



VÄSTERVIKS
KOMMUN



Riskvärdering

- Redovisning av beslutsunderlag samt motiv för val av åtgärd -



Projekt Gladhammars gruvor

2005-10-20

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. BAKGRUND OCH SYFTE.....	4
2. RISKBEDÖMNING OCH BEHOV AV RISKREDUKTION	4
2.1. ÖVERSIKTIG OMRÅDESBESKRIVNING.....	4
2.2. MILJÖ- OCH HÄLSORISKER IDAG OCH I FRAMTIDEN.....	5
2.3. BEHOV AV RISKREDUKTION.....	7
3. MÖJLIGA EFTERBEHANDLINGSALTERNATIV	7
3.1. ÅTGÄRDSNIVÅER OCH ÅTGÄRDSMÅL	7
3.2. ÅTGÄRDSMETODER	9
3.2.1 Områdesrestriktioner m.m.	9
3.2.2 Åtgärder vid Tjursbosjöns utlopp.....	9
3.2.3 Åtgärder inom gruvområdet.....	10
3.2.4 Åtgärder mot gruvavfall under vatten och förorenade sediment.....	10
3.2.5 Omhändertagande av förorenade massor.....	11
3.3. ÅTGÄRDSUTREDNINGENS FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER.....	12
4. RISKVÄRDERING – FÖRANKRINGSPROCESS	12
4.1. BESKRIVNING AV FÖRANKRINGSPROCESS	12
4.1.1. Förankringsprocessen inom Västerviks kommun.....	12
4.1.2. Förankringsprocessen med närboende.....	13
4.1.3. Artiklar i dagspressen och övrig information till allmänheten.....	14
4.2. KULTURMILJÖ OCH BEVARANDEINTRESSEN	14
4.3. ÖVRIGA ASPEKTER ATT TA HÄNSYN TILL VID VAL AV ÅTGÄRD	15
5. RISKVÄRDERING – EFTERBEHANDLINGSALTERNATIV.....	16
6. RISKVÄRDERING - VAL AV SLUTLIGT ALTERNATIV	16
6.1. BESKRIVNING AV ALTERNATIV.....	16
6.2. MOTIVERING	17

Bilagor

1. Sammanställning av åtgärdsalternativ med preliminär kostnadsberäkning
2. Riskvärderingsmatris

FÖRORD

Västerviks kommun har under perioden maj 2003 till maj 2005 genomfört Projekt Gladhammars gruvor, en huvudstudie enligt Naturvårdsverket kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden. Arbetet har finansierats med bidragsmedel från Naturvårdsverkets anslag till Länsstyrelsen i Kalmar.

Omfattningen av undersökningarna har utformats och drivits av en styrgrupp med Västerviks kommunalråd Harald Hjalmarsson som ordförande. Övriga medlemmar i styrgruppen har varit kommunstyrelsens vice ordförande Anita Bohman, tekniske chefen Per Allerth, miljö- och byggnadschefen Mariann Teurnell-Söderlund samt kommunchef Conny Jansson som även fungerat som beställarombud. Tommy Hammar från Länsstyrelsen i Kalmar län och projektledaren Christer Ramström, Västerviks kommun, har varit adjungerade till styrgruppen. Tommy Hammar har även fungerat som projektstöd inom miljöstyrning.

Det löpande arbetet har utförts av en projektgrupp där Christer Ramström från Västerviks kommun varit projektledare. Christer Hermansson från Västerviks kommun har haft ansvar som delprojektledare för delprojekt Miljökontroll medan Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB har upphandlats som delprojektledare för delprojekt Utredningar. Länsstyrelsen i Kalmar har representerats av Anders Svensson från miljöenheten och Birgitta Eriksson från kulturmiljöfunktionen. I projektgruppen har även Barbro Friberg från Kultur- och Fritidsförvaltningen ingått samt Petra Rissmann från Tekniska kontoret.

Denna rapport avseende riskvärdering har sammanställts av projektgruppen ledd av projektledaren Christer Ramström.

1. BAKGRUND OCH SYFTE

Västerviks kommun genomför, med bidragsmedel från Länsstyrelsen i Kalmar län Projekt Gladhammar, en huvudstudie enligt Naturvårdsverket kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden.

Gladhammars gruvfält i Västerviks kommun har utnyttjats för brytning av järn, koppar och kobolt i olika perioder från 1500-talet fram till 1800-talets slut. Dessa gruvbrytningar har genererat stora utsläpp av metaller, främst koppar och kobolt, till det nedströms liggande sjösystemet och den långvariga belastningen har bidragit till att metaller har anrikats i sedimenten. Tjursbosjön ligger överst i systemet och efterföljande sjöar är Ekenässjön, Kyrksjön och Maren.

Projektets syfte är att utreda möjligheterna för att minska miljöbelastningen av tungmetaller, framför allt koppar och kobolt från gruvfältet och förorenade sediment, till sjösystemet. Inom ramen för huvudstudien genomförs därför omfattande undersökningar av förekomsten och spridningen av främst tungmetaller från gruvavfall och sediment, möjligheten till åtgärder m.m. Även de kulturhistoriska värdena utreds.

Denna riskvärderingsrapport ingår tillsammans med en särskild ansvarsutredning i arbetet med huvudstudien för projekt Gladhammars gruvor. Rapportens syfte är att redovisa beslutsprocessen samt underlagen och motiven för slutligt val av efterbehandlingsalternativ.

2. RISKBEDÖMNING OCH BEHOV AV RISKREDUKTION

2.1. Översiktlig områdesbeskrivning

Gladhammars gruvfält ligger cirka 12 km sydväst om Västervik, eller cirka 2 km väster om Gladhammar och Lunds by (figur 1). Större delen av gruvorna ligger på en höjd, Käringryggen, cirka 100-200 m från Tjursbosjön. Från gruvan leder ett 271 meter långt schakt (stollgång) som anlagts för att dränerar gruvan, och som därmed också dränerar ut grundvatten som infiltrerar i berg inom området. Stollet kallas Sankte Pers nyckel och mynnar nedanför Käringryggen varifrån en bäck leder vattnet till Tjursbosjön, på ca 100 m avstånd. Nedanför gruvorna går en vandringsled, Tjustleden, som följer sjöstranden. Leden går alldeles bland de kvarlämnade avfallen. Området runt gruvorna och Lunds by i närheten av Gladhammar är ett populärt rekreationsområde och är även ett riksintresse för kulturmiljön och är fasta fornlämningar enligt Kulturminneslagen kap. 2. Området är dock inte klassat som ett riksintresse när det gäller friluftslivet.

En permanentbostad är belägen alldeles invid själva gruvområdet. I övrigt domineras bostäderna av två till tre sommarställen inom en radie på cirka 1 km.



