
RAPPORT

Bergslagens kommunalteknik BKT

Kaveltorp, huvudstudie

Uppdragsnummer 1553915000

Huvudstudie avseende f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk i Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun



Örebro

2014-01-31

Sweco Environment AB
Örebro Vatten och Miljö

Charlotte Ohlsson

Per Evenhamre

1 (77)

Sweco
Grubbensgatan 6

SE-702 25 Örebro, Sverige
Telefon +46 (0)19 168100
Fax +46 (0)19 168149
www.sweco.se

Sweco Environment AB
Org.nr 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Charlotte Ohlsson

Telefon direkt +46 (0)19 168137
Mobil +46 (0)76 7933137
charlotte.ohlsson@sweco.se

Sammanfattning

I centrala Kopparberg drevs Kaveltorps koppar- och blyverk fram till början av 1900-talet. En förstudie med avseende på föroreningar i mark som har genomförts inom området indikerar att området är förorenat med främst bly, koppar, kadmium och zink. F.d. Kaveltorps koppar- och blyverk finns idag på Länsstyrelsen i Örebro läns lista över de 30 mest prioriterade förorenade områdena i länet.

Syftet med den nu utförda huvudstudien har varit att erhålla en bild av de miljö- och hälsorisker som kan vara förknippade med den förorening som har påträffats i marken. Syftet har även varit att avgöra om det föreligger ett åtgärdsbehov och om så är fallet att utreda lämpliga efterbehandlingsåtgärder i en åtgärdsutredning och komma fram till en lämplig åtgärd.

Påträffade halter av bly, kadmium, koppar och zink bedöms innebära en risk för människors hälsa förknippad med intag av jord och intag av växter (bly) och intag av växter (kadmium). För koppar och zink innebär påträffade halter risk i kombination med exponering från andra källor. Uppmätta halter har även jämförts med halter där risker för akuttoxiska effekter bedöms föreligga. Inga uppmätta maxhalter inom området överskrider akuttoxiska halter, varför det har bedömts föreligga liten risk för allvarliga akuttoxiska effekter utifrån halter i jord.

För miljön i anslutning till utredningsområdet innebär påträffade halter risker för yt- och grundvatten samt markmiljön (bly), skydd av markmiljö (kadmium), skydd av yt- och grundvatten (koppar) samt skydd av markmiljö och grundvatten (zink).

Provtagning av ytvatten indikerar att det inte finns mer än ett marginellt påslag av metallhalter i vatten mellan uppströms- och nedströmspunkten vid provtagningen. Mätningarna indikerar att det inte förekommer någon nämnvärd spridning av föroreningar från området, varför risker för den akvatiska miljön i Garhytteån bedöms vara mycket små.

För att nå de övergripande åtgärds målen med avseende på människors hälsa och markens ekosystemfunktion bedöms det i dagsläget föreligga ett behov av riskreduktion.

Utifrån föroreningssituationen samt de platsspecifika förutsättningarna inom utredningsområdet har ett antal åtgärds metoder bedömts vara rimliga/lämpliga för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. De åtgärdsalternativ som har utretts vidare för utredningsområdet är nollalternativet, säkerställande av riskreduktion genom urgrävning, övertäckning med jord och asfaltering samt maxalternativet, vilket i detta fall motsvaras av urgrävning av samtliga fyllnadsmassor.

Efter diskussion gällande den bäst lämpade åtgärds metoden har projektgruppen beslutat att förorda Alternativ A, vilket innebär en kombination av urgrävning och övertäckning. Kostnaden för att genomföra den föreslagna åtgärden uppskattas till cirka 17-23 miljoner kronor.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Huvudstudiens syfte och mål	5
1.3	Omfattning och avgränsning	5
1.4	Organisation och arbetsformer	6
2	Utredningsområdet	7
2.1	Lokalisering	7
2.2	Fastighetsförhållanden	8
2.3	Planförhållanden	9
2.4	VA-försörjning	9
2.5	Skyddsintressen och övriga restriktioner	10
2.6	Andra metallförorenade områden i närheten	11
3	Tidigare verksamhet och förväntad föroreningssituation	12
3.1	Historik	12
3.2	Tidigare genomförda undersökningar	14
4	Geohydrologiska förhållanden	16
4.1	Topografi	16
4.2	Nederbörd och avdunstning	16
4.3	Geologi	16
4.4	Ytvatten	17
4.5	Grundvatten	19
5	Föroreningssituation	21
5.1	Mark	21
5.2	Grundvatten	30
5.3	Ytvatten och sediment	31
5.4	Bedömning av föroreningsspridning	34
5.5	Bedömning av framtida förhållanden	35
6	Riskbedömning	36
6.1	Allmänt	36
6.2	Syfte och omfattning med riskbedömningen	37
6.3	Preliminära övergripande åtgärds mål	38
6.4	Konceptuell exponeringsmodell	39
6.5	Risker för människors hälsa – mark	44

6.6	Risker – grundvatten	48
6.7	Miljörisker inom området och i närområdet	50
6.8	Risker för ekosystemet i Garhytteån	52
6.9	Akuttoxicitet	53
6.10	Riskbedömning – prognos	55
6.11	Sammanfattning – riskbedömning	55
6.12	Bedömning av åtgärdsbehov	56
7	Åtgärdsutredning	58
7.1	Förutsättningar för åtgärder	58
7.2	Åtgärdsalternativ- f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk	62
7.3	Sammanfattande diskussion	68
8	Riskvärdering	70
9	Projekteringsdirektiv	71
10	Tillståndsansökningar, anmälningar etc.	72
11	Direktiv för miljökontroll	73
11.1	Omgivningskontroll	73
11.2	Saneringskontroll	74
11.3	Arbetsmiljökontroll	74
11.4	Dokumentation	75
11.5	Övriga försiktighetsmått	75
12	Planering och budgetering av fortsatta arbeten	76
12.1	Kvarstående osäkerheter	76
12.2	Kommande arbete	76
12.3	Kostnader	76
12.4	Förslag på belopp att söka	77

Bilaga A – Fältrapport och resultat från utförda mätningar och analyser
 Bilaga B – Uttagsrapport platsspecifika riktvärden
 Bilaga C – Kostnadsuppskattning

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I centrala Kopparberg drevs Kaveltorps koppar- och blyverk fram till början av 1900-talet. Området har tidigare omfattats av undersökningar enligt Naturvårdsverkets MIFO-modell¹.

En förstudie² med avseende på föroreningar i mark som har genomförts indikerar att området är förorenat med främst bly, koppar, kadmium och zink.

F.d. Kaveltorps koppar- och blyverk finns idag på Länsstyrelsen i Örebro läns lista över de 30 mest prioriterade förorenade områdena i länet. Aktuell tillsynsmyndighet, Bergslagens Miljö- och byggförvaltning (BMB) har bedömt att detaljerade undersökningar i form av en huvudstudie behöver genomföras för att avgränsa föroreningarna, bedöma riskerna och utreda områdets eventuella behov av sanering.

Naturvårdsverket har beviljat pengar för en undersökning motsvarande en huvudstudie och Bergslagens kommunalteknik (BKT) har tagit på sig rollen som huvudman. Sweco Environment AB har anlåtats för utförandet av huvudstudien.

1.2 Huvudstudiens syfte och mål

Syftet med huvudstudien har varit att erhålla en bild av de miljö- och hälsorisker som kan vara förknippade med den förorening som har påträffats i marken samt att avgöra om det föreligger ett åtgärdsbehov och om så är fallet att utreda lämpliga efterbehandlingsåtgärder i en åtgärdsutredning och komma fram till en lämplig åtgärd.

1.3 Omfattning och avgränsning

1.3.1 Huvudmoment

Huvudstudien har omfattat ett flertal moment. I ett första steg har en inledande provtagning och utkast till riskbedömning tagits fram. I ett nästa steg har kompletterande provtagning genomförts och riskbedömningen har färdigställts. Därefter har en åtgärdsutredning utförts. Även en förenklad version av riskvärdering har genomförts, efter överenskommelse med beställare.

¹ MIFO = metodik för inventering av förorenade områden.

² Örebro Universitet, 2012-06-02, *Översiktlig geokemisk undersökning av Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun.*

1.3.2 Utförda mätningar, provtagningar och analyser

Inom ramen för huvudstudien har följande mätningar, provtagningar och analyser utförts:

- Provtagning av jord inom ett område omfattande cirka 3,5 hektar.
- Lakteter i form av skaktester på totalt 4 prov.
- Installation av 6 grundvattenrör samt provtagning och analys av grundvatten.
- Biotillgänglighetstester på totalt 2 jordprov.

Metodik och resultat för undersökningarna redovisas i Bilaga A.

1.4 Organisation och arbetsformer

Huvudman för huvudstudien är Ljusnarsbergs kommun som via BKT har genomfört huvudstudien med Andreas Leander som projektledare. Joakim Eriksson har varit ombud för Bergslagens kommunalteknik. Dessutom har Jens Råberg, BMB, deltagit som representant från tillsynsmyndigheten och Ylva Hedene och Lisa Arnwald Storm, Länsstyrelsen i Örebro län, deltagit i projektgruppen.

Swecos organisation för uppdraget redovisas nedan:

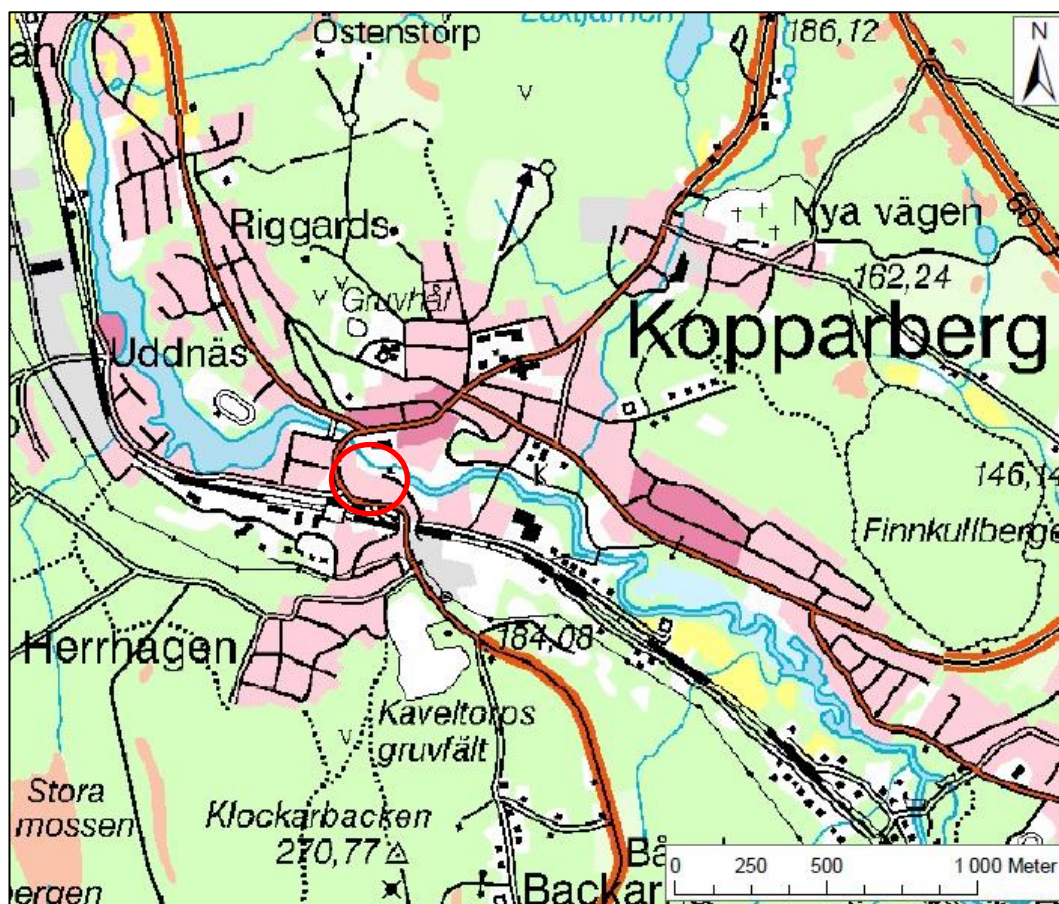
Roll	Person
Uppdragsledare, ansvarig riskbedömning	Per Evenhamre
Biträdande uppdragsledare, ansvarig åtgärdsutredning	Charlotte Ohlsson
Kvalitetsgranskare, expert hydrogeologi	David Ekholm
Expert, provtagning och geokemi	Mattias Bäckström
Handläggare/provtagning	Anders Stenqvist

Uppdraget har följts upp och styrts genom projektmöten mellan Sweco, BKT, BMB och Länsstyrelsen i Örebro län.

2 Utredningsområdet

2.1 Lokalisering

F.d. Kaveltorps koppar- och blyverk är beläget i centrala Kopparberg i norra delen av Örebro län, se Figur 2.1 nedan. Området återfinns på den södra stranden av Garhytteån, vilken rinner genom hela Kopparbergs samhälle.



Figur 2.1. Översiktskarta över Kopparbergs samhälle med ungefärligt utredningsområde markerat med röd cirkel. För kartunderlag gäller ©Lantmäteriverket. Ärende nr MS2011/02599.

Utredningsområdet avgränsas i söder och genomskärs i väster av väg 63/ Konstmästaregatan. Mot norr avgränsas utredningsområdet av Garhytteån.

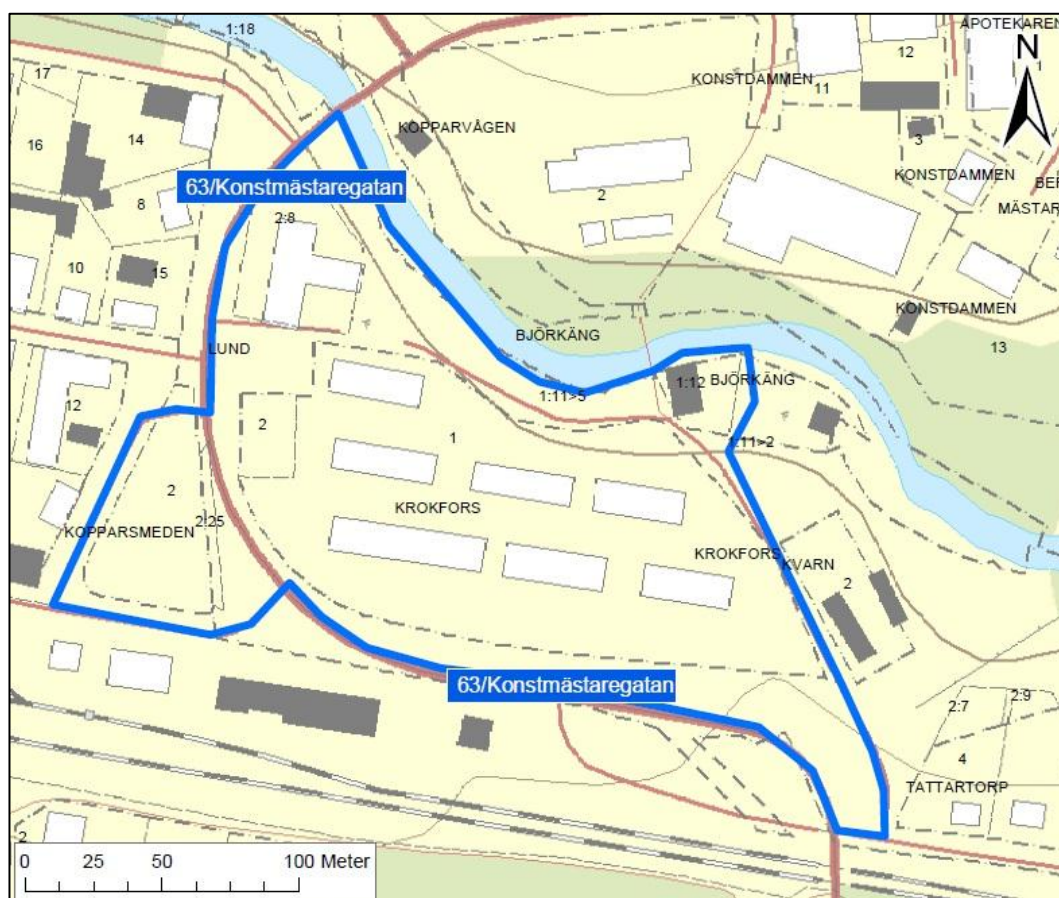
I den nordvästra delen av utredningsområdet finns en brandstation, inom fastigheten Lund 2:8. På norra sidan av Garhytteån ligger Garhytteskolan, en skola med elever från förskoleklass till och med årskurs 2.

Markytorna inom utredningsområdet består till stora delar av hårdgjord och/eller asfalterade ytor samt byggnader, uppskattningsvis till cirka 60 %. Övriga ytor är

gräsbevuxna. Byggnader inom området består till största delen av flerfamiljshus, totalt sju huskroppar. Mellan två av huskropparna finns en sandlåda, cirka 10x15 m stor. I den södra delen, gränsande mot väg 62/Konstmästargatan, växer ett flertal större björkar. Inom utredningsområdet finns ytterligare uppvuxna träd, dock enbart lövträd och inga fruktträd.

2.2 Fastighetsförhållanden

Utredningsområdet omfattar totalt åtta fastigheter. Större delen av utredningsområdet är bebyggt med flerfamiljshus vilka ägs av det kommunala bostadsbolaget Ljusnarsbergsbostäder. Fastigheter inom utredningsområdet redovisas i Figur 2.2 nedan.



Figur 2.2. Fastigheter inom utredningsområdet (utredningsområdet har markerats med blå linje).

Nedan redovisas de fastigheter som ingår i utredningsområdet.

Fastighet

Kopparsmeden 2:1
Krokbors 1
Krokbors 2
Lund 2:4
Lund 2:8
Björkäng 1:12
Herrhagen 1:20
Björkäng 1:11

Provtagning har även utförts på den norra sidan av Garhytteån. Berörda fastigheter, vilka inte ingår i utredningsområdet men som har omfattats av provtagning, redovisas nedan.

Fastighet

Kopparberg 1:1
Kopparvången 2

2.3 Planförhållanden

Utredningsområdet omfattas av tre detaljplaner. Fastigheterna Kopparsmeden 2:1 samt Krokbors 1 och 2 omfattas av detaljplan K_s_39, vilken fastställdes av Länsstyrelsen Örebro län 1970-10-02. I planen anges platser där byggnader idag är belägna som område för bostadsändamål, område för allmänna ändamål (plats för brandstationen) samt område för parkeringsändamål. Övriga ytor har angivits som "mark som icke får bebyggas", mellan byggnader inom utredningsområdet, samt "park eller plantering" inom järnvägsparken samt gräsytan mellan parkeringen och Konstmästaregatan.

Fastigheten Lund 2:8 omfattas av detaljplan D8 i Kopparberg. Planen fastställdes 1992-02-12 och reglerar ändrad vägdragning i anslutning till Lund 2:8 där brandstationen är belägen. Planen omfattar bland annat uppförande av bro vid ny genomfartsled. Planen anger även att marken kring brandstationens byggnad inte får bebyggas.

Fastigheten Lund 2:4>2 omfattas av detaljplan K_s_52, vilken fastställts av Länsstyrelsen Örebro län 1981-04-07. Planen berör inte den del av fastigheten som ingår i aktuellt utredningsområde. Fastigheten Lund 2:4>1 omfattas inte av detaljplan.

2.4 VA-försörjning

Stora delar av Kopparberg utgör verksamhetsområde för VA. Samtliga berörda fastigheter inom utredningsområdet har kommunal vattenförsörjning. Vattenförsörjningen baseras på uttag av grundvatten i jordlagren vid Finnhyttans vattentäkt, belägen cirka 1,5 km NV om utredningsområdet. För vattentäkten finns vattenskyddsområde, vilket inte berör utredningsområdet. Inga dricksvattenbrunnar inom utredningsområdet finns registrerade i SGU:s brunnsarkiv.

I Kopparberg finns ett flertal energibrunnar enligt SGU:s brunnsarkiv. Inga av dessa är belägna inom utredningsområdet.

2.5 Skyddsintressen och övriga restriktioner

2.5.1 Intressen för natur- och kulturmiljövården

Utredningsområdet omfattas inte av någon typ av skydd gällande natur- eller kulturmiljövården. Norr om utredningsområdet finns ett område av riksintresse för kulturmiljövården, område RK 47 Centrala Kopparberg. Uttryck för riksintresset är följande:

“Plan- och bebyggelsemönster med partier av sluten, mer stadsmässig bebyggelse och friliggande hus, huvudsakligen i trä men också med inslag av sten och putsarkitektur från 1800-talets slut och 1900-talet. Monumental träkyrka från 1635 och andra byggnader som hör samman med sockencentrumet. Gruvstuga-tingshus från 1641, bergmästarboställe från 1740-talet och många stora bergslagsgårdar. Gruvstugutorget och Malmplan är ursprungliga platsbildningar för administration, köpenskap och handel. Området Konstbacken med gruvhål och lämningar från bergshantering. Järnvägsområdet och anslutande bebyggelse som hör samman med den expansiva perioden vid 1800-talets slut och 1900-talets början, municipalsamhället och köpingen Kopparberg.”

I övrigt finns inga områden av intresse för natur- eller kulturmiljövården i direkt anslutning till utredningsområdet.

2.5.2 Fisk och kräftor

I en tidigare huvudstudie utförd inom Ljusnarsbergsfältet³ har förekomsten av fisk och kräftor i Garhytteån kontrollerats. Enligt denna finns bland annat gädda, abborre, mört, brax och löja samt enstaka lakar och eventuellt någon öring i Garhytteån. Beståndet av öring ska enligt uppgifter framkomna under huvudstudien för Ljusnarsbergsfältet tidigare varit större, men av någon anledning är det nu så gott som utslaget. För fritidsfisket görs utplantering av regnbågsforell. Vidare finns det signalkräftor i Garhytteån.

2.5.3 Bottenfauna

I samband med arbetet med huvudstudien för Ljusnarsbergsfältet³ har Medins Biologi AB genomfört en bottenfaunaundersökning i september 2007. Undersökningen har omfattat två lokaler i Garhytteån.

