

Projekt Gladhammars Gruvor



Projekt- och erfarenhetsrapport över efterbehandling av
gruvavfall vid Gladhammars Gruvor, Västerviks kommun

2012: version 1

Projekt Gladhammars Gruvor

Projekt- och erfarenhetsrapport
2012: version 1

Projekt Gladhammars Gruvor

Projekt- och erfarenhetsrapport, 2012:1

Utgivare: Västerviks kommun, 0490-25 40 00

Ansvarig enhet Kommunstyrelsen

Redaktörer Ulrika Palmér Nilsson och Christer Ramström, EMPIRIKON Konsult AB

Författare Se respektive kapitel

Form och redigering EMPIRIKON Konsult AB

Tryck Tellogruppen AB, Söderköping

Omslagsfoto Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

Innehållsförteckning

Förord	7
Sammanfattning	8
Abstract.....	9
1. Orienterande beskrivning.....	10
1.1 Inledning	10
1.2 Historik och tidigare gruvverksamhet	10
1.3 Lokalisering och allmän beskrivning av gruvområdet	11
1.4 Kulturmiljö och kulturmiljöaspekter.....	12
1.5 Geologi.....	12
1.6 Naturmiljö.....	13
1.7 Föroreningssituationen.....	14
2. Projektets mål, indikatorer och operativa kriterier	16
2.1 Nationella och regionala miljömål.....	16
2.2 Funktionskrav och andra mål.....	16
2.3 Åtgärdskrav.....	16
2.4 Riskbedömning.....	18
2.5 Kommunens beslut för val av åtgärdsriktning	19
2.6 Efterbehandlingsåtgärder	20
3. Projektprocessen	23
3.1 Inledning	23
3.2 Initiering.....	24
3.3 Ansvarsutredningar	24
3.4 Förstudie	25
3.5 Utökad Förstudie.....	25
3.6 Huvudstudie	26
3.7 Förberedelser	27
3.8 Entreprenadupphandling.....	27
3.9 Genomförande.....	28
3.10 Uppföljning och efterkontroll	29
3.11 Avslutning	29
4. Projektledning.....	30
4.1 Projektuppdraget	30
4.2 Organisation.....	30
4.3 Upphandling av projektorganisation 2007-2008	33
4.4 Val av entreprenadform -totalentreprenad.....	34
4.5 Möten i projektet	35
4.6 Information och producerat informationsmaterial.....	35
4.7 Erfarenheter ur projektlednings perspektiv.....	39

5.	Teknik	40
5.1	Projekteringsförutsättningar.....	40
5.2	Bedömningar och överväganden	40
5.3	Tekniska kompletteringar under anbudstiden.....	41
5.4	Lakrest och vaskmull vid Tjursbosjöns strand.....	42
5.5	Beställarens förprojektering och tekniska erfarenheter	42
6.	Miljökontroll, före, under och efter entreprenadens genomförande	45
6.1	Referensundersökningar i projekt Gladhammars gruvor 2009.....	45
6.2	Kompletterande undersökningar 2010.....	46
6.3	Miljökontroll under entreprenadtiden 2011	46
6.4	Efterföljande Miljökontroll 2012-2044.....	48
6.5	Erfarenheter, ytterligare undersökningar som borde ha gjorts.....	49
7.	Juridik	50
7.1	Före tillståndsprovningen	50
7.2	Tillståndsprovningen	53
7.3	Efter tillståndsprovningen.....	61
8.	Arkeologi.....	66
8.1	Kulturminneslagen och arkeologins roll i samhället.....	66
8.2	Länsstyrelsens redogörelse för arkeologin i projekt Gladhammars gruvor.....	69
8.3	Arkeologi vid Gladhammars gruvor - metodik och erfarenheter	73
8.4	Förening eller kulturlager – arkeologiska insatser i efterbehandlingsprojekt.....	89
9.	Entreprenad.....	91
9.1	Inledning	91
9.2	Förberedande arbeten.....	91
9.3	Tidplaner	92
9.4	Entreprenörens projektering	93
9.5	Arbetsmiljöplan – skyddsnivåer och damning	94
9.6	Genomförande av entreprenaden	96
9.7	Kopparhalterna i Gruvviken	105
9.8	Entreprenadkontroll	105
9.9	Besiktningar och avslut.....	106
10.	Resultat och effekter	107
10.1	Saneringsresultat, uppfyllelse av åtgärds mål	107
10.2	Ekonomiskt utfall.....	120
11.	Beställaren har ordet	122
12.	Rapporter.....	123
12.1	Rapporter från genomförandeskedet.....	123
12.2	Rapporter från huvudstudieskedet	124
13.	Referenser	129

Förord

Rapportens uppläggning

Rapporten inleds med en beskrivning av områdets natur och geologi och föroreningsituationen innan åtgärd samt av områdets kulturhistoriska värde och dess historik med tidigare gruvverksamhet. Kapitlet om projektledning belyser projektets ledning, struktur och organisation samt de strategiska funktioner som hanterades inom ramen för projektledningen. Projektets dynamiska process från initiering till avslutning beskrivs i avsnittet Projektprocessen. Vidare i rapporten följer fördjupningar med utgångspunkt från projektets olika delar som arkeologi, entreprenaden, juridik, miljökontroll.

Västerviks kommun delger avslutningsvis sina erfarenheter och reflektioner av efterbehandlingen.

Delar av erfarenhetsrapporten har skrivits kontinuerligt under saneringsentreprenaden vilket har varit en bra strategi och underlättat beskrivningen av vad som hänt under entreprenaden.

Bakgrund

Gladhammars gruvfält är beläget ca 12 km sydväst om Västervik. Gruvorna som tillhör de äldsta i Sverige var i drift i omgångar under flera hundra år. Området runt gruvorna och Lunds by, som ligger alldeles i närheten, är ett populärt rekreationsområde och är även lagskyddat kulturminne då det är ett riksintresse för kulturmiljön. Gruvområdet visade spår av en månghundraårig industriell verksamhet. Den närmaste omgivningen var starkt påverkad av gruvan och gruvavfallet då dessa lakade metaller främst koppar och kobolt.

Sammanfattning

Gruvbrytning av järn-, koppar- och koboltmalm har bedrivits i området under mycket lång tid. Gruvan är en s.k. sulfidmalmsgruva. Utsläppen fortgick trots att verksamheten legat nere i mer än hundra år. Avfallen kan genom sin kemiska sammansättning generera surt och tungmetallhaltigt vatten vid kontakt med syre men avfallen är dock stabila i syrefria miljöer som till exempel under vatten. Under huvudstudien klassificerades gruvavfallet i kategorierna varp, slagg, vaskmull och lakrest.

I gruvområdet återfanns en stor mångfald av lämningar som tillkommit ur gruv- och bruksverksamheten och som hade vetenskapliga och upplevelsemässiga värden. Dessa värden stärktes av det stora tidsdjupet, variationen i lämningstyperna, den historiska representativiteten och det regionala sammanhanget.

Området runt Gladhammars gruvor är fortfarande intressant ut mineralogisk och geologisk synvinkel. Området är en av Sveriges få mineraltyplokaler, det var här som de tre mineralerna Gladit, Hammarit och Lindströmit för första gången beskrevs vetenskapligt.

Åtgärderna har inneburit ett metalläckage som kunnat pågå i tusentals år framöver och som kunnat orsaka stora skador på livet i sjöarna nedströms har hindrats.

Projektet drevs av Västerviks och finansierades med statliga medel från Naturvårdsverket genom Länsstyrelsen Kalmar län samt genom egeninsats av kommunen. Den totala projektkostnaden är 58,7 MSEK. Kommunen upphandlade Empirikon AB för projektledning. Genom sin projektledningsfunktion svarade Empirikon för organisering, utarbetande av rutiner samt planering och ledning av projektet.

Saneringen genomfördes av NCC Construction Sverige AB som totalentreprenör. Arbetena innefattade bortschaktning av gruvavfallen varp, slagg, lakrest och vaskmull, pluggning av stollgången, utläggning av varp och slagg under vatten i Gruvviken samt transport av lakrest och vaskmull till externt omhändertagande. Utöver detta ingick i entreprenaden att skapa en yta och där lägga upp 800-1000 m³ varp för framtida undersökningar och studier.

Projektets mål och uppnådda resultat

De övergripande åtgärds målen för projektet var att:

1. Människors fysiska hälsa skall inte påverkas.
2. Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall på sikt elimineras
3. Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt
4. Effekterna på bottenlevande organismer i Tjursbosjön skall minska.

Som mätbara åtgärds mål föreslås att spridningen från gruvområdet till Tjursbosjön skall minska med minst 90 %, liksom spridningen från Tjursbosjön till vattensystemet nedströms och att kopparhalterna i Tjursbosjön på längre sikt inte skall överstiga 4 µg/l.

Enligt uppmätta mängder har ca 70 000 ton gruvavfall omhändertagits under saneringen.

Genom avlägsnandet av avfallet och genom utläggningen i sjön minskar vittringen och därmed spridningen av koppar till omgivande miljö. Genom att omhänderta och transportera bort lakrest och vaskmull från strandområdet där stollgången mynnar i Tjursbosjön har även risken för påverkan på människans hälsa upphört.

Övriga mätbara åtgärds mål enligt ovan har i dagsläget inte följts upp. Först efter en lång period, fyra gånger den teoretiska omsättningstiden för Tjursbosjön, kan den uppföljande miljökontrollen visa om halterna av koppar i vattenmassan har sjunkit till 4 µg/l halt och om spridningen av koppar från Tjursbosjön till nedströms liggande sjöar har minskat med 90 %.

Abstract

Mining of iron, copper and cobalt ore at the Gladhammar mines dates back to the middle ages. The ore originates from sulphide-bearing bedrock. If the resulting waste material is exposed to oxygen, leakage of acid water with high metal concentrations can occur. At Gladhammar these emissions were ongoing despite the fact that the mining ended more than a hundred years ago.

Remains which were of interest from both a cultural heritage perspective and from a scientific viewpoint were found within the mining area. These values were particularly high due to the long and varied history of mining, the unusual minerals and the regional context.

The Gladhammar area is still of interest both geologically and from a mining perspective. Three minerals - glädite, hammarite and lindstromite - were originally determined in this area, i.e. they were first described scientifically at Gladhammar.

The Gladhammar remediation project was operated by the municipality of Västervik. The main funding was provided by the Swedish Environmental Protection Agency through the Kalmar County Administrative Board, with a smaller percentage provided by the municipality. The aggregate project cost was 58.7 million Swedish kronor (6.8 million Euros). Consultants Empirikon AB carried out the project management of the works on behalf of the municipality.

The remediation works were undertaken by NCC Construction Sverige AB. In the site remediation proposal the waste materials were classified into four categories, and these were handled in different ways depending on their metal content. The works consisted of excavation of the different waste materials, infilling and sealing of the main mine pit and tunnel, and transportation of the waste materials off-site. The less contaminated waste was deposited in the Gruvviken Bay of the lake Tjursbosjön – the waste is stable under water but must be kept out of contact with the air. A storage area for a small proportion of the scientifically valuable waste material (800-1000 m³) was also created to enable future studies.

Project aims and results

The overall remediation aims of the project were:

1. Reduction of health risks – human health shall not be affected.
2. Long-term elimination of adverse effects on the aquatic life in lake Tjursbosjön.
3. Adverse effects on the water courses downstream shall decrease in the long term.
4. Adverse effects on the benthic fauna of lake Tjursbosjön shall decrease.

Measurable targets were also proposed: The emissions from the mining area to lake Tjursbosjön, and from the lake to downstream water courses, shall be reduced by 90%. In the long term, copper concentrations in lake Tjursbosjön must not exceed 4 µg/l.

Some 70 000 tonnes of mining waste have been excavated during the remediation works. By removing the waste, the weathering and thus the copper emissions to the environment have been significantly reduced. Without these measures the leakage could continue for thousands of years and lead to severe damage to the biological life of the lakes and water courses downstream. The infilling of the mine pit and off-site removal of the more severely contaminated waste materials have eliminated the risks to human health.

The remaining measurable targets have yet to be followed up. The ongoing post-remedial monitoring will reveal how long it takes for the copper concentrations to go down to 4 µg/l and whether the emissions have been reduced by 90%. This is estimated to take many years, corresponding to around four times the theoretical water retention time for lake Tjursbosjön.

1. Orienterande beskrivning

Författare *Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB*

1.1 Inledning

Det var nog ingen som för flera hundra år sedan kunde förstå sig vilka miljöeffekter som gruvbrytningen skulle orsaka framöver. Ingen kunde nog heller förutse att det skulle kosta miljonbelopp att efterbehandla det gruvavfall tidigare gruvarbetare lämnat kvar när de tagit ut den malm de varit intresserad av. Med dagens kunskap kan gruvbrytningen inte ha varit samhällsmässigt lönsam. Det som tidigare varit ett område fyllt av varp, slagg och annat gruvavfall har idag förvandlats till ett område med rena berghällar och ett nytt strandområde.

Genom de åtgärder som vidtagits har Västerviks kommun som huvudman för projektet hindrat ett metalläckage som kunnat pågå i tusentals år framöver och som kunnat orsaka stora skador på livet i sjöarna nedströms.



Bild 1.1. Holländarefältet före sanering 2008, foto: Kjell Hansson, EMPIRIKON AB

1.2 Historik och tidigare gruvverksamhet

Gruvorna vid Gladhammar tillhör de äldsta i Sverige. Första gången de omnämns i skrift är 1525 då järnmalm började brytas. En hytta byggdes ett år senare nere vid Torsfallsån. Det höga koppar- och svavelinnehållet i malmen gjorde att järnet blev sprött och verksamheten lades ned efter några år på grund av järnets dåliga egenskaper.



Bild 1.2. Holländarefältet efter saneringen 2012, foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

Under 1560-talet påbörjades istället kopparbrytning och ett kopparverk anlades. Även denna gång lades verksamheten ned efter några år, nu på grund av dålig lönsamhet. Gruvorna låg sedan öde fram till 1621 då holländare startade upp gruvorna. Kopparbrytningen pågick nu fram till 1655 då gruvorna åter lades ned. Driften återupptogs 1738 och åter igen bröts kopparmalm. Mellan åren 1764 till 1773 anlades Stollet S:t Pers Nyckel i Holländaregruvorna. Denna är utförd som ett sprängt dike, 271 meter långt och anlades för att dränera gruvorna.

1777 upptäcktes koboltmineral och kort därefter så började utvinningen av kobolt och pågick fram till 1803. År 1819 återupptogs koboltutvinningen och pågick ända fram till 1826. Sedan var gruvorna nedlagda fram till 1870, då de åter börjar bearbetas. Driften pågick fram till 1891 med mindre uppehåll. Ett år senare, 1892, lades även förädlingsverken ned. Senast brytning pågick var 1952-1953, då som mindre försöksbrytning efter koboltmalm.

Gladhammarfältet har varit landets största enskilda fyndighet av koboltmalm. Den mest givande perioden var från 1875 fram till nedläggningen 1891 med en produktionstopp på 725 ton malm 1878. Under denna period utvanns både koppar

och kobolt. Koppar anrikades till ca 40 % och kobolt till 6 %. Viss mängd kobolt smältes på plats vilket höjde kobolthalten till ca 15 %.

Det är känt att mellan åren 1807 till och med 1892 utvanns 4260 ton 6 %-ig koboltmalm motsvarande en koboltmetallproduktion av 256 ton. Kopparproduktionen från 1800-talets början och fram till nedläggningen var totalt ca 320 ton d.v.s. inte så betydande.

Enbart produktionen mellan åren 1807-1892 borde ha producerat en avfallsmängd, i huvudsak varp, på runt 71 000 ton, baserat på 6 %-ig malm. Sannolikt var brytningen och produktionen under dessa år betydligt större än tidigare beroende på industrialismens framsteg. Den tidigare brytningen under 1500-1700-talen bör ha varit ganska liten och främst inriktad på rikare malm och således med mindre producerad avfallsvolym som följd. Den totalt producerade avfallsvolymer under

hela driftsperioden uppskattas således till maximalt cirka 100 000 ton.

1.3 Lokalisering och allmän beskrivning av gruvområdet

Gladhammars gruvfält är beläget cirka 12 km sydväst om Västervik (karta 1.1). Större delen av gruvområdet ligger på en höjd, Käringryggen. Gruvområdet som är cirka 1,5 km långt är uppdelat på tre fält som, från nordväst och mot sydost, är Ryssgruvefältet, Holländarefältet och Sohlbergsfältet. Den mest betydande brytningen har skett inom Holländaregruvan. Nedanför berget åt väster ligger Tjursbosjön och på dess strand går vandringsleden, Tjustleden. I sänkan nordost om Käringryggen var en hytta belägen, vid dagens Hyttan.

Området runt gruvorna och Lunds by, som ligger alldeles i närheten, är ett populärt rekreativområde och är även lagskyddat kulturminne då det är ett riksintresse för kulturmiljön.



Karta 1.1. Karta över området kring Gladhammars gruvfält. Copyright Lantmäteriet 2001-04-23. Ur Din Karta™.

Invid själva gruvområdet är en permanentbostad belägen, i övrigt domineras bostäderna av två till tre sommarställen inom en radie på cirka 1 km.

1.4 Kulturmiljö och kulturmiljöaspekter

Gladhammars gruvområde hade innan saneringen ett högt kulturhistoriskt värde. Området utgör fast fornlämning och är en del av ett riksintresseområde för kulturmiljövården. Enligt den kulturhistoriska utredningen som genomfördes 2004 hyste gruvområdet spår av en månghundraårig industriell verksamhet och var en av de äldsta industriellt präglade platserna i Kalmar län. I gruvområdet återfanns en stor mångfald av lämningar som tillkommit ur gruv- och bruksverksamheten och som hade vetenskapliga och upplevelsemässiga värden. Dessa värden stärktes av det stora tidsdjupet, variationen i lämningstyperna, den historiska representativiteten och det regionala sammanhanget. De visade bland annat att bergsnäringen var en viktig grund för den fortsatta industriella näringen i norra Kalmar län. Nationellt sett bedömdes inte värdet vara så stort utan ett sätt att få perspektiv på landets gruvnäring och att sådan inte bara förekom i Mellansverige och Norrland.

Den kulturhistoriska utredningen framförde redan innan saneringen att saneringsåtgärderna borde utföras selektivt, så att vissa områden lämnas utan åtgärd. Vid en sanering borde de äldsta beståndsdelarna av kulturmiljön värnas, om den mångfald av lämningstyper som fanns, samt om de delar av miljön som besatt de starkaste upplevelsevärdena, det vill säga framför allt själva gruvorna, stollgången, gråbergsvärpen och den bevarade arbetarbostaden. Gruvorna ansågs ha ett högre värde än stollgången. Värpen ansågs ha ett högt kulturhistoriskt värde både pedagogiskt och upplevelsemässigt, samt vetenskapliga värden. Varphögarna stärkte förståelsen

över gruvans omfattning och dess arbetsmödor, dessutom bildade högarna ett säreget landskap.

Under huvudstudien fanns ett antal förslag till åtgärder för att komma till rätta med miljöproblemet vid gruvorna. Ur kulturmiljösynpunkt hade det varit bäst om ingen sanering kommit tillstånd. Ur miljösynpunkt vore det bäst att ta bort allt avfall samt plugga stollgången medan det ur kulturmiljösynpunkt vore bäst att genomföra en efterbehandling, där områdets centrala kulturmiljökväligheter bevarades. Ur kulturmiljösynpunkt hade en bra åtgärd varit att installera reningsutrustning då detta hade kunna bevara i stort sätt hela den kulturhistoriska miljön orörd. Detta var dock ett alternativ som inte gick att genomföra rent ekonomiskt eftersom villkoren för statliga bidrag inte är sådana att fondering av pengarna för skötsel och underhåll av reningsutrustning är möjlig.

1.5 Geologi

Området vid Gladhammars gruvor ingår i Västerviksformationen som har sin utbredning från Västerviks skärgård till nordväst om Gamleby. Formationen består av främst kvartsit som är en omvandlad sandsten. Den är kraftigt veckad och olika former av ren kvartsit till fältspatrika och leriga sandstenar förekommer. Kvartsiten i området har även inlagringar av amfiboliska bergarter, sannolikt äldre basiska lavar och gångar. Den malmförande zonen byggs till största delen upp av grovkornig kvartsit som lokalt har sin utbredning från nordväst om Fårhult mot ostsydost förbi Gladhammar kyrka. Själva mineraliseringen består av järn-, koppar- och koboltmalm.

Förenklat finns två typer av dominerande bergarter runt Tjursbosjön och Gladhammars gruvor, en kvartsitisk berggrund samt en mer granitisk. Själva gruvan ligger i den kvartsitiska berggrunden. Moränen runt gruvan, även den som är opåverkad av dräneringsvatten från gruvan, uppvisar en hög kopparhalt.

Gladhammars gruvor är en s.k. sulfidmalmsgruva. Berggrunden innehåller alltså stråk av metaller i förening med reducerat svavel, s.k. sulfidmineral. I Gladhammar dominerar mineralen kopparkis och koboltglans. Även mindre önskvärda mineral som arsenikkis, blyglans och zinkblände förekommer i malmen. I sulfidmalm brukar även järnsulfider som magnetkis och pyrit finnas.

Området runt Gladhammars gruvor är fortfarande intressant ut mineralogisk och geologisk synvinkel. Området är en av Sveriges få mineraltyplokaler, det var här som de tre mineralerna Gladit, Hammarit och Lindströmit för första gången beskrevs vetenskapligt.

Samtidigt som undersökningar och sanering pågick inom det gamla gruvområdet, pågick prospektering alldeles intill av Wiking Mineral AB.

1.6 Naturmiljö

Innan saneringen var floran och faunan i närområdet sannolikt störda men bedömdes ha ett skyddsvärde. Växtligheten längs stranden var innan saneringen sporadisk och bestod mestadels av ljung och mossor. Tydligt var avsaknaden av t.ex. vattenlevande djur i vattensamlingar. Tjursbosjön och organismerna som lever i den eller i närheten är ytterligare ett skyddsobjekt. Sjön är idag kraftigt påverkat och störd. Området runt gruvorna domineras av barrskogklädda områden, både hällmarkstallskog och barrblandskog, bitvis når dock odlad mark ända ned till Tjursbosjön. Mot Ekenässjön ökar inslaget av lövträd. Längs Tjursbosjöns strand, vid Smedjemåla, cirka 500 m från själva gruvområdet finns ett område på 1,3 ha med lövskog som anses ha ett högt naturvärde enligt Skogsvårdsstyrelsen.



Bild 2.1. Vittrad och delvis fyndig varp vid Holländarefältet. Foto: Västerviks kommun



Bild 2.2. Vitträd vaskmull (gul) överlagrande rödlila lakrest. Foto: Västerviks kommun

Fiskgjuse har häckat vid Tjursbosjön och storlom häckar. Sjöns biologiska funktion som häckningslokal är bedömd som hög. Vattenvegetationen i Tjursbosjön är gles och utgörs mest av vass, sjöfräken, näckrosor och gäddnate. Gädda och abborre finns i sjön, medan vitfisk har saknats sedan slutet av 1950-talet.

1.7 Föroreningssituationen

Gruvan i Gladhammar utgörs av sulfidmalm. Sulfidmalmsgruvors avfall kan genom sin kemiska sammansättning generera surt och tungmetallhaltigt vatten. Avfallen är dock stabila i syrefria miljöer men instabila vid kontakt med syre där sulfidmalmen oxiderar och vittrar vilket frigör tungmetaller och svavelsyra.

Under huvudstudien klassificerades gruvavfallet i kategorierna varp, slagg, vaskmull och lakrest. Den typ av avfall som helt dominerat i området var fyndig och ofyndig varp. Den totala mängden

gruvavfall inom gruvområdet och Hyttan uppskattades till 47 930 m³ varav 40 570 m³ varp, ca 240 m³ lakrest, 1000 m³ vaskmull och 6120 m³ slagg. Varpen var främst lokaliserad till Käringryggen eller Holländarefältet samt på Tjursbosjöns strandområde och i själva sjön. Slagg förekom vid stranden, uppe på Käringryggen samt vid Hyttan invid Torsfallsån. Områdena med lakrest och vaskmull fanns endast i strandzonen. Områdena med lakrest och vaskmull förutspåddes vid huvudstudien vara begränsade till ytan och ha en mäktighet på mindre än en meter. Delar av lakresten bedömdes ligga begravd under varpen och i sjön. Även vaskmull fanns i sjön.