Figur 1. Karta över området kring Gladhammars gruvfält. Copyright Lantmäteriet 2001-04-23. Ur Din Karta™.

2.2. Miljö- och hälsorisker idag och i framtiden

En riskbedömning syftar till att bedöma de risker som föreligger med det aktuella området för de skyddsobjekt som finns. Vid Gladhammars gruvor och i det nedströms belägna sjösystemet har följande skyddsobjekt identifierats:

- Människor som permanent bor i områdena.
- Människor som besöker områdena.
- Miljön i direkt anknytning till gruvområdena.
- Miljön i Tjursbosjön.
- Miljön i systemet direkt nedströms gruvområdena och Tjursbosjön.
- Den slutliga recipienten Östersjön.

Inom huvudstudiens ram har ingående studier genomförts av gruvavfallet samt miljön och recipienterna kring och nedströms gruvområdet. Sammanlagt finns cirka 50 000 m³ avfall upplagrat vid Gladhammars gruvor inklusive Hyttområdet. Avfallet utgörs till största del av varp men även slagg, anrikningssand och lakrest förekommer i betydande mängder. I avfallen förekommer flera föroreningselement i höga halter, främst gäller detta arsenik, kobolt, koppar, nickel, bly, zink och vismut.

Riskbedömningen visar att avfallen utgör en humantoxikologisk risk på grund av höga arsenikhalter. Denna risk är kopplad till intag av samt hudkontakt med avfallet och uppkommer således främst vid vistelse inom området. Vidare uppvisar avfallen så pass höga halter av arsenik, kobolt, koppar, nickel, bly och zink att de också utgör en ekotoxikologisk risk för flora och markfauna inom området. Någon risk vid intag av bär och svamp som växer i området bedöms däremot inte finnas, även om halterna är förhöjda jämfört med referensprover.

De problemelement som finns i avfallet föreligger i sulfidform och genom vittring (oxidation vid kontakt med syre) så frigörs de till omgivningen. Via yt- och grundvatten samt via stollgången sprids frigjorda metaller till Tjursbosjön. Allt som frigörs via vittring sprids dock inte vidare, olika processer fastlägger åter en del av metallerna i avfallet och inne i gruvan. Tjursbosjön har under flera hundra år fått motta metallhaltigt vatten från gruvan. Detta har medfört att halterna av bland annat koppar och kobolt är mycket höga i ytvattnet samt att betydande mängder metaller har upplagrats i sjösedimenten. Från Tjursbosjön sprids metallerna vidare till Ekenässjön, Kyrksjön och så småningom till Östersjön.

Spridningen av metaller från Gladhammars gruvor är stor. Årligen sprids cirka 430 kg koppar, 125 kg kobolt och 60 kg bly från gruvområdet till Tjursbosjön. Vid en jämförelse med andra objekt för vilka undersökningar genomförts och åtgärder planeras eller är vidtagna är läckagen mindre, se tabell 1. Dessa jämförelseobjekt tillhör dock landets största kända punktkällor för metallspridning från förorenade områden. Några av dessa avser således läckage från stora ytor. För att även kunna jämföra källstyrkan mellan de olika områdena har läckaget även normerats mot de förorenade områdenas yta, se tabell 1.

Utslaget på avfallets yta uppgår det totala läckaget från Gladhammar till cirka 4,3 ton kobolt per år och km², för koppar 15 ton/år/km² och för bly till 2,1 ton/år/km². I jämförelse med andra områden där motsvarande undersökningar genomförts har Gladhammars gruvfält en hög källstyrka. Från Bersbo, som är det mest liknande objektet, sprids cirka 13,5 ton koppar per år och km² innan åtgärder vidtogs, vilket är i samma storleksordning som Gladhammar. Spridningen från Falun innan åtgärder påbörjades var något mindre än från Gladhammar och Bersbo, cirka 9,8 ton/år/km². Det skall observeras att i beräkningen för Falun har en stor yta exkluderats som omfattar gammal slaggfyllning under bebyggda områden och som inte ingår i planerade åtgärder. Av denna anledning har också den beräknade spridningen reducerats med 10 % (som kan anses härstamma från denna fyllning).

Tabell 1. Jämförelse av spridningen av kobolt, koppar och bly mellan Gladhammars gruvor, rödfyren i Degerhamn, Oskarshamns hamn, Falu koppargruva och Bersbo koppargruvor. Åtgärder planeras eller är vidtagna för samtliga objekt utom för Degerhamn.

Objekt		Cd	Co	Cu	Pb
Gladhammar	kg/år	-	125	430	60
	kg/år/km ²	-	4280	14730	2060
Degerhamn	kg/år	1,01	> 26	26	1,5
	kg/år/km ²	0,20	> 6,5	6,5	0,4
Oskarshamn	kg/år	20	-	700	250
	kg/år/km ²	17	-	590	210
Falun	kg/år	720	-	27 000	-
	kg/år/km ²	260	-	9800	-
Bersbo	kg/år	28	-	1680	-
	kg/år/km ²	220	-	13440	-

- ej beräknad. Bedöms inte som ett problemelement i det aktuella området.

Spridningen av metaller från gruvområdet har medfört att de kopparhalter som finns i Tjursbosjöns, Ekenässjöns och Kyrksjöns vatten samt Tjursbosjöns sediment är så pass höga att de utgör en ekotoxikologisk risk. Effekter kan redan idag ses, främst i Tjursbosjön men även i Ekenässjön och Kyrksjön. Även blyhalterna i Tjursbosjöns vatten är så höga att de skulle kunna utgöra en risk, om än mindre sannolik än för koppar. En mindre risk, avseende arsenik, bedöms även föreligga vid intag av vatten från Tjursbosjön (exempelvis via kallsupar). "Normalt" intag (enligt Livsmedelsverkets rekommendationer) av fisk från Tjursbosjön, Ekenässjön eller Kyrksjön bedöms inte utgöra någon risk.

Sammanfattningsvis bedöms följande konsekvenser finnas idag:

- Höga halter av arsenik, koppar och kobolt samt bly i avfallen, vilka utgör ekotoxikologiska risker för flora och markfauna inom gruvområdet.
- Arsenikhalterna, i framförallt vaskmullen och lakresten, är så pass höga att de utgör en humantoxikologisk risk vid direktexponering.
- Oxidation/vittring och utlakning av avfallen samt från väggarna i gruvan medför ett stort utläckage av metaller till Tjursbosjön med haltförhöjningar i vatten och sediment som följd.
- Tydliga ekotoxikologiska effekter i Tjursbosjön, men även tydlig påverkan i nedströms liggande sjöar, framförallt Ekenässjön.
- Utläckaget bidrar till den regionala metallbelastningen på kustområdet och Östersjön.
- Halterna av kobolt och nickel i bär och svamp är förhöjda jämfört med referenser, men bedöms inte utgöra någon humantoxikologisk risk.