Resultatet indikerade att bottenfaunan var starkt eller mycket starkt påverkad av miljöstörning i en av lokalerna. Resultaten indikerade dock en mycket stor regleringspåverkan, vilket medför att det var svårt att bedöma en eventuell påverkan på bottenfaunan av exempelvis metaller.

³ SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergsfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergsfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

Medins Biologi AB har sammanfattningsvis gjort bedömningen att bottenfaunan i Garhytteån vid Kopparberg är negativt påverkad av miljöstörning. Troligen utgörs störningen både av vattenreglering och av annan påverkan som i detta fall kan vara höga metallhalter.

2.5.4 Grundvatten

Knappt 1,5 km nordväst om utredningsområdet återfinns Finnhyttan grundvattentäkt. Vattentäkten tar sitt vatten från vattenförekomsten Ställbergsåsen och försörjer ungefär 3 800 personer. Uttaget uppgår till cirka 1 600 m³ per dygn. Grundvattenförekomsten är skyddad som dricksvattenförekomst enligt vattendirektivets artikel 7.

Ställbergsåsen, Kopparbergsområdet (SE663912-145591) är definierad som en grundvattenförekomst. Grundvattenförekomsten har god kvantitativ status och god grundvattenkemisk status. Enligt VISS (VattenInformationsSystem Sverige) finns det risk för att god kemisk status inte uppnås år 2015. Detta beror främst på närheten till Ljusnarsbergsfältet och Kaveltorpsfältet med gruvvarp och sand med stora mängder av bly, zink, koppar, kobolt, arsenik och eventuellt kadmium. Grundvattensituationen beskrivs närmare i avsnitt 4.5 nedan.

2.6 Andra metallförorenade områden i närheten

Söder om undersökningsområdet finns Kaveltorps gruvfält, där det också förekommer stora mängder gruvavfall, uppskattningsvis 630 000 ton, med bly, kadmium, koppar och zink som huvudsakliga föroreningar.⁴ Spridningen bedöms huvudsakligen ske via grundvatten till Garhytteån.

Stora delar av dalgången där Garhytteån rinner genom Kopparberg är utfyllda. Troligen innehåller fyllnadsmassorna gruvavfall, eftersom sådant har funnits lätt tillgängligt.

Cirka 500 m norr om utredningsområdet finns Ljusnarsbergsfältet, ett område med ett flertal gruvhål och mängder av gruvavfall. Mellan 200 000 och 300 000 m³ gruvvarp uppskattas finnas inom Ljusnarsbergsfältet³. Det årliga läckaget från Ljusnarsbergsfältet till Garhytteån uppskattas till 8-30 kg bly, 1-2 kg kadmium, 160-500 kg koppar och 400-1500 kg zink. Sammantaget utgör läckaget av metaller från Ljusnarsbergsfältet en betydande del av metalltransporten i Garhytteån.

⁴ Örebro Universitet, Forskningscentrum människa teknik miljö, 2003: *Översiktlig geokemisk undersökning (MIFO fas 2) av gruvavfall vid Kaveltorp, Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun*

3 Tidigare verksamhet och tidigare genomförda undersökningar

3.1 Historik

Det finns begränsad information om den tidigare verksamheten med koppar- och blyverk. I den tidigare genomförda undersökningen⁵ har framkommit att verksamhet har bedrivits på platsen mellan 1858 och tidigt 1900-tal. Smältverket ska ha legat ungefär där brandstationen idag är belägen. Slutprodukterna benämndes garkoppar respektive verkbley. Malmen erhöles i huvudsak från det närliggande Kaveltorpsfältet.

Flygfoton, vilka har tagits fram i samband med tidigare undersökning⁵, visar att ett flertal byggnader fanns inom berört utredningsområde år 1956, se Figur 3.1.



Figur 3.1. Flygfoto över f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk från 1956. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

⁵ Örebro Universitet, Forskningscentrum människa teknik miljö, 2003: *Översiktlig geokemisk undersökning (MIFO fas 2) av gruvavfall vid Kaveltorp, Kopparberg, Ljusnarsbergs kommun*

På flygbilder från 1969 finns enbart en större byggnad kvar på den plats där boendeparkeringen är belägen i dagsläget, se Figur 3.2.



Figur 3.2. Flygfoto över f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk från 1969. ©Lantmäteriverket Gävle 2007. Medgivande I2007/229.

På bilderna kan även ses att den östra delen av utredningsområdet troligen inte har använts för industriell verksamhet i någon större utsträckning. Topografin i området indikerar och genomförda provtagningar har dock visat att det finns utfyllnadsmassor i östra delen av området.

3.1.1 Garkoppar

Processen för att framställa garkoppar beskrivs bland annat i en text från Brukskultur Åtvidaberg⁶. I texten beskrivs att malm först kallrostades i syfte att driva bort svavel och andra mer flyktiga ämnen som exempelvis arsenik från malmen inför vidare behandling. I ett nästa steg, koncentrationssmältningen, erhöles en mellanprodukt som kallades

⁶ Brukskultur Åtvidaberg, 2002: *Från malm till garkoppar; Kopparframställning i 1840-talets Åtvidaberg.*

skärsten vilken innehöll 25-30 % koppar. Efter koncentrationssmältningen genomfördes vändrostningen, en process som genomfördes i flera på varandra följande etapper. Syftet med processen var att oxidera och driva ut allt kvarvarande svavel ur skärstenen. Produkten som erhöles kallades vändrostverket och ur denna utvanns produkten råkoppar bestående av ungefär 90 % koppar. Själva garningsprocessen var det slutliga steget i kopparframställningen, där den slutliga handelsprodukten, garkoppar, framställdes. Garningen gick till så att råkopparen smältes ner under stark lufttillförsel och föroreningar i form av svavel, bly, järn och zink avgick i form av rök.

3.1.2 Verkbly

Processen för att framställa verkbly, eller råbly, beskrivs bland annat i Svensk Kemisk tidskrift från 1892⁷.

Framställningsprocessen för bly inleds med att blymalmen bearbetas genom rostning eller fällning, beroende på malmens karaktär. Om malmen till största delen består av blyglans lämpar sig fällningsmetoder bäst, annars används rostning. Vid fällning smälts den orena malmen ner under tillsats av metalliskt järn eller järnslag. De produkter som erhålls i detta steg är råbly eller verkbly, en nästan blyfri slag och en blyrik så kallad blysten. Den senare rostas och smälts om i ett liknande steg för att erhålla mer råbly. I Kaveltorps bly- och kopparverk var verkbly slutprodukt, vilket innebär att inga vidare steg i blyframställningsprocessen förekom inom utredningsområdet.

3.2 Tidigare genomförda undersökningar

Inom utredningsområdet har en undersökning rörande förorenad mark genomförts av Örebro Universitet, Forskningscentrum Människa-Teknik-Miljö, på uppdrag av BKT⁸.

Undersökningen har omfattat litteraturstudier gällande gruvavfallskemi, inventering avseende ytvattenavrinning, grundvattenytans lutning, topografin och markanvändningen samt fältinstallationer och provtagning av jord.

Resultaten från undersökningen har indikerat att det totala området som är utfyllt med slag uppgår till storleksordningen 10 000 m². Den största mängden slag har påträffats närmast Garhytteån, där mäktigheten är som störst, upp till 6 m. Området med en mäktighet från 3 m och uppåt har uppskattats vara omkring 4 000 m² stort och den totala mängden avfall har bedömts uppgå till ungefär 18 000 m³.

Analyser av markprover har indikerat att jordlagren inom undersökningsområdet är förorenade av främst bly, kadmium, zink och koppar. Dessa ämnen har påträffats i mycket höga halter, där medelhalterna överskrider "mycket allvarligt tillstånd" enligt Naturvårdsverkets terminologi.

⁷ Svensk Kemisk Tidskrift, 1892: *Rösings method för framställning af bly*, Alf Larsson, [<http://runeberg.org/svkemtid/1892/0103.html> f.f.]

⁸ Örebro Universitet, 2012-06-02, *Översiktlig geokemisk undersökning av Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun*.

I samband med tidigare genomförda undersökningar har inga grund- eller ytvattenprover tagits ut. Vid undersökningar inom det närliggande Ljusnarsbergsfältet⁹ har provtagning av ytvatten i Garhytteån genomförts. Provtagningen har visat att det finns ett påslag av koppar, bly och zink i ytvattnet mellan punkterna uppströms respektive nedströms Kaveltorp blyverk. Det har i tidigare studier inte bedömts vara möjligt att koppla påslaget till ett specifikt av de omkringliggande förorenade områden, varför ökade halter i Garhytteån kan bero på antingen läckage från Ljusnarsbergsfältet, läckage från Kaveltorpsfältet och/eller från området för Kaveltorps koppar- och blyverk.

Utifrån den genomförda undersökningen har området kring Kaveltorps koppar- och blyverk förts till riskklass 1- stor risk, beroende på föroreningsnivå, föroreningarnas farlighet, utbredning och spridningsförutsättningar samt känslighet/skyddsvärde.

⁹ SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergsfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergsfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

4 Geohydrologiska förhållanden

4.1 Topografi

Utredningsområdet är till största delen plant och sluttar något mot nordost, i riktning mot Garhytteån. Närmast Garhytteån finns en brant slänt från bostadsområdet ner mot ån. Den högsta punkten inom utredningsområdet är i den sydvästra delen och en lågpunkt återfinns i den nordöstra delen, i anslutning till fastigheten Björkäng 1:12. Avvägningar av grundvattenrör inom utredningsområdet har visat att markytan har en nivå på cirka +153.

Söder om utredningsområdet stiger terrängen kraftigt, för att nå cirka +270 vid Klockarbacken, cirka 1 km söder om utredningsområdet.

4.2 Nederbörd och avdunstning

Årsmedelnederbörden för perioden 1961-1990 vid SMHI:s mätstation nr 9552 i Kopparberg har uppmätts till 679 mm (SMHI, 2001). För att kompensera för bland annat avdunstning och vindförlust har den uppmätta nederbörden korrigerats med 7 %, till 729 mm (SMHI, 2003).

En grov beräkning av avdunstningen, E, kan göras med Tamms formel ($E=221,5+29 \times T$). Temperaturmätningar har inte utförts vid SMHI:s mätstation i Kopparberg. I de närmast belägna stationerna, 9953 Klotten och 9458 Ställdalen, var medeltemperaturen under perioden 1961-1990 4,1 °C respektive 3,9 °C (SMHI, 2001). Medeltemperaturen i Kopparberg uppskattas utifrån detta till 4,0 °C och avdunstningen beräknas till 338 mm/år. Den effektiva nederbörden (det vill säga samlad yt- och grundvattenavrinning) skulle därmed uppgå till cirka 390 mm/år.

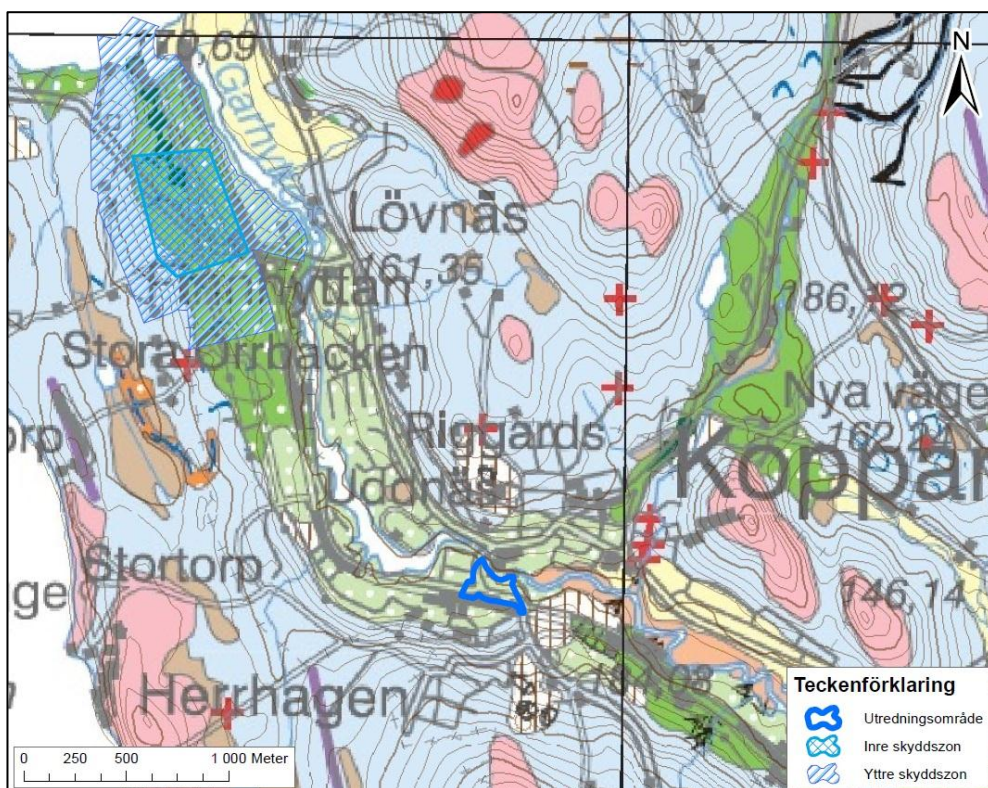
4.3 Geologi

Enligt SGU jordartskarta består jordlagren inom utredningsområdet överst av glacial grovsilt-finsand, se Figur 4.1. Genomförda undersökningar visar emellertid att de naturliga jordlagren överlagras av fyllning, bestående av främst sand, grus och sten.

Längs Garhytteån löper isälvsavlagringen Ställbergsåsen. Åsen går i dagen cirka 200 m ost-sydost respektive cirka 1 km nordväst om utredningsområdet. Längs större delen av sträckan gränsar eller överlagras det primära isälvs materialet (sand och grus) mot/av den glaciala grovsilt-finsanden som finns inom utredningsområdet. Huruvida det primära isälvs materialet förekommer under grovsilt-finsanden i utredningsområdet, eller om åsen upphör på en sträcka, är inte känt.

Finnhyttans vattentäkt tar sitt vatten från Ställbergsåsen cirka 1,5 km nordväst om utredningsområdet, se Figur 4.1 nedan.

Mot höjdområdet söder om utredningsområdet upphör silten-finsanden och morän går i dagen. SV och SSV om utredningsområdet finns områden där jordlagren markeras som fyllning.



Figur 4.1. Jordartskarta (© SGU). Det ungefärliga utredningsområdet har markerats med blått streck. Inre och yttre skyddszon för Finnhyttan vattentäkt har markerats med blå respektive blågrå skraffering.

Berggrunden inom den södra delen av utredningsområdet består, enligt SGU bergartskarta¹⁰ av metavulkaniter, främst granit, pegmatit och aplit. I den norra delen av utredningsområdet består berggrunden till stor del av sedimentära eller vulkaniska metasomatiska bergarter, främst andalusit, cordierit och antofyllit-gedrit.

4.4 Ytvatten

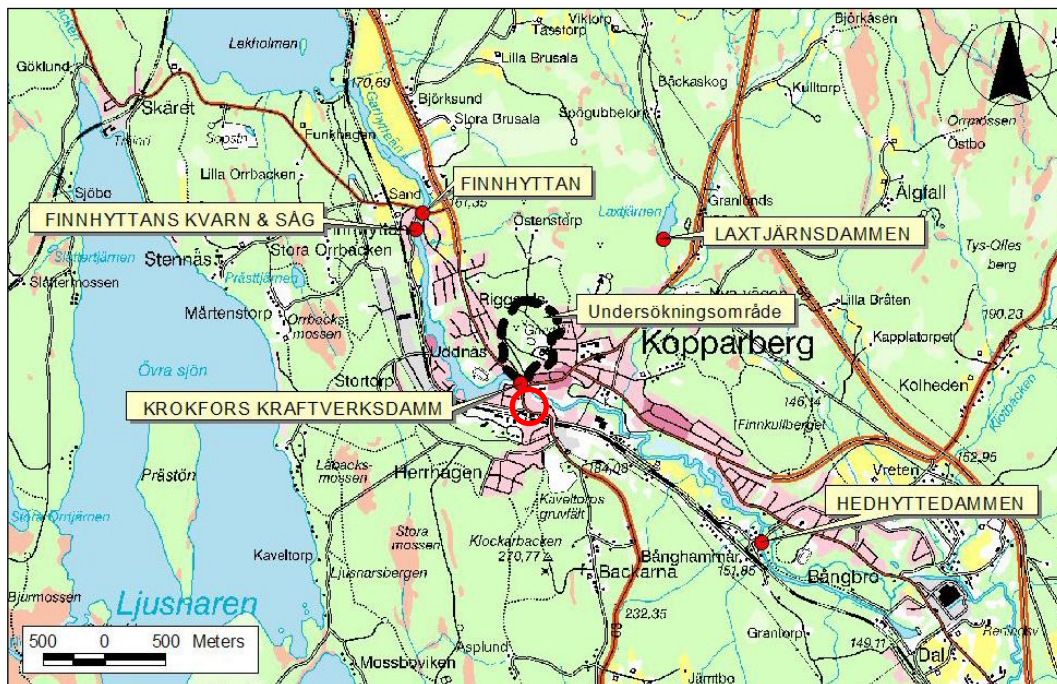
Norr om utredningsområdet löper Garhytteån. Garhytteån ingår i Arbogaåns avrinningsområde, huvudavrinningsområde 61 Norrström, Norra Östersjöns vattendistrikt. Garhytteån avvattnar Olovsjön, belägen cirka 3 km nordväst om Kopparsbergs centrum, och rinner drygt 10 km i sydöstlig riktning till Norrsjön. Uppströms Olovsjön ligger sjön Björken, vars huvudsakliga tillflöden är Hörksälven och Högforsälven.

I Garhytteån finns ett antal dammar, bland annat Krokfors kraftverksdam (även kallad Garhyttedammen) som är belägen rakt norr om undersökningsområdet, se Figur 4.2. Uppströms (väster om) kraftverksdammen är flödet i ån relativt lugnt. Från dammen leds merparten av åvattnet via en tilloppstub (en trätub) till ett litet kraftverk (Krokfors

¹⁰ SGU bergartskarta 11 F, Lindesberg NV, SGU ser. Af nr 140

kraftverk), beläget cirka 250 m nedströms kraftverksdammen. Flödet i "torrfåran", det vill säga mellan kraftverksdammen och kraftverket, är således lågt.

Genom dom i Vattendomstolen, Stockholm tingsrätt, 1984-11-29, har Bångbro Kraft Handelsbolag tillstånd att anlägga och driva Krokfors kraftverk samt att med Garhyttedammen bedriva korttidsreglering. Tillståndet medger bland annat att vattenståndet vid dammen får dämmas till +149,83 m (RH00) eller det högre vattenstånd som vid flöden uppkommer med fullt öppen damm och avsänkas till +149,53 m. Tappningen vid kraftverket får nedgå under 150 l/s under tidsperioder om högst 60 timmar i följd. Under övriga tider ska tappningen genom kraftstation och i naturliga älvfåran sammanlagt uppgå till en sådan storlek (större än 150 l/s) att medeltappningen under varje vecka blir minst 150 l/s; dock att när vattenytan ligger under sänkingsgränsen endast tillrinningen behöver framsläppas. I den naturliga älvfåran skall under tiden 1 maj – 30 september alltid framsläppas minst 50 l/s; dock att när vattenytan ligger under sänkingsgränsen endast tillrinningen behöver framsläppas.



Figur 4.2. Dammar i Garhytteån, enligt Länsstyrelsens dammregister. Bild och undersökningsområde markerat med svart streckad linje från Sweco Environment rapport gällande huvudstudie för Ljusnarsbergfältet. Ungefärligt läge för aktuellt utredningsområde markerat med röd cirkel.

I Arbogaåns vattenförbunds provtagningspunkter 6014 Hörksälven och 6017 Högforsälven, Östra Born, det vill säga de huvudsakliga tillflödena till sjön Björken, har vattenföring beräknats med SMHI:s PULS-modell för 2004 och 2005. För perioden 1997-2003 finns endast beräknade flöden i 6017 Högforsälven, Östra Born. En statistisk sammanställning av resultaten redovisas i Tabell 4.1.

Tabell 4.1. Statistisk sammanställning av vattenföring i Arbogaåns vattenförbunds provtagningspunkter 6014 Hörksälven och 6017 Högforsälven, Östra Born. Flöden anges i m³/s.

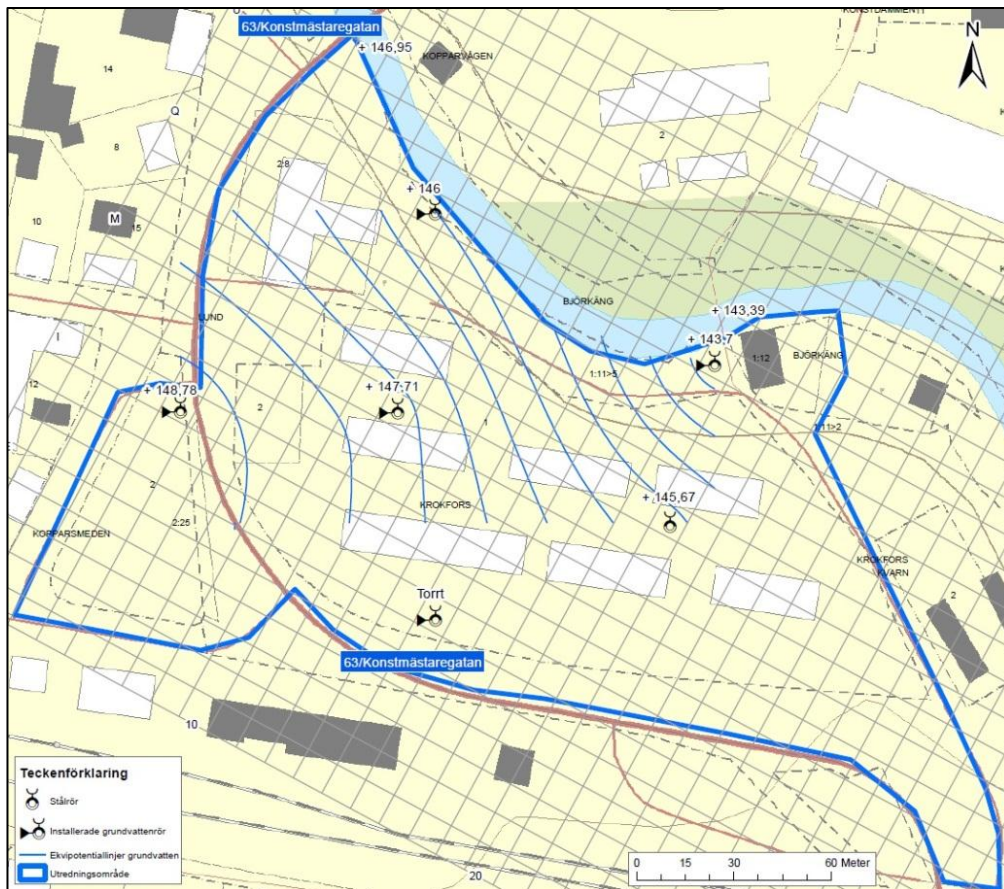
	6014, Hörksälven, Ställdalen	6017 Högforsälven, Östra Born	Summa
Medel 1997-2005		1,6	
Medel 2004	2,1	1,6	3,7
Medel 2005	1,6	1,1	2,7
Min 2004	0,88	0,53	1,4
Min 2005	0,60	0,39	0,99
Max 2004	0,88	0,53	1,4
Max 2005	3,8	2,9	6,7

Avrinningsområdet till Garhytteån, vid utloppet från Olovsjön, omfattar 309,5 km² (SMHI Svenskt Vattenarkiv, 1994). Med en effektiv nederbörd av cirka 390 mm/år kan årsmedelvattenföringen i ån, vid utloppet från Olovsjön, därmed uppskattas till cirka 3,8 m³/s.