Den relativt stora mängden avfall inom gruvfälten har genererat stora utsläpp av metaller, främst koppar och kobolt, till det nedströms liggande sjösystemet genom oxidation och vittring av sulfider samt vattentillförsel som lakade ut

vittringsprodukterna, främst koppar och kobolt, till det nedströms liggande sjösystemet. Framför allt påverkades den närliggande recipienten Tjursbosjön, men även i de närmast följande sjöarna nedströms i sjösystemet, Ekenässjön och Kyrksjön. Viss spridning hindrades av sorption och fastläggningsmekanismer inom området tillsammans med bildning av sekundära mineral samt av att gruvan fungerar som en sedimentationsbassäng. Stora mängder metaller har anrikats i sedimenten i sjösystemet men framför allt i Tjursbosjön, som fungerade som en metallfälla genom en betydande fastläggning. De beräkningar som genomförts visade att i storleksordningen 75-80 % av de metaller som lämnade gruvområdet fastlades här. Som en följd av detta var föroreningsmängden i sedimenten mycket stor. Ca 1,1 ton arsenik, 16,8 ton kobolt, 86,9 ton koppar och 10,8 ton bly återfanns vid gjorda undersökningar i den översta halvmeteren av sjöns bottensediment. Fastläggning riskerar att upphöra dels på grund av en sanering som minskar metallhalterna i vattnet och därmed påskyndar frigörelsen från sedimenten till vattnet men också dels om försurningen ökar.

Utsläppen fortgick trots att verksamheten legat nere i mer än hundra år. Beräkningar visade att de upplagrade mängderna på land av koppar och kobolt skulle ha räckt i 1500 år med den urlakningshastighet som rådde innan saneringen. Gruvområdet var en av Kalmar läns största källtermer för utsläpp av tungmetaller till vatten och bidrog till den regionala metallbelastningen av kustområdet och Östersjön.

Undersökningarna av Hyttan visade att halterna av kobolt och koppar i Torsfallsån generellt låg klart över de naturliga bakgrundsvärden som Naturvårdsverket anger för bäckar och åar i södra Sverige. Mätningarna indikerade en frigörelse på

cirka 0,1 kg arsenik, 13,3 kg koppar, 6,2 kg kobolt och 0,1 kg bly per år. Beräkningarna av de transporterade mängderna uppströms och nedströms slaggupplaget indikerade inte något påslag av metaller förutom vid nederbörd då metallerna verkade sköljas ur upplaget och hamna i ån. Mängderna uppströms låg annars på samma nivå som mängderna nedströms. En viss spridning verkade ske till det lokala grundvattnet, där höga halter av bland annat kobolt, koppar och zink uppmätts. Dock bedömdes slaggen i Hyttan utgöra en ekotoxikologisk risk för flora och markfauna och det avgjorde beslutet att även sanera slaggen vid Hyttan. Om inga åtgärder vidtagits skulle effekterna successivt ha spridits allt längre ned i recipientsystemet efterhand som fastläggningsmekanismer i sedimenten mätades.

Gjord riskbedömningen visade att gruvan och avfallen innebar risker både ur human- och ekotoxikologisk synvinkel. För människor och djur utgjorde framförallt intag av, men även hudkontakt med, lakrest och vaskmull störst risk på grund av deras innehåll av arsenik.

Slaggen, och framförallt den vid Hyttan utgjorde ingen humantoxikologisk risk. Tungmetallhalterna var dock så pass höga generellt att avfallen utgjorde ekotoxikologiska risker. Arsenik, koppar, kobolt, bly och även zink för slaggen var dimensionerande för de ekotoxikologiska effekterna.

De flesta föroreningsämnen riskerar dock att påverka marken och sedimenten i sjön vilket i sin tur påverkar levande organismer genom ändrade levnadsförhållanden.

Uppenbara ekotoxikologiska effekter märktes i Tjursbosjön och dess sediment som till exempel fattiga växt- och djurplanktonsamhällen samt artfattig fisk- och bottenfauna.

2. Projektets mål, indikatorer och operativa kriterier

Författare Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

2.1 Nationella och regionala miljömål

De målsättningar som Sverige har för miljön är sammanfattade i 16 miljömål. Under dessa finns ett antal delmål som är preciseringar och förtydliganden av miljömålen. Målen sammanfattas i tabell 2.1.

2.2 Funktionskrav och andra mål

Utifrån de nationella miljömålen har sedan varje länsstyrelse tagit fram regionala miljömål som är anpassade till de regionala förutsättningarna. Länsstyrelsen i Kalmar län har dessutom formulerat länsegna mål, dessa är inte en anpassning av de nationella delmålen utan bidrar till att uppnå de nationella miljömålen på andra sätt. De senaste regionala miljömålen i Kalmar län är antagna i juni 2008. Även Västerviks kommun har satt upp egna miljömål i sin miljöstrategi från 2000. Som beställarvillkor under entreprenaden sattes att kopparhalten i Tjursbosjön inte fick i ytvatten överskrida 100 µg/l innanför skärm samt 85 µg/l i Tjursbosjöns mitt. Om något av dessa värden överskreds skulle kalkning påbörjas. Högsta tillåtna turbiditetsvärde (stoppvärde) i Tjursbosjön var 10 NTU utanför skärm samt ett larmvärde på 7 NTU alldeles utanför skärm. Turbiditeten nedströms arbetsområdet i Torsfallsån fick inte som stoppvärde överskrida 10 NTU jämfört med en kontrollpunkt uppströms arbetsområdet. Motsvarande larmvärde var 7 NTU.

Först efter att mark- och miljödomstolens (dåvarande miljödomstolen, i denna rapport kallad mark- och miljödomstolen) tillståndet meddelats (1 juni 2010) och de arkeologiska undersökningarna slutförts kunde en inventering av mängden finkornig varp och rostmaterial utföras inom gruvområdet. Vid denna inventering och undersökningar konstaterades att mängden finkornig varp och rostmaterial

var ganska stor samt att den initiala urlakningen av tungmetaller var kraftig. Urlakningen minskade betydligt vid tillsats av kalk. Detta ledde till ett kompletterande funktionskrav till entreprenaden för att säkerställa att halterna av koppar i Tjursbosjön inte ökade på ett oönskat sätt. Funktionskravet innebar att gruvavfallet skulle sorteras i två fraktioner; mindre än 50 mm och större än 50 mm. Det finkorniga gruvavfallet skulle sedan kalkas och säckas innan utläggning i sjön. Denna ändrade hantering anmäldes till Länsstyrelsen i Kalmar i februari 2011 se kapitel 7.

Vid saneringen skulle allt avfall avlägsnas från sina ursprungliga platser inom arbetsområdena vid gruvfälten, stranden och Hyttan. Vad detta innebar diskuterades och bestämdes vid ett fältbesök i början av entreprenaden. Vid detta möte deltog förutom entreprenören med maskinister och dagkontrollater även funktionen projektstöd geokemi. Det beslutades att ett tunt lager varp på markytan var acceptabelt och rent praktiskt möjligt att åstadkomma.

Under hela saneringsentreprenaden var ett mål, förutom saneringen, även att få markägarna nöjda med genomförda arbeten. I slutfasen av saneringen kontaktades därför samtliga markägare med en önskan om att de skulle underteckna så kallade nöjdhetsförklaringar där de godkände genomförda återställningsarbeten och inte skulle komma tillbaka med några krav mot kommunen. Samtliga direkt berörda fastighetsägare accepterade genomförda arbeten och undertecknade nöjdhetsförklaringarna.

2.3 Åtgärdskrav

För sanering av mark beslutades det att åtgärdsålet skulle vara, att inga kvarlämnade massor fick innehålla högre arsenikhalt än 37 mg/kg TS.

Nationella miljömål	Regionalt mål för Kalmar län	Lokalt för Västerviks kommun	Berör verksamheten
<p>Giftfri miljö</p> <p>Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrundsniivåerna. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.</p>	<p>Samtliga förorenade områden som innebär akuta risker vid direkt exponering och sådana förorenade områden som i dag, eller inom en nära framtid, hotar betydelsefulla vattentäkter eller värdefulla naturområden ska vara utredda år 2010.</p>	<p>Ett led i strävan efter en giftfri miljö är enligt Västerviks kommuns miljöstrategi från 2000 att sanera förorenade områden.</p>	<p>Berör hela projektet genom att projektet syftar till att minska utläckaget av metaller. Därmed förbättras livsbetingelserna för akvatiska organismer i Tjursbosjön</p>
<p>Levande sjöar och vattendrag</p> <p>Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras. Naturlig produktionsförmåga, biologisk mångfald, kulturmiljö värden samt landskapets ekologiska och vattenhushållande funktion ska bevaras, samtidigt som förutsättningar för friluftsliv värnas. Inriktningen är att miljö kvalitetsmålet ska nås inom en generation.</p>	<p>Grundvattnet ska bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag. År 2015 uppvisar Kalmar läns sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten god status enligt vattenförvaltningsförordningen och EG:s ramdirektiv för vatten. <i>Länseget mål</i></p>	<p>Efter år 2020 ska det ej i av människan påverkade sjöar och vattendrag (recipienter) finnas döda bottenar (syrgashalt <2 mg/l). Sjöarna i kommunen ska ha badvatten av godtagbar kvalitet</p>	<p>Berör hela projektet genom att projektet syftar till att minska utläckaget av metaller. Där med förbättras livsbetingelserna för akvatiska organismer i Tjursbosjön</p>
<p>Myllrande våtmarker</p> <p>Våtmarkernas ekologiska och vattenhushållande funktion i landskapet ska bibehållas och värdefulla våtmarker bevaras för framtiden.</p>	<p>Inget regionalt mål som direkt berör projektet.</p>	<p>Inget lokalt mål som direkt berör projektet.</p>	<p>Berörs till viss del genom att delar av sjöarnas stränder kan karaktäriseras som våtmarker (t.ex. Ekenässjön).</p>
<p>Ett rikt växt- och djurliv</p> <p>Den biologiska mångfalden ska bevaras och nyttjas på ett hållbart sätt, för nuvarande och framtida generationer. Arternas livsmiljöer och ekosystemen samt deras funktioner och processer ska värnas.</p>	<p>Senast år 2010 skall förlusten av biologisk mångfald inom Kalmar län vara hejdad. Regionaliserat mål</p>	<p>Inget lokalt mål som direkt berör projektet.</p>	<p>Berör hela projektet genom att åtgärderna syftar till att förbättra livsbetingelserna för akvatiska organismer i Tjursbosjön.</p>

Tabell 2.1. Sammanfattning av de nationella, regionala och lokala miljömålen som berör projekt Gladhammars gruvor.



Bild 2.1. Detta var en acceptabel nivå på saneringen. Foto: Ulrika Palmér Nilsson EMPIRIKON Konsult AB



Bild 2.2. Ofta såg dock saneringsnivån på Sohlbergsfältet ut som på denna bild. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

De övergripande åtgärds målen för projekt Gladhammars gruvor är att:

1. Människors fysiska hälsa inte skall påverkas.
2. Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall elimineras på sikt.
3. Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt.
4. Effekterna på bottenlevande organismer i Tjursbosjön skall minska.

Som mätbara åtgärds mål, efter saneringen skall spridningen från gruvområdet till Tjursbosjön minska med minst 90 %, liksom spridningen från Tjursbosjön till vattensystemet nedströms och att kopparhalterna i Tjursbosjön på längre sikt inte skall överstiga 4 µg/l.

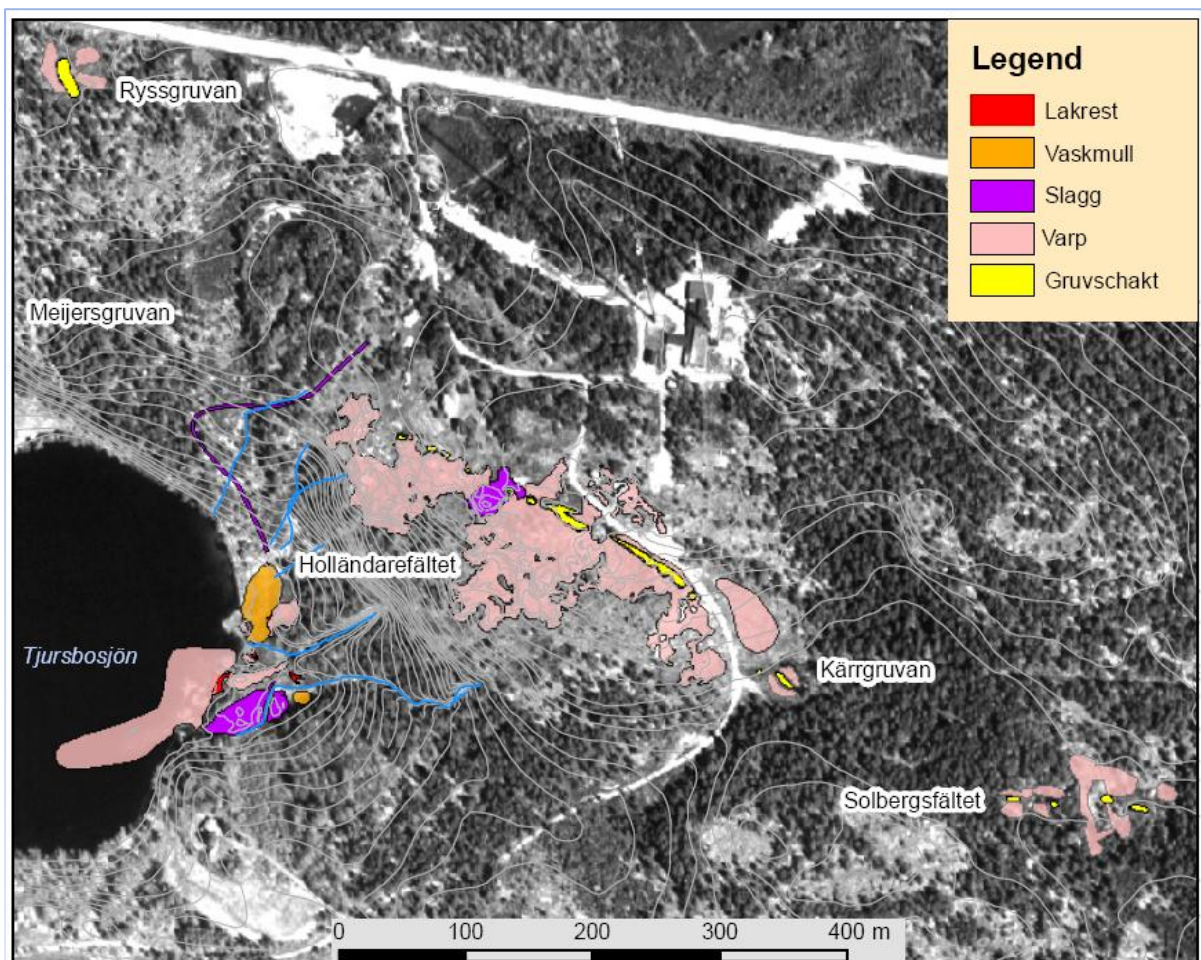
2.4 Riskbedömning

De skyddsobjekt som finns i området runt Gladhammars gruvor och Tjursbosjön samt i systemet nedströms är människor som permanent bor i eller tillfälligt besöker områdena, miljön runt gruvområdena, i Tjursbosjön och nedströms dessa. Den slutliga recipienten för föroreningarna är Östersjön. Den i huvudstudien gjorda riskbedömning visade att gruvan och avfallen innebär risker både ur humantoxikologisk och ur ekotoxikologisk synvinkel. För människor och djur utgjorde framförallt intag av men även hudkontakt med lakrest och vaskmull en risk då dessa

avfall innehåller höga arsenikhalter. Slaggen, och framförallt den vid Hyttan utgjorde ingen humantoxikologisk risk. Halterna var dock så pass höga generellt att avfallen utgjorde ekotoxikologiska risker. Arsenik, koppar, kobolt, bly och även zink för slaggen, var dimensionerande för de ekotoxikologiska effekterna.

Trots relativt höga halter i sedimenten bedömdes ingen humantoxikologisk risk föreligga då det bedömdes som osannolikt med långtidsintag eller intag av så stora mängder som krävdes. Detsamma gällde för intag av sjövattnen. Någon damningsrisk förekom inte från avfallen där de låg. Upptaget i svamp och bär var inte så stor att detta bedömdes innebära någon humantoxikologisk risk vid intag av svamp eller bär vid något enstaka tillfälle. De flesta föroreningselement riskerar dock att påverka marken och sedimenten i sjön vilket i sin tur påverkar levande organismer genom ändrade levnadsförhållanden.

Uppenbara ekotoxikologiska effekter fanns i Tjursbosjön och dess sediment som till exempel fattiga växt- och djurplanktonsamhällen samt artfattig fisk – och bottenfauna. Bottenfauna uppvisade tydliga metallskador (skador på mundelar). Om ingen sanering kommit till stånd hade det inte varit osannolikt att även de nedströms belägna sjöarna kommit att uppvisa liknande störningar som Tjursbosjön.



Karta 2.1. Ungefärlig avgränsning av områden med avfall, så som det var känt vid tiden för tillståndsansökan. Copyright Lantmäteriet 2000-05-08. Ur SverigeBilden™.

Sammantaget bedömdes Holländarefältet utgöra en risk. Även det närliggande Sohlbergfältet och slaggområdet vid Torsfallsån samt områden nere vid Tjursbosjöns strand bedömdes utgöra risker och klassades tillsammans som riskklass 1 enligt MIFO-modellen. Syftet för den riskreduktion som ansågs krävas av dessa områden var att minska direktexponeringsriskerna, reducera källtermerna och/eller reducera spridningen till Tjursbosjön och nedströms liggande system. De mindre skärpningarna, Meijersgruvan, Ryssgruvan och skärpningarna öster om Sohlbergfältet utgör inga eller mindre risker, då spridningen från dessa områden är liten. Tjursbosjön i sig är helt klart en risk. Sjön är idag skadad och kraftigt påverkad. Läckaget från gruvan anses även behöva reduceras eftersom läckaget genom

stollgången står för en stor del av det totala läckaget till Tjursbosjön.

2.5 Kommunens beslut för val av åtgärdsriktning

I åtgärdsutredningen utreddes åtgärder för fem åtgärdsnivåer, med successivt ökande ambitionsnivå. Det konstaterades att förvaringslösningen var den ända tänkbara om avfallen skulle omhändertas. Detta berodde på att utvinning inte var möjlig på grund av för hög vismuthalt, inte heller är jordtvätt en realistisk lösning för gruvavfall.

Vid utvärderingen av de olika åtgärdsalternativen var en viktig fråga hur åtgärderna på bästa sätt skulle kunna ta hänsyn till områdets kulturhistoriska värde utan att tumma för mycket på den eftersträlvade riskreduktionen ur miljösynpunkt. De största kulturhistoriska värdena återfanns i de centrala delarna av

gruvområdet (det s.k. Holländarefältet) med gruvschakt och varphögar och sammanföll med de mest betydande källorna till förorenings-spridning.

Åtgärdsnivåerna var:

1. Införande av administrativa styrmedel, information och instängsling för att begränsa tillgängligheten och områdets utnyttjande. Därmed elimineras/reduceras risken för människors hälsa, men inga förbättringar erhålls för miljön. Dessa åtgärder finns också med som en delåtgärd i alla övriga åtgärdsförslag där avfallen inte tas bort.
2. Etablering av en reningsanläggning vid Tjursbosjöns utlopp. Med en sådan åtgärd bör den fortsatta spridningen till nedströmssystemet kunna begränsas så att vidare spridning av effekterna kan stoppas. Miljön i Tjursbosjön offras däremot.
3. Reducera spridningen från gruvområdet. Dessa åtgärder kan antingen innebära uppgrävning och deponering av allt avfall på land avfall i en lokal deponi samt pluggning av gruvschakt m.m. eller uppgrävning och borttransport av avfallet vid Tjursbosjöns strand till en extern deponi kombinerat med uppsamling och behandling av gruvvatten och lakvatten från Holländarefältet.
4. Åtgärdsnivå 3 kompletteras med omhändertagande av avfall under vatten och muddring av de förorenade sedimenten i Gruvviken, där de högsta föroreningshalterna finns.
5. Åtgärdsnivå 4 kompletteras med muddring av hela Tjursbosjön.

Den åtgärdsnivå som valdes var åtgärdsnivå 4, vilket kom att innebära bortschaktning av allt gruvavfall inom Holländarefältet, Sohlbergsfältet och stranden samt att vid Hyttan schakta bort stora delar av den slagg som fanns där. stollgången skulle även gjutas igen med en betongplugg utan armering, där dess bärande funktion tillgodosågs av valvverkan. I samband med tillståndsansökan avsågs även

gruvschakten att gjutas igen. Detta förhindrades av kulturhistoriska och geologiska skäl då gruvöppningarna ses som en stor och betydande del i områdets kulturhistoriska värde samtidigt som de öppna gruvschakten kan användas till framtida mineralogiska och geologiska studier. Åtgärdsnivåerna med att samla upp och behandla förorenat vatten hade fördelarna att dessa kunde utformas på så sätt att ingreppen i kulturmiljön blev liten, men dessa skulle innebära ett betydligt större behov av framtida drift- och underhåll. Detta skulle också innebära svårighet med finansieringen framtiden då statliga bidrag inte är avsedda för denna typ av åtgärd. Utöver detta innebär dessa lösningar även att ett stycke miljö offrades, då avfallet skulle lämnas kvar och påverka växter, djur och människor på platsen. När det gäller omhändertagning av avfallen bedömdes deponering på land som ett dyrare alternativ än att lägga avfallet i Tjursbosjön. Att muddra sediment i Tjursbosjön alternativt i Gruvviken ansågs vara ett för kostsamt alternativ, som därför sköts på framtiden i den händelse att uppsatta åtgärdsnivåer uppnås med enbart omhändertagande av gruvavfallet på land. En risk med att inte muddra sedimenten är att dessa börjar läcka metaller. Läckaget kommer dock inte att bli så stort som läckaget från gruvan och ingen kunskap finns om och när ett läckage av metaller kommer att ske. Detta bidrog också till beslutet att inte muddra sedimentet i detta skede.

En utvärdering om åtgärds målen har uppnåtts föreslås ske efter 32 år (fyra gånger den teoretiska omsättningstiden för Tjursbosjön). Därefter kan muddring av Gruvviken eller hela Tjursbosjön ske om så bedöms lämpligt.

2.6 Efterbehandlingsåtgärder

Åtgärdsförslaget efter huvudstudien byggde på en kombination av flera olika åtgärder och kan i korthet beskrivas enligt nedan:

1. Stollgången tätas med en massiv betongplugg enligt tidigare förslag. Vid tätningen borrar och sprängs

tunnelmynningen fri från löst berg. Efter tätning åtgärdas bergsslänten med ett naturligt fyllnadsmaterial. Tätning av stollgången bör tidsmässigt ske samordnat med eventuell fyllning av varp i gruvan så att inte överskottsvatten för rening onödigtvis uppkommer.

2. Täckning av gruvhål genom användning av varp och slagg från gruvområdet och den närliggande Hyttan i syftet att förenkla täckningsarbetet över schakten. Arbetena kan innebära att en förbehandling, t ex krossning, av varp/slagg behöver ske. I första hand tillämpas metoden på de gruvschakt som ur teknisk synpunkt är svåra att täcka med en beständig självbärande betongkonstruktion. Övriga gruvschakt där fyllning ej sker täcks med självbärande konstruktioner.
3. Överbliven varp transporteras till Gruvviken för nedpressning i de lösa bottensedimenten. Eventuell övertäckning krävs. Alternativt kombineras detta med en deponi över de återfyllda gruvschakten.
4. Gruvavfall vid stranden; Strandnära varp läggs ut i sjön och pressas ner i de löst lagrade sedimenten. Lakrest/vaskmull kan transporteras till extern deponi med gällande tillstånd (Västerviks kommuns anläggning vid Målserum eller annan anläggning med tillstånd).
5. Vid gruvöppningarna runt Knutsschaktet kan eventuellt igengjutning ske på en lägre nivå för att kunna visa kulturhistoriska värden från äldre brytning. Avledning av tillrinnande vatten krävs dock.
6. Muddring och omhändertagande av muddermassor.

De saneringsåtgärder som valdes utifrån huvudstudien, kostnad och mark- och miljödomstolens tillstånd var:

- Pluggning av stollgången med en massiv betongplugg. Åtgärden medför en höjning av grundvattenytan som i sin tur minskar den avsänkningstratt

som dräneringen genom gruvan åstadkommer. Därmed minskar vattenflödet genom gruvan och läckaget av metaller från denna begränsas i motsvarande utsträckning. Ytterligare en effekt är att delar av gruvan vattenmättas vilket på sikt ytterligare reducerar den oxidation och frigörelse av metaller som ägde rum i gruvan innan saneringen.