De framtida konsekvenserna bedöms vara desamma som kan iaktas idag, d.v.s. riskerna avseende direktexponering och ekotoxikologiska effekter kommer att kvarstå i framtiden. Några andra risker bedöms inte som troliga eftersom det inte är sannolikt att markanvändningen ändras i nämnvärd grad. Det bör dock säkerställas att inga okontrollerade borrhningar efter dricksvatten eller i övrigt oplanerad markanvändning sker i området. På mycket lång sikt (hundratals till tusentals år) kan dock försurningen tänkas ge konsekvenser. En framtida sänkning av pH skulle kunna medföra ett ökat utläckage av metaller. Det finns också en risk för att åtgärder som begränsar läckaget från gruvan men inte omfattar de förorenade sedimenten i Tjursbosjön kan ge lägre riskreducering än avsett. Sedimenten fungerar idag som en fälla för metaller från gruvan. När detta flöde upphör finns en risk att sedimenten börjar läcka metaller som en följd av att halterna i sjöns vatten minskar.

På längre sikt görs bedömningen att följande konsekvenser kan tilläggas:

- Möjlig försurning med ökad utlakning och metalltransport som följd. Detta skulle medföra en stor påverkan och stora risker på det nedströms liggande sjösystemet.

- Sedimenten börjar fungera som en källa och frigöra metaller till sjövattnet.

Tydliga och uppenbara konsekvenser finns således i dagsläget. Såväl human- som ekotoxikologiska effekter är sannolika, samtidigt som spridningen nedströms i systemet och vidare ut till Östersjön är omfattande och kommer att bestå under mycket lång tid framöver. I framtiden är det inte osannolikt att även de nedströms belägna sjöarna kommer att uppvisa liknande störningar som Tjursbosjön idag. Sammantaget bedöms större delen av gruvfälten (Holländarefältet, Sohlbergsfältet, och Hyttområdet) och Tjursbosjön utgöra risker. Samtliga bör placeras i den högsta riskklassen, riskklass 1 enligt den s.k. MIFO-modellen.

2.3. Behov av riskreduktion

För flertalet områden där avfall finns upplagt bedöms att en riskreduktion behövs. Dessa områden omfattar Holländarefältet inklusive avfall upplagt vid stranden till Tjursbosjön och i denna, Sohlbergsfältet och Hyttan vid Torsfallsån. Det sistnämnda området dräneras till ett annat avrinningsområde och utgör ingen risk vare sig från humantoxikologisk eller från spridningssynpunkt men medtas eftersom det utgör en ekotoxikologisk risk för flora och markfauna. Endast en mycket liten del av avfallsmängden kan uteslutas (främst vid Ryssgruvan och några mindre skärpningar utanför det egentliga gruvfältet). Riskreduktionen bör syfta till att minska direktexponeringsriskerna, reducera källtermerna och/eller reducera spridningen till Tjursbosjön och nedströms liggande system. Högsta prioritet bör vara att reducera direktexponeringsriskerna för avfallen.

En borttagning av avfallen och/eller reducering av källtermerna kommer på sikt att minska halterna i Tjursbosjöns vatten p.g.a. minskad spridning. Detta innebär dock inte någon direkt förbättring för sedimenten och bottnarna i sjön eftersom en vandring av element från djupare nivåer i sedimentlagret mot ytan sker (diffusion). Sannolikt kommer sedimenten att läcka metaller när halterna i sjön minskar, och spridningen fortsätta om än på en lägre nivå. Det bedöms därför också som motiverat att reducera de ekotoxikologiska riskerna för bottenlevande organismer och riskerna för en framtida spridning från sedimenten.

Eftersom Ekenässjöns och Kyrksjöns halter är betydligt lägre än Tjursbosjöns anses det inte motiverat att reducera riskerna för dessa sjöar på annat sätt än genom den minskning av spridningen som erhålls av åtgärder uppströms, i gruvområdet och i Tjursbosjön. Riskreduktionen för dessa sjöar är avhängig reduktionen i gruvområdet respektive Tjursbosjön.

Den riskreduktion som anses krävas rör således följande objekt:

- Holländarefältet
- Avfallen vid Holländarefältet och på stranden (varp, vaskmull, lakrest och slagg)
- Sohlbergsfältet (dränerar direkt till Kyrksjön)
- Slaggområdet vid Hyttan intill Torsfallsån
- Sedimenten i Tjursbosjön

3. MÖJLIGA EFTERBEHANDLINGSAKTERNATIV

3.1. Åtgärdsnivåer och åtgärds mål

Flera åtgärder med olika omfattning kan användas för att åstadkomma en mer eller mindre omfattande reducering av riskerna för hälsa och miljö i området. För att åskådliggöra detta har flera åtgärdsnivåer utarbetats, vilka är kopplade till riskreduceringens storlek. Effekten av åtgärder på de olika åtgärdsnivåerna har konkretiserats i form av åtgärds mål med tillhörande mätbara åtgärds mål. Fem olika åtgärds mål

gårdsnivåer har utarbetats, med successivt ökande riskreducering. En sammanställning av åtgärds mål för de olika åtgärdsnivåerna återfinns i tabell 2

Tabell 2. Studerade åtgärdsnivåer med tillhörande åtgärds mål och mätbara åtgärds mål.

Åtgärdsnivå	Åtgärds mål	Mätbara åtgärds mål
0 – Inga åtgärder.	Nollalternativet innebär att konstaterade risker kvarstår oförändrade.	
1. Klassning som miljöriskområde med särskilda restriktioner	Människors fysiska hälsa skall inte påverkas.	Konstaterade miljöeffekter kvarstår oförändrade.
2. Spridningsbegränsande åtgärder nedströms Tjursbosjön.	a) Människors fysiska hälsa skall inte påverkas. b) Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt	a) Spridningen av koppar från Tjursbosjön till nedströmssystemet skall minska med 75 %.
3. Spridningsbegränsande åtgärder från gruvområdet	a) Människors fysiska hälsa skall inte påverkas. b) Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt c) Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall minska.	a) Spridningen av koppar från gruvområdet till Tjursbosjön skall minska med 75 %. b) Spridningen av koppar från Tjursbosjön skall minska med 75 %.
4. Spridningsbegränsande åtgärder från gruvområdet och Gruvviken	a) Människors fysiska hälsa skall inte påverkas. b) Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt c) Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall avsevärt minska. d) Effekterna på bottenlevande organismer i Gruvviken skall minska.	a) Spridningen av koppar från gruvområdet till Tjursbosjön skall minska med 90 %. b) Spridningen av koppar från Tjursbosjön skall minska med > 75 %. c) Kopparhalten i Tjursbosjön skall på sikt inte överstiga 8 µg/l.
5. Spridningsbegränsande åtgärder för hela det förorenade området.	a) Människors fysiska hälsa skall inte påverkas. b) Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt c) Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall på sikt elimineras d) Effekterna på bottenlevande organismer i Tjursbosjön skall minska.	a) Spridningen av koppar från gruvområdet till Tjursbosjön skall minska med > 90 %. b) Spridningen av koppar från Tjursbosjön skall minska med > 90 %. c) Kopparhalten i Tjursbosjön skall på sikt inte överstiga 4 µg/l.