4.5 Grundvatten

Genomförda grundvattennivåmätningar visar att grundvattennivån i undersökningsområdet är belägen cirka 4 till 8 meter under markytan. Grundvattnets strömningsriktning bedöms vara från sydväst mot nordost (se Figur 4.3).

Grundvattennivån i den nordöstra delen av undersökningsområdet (grundvattenrör R19) är belägen strax över vattennivån i Garhytteån, vilket med största sannolikhet innebär att grundvattnet strömmar ut i ån.



Figur 4.3. Uppmätta grundvattennivåer och nivåer i Garhytteån (2013-06-11) samt interpolerade ekvipotentiallinjer för grundvattnets trycknivå.

På grund av att uppgifter om jordlagrens sammansättning på större djup saknas är det svårt att bedöma om det förekommer isälvmaterial under finsanden/siltan, om det förekommer två skilda grundvattenmagasin, om dessa har hydraulisk kontakt och om föroreningar i grundvattnet i det övre grundvattenmagasinet kan spridas till det eventuella undre magasinet.

5 Föroreningssituation

5.1 Mark

5.1.1 Skruvprovtagning med borrhandsvagn

Provtagning av jord har genomförts i två steg inom ramen för huvudstudien. I ett första steg har 12 punkter placerats inom utredningsområdet. Punkterna har främst placerats i ytterkanter av området, för att möjliggöra en avgränsning av föroreningens utbredning. I ett andra steg har 25 punkter placerats ut i syfte att erhålla kompletterande information om föroreningens karaktär samt för att ytterligare avgränsa påträffad förorening.

Utöver detta har prover från 15 punkter inom utredningsområdet, vilka provtogs inom ramen för MIFO-undersökningen, tagits med vid beräkning av statistiska värden samt vid utvärdering av föroreningssituationen.

Vid provtagning av jord har jordartsprotokoll upprättats, inklusive en okulär bedömning av jordlagren inom utredningsområdet. Den okulära jordartsbedömningen indikerar att området till stora delar är utfyllt. Fyllnadsmassorna består delvis av slagg.

Vid sammanställning av statistiska data (max-, min-, medel- och UCLM 95-värden¹¹) har en best fit-analys gjorts av data för att avgöra om data är normal- eller lognormalfördelad. Beräkningar av medel- och UCLM 95-värden har utförts för olika nivåer (0-0,3 m, 0,3-0,6 m, 0,6-1 m, >1 m och bedömt naturliga jordlager). Detta har gjorts för att spegla exponeringsförutsättningar för boende på ett bättre sätt.

För vidare bedömningar av generell föroreningssituation och risker förknippade med dessa kommer främst jämförelse med beräknade medelvärden att utföras. UCLM 95-värden har främst beräknats som ett konservativt antaget jämförvärde.

En sammanställning av redovisas i Tabell 5.1 nedan.

¹¹ UCLM 95: upper confidence limit of the mean, övre konfidensintervallet för medelvärdet. Innebär att det sanna medelvärdet med 95 % sannolikhet underskrider det beräknade UCLM 95-värdet.

Tabell 5.1. Sammanställning av max-, min-, medel- och UCLM 95-värden för prover tagna inom utredningsområdet. Halter jämförs med bakgrundshalter i mark enligt Naturvårdsverket.

	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Bakgrundshalter enligt Naturvårdsverket (mg/kg TS)	10	80	0,2	10	30	30	25	15	40	70
0-0,3 m u my (45 analysresultat)										
Max	14,9	364	84,3	9,8	33,2	4530	6,6	36 500	17,2	36 700
min	0,78	14,6	0,1	1,8	4,8	15,3	1,9	13,3	6,6	37,4
Medel	3,31	47,1	2,6	3,6	8,5	499	3,5	2 056	11,3	1 375
UCLM 95	5,32	68,39	7,9	4,6	10,9	1 216	4,1	7 786	12,8	3 953
0,3-0,6 m u my (28 analysresultat)										
Max	17,7	128	84,3	12	13,7	4530	9,5	36 500	16,7	36 700
min	0,5	25,3	0,2	1,7	3,7	71,6	2,4	17,8	5,7	58,5
Medel	6	52,4	6,7	5,5	7,3	1 132	4	7 374	11,3	2 928
UCLM 95	11,1	72,9	20,6	8,1	9,2	2 408	5,1	36 232	13,7	8 110
0,6-1 m u my (16 analysresultat)										
Max	19,3	128	18,9	12,4	19,9	3 520	9,8	15 500	16,1	6 660
min	0,6	22,4	0,3	2,0	3,7	51,9	1,6	184	1,7	178
Medel	6,9	52,4	6,8	7,3	8,9	1 892	3,9	6 105	10,9	2 605
UCLM 95	17,8	80,5	22,6	11,8	13,0	5 573	5,8	21 207	17,4	6 721
>1 m u my (24 analysresultat)										
Max	122	92,3	42,3	24,6	29,3	6 600	7,6	13 000	14,9	8 290
min	0,5	25	0,2	1,9	5,3	28,7	1,8	89,7	2	188
Medel	8,8	46,5	8,1	7,6	9,3	2 159	4,1	4 265	10,3	2 926
UCLM 95	24,8	63,3	24,8	12,1	12,4	5 112	5,6	12 412	14,4	6 233
Bedömt naturliga jordlager (38 analysresultat)										
Max	3,7	55,1	1,4	5,3	11,2	218	5,9	251	18,1	610
min	0,5	11,8	0,1	0,7	3,3	3,0	1,2	4,6	3,6	21,6
Medel	0,9	26,4	0,3	2,7	7,5	35,4	3,5	40,1	12,1	122
UCLM 95	1,4	33,4	0,4	3,4	8,8	76,1	4,2	89,2	14,9	222

Främst är det kadmium, kobolt, koppar, bly och zink som förekommer i halter överskridande de naturliga bakgrundshalterna enligt Naturvårdsverkets bakgrundshalter¹². Dessa bakgrundshalter är framtagna som nationella värden och i och med malmförekomsterna i Kopparbergsområdet är naturligt förhöjda bakgrundshalter, jämfört med det nationella snittet, att vänta. Halterna är relativt homogena i fyllnadslagrets hela

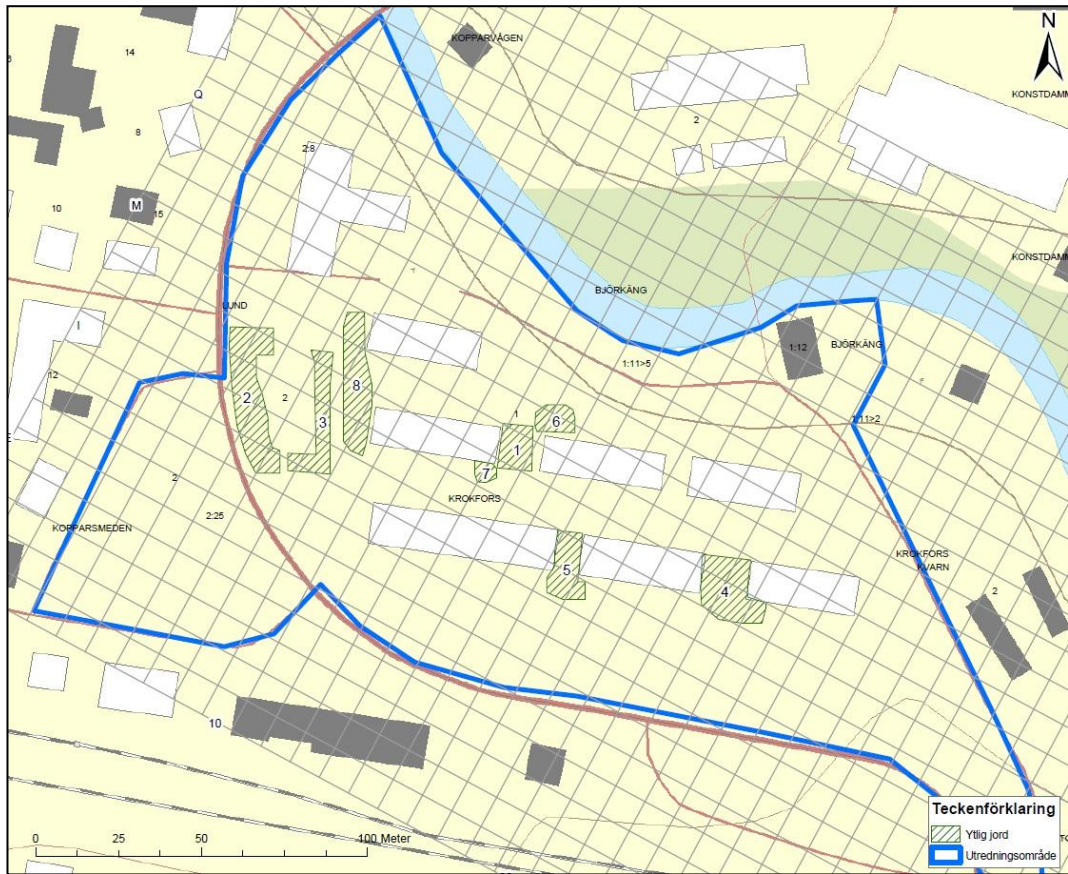
¹² Naturvårdsverket, 1997: *Bakgrundshalter i mark*, rapport 4640.

måktighet. Även i bedömt naturliga, opåverkade jordlager har halter överskridande Naturvårdsverkets bakgrundshalter påträffats.

Vid jämförelse mellan uppmätta halter i fyllnadsmaterial och i bedömt naturliga, opåverkade jordlager (silt) kan ses att halter av metaller generellt är högre i påträffade fyllnadsmassor jämfört med bedömt naturliga jordlager. Vidare är halter generellt högre i de två översta nivåerna, 0-0,3 och 0,3-0,6 m än i undre liggande jordlager. Halter i bedömt naturliga jordlager överskrider i vissa fall Naturvårdsverkets bakgrundshalter.

Fyllnadsmassorna består till stora delar av gruvavfall, vilket troligen är den primära föroreningskällan. Troligen härrör föroreningen i gruvavfallet av restprodukter från metallframställningen inom området. I och med att fyllnadsmaterialets karaktär är något varierad är det troligt att det även förekommer slaggmaterial från andra gruvfält. Detta slaggmaterial har troligen använts för utfyllnad inför byggnation av det före detta koppar- och blyverket och har därför inte behandlats på samma sätt, vilket medför att detta material uppvisar en något annorlunda geokemi än restprodukter från metallframställningen.

Utifrån undersökningarna har en volymeräkning utförts. Volymen av fyllnadsmassor inom utredningsområdet har bedömts vara 63 480 m³, vilket motsvarar ett genomsnittligt djup på 2 m inom hela området. En karta över fyllnadsmassornas utbredning i djupled redovisas i Figur 5.1 nedan.



Figur 5.2. Indelning av områden för provtagning av ytlig (1-8) jord inom utredningsområdet.

Resultaten från provtagningen redovisas i Tabell 5.2.

Tabell 5.2. Sammanställning av analysresultat med avseende på metaller i ytjord (0-0,1 meter). Uppmätta halter jämförs med Naturvårdsverkets riktvärden för förorenad mark, KM = känslig markanvändning, MKM = mindre känslig markanvändning.

Parameter	Enhet	KM	MKM	Ytjord 1	Ytjord 2	Ytjord 3	Ytjord 4	Ytjord 5	Ytjord 6	Ytjord 7	Ytjord 8
TS_105°C	%			97,5	79,3	76,1	79,1	68,2	78,5	83,3	74,4
Arsenik	mg/kg TS	10	25	1,17	1,2	1,23	3,3	4,89	9,81	4,74	1,95
Barium	mg/kg TS	200	300	8,59	23,7	32,8	46,3	69,2	98,5	104	45,3
Bly	mg/kg TS	50	400	15,9	39,3	30,6	127	422	590	488	97,8
Kadmium	mg/kg TS	0,5	15	<0,1	0,184	0,186	0,481	1,06	1,39	1,03	0,349
Kobolt	mg/kg TS	15	35	1,29	1,71	2,28	2,74	3,28	2,88	2,52	2,59
Koppar	mg/kg TS	80	200	7,34	22,7	15,8	47,2	98,9	131	110	34,2
Krom	mg/kg TS	80	150	2,54	5,32	6,45	6,7	6,33	7,65	7,7	8,35
Kvicksilver	mg/kg TS	0,25	2,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	mg/kg TS	40	120	1,58	2,4	3,32	2,75	2,75	3,32	3,34	4,23
Vanadin	mg/kg TS	100	200	3,58	10,2	13,7	13,5	10,4	16,6	14,9	15
Zink	mg/kg TS	250	500	21,7	62,9	52,5	161	429	706	586	110

Resultaten visar att det förekommer halter över KM-värdet för bly, koppar och/eller zink inom område 4, 5, 6, 7 och 8 (se Figur 5.2 ovan). Dessa områden är belägna i den mellersta delen av utredningsområdet. Provet taget i sandlåda inne i området (Ytjord 1) har generellt uppvisat låga halter av metaller, där samtliga rapporterade halter underskrider Naturvårdsverkets generella riktvärden.

5.1.3 Lakningsförsök

Inför genomförande av lakningsförsök, utförda genom skakförsök, på jordlagren inom utredningsområdet har fyra samlingsprover blandats. Samlingsproverna har bestått av delprover från den östra och västra delen av utredningsområdet (se Figur 5.3) samt från nivåerna 0-1 m u my och 1 m u my och djupare. Totalt har fyra jordprover skickats till laboratorium för skakförsök. Skakförsöken har utförts i syfte att kontrollera lakegenskaper hos fyllnadsmassorna inför ett eventuellt omhändertagande med deponering. Val av prover för laktester har gjorts i samband med första provtagningsomgången, i samband med försök att avgränsa föroreningen. Målsättningen har varit att ta ut prov som är representativa för området. I efterhand visade det sig att halterna i de prov som laktestats är något lägre än medelhalterna i området.

Resultaten från skakförsöken redovisas kortfattat nedan. Tabeller med resultat från analyser redovisas i Bilaga A.

Metallhalterna i lakvattnen från skakförsöken underskrider RVF:s acceptanskriterier för deponier för icke-farligt avfall (RVF 02:09). Blyhalten i ett prov och fluoridhalterna i samtliga fyra prov överskrider Naturvårdsverkets gränsvärden för avfall som får tas emot vid deponier för inert avfall (NFS 2010:4). Halterna av övriga parametrar underskrider

gränsvärdena. Det bör tilläggas att halterna av kadmium, koppar, bly och zink var lägre i de jordprov som lakades än medelhalterna i utredningsområdet. Laktesten visar således troligen inte vilken utlakning som sker från avfall/jord med högre halter metaller.

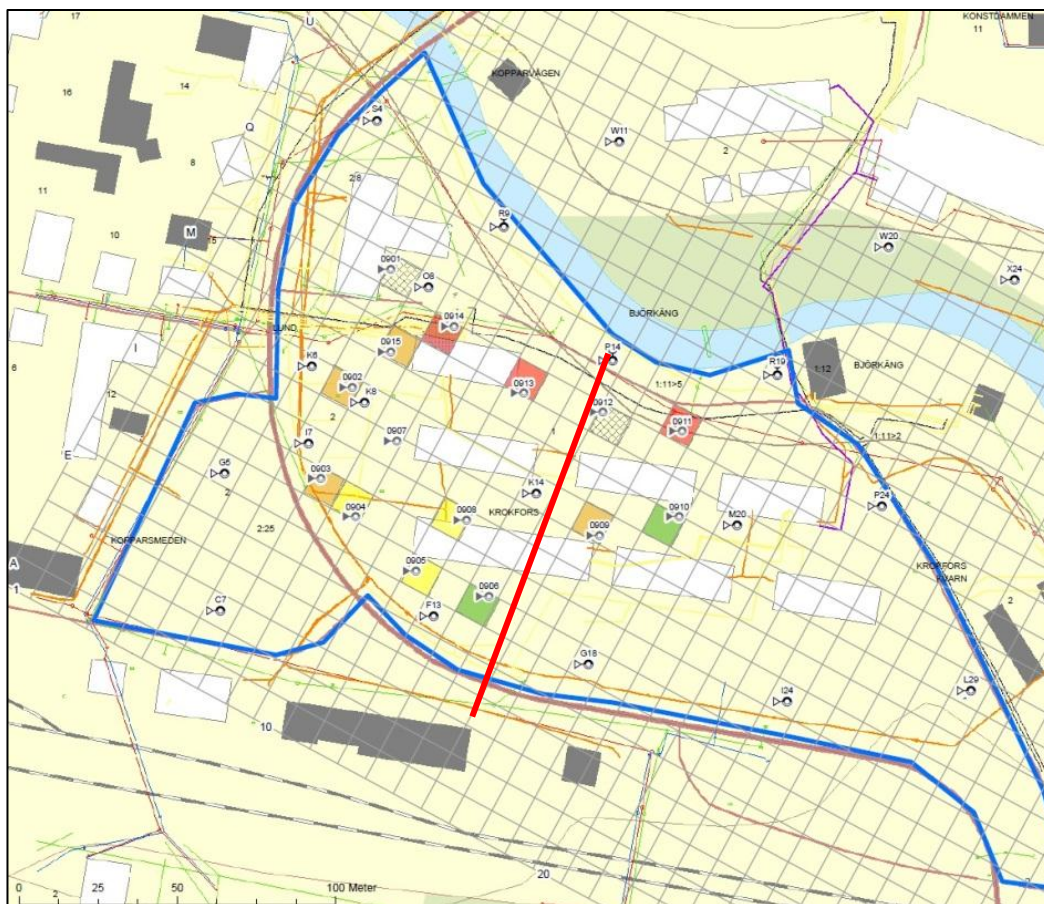
Lakvattnen från laktesterna uppvisar ungefär samma pH som de provtagna grundvattnen (mellan 6,9 och 8,2) och variationen i metallhalter (i µg/l) mellan de olika proverna och de olika lakstegen förklaras i stort av skillnader i pH. Några märkliga ökning av metallhalter mellan L/S 2 och L/S 10 förklaras också av att pH sjunker mellan lakningarna. Troligen sker en kontinuerlig vittring och utlakning av metaller. Dessa fastläggs sedan genom sorption och frigörs i olika grad beroende på pH.

5.1.4 Geokemi

Fyllnadsmassorna inom utredningsområdet utgörs sannolikt i huvudsak av oxiderat material som härrör från Kaveltorps gruvfält. Det ursprungliga materialet innehåller i sådana fall sulfider och har potential att vara syrabildande. Oxiderat material, vilket troligen är rostat, innehåller inga eller betydligt lägre sulfidhalter jämfört med material som inte har rostats och därmed inte är oxiderat. Icke oxiderat material inom utredningsområdet har sannolikt inte längre någon betydande syrabildande förmåga, utifrån dess antagna ålder, även om ingen syrabasräkning har genomförts på något prov. De pH-mätningar som finns på fyllnadsmassorna visar på ett pH mellan 6 och 7. Sannolikt utgörs den dominerande andelen fyllnadsmassor av rostat material med tämligen neutralt pH och låg utlakning.

5.1.5 Biotillgänglighet

Biotillgänglighetstester har utförts på samlingsprover av yttlig jord (0-1 m) från två delar av området, se Figur 5.3.



Figur 5.3. Uppdelning av utredningsområdet i östra respektive västra delen av området, markerad med rött streck. Utredningsområdet och ingående punkter representerar första omgångens provtagning.

Samlingsprov från den västra delen av området har omfattat 14 delprover och samlingsprov från den östra delen av området har omfattat 12 delprover. Resultat från biotillgänglighetstester visas i Tabell 5.3 nedan.

Tabell 5.3. Resultat från biotillgänglighetstester. För uppdelning av område Väst och Öst, se Figur 5.2 nedan. Samlingsprov Väst har omfattat 14 delprover och samlingsprov Öst har omfattat 12 delprover.

	Öst 0-1		Väst 0-1	
	Totalhalt mg/kg TS	Biolöslig fraktion %	Totalhalt mg/kg TS	Biolöslig fraktion %
As	<3	-	3,83	13
Cd	1,01	36,2	1,82	44,3
Cr	12,2	2,71	18,4	3,34
Cu	198	58,8	574	55,1
Ni	4,84	12,1	5,88	17,5
Pb	429	11,1	1310	8,41
Zn	484	11,3	1100	10,9

Resultaten visar att den biolösliga fraktionen generellt är lägre än de av Naturvårdsverket i riktvärdesmodellen antagna 100 %. För de ämnen som anses styrande för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk (kadmium, koppar, bly och zink) varierar den biolösliga fraktionen. För kadmium är den som mest knappt 45 %, för koppar som mest knappt 60 %, och för bly och zink strax över 11 %.