- Omhändertagande av varp och slagg inom gruvområdet och på stranden genom bortgrävning.
- Omhändertagande av varp och slagg vid Hyttan genom bortgrävning.
- Utläggning av omhändertagen gruvvarp och slagg i Gruvviken i Tjursbosjön Befintligt avfall i vatten schaktades ned till nivå under +48. Fyllningen utformades så att täckningen i sin helhet kom att ligga under vattenytan. Placeringen under vatten innebär att fortsatt vittring och oxidation starkt begränsas eftersom syretillgången kraftigt reduceras, samtidigt som gradienterna vilka driver strömningen av grundvatten genom avfallet blir små, vilket även reducerar lakvattenbildningen. Skärm monterades vid arbetsområdesgräns i änden av Gruvviken samt i viken mot Smedjemåla för att minimera spridningen av suspenderade bottensediment i samband med att utläggningen utfördes.
- Omhändertagande av lakrest och vaskmull vid Tjursbosjöns strand genomfördes genom uppgrävning och borttransport till externt omhändertagande. Grävning i direkt kontakt med Tjursbosjöns vattenområde genomfördes innanför vall av kvarlämnad strand. Vattenmättade avfallsmassor mellanlagrares vid stranden för avvattning genom självdränering innan det transporteras till mottagaren. Bortdränerat vatten fick avrinna diffust till Tjursbosjön.

Totalt beräknades ett omhändertagande av 60 400 ton gruvavfall och utfallet blev ca 70 300 ton.

Igångjutning av gruvschakten och utläggning av all varp och slagg i Gruvviken var inte möjlig sedan mark- och miljödomstolen tagit fasta på SGU:s och Naturhistoriska Riksmussets syn att varp från området borde undantas från sanering och sparas på plats samt att det borde

finnas möjlighet att studera berget i fast klyft. Detta då Gladhammars gruvområde är typlokal för tre bly-vismut mineraler; Gladit, Hammarit och Lindströmit.

På grund av den stora ekonomiska kostnaden att muddra Gruvviken beslutades det att denna åtgärd skulle ske i ett senare skede, om det bedömdes nödvändigt för att uppnå uppsatta mål.

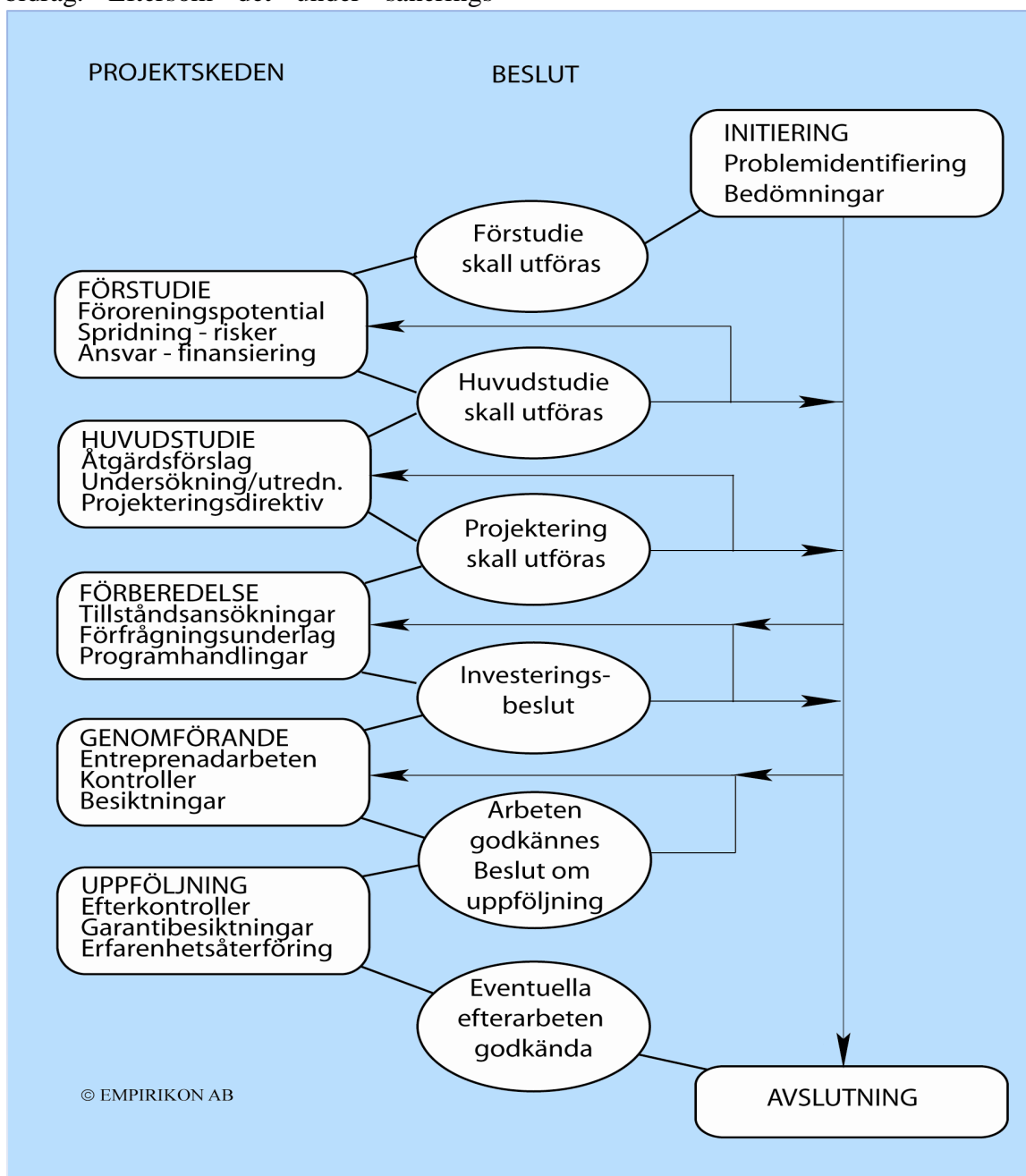
3. Projektprocessen

Författare Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

3.1 Inledning

Projektet drevs av Västerviks kommun som huvudman och finansierades av Västerviks kommun (egeninsats på 3 MSEK) och statliga medel från Naturvårdsverket genom Länsstyrelsen i Kalmar län. Naturvårdsverket beslutade 2007 om 47 MSEK kronor i statliga bidrag. Eftersom det under sanerings-

entreprenaden påträffades mer lakrest och vaskmull än vad som antagits från början så steg kostnaden för entreprenaden och kommunen tvingades att ansöka om tilläggsanslag två gånger. Totalt uppgick bidragsdelen till 55,8 MSEK



Figur 3.1. Schematisk beskrivning av projektprocessen, EMPIRIKON AB

Projekt Gladhammars gruvor har bedrivits med Naturvårdsverkets kvalitetsmanual som utgångspunkt. Arbetet har delats in i projektskedena Initiering, Förstudie, Huvudstudie, Förberedelser och Genomförande. Uppföljning pågår och kommer enligt planerna att avslutas först 2044. Detta då systemet runt gruvan är trögt och omsättningstiden för Tjursbosjön är ca 8 år.

3.2 Initiering

LEGENDEN SOM BLEV SANN



Foto: Roland Enefalk

En höstdag i oktober 1990 besöktes gruvorna av representanter från Länsstyrelsen i Kalmar län. I utflödet från gruvorna låg en rådjurskalle som var alldeles grön av koppar. Funderingarna på vad vattnet innehöll ledde till att ett vattenprov togs. Eftersom inga provtagningsflaskor fanns användes en väl ursköljd termos för provtagning. Väl tillbaka i Kalmar tömdes vattnet över i provtagningsflaskor och sändes för analys. Misstankarna om ett högt kopparinnehåll i vattnet besannades.

Att Tjursbosjön varit påverkad av framförallt koppar har varit känt i flera år, åtminstone sedan 1985. 1990 när gruvavfall kom med på Naturvårdsverkets lista för efterbehandling kom Gladhammars gruvor att införas i databasen med riskklass 1. Åren runt 1990 gjordes ett flertal undersökningar och inventeringar av området nedströms gruvorna. 1993 redovisade Länsstyrelsen i Kalmar län Gladhammars gruvor som en av länets sex prioriterade objekt.

3.3 Ansvarsutredningar

Under 2005, i slutfasen av huvudstudieskedet, upprättades en första ansvarsutredning av Magnus Thörnqvist, dåvarande jurist på Länsstyrelsen i Kalmar län. Utredningen kompletterades senare av advokat Mikael Hägglöf, Fröberg & Lundholm Advokatbyrå AB. Utredningarna kom fram till att gruvverksamhet har bedrivits vid Gladhammars gruvor i olika perioder från början av 1500-talet och fram till 1892. För att en verksamhetsutövare skall vara ansvarig för en förorening skall den miljöfarliga verksamheten varit pågående efter den 30 juni 1969 och verkningarna av verksamheten alltjämt pågått vid tiden för miljöbalkens ikraftträdande. Den enda verksamhetsutövare som varit verksam efter 30 juni 1969 är Boliden Mineral AB men deras verksamhet, med provborringar och provtagningar av hållar och varp i Sohlbergsfältet, har inte varit av den karaktären eller i den omfattningen att den kan medföra något ansvar.

Om det inte finns någon verksamhetsutövare som kan utföra eller bekosta efterbehandlingen är fastighetsägaren ansvarig om denna förvärvat fastigheten efter 1 januari 1999 och vid förvärvet känt till föroreningen eller borde ha upptäckt den. Om förvärvet avser en privatbostadsfastighet enligt 1 kap 5 § kommunalskattelagen ansvarar enbart en förvärvare som känt till föroreningen. Utöver detta är fastighetsägarna verksamhetsutövare med efterbehandlingsansvar i de så kallade förvaringsfallen. Detta skulle kunna vara aktuellt i detta fall då de upplag av gruvavfall som finns inom området är att betrakta som pågående miljöfarlig verksamhet det vill säga förvaringsfall. Detta ansvar begränsas till den egna fastigheten och kan bara komma i fråga om inte det finns någon annan verksamhetsutövare som på annan grund kan göras ansvariga för efterbehandling.

Eftersom mer än 100 år förflutit sedan upplagen kom till och därmed närmast får betraktas som en del av naturen i området och fastighetsägarna inte bedrivit eller

bedriver verksamhet med anknytning till gruvverksamhet, fastighetsägarna har inte heller på annat sätt påverkat föroreningarna samt de betydande kostnaderna för en sanering gör det oskäligt att utkräva fastighetsägaren eller tidigare fastighetsägare efterbehandlingsansvar.

En av fastigheterna (Mörghult 1:5) förvärvades 1 januari 1963. Sedan dess har ett flertal fastighetsregleringar av fastigheten skett. Den senaste 7 januari 2005 då marken inom den dåvarande Torsfall 3:1 reglerades in i Mörghult 1:5. Delar av den mark som då reglerades in i Mörghult 1:5 är förorenad och/eller täckt av gruvavfall/slagg. Det kan förutsättas att de definitioner som används i Miljöbalken överensstämmer med jordabalkens definitioner där det med förvärv av fastighet avses köp, byte eller gåva och med fastighet jord som avgränsats horisontellt och/eller vertikalt. Därmed är fastighetsregleringen, enligt Hägglöf, en offentligrättslig åtgärd (inte ett förvärv) varigenom mark (inte en fastighet) överförs. Resonemanget har inte prövats med utgångspunkt från miljö rätt, men Hägglöf gör dock bedömningen att, om ansvar finns så bör jämkas till noll med tanke på föroreningarnas ålder och fastighetsägarens ekonomiska situation.

I ansvarsutredningen av M Hägglöf framkommer att ingen av fastighetsägarna bedöms göra en sådan obehörig vinst att ersättningskyldighet för värdeökning enligt 10 kap 5 § miljöbalken kan aktualiseras. Det kan heller inte antas att fastighetsägarna kommer att få sådan nytta av genomförda utredningar att ersättning enligt 10 kap 8 § miljöbalken skall utgå.

Båda ansvarsutredningarna kommer därmed till slutsatsen att det inte finns någon ansvarig verksamhetsutövare samt att det måste anses orimligt att utkräva ansvar för skyddsåtgärder från fastighetsägarna.

3.4 Förstudie

Länsstyrelsen i Kalmar län lät under 2000 utföra en förstudie som finansierades genom Naturvårdsverkets inventerings-

medel. Ansvariga för denna var Eco-Chemica-miljöutredningar och Envipro Miljöteknik AB. Förstudien visade på tydliga spår av metaller i det akvatiska ekosystemet, både i Tjursbosjön och även i nedströms liggande sjöar. Översiktliga beräkningar gjordes på utgående halter från stollgången, metallhalter i sediment i Tjursosjön, Ekenässjön och Kyrksjön. Påverkan i de två förstnämnda sjöarna visade sig vara mycket stor. Förstudiens undersökningar placerades Gladhammars gruvfält preliminärt i riskklass 1, enligt MIFO. Detta motiverades av både föroreningsnivåer och genom att spridningsförutsättningarna var mycket stora. Skyddsvärdet bedömdes högt med hänsyn till de nedströms liggande sjöarna. Det konstaterades att åtgärdes som borde övervägas var att begränsa pågående utsläpp och en sedimentsanering i Tjursbosjön samt eventuellt i Ekenässjön. Kostnaderna bedömdes då vara 50-100 MSEK för en efterbehandling av gruvområdet samt totalt 350-400 MSEK om sedimentsanering även skulle genomföras. Underlag saknades dock för att göra en säker bedömning av vilken effekt som kunde uppnås med de olika åtgärderna samt vilka kostnader som var förknippade med åtgärderna. Därför gavs förslag till fortsatta undersökningar.

3.5 Utökad Förstudie

Då förstudien enbart grundade sig på ett sparsamt dataunderlag och Naturvårdsverket hade formaliserat hur efterbehandlingsprojektet skulle bedrivas och vad som skulle ingå i de olika delarna genomfördes en fördjupad förstudie i samarbete mellan Västerviks kommun och Envipro Miljöteknik AB med medel från Länsstyrelsen i Kalmar Län. Den fördjupade förstudien genomfördes i november 2001 fram till november 2002. Västerviks kommun tog på sig ansvaret för att genomföra den utökade förstudien genom ett beslut i Kommunstyrelsen den 3 december 2001 (Ks § 311, dnr 2001.604). I undersökning ingick bl.a. provtagning av yt- och grundvatten samt provtagning av de olika typerna

avgruvavfall, med inriktning på de dominerande elementen arsenik, koppar, kobolt, zink och bly. Undersökningarna visade på en hög föroreningsnivå av framförallt koppar och arsenik i mark, sediment, grundvatten och ytvatten samt att föroreningarna spred sig nedströms. I undersökningarna utvärderades utbredningen av, risken med och halten av föroreningar. Förstudien presenterade även förslag till möjliga åtgärder och rekommenderade att en huvudstudie skulle genomföras i enlighet med Naturvårdsverkets kvalitetsmanual. Ett undersökningsprogram för huvudstudiens delar redovisades i ett beslutsunderlag tillsammans i förstudierapporten.

3.6 Huvudstudie

Den 10 april 2003 beslutade Kommunstyrelsen (Ks § 154, dnr 2001.604) att acceptera bidragsvillkoren och genomföra en huvudstudie. Denna genomfördes av Västerviks kommun under perioden maj 2003 till maj 2005 enligt Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden. Projektet drevs redan från huvudstudiens början av en politisk styrgrupp, som i stort sätt behöll sin bemanning fram tills projektets slut.

I projektgruppen fanns många olika kunskapsområden representerade med olika erfarenheter. Detta bidrog till att gruppen kunde dra lärdom av varandra och alla kunde bidra till att höja kompetensen i projektet. Den goda stämningen och att alla delade med sig av sina unika kunskaper underlättade och bidrog till konkreta och bra resultat.

Alla projektmöten under huvudstudien hölls i Västervik, vilket innebar att Länsstyrelsens representanter samt projektstöd geoteknik fick resa, flertalet av deltagarna var dock från Västervik. Fördelen var att vara nära projektet med möjlighet till besök om så behövdes.

Undersökningarna på mark, sediment, yt- och grundvatten visade som tidigare på betydande förorening inom gruvområdet men även nedströms i sjösystemet. Fisk,

svamp och bär, även bottefauna undersöktes också. Utifrån resultaten gjordes bedömningen att risken vid intag av fisk var liten med avseende på kvicksilver, i övrigt bedömdes inte intag av undersökta biota utgöra någon risk. Bottenfaunasamhället i Tjursbosjön var kraftigt skadat, vilket visade sig som mycket lågt art- och individantal samt subletala effekter i form av skador på vissa mygglarvers mundelar, det vill säga typiska skador för miljöer som är kraftigt förorenade av tungmetaller.

Utredningsarbetet komplicerades till viss del av att tillgängligheten till området var begränsad på grund av fornminnesskyddet. Detta gjorde att grävning inte fick utföras utan tillstånd enligt kulturminneslagen. Utifrån det som kunde ses och det som noterades vid provborringar och utifrån den kunskap som fanns i projektgruppen om tidig gruvbrytning fanns ingen misstanke om att varpen skulle se ut på annat sätt i botten än på ytan. Tillstånd beviljades i mars 2002 för att plocka ca 50 kg att plocka varp och slagg för analyser. Vid provtagningen upptäcktes inte det finkorniga materialet under varpen. Av dessa anledningar söktes inte tillstånd för grävning och därmed upptäcktes inte den finkorniga varpen förrän vid de arkeologiska undersökningarna.

Inte fanns det heller anledning att misstänka att lakrest och vaskmull bitvis hade överlagrats av upp mot 2 m morän. Skrubborringen som gjordes under huvudstudien påvisade inte mer lakrest och vaskmull än den som syntes okulärt. Därför upptäcktes inte den mycket utspridda lakresten och vaskmullen förrän under saneringsentreprenaden.

En miljö- och hälsoriskbedömning genomfördes (av Envipro Miljöteknik AB, Rapport 2004:11) i syfte att belysa hela kedjan av processer från frigörelsen av föroreningar vid källan, de processer som sker i mark och vatten från källan på väg till skyddsobjekten samt effekterna och konsekvenserna.

I rapporten slås fast att gruvan och avfallen utgör risker både ur humantoxikologisk

och ur ekotoxikologisk synvinkel. För människor är största faran hudkontakt och intag av de arsenikhaltiga avfallen lakrest och vaskmull. Sedimenten, slaggen och varpen är ekotoxikologiska med avseende på arsenik, koppar, kobolt, bly och zink. Föroreningar spreds via nederbörd och grundvatten och med tanke på de stora föroreningsmängderna skulle denna spridning kunnat pågå under mycket lång tid. Sammantaget motiverade detta åtgärder och det bedömdes att den högsta prioriteten borde vara att reducera direktexponeringsriskerna för avfallet. Detta bedömdes enbart kunna ske genom att åtgärda samtliga avfall då de styrande exponeringsvägarna var framför allt ekotoxikologiska risker men även intag av jord. En stor del av det totala läckaget bedömdes komma från stollgången och behövde reduceras.

Flera potentiella skadehändelser, med ökade exponeringsrisker och väsentligt ökad spridning med påföljande miljörisker i recipient och nedströms vattenområden som följd t.ex. försurning och att sedimenten börjar fungera som en källa, identifierades

För att uppnå åtgärds målen avseende spridnings- och exponeringsreduktion föreslogs borttagning av avfallen och/eller reduktion av källtermerna innebärande bland annat reducerat utflöde från stollgången. Det ansågs även vara viktigt ur ekotoxikologisk synvinkel att ta bort de översta 30-40 cm av sedimenten i Tjursbosjön.

3.7 Förberedelser

Arbetet inom förberedelseskedet handlade om framtagande av material inför tillståndsansökan och förfrågningsunderlag. Miljöplan och miljökontrollprogram inför entreprenaden arbetades fram liksom beställarens arbetsmiljöplan.

Kommunstyrelsen beslutar den 10 november 2005 (Ks § 343, Dnr 2005.483) att lämna in en bidragsansökan avseende efterbehandling av Gladhammars gruvområde och Tjursbosjön till Länsstyrelsen i Kalmar län.

Under förberedelseskedet genomfördes den arkeologiska undersökningen som redovisas i kapitel 8. I arkeologernas schakt syntes det att en stor del av varpen var mycket finkornig. Det beslutades att denna varp skulle antingen kalkas och säckas eller köras till externt omhändertagande som konstruktionsmaterial vid en deponi. En anmälan enligt miljöbalken för ändrad hantering gjordes.

3.8 Entreprenadupphandling

Med utgångspunkt från framtaget huvudförslag annonserade Västerviks kommun ett underlag för entreprenadupphandling den 18 maj 2009. Den valda entreprenadformen var en totalentreprenad med inslag av utförandeansvar. Entreprenadformen hade ABT 06 som grund.

Tre anbud lämnades in: Peab, Kanonaden och NCC. Kanonaden återtog i tidigt skede sitt anbud varför två anbud var kvar att utvärdera. Vid genomgång av anbuden konstaterade kommunen att anbudssummorna i inkomna anbud översteg det belopp som kommunen beviljats av staten för genomförandet av entreprenaden med cirka 4 miljoner kronor. Västerviks kommun beslutade 6 november 2009 därför att avbryta upphandlingen med hänsyn till bristande finansiering.

Vid den tidpunkten pågick även projektets prövning i mark- och miljödomstolen och det var oklart om kommunens ansökan skulle beviljas fullt ut eller om miljödomen skulle medföra förändringar jämfört med utarbetat anbudsunderlag för entreprenaden.

Efter att den första entreprenadupphandlingen avbrutits påbörjades arbetet med att iordningställa ett nytt upphandlingsunderlag. Sweco Environment AB och Hifab AB fick i uppdrag att omarbeta tidigare förfrågningsunderlag i samråd med projektledningen. Arbetet utfördes under första halvåret 2010 i väntan på mark- och miljödomstolens dom. Parallellt med entreprenadupphandlingen genomfördes även en arkeologisk slut-



Bild 3.1. Arbeten med skrotning av löst sittande berg pågår i stollgången. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

undersökning av Gladhammars gruvfält, som är en fast fornlämning och ingår i ett riksintresse för kulturmiljön. Det starka skyddet för fornlämningar medförde att närmare undersökningar av områden med gruvavfall inte kunde genomföras innan den arkeologiska slutundersökningen var klar.

När domen meddelades den 1 juni blev det klart vilka förutsättningar som gällde för saneringen av gruvområdet. Att avstå från att krossa och fylla avfall i gruvan samt att överge igengjutningen av gruvschakten borde kunna innebära både ett enklare entreprenadgenomförande och en lägre entreprenadkostnad.

Entreprenaden var uppdelad i två separata delar, huvuddel 1, projektering och sedan huvuddel 2, utförandet, inklusive eventuell projektering som sker under entreprenaden. Betalningsplanen reglerade fasta priser samt reglerbara mängder upp till de nivåer som angavs som troliga i förfrågningsunderlaget. Reglerbara mängder, utöver de som ingick i betalningsplanen, samt ersättning för ändrings- och tillägsarbeten ersattes efter prestation.

För att kvalificera sig skulle anbudsgivarna uppfylla ett antal förutsättningar rörande bland annat ekonomiska förutsättningar, personella resurser och kunna visa på

tidigare genomförda relevanta arbeten. Vinnande anbud hade den anbudsgivare som uppfyllde alla ställda skall-krav samt hade lägsta priset.

Tilldelningsbeslut meddelades 14 oktober 2010, en dryg månad försenat, då NCC Construction Sverige AB Region Syd vann anbudsgivningen. Övriga anbudsgivare var Peab och Svevia.

Entreprenadkontrakt skrevs med NCC den 2 november 2010 och undertecknades på plats i Västerviks rådhus.

3.9 Genomförande

Efterbehandlingsentreprenaden, beskrivs utförligare i kapitel 9, genomfördes under tio månader, februari-december 2011. Arbetet var intensivt och ibland med besvärliga frågor att lösa och ställde krav på samtliga kunskapsområden inom projektet. Inom ramen för upphandlad totalentreprenad inleddes arbetena med projektering i december 2010.

Den största frågan för beställaren att besluta i kom att handla om pluggläget i stollgången. Två alternativ diskuterades, ett yttre och ett inre. Både lägena ansågs av entreprenören som godtagbara men det inre som något bättre med avseende på bergets sprickighet men var förknippad med en betydligt högre kostnad. Efter att beställaren begärt in en "second opinion"

beslutades det att det yttre pluggläget skulle väljas. Detta visade sig, under arbetenas gång och när pluggen väl var gjuten, vara ett val som kom att uppfylla kraven på pluggens täthet.

En stor överraskning för alla inblandade var stollgångens form. Innan arbetena påbörjades antogs utifrån vad som syntes och utifrån skriftliga källor att stollgången var ca 2 m hög och 1,5 m bred. När arbetena påbörjades upptäcktes det att i botten av stollgången fanns ett lager med slam och varp. Allt detta togs bort och stollgången blev ca 4 m hög i mynningen.

Kalkning och säckning av den finkorniga varpen visade sig bli en avsevärd kostnad då den finkorniga varpen utgjorde en stor del av den totala mängden.