Syftet med denna uppdelning i åtgärdsnivåer är att möjliggöra en värdering av nyttan av olika åtgärder gentemot kostnaderna för dessa. Som framgår av tabellen ökar antalet åtgärds mål (nyttan med åtgärderna) med ökande åtgärdsnivå. I normalfallet ökar också kostnaderna med ökande åtgärdsnivå, dock något beroende på valet av åtgärds metoder.

Åtgärdsnivå 1 innebär endast att administrativa styrmedel används för att begränsa risken för att människor skall exponeras för föroreningarna på ett sådant sätt att hälsoeffekter kan uppkomma, medan riskerna för miljön inte åtgärdas.

Åtgärdsnivå 2 innebär att man, utöver åtgärderna på nivå 1, anlägger ett reningsverk vid utloppet från Tjursbosjön. Syftet med detta skulle vara att förhindra/begränsa den fortsatta spridningen av miljöeffekter till recipienterna längre nedströms. Därmed betraktas gruvområdet och Tjursbosjön som "förloerade" i detta alternativ.

Åtgärdsnivå 3 innebär att man vidtar åtgärder inom gruvområdet (gruva och allt avfall på land, inklusive Torsfall) för att minska spridningen till Tjursbosjön. Med dessa åtgärder förbättrar man situatio-

nen både för Tjursbosjön och för recipienterna nedströms denna (reningsverket vid Tjursbosjöns utlopp från åtgärdsnivå 2 kan därmed utgå).

Åtgärdsnivå 4 innebär en utökning av åtgärderna för gruvområdet (åtgärdsnivå 3) med omhändertagande även av det avfall som ligger under vatten och de förorenade sedimenten i Gruvviken. Med denna utökning kan man ytterligare förbättra situationen i Tjursbosjön och minska läckaget nedströms.

Åtgärdsnivå 5, slutligen, avser en efterbehandling som även omfattar muddring och omhändertagande av alla förorenade sediment i hela Tjursbosjön ("totalsanering"). Med dessa åtgärder närmar man sig i det naturliga bakgrundstillståndet, så långt som detta är möjligt.

3.2. Åtgärdsmetoder

3.2.1 Områdesrestriktioner m.m.

Fungerande områdesrestriktioner är ett sätt att eliminera risken att föroreningarna påverkar människors hälsa och miljö, utan att några egentliga fysiska ingrepp görs i gruvområdet eller dess omgivning. Ett sätt kan vara att länsstyrelsen förklarar området som ett miljöriskområde enligt 10 kapitlet Miljöbalken.

Riskbedömningen visar att de hälsorisker som föreligger är förknippade med intag och hudkontakt med de avfall som har höga halter av arsenik. Någon risk för exponering för förorenat grundvatten (som dricksvatten) eller påverkan i samband med intag av t.ex. bär och svamp bedöms inte finnas. Därmed bedöms en tillräcklig åtgärd vara information till närboende och passerande om vilka hälsorisker som finns. Man kan också överväga att lägga om Tjustleden (en vandringsled) så att den inte passerar genom området. Vidare måste gruvhålen hållas instängslade för att begränsa risken för olycksfall.

Områdesrestriktioner kan behöva användas på alla åtgärdsnivåer, beroende på vilka övriga åtgärder som genomförs. På samtliga nivåer finns nämligen åtgärdsalternativ som ger möjlighet att behålla gruvmiljön i huvudsak intakt, varvid hälsorisker i samband med exponering för avfallen måste begränsas med administrativa styrmedel.

För att denna typ av åtgärder skall fungera på lång sikt krävs regelbundet återkommande informationsinsatser, underhåll av skyltning, stängsel m.m. Med en genomsnittlig kostnad kring 100 000 SEK/år behövs en fondering i storleksordningen 6,7 Mkr vid en realränta på 3 % för att täcka samtliga framtida kostnader.

3.2.2 Åtgärder vid Tjursbosjöns utlopp

Syftet med att genomföra åtgärder vid Tjursbosjöns utlopp är att reducera belastningen på recipient-systemet nedströms Tjursbosjön. För att genomföra detta krävs installation av någon typ av reningsanläggning för vattnet som lämnar Tjursbosjön. Även om metallhalterna i Tjursbosjön är mycket höga vid en jämförelse med naturliga bakgrundshalter är de mycket låga ur reningsteknisk synvinkel, vilket innebär en svårighet för denna åtgärd. Den utredning som genomförts visar dock att det bör vara möjligt att åstadkomma en tillräcklig rening, men att närmare undersökningar måste genomföras för att klarlägga vilken reningsteknik som är bäst lämpad. Den teknik som bedöms ha bäst förutsättningar att fungera är membranseparering (uppkoncentrering i nanofilter) kombinerad med jonbyte och kemisk fällning.

En nackdel med denna typ av åtgärd är att en reningsanläggning kräver kontinuerlig tillsyn med återkommande drift- och underhållsåtgärder, förbrukning av fällningskemikalier, omhändertagande av metallhydroxidslam m.m. På grund av detta blir kostnaderna också höga. För det fall membranseparering

måste ingår (vilket bedöms som troligt) kan den totala investeringskostnaden uppskattas till 50-55 Mkr (inklusive byggherrekostnader m.m.) och driftkostnaden till ca 2 Mkr per år. Med en fondering för drift- och underhåll med en bedömd kostnad om 2 Mkr/år och en antagen reinvestering om 30 Mkr vart femtionde år krävs en fondering i storleksordningen 87 Mkr vid en realränta på 3 %. Den troliga totalkostnaden beräknas därmed uppgå till ca 140 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 135-155 Mkr. Vid uppskattning av variationsintervallet har dock ingen hänsyn tagits till variationer i räntan.

Åtgärder vid Tjursbosjöns utlopp behövs endast vid tillämpning av åtgärdsnivå 2. Med en högre ambitionsnivå åstadkommer man motsvarande, eller större, reduktion av utsläppen med åtgärder högre upp i avrinningsområdet (främst gruvområdet).