5.1.6 Växter

Resultat från provtagning av växter (maskrosor, blad och rötter) och jord samt bär redovisas i Tabell 5.4 nedan.

Tabell 5.4. Sammanställning av resultat från provtagning av maskrosor med tillhörande jord samt bär.

Parameter	Media	Bly	Kadmium	Koppar	Zink
Enhet		mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
B1301	Jord	189	0,48	55	200
	Växt	4,38	0,92	24,7	109
B1302	jord	46,1	0,19	21,2	85,8
	Växt	1,59	0,44	21,6	116
B1303	Jord	116	0,18	34,3	66,8
	Växt	4,94	0,55	21,1	94,5
B1304	Jord	232	0,71	66,2	297
	Växt	9,05	1,46	17,1	452
B1305	Jord	334	0,85	75,7	417
	Växt	4,58	0,51	19,1	126
B1306	Jord	183	0,55	42,7	294
	Växt	3,34	1,38	18,9	386
B1307	Jord	150	1,18	56,4	720
	Växt	3,41	1,39	24,9	304
B1308	Jord	57,9	0,26	23,7	91,2
	Växt	1,73	0,65	16,3	195
Svartvinbär	Växt	0,08	<0,006	4,48	21,1
Rödvinbär	Växt	0,23	0,08	5,98	15,3

Resultaten indikerar vidare att det främst är kadmium som tas upp ur jorden, men även zink uppvisar en viss biokoncentration. Halten av bly och koppar är generellt lägre i växtmaterialet än i den tillhörande jorden.

5.2 Grundvatten

En sammanställning av analysresultaten för grundvatten redovisas i Bilaga A. För placering av grundvattenrören, se Bilaga A1.

Eftersom grundvattenrör I5 är beläget i sydvästra kanten av utredningsområdet och grundvattnets strömningsriktning är mot nordost kan grundvattnet i röret förväntas vara opåverkat av eventuella föroreningar som härrör från de förorenade jordlagren inom utredningsområdet.

Grundvattnet i rören R9 och L11, vilka är belägna i området där högst halter kadmium, koppar, bly och zink har uppmätts i jord och där fyllnadsmassorna har störst mäktighet, innehåller jämfört med grundvattnet i rör I5 tydligt förhöjda halter av just de metaller som har påvisats i höga halter i jordlagren. Även halterna av kobolt är förhöjda i grundvattnet, men inte i jordprover från området. Vidare innehåller grundvattnet i R9 och R11 tydligt

förhöjda sulfat- och fluoridhalter. Grundvattnet bedöms vara påverkat av lakvatten från gruvavfall eller avfall relaterat till gruvavfall. Sulfathalterna härrör sannolikt från vittring av sulfidhaltiga mineraler och fluoridhalterna sannolikt från den fluorit (CaF_2) som finns i malm från både Ljusnarsbergfältet och Kaveltorpsfältet.

Grundvattnet i rören har också ett tämligen lågt pH (pH 5,6 i L11), vilket tillsammans med sulfathalterna skulle kunna vara en indikation på vittring av syrabildande mineraler. Det kan dock inte uteslutas att det låga pH är naturligt eftersom grundvattnet i punkt I5 också har ett lägre pH (5,5) utan tydligt förhöjda metall- eller sulfathalter.

Grundvattnet i rören R19 och M20, vilka är placerade i områden med lägre halter metaller i jordlagren och där fyllnadsmassornas mäktighet är begränsad, uppvisar inte samma tydligt förhöjda halter av metaller. Däremot har grundvattnet i R19 förhöjda halter sulfat. Grundvattnet i R19 har betydligt högre pH än i R9 och L11 (7,6–8,1). Molybdenhalten i R19 är också betydligt högre än halterna i I5; detta kan möjligen förklaras av förekomsten av molybdenglans (MoS_2) i avfall från Kaveltorpsfältet. Vid blyverket har sannolikt rostad malm hanterats, vilket betyder att molybdenglansen sannolikt har varit i den oxiderande formen MoO_3 som lakar lätt vid högre pH. Molybden förekommer sannolikt i grundvattnet som anjonen MoO_4^{2-} .

Resultaten indikerar således att fyllnadsmassorna (avfall från det före detta koppar- och blyverket) i främst den västra delen av utredningsområdet ger upphov till ett lakvatten med höga halter metaller, främst kadmium, koppar och zink. Lakvattnet perkolerar till grundvattenmagasinet där det följer grundvattnets strömning mot Garhytteån där det strömmar ut. Merparten av det lakvattenpåverkade grundvattnet torde strömma ut i Garhytteån uppströms rör R19, eftersom grundvattnet i det röret uppvisar betydligt lägre halter av bland annat kadmium, koppar och zink. Alternativt finns material med högt pH i marken kring R19, vilket innebär lägre löslighet för kadmium och zink men högre löslighet för molybden.

5.3 Ytvatten och sediment

I tidigare MIFO-undersökning¹³ hänvisas till en studie utförd av Bergskraft Bergslagen¹⁴ som visar att det finns ett påslag av koppar, bly och zink i ytvattnet vid jämförelse mellan mätdata uppströms respektive nedströms f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. Mellan dessa provpunkter sker dock även ett tydligt påslag från Ljusnarsbergfältet enligt tidigare utförd huvudstudie¹⁵, varför det inte är möjligt att göra någon koppling mellan ytvattenkvaliteten och de olika förorenade objekten.

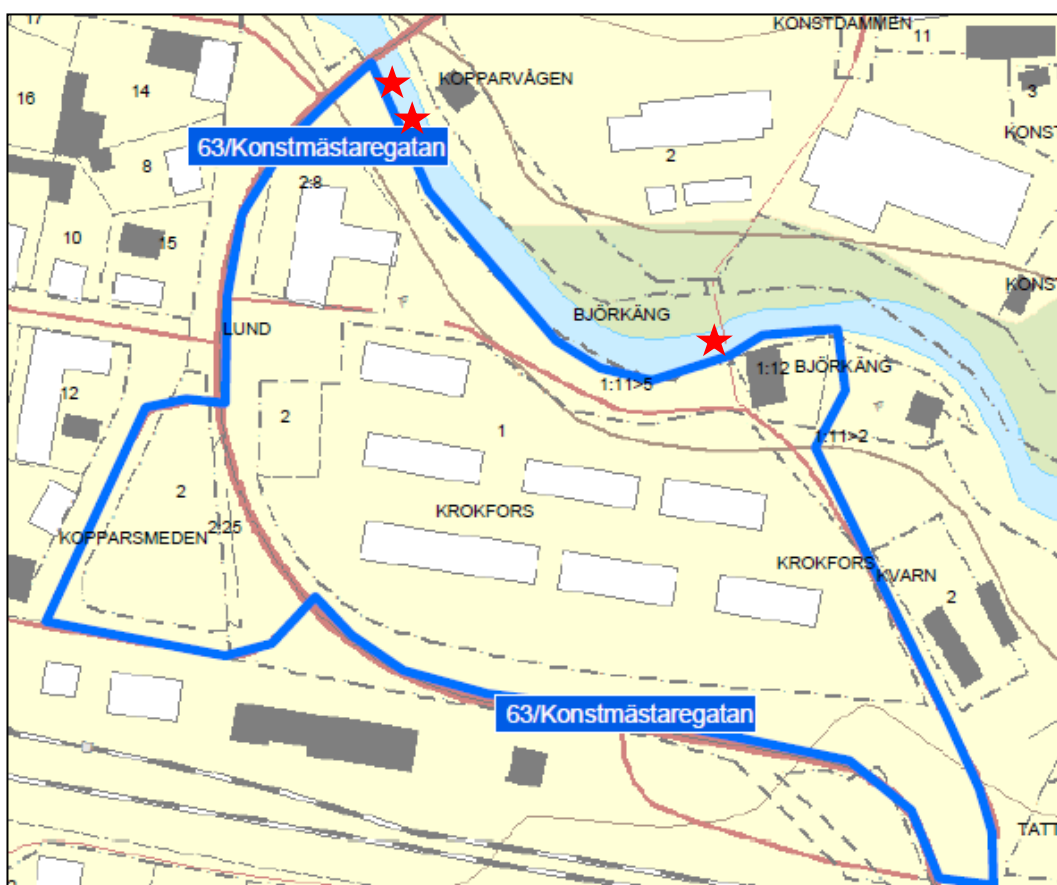
¹³ Örebro Universitet, 2012-06-02, *Översiktlig geokemisk undersökning av Kaveltorps koppar- och blyverk, Ljusnarsbergs kommun.*

¹⁴ Bergskraft Bergslagen, 2006: *Ljusnarsbergfältets historia och geokemi-Sammanställning av befintligt material.*

¹⁵ SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

I samband med den tidigare utförda huvudstudien för Ljusnarsbergsfältet¹⁴ har vattenkvaliteten i Garhytteån undersökts. En jämförelse mellan uppmätta halter uppströms och nedströms Kopparberg visar att zinkhalterna i ytvattnet ökar med en faktor drygt 10, bly med en faktor 8-9 samt koppar och kadmium med en faktor 3-4. Det är oklart hur stor del av haltökningen som beror på läckage från Ljusnarsbergsfältet, i och med att den sträcka där jämförelse har gjorts är drygt 10 km lång och även mottar potentiellt förorenat vatten från Finngruvan, Kaveltorpsfältet och f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk.

Provtagning av ytvatten i Garhytteån har, inom ramen för den nu utförda huvudstudien, genomförts vid två tillfällen, i juli och augusti 2013. Provtagning har genomförts i två punkter i ån, en strax öster om bron där väg 63/Konstmästaregatan (se Figur 5.4).



Figur 5.4. Placering av provpunkter för ytvatten, med röd markering, i Garhytteån samt i träledningens utlopp.

En sammanställning av resultatet från provtagningarna redovisas i Tabell 5.5 nedan.

Tabell 5.5. Sammanställning av analysresultat gällande ytvatten och dagvatten inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. Samtliga prover har filtrerats innan analys med avseende på metaller.

Parameter Datum	Enhet	Ån uppströms		Ån nedströms		Utlopp trä
		130705	130808	130705	130808	130705
pH		7,2	7,2	7,2	7,2	-
totalhårdhet	°dH	0,926	1,48	0,937	1,73	-
turbiditet	FNU	1,1	1,9	1,1	1,4	-
konduktivitet	mS/m	5,8	8,4	5,9	9,6	-
alkalinitet	mg HCO ₃ /l	14	18	15	21	-
CODMn	mg/l	8,35	7,11	8,86	6,63	-
nitrit	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-
ammonium	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-
fosfat	mg/l	<0,040	<0,040	<0,040	<0,040	-
nitrat	mg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-
fluorid	mg/l	<0,20	0,48	<0,20	0,49	-
klorid	mg/l	3,8	4,35	3,96	5,43	-
sulfat	mg/l	5,47	13,6	5,25	14,6	-
As	µg/l	0,318	0,327	0,291	0,319	0,242
Cd	µg/l	0,0585	0,292	0,0638	0,247	0,0923
Co	µg/l	0,0349	0,29	0,0235	0,115	0,0483
Cr	µg/l	0,0945	0,114	0,178	0,063	0,196
Cu	mg/l	9,2	30	8,52	21,4	7,23
Mo	µg/l	0,223	0,292	0,22	0,285	1,25
Ni	µg/l	0,192	0,311	0,252	0,331	0,35
Pb	µg/l	0,477	0,731	0,475	0,606	0,0473
Zn	µg/l	51,5	208	49,9	192	79,4
V	µg/l	0,176	0,151	0,176	0,136	1,15
Hg	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-
Ca	mg/l	4,72	7,61	4,8	9,14	-
Mg	mg/l	1,15	1,78	1,15	1,96	-
Na	mg/l	3,84	4,54	3,96	5,41	-
K	mg/l	0,679	0,899	0,726	1,09	-
Fe	mg/l	0,199	0,199	0,2	0,192	-
Al	mg/l	91,7	180	80,7	127	-
Mn	mg/l	5,65	127	3,9	48,4	-

Provtagning av ytvatten inom utredningsområdet indikerar att halterna uppströms och nedströms utredningsområdet är jämförbara. Inga tydliga påslag kan utläsas av erhållna analysresultat.

Ingen provtagning av sediment har utförts inom ramen för den nu utförda huvudstudien. Beslutet har motiverats med att det vid tidigare undersökningar inom området inte har varit möjligt att påträffa ackumulationsbottnar och provtagning av sediment har därför utgått i huvudstudieundersökningen.

5.4 Bedömning av föroreningstransport

Hur mycket föroreningar som sprids från utredningsområdet via grundvatten är svårt att bedöma, dels på grund av det är svårt att bedöma hur mycket grundvatten som strömmar genom utredningsområdet och dels på grund av det är svårt att beräkna representativa medelvärden för halterna metaller i grundvattnet.

En grov uppskattning kan dock göras utifrån ett antal antaganden. Avrinningsområdet till utredningsområdet, inklusive utredningsområdet, kan utifrån toppgrafiskt kartunderlag uppskattas till 20 -30 hektar. Grundvattenbildningen inom detta avrinningsområde antas vara mellan 100 och 300 mm/år. Grundvattenströmningen genom utredningsområdet uppgår utifrån dessa antaganden till 20 000 – 90 000 m³/år, motsvarande cirka 0,5-3 l/s. Vidare har medelhalter kadmium, koppar, bly och zink antagits enligt Tabell 5.6. Utifrån grundvattenströmningen och de antagna medelhalterna har föroreningstransporten uppskattats enligt Tabell 5.6.

Tabell 5.6. Antagna medelhalter i grundvattnet samt uppskattad föroreningstransport via grundvatten.

	Antagna medelhalter (µg/l)	Transport (kg/år)
Cd	50 - 100	1,0 - 9
Cu	25 - 75	0,5 - 7
Pb	2 - 4	0,04 - 0,4
Zn	5000 - 10000	100 - 900

Ytvattnet har provtagits vid två tillfällen. Vid det första tillfället (2013-07-05) gjordes en uppskattning av flödet i Garhytteån förbi utredningsområdet. Flödet uppskattades då till 1,33 m³/s. Vid det andra provtagningstillfället (2013-08-08) var flödet lägre och någon mätning/uppskattning kunde inte utföras.

Med antagandet att transporten av metaller från utredningsområdet till Garhytteån ligger mitt i spannet som redovisas i Tabell 5.6, att utflödet är jämnt spritt över året samt att flödet är 1,33 m³/s så går det att räkna ut hur stor haltökning denna uttransport borde ge i Garhytteån mellan provtagningpunkterna uppströms och nedströms utredningsområdet. I Tabell 5.7 nedan redovisas beräknad haltökning utifrån ovanstående antaganden, samt resultat från provtagningen 2013-07-05.

Tabell 5.7. Uppmätta halter i Garhytteån uppströms och nedströms utredningsområdet, samt den beräknade haltökning som den uppskattade uttransporten av metaller från området borde ge.

Parameter	Enhet	Ån uppströms	Ån nedströms	Beräknad haltökning
Datum		130705	130705	
Cd	µg/l	0,0585	0,0638	0,12
Cu	mg/l	9,2	8,52	0,10
Pb	µg/l	0,477	0,475	0,005
Zn	µg/l	51,5	49,9	12

Som nämnts ovan (avsnitt 5.3) är halterna uppströms och nedströms utredningsområdet i samma storleksordning och inget tydligt påslag från området kan ses. Detta indikerar att den beräknade transporten av metaller från utredningsområdet till Garhytteån överskattar transporten. Tydligast är detta för kadmium, där halterna borde ha tredubblats mellan uppströms- och nedströmspunkten, men halterna ökade bara med knappt 10 %.

5.5 Bedömning av framtida förhållanden

Fyllnadsmassorna i mark inom utredningsområdet bedöms till viss del utgöras av gruvavfall eller avfall relaterat till gruvavfall, till viss del innehållande sulfidhaltiga mineraler. Det är troligt att det fortfarande sker en vittring av sulfidhaltiga mineraler som ger upphov till förhöjda sulfathalter och ett lägre pH i vissa grundvattenrör. Den dominerande andelen av avfallsmaterialet är dock sannolikt ett rostat material med neutralt pH och tämligen låg utlakning. Det låga pH-värdet i vissa grundvatten ger dock upphov till lokalt höga metallhalter. En mindre andel av avfallsmaterialet med vittrande sulfidmineral styr därmed sannolikt kvaliteten på grundvattnet inom området. Molybdat lakar i viss mån från rostat materialet med pH över det neutrala.

Fyllnadsmassorna har funnits inom området en betydande tid och det finns inget som tyder på att vittringen skulle öka i framtiden. Samtidigt är vittringen och utlakningen från det fasta avfallet till grundvattnet låg sett i jämförelse med den källstyrka som finns i avfallet. Detta betyder att det sannolikt finns potential till att fortsätta utlakningen på nuvarande nivå i ytterligare flera hundra år.

Sammantaget tyder resultaten på att någon tydlig förändring i lakningsbenägenhet inte är att förvänta (vare sig minskad eller ökad utlakning) inom en överskådlig tidshorisont.

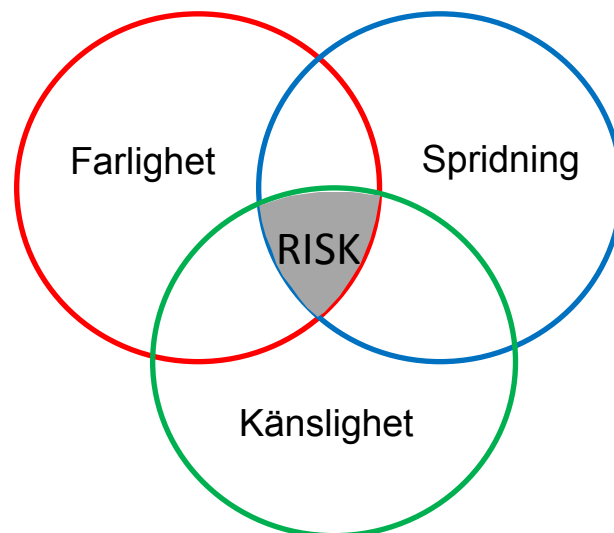
6 Riskbedömning

6.1 Allmänt

Risken för att det ska uppstå negativa effekter för människors hälsa och/eller miljön i eller i anslutning till ett förorenat område är beroende av följande:

- De på platsen förekommande föroreningarnas farlighet (farligheten bestäms av ämnenas kemiska och fysikaliska egenskaper) och föroreningsnivåer, det vill säga föroreningshalter och föroreningsmängder.
- Områdets spridningsförutsättningar.
- Områdets känslighet (det vill säga exponeringsförutsättningar inom och i anslutning till området) och skyddsvärdet (det vill säga förekomsten av värdefull miljö i omgivningarna).

För att en förorening ska utgöra en risk måste ett antal förutsättningar definitionsmässigt vara uppfyllda. Dessa förutsättningar redovisas översiktligt i Figur 6.1 nedan.



Figur 6.1. Figur över hur risk härrör från koppling mellan ett ämnes farlighet, spridningsmöjligheter samt känslighet hos recipienten.

Till stöd för bedömning av föroreningshalter i mark har Naturvårdsverket arbetat fram generella riktvärden för ett flertal ämnen¹⁶. De generella riktvärdena är framtagna genom beräkning av referensvärden för ett antal exponeringsvägar för både människor och miljö. Människor skyddas på individnivå och miljön skyddas genom att säkerställa de markfunktioner som krävs för den tänkta markanvändningen, liksom skydd av det akvatiska livet i närliggande ytvattendrag via en mycket generaliserad spridningsmodell.

¹⁶ Naturvårdsverket, 2008: *Riktvärden för förorenad mark, Modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976.

När de generella riktvärdena inte bedöms vara tillämpliga kan en fördjupad riskbedömning utföras. I den fördjupade riskbedömningen tas hänsyn till det aktuella områdets specifika förutsättningar och de frågeställningar som bedöms vara relevanta. För utredningsområdet vid f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk har de generella riktvärdena inte bedömts vara tillämpliga för att bedöma risken med föroreningarna, bland annat för att vissa exponeringsvägar inte finns inom utredningsområdet (exempelvis intag av dricksvatten).

I en fördjupad riskbedömning beräknas ofta så kallade platsspecifika riktvärden. Platsspecifika riktvärden innebär "baklängesberäkning", vilken inleds med att definiera hur mycket en människa och miljön kan exponeras för utan risker för effekter. Utifrån detta kan en beräkning utföras för vilken halt i jord som skulle ge upphov till denna exponering. Detta blir det platsspecifika riktvärdet som jämförs med de uppmätta halterna i området.