Projektet mötte några svårigheter som beställaren och entreprenören gemensamt försökte lösa på bästa sätt. En av dessa svårigheter var entreprenörens strävan att sända finkornig varp och rostmaterial till Målserums avfallsanläggning som konstruktionsmaterial. Det visade sig att avfallet, som även proverna från huvudstudien visade, var ett farligt avfall med avseende på dess syrabildande förmåga. Lösningen på detta var att varpen skulle blandas med kalk innan det sändes i väg men detta skulle kräva provtagningar på kalkat avfall. Tiden rann ifrån entreprenören i denna fråga och beslut togs i början av oktober om att lägga ut all finkornig varp och rostmaterial i sjön.

En annan stor svårighet som kom att medföra stora kostnader var att kopparhalterna innanför skärm i Tjursbosjön steg över beställarvillkoret på 100 µg/liter vid två tillfällen. Projektet hade åtagit sig att kalka viken om beställarvillkoret överskreds. Kalkningen löstes genom att entreprenören i slutet av dagen spred ut kalk med bottentömmarna. Kalkning krävdes dock varje arbetsdag, efter första överskridandet, för att inte kopparhalten skulle öka igen.

3.10 Uppföljning och efterkontroll

Uppföljning kan inte beröras i denna rapport då efterkontrollen inte har slutförts.

Tjursbosjöns omsättningstid är 8 år och innan systemet har stabiliserat sig beräknas det ta fyra omsättningstider, 32 år. Efterkontrollen kommer alltså att pågå till år ca 2045.

3.11 Avslutning

Naturvårdsverket var på besök på arbetsplatsen i slutet av entreprenaden, i november 2011. För att de skulle få en uppfattning av vilka arbeten som genomfördes visade platschefen ett bildspel från entreprenaden.

Trots ökade mängder av framför allt finkornig varp samt lakrest och vaskmull som var de avfallsslag som krävde mest omfattande hantering avslutades entreprenaden inom tidsramen. Slutbesiktning ägde rum 6 december 2011, anmärkningarna bestod enbart i att en del handlingar saknades i slutredovisningen. De praktiska arbetena bedömdes som väl utförda.

Innan entreprenören var helt klar med återställningen och avetableringen genomfördes en gemensam syn med fastighetsägarna av området runt gruvan. Här hade fastighetsägarna möjlighet att komma med synpunkter på återställningen och beställaren försökte i möjligaste mån tillgodose dessa synpunkter. Vid Bruksbacken genomfördes de sista återställningsarbetena i nära samarbete med fastighetsägarna för att uppnå ett resultat som fastighetsägarna accepterade. Nöjdförklaringar från samtliga berörda fastighetsägare inhämtades.

Avslutningsvis kan sägas att det under hela projektet varit ett gott samarbete med Länsstyrelsen i Kalmar län. De har hela tiden stöttat projektet, hjälp till med olika frågeställningar och finansieringsbekymmer samt svarat snabbt på akuta frågor som uppstått. Även samarbetet med entreprenören fungerade mycket väl. Det var ett gott arbetsklimat i organisationen som gav bra diskussioner för att föra projektet framåt och fick det att fungera väl.

4. Projektledning

Författare Christer Ramström, EMPIRIKON Konsult AB

4.1 Projektuppdraget

Västerviks kommun ansökte redan 2005 efter genomförd huvudstudie om statliga bidrag för att genomföra kommunens andra efterbehandlingsprojekt vid Gladhammars gruvområde beläget ca 1,5 mil sydväst om Västervik. Efter lång väntetid, kompletteringar och ytterligare utredningar kom Naturvårdsverkets och länsstyrelsens besked om statligt stöd i januari 2008. Kommunen påbörjade då arbetet med att förbereda för en organisering och genomförande av en kommande efterbehandling av Gladhammars gruvområde.

Projektledningsuppdraget

Projektledningsarbetet har fortgått genom hela projekttiden, men med olika personer som projektledare och beställarombud. Utöver det direkta ledningsarbetet har projektledningen hanterat uppgifter som strategisk information, kalkylering, tidsplanering, finansieringsfrågor, dagkontroll, viss provtagning mm. Den viktigaste uppgiften för projektledningen har dock varit att driva processen framåt mot beslutade mål och se till att samspelet mellan projektets aktörer har fungerat på ett tillfredsställande sätt.

Strategisk ledning

Arbetet inleddes med en genomgång av tidigare genomförda utredningar. Efter analysen av projektets uppgift upprättades förslag till organisering. Efter avstämning med och godkännande av beställaren kopplades resurser till projektet genom såväl avtal med kommunen som med externa konsulter. Efterhand som projektet bemannades utarbetades och implementerades instruktioner för projektarbetets genomförande. Dessa instruktioner samlades i en projekthandbok som beskriver organisation, arbetssätt,

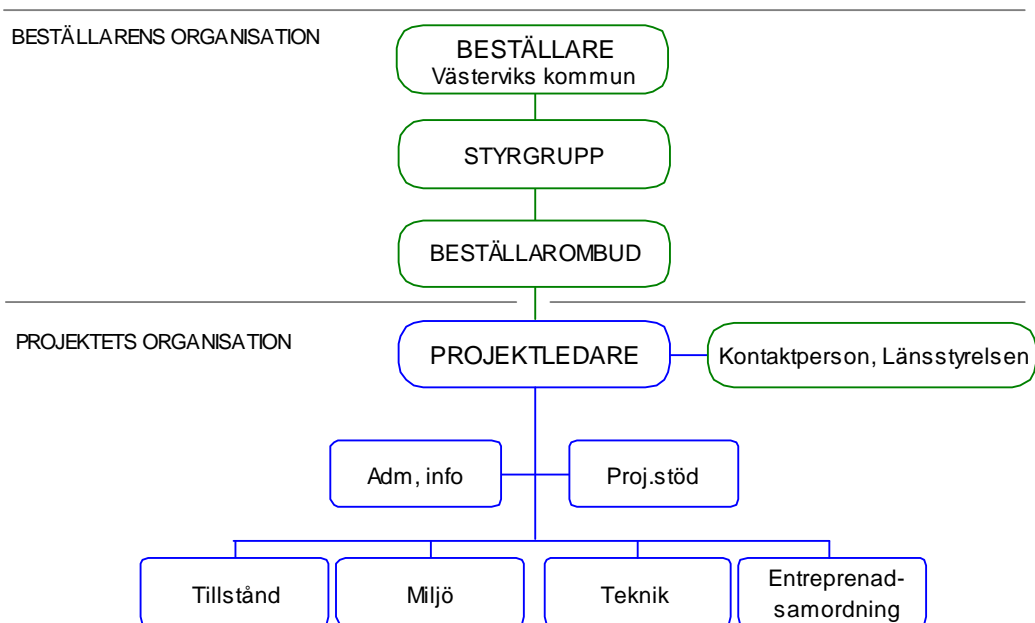
rutiner, beslutsordning, dokumentstyrning, kvalitetsstyrning, kalkyler och tidplaner.

Empirikons ledningsfilosofi kännetecknas av att projektet integreras i beställarens organisation, i detta fall Västerviks kommun, för att på så sätt dra nytta av redan etablerade rutiner och normer i kommunen, främst inom områden som beslutshandling, ekonomi och administration. På så sätt blev projektet tydligare för tjänstemännen i kommunen, förvaltningar och andra funktioner; det gav en högre grad av förståelse för projektet med engagemang som resultat. Därmed ökade också förutsättningarna för projektet att lyfta blicken från detaljer till att fokusera på projektet som helhet i syfte att nå uppställda mål.

Gladhammars projektet är inte det första efterbehandlingsprojekt som kommunen har drivit och genomfört. Örserumsviken som genomfördes i början på 2000-talet åstadkom muddring och omhändertagande av 1400 kg PCB och 750 kg kvicksilver från Örserumsviken vid före detta Westerviks Pappersbruk söder om Västervik. Genom att Västerviks kommun tidigare hade genomfört Projekt Örserumsviken med samma projektledare underlättade det förståelsen för uppdraget och kommunen kände sig bekant med Empirikons arbetssätt, ledning och styrning.

4.2 Organisation

Huvudman för projekt Gladhammars gruvor var Västerviks kommun. Organisationen för efterbehandlingen är sammansatt av beställarens organisation, projektets organisation och utföranderesurser, jmf figur 4.1.



Figur 4.1. Projektorganisation

Beställarens organisation under genomförandetiden

Beställarens organisation beslutades av Kommunstyrelsen den 13 juni 2007, vid samma tillfälle beslutade kommunen om huvudmannskapet och den kommunala egeninsatsen. Vid samma tillfälle utsågs en Styrgrupp (sammansättningen framgår av tabell 4.1) och ett Beställarombud som kontaktperson mot projektet. Christer Ramström utsågs till intern projektledare inom kommunen och tills vidare vara kontaktperson gentemot Länsstyrelsen i Kalmar.

I Empirikons projekthandbok definieras rollerna för Styrgrupp och Beställarombud enligt följande:

Styrgruppen beslutar i frågor om projektdirektiv, d.v.s. projektets organisation, genomförande, omfattning, utformning, tids- och kostnadsramar, samt om projektets avslutande.

Beställarombudet företräder beställaren inför projektet och anger projektdirektiven, samt utgör kommunens ombud i entreprenadärenden enligt AB04 och ABT06.

BESTÄLLARENS ORGANISATION

Beställare	Västerviks kommun, kommunstyrelsen
<u>Styrgrupp</u> Beslutande	Harald Hjalmarsson, styrgruppens ordförande och Kommunstyrelsens ordförande Tomas Kronståhl, styrgruppens vice ordförande
Adjungerade	Carl-Magnus Mårheden, Kommundirektör, Västerviks kommun Conny Jansson, Kommunchef samt Kommunens Beställarombud Kjell Hansson, Empirikon AB Christer Ramström, Kommunens bitr. projektledare Anders Svensson, Länsstyrelsen Kalmar, länsstyrelsens kontaktperson Mariann Teurnell-Söderlund, Miljö- och byggnadschef Per Allerth, Chef Teknisk Service
Beställarombud	Gunnar Bergvall/Conny Jansson

Tabell 4.1. Styrgruppens sammansättning

Förändringar i beställarorganisationen under förberedelse- och genomförandefasen

Conny Jansson ersatte Gunnar Bergwall som Beställarombud i juni 2010 då Bergwall slutade sin anställning i Västerviks kommun med anledning av pension. Även Mariann Teurnell-Söderlund slutade i styrgruppen på grund av sin pension i april 2011. Styrgruppen beslutade att inte återbesätta hennes plats. Christer Ramström avslutade sin anställning på Västerviks kommun våren 2010 och började då arbeta för Empirikon AB. I juni 2010 utsåg styrgruppen Christer Ramström till projektledare och han ersatte då Kjell Hansson som tidigare varit ansvarig projektledare. Kjell Hansson utsågs samtidigt till biträdande projektledare.

Projektets organisation

Empirikon AB har under flera år genomfört ett flertal av landets större statligt finansierade efterbehandlingsprojekt och har därför stor erfarenhet att leda, organisera och genomföra ett projekt. I projekten initieras en Projekthandbok tidigt i processen till projektets nyckelpersoner. Projekthandboken är ett verktyg ingående i Empirikons kvalitetssystem och beskriver hur projektet organiseras, roller, ansvar, beslutsordning, ekonomi- och dokumenthantering, beslutrutiner, tidplaner med mera. Västerviks kommun beslutade tidigt i projekt Gladhammars gruvor att arbeta efter Empirikons projekthandbok. I handboken beskrivs projektorganisationens olika roller och ansvarsområde enligt följande:

Projektledaren ansvarar inför beställarombudet för projektet i dess helhet och leder arbetet i projektet.

Projektadministrationen ansvarar inför projektledaren för projektarkiv mm.

Projektstöd är specialister till projektgruppens förfogande. Projektstödet roll är rådgivande, inte beslutande. Projektstödet deltar vid behov i projektets kontrollgrupp och kan utgöra expertstöd vid besiktningar.

Funktionsansvariga ansvarar inför projektledaren för sina respektive tilldelade arbetsområden, samt leder och fördelar arbetet inom dessa arbetsområden.

Funktionerna är Teknik, Miljö, Tillstånd och Entreprenadsamordning.

Funktionsansvarig Teknik skall inom sitt fackområde medverka i projektets utredningar och med resultat från projektets undersökningar och utredningar som underlag svara för och utarbeta tekniskt underlag för miljöprovning och upphandling av entreprenadtjänster.

Funktionsansvarig Miljö ansvarar för att miljökontroll genomförs enligt beslutade miljökontrollprogram. Här ingår också dokumentation av data, samt sammanställning och distribution av rapporter avseende miljörelaterade arbetsområden.

Funktionsansvarig Tillstånd har till huvudsaklig uppgift att ansvara för miljöprovning, övriga tillståndsärenden och avtal med markägare.

Funktionsansvarig

Entreprenadsamordning svarar för arbetsmiljö, byggledning och kontroll med syfte att säkerställa att goda förhållanden råder inom arbetsområdet, att arbetena med efterbehandlingen blir genomförda enligt fastställda planer, arbetshandlingar och upprättade kontrakt.

Länsstyrelsens kontaktperson fungerar som kontaktperson gentemot Naturvårdsverket.

Ett förslag till bemanning av projektorganisationen presenterades för styrgruppen i februari 2008. Inledningsvis såg projektorganisationen ut enligt tabell 4.2.

<i>Projektledning</i>	
Projektledare	Kjell Hansson, Empirikon AB
Projektledare, ersättare	Fredrik Hansson, Empirikon AB
Biträdande projektledare	Christer Ramström, kommunledningskontoret, Västerviks kommun
<i>Projektadministration</i>	
	Andrea Brändström, kommunledningskontoret, Västerviks kommun
	Inger Falk, kommunledningskontoret, Västerviks kommun
	Agneta Källberg, Empirikon AB
<i>Information</i>	
Informationsansvarig	Fredrik Blom, Västerviks kommun
Informationssamordnare	Ulrika Larson, Empirikon AB
Länsstyrelsens kontaktperson	Anders Svensson, Länsstyrelsen i Kalmar län
<i>Projektstöd</i>	
Miljö- och geokemi	Erik Carlsson Envipro Miljöteknik, Hifab AB
Teknik	Pär Elander, Envipro Miljöteknik, Hifab AB
Miljöstyrning	Tommy Hammar, Länsstyrelsen i Kalmar län
<i>Funktionsansvariga i projektet</i>	
Teknik	Hans Kronberg, SWECO Environment AB
Miljö	Christer Hermansson, Västerviks kommun
Tillstånd	Per Molander, Mannheimer Swartling Advokatbyrå AB
Entreprenadsamordning	Anders Jakobsson, Hifab AB
<i>Kontrollgrupp</i>	
Miljökontrollant	Vakant
Dagkontrollant, entreprenad	Lars Blomgren, Envipro Miljöteknik, Hifab AB
<i>Besiktning</i>	
Besiktningssman	Vakant
Tillsynsansvarig	Lars Engström, Länsstyrelsen Kalmar

Tabell 4.2. Projektorganisationen, 2008.

Projektets organisering under huvudstudietiden.

Den projektgrupp som genomförde det löpande arbetet under huvudstudien bestod av kommunens projektledare Christer Ramström, delprojektledare för miljökontroll Christer Hermansson, delprojektledare för utredningar Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB, Anders Svensson från miljöenheten Länsstyrelsen i Kalmar, Birgitta Eriksson, kulturmiljöfunktionen Länsstyrelsen i Kalmar, Barbro Friberg från Kultur- och fritidsförvaltningen samt Petra Rissmann från Tekniska kontoret. Projektstöd för miljöstyrning var Tommy Hammar, Länsstyrelsen i Kalmar län.

Projektets bemanning under genomförandetiden

Inom projektorganisationen sker vissa förändringar från förberedelseskedet till genomförandeskedet, delvis beroende på

att projektet pågår under en lång tid. Tabell 4.3 redovisas den projektorganisation som gällde under projektets genomförandefas under entreprenadens genomförande 2011.

4.3 Upphandling av projektorganisation 2007-2008

Upphandling av projektledare för projekt Gladhammars gruvor inleddes i november 2007 med en annonsering av ett förfrågningsunderlag på www.allego.se via Ulla Öhrn på kommunens upphandlingsenhet. Två anbud kom in för utvärdering och kommunen meddelade i ett tilldelningsbeslut den 8 januari att kontrakt tilldelats Empirikon AB i Vallentuna med Kjell Hansson som projektledare. Ingen överprövning förekom och kontrakt med Empirikon upprättades den 31 januari 2008.

<i>Projektledning</i>	
Projektledare	Christer Ramström, Empirikon AB
Biträdande Projektledare	Kjell Hansson, Empirikon AB
Projektadministration	Ulrika Palmér Nilsson, Empirikon AB Agneta Källberg, Empirikon AB
<i>Information</i>	
	Fredrik Blom, Västerviks kommun Ulrika Larson, Empirikon AB
Länsstyrelsens kontaktperson	Anders Svensson, Länsstyrelsen Kalmar
<i>Projektstöd</i>	
Miljöstyrning	Tommy Hammar, Länsstyrelsen i Kalmar län
Miljö- och geokemi	Henning Holmström, Golder Associates AB
Miljö- och geokemi	Erik Carlsson, Golder Associates AB
<i>Funktionsansvariga i projektet</i>	
Teknik	Pär Elander, Hifab AB
Miljö	Christer Hermansson, Västerviks kommun
Tillstånd	Per Molander, Mannheimer Swartling Advokatbyrå AB
Entreprenadsamordning, byggledning	Anders Jakobsson, Hifab AB
<i>Kontrollgrupp</i>	
Miljökontrollant	Fredrik Andersson, Daniel Thunström, Västerviks Miljö- och Energi AB
Dagkontrollant, entreprenad	Christer Johansson; HIFAB Ulrika Palmér Nilsson, Empirikon AB
<i>Besiktning</i>	
Besiktningsman	Casper Rosén, Cerca Consulting AB
Tillsynsansvarig	Lars Engström, Länsstyrelsen Kalmar

Tabell 4.3. Projektorganisationen under genomförandeskedet, 2011.

Ytterligare externa resurser behövde tillsättas för att Västerviks kommun skulle kunna genomföra projektet. I samband med projektets organisering beslutade styrgruppen i februari 2008 att förstärka projektets resurser med kompetenser för teknisk projektering (funktionen Teknik), juridisk kompetens för ansökan om miljö tillstånd (funktionen Tillstånd) samt en byggledare (funktionen Entreprenadsamordning). Projektgruppen utarbetade specificerade förfrågningsunderlag för respektive befattning och tjänsterna annonserades på www.allego.se i april 2008 via Ulla Öhrn, upphandlingsenheten på Västerviks kommun. Totalt inkom tre anbud för teknisk projektering, två anbud för juridik och ett anbud för byggledare. Efter utvärdering fattade kommunen beslut om tilldelning i juni 2008 som distribuerades till samtliga anbudsgivare.

Funktionen Teknik bemannades med Hans Kronberg från Sweco Environment AB, placerad i Stockholm. Funktionen Tillstånd bemannades med advokat Per Molander

från Mannheimer Swartling, också med placering i Stockholm. Funktionen Entreprenadsamordning bemannades efter en förhandlad upphandling med Anders Jakobsson från Hifab AB i Linköping som byggledare. Kontrakt skrevs med berörda företag efter överprövningstiden löpt ut. Ingen upphandling överprövades.

4.4 Val av entreprenadform - totalentreprenad

Inför avgörande om vilken entreprenadform som var den mest lämpliga för genomförandet av projekt Gladhammars gruvor upprättade Empirikon AB ett underlag för val av entreprenadform redan inför upphandlingen 2009. I en PM föreslås att totalentreprenad är den entreprenadform som var den mest lämpliga för Gladhammarsprojektet. Bedömningen stod fast även vid den förnyade upphandlingen 2010. Upphandlingsstrategin behandlas i projekthandboken i kapitlet om kvalitets-systemet.

4.5 Möten i projektet

Styrgruppsmöten

Vid styrgruppsmötena deltog normalt representanter från styrgruppen och länsstyrelsen samt beställarombudet och projektledaren. Vid behov adjungerades markägare och projektstöd till mötena. Vid dessa möten fattades beslut om ramar och direktiv för projektet. Totalt har 20 styrgruppsmöten genomförts, varav 12 stycken under förberedelse- och genomförandefasen, 2007-2012. Samtliga möten har protokollförts och genomförts efter fastställda mötesrutiner i Empirikons projekthandbok.

Beställarmöten

Beställarmöten hölls vid behov mellan beställarombudet och projektledningen. Mötena hölls ofta som ett förberedande möte inför ett styrgruppsmöte. Totalt har 18 beställarmöten genomförts, varav 14 stycken under förberedelse- och genomförandefasen. Samtliga möten har protokollförts.

Projektmöten

Vid projektmötena deltog projektledare, projekthandläggare, informationsansvariga, beställarombud samt projektstöd och funktionsansvariga. Även andra experter bjöds in att delta vid behov. Totalt hölls 12 projektmöten. Vid mötena behandlades projektläget, ekonomin, tidplan, erfarenhetsåterföring samt sammanfattandes arbeten som genomförts sedan föregående möte inom respektive funktion, projektering, miljökontroll, upphandling, juridik, entreprenad. Kommande arbeten diskuterades och beslutades inom givna direktiv.

Projekteringsmöten

Vid projekteringsmötena deltog kommunens beställarombud, totalentreprenörens ombud, projektledarna från beställaren och totalentreprenören, miljökontrollansvarig, beställarens entreprenadledare samt totalentreprenörens projektledare. Dessa möten, tre stycken, var förberedande inför kommande entreprenad start och bland annat behandlades och godkändes

totalentreprenörens bygghandlingar vid dessa möten.

Byggmöten

Vid byggmötena, som leddes av bygglidaren, deltog projektledaren (på uppdrag från Beställaren), funktionsansvarig miljö, dagkontrollanter samt representanter från entreprenören. Kommunens beställarombud bjöds in till samtliga byggmöten. Vid byggmötena behandlades genomförda samt planerade arbeten, tidplan, ekonomi samt ändrings- och tillägsarbeten. Totalt under entreprenadtiden hölls 9 byggmöten, samtliga ute vid arbetsplatsen hos NCC.

Kontraktsmöten

Om slutmötet inräknas hölls totalt 3 kontraktsmöten. Mötenas syfte var att diskutera eventuella frågeställningar kring kontraktet samt att på slutmötet följa upp efterlevnaden av kontraktet samt genomförda arbeten.

Övriga möten

Ett tiotal arbetsmöten, innefattande teknikmöten, genomfördes under genomförandet. Vid dessa deltog projektledare samt funktionsansvariga utifrån aktuella frågeställningar. Syftet med mötena var att driva projektet framåt och förbereda beslutsunderlag till andra möten som styrgrupps- eller projektmöten. Mötena hölls även för att diskutera aktuella frågeställningar och få en samsyn av projektet mellan beställare och entreprenör. Även projektledningen och Beställarombudet samlades till interna möten och överläggningar vid ett flertal tillfällen.

4.6 Information och producerat informationsmaterial

Nyhetsbrev

Sju nyhetsbrev har publicerats av projektet och distribuerats till boende och fritidshusägare i postnummerområden kring Gladhammars gruvor. Syftet med nyhetsbreven har varit att hålla berörda informerade om aktuella händelser och hur projektet fortskred samt att förmedla kontaktuppgifter till intresserade kunder som vände sig med frågor. Ansvarig utgivare för nyhetsbreven var Västerviks kommuns

beställarombud, text och layout har tagits fram i samverkan med Ulrika Larsson, Empirikon AB och kommunens informatör Fredrik Blom. Nyhetsbrev finns som digitalbilaga.

Informationsbroschyrer

Projektet har tagit fram tre informationsbroschyrer. Den första utkom, 2006, efter slutförd huvudstudie och berörde historik och konflikten mellan miljöproblemet och kulturhistorian. Den andra utkom, 2001, strax innan saneringsarbetena påbörjades och här framkom varför och hur saneringen skulle ske. Den sista broschyren kom 2012, efter slutförd sanering och summerade projektet samt hade ett kort stycke om områdets spännande arkeologi.

Ansvarig utgivare har varit Kommunledningskontoret i Västerviks kommun för samtliga tre broschyrer. För broschyren 2006 ansvarade Thorsten Jansson/Miljöreportage, Färjestaden för text, foto och grafik, Karl-Eric Persson Media, Färjestaden för form och redigering samt Lenanders Grafiska AB, Kalmar för tryck. För broschyrerna 2011 och 2012 svarade Empirikon AB för text, Niklas Wrångberg, Position AB för form och redigering samt Tellogruppen för tryck.

Hemsida

Projektet har haft en egen hemsida som legat på Västerviks kommuns hemsida med webadress:

www.vastervik.se/gladhammarsgruvor.