3.2.3 Åtgärder inom gruvområdet

Dessa åtgärder syftar till att begränsa läckaget från gruvområdet till Tjursbosjön och är aktuella inom åtgärdsnivåerna 3-5. För sådana åtgärder finns två huvudalternativ:

- a) Det första alternativet innebär att gruvområdet i huvudsak lämnas intakt, men att uppsamlingsledning, pumpar och en reningsanläggning för uppsamlat vatten anläggs mellan området och Tjursbosjön. Avrinningsförhållanden är sådana att en effektiv uppsamling av såväl gruvvatten (som avleds i Stollgången) och lakvatten från avfall kring gruvan (som i huvudsak avrinner ytligt eller dräneras till Stollgången) bedöms vara möjlig att åstadkomma. Dock måste avfallet vid stranden schaktas bort och omhändertas eftersom det inte bedöms vara möjligt att samla upp lakvatten från detta. Även området vid Torsfall åtgärdas genom urgrävning och omhändertagande. Alternativet innebär att en reningsanläggning kommer att behöva drivas och underhållas under mycket lång tid framöver, liksom information och restriktioner för utnyttjandet, men också att kulturmiljön i huvudsak kan bevaras.

Kostnaderna för ett genomförande av denna åtgärd (d.v.s. kostnaden för åtgärder på åtgärdsnivå 3) bedöms till storleksordningen 50 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 45-60 Mkr. Av detta utgör ca 15 Mkr fonderingar för framtida drift- och underhållskostnader samt reinvesteringar.

- b) Det andra alternativet innebär att allt avfall på land schaktas bort och omhändertas, omfattande ca 33 000 m³ avfall (avfall som ligger under vatten i Gruvviken kvarlämnas). Detta kombineras med en pluggning av Stollgången och igengjutning av gruvschakten. För dessa tillämpas kraftiga, massiva betonggjutningar utan armering vars bärande funktion tillgodoses genom valvverkan. Hydrogeologiska modelleringar visar att grundvattenytan i gruvan kan förväntas stiga med ca 20 m varvid avrinningen till gruvan och därmed läckaget av metaller till Tjursbosjön avsevärt skulle minska. Med dessa åtgärder bortfaller behovet av restriktioner för området samtidigt som behovet drift- och underhållsåtgärder minimeras (ett visst tillsynsbehov kommer dock att finnas kvar, för området och för en trolig deponi, se nedan avsnitt 3.2.5). Denna åtgärd förstör dock större delen av de kulturhistoriskt intressanta lämningarna.

Kostnaderna för ett genomförande av denna åtgärd (d.v.s. kostnaden för åtgärder på åtgärdsnivå 3) bedöms till storleksordningen 40 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 35-51 Mkr (inklusive kostnader för omhändertagande av bortgrävt avfall i en lokal deponi). Av kostnaderna utgör ca 8 Mkr kostnader för arkeologiska undersökningar av området innan ingrepp görs.

3.2.4 Åtgärder mot gruvavfall under vatten och förorenade sediment

Åtgärder mot gruvavfall under vatten och förorenade sediment genomförs på åtgärdsnivåerna 4 och 5, som komplement till åtgärderna för gruvområdet. På åtgärdsnivå 4 omfattar åtgärderna Gruvviken, medan de för åtgärdsnivå 5 omfattar hela Tjursbosjön.

De åtgärder som bedöms ge varaktig effekt är muddring av förorenade sediment/avfall. De undersökningar av sedimenten som genomförts visar att metallerna rör sig mot sedimentytan genom diffusion, och att denna process är snabbare än den översedimentering som sker. Detta innebär att en eventuell täckning sannolikt kommer att kontamineras av den uppåtriktade diffusionen på längre sikt.

Muddring av avfallet under vatten kan (och måste) till stor del ske som grävuddring beroende på dess kornstorlek. Denna muddring omfattar ca 15 000 m³ avfall i Gruvviken. För att förhindra partikelspridning under arbetet bör detta utföras bakom skyddsskärm.

De förorenade sedimenten utgörs av lösa och finkorniga massor som måste muddras med utrustning som är särskilt anpassad för förorenade sediment och eventuellt bakom skyddsskärmar. Idag finns det relativt mycket erfarenheter från denna typ av muddringar. Vanligtvis innebär miljökraven att muddring utförs med sugmudderverk utrustade med avskärmade skruvar för att förhindra partikelspridning. Detta medför att sedimenten blandas med avsevärda mängder vatten vid muddringen och att en anläggning för avvattning av sedimenten och rening av returvattnet måste byggas upp och drivas under genomförandetiden.

Vid genomförande av åtgärder på nivå 4 omfattas ca 180 000 m³ förorenade sediment av muddring. Den totala kostnaden för genomförande av åtgärder på denna nivå beror på valet av åtgärder för gruvområdet (se avsnitt 3.2.3) och valet av omhändertagande av de förorenade massorna (se avsnitt 3.2.5). För det minst kostnadskrävande alternativet bedöms totalkostnaden för alla åtgärder på nivå 4 till i storleksordningen 160 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 125-185 Mkr. För det mest kostnadskrävande alternativet bedöms kostnaderna till i storleksordningen 200 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 180-275 Mkr.

Vid genomförande av åtgärder på nivå 5 omfattas ca 550 000 m³ förorenade sediment av muddring. Även på denna nivå blir den totala kostnaden för genomförande av åtgärderna beroende av valet av åtgärder för gruvområdet (se avsnitt 3.2.3) och valet av omhändertagande av de förorenade massorna (se avsnitt 3.2.5). För det minst kostnadskrävande alternativet bedöms totalkostnaden för alla åtgärder på nivå 5 till i storleksordningen 365 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 270-425 Mkr. För det mest kostnadskrävande alternativet bedöms kostnaderna till i storleksordningen 430 Mkr med ett sannolikt utfall inom intervallet 390-590 Mkr.

3.2.5 Omhändertagande av förorenade massor

Som framgått ovan kommer åtgärder på nivåerna 3-5 att generera avfall (förorenade massor) som måste tas om hand. De förorenade massorna utgörs främst av gruvavfall med metallföroeningar. Att föroeningarna består av grundämnen innebär att de inte kan destrueras genom behandling, möjligen immobiliseras. Att avfallet utgörs av gruvavfall innebär att separationsmetoder (exempelvis jordtvätt) inte är möjliga att genomföra. Eftersom metallhalterna i avfallet är höga bör det däremot vara fullt möjligt att utvinna metaller genom anrikning av avfallet med moderna metoder. De beräkningar som genomförts visar dock att det koncentrat som kan framställas inte skulle vara möjligt att använda på grund av för högt innehåll av vismut. Omhändertagande av massorna innebär därmed att deponeringslösningar måste tillämpas.