6.2 Syfte och omfattning med riskbedömningen

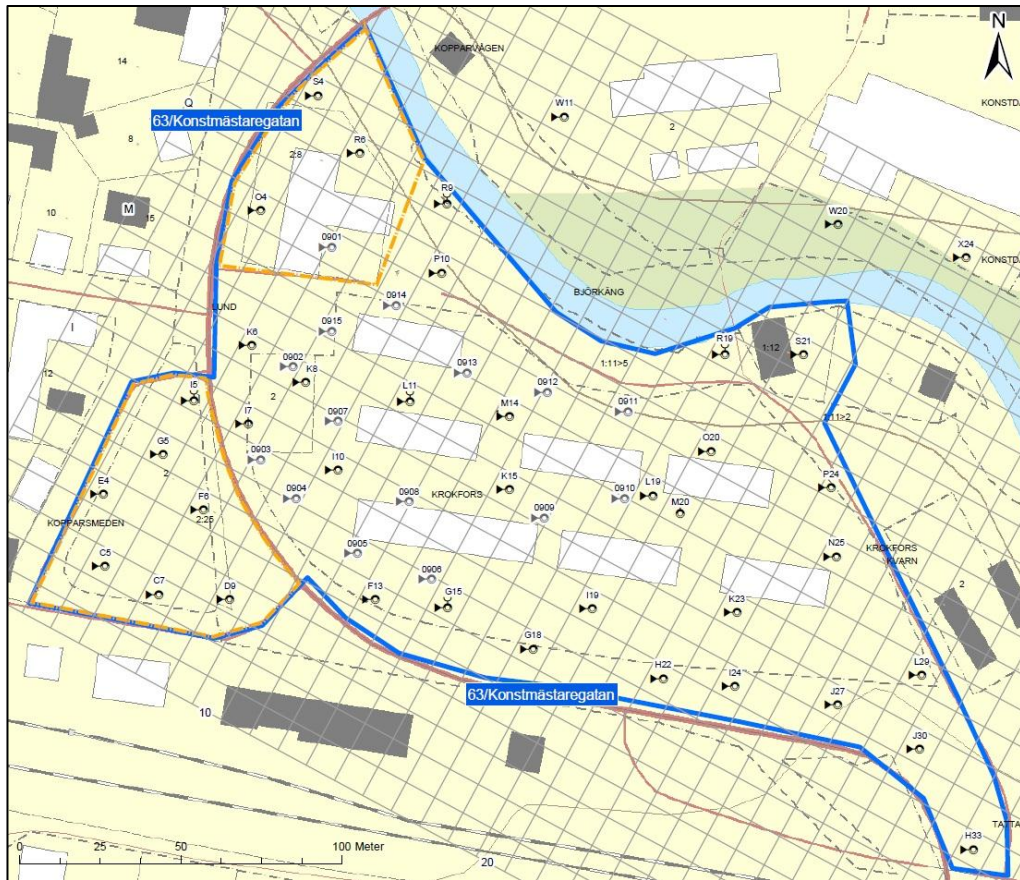
Syftet med riskbedömningen för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk är att klarlägga huruvida föroreningar inom utredningsområdet och i nedströms liggande recipienter innebär risker för människors hälsa och/eller miljön. Riskbedömningen omfattar såväl en diagnos av risker i dagsläget som en prognos av risker i framtiden.

Vidare syftar riskbedömningen till att utreda om behov av riskreduktion föreligger samt, om så är fallet, vad som krävs för att minska riskerna till en sådan långsiktigt hållbar nivå att området inte längre utgör någon risk för människa och miljö.

Målsättningen med riskbedömningen är även att den ska fungera som ett underlag för det fortsatta arbetet med en åtgärdsutredning för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk.

Riskbedömningen utförs med avseende på hälso- och miljörisker förknippade med exponering för jord, grundvatten och ytvatten. Till grund för riskbedömning och bedömning av åtgärdsbehov ligger övergripande åtgärds mål, resultaten av inom huvudstudien utförda undersökningar, liksom information från tidigare utförda undersökningar.

Vidare kommer en uppdelning av utredningsområdet att göras utifrån markanvändning (se Figur 6.2).



Figur 6.2. Markerade delområden där markanvändningen motsvarar MKM (orange markering) inom utredningsområdet (blå markering).

Inom fastigheten med brandstationen och järnvägsparken förekommer ingen odling. Ingen odling förväntas heller förekomma i den närmaste framtiden (med ett exploateringsperspektiv, cirka 50 år). Området i direkt anslutning till brandstationen är asfalterat och har använts i ett flertal år till denna typ av verksamhet. Markmiljön kan därmed förväntas vara störd. Inom järnvägsparken förekommer rekreation i begränsad omfattning, varför exponeringstid för vuxna och barn kan förväntas vara begränsad. Sammantaget bedöms markanvändningen i anslutning till brandstationen och järnvägsparken snarare motsvara MKM. Inom övriga fastigheter bedöms markanvändningen motsvara KM.

6.3 Preliminära övergripande åtgärds mål

De övergripande åtgärds målen utgörs av områdets framtida markanvändning, eller vilken funktion området ska kunna ha, speciella mål för eventuella skyddsvärda objekt och liknande.

Projektgruppen har formulerat följande preliminära övergripande åtgärds mål:

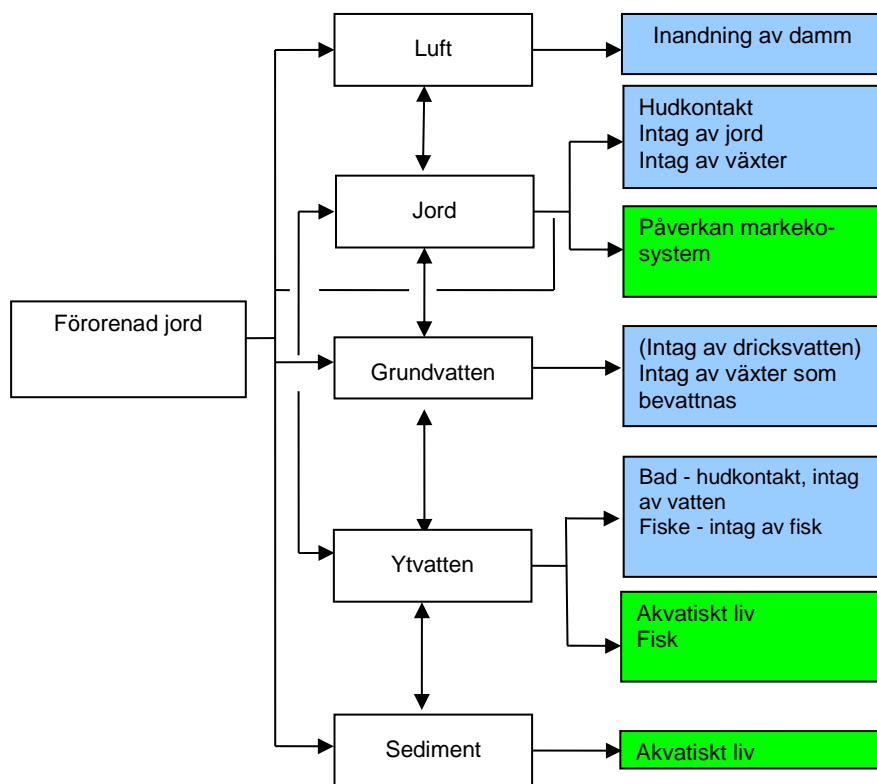
- Människor ska kunna bo och leva inom området utan risk för sin hälsa.
- Bär, frukt, rot- och grönsaker från egen odling ska kunna intas utan risk för människors hälsa.
- Föroreningar som sprids från utredningsområdet ska inte bidra till att miljökvalitetsnormer för Garhytteån eller för Ställbergsåsen riskerar att överskridas.
- En god markfunktion ska kunna upprätthållas, vilket innebär att växter ska kunna etableras och nedbrytning ska ske.

6.4 Konceptuell exponeringsmodell

En konceptuell modell för riskbedömningen för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk har upprättats. I den konceptuella modellen har följande identifierats:

- skyddsobjekt för vilka riskerna skall bedömas (se avsnitt 6.4.1)
- känslighet och skyddsvärde (se avsnitt 6.4.2)
- möjliga spridningsvägar (se avsnitt 6.4.3)
- möjlig exponering (se avsnitt 6.4.4)
- föroreningar styrande för risken (se avsnitt 6.4.5).

I Figur 6.3 presenteras en sammanställning och grafisk illustration av den platsspecifika, konceptuella modellen.



Figur 6.3. Konceptuell modell för riskbedömning, med skyddsobjekt samt spridnings- och exponeringsvägar. Grön färg avser "miljö" och blå färg avser människor.

6.4.1 Skyddsobjekt

Vilka skyddsobjekt som identifieras kan variera beroende på vilket tidsperspektiv som appliceras.

Följande skyddsobjekt har identifierats i utredningsområdet:

- Permanentboende och arbetande i närområdet.
- Människor som besöker området.
- Människor som odlar och/eller plockar bär, frukt, rot- och grönsaker inom området.
- Grundvattnet, vilket har ett principiellt skyddsvärde som grundvattenförekomst.
- Markmiljön inom utredningsområdet.
- Ekosystemet i Garhytteån och nedströms liggande vattendrag.

I riskbedömningen tas hänsyn till personer bor och som vistas i området i samband med arbete. Däremot omfattar bedömningen av risker inte arbetare som exponeras på annat

sätt, exempelvis vid markarbeten eller i samband med åtgärdsarbeten. Arbetarnas hälsa bevakas då ut arbetsmiljösynpunkt.

6.4.2 Känslighet

Marken inom utredningsområdet används till största delen av permanentboende i flerfamiljshus. Den västra delen (väster om väg 63/Konstmästaregatan) utgörs av en park framför järnvägsstationen, och i nordvästra delen finns Kopparbergs brandstation. Inom den nordöstra delen av utredningsområdet finns en fastighet (Björkäng 1:12) där bebyggelse finns i form av en villa med tillhörande tomtmark.

Inom den del av området där bebyggelsen domineras av flerfamiljshus (fastighet Krokfors 1) förekommer odling i mycket begränsad omfattning, främst i odlingslådor med tillförd jord, samt av blommor. Inom villatomten (fastighet Björkäng 1:12) förekommer odling i en något större omfattning, främst i form av bärbuskar. Samtliga boende inom utredningsområdet har kommunal vattenförsörjning och använder inte grundvattnet som dricksvatten.

Känsligheten inom utredningsområdet har bedömts som mycket stor i den östra delen som används för permanentboende. I den västra delen bedöms känsligheten vara måttlig till stor där användningen är parkeringsytor och park.

6.4.3 Skyddsvärde

Utredningsområdet ligger ovanpå en grundvattenförekomst, Ställbergsåsen. I åsen finns en grundvattentäkt för cirka 3 800 personer vid Finnhyttan knappt 1,5 km nordväst om undersökningsområdet. Det finns ett vattenskyddsområde för Finnhyttans vattentäkt. Undersökningsområdet innefattas inte i detta. I och med att den storskaliga topografin och att strömningsriktningen för grundvatten längs Garhytteån är åt sydost bedöms det inte finnas någon risk att Finnhyttans vattentäkt påverkas av spridning från utredningsområdet. Utifrån att undersökningsområdet ligger inom en skyddsvärd grundvattenförekomst har grundvattnets skyddsvärde ändå bedömts som mycket stort.

Skyddsvärdet för markmiljön inom utredningsområdet är svårbedömd. I och med att marken inom området nyttjas för bostäder är kraven från Naturvårdsverket avseende markmiljö hög och skyddsvärdet för markmiljön skulle därför också vara stort till mycket stort. Inom utredningsområdet består dock jordmaterialet till stor del av fyllnadsmassor, vilket innebär att levnadsförutsättningarna för marklevande organismer troligen inte är optimala från början. Ett fullständigt skydd av markmiljön bedöms därmed inte vara aktuellt, i och med att ekosystemet kan räknas som stort.

Garhytteån är den huvudsakliga recipienten för läckage av föroreningar från utredningsområdet. I Garhytteån finns bland annat gädda, mört, braxen och löja samt enstaka lakar och eventuellt någon öring. Garhytteån och Norrsjön används för fiske och det kan inte uteslutas att det förekommer bad i ån. För fritidsfisket i ån förekommer utplantering av regnbågsforell. En kanotled (Kanotled Arbogaån norra) går från Kopparberg till Lindesberg genom bland annat Garhytteån.

Sammanfattningsvis har Garhytteån bedömts ha ett stort skyddsvärde.

6.4.4 Spridningsvägar och spridningsrisker

Föroreningsspridning och spridningsrisker har diskuterats och redovisats i samband med redogörelsen för föroreningssituationen inom området (se avsnitt 5.4).

6.4.5 Exponeringsanalys

I den konceptuella modellen (se Figur 6.3) har en bedömning gjorts av vilka exponeringsvägar som är aktuella för människors hälsa och miljön samt hur föroreningar kan spridas från området.

Permanentboende inom området riskerar att exponeras för föroreningar via ett flertal exponeringsvägar. De exponeringsvägar som har identifierats för permanentboende inom utredningsområdet är följande:

- Inandning av damm.
- Intag av jord.
- Upptag via huden.
- Intag av växter

I och med att boende inom området har kommunal vattenförsörjning bedöms exponering via dricksvatten inte kunna förekomma. Det bedöms inte som troligt att metallförorenat grundvatten skulle infiltrera genom de trycksatta dricksvattenledningarna och därigenom leda till en betydande exponering för boende inom området. Inte heller inandning av ånga har bedömts vara en trolig exponeringsväg, i och med att föreliggande förorening främst består av metaller.

Utöver de exponeringsvägar som redovisas ovan bedöms även hudkontakt och intag av vatten i samband med bad i Garhytteån kunna innebära en risk. Även intag av fisk som har fångats i Garhytteån bedöms kunna medföra en viss risk.

Akvatiska organismer kommer i kontakt med lösta och partikulära föroreningar i ytvatten. upptag kan exempelvis förekomma via föda, genom hud, gälar och liknande. Hur mycket som tas upp beror på ämnenas förekomstformer och deras biotillgänglighet. Det är främst vattenlevande organismer som exponeras för föroreningar i ytvatten, men även landlevande organismer, exempelvis fåglar och vilt, kan exponeras.

6.4.6 Aktuella/styrande föroreningar

Följande ämnen har bedömts vara de aktuella/styrande föroreningar i både jord, grund- och ytvatten:

- Bly
- Kadmium
- Koppar
- Zink

Dessa ämnen har påträffats i medelhalter som överskrider bakgrundshalter, vilket indikerar en antropogen påverkan. Halter av dessa ämnen har även påträffats överskridande Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenad mark, både för nivå KM (känslig markanvändning) och MKM (mindre känslig markanvändning) (se avsnitt 6.5 nedan), vilket innebär att det föreligger en potentiell risk för människors hälsa och/eller miljön förknippade med dessa ämnen. Övriga påträffade metaller bedöms utifrån uppmätta halter inte innebära någon risk för människors hälsa och/eller miljön.

6.4.7 Föroreningars förekomst, farlighet och toxicitet

Bly

Bly har tidigare använts inom kemisk industri samt som tillsats i bensin. I dagsläget förekommer bly i ett flertal vardagsföremål, exempelvis vissa färger, glas, batterier, blyhagel och så vidare. Människor exponeras för bly från förorenade områden främst genom inandning av damm och intag av jord eller vatten. Organiskt bly tas lätt upp i människokroppen och fördelas till såväl hjärna som foster på grund av sin förmåga att diffundera. Oorganiskt bly tas upp på samma sätt som kalcium i kroppen, vilket gör att föreningar med oorganiskt bly kan tas upp i lungorna och i mag-tarmkanalen. Akuta effekter av blyförgiftning drabbar matsmältningssystemet medan kroniska effekter är påverkan på centrala nervsystemet och njurarna, men kan även störa bildningen av hemoglobin och göra blodkropparna sköra.

Kadmium

Kadmium är ett relativt ovanligt grundämne som används i bland annat batterier och legeringar. Kadmium förekommer även som biprodukt i järn- och stålindustrin. Allmänheten exponeras för kadmium huvudsakligen via födan och via tobaksrök. Kadmium är starkt toxiskt och cancerframkallande. Främst påverkas lever och njurar vid kadmiumförgiftning.

Koppar

Exponering för koppar sker huvudsakligen via dricksvattnet, vilket kontamineras från vattenledningar och varmvattenberedare. Exponering för människan i ett förorenat område sker främst genom inandning av damm, intag av jord eller vatten. Lägre organismer är särskilt känsliga för koppar i högre halter. För människan är större mängder koppar och dess föreningar måttligt giftiga. Mycket höga halter kan orsaka huvudvärk, yrsel, diarré eller njur- och leverskador.

Zink

Zink är ett vanligt förekommande ämne i jordskorpan. Zink är, i små mängder, ett essentiellt ämne för växter, djur och människor. Zink används till största delen som korrosionsskydd för stål vid framställande av olika legeringar. I mycket höga halter kan zink orsaka blodbrist och skador på bukspottkörteln. Exponering för människor i förorenade områden sker främst genom inandning av damm samt intag av jord eller vatten.

6.5 Risker för människors hälsa – mark

Nedan redovisas vilka eventuella risker som påträffad förorening inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk har bedömts utgöra för människors hälsa. Hälsorisker förknippade med bad i och intag av fisk från Garhytteån och nedströms liggande vattendrag har enbart bedömts översiktligt.

6.5.1 Riktvärden med avseende på människors hälsa

Naturvårdsverket har utarbetat en arbetsgång för att bedöma föroreningshalter, risker och eventuellt åtgärdsbehov med avseende på förorenad jord. Modellen presenteras i Naturvårdsverkets rapporter 5976, 5977 och 5978.

I rapport 5976 beskrivs hur Naturvårdsverket har gått till väga för att ta fram generella riktvärden för förorenad mark. Ett generellt riktvärde är det lägsta värdet av ett beräknat humantoxikologiskt värde (hälsorisk) och ett ekotoxikologiskt värde (miljörisk).

För bedömning av risken för människors hälsa förknippad med halter i jord har plats specifika riktvärden tagits fram för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. Dessa riktvärden har tagits fram baserade på exponeringssituationen i Naturvårdsverkets generella modell avseende KM, med justering för att exponeringsvägen intag av grundvatten har uteslutits. För brandstationen, järnvägsparken och parkeringsplatsen mellan dessa två områden har dock riktvärdesnivå MKM använts istället, utifrån en annorlunda exponeringssituation.

Gällande intag av växter indikerar resultat från analyser av maskrosor med tillhörande jord att kadmium och till viss del även zink biokoncentreras (det vill säga halter är högre i det biologiska materialet än i odlingssubstratet) i odlade växter. En sammanställning av beräknad biokoncentrationsfaktorer (aritmetiska medelvärden) redovisas i Tabell 6.1 nedan.

Tabell 6.1. Sammanställning av beräknade medelvärden av biokoncentrationsfaktorer jämfört med de biokoncentrationsfaktorer som används i Naturvårdsverkets beräkningsmodell.

	Bly	Kadmium	Koppar	Zink
Beräknad	0,028	2,03	0,521	1,126
Enligt Naturvårdsverkets beräkningsmodell	0,018	0,25	0,27	0,28

Utifrån resultat från beräknade biokonzentrationsfaktorer och resultatet från biotillgänglighetstesterna har Naturvårdsverkets generella modell för riktvärden justerats. Samtliga biokonzentrationsfaktorer har justerats upp jämfört med Naturvårdsverkets beräkningsmodell och den beräknade biokonzentrationsfaktorn enligt Tabell 6.1 har ansatts i beräkningen av de platsspecifika riktvärdena.

I Naturvårdsverkets beräkningsmodell har biotillgängligheten avseende oralt intag av jord för kadmium ansatts till 50 % och för bly 20 %. För koppar och zink har biotillgängligheten för oralt intag av jord ansatts till 65 respektive 20 %. I samtliga fall är ansatt biotillgänglighet för oralt intag av jord lägre än vad som antas i den generella modellen. En sammanställning av platsspecifika riktvärden för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk avseende människors hälsa redovisas i Tabell 6.2 nedan. I tabellen redovisas även de naturliga bakgrundshalterna enligt Naturvårdsverkets bakgrundshalter¹⁷. En fullständig uttagsrapport från Naturvårdsverkets beräkningsmodell redovisas i Bilaga B.

Tabell 6.2. Envägskoncentrationer och platsspecifika riktvärden för förorenad mark med avseende på risk för människors hälsa inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. Styrande exponeringsväg för respektive ämne har markerats med fet stil.

Ämne	Envägskoncentrationer (mg/kg)				Ojusterat hälsoriskbaserat riktvärde	Bakgrundshalter	Platsspecifikt riktvärde människors hälsa
	Intag av jord	Hudkontakt jord/damm	Inandning damm	Intag av växter			
Bly	2 200	16 000	27 000	980	560	15	110
Kadmium	50	9 100	270	0,89	0,86	0,2	0,17
Koppar	96 000	Ej begränsande	53 000	4 400	1 900	30	1 900
Zink	190 000	Ej begränsande	Ej begränsande	2 400	1 200	70	1 200

I tabellen kan utläsas att intag av växter är styrande för risker förknippade med människors hälsa för samtliga berörda ämnen.

6.5.2 Jämförelse med uppmätta halter

Jämförelse med uppmätta halter har gjorts för tre separata delområden inom vilka exponeringssituationen har bedömts vara skild. Inom det område där markkvaliteten bedöms motsvara MKM (se Figur 6.2) har statistiska mått (medelvärden) beräknats för dels järnvägsparken, dels för den asfalterade delen av området. Inom det område där markkvaliteten bedöms motsvara KM har statistiska mått (medelvärden och UCLM 95-värden) beräknats.

Utifrån exponeringssituationen inom utredningsområdet bedöms medelvärdet visa den mest representativa halten i jord. Om odling hade varit mer förekommande eller om ytor i mindre utsträckning hade varit hårdgjorda och/eller gräsbevuxna är det möjligt att ett annat värde hade varit mer rättvisande. I detta fall bedöms dock medelvärdet vara mest

¹⁷ Naturvårdsverket, 1997: *Bakgrundshalter i mark*, rapport 4640.

representativt som jämförvärde. Detta scenario är giltigt för den markanvändning som finns inom området i dagsläget. I ett långtidsperspektiv bedöms det dock inte som troligt att en mer känslig markanvändning kommer att vara aktuell inom området, varför ett exponeringsscenario med medelvärden som den mest representativa halten bedöms även vara giltigt i ett långtidsperspektiv.

En jämförelse mellan max- och minhalter samt beräknade medelvärden och UCLM 95-värden gällande bly, kadmium, koppar och zink och de platsspecifika riktvärden för människors hälsa som har tagits fram i samband med riskbedömningen redovisas i Tabell 6.3–6.5 nedan.

Tabell 6.3. Sammanställning av maxvärden och beräknade medelvärden för olika nivåer i jord för järnvägsparken. Halter jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM.

	Cd	Cu	Pb	Zn
MKM	15	200	400	500
0-0,3 m u my (6 analysresultat)				
Max	0,89	189	407	587
Medel	0,48	85	253	283
>0,3 m u my (11 analysresultat)				
Max	1,69	1 040	1 670	1 720
Medel	0,54	283	756	628

Resultatet visar att det förekommer halter av koppar, bly och zink som överskrider Naturvårdsverkets riktvärden för MKM. Medelhalter för det översta jordlagret är underskridande MKM för kadmium, bly och zink, vilket indikerar att det inte föreligger några risker för människors hälsa och miljön förknippade med dessa ämnen. För koppar överskrider riktvärdet av det beräknade medelvärdet. Uppmätta halter underskrider dock det platsspecifika riktvärdet avseende människors hälsa, varför det inte bedöms föreligga några risker för människors hälsa inom järnvägsparken.

