cu, Pb, Zn
Ämne där bedömning av tillstånd inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata:				
Avvikelse från jämförvärde	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Måttlig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor påverkan av punktkälla
				Cd, Cu, Pb, Zn
Ämne där bedömning av avvikelse inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata				
	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Mängd förorening				X
Volym förorenade massor			X	
Använda referenser: Naturvårdsverket (1999) Metodik för inventering av förorenade områden. Bilaga 4, tabell 1 samt bilaga 5, tabell 3				

#### Grundvatten

Skriv ämne eller ämnesgrupp i rutan tillsammans med siffran för använd referens inom parantes.

Antal prov:	0			
Jämförelserna görs med (kryssa): [ ] ___ :e percentilen, [ ] näst högsta värdet, [ ] högsta värdet, [ ] syn el, luktintryck etc				
Tillstånd	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Ämne där bedömning av tillstånd inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata:				

Avvikelse från jämförvärde	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Måttlig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor åverkan av punktkälla
Ämne där bedömning av avvikelse inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata				
Använda referenser: Naturvårdsverket (1999) Metodik för inventering av förorenade områden. Bilaga 4, tabell 3 samt bilaga 5, tabell 6				

### Ytvatten

Skriv ämne eller ämnesgrupp i rutan tillsammans med siffran för använd referens inom parentes.

Antal prov:	<b>övervakningsdata</b>			
Jämförelserna görs med (kryssa): [ ] ___ :e percentilen, [ ] näst högsta värdet, [ ] högsta värdet, [ ] syn el, luktintryck etc				
Tillstånd	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Ämne där bedömning av tillstånd inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata:				
Avvikelse från jämförvärde	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Måttlig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor påverkan av punktkälla
Ämne där bedömning av avvikelse inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata				
Använda referenser: Naturvårdsverket (1999) Metodik för inventering av förorenade områden. Bilaga 4, tabell 4 samt bilaga 5, tabell 11				

### Sediment

Skriv ämne eller ämnesgrupp i rutan tillsammans med siffran för använd referens inom parentes.

Antal prov:	<b>0</b>			
Jämförelserna görs med (kryssa): [ ] ___ :e percentilen, [ ] näst högsta värdet, [ X ] högsta värdet, [ ] syn el, luktintryck etc				
Tillstånd	Mindre allvarligt	Måttligt allvarligt	Allvarligt	Mycket allvarligt
Ämne där bedömning av tillstånd inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata:				
Avvikelse från jämförvärde	Ingen eller liten påverkan av punktkälla	Måttlig påverkan av punktkälla	Stor påverkan av punktkälla	Mycket stor påverkan av punktkälla

Ämne där bedömning av avvikelser inte är möjlig p g a brist på jämförelsedata				
	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Mängd				
Volym				
Använda referenser:				

### Byggnader och anläggningar

Skriv ämne eller ämnesgrupp i rutan tillsammans med siffran för använd referens inom parentes.

Antal prov:	0			
	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Mängd förorening				
Volym förorenade massor				
Använda referenser:				



### Blankett D: SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Objekt: Kaveltorps koppar- och blyhytta	Upprättad (namn, datum): Mattias Bäckström, 2008-06-20
Id nr: F1864-0088	Reviderad (namn, datum):

Spridningsförutsättningarna bedöms för föroreningar i halter eller mängder som medför risk för negativa effekter.

Markera osäkert dataunderlag med (?)

### Borrhålsskiss och karta över påverkansområdet

Borrhålsskiss
Karta över påverkansområdet

### Från byggnader och anläggningar

Föroreningar i byggnader och anläggningar:	Inga
Spridningssätt (text):	
Konstaterad historisk spridning (text):	
Övrigt	
Uppskattad andel utlakning/år (%):	

### Från mark till byggnader

Flyktiga föroreningar i marken:	Inga
Markens genomsläpplighet (m/år):	
Byggnadens genomsläpplighet (m/år):	
Konstaterad historisk spridning:	
Övrigt	
Uppskattad hastighet för gasinträngning i byggnader:	

### Mark och grundvatten

Föroreningars lokalisering i marken i dag, markera även på kartan (text):	Förorening förekommer inom hela området
---	---

### Spridningshastighet för ämnen som transporteras med vatten i mark

Föroreningar som sprids med vatten:	Spårmetaller
-------------------------------------	--------------