Vid genomförande av de alternativ som innebär att begränsade mängder avfall skall tas om hand (åtgärder på nivå 3, alternativ a, se avsnitt 3.2.3) görs detta lämpligen på en extern deponi med tillstånd att omhänderta farligt avfall av denna typ.

För de åtgärdsalternativ som innebär att stora avfallsmängder skall tas omhand föreslås att en lokal deponi byggs. För en sådan har två alternativ beaktats. Det första av dessa innebär deponering i en lo-

kal deponi på land. En lokaliseringsutredning har pekat ur ett område sydost om Tjursbosjön som lämpligast för detta (Gustavsberg). Det andra innebär deponering under vatten i Gruvviken.

Fördelen med en lokal deponi på land är främst att den kan byggas så att den motsvarar de tekniska krav på utförandet som finns i förordningen 2001:512 om deponering. Nackdelarna är att deponeringen genererar ett större transportarbete med större utsläpp och risk för störningar som följd, samt att kostnaderna blir högre.

Fördelen med en deponi i Gruvviken är att transportarbetet minimeras samtidigt som deponin kan utformas så att fortsatt vittring och utlakning effektivt begränsas med en mindre insats än vid deponering på land. Kostnaderna för deponeringen blir därmed lägre. Nackdelarna är främst att tillståndprocessen försvåras eftersom flera avsteg från kraven i deponeringsförordningen krävs.

3.3. Åtgärdsutredningens förslag på åtgärder

För genomförande av åtgärder på de olika åtgärdsnivåerna kan ovanstående åtgärder kombineras till flera olika alternativ som antyds ovan. Sammanlagt har elva olika åtgärdsalternativ utretts, förutom nollalternativet. En sammanställning av dessa och de kostnader som är förknippade med de olika alternativen återfinns i bilaga 1.

4. RISKVÄRDERING – FÖRANKRINGSPROCESS

4.1. Beskrivning av förankringsprocess

4.1.1. Förankringsprocessen inom Västerviks kommun

Ansvaret för att leda miljöundersökningarna inom Projekt Gladhammars gruvor har sedan december 2001 vilat på Västerviks kommun då kommunen efter beslut i kommunstyrelsen enhälligt accepterade att bli huvudman för den utökade förstudien av det förorenade området vid Gladhammars gruvor. Efter genomförd förstudie accepterade kommunen på nytt enhälligt att bli huvudman för den nu genomförda huvudstudien efter beslut i kommunstyrelsen i april 2003. Kommunstyrelsen utsåg i sitt beslut även en organisation för att driva arbetet framåt med en politisk ledd styrgrupp, ett beställarombud, en projektledare samt en projektgrupp, se nedan.

Den beslutade arbetsmodellen liknade den som även användes av kommunen i projekt Örserumsviken, ett annat stort efterbehandlingsprojekt där kommunen framgångsrikt genomfört en efterbehandlingsentreprenad.

Projektorganisation för huvudstudien:

Styrgrupp:	Harald Hjalmarsson, kommunstyrelsen ordförande Anita Bohman, 2:e vice ordförande, kommunstyrelsen Conny Jansson, kommunchef Mariann Teurnell-Söderlund, miljö- och byggnadschef Per Allerth, teknisk chef
Beställarombud:	Conny Jansson, kommunchef
Adjungerad:	Tommy Hammar, länsstyrelsen i Kalmar län

Projektledning, projektstöd och projektadministration

Projektstöd kulturmiljö Birgitta Eriksson, länsstyrelsens kulturmiljöfunktionen, Kalmar län
Barbro Friberg, kultur och fritidsförvaltningen

Projektstöd miljöstyrning Tommy Hammar, länsstyrelsens miljöenhet, Kalmar län

Projektledare: Christer Ramström, miljö- och byggnadskontoret
Länsstyrelsens kontaktperson: Anders Svensson, miljöenheten, länsstyrelsen i Kalmar län

Projektadministration: Anne-Cathrine Karlsson, miljö- och byggnadskontoret

Delprojekten

Delprojekt Miljökontroll

Delprojektledare: Christer Hermansson, kommunledningskontoret
Medhjälpare: Christer Ramström, miljö- och byggnadskontoret

Delprojekt Utredningar

Delprojektledare: Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB

Styrgruppen med dess ordförande Harald Hjalmarsson, har varit beslutande för frågor rörande frågor om projektdirektiv, d.v.s. projektets organisation, genomförande, omfattning, utformning, tid- och kostnadsramar samt om projektets avslutande. Styrgruppen har under huvudstudien haft sex protokollförda möten.

En stor del av arbetet har genomförts intern inom projektet av projektledaren och delprojektledarna för Miljökontroll och Utredningar. Arbetet har avrapporterats till styrgruppen, beställarombudet och till projektgruppen. Projektgruppen har i sin helhet träffats vid fyra tillfällen och samtliga möten har protokollförts. Arbetsgrupper har träffats vid behov under projekttiden.

4.1.2. Förankringsprocessen med närboende

Den 10 mars 2004 hölls ett informationsmöte med fastighetsägare och närboende i Gladhammar och Fårhult. Mötet samlade ett 40-tal intresserade åhörare som fick en genomgång av det undersökningsprogram som genomförs inom ramen för huvudstudien. Under mötet framkom önskemål om att projektet skulle återkomma och redovisa resultatet när undersökningarna avslutats.

Från projektet närvarade beställarombudet Conny Jansson, projektledaren Christer Ramström, delprojektledare för delprojekt Miljökontroll Christer Hermansson, delprojektledare för Delprojekt Utredningar Henning Holmström samt Petra Rissmann från Tekniska kontoret, Västerviks kommun.

Den 16 juni 2005 hölls ett uppföljande informationsmöte i Gladhammar. Ett 20 tal åhörare fick lyssna till en presentation och redovisning av de resultat som projektgruppen arbetat fram. Översiktliga förslag till tänkbara åtgärder redovisades. Vid en eventuell efterbehandling av gruvområdet kommer kulturmiljön att påverkas och denna fråga diskuterades en del vid mötet. Från projektet deltog beställarombudet Conny Jansson, projektledaren Christer Ramström, delprojektledare för delprojekt Miljökontroll Christer Hermansson och delprojektledare för Delprojekt Utredningar Henning Holmström.



Bild. Kommunens beställarombud, kommunchef Conny Jansson inleder informationsmötet för närboende i Gladhammars församlingshem den 10 mars 2004.

4.1.3. Artiklar i dagspressen och övrig information till allmänheten

Under arbetet med förstudie och huvudstudie har 17 artiklar publicerats med information om undersökningarna i de lokala dagstidningarna med täckning i Västerviks kommun. Västerviks-Tidningen har publicerat 7 artiklar och Nyheterna (Östra Småland) har publicerat 10 artiklar.