Tabell 6.4. Sammanställning av maxvärden och beräknade medelvärden för olika nivåer i jord för asfalterade ytor i anslutning till brandstationen. Halter jämförs med Naturvårdsverkets generella riktvärden för MKM.

	Cd	Cu	Pb	Zn
MKM	15	200	400	500
0-0,3 m u my (4 analysresultat)				
Max	1,48	301	515	390
Medel (normalfördelning)	0,6	127	223	156
>0,3 m u my (8 analysresultat)				
Max	2,47	588	3 280	744
Medel (lognormalfördelning)	5,6	475	1 036	376

Medelvärden i tabellen ovan redovisas både för normalfördelning och för lognormalfördelning. Orsaken till detta är att för det översta skiktet (0-0,3 m) finns enbart fyra prover, varför det inte går att uttala sig om vilken fördelning som är gällande. Medelvärdet redovisas istället, då det har beräknats med något mindre osäkerheter. Resultatet visar att det förekommer halter av kadmium, bly och koppar överskridande MKM. Samtliga beräknade medelvärden i yttlig jord (0-0,3 m u my) underskrider aktuellt riktvärde. I djupare liggande jordlager överskrider aktuellt riktvärde av beräknade medelvärden för koppar och bly. I och med att exponeringen inom delområdet är kraftigt begränsad i och med den asfalterade och bebyggda ytan bedöms dock risker förknippade med påträffade ämnen som mycket begränsade.

Tabell 6.5. Jämförelse mellan uppmätta halter i jord inom område som bedöms motsvara KM-krav på olika nivåer och platsspecifika riktvärden med avseende på människors hälsa.

	Cd	Cu	Pb	Zn
Platsspecifikt riktvärde avseende människors hälsa	0,2	1 900	110	1 200
0-0,3 m u my (34 analysresultat)				
Max	84	4 530	36 500	36 700
Medel	3,5	616	2 812	1 662
UCLM 95	12	1 596	11 633	5254
0,3-0,6 m u my (24 analysresultat)				
Max	84	4 530	36 500	36 700
Medel	7,7	1 259	7 921	3 157
UCLM 95	23	2 493	33 822	8 882
0,6-1 m u my (12 analysresultat)				
Max	19	3 520	15 500	6 660
Medel	8,2	2 008	7 033	2 998
UCLM 95	26	5 659	25 282	8 421
>1 m u my (19 analysresultat)				
Max	42	6 600	13 000	8 290
Medel	8,6	3 430	6 666	3 490
UCLM 95	21	11 620	25 873	6 750
Bedömt naturliga jordlager (31 analysresultat)				
Max	1,4	218	232	443
Medel	0,2	32	33	99
UCLM 95	0,4	77	74	177

Sammanställningen ovan visar att medelvärden av kadmium överskrider det platsspecifika riktvärdet i samtliga nivåer. Det platsspecifika riktvärdet för kadmium överskrids även i bedömt naturliga jordlager.

Vad gäller koppar förekommer maxvärden vilka överskrider det platsspecifika riktvärdet för människors hälsa. Medelvärdet underskrider i samtliga fall det platsspecifika riktvärdet.

Det platsspecifika riktvärdet för människors hälsa med avseende på bly överskrids i samtliga jordlager där det förekommer fyllnadsmassor. Även i bedömt naturliga jordlager har enstaka halter överskridande Naturvårdsverkets riktvärden påträffats.

Uppmätta halter av zink överskrider det platsspecifika riktvärdet för människors hälsa ner till nivån 0,6 m u my. I djupare liggande fyllnadsmassor och i bedömt naturliga jordlager är halterna lägre och medelvärdet underskrider det platsspecifika riktvärdet. UCLM 95-värdet och uppmätta maxhalter överskrider dock det platsspecifika riktvärdet för samtliga jordlager.

6.6 Risker – grundvatten

6.6.1 Bedömningsgrunder

För bedömning av hälsorisk förknippad med intag av grundvatten har uppmätta halter i grundvattnet jämförts med Socialstyrelsens försiktighetsmått för dricksvatten (SOS FS 2003:17).

För att bedöma risken för att miljö kvalitetsnormerna för Ställbergsåsen inte uppfylls har uppmätta halter i grundvattnet även jämförts med riktvärden för grundvatten vilka enligt SGU-FS 2008:2 utgör kvalitetskrav för god kemisk grundvattenstatus.

6.6.2 Jämförelse med uppmätta halter

I Tabell 6.6 nedan redovisas utvalda resultat från analys av grundvatten från de två grundvattenrör som uppvisar kraftigast lakvattenpåverkan. Resultaten jämförs med riktvärden för dricksvatten samt miljö kvalitetsnormer för dricksvatten.

Tabell 6.6. Utvalda resultat från analys av grundvatten från f.d. Kaveltorp koppar- och blyverk. Resultaten jämförs med riktvärden enligt Socialstyrelsens försiktighetsmått för dricksvatten (SOS FS 2003:17) samt miljökvalitetsnormer för dricksvatten (SGU FS 2008:2).

		SOSFS 2003:17		SGU FS 2008:2	R9	L11
		Tjänl m anm	Otjänligt		130808	130808
pH		<6,5	10,5		6,5	5,9
totalhårdhet	°dH	15			9,79	12,9
konduktivitet	mS/m			75	80,1	84,9
alkalinitet	mg HCO ₃ /l				57	8,2
CODMn	mg/l	8			6,87	2,83
nitrat	mg/l	20	50		28,7	57,6
nitrit	mg/l	0,1	0,5		<0,01	0,02
ammonium	mg/l	0,5-1,5			<0,050	<0,050
fosfat	mg/l	0,6			<0,040	<0,040
fluorid	mg/l	1,3	6		4,46	12,8
klorid	mg/l	100/300			117	10,5
sulfat	mg/l	100/250		250	128	334
Ca	mg/l	100			54,2	39,7
K	mg/l	12			13,8	79
Mg	mg/l	30			9,54	31,7
Na	mg/l	100/200			84,6	19
Fe	mg/l	0,5			0,0011	0,0027
Al	µg/l	500			1140	6800
Mn	µg/l	300			40,4	3070
As	µg/l		10	10	<1	<1
Cd	µg/l		5	5	50,9	311
Co	µg/l				0,43	91
Cr	µg/l		50		<0,5	<0,5
Cu	µg/l	200	2000		236	21,7
Mo	µg/l				<0,5	<0,5
Ni	µg/l		20		2,04	34,2
Pb	µg/l		10	10	3,76	<0,2
Zn	µg/l				8320	30400
V	µg/l				<0,05	0,865
Hg	µg/l		1	1	<0,02	<0,02

Som kan utläsas av Tabell 6.6 överskrider halterna av kadmium i grundvattenrören R9 och R11 riktvärdet för otjänligt dricksvatten. I R9 överskrider riktvärdet med en faktor cirka 10 och i L11 med en faktor cirka 60. I L11 överskrider även halterna av nickel, fluorid och nitrat riktvärdena för tjänligt dricksvatten.

Grundvattnet inom utredningsområdet är således mycket ohälsosamt som dricksvatten. Vattnet används emellertid inte som dricksvatten. Finnhyttans vattentäkt, som försörjer Kopparberg med dricksvatten, är belägen cirka 1,5 km nordväst om utredningsområdet. Eftersom grundvattnets strömningsriktning inom utredningsområdet är mot nordost och eftersom det lakvattenpåverkade grundvattnet bedöms strömma ut i Garhytteån strax norr/nordost om utredningsområdet, kan föroreningarna i grundvattnet inom utredningsområdet inte nå Finnhyttans vattentäkt. Vidare finns inga uppgifter om brunnar för dricksvattenförsörjning nedströms utredningsområdet. Sammantaget utgör det förorenade grundvattnet ingen risk för människors hälsa.

Av Tabell 6.6 kan även utläsas att halterna av kadmium och sulfat samt konduktiviteten överskrider de riktvärden för grundvatten som utgör kvalitetskrav för god kemisk grundvattenstatus. Miljökvalitetsnormen för grundvattenförekomsten Ställbergåsen, Kopparbergsområdet, är god kemisk grundvattenstatus. Grundvattenrören där grundvattnet uppvisar påverkan av lakvatten bedöms inte vara nedförda i det primära isälvs-materialet i Ställbergåsen, utan i fyllnadsmaterial och grovsilt-finsand. Huruvida det primära isälvs-materialet förekommer under grovsilt-finsanden, eller om åsen upphör på en sträcka, är inte känt. Genomförda provtagningar och grundvattennivåmätningar indikerar att det förorenade grundvattnet strömmar ut i Garhytteån. Mot denna bakgrund är det troligt att det mest skyddsvärda grundvattenmagasinet, det vill säga grundvattenmagasinet i det primära isälvs-materialet, inte påverkas av föroreningarna i grundvattnet i utredningsområdet. Det saknas emellertid uppgifter för att styrka den bedömningen. Det siltiga materialet har även en relativt liten genomsläpplighet, vilket är gynnsamt ur skyddssynpunkt för grundvattenförekomsten Ställbergåsen.

Det är sammanfattningsvis inte troligt, men på grund av avsaknad av underlag svårt att bevisa, att föroreningarna i utredningsområdet bidrar till att miljökvalitetsnormen för grundvattenförekomsten Ställbergåsen, Kopparbergsområdet, inte uppnås.

6.7 Miljörisker inom området och i närområdet

För att beskriva risken för påverkan på markmiljön har de uppmätta halterna i jord inom utredningsområdet jämförts med plats-specifika riktvärden med avseende på miljö.

För undersökningsområdet eller omgivningen finns såvitt känt inga känsliga eller skyddsvärda arter. Exponeringssituationen bedöms inte vara skild från Naturvårdsverkets generella scenario, vilket innebär att jämförelse med uppmätta halter bör göras med Naturvårdsverkets generella riktvärden. Riktvärden för KM och MKM, jämfört med uppmätta halter i jord för nivåer ner till 0,6 m u my, presenteras i Tabell 6.7 nedan.

Tabell 6.7. Naturvårdsverkets generella riktvärden avseende skydd av markmiljö.

	Cd	Cu	Pb	Zn
Riktvärden för skydd av markmiljö (mg/kg TS), nivå KM	4	80	200	250
0-0,3 m u my (45 analysresultat)				
Max	84,3	4530	36 500	36 700
min	0,1	15,3	13,3	37,4
Medel (log-N)	2,6	499	2 056	1 375
UCLM 95 (log-N)	7,9	1 216	7 786	3 953
0,3-0,6 m u my (28 analysresultat)				
Max	84,3	4530	36 500	36 700
min	0,2	71,6	17,8	58,5
Medel (log-N)	6,7	1 132	7 374	2 928
UCLM 95 (log-N)	20,6	2 408	36 232	8 110
	Cd	Cu	Pb	Zn
Riktvärden för skydd av markmiljö (mg/kg TS), nivå MKM	20	200	400	500
0-0,3 m u my (45 analysresultat)				
Max	84,3	4530	36 500	36 700
min	0,1	15,3	13,3	37,4
Medel (log-N)	2,6	499	2 056	1 375
UCLM 95 (log-N)	7,9	1 216	7 786	3 953
0,3-0,6 m u my (28 analysresultat)				
Max	84,3	4530	36 500	36 700
min	0,2	71,6	17,8	58,5
Medel (log-N)	6,7	1 132	7 374	2 928
UCLM 95 (log-N)	20,6	2 408	36 232	8 110

Utifrån uppmätta halter är det möjligt att det finns en påverkan på befintligt markekosystem från föroreningar i jordlagren. Det är dock i dagsläget inte klarlagt om det verkligen finns en påverkan på markens ekosystem och hur denna påverkan i sådana fall visar sig. Inga synliga vegetationsskador har påträffats inom området. Den största delen av det ekologiska livet är vanligen koncentrerat till den översta halvmetern i jordlagren. Skyddsvärdet för markmiljön bedöms därmed vara begränsat i djupare jordlager.

6.8 Risker för ekosystemet i Garhytteån

Enligt VISS¹⁸ är den kemiska statusen i Garhytteån i dagsläget god, med det nationella undantaget för kvicksilver. Bedömningen har dock gjorts att det föreligger en risk att god kemisk status, exklusive kvicksilver, inte kommer att uppnås till år 2015. Risken baseras på att det i avrinningsområdet ligger sand och varp från Kaveltorp och Ljusnarsbergsfältet. Läckaget av bly och kadmium till ytvatten bedöms vara stort. De provtagningar med avseende på ytvatten som har genomförts i samband med utförandet av huvudstudien indikerar att påslaget från f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk enbart kan stå för en marginell del av påverkan på Garhytteån.

Den ekologiska statusen har i VISS satts till otillfredsställande, enligt en "one-out-all-out"-strategi där den biologiska kvalitetsfaktorn med lägst statusklass avgör den sammanlagda bedömningen. Fisksamhället i Garhytteån visar på otillfredsställande status, då fiskfaunans status har bedömts vara måttlig baserad på totalt tre elfisken. Statusen för bottenfaunan i Garhytteån har satts till måttlig.

I tidigare utredning av det närliggande Ljusnarsbergsfältet¹⁹ har en bedömning av risker för ekosystemet i Garhytteån genomförts. Bedömningen är att det akvatiska livet i Garhytteån, nedströms Ljusnarsbergsfältet, kan vara stört på grund av metallhalterna i ån och då främst koppar- och zinkhalterna. Den i september 2007 genomförda bottenfaunaundersökningen visade att bottenfaunan i provpunkten 60 m nedströms trätubens utlopp, i höjd med det nu aktuella utredningsområdet, var relativt normal, men att man jämfört med liknande vattendrag skulle kunna förvänta sig högre antal arter, högre indexvärden och högre individtäthet. Det finns alltså indikationer på att bottenfaunan är negativt påverkad av metaller men att man inte kan utesluta att det finns en regleringseffekt som har påverkat bottenfaunan negativt.

Gällande inverkan på bottenlevande organismer är det i nuläget inte möjligt att uttala sig om eventuella risker, då ingen provtagning av sediment har genomförts inom ramen för den nu utförda huvudstudien inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk.

Enligt VISS föreligger en risk för det akvatiska livet i Garhytteån. I torrfåran nedströms Krokfors vattenkraftsdamm, i direkt anslutning till det nu aktuella utredningsområdet, bedöms risken vara betydande och här har påverkan på bottenfaunan konstaterats. I övrigt nedströms Ljusnarsbergsfältet bedöms det föreligga viss risk för det akvatiska livet på grund av de förhöjda metallhalterna och det finns indikationer på att bottenfaunan kan vara påverkad av miljöstörning. Utifrån nu genomförda undersökningar ser Sweco ingen anledning att göra en annorlunda bedömning än den som finns i VISS.

¹⁸ VISS = VattenInformationsSystem Sverige

¹⁹ SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergsfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergsfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

6.9 Akuttoxicitet

När mycket höga halter av föroreningar förekommer kan det finnas risk för akuttoxiska effekter, det vill säga direkta allvarliga effekter som uppstår vid en tillfällig exponering för föroreningarna.

I denna rapport har jämförelse med uppmätta halter (max-, medel- och UCLM 95-värde) och erhållna data gällande akuttoxiska halter. För kadmium och zink har icke-dödliga, allvarliga men övergående effekter studerats tillsammans med så kallade LD₅₀-värden (den dos där 50 % av en population dör då den utsätts för ett specifikt ämne). För bly och koppar har enbart LD₅₀-värden använts för jämförelse, då pålitliga källor till akuttoxiska effekter avseende dessa ämnen inte har kunnat påträffas.

Risker för akuttoxiska effekter på människor bedöms vara störst för små barn. För vuxna blir effekterna mindre, eftersom vuxna generellt tål en högre exponering. Exponeringsrisken för vuxna är även mindre, i och med beteendemönster i kontakt med jord.

Akuttoxiska halter för berörda ämnen har tagits fram i samband med en tidigare genomförd huvudstudie²⁰ i anslutning till det nu aktuella utredningsområdet. Halterna redovisas i Tabell 6.8 nedan och jämförs med statistiskt beräknade halter i jord inom utredningsområdet. Halter i tabellen är beräknade på ett barn som väger 10 kg och som får i sig 5 g jord vid ett tillfälle.

²⁰ SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergsfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergsfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

Tabell 6.8. Akuttoxiska halter av bly, koppar, zink och kadmium samt uppmätta halter i jord inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. Halter anges som mg/kg TS.

Ämne	Akuttoxisk halt avseende icke dödlig dos, övriga övergående effekter	Akuttoxisk halt motsv. "lethal dose" alt. LD50	Halter i jord (0-0,3 m u my)		
			Medel	UCLM 95:e	Max
Pb	Data saknas	140 000 ⁱ	4 756	24 242	36 500
Cd	86-140 (irritation i mage/tarm samt kräkningar hos små barn)* 1 200-5 600 (skador på benmärgsceller)**	50 000 ⁱⁱⁱ	5,2	20,2	84,3
Cu	Data saknas	400 000 ⁱⁱⁱ	752	2 157	4 530
Zn	58 000***	212 000 ⁱⁱ	2 560	9 468	36 700

* Calabrese et al., 1997. A Concern for Acute Toxicity in Children. Environmental Health Perspectives. Vol 105, No 12.

** IPCS INCHEM, 2011. International Programme on Chemical Safety, INCHEM database. <http://www.inchem.org> (2011-08-19).

*** Haddad, L.M., 1998. Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose 3rd Edition. Saunders, Philadelphia, PA.

ⁱ Alloway, B. J. and Ayres, D. Z., 1997. Chemical principles of Environmental Pollution, 2 nd Ed. Ch 5. Blackie Academic&Professional, London. (Motsvarar LD₅₀-värde om 70 mg/kg kroppsvikt för injektion i råttor)

ⁱⁱ Sax, N. I., Lewis, R. J. Sr, 1989. Dangerous properties of industrial materials, 7th edition. (oral human TD₁₀-värde = 106 mg/kg kroppsvikt avseende zinksulfat: O₄SZn)

ⁱⁱⁱ Calabrese et al., 1997. A Concern for Acute Toxicity in Children. Environmental Health Perspectives. Vol 105, No 12. (För Cu har 200 mg/kg kroppsvikt ansatts utifrån angivet haltspann 14-429 mg/kg "lethal dose". För Cd har 25 mg/kg kroppsvikt "lethal dose" ansatts).

Som kan utläsas av tabellen överskrider inga uppmätta halter inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk de halter som anges som akuttoxiska.

Vad gäller övriga effekter finns vissa uppgifter²¹ på att kopparhalter motsvarande 180 mg/kg TS kan motsvara effekter som exempelvis kräkningar och diarré. För bly har enbart halter avseende effekter på ALAD-receptorns funktion påträffats, vilket snarare är en indikator än en effekt och därför bedöms som irrelevant för detta fall.

Det påpekas dock i ett flertal studier att det är svårt att dra några direkta slutsatser om akuttoxiska halter utifrån de resultat som hittills har uppvisats. Ett flertal forskare framhåller att det är svårt att säga vilka effekter som kan förväntas utifrån halter i naturen, då detta beror av bland annat biotillgänglighet, vilken kemisk form kopparn påträffas i (kopparjoner har exempelvis den högsta biotillgängligheten), vilka komplex som finns närvarande och liknande. Exempelvis har tvivel om tillförlitligheten framställts angående den artikel från 1957 som anger kräkningar och diarré vid relativt låga kopparhalter

²¹ Calabrese et al., 1997, *A Concern for Acute Toxicity in Children*, Environmental Health Perspectives Vol 105, No 12

(motsvarande 180 mg/kg TS). Exponeringen i det fallet skedde genom koppar som av misstag löst sig i alkoholhaltiga drycker vid en fest. Även den vanliga dieten påverkar kroppens upptag och gör att effekter kan skilja mycket mellan olika populationer.

Sammanfattningsvis bedöms det inte föreligga några risker för akuttoxiska effekter utifrån halter i jord inom utredningsområdet.

6.10 Riskbedömning – prognos

Icke oxiderat material inom utredningsområdet har sannolikt inte längre någon betydande syrabildande förmåga, utifrån dess antagna ålder, även om ingen syrabasräkning har genomförts på något prov. De pH-mätningar som finns på fyllnadsmassorna visar på ett pH mellan 6 och 7. Sannolikt utgörs den dominerande andelen fyllnadsmassor av rostat material med tämligen neutralt pH och låg utlakning. I och med detta samt att resultat från provtagningar inte tyder på någon tydlig förändring i lakning inom en överskådlig tidshorisont bedöms inte heller risker för människors hälsa eller miljön förändras.

6.11 Sammanfattning – riskbedömning

6.11.1 Människors hälsa

Risker för människors hälsa styrs, enligt gällande envägskoncentrationer, främst av exponering andra källor följt av intag av växter och intag av jord. Detta innebär att det sker ett kontinuerligt intag av halter av berörda ämnen i daglig kost, varför riktvärden justeras ner för att all exponering inte ska härröra från det förorenade området. Uppmätta halter inom ramen för huvudstudien överskrider envägskoncentrationen för intag av växter för kadmium, bly och zink. För intag av jord överskrider envägskoncentrationerna för bly och kadmium. Det har därmed bedömts föreligga en risk för människors hälsa förknippad med halter i jord, även om man skulle tillåta att 100 % av TDI skulle komma från det förorenade området.

Uppmätta halter har även jämförts med påträffade halter vid vilka akuttoxiska effekter kan komma att uppstå. Inga maxhalter överskrider påträffade halter för akuttoxiska effekter, varför det inte har bedömts föreligga någon risk för sådana effekter inom utredningsområdet avseende halter i jord.

Inga risker avseende människors hälsa förknippade med exponering för grund- och ytvatten bedöms föreligga. Inget uttag av grund- eller ytvatten för dricksvatten sker såvitt känt inom närområdet och de halter som finns i ytvattnet bedöms inte utgöra någon risk vid bad.

6.11.2 Miljön

Halterna i marken kan innebära en påverkan på markekosystemet inom området, men inga synliga tecken på att det är påverkat har setts.

Grundvattnet inom området är påverkat. Det är dock oklart huruvida grundvattnet i vattenförekomsten Ställbergsåsen är påverkat av undersökningsområdet.