På hemsidan finns kontaktuppgifter till olika personer med nyckelroller i projektet samt information om gjorda undersökningar, målen för saneringen mm. Hemsidan har kontinuerligt uppdaterats med korta notiser, Nyheter, i projektet allt

efter som projektet fortskred. Dessutom finns Nyhetsbrev och Informationsbroschyrerna att ladda hem tillsammans med alla undersökningar och rapporter som tagits fram, framför allt under huvudstudien. Hemsidan har under åren haft cirka 40-60 besökare per månad. Hemsidan har lagts upp och administrerats av Christer Ramström, projektledare på uppdrag av Västerviks kommun.

Pressinformation och artiklar

Två pressmeddelanden har gått ut, ett i samband med att miljödomen meddelades och ett den dag då entreprenadkontraktet undertecknades. I samband med att entreprenadkontraktet skrevs under hölls en presskonferens den 2 november 2010.

Ett så pass stort saneringsprojekt som Gladhammars gruvor blir lätt uppmärksammat av den lokala pressen. Ett 35-tal artiklar har skrivits, framför allt i Västerviks Tidningen (VT) och nyheter från projektet har också funnits på Sveriges Radio Kalmars hemsida. Ett fåtal reportage har sänts av lokalradion i Kalmar län. En artikel har även förekommit i facktidskriften Nordisk Industri.

I tabell 4.4 finns en förteckning över publicerade nyheter på Sveriges Radio Kalmars hemsida och en sammanställning av artiklar som publicerats i VästerviksTidningen och som på ett eller annat sätt har handlat om Gladhammars gruvor. Ett annat sätt att se nedanstående förteckning är som en tidsaxel för viktiga händelser i projektet, alltifrån inledande undersökningar, ansökan om medel, tillståndsprövning och genomförandet av entreprenaden.

SR P4 2002-09-19 - Tungmetaller i gruvhål undersöks
 SR P4 2007-06-07 - Gruvsanering i Gladhammar gagnar miljö och turism
 SR P4 2007-10-11 - Gruvsanering välkomnas i Västervik
 SR P4 2010-06-02 - Klart för sanering i Gladhammar
 SR P4 2010-10-11 - Gladhammars gruvor saneras
 SR P4 2011-06-15 - Gamla gruvor ska bli rena

VT 2002-05-07 - Självklart att inleda i Västervik säger landshövdingen
 VT 2004-02-21 - Gladhammars gruvor i toppen på giftlistan
 VT 2005-10-26 - Miljöexperter vill se en fullständig sanering av Gladhammars gruvor
 VT 2005-11-14 - Ansöker om sanering av gruvor
 VT 2007-06-05 - Gladhammars gruvor saneras
 VT 2007-06-07 - Gruvorna i Gladhammar tillgängliga efter sanering
 VT 2007-10-11 - 47 miljoner kronor till gruvsanering
 VT 2007-10-12 - Gladhammars giftgruvor förseglas
 VT 2008-10-06 - Arkeologisk undersökning i Gladhammar lagd på is
 VT 2008-12-21 - Ifrågasätter sanering utan muddring
 VT 2009-01-15 - Gruvsanering kan påverka miljön
 VT 2009-01-27 - Gruvprojekt kan bli försenat
 VT 2009-06-11 - Sanering ska stoppa gruvläckage
 VT 2009-07-03 - Arkeologisk utgrävning innan Gladhammars gruvor saneras
 VT 2009-09-04 - Skyddsvall krävs vid sanering
 VT 2009-09-25 - Unika mineraler i Gladhammar
 VT 2009-11-14 - Sista chansen att ta del av 400 år gruvhistoria
 VT 2010-01-19 - Anrikning påverkar inte gruvsanering
 VT 2010-02-16 - Vad ska du göra på nya jobbet
 VT 2010-03-17 - Gruvkväll på muséet på onsdag
 VT 2010-06-06 - Sanering - till 90 procent
 VT 2010-06-10 - Grannarna oroliga för Tjursbosjön inför saneringen
 VT 2010-06-30 - Nu visas den gamla koppargruvan
 VT 2010-08-24 - Möjligt att både sanera och bryta
 VT 2010-11-03 - NCC Construction ska sanera gruvområdet i Gladhammar
 VT 2011-03-01 - Saneringen i Gladhammar i full gång
 VT 2011-03-02 - Empirikon nyanställer
 VT 2011-04-09 - Pråm ska frakta gruvskräp
 VT 2011-05-20 - Oväntat stora giftmängder fördyrar Gladhammarprojektet
 VT 2011-05-29 - Dasslock i gjutjärn ovanligt fynd i Hyttan
 VT 2011-12-08 - Giftig villatomt med på priolista
 VT 2012-02-23 - Presentation av arkeologisk slutrapport
 VT 2012-02-25 - Saneringen avslutad
 VT 2012-04-16 - Vad är på gång vid gruvorna i Gladhammar
 VT 2012-04-27 - Informationsplatsen invigd

Tabell 4.4. Lista över artiklar publicerade under projektets gång.



Bild 4.1. En grupp guidas vid gruvområdet av Fredrik Sandberg, arkeolog från Dalarnas museum under de arkeologiska slutundersökningarna sommaren 2010. Foto: Christer Ramström, EMPIRIKON Konsult AB

Öppet hus och informationsmöten

I juni 2010 genomfördes två informationsmöten i församlingshemmet i Gladhammar, för att presentera miljödomen och tänkt sanering. I samarbete med Västerviks museum hölls ett informationsmöte i mars 2010, om saneringen, de arkeologiska undersökningarna och om bergsbruket i Tjust. Vidare genomfördes tre guidningar i samband med den arkeologiska undersökningen sommaren 2010.

Ett öppet hus hölls i maj 2011 då saneringen av Holländarefältet och Tjursbosjöns strand pågick. Efter slutförd sanering genomfördes åter ett öppet hus vid gruvorna i samband med att informationsplatsen invigdes i april 2012.

Informationsplats

Under våren 2012 byggdes en informationspaviljong uppe på Holländarefältet. På väggarna till paviljongen återfinns informationsskyltar och tavlor med information om de genomförda arbetena, kring både genomförd sanering, gruvornas historik och de arkeologiska undersökningar som genomförts. Texter till denna togs fram av Empirikon AB samt Veronica Palm, Västerviks museum. Niklas Wrångberg, Position AB stod för layout och formgivning och Tellogruppen AB för tryck.



Bild 4.2. Conny Jansson inviger i april 2012 informationsplatsen vid gruvområdet. Närmast kameran, Tommy Hammar, länsstyrelsen i Kalmar. Foto: Ulrika Larson, EMPIRIKON Konsult AB

4.7 Erfarenheter ur projektlednings perspektiv

Engagemang

En engagerad Beställare och engagerade medarbetare både hos Beställaren och hos anlitate konsulter har haft en stor betydelse för genomförandet av projekt Gladhammars gruvor. Sakkunskapen hos personalen vid Länsstyrelsen i Kalmar har också underlättat genomförandet av projektet.

Kalkylering

Succesiv kalkylering har visat sig fungera bra i Gladhammarsprojektet.

Upphandling

En viktig erfarenhet är att inte påbörja en entreprenadupphandling innan eventuella tillstånd till åtgärderna har lämnats. Det blir en alltför stor osäkerhet om planerade åtgärder kommer att få genomföras och om tänkt genomförande accepteras av tillståndsgivande myndighet.

Projektering

Det var svårt att genomföra ett bra förberedelsearbete då områdets fornminnesskydd gjorde det omständigt att genomföra undersökningar, schakter mm. I vårt fall kan det ha inverkat på bedömningen av mängden finmaterial och lakrest/vaskmull.

Informationsarbetet

Ett öppet arbetssätt med ett aktivt informationsarbete har i Gladhammarsprojektet varit mycket värdefullt. Hemsida, Nyhetsbrev, Broschyrer och Öppet Hus har lockat många av de närboende och intresset för arbetena har lockat många till de träffar och möten som anordnats.

Genom ett välplanerat informationsarbete har arbetet kunnat genomföras med god transparens vilket bidragit till projektets framgångsrika genomförande.

5. Teknik

Författare: Pär Elander, Elander miljöteknik och Christer Ramström, EMPIRIKON Konsult AB

5.1 Projekteringsförutsättningar

Förutsättningarna för projekteringsarbetet var de åtgärdsförslag som föreslogs i Projekt Gladhammars gruvors huvudstudie (delrapporterna 2004:12 Åtgärdsutredning och efterföljande Riskvärdering), det förslag som presenterades efter de inledande undersökningar som utfördes under förprojekteringen samt det reviderade förslag som därefter kom att bli det som i huvudsak utfördes under själva saneringsarbetet. Styrande för val av åtgärd har varit dels kostnaden för föreslagna åtgärder, dels om det varit tekniskt möjligt samt även juridiskt möjligt efter prövningen i mark- och miljödomstolen. I huvudstudien förordades en fullständig efterbehandling omfattande såväl gruvområdet i Gladhammar (etapp 1) som förorenade sediment i Tjursbosjön (etapp 2). Med hänsyn till att genomförandet av etapp 2 är förenat med mycket stora kostnader förordades etapp 1 av projektets styrgrupp att genomföras i första hand.

Etapp 1 kom att innebära innebär att allt avfall (ca 33 000 m³ avfall) på land schaktas bort och lades under vatten i Gruvviken där syretillförsel och vittringshastigheten är begränsad, lades på en iordningställd yta på land samt när det gäller lakrest och vaskmull kördes bort till externt omhändertagande. Detta kombineras med en pluggning av stollgången. Tanken var från början att varp och slagg skulle krossas och läggas ned i gruvschakten som sedan skulle gjutas igen.

De åtgärder som berör sedimenten i Tjursbosjön, etapp 2, genomfördes inte i och med genomförd sanering, utan i stället kommer resultaten från ett långsiktigt miljökontrollprogram att användas för att utvärdera åtgärderna i gruvområdet. Uppsatt åtgärds mål för hela projektet, etapp 1 och vid behov etapp 2 är en högsta

kopparhalt i Tjursbosjön på 4 µg/l (gällande miljö kvalitetsnorm).

Under projektets uppstartningskede fick Teknikfunktionen, Sweco Environment AB, i uppgift att kritiskt granska huvudstudiens åtgärdsförslag och upprätta en kalkyl för en åtgärdsentreprenad i huvudsaklig överensstämmelse med kommunens ansökan. Resultatet presenterades i en teknisk rapport daterad 10 december 2008, reviderad 12 januari 2009, ”Utredning inför projektering” med en bedömd slutkalkyl för föreslagna åtgärder på 34 Mkr. Den beräknade kostnaden låg betydligt över beviljade medel för genomförande av åtgärderna.

5.2 Bedömningar och överväganden

Projektledningens och Beställarens bedömning av kostnaden i redovisat huvudförslag motiverade en vidare bearbetning för att kunna genomföra saneringsåtgärderna inom erhållna bidragsmedel.

Projektstöden, Henning Holmström, Golder Associates AB, och Pär Elander, Hifab AB, fick därför på projektledningens uppdrag arbeta fram en programhandling med motiv och förslag för slutligt åtgärdsalternativ, ”Kompletterande åtgärdsutredning, Rapport 2008:3” daterad 19 januari 2009. Holmströms & Elanders förslag bygger i allt väsentligt på Swecos tidigare rapport om än i något omarbetad form. Åtgärdsförslaget diskuterades med Länsstyrelsen i Kalmar län och SGU vid ett möte den 2 mars 2009. Syftet med mötet var att hos finansören förankra projektets åtgärdsstrategi. Länsstyrelsen och SGU ansåg efter mötet att inget hade framkommit som innebar någon förändring av projektets inriktning.

Kalkylen för ett slutligt åtgärdsalternativ har av Holmström & Elander beräknats till

ca 22 Mkr vilket skulle kunna inrymmas i en total budget av erhållna statsbidrag plus kommunens egeninsats på totalt 50 Mkr.

Med utgångspunkt från Holmströms & Elanders åtgärdsförslag upprättade Empirikon en PM den 11 februari 2009 kring fortsatt entreprenadupphandling samt förslag till entreprenadform såsom en totalentreprenad med ett förenklat upphandlingsförfarande under tröskelvärdet. Vid ett teknikmöte den 3 mars 2009 fick Sweco Environment AB i uppdrag att ta fram ett komplett upphandlingsunderlag för planerad entreprenadupphandling baserat på Holmströms & Elanders åtgärdsförslag.

För upphandling av totalentreprenör sattes ur teknisk synvinkel fokus på att:

1. Upprätta funktionskrav både på entreprenörens detaljprojektering och på utförande av entreprenaden (Rambeskrivning ersatte Teknisk Beskrivning).
2. Beskriva och reglera hur verksamheten fick bedrivas med hänsyn till belastningen på miljön i omgivningen (Miljöplan), arbetsmiljö (Arbetsmiljöplan) och hur den minst skulle kontrolleras, dokumenteras och även kommuniceras med kommunen som beställare. (Plan för verksamhetskontroll)
3. Beskriva förutsättningarna på plats så att entreprenören inför anbudslämnandet fick ett underlag för sina kalkyler och beräkningar. (Beskrivning av lokala förhållanden)

Tidigare gjorda rapporter fanns om geoteknik, vattenflöde i stollgången, speleologi, olika ritningar, terrängmodell med bilder från en helikopterskanning och en rapport om karaktäriseringen av lakrest och vaskmull, dessa låg till grund för val av saneringsstrategi och gav en bild av de lokala förhållandena.

5.3 Tekniska kompletteringar under anbudstiden

Anbudhandlingarna kompletterades vid två tillfällen under anbudstiden. Den första kompletteringen gällde en utökning av

arbetsområdet för utläggning av varp och slagg i sjön gjordes i första hand för att minska skredrisken som kunde befaras vid belastning av avfallen på sjöbotten.

Den andra kompletteringen avsåg i huvudsak hantering av finkornig varp och rostmaterial. Anledningen till kompletteringen var ny kunskap om varpens stora innehåll av finkornigt material, som upptäcktes i samband med de arkeologiska undersökningarna. Se vidare kapitel 7.3. Kompletteringen medförde följändringar i Rambeskrivning, Miljöplan, A-prislista och AF under pågående upphandling:

Rambeskrivningen kompletterades med att Beställaren införde krav på att varpen måste storlekssorteras för att sortera bort finkornig varp. Varp mindre än 50 mm gällde som gräns för vad som skulle bedömas som finkornig varp som krävde särskild hantering.

Å-prislistan kompletterades för ekonomisk reglering av sortering och säckning samt mängden kalk. En stafflad a-prislista upprättades baserad på volym sorterad varp och mängd tillsatt kalk.

I *Miljöplanen* infördes haltgränser för högsta kopparhalt inom arbetsområdet som tilläts innan kalkning av detta behövde ske. Gränsen sattes till 100 µg/l (vattenprov filtrerat genom 0,45 µm filter) i ytvatten över språngskikt. Om kopparhalterna i Tjursbosjöns mitt (TJM) (vattenprov filtrerat genom 0,45 µm filter) överstiger 75 µg/l över språngskikt skall kalkning inom det avskärmade arbetsområdet ske, även om kopparhalterna innanför avskärmningen understiger 100 µg/l.

I de *Administrativa Föreskrifterna* kompletterades punkten AFB 52 med en text kring anbudsutvärdering av kostnaden för hantering av finkornigt gruvavfall. Detta regleras med hjälp av stafflade å-priser enligt bifogade å-prislista, handling AFB.22.06.6.2 – Kompletterande å-prislista, daterad 2010-08-27. Vid utvärderingen av anbud kommer dessa priser att beaktas genom att de multipliceras med de fiktiva mängder som anges i å-prislistan, varefter de summeras



Figur 5.1. Ett av arkeologernas schakt där finmaterialet blev synligt. Foto: Pär Elander. Elander Miljöteknik

och efter viktning med faktorn 0,5 läggs till anbudssumman.

5.4 Lakrest och vaskmull vid Tjursbosjöns strand

I förfrågningsunderlaget hade Beställaren pekut några områden vid Tjursbosjöns strand där förekomst av avfallstyperna lakrest och vaskmull tidigare noterats. I förberedelsearbetet hade områden vid stranden mätts in där förekomst av lakrest och vaskmull noterats. De bedömda mängderna uppskattades till ca 500 ton vaskmull och ca 2 000 ton lakrest. I förfrågningsunderlaget beskrivs att lakrest och vaskmull ska samlas ihop och transporteras i täckta containrar till en extern anläggning för omhändertagande som farligt avfall.

Beställarens utpekande av områden med förekomst av lakrest och vaskmull grundade sig enbart på vad som kunde ses okulärt på ytan inom strandområdet, då ingen lakrest och vaskmull hittats vid de skruvborrningar som gjorts. Genom arkeologernas schakter och de påbörjade entreprenadarbetena vid stranden noterades

att avfallsslagen förekom på större djup och i större utbredning än vad som tidigare varit känt. Denna upptäckt kom att få ekonomiska konsekvenser för projektet då betydligt större volymer fick tas omhand än vad som beskrivits i förfrågningsunderlagets mängdförteckning. Totalt omhändertogs ca 8 500 ton.

5.5 Beställarens förprojektering och tekniska erfarenheter

Undersökningar av varp

En stor brist i beställarens förprojektering var att någon fullständig undersökning av varphögarna inom gruvområdet inte genomfördes innan beslutet om åtgärdsinriktning togs och entreprenadupphandlingen påbörjades. Varphögarna hade inventerats i åtgärdsutredningen genom inmätning och uttag av varpprover från högarna. Någon provgröpsgrävning genomfördes inte på grund av att högarna var skyddade som fornlämning. Slutsatserna av varpens sammansättning baserades därför på den synliga varpen, som bestod av grova stycken. Den arkeologiska undersökningen

genomfördes sedan parallellt med entreprenadupphandlingen. Denna visade att delar av varphögarna underlagrades av en mäktig fyllning med finkornig (krossad) varp. Den krossade varpen var betydligt mer vittrad än den ytliga grovkorniga varpen, med ett stort innehåll av lättlakade vittringsprodukter. För att motverka upplösning av dessa vittringsprodukter i samband med utläggning under vatten beslöts att den finkorniga varpen skulle blandas med kalkstenskross och inneslutas i storsäckar av geotextil för utläggning, vilket innebar att deponeringen avsevärt fördröjades.

En ytterligare komplikation tillstöttes genom SGU:s agerande vid huvudförhandlingen i mark- och miljödömsstolen, som innebar att möjligheterna att återfylla gruvschakt togs bort från tillståndet. Fyllning av den finkorniga varpen i gruvschakten hade annars funnits som ett alternativ till utläggningen i sjön.

Sannolikt hade det varit bättre att avvakta med beslutet om hur efterbehandlingen skulle genomföras till dess att den arkeologiska slutundersökningen genomförts och högarna var tillgängliga för närmare undersökningar. Projektets tidplan hade då blivit förskjuten med 1-2 år, eftersom även ansökan om tillstånd till genomförande av saneringen blivit fördröjd, detta i avvaktan på att förutsättningarna för åtgärder skulle kunna utredas fullständigt. Om full kännedom om dessa förutsättningar funnits innan beställarens förprojektering genomfördes är det troligt att beslutet om hur den finkorniga varpen skulle omhändertas blivit ett annat. Någon efterkalkyl som beskriver konsekvenserna av alternativa åtgärder för den finkorniga varpen har dock inte genomförts.

Avgränsning av områden med lakrest och vaskmull

Redovisningar och mängdberäkningar av lakrest och vaskmull baserades i sin helhet på den inventering som utförts i huvudstudien. Några kompletteringar genom provtagning utfördes inte inom

ramen för beställarens projektering. Som framgått ovan omhändertogs betydligt större mängder lakrest och vaskmull i entreprenaden vilket medförde en betydande fördyring, inte minst eftersom denna typ av avfall omhändertogs på extern avfallsanläggning. Kompletteringar med ytterligare undersökningar för en detaljerad avgränsning hade förbättrat underlaget för entreprenadkalkylen. Det bedöms dock som mindre troligt att denna kunskap hade medfört omprövning av åtgärderna.

Ursprungligen var tanken att kommunen skulle ha en kontrollant på plats som okulärt skulle kunna avgöra avgränsningen av dessa restprodukter i samband med urgrävningen. Detta föll på att den tilltänkta kontrollanten fick en annan anställning och inte hade möjlighet att närvara på arbetsplatsen i tillräcklig utsträckning. Eftersom det krävs ett stort mått av expertkunskap/erfarenhet för att kunna skilja vaskmull från naturlig sand som fanns inom området kunde denna resurs inte enkelt ersättas. Detta kan ha medfört att större volymer än nödvändigt omhändertogs som vaskmull.

Hydrogeologiska undersökningar

I huvudstudien genomfördes en hydrogeologisk utredning för att belysa konsekvenserna av att stollgången pluggades för att minska utflödet av gruvvatten. Utredningen omfattade provpumpningar av närliggande befintliga brunnar för att fastställa bergmassans hydrauliska egenskaper och en modellering genom vilken höjningen av vattenståndet i gruvan prognosticerades. Vid modelleringen antogs som randvillkor att vattenflödet skulle minska med 90 %. För ett sådant scenario beräknades en ny jämviktsnivå för vattenståndet i gruvan till +70, motsvarande en vattenståndshöjning i gruvan med 15 m från den befintliga nivån kring +55. Det konstaterades också att det sannolikt skulle krävas en omfattande ridåinjektering kring tätpluggen för att denna skulle bli tillräckligt effektiv.

Några ytterligare undersökningar av bergplinten mellan gruvan och

Tjursbosjön, genom vilken stollgången anlagts genomfördes inte inom ramen för förprojekteringen. Inte heller genomfördes någon undersökning av bergmassans kvalitet kring stollgången och dess mynning för att närmare bestämma behovet av ridåinjektering. Därmed kvarstod en viss osäkerhet kring hur fullgott resultat som skulle erhållas av tätningen av stollgången.

De uppföljningar som genomförts efter tätningen visar att vattenståndet ökat med drygt 16 m från ursprungsnivån och idag stabiliserats kring denna nivå, dvs. något över den prognosticerade nivån. Överensstämmelsen mellan prognosticerad och erhållen effekt av tätningen tycks alltså vara god.

Geotekniska utredningar

Geotekniska undersökningar utfördes i sjön för att ge underlag till stabilitetsberäkningar för utläggningen av varp och slagg. Beräkningarna visade att stora fyllningsmaktigheter skulle ge

markgenombrott (skred). Detta bedömdes i sig inte vara något problem eftersom sådana skred inte skulle kunna beröra landområden eller utgöra någon säkerhetsrisk. Den nedpressning av avfall i lösa (och täta) sediment är snarast en fördel när det gäller det primära syftet med deponering under vatten; att begränsa syretillförseln. Däremot var ett villkor att sådana skred inte fick bli av sådan omfattande att deponerat avfall skulle komma i kontakt med underlagrande friktionsjord och fungera som en dräneringsväg för utströmmande grundvatten. Fyllningens mäktighet behövde därför begränsas och undervattensslänter med brant lutning undvikas. I ett sent skede uppmärksammades att det område som avsatts för deponering inte hade tillräckligt stor yta med hänsyn till dessa villkor. Området utökades därför under pågående entreprenadupphandling.



Figur 5.2. Geotekniska undersökningar genomfördes i juni 2004. Personerna på bilden är från vänster Kjell Hidsjö, Henning Holmström och Christer Hermansson. Foto: Christer Ramström, Västerviks kommun

6. Miljökontroll, före, under och efter entreprenadens genomförande

Författare Christer Hermansson, Västerviks kommun

För tiden från projektets början till och med Entreprenadarbetenas slut fungerande miljökontrollen väl och låg i fas med fastlagda planer och övriga arbeten i projektet.

6.1 Referensundersökningar i projekt Gladhammars gruvor 2009

Under 2009 genomfördes kompletterande undersökningar av framförallt sjösystemet nedströms om gruvorna för att klarlägga hur metallspridningen såg ut i sjösystemet. Några kompletterande mätningar gjordes även i Tjursbosjön för att kontrollera att de förhållanden som rådde under Huvudstudien 2004 ännu var likartade inför entreprenadskedet. Provtagningarna under Referensundersökningarna utfördes av Christer Hermansson, Västerviks kommun, vid provtagningarna på Tjursbosjön även Christer Ramström, Empirikon samt vid vittjningsförsök av sedimentfällor 2011 Mattias Pettersson, Västerviks kommun.

Referensundersökningarnas resultat, tillsammans med resultat från Huvudstudien, ska kunna jämföras med resultat från motsvarande mätningar efter

genomförda åtgärder. Syftet med projektet är att minska läckaget av koppar från gruvområdet till Tjursbosjön med 90 procent och uttransporten från Tjursbosjön med 90 procent. På sikt ska kopparhalten i Tjursbosjön inte överstiga 4 µg/l.

Utläckaget av metaller från gruvområdet till Tjursbosjön kartlades via omfattande undersökningar i Huvudstudien 2004 genom grundvattenprovtagningar, ytvattenavrinning, provtagningar i stollgången samt provtagningar av gruvavfall.