På Västerviks kommuns hemsida har information om projektet funnits sedan 2003. Där har även undersökningsrapporten från den utökade förstudien funnits att ladda ner för den som varit intresserad.

4.2. Kulturmiljö och bevarandeintressen

Kulturmiljöfrågan beaktas separat i riskvärderingen eftersom Gladhammars gruvområde har ett högt kulturhistoriskt värde och en särskild kulturhistorisk utredning har genomförts inom ramen för huvudstudien. Gruvområdets främsta värden ligger i åldern och kontinuiteten av verksamheten. Malmen har brutits i olika omgångar åtminstone sedan 1500-talet och Gladhammar utgör därmed en av de äldsta industriellt präglade miljöerna i Kalmar län, möjligen den äldsta. Området har därmed ett högt vetenskapligt värde. Till detta bidrar också områdets komplexitet och ett brett spektrum av olika lämningstyper.

Från kulturhistorisk synpunkt är det bäst om en sanering genomförs etappvis och selektivt, så att vissa områden lämnas utan åtgärd. Mest skyddsvärt är Holländarefältet, framför allt dess nordvästra del. Efter varje etapp kan åtgärderna utvärderas inför beslut om huruvida man skall fortsätta med ytterligare åtgärder. Vidare är åtgärder som lägger till element snarare än tar bort dessa att föredra. Täckning av avfallen är ett exempel på en sådan åtgärd. Man bör även eftersträva reversibla lösningar, t.ex. vattenfyllning av gruvhål (för att begränsa fortsatt vittring) i stället för fyllning eller igengjutning av dessa.

Eftersom de kulturhistoriska bevarandeintressena är starka har särskilda åtgärdsförslag utarbetats som tar hänsyn till bevarandeintresset. Dessa ställs i riskvärderingen mot de åtgärdsförslag som ger störst kostnadseffektivitet om man endast tar hänsyn till riskreduktionen.

4.3. Övriga aspekter att ta hänsyn till vid val av åtgärd

Förutom riskreduktionen, teknik och ekonomi har följande aspekter vägts in i valet av slutligt val av efterbehandlingsåtgärd:

Övriga miljökonsekvenser av vald åtgärdsmetod

En efterbehandling medför alltid en viss påverkan på miljön under genomförandeskedet. Omfattande schakt-, gräv- och transportarbeten medför inte enbart en miljöbelastning utifrån förbrukningen av fossila bränslen utan kan även medföra en ökad belastning i form av damm, spill, ökad utlakning p.g.a. nederbörd m.m. Skyddsåtgärder kan begränsa, men inte helt eliminera denna belastning.

De åtgärdsalternativ som innebär framtida drift- och underhållsåtgärder kommer att generera ett avfall med höga halter av metaller (sannolikt farligt avfall, exempelvis ett metallhydroxidslam) som måste tas omhand. För närvarande innebär detta transport till en annan anläggning för deponering.

Friluftsliv

Området har ett visst intresse för det rörliga friluftslivet och en vandringsled passerar genom området. Vandringsleden följer bl.a. Tjursbosjöns strand och passerar genom det avfall som ligger upplagt vid stranden. Denna utnyttjas som rastplats och sannolikt också som badplats av förbipasserande vandrare. Åtgärder som innebär en riskreduktion för dessa aktiviteter är positiv men samtidigt kan åtgärder som spolierar kulturmiljön innebära att området blir mindre intressant för vandrare.

Landskapsbild och infrastruktur

Åtgärder som omfattar bortgrävning av avfallen och deponering av dessa påverkar landskapsbilden. Påverkan inom området innebär snarast en återställning i riktning mot mer ursprungliga förhållanden (men spolierar det kulturhistoriska landskapet, se ovan), medan etableringen av en deponi innebär tillskapande av ett främmande element. Det finns dock exempel på deponier från andra efterbehandlingsprojekt som mycket väl inpassats i landskapsmiljön.

Det finns inte någon väl utbyggd infrastruktur inom området som kan påverkas av åtgärder. Vid val av en åtgärd som innebär tillskapande av en reningsanläggning måste dock en viss infrastruktur etableras för denna (tillfartsväg, el- och vattenförsörjning).

Oro och acceptans hos allmänheten

Bland de närboende finns idag en oro över de konsekvenser som förekomsten av avfallen och läckaget till Tjursbosjön kan medföra. Detta innebär att man undviker att äta fisk från Tjursbosjön och att bada i denna.

Åtgärder som medför en riskreduktion för recipienterna bedöms minska allmänhetens oro och därmed bör även acceptansen för att genomföra åtgärder vara hög. Mindre omfattande åtgärder av typen restriktioner för området bedöms ha mindre god påverkan på allmänhetens oro och lägre acceptans. Det kan dock vara så att åtgärder som innebär omfattande transporter och etablering av en deponi i ett nytt område kan få bristande acceptans hos dem som bor längs de vägar som skall trafikeras och närmast den tilltänkta deponin..

Miljömål och policys

Ett av riksdagens beslutade miljömålen är "Giftfri miljö". En efterbehandling som innebär att läckagen från gruva och avfall minskar ligger i linje med detta mål. I det kommunala åtgärdsprogrammet "Miljöstrategi 2000" som antogs av kommunfullmäktige i Västervik i april 2001 återfinns "sanering av Tjursbosjön" som ett åtgärds mål.

5. RISKVÄRDERING – EFTERBEHANDLINGSLTERNATIV

En riskvärdering skall leda fram till ett val av vilka åtgärder som skall vidtas, om några. Denna värdering kan genomföras på olika sätt. Den kan dels vara textbaserad, dels bygga på en poängsättning. Viktigt är att graden av öppenhet, tydlighet och förståelse för bakomliggande faktorer görs så stor som möjligt. Alla metoder har dock ett mått av subjektivitet eller ett mått av ”personlig värdering” i sig. En poängsättning kan tyckas vara det mest objektiva sättet att genomföra en riskvärdering. Vid poängsättningen görs dock en värdering av varje enskilt alternativs påverkan på varje enskild faktor. Det är då också viktigt att genom en värdering av de olika faktorernas betydelse relativt varandra (viktning) skapa ”rätt” förhållande mellan dessas inflytande på slutresultatet. Detta kan vara svårt eftersom olika intressenter fäster olika stort avseende vid en och samma faktor.