Utifrån tidigare utförda undersökning i närområdet²² har konstaterats att det föreligger en risk för det akvatiska livet i Garhytteån, främst på grund av förhöjda koppar- och zinkhalter. I torrfåran nedströms Krokfors vattenkraftsdamm, i direkt anslutning till det nu aktuella utredningsområdet, bedöms risken vara betydande.

De nu utförda undersökningarna med avseende på grund- och ytvatten inom utredningsområdet indikerar att eventuell förorenings-spridning i grund- eller ytvatten troligen är begränsad. I och med att uppmätta halter av metaller uppvisar en stor variation inom utredningsområdet bedöms grundvatten strömma långsamt inom området, vilket skulle innebära att en eventuell transport av föroreningar från området går långsamt och därmed inte ger upphov till så höga halter i recipient på grund av stor utspädning. Uppmätta halter i ytvatten indikerar vidare att inget mätbart påslag kan påvisas i Garhytteån.

6.12 Bedömning av åtgärdsbehov

- **Människor ska kunna bo och leva inom området utan risk för sin hälsa.**

Förorening förekommer inte i akuttoxiska halter. Uppmätta halter inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk bedöms dock medföra risk för människors hälsa inom utredningsområdet. Åtgärds målet bedöms inte uppfyllas i dagsläget.

- **Bär, frukt, rot- och grönsaker från egen odling ska kunna intas utan risk för människors hälsa.**

Det bedöms föreligga risk för människors hälsa förknippat med intag av grödor från egen odling. Åtgärds målet bedöms inte uppfyllas i dagsläget.

- **Föroreningar som sprids från utredningsområdet ska inte bidra till att fastställda miljö kvalitetsnormer för Garhytteån eller för Ställbergsåsen riskerar att inte uppnås.**

De nu genomförda provtagningarna i Garhytteån indikerar att ett eventuellt påslag med avseende på metallhalter är mycket lågt. Den spridningsberäkning som har genomförts indikerar en relativt stor transport av zink (100-900 kr/år) men en låg transport av bly (0,04-0,4 kg/år). Det bedöms därmed inte som troligt att halter inom det aktuella utredningsområdet skulle bidra till att några miljö kvalitetsnormer för Garhytteån inte uppfylls.

Det är inte troligt, men på grund av avsaknad av underlag svårt att bevisa, att föroreningarna i utredningsområdet bidrar till att miljö kvalitetsnormen för grundvattenförekomsten Ställbergsåsen, Kopparbergsområdet, inte uppnås.

Åtgärds målet bedöms därmed vara uppfyllt i dagsläget.

²² SWECO VIAK, 2008: *Ljusnarsbergsfältet- Huvudstudie avseende gruvavfall inom Ljusnarsbergsfältet, Ljusnarsbergs kommun. Fas 1- Undersökningar, riskbedömning och bedömning av saneringsbehov.*

- **En god markfunktion ska kunna upprätthållas, vilket innebär att växter ska kunna etableras och nedbrytning ska ske.**

Inga tester med avseende på ekosystemens funktion har genomförts inom ramen för den nu utförda huvudstudien. I dagsläget saknas information för att bedöma om det föreligger någon allmän påverkan på marksystemet inom utredningsområdet. Det är därmed oklart om det föreligger någon risk för att aktuellt åtgärdsområde inte ska uppfyllas.

7 Åtgärdsutredning

7.1 Förutsättningar för åtgärder

7.1.1 Platsspecifika förutsättningar

Den okulära jordartsbedömningen indikerar att de översta 5-10 cm inom större delen av utredningsområdet består av mull eller matjord, vilken är gräsbevuxen. Under detta skikt består jordlagren till stora delar av fyllnadsmassor vilka utgörs av bland annat slagg. Fyllnadsmassornas mäktighet varierar inom området och är som störst närmast Garhytteån, i den norra delen av området, och som minst i den södra delen av området, i anslutning till väg 63/Konstmästaregatan. Fyllnadsmassorna underlagras av silt. En illustration av fyllnadsmassornas mäktighet redovisas i Figur 5.1.

Större delen av utredningsområdet, totalt cirka 26 000 m² av totalt cirka 33 000 m², används i dagsläget för bostadsändamål och är bebyggd med till största delen flerfamiljshus. I den sydvästra delen av utredningsområdet finns en park, järnvägsparken, och i den nordvästra delen finns en brandstation. Dessa områden utgör totalt cirka 7 000 m² av utredningsområdet. I den nordöstra delen av området återfinns ett äldre kvarnhus, som i dagsläget används som villabostad. Odling förekommer i en mycket begränsad omfattning inom utredningsområdet. Inom ett fåtal uteplatser finns mindre bärbuskar och inom en uteplats har något större odlingar påträffats (Figur 7.1 nedan). I övrigt används inte uteplatser och grönytor inom utredningsområdet för odling.



Figur 7.1. Odling inom Konstmästaregatan 23A.

Inom området löper mindre asfalterade gång- och cykelvägar, vilka även används av fastighetsägaren (Ljusnarsbergsbostäder) som servicevägar för fastighetsförvaltare och fastighetsskötares fordon.

I söder och väster löper väg 63/Konstmästaregatan. I norr avgränsas utredningsområdet av Garhytteån. I öster avgränsas utredningsområdet av den mindre bilväg som ansluter fastigheten Björkäng 1:12 med väg 63.

Samtliga boende inom Kopparbergs samhälle har kommunal VA-försörjning. Det förekommer därmed inget uttag av dricksvatten i området.

Den förorening som förekommer inom utredningsområdet är främst höga halter av metaller. Resultaten från utförd fältprovtagning och analyser indikerar att föroreningar främst är förknippade med fyllnadsmassor. Dessa fyllnadsmassor har till största delen bedömts bestå av slagg och liknande restprodukter från metallutvinningen inom utredningsområdet. Avfallet inom området för Kaveltorps blyverk utgörs sannolikt i huvudsak av oxiderat material som härrör från Kaveltorps gruvfält. Sannolikt utgörs den dominerande andelen avfall av rostat material med tämligen neutralt pH och låg utlakning.

Den uppdelning av delområden som görs i riskbedömningen (se avsnitt 6.2) kommer att gälla även för åtgärder inom utredningsområdet. Detta innebär att åtgärdsförslag enbart kommer att gälla den del av utredningsområdet som används för bostadsändamål.

Med hänsyn till boende bedöms övertäckning inte vara ett möjligt alternativ i fallet med Alternativ B (se nedan) inom ett avstånd av 10 m från bostadshus i området. Där föreslås istället urgrävning och/eller plattläggning och/eller asfaltering.

7.1.2 Grundläggande krav, principer och normer för efterbehandlingsåtgärder

I Naturvårdsverkets kvalitetsmanual²³ finns ett antal grundläggande krav och principer som bör vara vägledande i arbetet med åtgärdsutredningar. Nedanstående punkter är en checklista som Naturvårdsverket i kvalitetsmanualen rekommenderar gås igenom och kommenteras i samband med åtgärdsutredningar.

- Efterbehandlingsåtgärderna bör reducera miljö- och hälsoriskerna så långt det är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Åtgärderna bör vara av engångskaraktär.
- Skador som uppstår under genomförandet ska vara mindre än de skador som totalt kan komma att orsakas av det förorenade området.
- Åtgärderna bör inte annat än under en övergångsperiod kräva underhåll och skötsel efter avslutad åtgärd. Viss långsiktig övervakning av skyddsåtgärder vid deponier, inneslutning och barriärer kan dock behövas.
- Bästa tillgängliga teknik bör användas om det inte medför orimliga kostnader.
- Energisnål teknik bör väljas så långt möjligt.
- Efterbehandlingsåtgärder bör utföras så att den planerade framtida markanvändningen begränsas så lite som möjligt.

²³ Naturvårdsverket, 2012: *Efterbehandling av förorenade områden: Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering*, Manual efterbehandling Utgåva 5 2013.

- Åtgärderna bör genomföras så att området inte återförorenas på grund av spridning från delar där åtgärder ännu inte genomförts.
- Efterbehandling bör om möjligt genomföras innan spridning av föroreningar orsakar än mer kostsamma åtgärder och innan akuta situationer uppstår.
- Åtgärder bör väljas och genomföras så att intrånget i andra intressen blir så litet som möjligt t.ex. vad gäller kulturminnesvården.
- Om föroreningar lämnas kvar bör inte ytterligare sanering eller utförande av skyddsåtgärder omöjliggöras, till exempel genom att ny bebyggelse uppförs på det förorenade området, utan att konsekvenserna har utretts ordentligt.
- Kvarlämnas förorening i fast fas bör skyddsåtgärder eftersträvas som reducerar riskerna i motsvarande mån eller som har motsvarande skyddseffekt som om massorna hade omhändertagits på deponi.

7.1.3 Volym förorenade massor

För att kunna göra en kostnadsuppskattning av respektive åtgärdsalternativ krävs uppgifter om vilken volym förorenad jord som ska åtgärdas. Volymuppskattningarna baseras på uppmätta föroreningshalter inom de rutor (10×10 m) där provtagning och analyser har utförts. Föroreningshalter i jord har jämförts med de platsspecifika riktvärden som har tagits fram för aktuell och framtida markanvändning, bostadsområde. Detta möjliggör en jämförelse av kostnader i förhållande till riskreduktion och total mängd åtgärdad förorening.

Antaganden

Följande antaganden och avgränsningar har gjorts vid beräkning av volymen förorenade massor:

- Jordlager inom en och samma 10×10 m ruta har antagits ha samma halter av föroreningar.
- Föroreningshalter har antagits vara desamma inom hela djupintervallet som provet representerar (djupintervall med mäktighet mellan 0,3 och 0,5 m).
- Rutor där ingen avgränsning i fyllnadsmassornas mäktighet har uppnåtts har antagits motsvara mäktigheten i närliggande rutor.
- Avgränsning av utredningsområdet har även gällt volymberäkningar, vilket innebär att områden norr om Garhytteån inte har tagits med i volymberäkningar.
- Området inom järnvägsparken har bedömts motsvara markanvändningskategori MKM. I och med att medelhalter för både 0-0,3 m och 0-1 m underskrider nivån för MKM bedöms det inte föreligga något åtgärdsbehov inom detta delområde.
- Beräkningar av volym massor har baserats på ett bedömt snittdjup av fyllnadsmassor på 2 m. Bedömningen har gjorts utifrån beräkning baserad på de bedömda enhetsvolymerna som varje ruta i rutnätet representerar dividerat med utredningsområdets area.

60 (77)

RAPPORT
2014-01-31

KAVELTORP, HUVUDSTUDIE

- Området i direkt anslutning till brandstationen är i dagsläget asfalterat och bedöms motsvara markanvändningskategori MKM. I och med att människor inte exponeras för föroreningar i anslutning till detta område bedöms inga åtgärder vara aktuella inom detta delområde.

Volymen förorenade fyllnadsmassor inom beräknas uppgå till cirka 45 800 m³ inom det område som bedöms vara aktuellt för åtgärder. Volym förorenade massor inom hela det berörda utredningsområdet bedöms uppgå till totalt cirka 63 500 m³.

7.1.4 Åtgärdsalternativ- allmän beskrivning

Efterbehandlingsåtgärder kan generellt delas in i följande kategorier:

- Administrativa åtgärder.
- Åtgärder som angriper föroreningskällan.
- Åtgärder som syftar till att förhindra eller ändra föroreningens spridning/spridningsvägar.

Administrativa åtgärder kan utgöras av restriktioner beträffande framtida markanvändning, exempelvis förbud mot bebyggelse av bostadshus, anläggning av trädgårdar eller dricksvattentäkter. De administrativa åtgärderna angriper inte föroreningen eller dess spridning i sig, men kan skydda omgivningen (människor och miljö) mot exponering.

Administrativa åtgärder inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk bedöms kunna vara exempelvis regler mot odling av egna grönsaker och ätbara växter, reglering av grävarbeten inom området och även ett övervägande om att minska tillgängligheten för det lättillgängliga ytliga jorden. Dessa åtgärder bedöms inte kunna medföra att risker för människors hälsa och/eller miljön minskar i tillräcklig omfattning, varför det inte bedöms vara aktuellt med administrativa åtgärder inom utredningsområdet.

Åtgärder som angriper föroreningskällan eller föroreningens spridning/spridningsvägar kan i sin tur delas in i tre kategorier:

- **Koncentrationsmetoder**, som går ut på att föroreningarna koncentreras. I allmänhet efterföljs koncentrationsmetoden av någon form av destruktion av det insamlade föroreningskoncentratet. Detta kan innebära exempelvis sortering eller siktnig.
- **Destruktionsmetoder**, som syftar till att förstöra föroreningen, det vill säga omvandla de toxiska komponenterna till mer harmlösa, icke-toxiska ämnen.
- **Immobiliseringsmetoder**, som är inriktade på att hindra fortsatt föroreningsspridning och minska människors och miljöns exponering för föroreningarna. Detta kan uppnås genom övertäckning, inneslutning inom täta barriärer eller stabilisering/solidifiering. Immobiliseringsmetoder innebär således inte att föroreningen förstörs eller avlägsnas ur det medium där det förekommer (exempelvis mark eller grundvatten) och metoderna påverkar i allmänhet inte föroreningens toxiska egenskaper mer än

marginellt. Däremot reduceras eller hindras spridningen och/eller exponeringen av förorening från föroreningskällan.

För f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk bedöms koncentrations- och immobiliserings-åtgärder vara aktuella. Eftersom de förekommande föroreningarna är grundämnen som inte kan brytas ner är det inte aktuellt med destruktionsmetoder.

7.2 Åtgärdsalternativ- f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk

Olika åtgärdsalternativ för berört utredningsområde har löpande diskuterats i projektgruppen under uppdragets hela genomförandetid. Utifrån föroreningssituationen samt de plats-specifika förutsättningarna inom utredningsområdet har ett mindre antal åtgärds-metoder bedömts vara rimliga/lämpliga för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk. De åtgärdsalternativ som har utretts för utredningsområdet är följande:

- Inga åtgärder (Nollalternativet).
- Genom övertäckning och urgrävning säkerställa att jordmassor inom området inte innebär någon risk för människors hälsa.
- Urgrävning till en riktvärdesnivå motsvarande KM (Maxalternativet).

I och med att åtgärder planeras inom ett bostadsområde har metoder som **utfällning** och **pH-justering** inte studerats närmare. En pH-justering innebär tillsats av något ämne, exempelvis en syra, vilket inte har ansetts lämpligt i anslutning till bostadsfastigheter. Dessa metoder bedöms dessutom främst kunna påverka spridning från området och inte minska risken för människors hälsa i någon stor utsträckning. Detsamma gäller för **extraktionsmetoder**. **Stabilisering/solidifiering** har inte studerats vidare i och med att denna metod innebär att material tillförs och blandas med massorna för att skapa en solid kropp, en monolit. Detta bedöms ge en betydande markhöjning och skulle vara mycket svår att genomföra utan att äventyra byggnadernas stabilitet.

7.2.1 Nollalternativet

Nollalternativet bör alltid bedömas i en åtgärdsutredning för att avgöra om åtgärdsmålen kan uppnås vid rådande förhållanden utan att åtgärder vidtas. Om det kan påvisas att det inte föreligger någon risk för människors hälsa och/eller miljön vid nuvarande förhållanden och att åtgärdsmålen uppnås kan detta vara ett tänkbart alternativ.

I dagsläget bedöms det föreligga en risk för människors hälsa förknippade med intag av jord samt eventuellt intag av egenodlade bär och grönsaker inom området. De nu genomförda provtagningarna i Garhytteån indikerar att ett eventuellt påslag med avseende på metallhalter är mycket lågt. Den spridningsberäkning som har genomförts indikerar en relativt stor transport av zink (100-900 kr/år) men en låg transport av bly (0,04-0,4 kg/år). Det bedöms därmed inte som troligt att halter inom det aktuella utredningsområdet skulle bidra till att några miljö kvalitetsnormer för Garhytteån inte uppfylls.

Eftersom de övergripande åtgärds målen inte nås bedöms nollalternativet inte vara ett realistiskt alternativ. Alternativet finns ändå med i bedömningen nedan, eftersom resultatet av en riskvärdering skulle kunna innebära att kostnaderna för de åtgärder som krävs för att uppnå de övergripande åtgärds målen bedöms som orimliga. Alternativet är därmed att betrakta mer som ett jämförelsealternativ än ett faktiskt alternativ.

7.2.2 Alternativ A: övertäckning och urgrävning

Alternativet innebär en kombination av åtgärder för att uppnå en acceptabel risknivå. En acceptabel risknivå bedöms i detta fall innebära en minimering av exponering för föroreningar via de exponeringsvägar som bedöms medföra störst risker för människors hälsa. Utifrån identifierade exponeringsvägar kommer kombinationsalternativet att innebära följande åtgärder:

- Urgrävning ner till i snitt 0,7 m djup och återfyllning med rena massor inom områden där övertäckning inte är möjlig/rimlig, även under idag asfalterade ytor men ej under bebyggda ytor. Valet av 0,7 m har gjorts utifrån etablering av växter och trädets rötter, som sällan sträcker sig till större djup än 0,7 m.
- Övertäckning med i snitt 0,7 m rena jordmassor inom delområden där så är möjligt/rimligt utifrån topografi, tillgänglighet och intrång för boende.
- Mellan förorenade och påfyllda rena massor läggs ett gult geonät, ett så kallat "miljönät", för att markera gränsen mellan rena och förorenade massor.

Måluppfyllelse

Åtgärden innebär att risker förknippade med hudkontakt och intag av jord minimeras. Risker förknippade med intag av växter bedöms reduceras till nära noll i och med att föroreningar ner till ett djup av 0,7 meter kommer att tas bort inom stora delar av utredningsområdet. I och med att växters rötter inte bedöms nå djupare än så kommer upptaget av metaller i växter att vara litet.

Det är i dagsläget svårt att uttala sig om markens ekologiska funktioner. En urgrävning med efterföljande återfyllnad med jungfruligt material, ofta används krossmaterial, riskerar att medföra en helt steril levnadsmiljö. Efter en återetablering av marklevande organismer bedöms dock ingen påverkan från förorenade massor förekomma på markfunktionen, i och med att föroreningar har avlägsnats.

Om åtgärder enligt Alternativ A genomförs bedöms samtliga övergripande åtgärds mål uppfyllas.

Uppfyllande av grundläggande krav på åtgärder

Alternativet medför att markens funktion troligen inte kommer att vara helt återställd inom en längre tid efter genomförd åtgärd. Växtligheten inom utredningsområdet kommer att vara sparsam ett antal år innan växter och träd har kunnat etableras på platsen.

Föreslagna åtgärder bedöms reducera miljö- och hälsorisker på ett acceptabelt sätt. Ingen skötsel eller något underhåll bedöms krävas för att vidhålla en god miljö. Den framtida markanvändningen, inom ett exploateringsperspektiv på cirka 50 år, bedöms inte

påverkas eller begränsas av föreslagna åtgärder annat än vid eventuella grävarbeten till djup större än 0,7 m. I och med att det översta jordlagret grävs bort inom stora delar av området där behov till detta bedöms finnas kommer det inte att finnas några risker för återförorening. Grundläggande principer uppfylls delvis ej, i och med att förorening lämnas kvar inom utredningsområdet och det inte vidtas skyddsåtgärder motsvarande kraven för en deponi. Ur ett längre tidsperspektiv är det även svårt att uttala sig om påverkan på markanvändningen, i och med att det är oklart under hur lång tid byggnader kommer att finnas på platsen och framtida stadsplanering. Ur ett 1 000-årsperspektiv är det mycket svårt att uttala sig om markanvändning eller stadsplanering.

Risk- och/eller föroreningsreduktion

Risker förknippade med intag av jord och hudkontakt minimeras, i och med att föroreningar ner till 0,7 m avlägsnas. I och med att urgrävning kommer att genomföras kommer en föroreningsreduktion att uppnås. Föroreningar kommer dock att lämnas på platsen, men endast på ett djup av i snitt 0,7 meter under marken och djupare. Förorenade massor kommer även att lämnas kvar under byggnader, då ingen rivning av befintliga bostadshus planeras. I och med att föroreningar inom utredningsområdet uteslutande består av metaller (inte kvicksilver) och det därmed inte finns någon risk för ånginträngning i bostäder bedöms risker förknippade med föroreningar lämnade under byggnader som mycket små.

Den urgrävning som planeras i och med föreslaget alternativ beräknas ge nedanstående föroreningsreduktion. Reduktionen är beräknad på aktuella medelhalter inom utredningsområdet.

Spridningen bedöms minska från området. Hur mycket den minskar är svårt att säga.

Tabell 7.1. Beräknad mängd förorening som bedöms åtgärdas genom urgrävning samt procentandel åtgärdad förorening jämfört med beräknad totalmängd förorening. Beräkningar har utförts utifrån medelhalter av förorening ner till ett djup av i snitt 0,7 m. Samtliga halter anges i kg respektive % av total föroreningsmängd inom utredningsområdet.

	Bly	Kadmium	Koppar	Zink
Mängd åtgärdad förorening (kg)	117 300	122	26 600	52 100
Andel åtgärdad förorening (%)	28	20	18	22

Kostnader

Kostnader har skattats genom ett antagande om andel urgrävning och övertäckning (se Bilaga C). För ett lågt räknat alternativ har förhållandena urgrävning-övertäckning satts till 60-40. För ett högt räknat alternativ har förhållandena urgrävning-övertäckning satts till 65-35.

Kostnaderna för åtgärden har för det lågt räknade alternativet bedöms uppgå till cirka **17 miljoner kronor** och för ett högt räknat alternativ cirka **23 miljoner kronor**.

Projektrisker

Arbetet med åtgärder kommer att utföras inom ett bostadsområde, vilket innebär en störning för boende i området. I och med att boende måste ha tillträde till sin bostad även under utförandet finns det risker förknippade med att personer rör sig inom området under utförandetiden.

Uppgrävning av massor innebär en ökad risk för damning vid arbete, vilket innebär att risker för spridning av förorening tillfälligt ökar. Arbetet kan även innebära vissa risker i samband med utförandet, i och med att det förekommer halter som potentiellt innebär risker för människors hälsa förknippade med intag av jord, vilket ställer krav på skyddsutrustning och liknande.