De provtagningar som utfördes 2009 var provtagning i Tjursbosjöns utlopp, Ekenässjöns utlopp, Kyrksjöns in- (för att se eventuella metallpåslag från Sohlbergsfältet) och utlopp, Perstorpsgölens utlopp samt Marens in- och utlopp. Det kunde konstateras att förhöjda metallhalter tidvis kunde uppmätas ända ner till och med Perstorpsgölens utlopp men någon påverkan på metallhalterna i Maren gick inte att påvisa. Sammanlagt togs 25 provtagningsomgångar (1 gång varannan vecka) på sammanlagt 175 prover.

I Tjursbosjön genomfördes fyra



Figur 6.1. Christer Ramström undersöker vattenkvaliteten. Foto: Christer Hermansson, Västerviks kommun.

provtagningssomgångar, en per kvartal, och dessa visade att de förhållanden som rådde i Tjursbosjön under Huvudstudien 2004 ännu var desamma.

Även prover från Torsfallsån vid Hyttan togs med samma frekvens som sjösystemet för att få ytterligare jämförvärden inför och efter saneringen av det gamla slaggupplaget där

Samtliga arbeten med referensundersökningar löpte enligt plan förutom vad gällde sedimentfällorna som utplacerats i Tjursbosjön, Ekenässjön och Kyrksjön. De fällor (dubbelfällor på två djup på tre platser/sjö) som kvarlämnats i sjöarna 2004 för att samla material till referenskontrollen visade sig samtliga vara borta vid vittjningsförsök i februari 2009. Den då troligaste orsaken antogs vara att sedimentfällorna som användes var felkonstruerade. Varje fälla bestod av en PE-skiva i vilken två plexiglasrör fästs i vardera änden. Fällan hängdes upp med hjälp av en i PE-skivan genomgående gängstång på vilken det fästs bladmuttrar. Dessa bladmuttrar var galvaniserade, medan gängstången var av rostfritt material. (För utförlig beskrivning av fällorna, se Projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:02.) På grund av att galvaniserat och rostfritt material blandats, uppstod galvaniska strömmar, vilket fått bladmuttrarna att rosta sönder så fällorna släppt. I flera fall var även hela provstationen försvunnen med boj, lina och bottensänke och kunde inte återfinnas. Återetablering av provstationerna ägde rum i mars 2009, med nya bojar, linor och sänken samt nya fällor, som försetts med genomgående rostfria gängstänger och bladmuttrar för att undvika problemen med galvaniska strömmar.

6.2 Kompletterande undersökningar 2010

Vid de arkeologiska undersökningarna 2010 uppdagades att det under det grövre varpmaterialet på gruvfältet fanns stora mängder finkornigt material. Kompletterande prover och undersökningar på detta material visade på höga metallhalter och att höga metallhalter

i vattnet i Tjursbosjön sannolikt var att vänta om detta material lades ut utan någon form av extra hantering. Försök med inblandning av kalk i materialet visade sig ha en positiv effekt på metallhalterna och utgjorde beslutsunderlag för förfarandet med säckning och kalkinblandning av finkornigt material. Undersökningarna genomfördes av Christer Hermansson, Västerviks kommun i samarbete med Pär Elander, Hifab AB och Henning Holmström, Golder Associates AB.

6.3 Miljökontroll under entreprenadtiden 2011

Under entreprenadtiden utfördes de praktiska arbetena med uppgrävning, sortering och utläggning samt avtransport av arsenikkontaminerat material i enlighet med Miljödomen. Miljökontrollen inriktades på att kontrollera att inga oönskade effekter uppstod i omgivningen samt att den anlitate entreprenören följde de rikt- och gränsvärden som mark- och miljödomstolen beslutat om i miljödomen och de ”beställarvillkor” som upprättats av Projektgruppen. Kontrollen omfattade mätningar i Tjursbosjön både innanför och utanför etablerad skyddsskärm för kontroll av eventuell haltuppbyggnad i sjön, samt provtagningar i Tjursbosjöns utlopp och det nedanför liggande sjösystemet.

Kontroll genomfördes även upp- och nedströms om det gamla slaggupplaget vid Hyttan både före, under och efter saneringen där. Ganska snart efter genomförd sanering uppmättes de lägsta halterna av Cu som analyserats i Torsfallsån nedströms om det gamla slaggupplaget. Provtagningen sköttes i detta skede av Fredrik Andersson och Daniel Thunström, Västerviks Miljö & Energi under ledning och planering av Christer Hermansson, Västerviks kommun som Delprojektledare Miljökontroll. Kompletterande vattenprovtagning innanför skyddsskärmen i samband med förhöjda Cu-halter samt provtagning av mark utfördes i huvudsak av Ulrika Palmér Nilsson, Empirikon AB samt Christer Johansson, Hifab AB.

Det visade sig inte vara så enkelt att i fält snabbt avgöra vad som skulle tas omhand för avtransport till deponi för farligt avfall. De ”rena” fraktionerna lakrest och vaskmull är relativt enkla att känna igen, men därutöver visade det sig att kringliggande mark sekundärförorenats med As. Detta var för projektgruppen ingen överraskning. Problemet visade sig vara att Entreprenören valde en strategi som Beställaren inte tänkt sig för uppgrävning av massor med för höga arsenikhalter. Beställaren hade utformat Miljöplanen med tanken att XRF fortlöpande skulle användas som indikativt instrument (även godkänt för att avgöra om materialet höll tillräckligt låga As-halter under förutsättning att analysinstruktionerna följdes till punkt och pricka) vid bortgrävningen av detta material. I stället valde Entreprenören att gräva bort material med viss säkerhetsmarginal och därefter ta blandprov för laboratorieanalys i

schaktväggar och schaktbotten. Detta visade sig dels vara tidsödande, dels ledde det till att en hel del material som egentligen hade As-halter underskridande efterbehandlings plats-specifika riktvärde på max 37 mg/kg TS fick köras till deponi för farligt avfall eftersom det blandats med material med högre As-halt. Beställaren gick därför in och utförde dessa XRF-mätningar åt Entreprenören vid de tillfällen grävning skulle ske för att optimera mängden massor som behövde avtransporteras. För att säkerställa tillräckligt låg As-halt i schakten innan grävnings- och schaktarbeten avslutades togs prover som sändes för laboratorieanalys.

Metoden att blanda kalk i finmaterialet och lägga detta i säckar före utläggningen i Tjursbosjön visade sig vara en bra metod för att undvika de kraftigt förhöjda metallhalter i vattnet som uppstod vid laboratieförsöken. Vid två tillfällen, i



Figur 6.2. Erik Karlsson, Golder Associates AB mäter arsenikhalt i schaktvägg med XRF, innan prover sändes för laboratorieanalys. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB.

maj/juni och i september gick kopparhalterna innanför skyddsskärmen dock över Beställarvillkoret 100 µg/l. Det är väldigt svårt att säga om haltökningarna berodde på att Cu i löslig form (vittringsprodukter) släppte från gruvavfallet då detta lades ut i Tjursbosjön, eller om det var ett resultat av att Cu frigjordes från de Fe- och Mn-oxider som den bundits i sedimenten då yt sediment under utläggningen av gruvavfall virvlade upp i vattenmassan. Den ökade Cu-halten motverkades genom extra kalkutläggning med ca 30 ton kalk i arbetsområdet vid varje arbetsdags slut. Då det inte fanns några tidigare publicerade erfarenheter av kalkmängd, kalkfraktion som är lämplig etc. som krävs för att sänka metallhalter i sjöar fick Entreprenören experimentera sig fram till en dos som visade sig fungera. De första kalkningarna genomfördes med kalk av för stor kornstorlek vilket gav mindre effekt på Cu-halten än den därefter använda finare kalkfraktionen. En erfarenhet i sammanhanget är att det gick betydligt snabbare att få en höjning av Cu-halten i sjön än vad det gick att sedan kalka ner den igen.

Då sedimenteringen i sjöarna sker relativt långsamt, vittjades inte sedimentfällorna som återetablerades 2009 förrän i februari 2011. Då visade det sig att det hela i stort sett blev en återupprepning av vittjningsförsöket 2009. Två fällor var borta utan någon förklaring, det verkade nästan som någon sänkt dem eller stulit dem. På fyra provpunkter var hela provstationerna spårlost borta. I ett fall hittades boj och sänke ca 200 m från provpunkten där den placerades men fällorna var borta. Endast en provpunkt per sjö kunde vittjas och analyserna från dem visade sig ge helt orimliga resultat på grund av resuspensionsproblem. Efter diskussioner med expertstöd skrevs en revidering av miljökontrollprogrammet där provtagning med sedimentfällorna togs bort. De resultat vi hoppats uppnå med sedimentfällorna – att mäta mängden metaller i sedimentande material i de tre första sjöarna i sjösystemet över tiden - visade sig mycket svårt på grund av

problemen med resuspension och mycket stora svårigheter att få provstationer och fällor att vara kvar där de ska. Att ständigt återetablera provstationer och sedimentfällor skulle bli oförsvarligt dyrt i förhållande till resultatet. Underrättelse från Länsstyrelsen att de inte hade något att invända mot att sedimentfällorna togs bort från undersökningarna kom i mars 2011.

Totalt togs 58 prov innanför skyddsskärmen i Tjursbosjön, 144 prov i Tjursbosjön utanför skyddsskärmen, 28 prov i Tjursbosjöns utlopp, 72 prov i sjösystemet nedströms Tjursbosjön samt 30 prov i Torsfallsån under Entreprenadarbetena. Miljökontrollen fungerade som tänkt med undantag för ovanstående sedimentfällor och gav den information som var förväntad.

Sammanlagt 11 rapporter från Miljökontrollen delgavs Projektgrupp, Entreprenör och tillsynsmyndigheten under entreprenadtiden. Det upprättade Miljökontrollprogrammet befanns fungera väl.

Samrådskontakter hölls med Lars Engström och Anders Svensson vid Länsstyrelsen i Kalmar.

6.4 Efterföljande Miljökontroll 2012-2044

Den efterföljande Miljökontrollen kommer att utföras under fyra omsättningstider för Tjursbosjön, det vill säga under 32 års tid. Den efterföljande Miljökontrollen omfattar följande:

- Provtagning av grundvatten i de rör mellan gruvområdet på Holländarefältet och Tjursbosjöns strand som etablerades under den utökade förstudien och huvudstudien samt i rör som nyetableras istället för sådana som förstörts i samband med entreprenadarbetena samt nyetablerade rör i den numera igenlagda stollgångens längdriktning för att kontrollera efterbehandlings effekt på metallhalterna i grundvatten,
- Provtagning av grundvattenrören mellan gruvområdet vid Sohlbergfältet och

Gladhammarsbäcken samt i Sohlbergsbäcken från gruvfältet för att kontrollera efterbehandlings effekten på metallhalterna i grundvatten och avrinnande ytvatten,

- Kontroll av vattenståndsförändringar i gruvan med anledning av stollgångens pluggning,
- Provtagning av avrinnande vatten från f d gruvfältet för att kontrollera efterbehandlings effekten på metallhalterna i avrinnande ytvatten,
- Provtagning av ytvatten i Tjursbosjön för att kontrollera hur efterbehandlingen påverkar metallhalterna i sjön över tid,
- Provtagning av porvatten i sediment för att kontrollera om sedimenten övergår från att vara en fälla till att bli en källa för metaller i sjövattnet,
- Provtagning av sjösystemet nedströms om Tjursbosjön för att undersöka hur metalltransporterna i detta förändras över tid efter genomförd efterbehandling,
- Provtagning av de brunnar som undersöktes innan efterbehandlingen för att kontrollera att de inte har påverkats av åtgärderna,
- Provtagning av utgående vatten från Eriks hög med sparad varp (villkor i Miljödom).

Ett särskilt provtagningsprogram för undersökningarna har tagits fram och godkänts av Länsstyrelsen i Kalmar län.

6.5 Erfarenheter, ytterligare undersökningar som borde ha gjorts

Det borde ha gjorts en bättre kartläggning av arsenikhaltigt material vid stranden före arbetenas början, detta hade underlättat planering för efterbehandlingen och gett bättre kunskap om vilka mängder material som måste borttransporteras.

Fler undersökningar av gruvavfallet på berget vid Holländarefältet hade tidigare gett kunskap om finmaterialet i tidigt skede.

Anledningen till att fler undersökningar inte gjordes var att ingen misstanke fanns om att varpen skulle se annorlunda ut på djupet än vid ytan samt att lakrest och vaskmull skulle ha överlagrats av morän från tidigare verksamheters omflyttning av massor. Inte heller påträffades lakrest och vaskmull vid de skruvborrningar som skedde under huvudstudien. Det var känt att det fanns finkornig varp men denna låg i separata högar och inte överlagrat av grövre material. Inte heller arkeologernas kulturhistoriska utredning gav någon antydning om att finkornig varp skulle finnas på djupet. Man visste helt enkelt inte i ett tidigt skede att aktiviteterna haft en sådan karaktär att man i tidigt skede av gruvbrytningen haft rostugnar och åstadkommit stora mängder finkornigt avfall innan de senare skedena av gruvbrytningen överlagrat dessa med grövre varp.

Allt detta, tillsammans med att områdets status som fornlämning i Huvudstudieskedet begränsade hur omfattande undersökningar som kunde göras bidrog till att inga grävningar gjordes då det ännu inte var klart om en sanering ens skulle ske.

7. Juridik

Författare Per Molander & Kerstin Brinnen, Mannheimer Swartling Advokatbyrå AB

Under projektets förberedande arbete identifierades olika tillstånd, anmälningar och dispenser som skulle behövas för att genomföra projektet. För de planerade åtgärderna krävdes bland annat tillstånd respektive anmälan enligt miljöbalken (1998:808) till miljöfarlig verksamhet, tillstånd enligt miljöbalken till vattenverksamhet samt dispens enligt miljöbalken från strandskydd respektive förbud mot dumpning. Kommunen beslutade att de åtgärder som krävde tillstånd, anmälan och dispens enligt miljöbalken skulle prövas samordnat. Eftersom vattenverksamhet ska prövas av mark- och miljödomstol skulle den samordnade prövningen som helhet ske hos mark- och miljödomstolen.

Utöver tillstånd m.m. enligt miljöbalken krävdes tillstånd enligt kulturmiljölagen eftersom projektet skulle innebära ingrepp i fornlämning.

Utöver domstols- och myndighetsprövning av de olika delarna av efterbehandlingsprojektet innefattade de planerade åtgärderna ett behov av civilrättsliga uppgörelser för åtkomst av mark- och vattenområden samt reglering av inträngs- och ersättningsfrågor.

Beskrivningen av de juridiska momenten av efterbehandlingsprojektet delas upp i tre faser; a) före tillståndsprövningen, b) under tillståndsprövningen och c) efter tillståndsprövningen. Nedan redovisas uppkomna juridiska frågor under respektive fas.

7.1 Före tillståndsprövningen

Arkeologi

Såväl gruvområdet som hyttområdet utgör fasta fornlämningar enligt kulturminneslagen (1988:950) och ingår även i ett större sammanhängande område av riksintresse för kulturmiljövården.

FASTA FORNLÄMNINGAR

Enligt 2 kap. 6 § kulturminneslagen är det förbjudet att utan tillstånd rubba, ta bort, gräva ut, täcka över eller genom bebyggelse, plantering eller på annat sätt ändra eller skada en fast fornlämning. Tillstånd söks hos Länsstyrelsen och får meddelas enbart om fornlämningen medför hinder eller olägenhet som inte står i rimligt förhållande till fornlämningens betydelse. Redan under den utökade förstudien 2002 ansökte kommunen om att få tillstånd enligt kulturminneslagen till inventering och provtagningar av gruvavfall inom området. Länsstyrelsen beslutade 2002-03-06 om att ge tillstånd till kommunens provtagningar i fornlämning.

ARKEOLOGISK FÖRUNDERSÖKNING

Eftersom de planerade efterbehandlingsåtgärderna skulle innebära ingrepp i fasta fornlämningar ansökte kommunen i mars 2008 om tillstånd till ingreppet enligt 2 kap. kulturminneslagen. Länsstyrelsen får besluta att det, innan en ansökan om tillstånd prövas, ska ske en arkeologisk förundersökning av fornlämningen om det behövs för att få ett tillfredsställande underlag för prövningen eller för att bedöma behovet av att ställa krav på särskild undersökning. Länsstyrelsen beslutade i augusti 2008 att en sådan förundersökning skulle utföras som ett led i ingreppet i fornlämningarna och för att ge länsstyrelsen underlag för beslut om det skulle behövas en särskild undersökning. Beslutet motiverades med att den planerade saneringen var av större samhällsintresse än bevarandet av de berörda fornlämningarna. Den arkeologiska förundersökningen skulle enligt beslutet utföras av Kalmar läns museum i samarbete med Dalarnas museum och Västerviks museum.

I april 2009 fattade Länsstyrelsen ännu ett beslut om arkeologisk förundersökning, med samma motivering som i tidigare

beslut. Liksom enligt tidigare beslut skulle förundersökningen utföras av Kalmar Läns Museum i samarbete med Dalarnas museum och Västerviks museum. I beslutet uppställdes villkor om bland annat att avtal om förundersökningen skulle träffas mellan kommunen och Kalmar Läns Museum. Ett sådant avtal ingicks den 26 maj 2009. I förundersökningen ingick även en underjordsinventering, som skulle utföras av Sveriges Speleologförbund.

TILLSTÅND TILL INGREPP; VILLKOR OM SÄRSKILD UNDERSÖKNING

Som villkor för tillstånd att rubba fast fornlämning får länsstyrelsen kräva att det utförs en särskild undersökning för att dokumentera fornlämningen och ta till vara fornfynd. Länsstyrelsen beslutade i mars 2010 att bifalla kommunens ansökan om tillstånd att få göra ingrepp i fornlämningar som berördes av de planerade efterbehandlingsåtgärderna. Beslutet villkorades av att ingreppen skulle föregås av en särskild arkeologisk undersökning.

Tillståndet motiverades av att länsstyrelsen bedömde att värdet av saneringsföretaget var större än samhällsintresset av att bevara fornlämningarna. Fornlämningarnas vetenskapliga potential bedömdes dock som hög i såväl ett regionalt som ett nationellt och internationellt perspektiv, vilket motiverade en relativt sett hög ambitionsnivå på den särskilda undersökningen.

Som undersökare utsågs även denna gång Kalmar läns museum, i samarbete med Dalarnas museum och Västerviks museum. I samband med den särskilda undersökningen genomfördes också, i samarbete med SGU, en inventering av varpen i syfte att kunna undanta och bevara mineralogiskt värdefull varp.

RIKSINTRESSE FÖR KULTURMILJÖVÅRDEN

Såväl gruvområdet som hyttområdet ligger inom område av riksintresse för kulturmiljövården enligt 3 kap. 6 § miljöbalken. Sådana områden ska så långt möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt

kan skada kulturmiljön. Som angetts ovan hade länsstyrelsen, innan ansökan gavs in, beslutat att de planerade efterbehandlingsåtgärderna var av större samhällsintresse än bevarandet av fornlämningarna. Utifrån detta anförde kommunen i sin tillståndsansökan att de planerade åtgärderna inte borde möta något hinder ur kulturmiljösynpunkt.

Civilrättsliga uppgörelser

I ett tidigt skede av projektet utreddes vilka fastigheter och rättighetshavare som skulle komma att beröras av de planerade åtgärderna. Utredningen visade att det behövdes avtal med fastighetsägare för åtkomst och tillträde till diverse mark- och vattenområden. Det konstaterades också att befintliga luftledningar för el och tele skulle behöva flyttas – tillfälligt eller permanent.

AVTAL MED FASTIGHETSÄGARE

Kommunens utredning av vilka fastigheter och rättighetshavare som skulle beröras av de planerade åtgärderna visade att sju fastigheter var berörda. På dessa fastigheter fanns fritidsbostäder, men inga permanentbostäder. Kommunen och ägarna till de berörda fastigheterna träffade avtal om tillträde och genomförande av de planerade åtgärderna. Avtalen gav, i förekommande fall, kommunen både tillträdesrätt till marken och erforderlig vattenrättslig rådighet för utförande av planerad vattenverksamhet. Avtalen reglerade även övriga frågor av civilrättslig karaktär, såsom nyttjande av befintliga vägar, rätt att anlägga nya vägar, ersättning för intrång och skada etc.

För de åtgärder som reglerades genom avtalen skulle ingen ersättning utgå till fastighetsägarna såvitt inte kommunen, av uppsåt eller oaktsamhet, orsakade fastighetsägarna person- eller sakskada.

ANDRA SAKÄGARE

Inom och i närheten av gruv- och hyttområdet fanns luftledningar för el och tele som skulle behöva flyttas före genomförandet av de planerade åtgärderna. Vid dialog med ledningsinnehavarna framkom att ledningarna var planerade att flyttas oavsett efterbehandlingsprojektet och något särskilt avtal om ledningsflytt träffades aldrig mellan kommunen och ledningsinnehavarna.

Inom gruvfältet fanns meddelade undersökningstillstånd enligt minerallagen. Vid kontakter med innehavarna av dessa tillstånd framgick att ingen av prospekteringsverksamhet kunde förväntas bli berörda av de planerade åtgärderna.

Samråd enligt miljöbalken

Innan en ansökan om tillstånd enligt miljöbalken ges in ska den som avser att bedriva verksamheten samråda med länsstyrelsen, tillsynsmyndigheten (i detta fall miljö- och hälsoskyddsnämnden) samt de enskilda som kan antas bli särskilt berörda, dvs. fastighetsägare och innehavare av rättigheter inom gruvområdet. Om verksamheten kan antas medföra en betydande miljöpåverkan ska ett utökat samråd hållas med de övriga statliga myndigheter, kommuner, den allmänhet och de organisationer som kan antas bli berörda.

Samrådet avser i första hand de planerade åtgärdernas lokalisering omfattning, utformning och miljöpåverkan. Samrådet ska också fånga upp synpunkter och omständigheter som är av betydelse för innehållet i miljökonsekvensbeskrivningen, vilken normalt är under utarbetande vid tiden för samråd. Samråd ska genomföras i god tid och i behövlig omfattning innan ansökan ges in.

Kommunen hade före samrådet bedömt att verksamheten kunde antas medföra betydande miljöpåverkan; något som bekräftades av länsstyrelsen vid det samrådsmöte med myndigheter som hölls den 2 december 2008. För en verksamhet med betydande miljöpåverkan krävs alltså

att samrådsgruppen utökas till att även omfatta övriga myndigheter och kommuner samt den allmänhet och organisationer som kan antas bli berörda. Kommunen hade förutsett detta och det ovan nämnda samrådsmötet genomfördes så att det uppfyllde kraven på utökat samråd.

FRÅGOR UNDER SAMRÅDSSKEDET

Under samrådsmötet med allmänheten ställdes frågor om bland annat hur genomförandet skulle gå till, möjligheten till utvinning av koppar ur sedimenten, risken för kontaminering av dricksvattenbrunnar och risken för urlakning av metaller ur Tjursbosjöns sediment. Dessa frågor kunde besvaras under samrådsmötet och föranledde inget behov av ytterligare utredning.

Utöver de frågor och synpunkter som framkom under samrådsmöten inkom yttranden från Länsstyrelsen i Kalmar län, Skogsstyrelsen, Fiskeriverket (numera ersatt av Havs- och vattenmyndigheten), SGU, E.ON samt ägarna till fastigheterna Smedjemåla 1:6 respektive Bruksbacken 1:2. I de framförda synpunkterna uttrycktes bland annat följande.

SGU ansåg bland annat att det var oklart varför det ansågs fördelaktigt att lägga gruvavfallet i sjön och påpekade att det är mycket viktigt att metallerna i sedimenten inte lakas ur och löses i vattnet. Vidare påpekades att eventuell påverkan på grundvattenströmmarna inom gruvområdet borde utredas, liksom eventuell förekomst av brunnar i området som riskerade att påverkas negativt av åtgärderna. SGU noterade också att tillgången till gruvöppningar och varp är av både geologiskt och kulturhistoriskt intresse samt att Riksantikvarieämbetet borde beredas möjlighet att yttra sig i ärendet.

Fiskeriverket påpekade bland annat att ansökan borde innehålla en noggrann redogörelse för de olika alternativens konsekvenser för de vattenbiologiska förhållandena och fisket, på kort och lång sikt. Fiskeriverket uttryckte också

önskemål om att uppföljningsprogrammet skulle innehålla omfattande undersökningar av fiskfaunan (sammansättning, täthet, miljögiftshalter, kondition etc.) i recipienterna.

Länsstyrelsen i Kalmar län påpekade bland annat att delar av gruvområdet omfattas av landskapsskydd, vilket innebär att det krävs tillstånd för grävning m.m.