Markens genomsläpplighet i mest genomsläppliga lagret (m/s):	10 <sup>-4</sup> m/s (fyllnadsmassor ovan silten)
Lutning på grundvattenytan (%):	
Grundvattenströmning (m/år) ca:	100
Nedbrytbara föroreningar:	Inga
Nedbrytningshastighet (halveringstid):	
Föroreningar som binds i marken:	Spårmetaller
Halt organiskt kol i marken (%):	Måttligt, fyllnadsmassor
Andra förutsättningar för bindning i marken t ex lerinnehåll (text):	
Naturliga transportvägar t ex torrsprickor i lera (text):	Okänt, men fyllnadsmassorna är mycket porösa
Antropogena transportvägar t ex ledningsgravar (text):	Okänt
Konstaterad historisk spridning (m/år):	Ingen konstaterad
Övrigt:	
Uppskattning av spridningshastighet i mark och grundvatten (m/år):	1 m/år (god fastläggning av spårmetallerna)

#### **Spridningshastighet för ämnen som transporteras via damning från mark**

Föroreningar som sprids med damm:	Inga, hela området är täckt med gräs
Markytans torrhet (normal, torrare än normalt, mycket torrare än normalt):	Normalt
Vegetationstäckning (% och typ):	Hela ytan täckt med hus, asfalt eller gräsmatta
Exponering för vind (liten, stor, mycket stor):	Liten
Konstaterad historisk spridning (m/år):	Ej känt
Övrigt:	
Uppskattning av spridningshastighet med damm (m/år):	

#### **Spridningshastighet för ämnen som transporteras som separat fas i marken**

Föroreningar som sprids i separat fas:	Inga
Markens genomsläpplighet: (m/s):	
Separata fasens viskositet (trögflytande, lättflytande):	
Konstaterad historisk spridning (m/år):	
Övrigt:	
Uppskattning av spridningshastighet som separat fas i mark (m/år):	

#### **Mark/grundvatten till ytvatten**

Redan förorenade ytvatten, konstaterad historisk spridning (namn):	Inget konstaterat, finns dock misstankar om spridning till Garhytteån
Hotade ytvatten (namn):	Täljeån

Föroreningars hastighet i mark/grundvatten, (m/år):	1
Avstånd från förorening till hotat ytvatten (m):	0-50 m
Ytavrinning på marken, diken, avlopp (ja/nej)	Ja
Varierande grundvattennivåer, översvämningar, högvatten (ja/nej):	
Övrigt:	Ytavrinning sker mot ån vid högt flöde
Uppskattad spridningstid till ytvatten (år):	Har redan nått Garhytteån om spridning skett

#### Ytvatten

Föroreningar som sprids i ytvatten:	Spårmetaller
Ytvattnets transporthastighet:(km/år)/omsättningstid (år):	Tämligen högt flöde
Utspädning leder till oskadliga halter i ytvattnet (ja/nej):	Troligen, mätningar i Garhytteån visar inte på några tydligt förhöjda halter nedströms området
Ojämn spridning i ytvatten (ja/nej):	
Konstaterad historisk spridning (m/år):	Ingen konstaterad
Övrigt:	
Uppskattas spridningshastighet i ytvatten (km/år):	

#### Sediment

Redan förorenade sediment, konstaterad historisk spridning, markera även på karta (text):	Inget konstaterat
Föroreningar som sprids via vatten till sediment:	Spårmetaller
Förutsättningar för sedimentation i olika delar av vattensystemet (text):	Norrsjön
Båttrafik som rör upp sediment (ja/nej):	
Muddring (ja/nej):	
Kraftiga vågrörelser (ja/nej):	
Gasbildning (ja/nej):	
Föroreningar i separat fas i sediment (text):	
Övrigt	
Jämn utbredning (m/år):	
Ojämn utbredningen, markera även på kartan (text):	

### Blankett E: SAMLAD RISKBEDÖMNING

Objekt: Kaveltorps koppar- och blyhytta	Upprättad (namn, datum): Mattias Bäckström, 2008-06-20
Id nr: F1864-0088	Reviderad (namn, datum):
Verksamhet/bransch:	

Markera osäkert dataunderlag med (?)

### Föroreningarnas farlighet (F)

Skriv ämne/ämnesgrupp i aktuell ruta.

Låg	Måttlig	Hög	Mycket hög
	Zn	Cu	Cd, Pb

### Föroreningsnivå (N)

Visar vilka medier som är förorenade i dag. Från underlagsblankett föroreningsnivå. Skriv ämne/ämnesgrupp i aktuell ruta.