En ökad mängd lastbilstransporter innebär även en förhöjd risk för trafikolyckor. I Sverige beräknas risken för dödsfall i samband med vägtrafikolycka vara cirka 4 dödsfall per miljard personkilometer, vilket innebär att risken för ett dödsfall per personkilometer är cirka 4×10^{-9} enligt mätningar från 2010²⁴. Inget nytt riskmått har beräknats efter 2010, i och med att siffran enbart har ändrats marginellt de senaste 10 åren.

Omgivningspåverkan

Arbetet kommer att utföras inom bebott område, vilket innebär att boende kommer att påverkas under bygg- och arbetstiden av buller, damning samt fordon inom området.

Transportarbetet och risken för olyckor i samband med åtgärderna redovisas i Tabell 7.1 nedan.

Tabell 7.2. Sammanställning av effekter av föreslagen åtgärd med urgrävning och övertäckning inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk, beräknat på medelvärdet av den urgrävda mängden jord.

Alternativ	
Mängd (ton) urgrävda massor	18 349
Antal transporter	612
Transportarbete (km)	107 648
Antal varv runt jorden	2,7
Risk, dödsolycka (%)	0,04
Risk, allvarlig olycka (%)	1,6

Prövning

Arbetet kommer att kräva en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt 28 § i förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

Kulturvärden

Arbetet med åtgärder enligt ovanstående alternativ bedöms inte innebära någon påverkan på kända kulturminnen inom eller i anslutning till utredningsområdet.

Landskap

I och med att delar av området kommer att grävas ur och återfyllas alternativt asfalteras

²⁴ Trafikanalys, 2010: *Vägtrafikskador 2010*, statistik 2011:15.

är en viss förändring i landskapsbilden att vänta. Det kan även ta tid innan återplanterat gräs och liknande har etablerat sig så pass att området är helt återställt.

Övriga intressen

Under arbetet kommer arbetsfordon att köras och ställas upp inom bostadsområdet. Detta kommer att medföra en störning för boende. En ökad mängd transporter är även att vänta, vilka kan behöva köras genom Kopparbergs samhälle. I och med att Garhytteskolan ligger direkt intill vägen kan detta innebära en förhöjd risk för skolbarns passage över vägen. I framtiden kommer det även att krävas miljökontroll i samband med exempelvis grävning av dag-, spill- och dricksvattenledningarna då dessa arbeten riskerar att beröra kvarlämnade förorenade massor.

7.2.3 Alternativ B: maxalternativet

Alternativet innebär att urgrävning och bortförel av samtliga fyllnadsmassor grävs bort från utredningsområdet. Beräkningar av volym massor har baserats på ett antaget måldjup på i snitt 2 m. Samtliga fyllnadsmassor transporteras bort från utredningsområdet för externt omhändertagande. Återfyllnad genomförs till dagens marknivå, för att undvika påverkan på landskapsbilden inom området som helhet.

Måluppfyllelse

I och med att samtliga fyllnadsmassor tas bort från platsen bedöms även den största delen av föroreningen avlägsnas från utredningsområdet. Efter att föroreningen avlägsnas bedöms inga risker för människors hälsa och/eller miljön att kvarstå. Alternativet bedöms innebära att samtliga övergripande åtgärds mål uppfylls.

Precis som för föregående åtgärdsalternativ är det i dagsläget svårt att uttala sig om markens ekologiska funktioner. En urgrävning med efterföljande återfyllnad med jungfruligt material, ofta används krossmaterial, riskerar att medföra en helt steril levnadsmiljö. Efter en återetablering av marklevande organismer bedöms dock ingen påverkan från förorenade massor förekomma på markfunktionen, i och med att föroreningar har avlägsnats.

Uppfyllande av grundläggande krav på åtgärder

Alternativet medför att markens funktion troligen inte kommer att vara helt återställd inom en längre tid efter genomförd åtgärd. Växtligheten inom utredningsområdet kommer att vara sparsam ett antal år innan växter och träd har kunnat etableras på platsen.

Dessa skador och denna påverkan på utredningsområdet måste vägas mot fördelarna med åtgärden. Det är således tveksamt om de grundläggande kraven på åtgärder gällande skador under genomförandet och intrång i andra intressen ska vara så litet som möjligt uppfylls.

Risk- och/eller föroreningsreduktion

Inga risker förknippade med föroreningsförekomst i jord bedöms kvarstå efter genomförd urgrävning enligt maxalternativet. Tillskottet av föroreningar till grundvattnet från området kommer att minska kraftigt. Mängden förorening som bedöms åtgärdas genom urgrävning redovisas i Tabell 7.3 nedan.

Tabell 7.3. Beräknad mängd förorening som bedöms åtgärdas genom urgrävning samt procentandel åtgärdad förorening jämfört med beräknad totalmängd förorening. Beräkningar har utförts utifrån medelhalter av förorening ner till ett djup av i snitt 2 m. Samtliga halter anges i kg respektive % av total föroreningsmängd inom utredningsområdet.

	Bly	Kadmium	Koppar	Zink
Mängd åtgärdad förorening (kg)	370 763	530	132 397	204 463
Andel åtgärdad förorening (%)	88	88	88	88

I och med att en stor del av området är bebyggt kommer 100 % av föroreningsmängden inte att åtgärdas med maxalternativet, eftersom alternativet innebär att byggnader står kvar och det därmed finns förorening som inte är åtkomlig genom urgrävning.

Kostnader

Kostnader har skattats genom ett antagande om ett genomsnittligt djup på urgrävningen på 2 m (se Bilaga C). Kostnader har beräknats för ett högt och ett lågt räknat alternativ. Kostnader har beräknats till mellan **58 miljoner kronor** och **74 miljoner kronor**.

Projektrisker

Projektriskerna vid ett alternativ med urgrävning bedöms vara större än riskerna förknippade med kombinationsalternativet, alternativ A.

En större mängd lastbilar kommer att krävas, varför risker förknippade med transporter kommer att vara något högre än jämfört med alternativ A.

Fyllningsdjupet är stort i de norra delarna av området (>4 m), och djupa schakter kommer att krävas. Detta kan skapa stabilitetsproblem både gentemot byggnader inom området och Garhytteån och den tub som leder vatten till Krokfors kraftverk, med risk för att kostsamma stabilitetsåtgärder måste vidtas.

Omgivningspåverkan

Arbetet kommer att utföras inom bebott område, vilket innebär att boende kommer att påverkas under bygg- och arbetstiden av buller, risker för damning samt fordon inom området.

Transportarbetet och risken för olyckor i samband med åtgärderna redovisas i Tabell 7.4 nedan.

Tabell 7.4. Sammanställning av effekter av föreslagen åtgärd med maxalternativet (urgrävning) inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk.

Alternativ	
Mängd (ton)	83 880
Antal transporter	2 796
Transportarbete (km)	492 096
Antal varv runt jorden	12,6
Risk, dödsolycka (%)	0,2
Risk, allvarlig olycka (%)	7,4

Prövning

Arbetet kommer att kräva en anmälan om avhjälpandeåtgärd enligt 28 § i förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

Kulturvärden

Arbetet med åtgärder enligt ovanstående alternativ bedöms inte innebära någon påverkan på kända kulturminnen inom eller i anslutning till utredningsområdet.

Landskap

En åtgärd som omfattar bortgrävning av alla fyllnadsmassor inom området kommer att påverka landskapsbilden starkt negativt. Efter bortgrävning kommer återfyllnad och återställande av marken att genomföras. Det kan även ta tid innan återplanterat gräs och liknande har etablerat sig så pass att området är helt återställt.

Övriga intressen

Under arbetet kommer arbetsfordon att köras och ställas upp inom bostadsområdet. Detta kommer att medföra en störning för boende. En ökad mängd transporter är även att vänta, vilka kan behöva köras genom Kopparbergs samhälle. I och med att Garhytteskolan ligger direkt intill vägen kan detta innebära en förhöjd risk för skolbarns passage över vägen.

7.3 Sammanfattande diskussion

7.3.1 Osäkerheter

Det föreligger ett antal osäkerheter, både förknippade med föroreningsituation, spridning och åtgärdsmetoder, inom aktuellt utredningsområde.

Vad gäller mäktigheten av fyllnadsmassor varierar dessa inom utredningsområdet. Undersökningar har utförts i ett antal punkter genom stickprov. Detta leder till att det finns osäkerheter i volymuppskattningarna, vilket i sin tur påverkar de kostnadsbedömningar som har gjorts.

Ingen analys med avseende på kornfraktioner har genomförts i samband med nu och tidigare utförda undersökningar. Hur kornfördelningen ser ut i detalj är därmed osäkert. I och med detta är det svårt att med säkerhet uttala sig om möjligheter att omhänderta vissa fraktioner av materialet på plats, genom exempelvis siktning eller möjligen jordtvätt.

Ytterligare undersökningar med avseende på detta bör utföras i samband med projekteringsarbetet.

Föroreningsutbredningen är inte tydligt avgränsat i och med att provtagning på den norra sidan av Garhytteån, inom skolans områden, har indikerat samma typ av material och föroreningar som inom utredningsområdet är det troligt att det inte kommer att gå att erhålla någon avgränsning i plan vid en eventuell åtgärd. För att undvika återkontaminering behöver det åtgärdade området tydligt avgränsas både före och efter åtgärd.

7.3.2 Sammanfattning av åtgärdsalternativ

En sammanfattning av studerade åtgärdsalternativ presenteras i Tabell 7.5 nedan.

Tabell 7.5. Sammanfattning av studerade åtgärdsalternativ för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk.

Alternativ	Nollalternativet	Alternativ A	Alternativ B
Kostnad (Mkr)	0	17-23	58-74
Projektrisker	Inga	Måttliga	Stora
Föroreningsreduktion	Ingen	Måttlig	Mycket stor
Omgivningspåverkan	Små	Stor	Mycket stor
Prövning	Ingen	Anmälan	Anmälan
Transportarbete (km)	-	79 904	437 360
Risk för dödsolycka vid transport (%)	-	0,1	0,19
Risk för allvarlig olycka vid transport (%)	-	4,4	7,3

8 Riskvärdering

Inom ramen för föreliggande huvudstudie har ingen formell riskvärdering med poängsättning och ranking av alternativ genomförts. Istället har olika alternativa åtgärder diskuterats löpande under projektets gång vid projekteringsmöten. Utifrån dessa diskussioner har de utvärderade alternativen (Alternativ A, maxalternativet och nollalternativet) valts ut för vidare utvärdering i åtgärdsutredningen.

En förenklad riskvärdering har utförts enskilt av alla parter i projektgruppen där de olika alternativen vägts mot varandra med avseende på bland annat riskreduktion, måluppfyllelse, kostnader och övrig påverkan på miljön och de närboende. Efter diskussioner gällande samtliga ingående alternativ har samtliga parter kommit fram till att alternativ A är det bästa.

9 Projekteringsdirektiv

För efterbehandlingsåtgärder inom området för f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk ges projekteringsdirektiv enligt nedan:

- Projekteringen ska baseras på huvudstudien samt eventuella kompletteringar till huvudstudien.
- Föreslagen åtgärdsmetod är att genomföra en delvis urgrävning, ner till 0,7 m u my, inom delar av området samt en övertäckning inom delar av området. En vidare projektering skall utreda om övertäckning är möjlig/lämplig inom delar av området eller om en urgrävning av samtliga ytor kan komma att krävas.
- För de föreslagna åtgärderna föreslås följande mätbara åtgärds mål: platsspecifika riktvärden avseende människors hälsa för bly (110 mg/kg TS), kadmium (0,2 mg/kg TS), koppar (1 900 mg/kg TS) och zink (1 200 mg/kg TS).
- Inom projekteringen ska åtgärdskrav formuleras.
- Metod för klassificering av jord och haltgränser med avseende på föroreningar samt jordmaterial som ska transporteras bort från undersökningsområdet ska föreslås. Metod för klassificering av jord och haltgränser fastställs efter att entreprenör har anlitats.
- I projekteringen bör det utredas hur övertäckning kan utföras utan att menligt påverka byggnader inom området eller landskapsbilden.
- Täckningens mäktighet har i åtgärdsutredningen antagits vara i medel 0,7 meter. Lämplig mäktighet kan dock variera inom området. I projekteringen bör mäktigheten på övertäckningen anges på ritning. Minsta täckningsmäktighet bör vara 0,5 meter för att säkerställa att risken att exponeras för de förorenade massorna är låg.
- En bedömning bör göras av eventuella nödvändiga stabiliseringsåtgärder i samband med schaktning/arbeten intill byggnader och väg eller i slänten ned mot Garhytteån.
- Projekteringen bör genomföras i nära samarbete och samförstånd med Ljusnarsbergsbostäder, den fastighetsägare som äger och förvaltar merparten av det aktuella området.
- Avtal med fastighetsägare och nyttjanderättshavare avseende tillträde och återställning av mark ska tas fram.

10 Tillståndsansökningar, anmälningar etc.

Utifrån de föreslagna åtgärdsalternativen för området inom f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk har följande behov av anmälningar och tillstånd för efterbehandling identifierats:

- Anmälan om avhjälpandeåtgärd med anledning av föroreningsskada enligt förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, 28 §, skall ske senast sex veckor innan planerade efterbehandlingsåtgärder påbörjas. Anmälan ska göras till berörd tillsynsmyndighet.

För det aktuella området finns giltig detaljplan. Planerade åtgärder skall jämföras mot gällande detaljplan för att kontrollera att planer följs i samband med utförande. Föreslagna åtgärder strider inte mot strandskyddets syfte. Därför bedöms inga övriga tillståndsansökningar eller anmälningar vara nödvändiga inför en åtgärd. Inget arbete i vatten bedöms vara aktuellt.

11 Direktiv för miljökontroll

Miljökontrollen skall säkerställa att:

- Relevanta referensdata och referenspunkter för området vid f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk finns innan efterbehandlingsåtgärderna påbörjas, samt att mätning, provtagning och analyser utförs före, under och efter saneringen.
- Efterbehandlingsåtgärderna utförs enligt uppställda krav med avseende på föroreningsinnehåll i mark.
- Uppsatta åtgärds mål uppnås.
- Påverkan på omgivningen ej ökar under genomförandefasen.
- Uppföljning och utvärdering av efterbehandlingsåtgärderna genomförs.

Miljökontrollprogrammet skall omfatta:

- Omgivningskontroll.
- Saneringskontroll.
- Underlag för entreprenörens arbetsmiljökontroll.

I kontrollprogrammet ska mätmetoder, provtagnings- och analysmetoder samt provtagningsfrekvens anges.

Generellt gäller att utformningen av program för miljökontroll skall utarbetas med hänsyn tagen till erhållna villkor i tillståndsbeslut och i samråd med tillsynsmyndighet.

11.1 Omgivningskontroll

Omgivningskontroll utförs för att kontrollera och minimera påverkan på omgivningen, både vad gäller människor och miljön. Påverkan på omgivningen vid efterbehandling av förorenad jord bedöms främst kunna orsakas av spridning av föroreningar genom damning, buller och spill i samband med schaktning och transporter. I fallet med f.d. Kaveltorps koppar- och blyverk rekommenderas att det eftersträvas att de befintliga grundvattenrören sparas och grundvattenprovtagning fortgår inför, under och efter åtgärd, för att säkerställa att antaganden gällande en begränsad föroreningsspridning i grundvattnet är korrekt.

11.1.1 Referensundersökningar

Referensundersökningar syftar till att få ett bra underlag för att kunna jämföra och följa upp resultaten av genomförda åtgärder. Referensundersökningar genomförs normalt innan efterbehandlingsentreprenaden påbörjas.

11.1.2 Omgivningskontroll under genomförande

Omgivningskontrollen under efterbehandlingsentreprenaden syftar till att säkerställa att riskerna för människa och miljö inte ökar under entreprenadtiden, samt att ställda villkor uppfylls.

Omgivningskontrollen med avseende på arbeten i mark under genomförandefasen bör fokuseras på kontroll av masshanteringen för att minska risken för damning och direktkontakt med förorenade massor. Krav på transporter, transportvägar, mellanlager och andra angivna krav ska formuleras.

11.1.3 Efterkontroll

Efterkontroll syftar till att säkerställa att åtgärden har haft avsedd effekt. Den avsedda effekten i Silvergruvans samhälle är huvudsakligen att minska människors exponering för arsenik i marken. Detta kan vara svårt att följa upp.

En möjlig efterkontroll är att utföra provtagning och analys på yttlig jord i de åtgärdade områdena för att säkerställa att de rena massor som lagts dit inte återkontamineras.

En annan möjlig efterkontroll är att göra uppföljande mätningar i de grundvattenrör och ytvattenpunkter som har provtagits i samband med huvudstudiearbetet. Detta bör genomföras för att säkerställa att spridning av föroreningar via grundvatten inte har ökat efter åtgärder.

Behovet och utformning av efterkontroll bör tas fram i dialog med tillsynsmyndigheten.

11.2 Saneringskontroll

Miljökontroll under entreprenadarbeten syftar till att säkerställa att förorenade massor hanteras och omhändertas på rätt sätt.

Kontroll av föroreningsinnehåll i jord bör omfatta följande:

- Dokumentation av föroreningsinnehåll i jordmassor som lämnas kvar i undersökningsområdet, dels de som har bedömts uppfylla uppsatta krav och dels de som av tekniska skäl ej kan avlägsnas från undersökningsområdet.
- Kontroll av jordmassor som används som ersättnings-/täckmassor.

I kontrollprogrammet ska generellt anges vilken tid som erfordras mellan provtagning och redovisning av analysresultat. Detta gäller vid bedömning av jordkvalitet samt arbetsmiljökontroller.

11.3 Arbetsmiljökontroll

Efterbehandlingsentreprenören skall upprätta en hälso- och säkerhetsplan enligt framtagna direktiv i förfrågningsunderlaget för efterbehandlingsentreprenaden. I kontrollprogrammet anges hur arbetsmiljökontrollen enligt planen faktiskt ska utföras och följas upp. Beställaren förser entreprenören med tillgängligt underlag. Arbetsmiljöarbetet

skall i tillämpliga delar utföras enligt Arbetsmiljöverkets rapport "Marksanering- om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden".

11.4 Dokumentation

I kontrollprogrammet skall anges hur journalföring, dokumentation och rapportering skall utföras.

11.5 Övriga försiktighetsmått

I anmälan om efterbehandling (enligt förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, 28 §) kan vid behov ytterligare förslag till försiktighetsmått anges. De krav som eventuellt ställs av tillsynsmyndigheten skall inarbetas i miljökontrollprogrammet och i berörd omfattning i förfrågningsunderlaget för upphandlingen av entreprenaden.

12 Planering och budgetering av fortsatta arbeten

12.1 Kvarstående osäkerheter

Det finns ett antal kvarstående osäkerheter som kan påverka genomförandet av de föreslagna åtgärderna. De viktigaste osäkerheterna bedöms vara följande:

- Den exakta föreningensutbredningen i plan och djup är inte känd. Föreningensmängden kan vara större än vad som antagits i åtgärdsutredningen.
- Det är något osäkert hur nära befintliga byggander det är möjligt att genomföra urgrävning, samt hur urgrävning kan ske i slänten mot Garhytteån. Det kan komma att krävas någon typ av stabiliseringsåtgärder för att säkerställa att byggnader inom området inte skadas och för att möjliggöra schaktning i slänten mot Garhytteån.
- Föreningar kommer att lämnas kvar under byggnader. Det är oklart om några åtgärder behöver vidtas för att undvika återkontaminering av fyllnadsmassor efter slutförda åtgärder.
- Hur väl stämmer kostnadsuppskattningarna? En kostnadsskattning är alltid svår att göra och det kan tillkomma kostnader som inte har förutsetts. Viss höjd har tagits för det i schaktkostnader, återställningskostnader och oförutsedda kostnader, men det är svårt att säga om det är rätt nivå. I uppskattningarna som redovisas i Bilaga 2 har ett spann på å-priser använts. Kostnader för förespråkade alternativ har skattats till mellan 17 och 23 miljoner kronor.

12.2 Kommande arbete

Följande moment har identifierats i de kommande arbetena:

1. Uppdatering av ansvarsutredning- eventuella förhandlingar om ansvar.
2. Ansökan om medel hos Naturvårdsverket, beslut om finansiering från eventuella övriga finansiärer.
3. Projektering inklusive kompletterande undersökningar.
4. Upprättande av anmälan om avhjälpandeåtgärd samt eventuell tillståndsansökan för ny vattentäkt, alternativt samråd och projektering av ny vattenledning.
5. Eventuellt ytterligare ansvarsutredning/-uppdatering.
6. Upphandling av efterbehandlingsåtgärd.
7. Referensundersökningar.
8. Efterbehandlingsåtgärder.
9. Efterkontroll.

12.3 Kostnader

Kostnader för samtliga dessa moment bör täckas av det anslag som söks hos Naturvårdsverket. Nedan bedöms kostnader för punkt 3-4 samt punkt 6-9.

Omfattningen och behov av referensundersökning och efterkontroll, punkterna 7 och 9, är svår att avgöra, vilket diskuteras i stycke 11.1 ovan. Här uppskattas kostnaden för detta

till cirka 300 000 kr, omfattande ett kontrollprogram för grundvatten och ytvatten som drivs under cirka 3 års tid.

Kostnader för efterbehandlingsåtgärder har beräknats till mellan 17 och 23 miljoner kronor.

12.3.1 Osäkerheter i kostnadsbedömningarna

Osäkerheterna är stora i kostnadsposten "Efterbehandlingsåtgärder", vilken även är den klart största posten. Osäkerheterna är dels förknippade med uppskattningar av mängden förorenade massor, men också med kostnadsuppskattningarna med avseende på schaktning på tomtmark och återställning av tomterna.

En bättre uppfattning om kostnader för efterbehandling kommer att erhållas i samband med projekteringen.

Kostnadsberäkningar har utförts under hösten 2013 och avser den prisbild som fanns då.

12.4 Förslag på belopp att söka

För att täcka de kostnader som bedömts ovan samt för att ha en liten marginal för att täcka upp eventuella fördyringar bör medel sökas från Naturvårdsverket så att totalsumman blir cirka 25 miljoner kronor.