Vad som framkom under samrådet samt i yttrandena i samband därmed beaktades vid upprättandet av tillståndsansökan och miljökonsekvensbeskrivningen.

7.2 Tillståndsprovningen

Vissa delar av projektet utgjordes av vattenverksamhet, som ska tillståndsprövas av mark- och miljödomstolen. Andra delar utgjordes av miljöfarlig verksamhet som till vissa delar var tillstånds- respektive anmälningspliktig samt moment som förutsatte dispens enligt miljöbalken. Beträffande provningsnivån av de planerade arbetena gjorde kommunen följande bedömning.

- Pluggning av stollgång – anmälningspliktig efterbehandlingsåtgärd.
(Att pluggningen skulle innebära höjning av gruvvattnets nivå (dvs. återgår till ”ursprungligt” läge) gjorde inte att det var en vattenverksamhet eftersom gruvvattnet inte var ett ytvatten.)
- Bortledning av gruvvatten för att möjliggöra pluggning – vattenverksamhet.
(Utsläppet av detta vatten till Tjursbosjön utgjorde inte en självständig miljöfarlig verksamhet utan var en konsekvens av vattenverksamheten.)
- Omhändertagande av på land belägen varp, slagg och förorenat material (inklusive finkornigt gruvavfall), lagring och behandling samt nyttjande av detta som tätkonstruktion för gruvhålen – anmälningspliktiga efterbehandlingsåtgärder.
(Skulle föroreningsrisken anses vara mer än ringa borde nyttjandet av varp

och slagg som tätkonstruktion kunna betraktas som tillståndspliktig användning av avfall för anläggningsändamål).

- Omhändertagandet av varp, slagg och finkornigt gruvavfall i vattenområde – vattenverksamhet.
- Utläggning av varp och slagg i Tjursbosjöns bottensediment – miljöfarlig verksamhet som får utföras endast efter dispens från det s.k. dumpningsförbudet i 15 kap. 33 § miljöbalken.
(Åtgärden utgjorde inte vattenverksamhet eftersom åtgärden inte hade till syfte att uppföra en anläggning i vatten eller att förändra vattnets djup eller läge.)

För att möjliggöra en samlad bedömning av projektet och dess miljökonsekvenser beslutade kommunen att de planerade åtgärderna skulle tillståndsprövas samlat. Eftersom vattenverksamhet förutsätter provning av mark- och miljödomstol kom hela tillståndsprovningen att göras hos mark- och miljödomstolen vid Växjö tingsrätt. Dispens från dumpningsförbudet prövas normalt av Naturvårdsverket men eftersom ”dumpningen” hade samband med övriga åtgärder kunde den prövas av mark- och miljödomstolen (jfr 21 kap. 3 § miljöbalken).

Tillståndsansökan

ANSÖKANS OMFATTNING OCH YRKANDEN

Kommunens ansökan avsåg följande åtgärder.

- (i) Igensättning (pluggning) av Holländarefältets stollgång mot Tjursbosjön;
- (ii) För arbetena enligt (i) temporärt avsänka vattennivån i Holländarefältet ca 5 meter genom bortledning av gruvvatten till Tjursbosjön samt utföra de pumpar och andra anordningar som behövs för den temporära avsänkningen;

- (iii) Omhändertagande av varp och slagg och annat förorenat material inom Holländarefältet, Sohlbergfältet och Hyttområdet. I den utsträckning varp och slagg är belägna i vattenområde för Tjursbosjön eller Torsfallsån får omhändertagandet ske genom grävuddring;
- (iv) Igensättning (tätning) av gruvhål inom Holländarefältet genom anläggande av långtidsbeständiga konstruktioner av betongmaterial och omhändertagen varp och slagg;
- (v) Omhändertagande och lagring av finkornigt gruvavfall (lakrest och vaskmull) i avvaktan på borttransport för externt omhändertagande. I den utsträckning finkornigt gruvavfall är beläget i vattenområde för Tjursbosjön får omhändertagandet ske genom grävuddring;
- (vi) Utläggning av varp och slagg i Tjursbosjöns bottensediment och utförande av tillfällig ramp och andra anordningar som behövs för utläggningen;

Kommunen yrkade vidare

1. dispens enligt 15 kap. 33 § miljöbalken för utläggning av varp och slagg i Tjursbosjöns bottensediment enligt (vi) ovan,
2. att arbetstiden för förekommande vattenverksamheter skulle bestämmas till 8 år från det att tillståndsdomen vunnit laga kraft,
3. att tiden för anmälan av anspråk på oförutsedd skada av förekommande vattenverksamheter skulle bestämmas till 5 år räknat från arbetstidens utgång,
4. att igångsättningstiden för förekommande miljöfarlig verksamhet skulle bestämmas till 8 år från det att tillståndsdomen vunnit laga kraft.
5. att blivande tillstånd skulle få tas i anspråk även om domen inte vunnit

laga kraft
(verkställighetsförordnande),

6. att den vid ansökan fogade miljökonsekvensbeskrivningen (MKB), Bilaga A, skulle godkännas och
7. att villkor skulle föreskrivas i enlighet med kommunens förslag.

PLANERADE ÅTGÄRDER

Det primära åtgärds målet med efterbehandlingsåtgärderna var att minska utflödet av metaller till Tjursbosjön med 90 procent med avseende på koppar. Strategin för att åstadkomma detta bestod huvudsakligen i att förhindra sulfidhaltiga restprodukter att komma i kontakt med luftens syre för att därigenom minska oxidation och vittring av metallhaltiga mineral.

För att uppnå åtgärds målet skulle dels stollgången från gruvan pluggas igen för att höja vattennivån i gruvan, dels varp och slagg inom gruvområdet omhändertas. Innan dessa åtgärder kunde genomföras behövdes vissa förberedande åtgärder utföras, såsom iordningsställande av vägar, arbetsytor och upplag, uppförande av eventuella stängsel eller andra åtgärder för att avgränsa arbetsområdena.

För att stoppa fortsatt vittring planerades alltså att stollgången från gruvan skulle pluggas igen och tätas. Tanken med detta var att gruvans vattennivå därigenom skulle komma att stiga cirka 15-20 meter, vilket i sin tur skulle hindra fortsatt vittring av sulfidmineral i gruvans väggar. För att kunna utföra pluggningsarbetena i torrhet behövde vattennivån i gruvan sänkas tillfälligt cirka 5 meter, vilket skulle åstadkommas genom att gruvvatten skulle pumpas upp från gruvan och vidare till Tjursbosjön. Därefter skulle underhållspumpning i mindre skala behövas till dess att pluggningen av stollgången hade härdat, uppskattningsvis under högst 200 dagar. För att kunna plugga stollgången behövde gruvan också rensas från berg och visst

sprängningsarbete ske i anslutning till gruvan.

För att åstadkomma beständiga förhållanden och motverka sättningar planerades tätning av gruvhål inom Holländarefältet. För tätningen skulle omhändertagen slagg och eventuellt även varp användas, troligtvis efter att ha förbehandlats genom krossning eller harpning i mobila anläggningar i anslutning till gruvhålen eller på annan plats inom verksamhetsområdet. Slagg- och varpfillningen skulle sedan täckas med betong och morän.

För att minska metallspridningen från varp, slagg och annat förorenat material på Käringryggen (inom Holländarefältet och Sohlbergsfältet) och hyttområdet skulle detta omhändertas och fraktas bort. Planerade åtgärder innefattade grävning, schaktning och uppsamling av på markytan beläget gruvavfall samt transport till tillfälliga lager- och behandlingsplatser.

Inom hyttområdet behövde åtgärderna till viss del utföras i Torsfallsåns vattenområde genom grävuddring, vilket bedömdes medföra ett eventuellt behov av att tillfälligt behöva förstärka strandområdet.

Finkornigt gruvavfall (arsenikhaltig vaskmull och lakrest) i Tjursbosjöns strandområde skulle grävas, eller grävuddras, bort från markyta och vattenområde och därefter transporteras till en tillfällig lagringsplats inom gruvområdet – vid behov efter avvattning inom strandområdet av materialet – före transport till extern anläggning. För grävuddringen bedömdes att strandområdet tillfälligt kunde behöva förstärkas. Syftet med omhändertagandet av detta material var, förutom att minska risken för fortsatt vittring av metaller, att eliminera avfallets humantoxikologiska risker. Som en extra försiktighetsåtgärd, till följd av vaskmullens arsenikinnehåll, skulle arbetsområdet för hanteringen av det finkorniga gruvavfallet delas in i en ”smutsig zon” som fordon och maskiner

inte skulle få lämna förrän däckrensjorts.

Omhändertagen varp och slagg skulle läggas ut i Tjursbosjöns bottensediment för att undvika fortsatt vittring, antingen på en slutlig nivå under Tjursbosjöns språngskikt (på ett djup av minst 7 meter), eller på ett mindre djup men med en övertäckning av cirka en meter morän för att undvika risk för syreinträngning genom vågrörelser i vattnet. I det förra fallet bedömdes att materialet troligen skulle transporteras till utläggningsplatsen med pråm eller motsvarande. I det senare fallet fanns tankar på att använda en tillfällig och för ändamålet uppförd ramp av befintlig varp, från vilken materialet kunde tippas eller skopas ut i sjön. Avslutningsvis skulle även rampen läggas ut i sjön. I ansökan angavs, att oavsett vilket alternativ som skulle väljas, skulle utläggningen ske inom det arbetsområde som markerats i miljökonsekvensbeskrivningen. Beslut om hur utläggningen närmare skulle gå till förklarades komma att fattas i samband med upphandlingen eller genomförandet. Under genomförandet framkom dels behov av att i viss utsträckning ändra metoden vid utläggningen av finkornig varp och rostmaterial i sjön för att förhindra en kraftig initial urlakning, dels visade det sig att arbetsområdet för utläggningen av varpen i Tjursbosjön behövde utökas.

Avslutande arbeten beskrevs bestå av bland annat avröjning av arbets- och upplagsytor, nedmontering av stängsel och avspärrningar samt återställning av ianspråktaga ytor.

MILJÖKONSEKVENSER OCH SKYDDSÅTGÄRDER

Den tillfälliga sänkningen av vattennivån i gruvan (för att kunna plugga stollgången) bedömdes kunna ge upphov till en knappt märkbar höjning av metallhalterna i Tjursbosjön under en begränsad tid. Med tanke på Tjursbosjöns dåvarande metallbelastning och att syftet med åtgärden var att åstadkomma en förbättring av föroreningsituationen argumenterade

kommunen för att denna tillfälliga haltökning borde kunna accepteras. Senare laktest kom att visa att metallhalterna initialt steg högre i samband med utläggning av finkornigt material än vad som förväntats, vilket ledde till att kommunen gav in en ansökan om mindre ändring av de tillståndsgivna åtgärderna.

Omhändertagandet av varp och slagg (genom grävning, schaktning, grävuddring, krossning, harpning och liknande) förväntades ge upphov till buller och grumling. För Torsfallsån bedömde kommunen att det inte var möjligt att bygga en hållbar skärm av geotextil eller liknande och som skyddsåtgärd till undvikande av grumling utan föreslog i stället att en vall av befintliga massor skulle lämnas mot Torsfallsån och, som en avslutande åtgärd samt vid lågvattenföring, tas bort och ersättas med rena massor. Slutligt val av åtgärd till undvikande av störande grumling vid arbeten i Torsfallsån angavs dock behöva bestämmas i samband med upphandlingen eller genomförandet av arbetena.

Även utläggningen av gruvavfall i Tjursbosjön skulle komma att medföra grumling och för att begränsa olägenheterna av detta föreslogs att grumlingskydd (exempelvis skärmar, spontar, textilduk, luftbubbelridå eller liknande) skulle användas och att val av metod skulle bestämmas i samband med upphandlingen eller genomförandet av arbetena.

Transporter och hantering av material på land (t.ex. harpning eller krossning av varp och slagg) förväntades ge upphov till tillfälliga störningar i form av damning. Som skyddsåtgärd föreslogs till exempel vattenbegjutning av vägar eller material eller saltning av vägar.

Krossning och harpning av varp och slagg, liksom transporter och arbetsmaskiner inom arbetsområdet, skulle innebära buller, men bedömdes bli av begränsad

omfattning och inte medföra några väsentliga störningar för omgivningen.

LOKALISERING

Omhändertagandet av gruvavfallet, pluggningen av stollgången och tätningen/täckningen av gruvhål var åtgärder som var bundna till en viss plats. Omhändertagandet av gruvavfallet bedömdes lämpligast ske på plats för att minska transportarbete och åtgärdskostnader och de föreslagna åtgärderna utgjorde en långsiktig lösning för omhändertagande.

Det fanns inga hinder i detaljplan eller områdesbestämmelser mot de planerade åtgärderna.

Tjursbosjön och delar av gruvområdet omfattades av förordnande enligt (den numera upphävda) naturvårdslagen (1964:822) om skydd för landskapsbilden. Enligt 9 § i införandelagen av miljöbalken (1998:811) fortsatte sådana beslut att gälla när miljöbalken trädde ikraft, dvs. skyddet för landskapsbilden skulle prövas inom ramen för mark- och miljödomstolens tillståndsprövning. Kommunen bedömde att de planerade åtgärderna inte skulle komma att påverka landskapsbilden vid Tjursbosjön eller dess närområden i någon beaktansvärd omfattning.

Ett alternativ till att lägga ut varp och slagg i Tjursbosjön var att deponera det på land. Under förberedelsearbetet hade kommunen utrett förutsättningarna för att deponera gruvavfallet vid Gustavsberg, några kilometer sydväst om Tjursbosjön, men funnit att det alternativet inte skulle innebära några fördelar från miljösynpunkt utan snarare en risk för spridning av föroreningar till ytterligare mark- och vattenområden.

En ungefärlig avgränsning av arbetsområdet för utläggningen av gruvavfallet i Tjursbosjön redovisades i miljökonsekvensbeskrivningen till ansökan. Under projektets gång visade det sig sedermera att arbetsområdet behövde

utökas vilket föranledde kommunen att ge in en anmälan om mindre ändring av den tillståndsgivna verksamheten.

TILLÅTLIGHET

För att tillstånd skulle kunna meddelas krävdes att åtgärderna var tillåtliga enligt bland annat följande bestämmelser.

- De allmänna hänsynsreglerna (2 kap. miljöbalken)
- Hushållning med mark- och vattenområden (3 kap. miljöbalken)
- Såväl gruvområdet som hyttområdet var belägna inom område av riksintresse för kulturmiljövården. Som angetts ovan hade dock länsstyrelsen beslutat att de planerade åtgärderna vägde tyngre än kulturmiljöintresset (se avsnitt 0).
- Tillåtlighet enligt 7 kap. miljöbalken
- Såväl gruvområdet som hyttområdet var belägna inom strandskyddsområde och de planerade åtgärderna förutsatte därför dispens från strandskyddet. Som skäl för dispens framhöll kommunen att syftet med åtgärderna bland annat var att förbättra den strandnära miljön och göra denna mer tillgänglig för allmänheten och att förbättra livsvillkoren för förekommande djur- och växtarter, varför åtgärderna enligt kommunen borde anses vara förenliga med de intressen som strandskyddet avser.
- Vattenverksamhet (11 kap. miljöbalken)
- Kommunen framhöll att den samhällsekonomiska nyttan av de planerade åtgärderna torde vara uppenbar eftersom olägenheterna av vattenverksamheten var av begränsad omfattning och snabbt övergående samt att åtgärderna kraftigt skulle minska föroreningsspridningen till Tjursbosjön och nedströms liggande vattendrag.

- Dispens från dumpningsförbud (15 kap. miljöbalken)
 - Dispens förutsätter att dumpning av avfall kan göras utan olägenhet för människors hälsa och miljön. Kommunens argument för dispens var att utläggningen av varp och slagg inte förväntades ge upphov till någon beaktansvärd olägenhet för människors hälsa eller miljön och att syftet med åtgärden var att avsevärt minska befintlig negativ miljöpåverkan, att utförandet skulle ske under kort tid och med vidtagande av försiktighetsåtgärder.
 - Tillåtlighet enligt 16 kap. miljöbalken
- Beträffande prövningen enligt tillåtlighetsbestämmelserna i 16 kap. miljöbalken anförde kommunen följande.
- Eftersom efterbehandlingsprojektet var finansierat med samhälleliga medel och kommunen frivilligt tagit på sig genomförandet framhölls att det inte vore rimligt att kräva ekonomisk säkerhet av kommunen.
 - De vattenrecipienter som berördes av de planerade åtgärderna omfattades inte av gällande miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten och det fanns inte heller anledning att befara att någon miljö kvalitetsnorm skulle komma att överskridas genom åtgärderna.

Sammanfattningsvis hävdade kommunen att det inte fanns några hinder enligt miljöbalken mot att tillåta de ansökta åtgärderna.

Skriftväxlingen efter kungörelse

INKOMNA YTTRANDEN

Efter att ansökan kungjorts inkom yttranden från Länsstyrelsen i Kalmar län, Miljö- och byggnadsnämnden i Västerviks kommun, Fiskeriverket, Vattenfall Power Consultant, Naturhistoriska riksmuseet och SGU vari bland annat framfördes följande.

Vattenfall Power Consultant påpekade att det fanns vetenskapshistoriska och geovetenskapliga värden som inte hade belysts tillräckligt i utredningsarbetet.

Fiskeriverket påtalade vikten av att förhindra grumling och spridning av metallföreningar under genomförandet samt att upprätthållande av funktionen av vidtagna skyddsåtgärder kontrolleras under genomförandet. Vidare framfördes önskemål om att omfattande undersökningar av fiskfaunan i recipienterna skulle ingå i det planerade uppföljningsprogrammet.

Miljö- och byggnadsnämnden tillstyrkte ansökan under förutsättning att erforderligt tillstånd till ingrepp i fornminne erhöles.

Länsstyrelsen tillstyrkte ansökan men ansåg att några av de av kommunen föreslagna villkoren var otydliga. Länsstyrelsen föreslog också ytterligare villkor för de planerade åtgärderna, nämligen (1) att skyddsvall av sprängsten eller dylikt skulle uppföras innan utläggning i Tjursbosjön fick påbörjas, (2) att metallhalterna i sjön skulle provtas under genomförandet, (3) att arbetena i anslutning till Torsfallsån skulle ske under låg vattenföring, (4) att begränsningsvärden för buller skulle fastställas enligt Naturvårdsverkets allmänna råd (2004:15), (5) att oljeläns skulle läggas ut i Tjursbosjön innan arbetena påbörjades vid risk för oljespill samt (6) att program för egenkontroll skulle redovisas minst sex veckor innan arbetena påbörjades. I övrigt framförde länsstyrelsen att skälighetsavvägningen enligt de allmänna hänsynsreglerna inte

kunde få styras av att de ekonomiska ramarna för projektet var givna på förhand.

Naturhistoriska riksmuseet framförde att kommunens ansökan var bristfällig genom att kommunen varken hade beaktat vare sig vetenskapshistoriska och mångfaldsaspekter avseende mineraler eller att Gladhammar utgör internationell typlokal för mineralen gladi, hammarit och lindströmit. Museet ansåg att genom de planerade åtgärderna skulle tillgången till brutet material innehållande dessa mineral bli förstörd och platsen förlora sin betydelse som typlokal. För att undvika detta föreslogs att ett begränsat och representativt urval av det befintliga varpmaterialet skulle undantas och bevaras.

Genom dialog under hand med Naturhistoriska riksmuseet bestämdes preliminärt att cirka 100 m³ varp skulle undantas och sparas för mineralogiska vetenskapliga ändamål.

SGU anförde i yttrande att Gladhammars gruvfält är unikt och av geovetenskapligt internationell betydelse då platsen styr klassificeringen av gladi, hammarit och lindströmit i resten av världen. Det framhölls att de planerade åtgärderna skulle komma att förstöra åtkomsten av varp och mineraliserat berg, vilket skulle vara till stor nackdel för den framtida geologiska nationella och internationella kunskapsutvecklingen och att det var mycket viktigt att det även i framtiden finns tillgång till mineraliserat varpmaterial samt åtkomst till fast berg i gruvhålen. Därutöver påpekades att Gladhammars gruvfält är en gruv- och bergverkshistorisk och geologisk sevärdhet av turistintresse.

KOMMUNENS BEMÖTANDE

SKYDDSVALL

Kommunen ifrågasatte behovet av en skyddsvall och bestred länsstyrelsens förslag. Till stöd för sin ståndpunkt gavs en

promemoria som upprättats av kommunens tekniska konsulter.¹

GEOVETENSKAPLIGA VÄRDEN

Kommunen framhöll att de planerade åtgärderna var nödvändiga för att förhindra fortsatt urlakning och spridning av metaller.

ÖVRIGT

Kommunen medgav länsstyrelsens yrkanden om användning av oljeläns, provtagning under genomförandet för kontroll av metallhalterna i Tjursbosjön samt beträffande begränsningsvärden för buller.

Kommunen medgav Fiskeriverkets yrkande om kontinuerliga kontroller av skyddsåtgärder mot grumling och spridning av sediment under genomförandet. Däremot ansåg kommunen att undersökning av fiskfaunan inte var en fråga för tillståndsprovningen utan i stället borde hanteras inom ramen för den uppföljande kontrollen.

Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag till villkor om att arbeten vid Torsfallsån skulle utföras vid låg vattenföring. Skälen till kommunens inställning var att arbetena i vattenområdet så långt möjligt planerades att utföras under perioder med låg vattenföring, men att arbete kunde behöva utföras även under perioder med långvarigt regn.

Huvudförhandlingen

Huvudförhandlingen genomfördes i enlighet med mark- och miljödomstolens förhandlingsordning och hölls i Gladhammars församlingshem den 24 november 2009. Under förhandlingen hölls syn vid gruvområdet och hyttan.

Efter materiell processledning från rättens ordförande justerade kommunen sina förslag ifråga om arbetstid och tid för

anmälan av anspråk på grund av oförutsedd skada till att räknas från dagen för dom.

Ordföranden ifrågasatte behovet av dispens från dumpningsförbudet, med hänvisning till att dumpningen/utläggningen inte var avsedd att ske till havs. Kommunen svarade att denna fråga noga hade övervägts och att kommunen kommit fram till att dumpningsförbudet gäller generellt för alla vattenområden, även insjöar.

Under huvudförhandlingen uppkom vissa frågor rörande miljöpåverkan och skyddsåtgärder för bland annat den planerade vattenverksamheten. De uppkomna frågorna diskuterades och kunde sedan lämnas utan att några oenigheter av betydelse kvarstod.

Det uppstod diskussion om förslaget att bevara cirka 100 m³ varp. Från SGU framställdes önskemål om att dels bevara en större mängd eftersom det inte kan uteslutas att varpen kan innehålla ännu okända mineral, dels säkerställa fortsatt tillgänglighet till fast klyft.

Beträffande avvägningen mellan kostnader och nytta för den planerade vattenverksamheten framförde kommunen att kostnaderna uppskattades till högst 2,5 Mkr och att olägenheterna bedömdes vara snabbt övergående och begränsade. Detta skulle vägas mot den stora miljönytta som skulle uppnås genom åtgärderna; kommunen framhöll att fördelarna av åtgärderna övervägde olägenheterna.

Ordföranden ifrågasatte behovet av verkställighetsförordnande; men kommunen vidhöll sitt yrkande.

Avslutningsvis konstaterade mark- och miljödomstolen att frågan om de mineralogiska, geovetenskapliga, naturhistoriska och kulturhistoriska intressena inte hade kunnat lösas under huvudförhandlingen och att kommunen inom några veckor därför skulle komma att föreläggas komma in med förslag till

¹ Bemötande av Länsstyrelsen i Kalmar läns yrkande om invallning före utläggning av varp och slagg i Tjursbosjön, Pär Elander, Hifab AB och Henning Holmström, Golder Associates AB, 2009-09-11.



Figur 7.1. Miljödomstolens syn vid Gladhammars gruvor. Foto Christer Ramström, Västerviks kommun

slutliga villkor för hur dessa intressen skulle tillgodoses.

Den fortsatta skriftväxlingen

I enlighet med vid huvudförhandlingen aviserade föreläggandet kompletterade kommunen sin ansökan för att tillgodose de mineralogiska, geologiska, naturhistoriska och kulturhistoriska intressena. Kompletteringen gjordes efter underhandskontakter med Naturhistoriska riksmuseet och SGU.

I kompletteringen justerade kommunen sin talan genom att tidigare framställt yrkande (nr iv) om tillstånd till ”igensättning (tätning) av gruvhål inom Holländarefältet genom anläggande av långtidsbeständiga konstruktioner av betongmaterial och omhändertagen varp och slagg” frånfölls. Kommunens ändrade talan innebar att de planerade åtgärderna ändrades till att efter pluggning av stollgången (yrkande nr i) lämna gruvhålen öppna. Därigenom möjliggjordes fortsatt tillgång till gruvan och fast klyft i enlighet med SGU:s önskemål. Som en följd av justeringen bortföll även behovet av att krossa varp och slagg inför nedläggning i gruvan.