Medium	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Byggn/anlägg				
Mark				X
Grundvatten				
Ytvatten				
Sediment				

### Spridningsförutsättningar

Från underlagsblankett spridningsförutsättningar. Sätt X eller skriv ämne/ämnesgrupp i aktuell ruta.

Medium	Små	Måttliga	Stora	Mycket stora
Från byggn/ anlägg				
Till byggnader				
I mark o grundvatten			X	X
Till ytvatten			X	X
I ytvatten			X	
I sediment				

### Känslighet/skyddsvärde (KoS)

Markera K för känslighet och S för skyddsvärde i aktuell ruta.

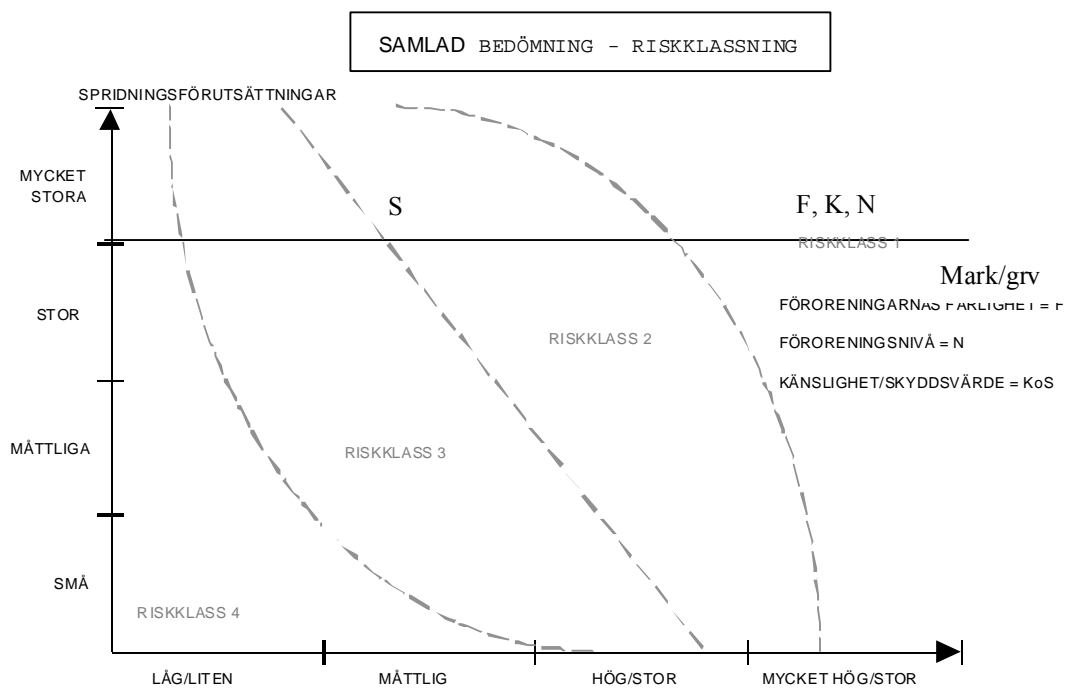
	Liten	Måttlig	Stor	Mycket stor
Byggn/anlägg				
Mark o grundvatten		S		K
Ytvatten o sediment				

Bedömningen av K/S baseras på markanvändningen: Bostadsområde

vilken är (sätt kryss)  pågående markanvändning,  framtida markanvändning enligt detaljplan,  framtida markanvändning enligt översiktsplan.

Kort beskrivning av exponeringssituationerna: Exponering sker idag i vid daglig vistelse inom området. Faktiskt exponering sker sannolikt dock inte vid normal vistelse inom området

Inventerarens intryck: Bostadsbebyggelse inom hela området. Exponering sker sannolikt inte genom vardaglig vistelse inom området.



Objektet förs till  riskklass 1 "mycket stor risk"  
(sätt kryss)  riskklass 2 "stor risk"  
 riskklass 3 "måttlig risk"

riskklass 4 "liten risk"

Motivering: Spårmetaller förekommer i mycket höga halter och i stora mängder inom ett bostadsområde. Direkt exponering för föroreningar förekommer sannolikt inte vid normal vistelse inom området.

Andra prioriteringsgrunder:

exponering av föroreningar sker i dag, på följande sätt .....

Länkar

Det finns andra förorenade områden som hotar samma recipient. Ljusnarsbergsfältet, Finngruvorna, Kaveltorpsfältet samt ytterligare områden inom Kopparbergs samhälle

Det finns andra förorenade områden som har sitt ursprung i samma verksamhet. Det är .....