I detta fall har i stället de olika alternativens konsekvenser för en rad olika faktorer sammanfattats i text, mycket kortfattat, i en s.k. riskvärderingsmatris. De faktorer som beaktats är:

- Riskreduktion
- Teknik (hur beprövad/säker tekniken är med avseende på att åtgärds målen skall uppnås, framtida behov av drift, tillsyn m.m.)
- Kostnader
- Miljörisker under genomförandet
- Kulturmiljö
- Friluftsliv
- Oro och acceptans

Den beskrivande riskvärderingsmatrisen bifogas i bilaga 2.

6. RISKVÄRDERING - VAL AV SLUTLIGT ALTERNATIV

6.1. Beskrivning av alternativ

Det åtgärdsalternativ som förordas är åtgärder på nivå 5, alternativ 5d. Dessa åtgärder omfattar pluggning av stollgången och gruvhålen samt bortschaktning av i stort sett allt gruvavfall inom Gladhammarsområdet, inklusive slagg vid Hyttan i Torsfall, öster om det egentliga gruvfältet och varp vid Sohlbergsfältet sydost om det huvudsakliga gruvområdet.

Vidare omfattar dessa åtgärder muddring av samtliga förorenade sediment i Tjursbosjön.

Gruvavfallet och muddermassorna deponeras under vatten inom ett invallat område i Gruvviken. Efter avvattning och konsolidering av muddermassorna täcks deponin med 1,5 m morän. Placeringen under vatten med en strömningsbegränsande vall mot utanförliggande vattenområde och täckning innebär att diffusionen av syre till avfallet blir mycket liten, vilket kraftigt begränsar den fortsatta vittringen. Placeringen innebär också att vattenomsättningen begränsas till en grundvattenströmning genom upplaget. Denna bedöms bli liten i förhållande till lakvattenbildning genom infiltration i en deponi på land.

Åtgärderna föreslås utföras i två etapper. I den första av dessa åtgärdas gruvan och allt gruvavfall (även gruvavfall under vatten). Kostnaderna för denna etapp bedöms till storleksordningen 40 Mkr, med ett sannolikt utfall inom intervallet 35-55 Mkr.

Efter det att denna etapp utförts genomförs en uppföljning av resultatet (haltminskning i sjön, fortsatt spridning, läckage från sediment etc.). Visar denna uppföljning att läckaget från de förorenade sedimenten blir oacceptabelt högt, genomförs etapp 2 som omfattar muddring av förorenade sediment i sjön och deponering av dessa på samma sätt som för gruvavfallet.

Tjursbosjöns teoretiska omsättningstid är åtta år. Förslagsvis genomförs uppföljningen under en period motsvarande fyra omsättningar, d.v.s. ca 30 år.

6.2. Motivering

Mot bakgrund främst av:

- att direktexponering för avfallen medför en hälsorisk,
 - att de pågående läckagen från gruvområdet är mycket stora,
 - att miljöeffekter kan iaktas inte bara i Tjursbosjön utan även längre ned i recipientsystemet och
 - att denna spridning kommer att fortgå under mycket lång tid framöver
- är behovet av en efterbehandling stort och åtgärder måste vidtas.

Den högsta prioriteten ges en reduktion av hälsoriskerna. Detta kan åstadkommas redan på åtgärdsnivå 1, varvid inga ingrepp i området skulle behövas bortsett från instängsling. Sådana åtgärder medför emellertid ingen reduktion av miljöriskerna. Trots att Gladhammars gruvor är ett litet gruvområde är källstyrkan stor. Detta framgår inte minst vid en jämförelse med andra objekt för vilka åtgärder för att begränsa spridningen har genomförts eller planeras. Läckaget ger tydliga effekter inte bara i den närmaste recipienten, Tjursbosjön, utan även i de närmaste sjöarna nedströms. Spridningen fortsätter och kan inte förväntas minska under överskådlig tid vilket innebär att effekterna i vattendragen nedströms området kommer att öka successivt, även på längre avstånd från källan. Av denna anledning bedöms det som mycket angeläget att reducera läckaget i en omfattning som minst omfattar åtgärder på nivå 3, största möjliga begränsning av läckaget från gruva och gruvavfall. Kostnaderna för dessa åtgärder bedöms dessutom som låga i förhållande till den riskreduktion som erhålls.

De genomförda studierna visar att åtgärderna på nivå 3 troligen inte är tillräckliga för att ge erforderlig begränsning av spridningen. När läckaget från gruvområdet minskar kommer sannolikt de förorenade sedimenten att utgöra en sekundär källa för spridning under mycket lång tid framöver, med en tillräcklig styrka för att effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall fortsätta öka. Av denna anledning bedöms även åtgärder mot spridning från de förorenade sedimenten som motiverad. Kostnaderna för åtgärder mot de förorenade sedimenten är emellertid höga samtidigt som den prognostiserade utvecklingen av spridningen efter det att läckaget från gruvområdet åtgärdats inte helt kan verifieras innan åtgärder vidtagits. Av denna anledning bedöms det som motiverat att genomföra åtgärderna i två etapper, med utvärdering av effekterna efter det att den första etappen genomförts och möjlighet att avstå från åtgärder mot de förorenade sedimenten om spridningen avstannar i tillräcklig omfattning efter det att etapp 1 genomförts.

Till etapp 1 hänförs förutom gruva och gruvavfall på land, även gruvavfall under vatten. Skälet för detta är att även detta avfall idag utgör en aktiv källa för spridning, även om det inte varit möjligt att kvantifiera dess betydelse, samtidigt som avfallet utgör en begränsad mängd och kostnaden är liten i förhållande till kostnaderna för muddring av övriga föroreningar under vatten.

I första hand förordas det åtgärdsalternativ som ger lägst kostnad och högst kostnadseffektivitet avseende riskreduktionen. Det motstående intresse som skulle kunna motivera ett annat åtgärdsalternativ är kulturhistoriska intressen. En väsentlig nackdel med de åtgärdsalternativ som bevarar kulturmiljön är ett framtida behov av drift- och underhåll av en reningsanläggning vid Tjursbosjön. Kostnaderna för att driva ett sådant är inräknat i kostnadskalkylen i form av en fondering, vars avkastning skall kunna täcka drift, underhåll och reinvesteringar. Inräknat en sådan fondering blir merkostnaden för att tillgodose de kulturhistoriska intressena i storleksordningen 20 Mkr. Oaktat kostnaden vore naturligtvis en sådan åtgärd mycket intressant eftersom den till stor del tillgodoser både miljö- och kulturmiljöintres-

sena. De legala möjligheterna att utnyttja de statliga bidrag som kan erhållas för efterbehandling av förorenade områden till fondering för framtida åtgärder finns dock inte idag.

De andra försiktighetsåtgärder som vore önskvärda ur kulturhistorisk synvinkel, främst att undvika igengjutning av gruvhål och bortgrävning av avfall bedöms leda till att åtgärdsmålen inte kan uppnås.