Kommunen föreslog att varp skulle undantas och bevaras enligt något av två

föreslagna alternativ. Det ena alternativet var att spara så mycket varp som skulle rymmas på en yta om cirka 100 m² och anläggas i anslutning till gruvhålen inom Holländarefältet. Den föreslagna ytan bedömdes inte kunna vara större på grund av att avrinningen från upplaget skulle ledas till gruvan och att en större yta skulle öka risken för en oacceptabel höjning av vattenståndet i gruvan, med risk för bräddning och spridning av förorenat vatten.

Det andra alternativet var att spara cirka 1000 m³ varp på en yta nedanför bergsryggen. Kommunen hade identifierat ett lämpligt område och även inhämtat markägarens godkännande till ett sådant upplag. Enligt detta alternativ förutsattes lakvattnet infiltrera i moränlagret, varvid metallerna skulle fastläggas före utlopp i Tjursbosjön. Förslaget förutsatte dock att SGU var berett att ta ansvar för framtida underhåll av eventuella (passiva) filter.

Den varp som inte skulle sparas för vetenskapliga m.m. ändamål avsågs fortsättningsvis att läggas ut i Tjursbosjön och förses med täckning.

Med anledning av den justerade talan föreslog kommunen också ett slutligt

villkor att täckning av utlagd varp och slagg skulle utföras då den övre ytan av det utlagda materialet överskred + 48 meter.

SGU yttrade sig över kommunens komplettering och anförde att två förutsättningar var väsentliga från geologisk synpunkt, nämligen dels möjlighet att fortsättningsvis genomföra geologiska undersökningar i anslutning till gruvhålen, dels möjlighet att även i framtiden undersöka ett representativt varpmaterial från området. Den mängd som skulle rymmas på 100 m² bedömdes inte utgöra en representativ svit av mineraliseringen; för detta krävdes enligt SGU uppskattningsvis 1000 m³.

Miljö- och byggnadsnämnden i Västerviks kommun yttrade sig och förordade alternativet med att bevara varp motsvarande en yta om 100 m² eftersom detta förslag skulle innebära mindre kontroll- och underhållsbehov i ett långsiktigt perspektiv.

Naturhistoriska riksmuseet framförde att bevarande av varp på 100 m² var att föredra framför bevarande av en större mängd som riskerade att behöva tas bort efter prövotidens slut om föroreningarna upplaget blev alltför stora.

SGU yttrade sig på nytt och vidhöll att 1000 m³ varp skulle undantas och läggas upp på en iordningställd yta, med anordning för kontroll av det avrunna lakvattnets mängd och innehåll under en prövotid om fem år.

Länsstyrelsen i Kalmar län framförde att bevarandet av varp, av kulturmiljöskäl, borde ske vid gruvhålen i Holländarefältet. Kvarlämnande av 100 – 1000 m³ varp bedömdes innebära en obetydlig miljöpåverkan efter avslutad efterbehandling. Länsstyrelsen meddelade också att den inte hade möjlighet att ansvara för ett inhägnat varpupplag (vilket föreslagits av Naturhistoriska riksmuseet).

Utöver yttrandena rörande geologiska och mineralogiska intressen inkom även synpunkter från närboende, som invände mot deponering av varp och slagg i

Tjursbosjön och förordade att gruvavfallet skulle deponeras på land.

Tillståndsdomen

Mark- och miljödomstolens dom meddelades den 1 juni 2010. Genom domen gavs kommunen tillstånd att genomföra det planerade efterbehandlingsprojektet och, med dispens från dumpningsförbudet i 15 kap. 33 § miljöbalken, lägga ut varp och slagg i Tjursbosjöns bottensediment.

Beträffande bevarandet av varp föreskrev domstolen att cirka 1000 m³, dock minst 800 m³, varp skulle undantas från efterbehandlingsåtgärderna och läggas upp i nära anslutning till gruvorna på en iordningställd yta, som skulle hållas avskärmad från genomströmmande vatten. Varpupplaget ska hållas tillgängligt för mineralogiska och andra vetenskapliga ändamål.

Mark- och miljödomstolen föreskrev även villkor om att grävuddring i Torsfallsån skulle utföras vid lågvattenföring och i övrigt så att grumling så långt möjligt begränsades (jfr avsnitt 0 ovan).

I övrigt meddelades tillstånd och föreskrevs villkor i överensstämmelse med kommunens ansökan, bortsett från att verkställighetsförordnande inte medgavs.

Tillståndsdomen överklagades inte, vilket innebar att den vann laga kraft den 22 juni 2010.

7.3 Efter tillståndsprövningen

Mindre ändringar av den tillståndsgivna verksamheten

ALTERNATIVT OMHÄNDERTAGANDE AV FINKORNIGT MATERIAL

Enligt tillståndet fick kommunen lägga ut varp och slagg i Tjursbosjöns bottensediment. En inventering av mängden finkornigt material inom gruvområdet kunde utföras först i samband med den särskilda arkeologiska undersökningen av gruvområdet (och efter att miljötillståndet hade meddelats). Undersökningarna visade att det förekom

nedkrossad och relativt finkornig varp i större utsträckning än vad som tidigare varit känt. Dessutom fanns avfall från rostning med motsvarande kornstorleksfördelning (främst sand- och grusfraktioner). Den nedkrossade varpen var uppblandad med större varpstycken. Okulärt kunde konstateras omfattande utfällningar av fastlagda vittringsprodukter på den finkorniga varpens ytor. Kommunen beslutade att utföra lakttest av den finkorniga varpen för att få en uppfattning om i vilken utsträckning dessa vittringsprodukter kan komma att lösas upp vid utläggning i Tjursbosjön och testerna visade att det inträffade en kraftig initial urlakning av tungmetaller från det finkorniga gruvavfallet. Utläggning av finkornig varp i Tjursbosjön skulle därmed kunna medföra en oacceptabel höjning av halterna av koppar men även av kobolt och bly i Tjursbosjön. Av denna anledning måste särskilda försiktighetsåtgärder vidtas vid utläggning av finkornig varp och rostmaterial. För att utreda lämpliga metoder utfördes lakförsök även på prover där finkornig varp respektive rostmaterial tillsattes kalk för en justering av pH. Försöken visade att utlakningen i stor utsträckning kan begränsas med en lämplig tillsats av kalk.

Detta föranledde diskussioner om hur miljöpåverkan kunde begränsas och entreprenören föreslog borttransport och externt omhändertagande av det finkorniga materialet.

Kommunen gav in en anmälan för att, som en mindre ändring av den tillståndsgivna verksamheten (jfr 5 § i förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd), transportera bort det aktuella avfallet i enlighet med entreprenörens förslag.

Länsstyrelsen återkom i januari 2011 med en begäran om komplettering till följd av kommunens anmälan. Av kompletteringen skulle framgå (i) en beskrivning av vilka olägenheter för människors hälsa eller miljö som ändringen kunde innebära (ii) hur mycket transporter förväntades öka, (iii) vilken tid på året dessa transporter

planerades ske, (iv) eventuell påverkan på permanentbostaden intill arbetsområdet vid Holländarefältet, (v) motivering varför ändringen borde betraktas som mindre och (vi) en bedömning av huruvida avfallet skulle kunna deponeras eller om det skulle krävas behandling för att uppfylla kriterierna för deponering (NFS 2004:10).

Med anledning av länsstyrelsens kompletteringsbegäran återkallades anmälan om mindre ändring. I stället gavs en ny anmälan om mindre ändring in, av innebörd att det finkorniga materialet i första hand skulle blandas med kalk och läggas i storsäckar som sedan sänktes till botten på Tjursbosjön. Som alternativt omhändertagande beskrevs att icke farligt avfall skulle kunna sorteras ut och transporteras bort för externt omhändertagande (användas som konstruktionsmaterial). Ändringen, dvs. att blanda det finkorniga materialet med kalk i säckar, utgjorde enligt kommunen en extra skyddsåtgärd som var påkallad av miljöskäl. Behovet av den extra skyddsåtgärden berodde på omständigheter som inte var kända då tillståndet meddelades. De planerade åtgärderna bedömdes inte, tillsammans eller var för sig, orsaka några olägenheter för människors hälsa eller miljön och skulle enligt kommunen därför anses utgöra en mindre ändring.

Länsstyrelsen instämde i att åtgärderna endast utgjorde en mindre ändring av det befintliga tillståndet och förelade kommunen att (i) redovisa hur villkor 7 (förhindra spridning av damm och föroreningar vid omhändertagande och lagring) och 8 (indelning av arbetsområdet i en "ren" och en "smutsig" del för att förhindra föroreningsspridning) i tillståndet skulle uppfyllas, (ii) upprätta och redovisa en provtagningsplan enligt 22§ NFS 2004:10 för avfall som skulle köras till deponi och (iii) utföra en grundläggande karaktärisering av avfallet enligt 4 § NFS 2004:10.

Utöver dessa synpunkter, samt under förutsättning att de villkor och åtaganden som redan följde av tillståndet efterlevdes,

hade länsstyrelsen inget att erinra mot att utläggningen av det finkorniga gruvavfallet gjordes på det sätt som kommunen hade beskrivit i anmälan.

UTVIDGAT ARBETSOMRÅDE I TJURSBOSJÖN

Tillståndet omfattade bland annat dispens att, i enlighet med 15 kap 33 § 1 st. miljöbalken, lägga ut varp och slagg i del av Tjursbosjön på fastigheterna Falsterbo 1:12, Lunden 3:1 och Mörghult 5:1.

Vid upphandlingen framkom att arbetsområdet i Tjursbosjön var storleksmässigt underdimensionerat. För att minimera risker för okontrollerade skred på bottensedimenten och att kunna lägga gruvavfallet på ett större djup och därmed minska risken för urlakning av metaller konstaterade kommunen att området behövde utökas.

I juli 2011 gjorde kommunen en anmälan om mindre ändring av den tillståndsgivna verksamheten till länsstyrelsen. Ändringen bestod i det utökade arbetsområdet i Tjursbosjön. Innan anmälan gjordes hade kommunen dels haft underhandskontakt med mark- och miljödomstolen, dels hade tilläggsavtal om tillträde till det utökade området träffats med berörda fastighetsägare.

Genom att utläggningen i det utökade området skulle komma att ske på större djup än i det mindre området bedömde kommunen att syftet med utläggningen i sjön (jfr villkor 6 samt domskälen) skulle uppfyllas bättre. Länsstyrelsen konstaterade att arbetsområdet inte definierats på annat sätt i domslutet än genom angivande av fastighetsbeteckningar, samt att mängden varp och slagg som fick läggas ut i Tjursbosjön inte var begränsad. Sammantaget ansåg länsstyrelsen att ändringen kunde godtas.

Tilläggsavtal med fastighetsägare

ÄNDRAT ARBETSOMRÅDE I TJURSBOSJÖN (TILLÄGGSAVTAL 1)

Under genomförandet framkom att ett större vattenområde än vad som tidigare avsetts behövde tas i anspråk för genomförandet. Med anledning av detta träffade kommunen tilläggsavtal med ägarna till de fastigheter som berördes av utökningen. Genom avtalen godkände fastighetsägarna att det större området nyttjades av kommunen vid genomförandet. Ingen ersättning utgick för den utökade upplåtelsen (och inte heller för den ursprungliga).

AVVERKNING (TILLÄGGSAVTAL 2)

Under genomförandet fanns behov av att avverka en del träd och kommunen träffade därför avtal (tilläggsavtal till det ursprungliga tillträdesavtalet) med berörda fastighetsägare. Genom avtalen godkände fastighetsägarna att kommunen utförde den avverkning som behövdes för genomförandet. Fastighetsägaren skulle uppbära den virkesersättning som utgick för den avverkade skogen samt, efter kommunens godkännande, ersättning för arbete med avverkningen. Enligt avtalet skulle kommunen ersätta fastighetsägaren för ekonomisk skada till följd av att icke avverkningsmogen skog avverkad. Ersättning för detta skulle beräknas enligt gällande skogsindex och om parterna inte kunde enas om storleken på skadan skulle värdering utföras av en oberoende besiktningsman.

GODKÄNNANDE AV ÅTGÄRDER

Ägarna till fastigheterna Mörghult 1:5, Bruksbacken 1:1, Bruksbacken 1:2 och Falsterbo 1:12 undertecknade i november 2011 avtal om godkännande av åtgärder efter att kommunen återställt marken i enlighet med gällande överenskommelser och i samråd med fastighetsägarna. Ägaren till fastigheten Lunden 3:1 lämnade sin nöjdförklaring till kommunen i juli 2012.

Löpande ärenden

DAMMBEKÄMPNING

Under saneringsarbetena uppstod damning i samband med hanteringen av varpen. För att uppfylla villkor 7 i tillståndet (spridning av damm skulle förhindras) ställde kommunen fråga till länsstyrelsen om gruvvatten fick användas för vattenbegjutning av gruvavfallet. Alternativet var att i stället använda sjövattnet, vilket dock skulle vara besvärligare på grund av avståndet till det gruvavfall som skulle vattnas.

Det fanns en farhåga att användning av gruvvatten skulle innebära spridning av metallföreningar till omgivningen. Vid en avvägning mellan riskerna med att använda gruvvatten jämfört med sjövattnet konstaterade kommunen att båda vattnen innehöll förhöjda halter metaller och att det förorenade vattnet kunde komma att förorena varpen respektive ta med sig föreningar i form av fina partiklar från varpen vilka skulle spridas nedanför berget och på sikt öka föroreningsgraden av Tjursbosjön. Det senare fallet riskerade att inträffa oavsett vilket vatten som användes.

Kommunen påpekade att provtagning av finkornig varp inför eventuell användning som konstruktionsmaterial skulle göras efter vattenbegjutningen.

Länsstyrelsen hade inga invändningar och meddelade kommunen att gruvvatten fick användas för bevattningen.

ÄNDRAD STRANDLINJE

Under genomförandet visade det sig att kommunen behövde gräva bort större mängder lakrest och vaskmull vid Tjursbosjöns strand än vad som ursprungligen var tänkt. I samband med ansökan hade mängderna endast kunnat uppskattas grovt och i verkligheten visades de alltså vara avsevärt större.

I tillståndet angavs inga mängder utan domstolen hänvisade till vad som sagts i kommunens ansökan. När större mängder än väntat fick grävas bort uppkom fråga om kommunen var tvungen att återföra massor för att återskapa den strandlinje som fanns före saneringen. Vid

övervägande av denna fråga konstaterades dels att kommunen i ansökan hade beskrivit att området närmast stranden var förorenat och att projektet gick ut på att avlägsna förorenat material, dels att det varken fanns något åtagande i ansökan eller villkor i tillståndet om att återställa strandlinjen och återföra rena massor som ersättning för dem som hade forslats bort. Slutsatsen blev därför att tillståndet medgav att en ny strandlinje bildades efter att det förorenade materialet hade avlägsnats.

Länsstyrelsen informerades om detta och meddelade att den delade kommunens bedömning, varför det inte krävdes någon anmälan om mindre ändring.

YTAVRINNING TILL GRUVHÅL

I kompletteringen efter huvudförhandlingen angav kommunen att närmast gruvhålen skulle ytliga sprickor tätas och marken att anpassas så att avrinning från markytan till gruvan i möjlig mån förhindrades. Skälet var att mängden vatten till gruvan behövde begränsas på grund av farhågor om att gruvvatten, efter pluggning av stollgången, skulle kunna flöda över schakten och spridas okontrollerat från bergplinten till omgivningen. Fortsatt spridning av metaller skulle riskera att åtgärdsålet – att minska kopparspridningen med 90 procent. Hela 70 procent av nederbörden uppe på bergryggen bedömdes rinna ner i gruvan.

När gruvavfallet avlägsnats från bergryggen kunde det konstateras att mindre mängder ytvatten rann ner i gruvan än vad som tidigare befarats. Kommunens tidigare åtagande att täta sprickor för att förhindra ytvatten från att rinna in bedömdes därför inte längre behövas.

Kommunen lämnade in en anmälan om mindre ändring av tillståndet och yrkade att få slippa konstruera anordningar för att förhindra avrinning till gruvschakten och täta ytliga sprickor nära gruvhålen. Länsstyrelsen meddelade att anmälan inte kunde medges, men att en bedömning av åtgärderna eventuellt kunde göras senare,

när stollgången var igensatt och vattennivån i gruvan hade stabiliserats. Däremot meddelade länsstyrelsen att kommunen tillsvidare inte behövde vidta de angivna åtgärderna.

För att gå vidare och kunna slutföra entreprenaden besiktigade kommunen områdena runt gruvschakten för att få kunskap och i möjlig mån kunna täta ytliga sprickor och förhindra ytlig avrinning till schakten. Så småningom konstaterades att bästa sättet att leda bort vatten från gruvan var att med maskiner knacka fram ”kanaler” i berget samt att justera lutningen på befintlig grusväg mellan gruvfälten inklusive ny dikesanvisning.

De utförda åtgärderna för att förhindra ytvatten att rinna in i gruvan redovisades till länsstyrelsen i december 2011. För att utreda hur stor andel ytvatten som strömmade ner i gruvan mättes området kring schakten in och det kunde konstateras att kommunen hade åtgärdat en yta om drygt 30 % för att minska mängden vatten som tillfördes gruvan. Våren 2012 inledde kommunen mätningar av vattennivån i gruvan, i Knuts Schakt, för att kunna följa vattenståndshöjningen, främst för att om möjligt sätta in åtgärder för att hindra översvämmande förorenat vatten att rinna direkt ner i Tjursbosjön.

VÄGEN NER TILL STRANDEN

I kommunens ansökan angavs att tillfälliga vägar och arbetsytor skulle tas bort när området återställdes efter avslutad sanering. När det blev dags att genomföra återställandet blev kommunen tillfrågad av vissa fastighetsägare om inte vägen ner till Tjursbosjöns strand kunde bevaras i stället för att platsen skulle återställas. Den aktuella vägen hade byggts där det tidigare funnits en mindre körväg, men den nya vägen var bredare än den tidigare vägen. Fastighetsägarna ville att vägen skulle göras smalare och kvarstå som en mindre grusväg.

Kommunen ansåg att det var en fördel från miljösynpunkt om mindre mängder material kunde fraktas bort från området och bedömde att vägen kunde lämnas kvar utan att det behövdes en anmälan om

mindre ändring till tillsynsmyndigheten. Länsstyrelsen informerades om åtgärden.

Skydd av varp

Under genomförandet restes en fråga om hur den sparade varpen på upplaget ska bevaras för framtiden och vilket (om något) skydd varpen har mot att markägaren, eller annan, fraktar bort den.

Av villkoren i tillståndet framgår att varp ska undantas och sparas för framtiden. Tillståndet föreskriver inte något ansvar för kommunen att skydda den sparade varpen och kommunen har inte heller någon äganderätt eller annan liknande rätt till varpen.

Avtalet med aktuell fastighetsägare reglerar inte uttryckligen kvarlämnad varp. Varphögen kan dock anses vara en ”permanent anläggning” som enligt avtalen får lämnas kvar.

Den sparade varpen är i sig inte klassad som fast fornlämning då den inte är en ursprunglig del av det tidigare varpfältet, däremot är gruvområdet fortfarande klassat som fast fornlämning då gruvan ligger kvar även om varpen är borta. Den sparade varpen ligger i fornlämningsområdet därför skall markägaren samråda med länsstyrelsen om önskan finns att avlägsna varpen, eftersom det kan krävas beslut att göra åtgärder inom området även om det inte berör det som klassas som fornlämning. Länsstyrelsen måste få möjlighet att ställa vissa villkor för ett sådant borttagande för att säkra det som är kvar av fornlämningen. Fornlämningsskyddet torde därmed inte innebära något skydd för den sparade varpen.

Enligt tillståndet kan det bli aktuellt att i framtiden täcka varphögarna med tak för att förhindra vittring. Det framgår inte av tillståndet vem som ska ansvara för, eller utföra, detta. Det framtida skyddet mot såväl stöld, bortforsling och andra liknande tilltag, liksom eventuella tillkommande skyddsåtgärder, är därför en särskild fråga att ta ställning till. Erforderligt skydd av varpen bör tillkomma genom myndighetsbeslut.

8. Arkeologi

Författare: Veronica Palm, Västerviks museum, Daniel Tedenlind, Antikvarie, Länsstyrelsen i Kalmar Län och Joakim Schultzen, EMPIRIKON Konsult AB



Figur 1: Vändrosthuset på hyttbacken vid Torsfallsån är sannolikt från 1760-talet. Rostbåsen var avlång och byggda i skalmur av sten och slagg. Vändrostningen var det tredje steget i förädlingen av kopparmalm efter kallrostningen och en första smältning i en s.k. suluugn. Foto: E. Carlsson, Dalarnas Museum.

8.1 Kulturminneslagen och arkeologins roll i samhället

Joakim Schultzen, EMPIRIKON Konsult AB

Vi har en lång tradition av kulturminnesvård i Sverige. Redan 1666 antogs ”Plakat och Påbud om Gamla Monumenter och Antikviteter”, vilken anses vara världens äldsta fornminneslag. Dess ursprungliga syfte var dock mycket annorlunda då från nu. Att påbudet antogs under den svenska stormaktstiden är inte någon tillfällighet. Det styrande skiktet ansåg att Sverige - en uppkomling i den Europeiska storpolitiken - var i behov av ett ärofyllt förflutet för att kunna hävda sig jämte andra samtida stormakter. Denna önskan resulterade bl.a. i den pseudovetenskapliga Göticismen; teorin om Norden som det förlorade Atlantis och

Sverige som Goternas urhem, men också alltså i ett lagstadgat skydd för fornlämningar. Idag söker inte arkeologin längre efter evidens för olika nationalförhållande teorier. Faktum är att de flesta arkeologiska undersökningar som genomförs idag behandlar tidsepoker då begreppet Sverige ännu inte existerade. Målet är istället att objektivt kunna säga något om människorna som levde här innan oss, deras föreställningsvärld och vardagsliv, religion, hälsa, diet, handelskontakter och samhällsstruktur bl.a. Varje arkeologisk undersökning bidrar förhoppningsvis med några nya pusselbitar till vår bild av det förflutna.

Undersökningen av Gladhammars gruvor är i detta fall lite ovanlig då den nästan uteslutande behandlar lämningar från historisk och modern tid och att ting och

text därför kan användas i samverkan för en djupare förståelse av skeendet.

Man vet mycket sällan på förhand vilken information som kan uppdragas vid en arkeologisk undersökning eller för den delen gå förlorad vid frånvaron av en. Långt ifrån alla fornlämningar är synliga ovan mark och varje oöversatt tag med grävskopan riskerar att utradera viktiga ledtrådar. Artefakter är ofta vetenskapligt relativt ointressanta om de flyttats ur sin kontext och omrörda lagerföljder är svåra att inhämta bra information från. Det är därför viktigt att varje ingrepp i en kulturmiljö eller en fornlämning föregås av en arkeologisk dokumentation.

För den enskilde entreprenören är kanske inte alltid den arkeologiska frågeställningen första prioritet, något man nog kan ha förståelse för. Arkeologi och historia är däremot av ett stort och växande allmänintresse och en bevarad kulturmiljö kan på längre sikt, utöver rena upplevelsevärden, även vara till ekonomisk nytta för regionen. Det är svårt att bedöma om arkeologiska undersökningar överlag är samhällsekonomiskt motiverade, men i vissa fall är det uppenbart att kunskapen om platsens historia och en bevarad kulturmiljö varit till direkt ekonomisk fördel för närområdet. Detta gäller t.ex. städer med medeltida stadskärnor som Sigtuna, Skara, Visby och Stockholm eller enskilda objekt och platser som Vasaskeppet, Birka eller Vadstena kloster. Regioner som Västergötland, Öland och Gotland har onekligen haft stora turismintäkter över tid som direkt följd av det arkeologiska och historiska intresset hos allmänheten. T.ex. lockade 2007 års upplaga av Medeltidsveckan ca 40 000 turister till Gotland, med en evenemangsspecifik turistekonomisk omsättning beräknad till ca 124 Mkr (Gilbertsson 2007). Detta kan jämföras med den totala kostnaden för uppdragsarkeologi det året för hela landet på ca 263 Mkr (Riksantikvarieämbetet 2010), vilket dessutom var ett utfall högre än genomsnittet.

"Wij Carl [den XI], medh Gudz Nådhe, Sweriges, Göthes och Wendes Konung och Arf-Förste, Stoor-Förste til Finland, Hertigh uthi Skåen, Estland, Liffland, Carelen, Bremen, Vehrden, Stejn-Pommern, Cassuben och Wenden, Förste til Rügen, Herre öfwer Ingermanland och Wiszmar; Så och Pfaltz-Grefwe widh Rhein i Beyern, til Güllich, Clewe och Bergen Hertigh, etc. Göre witterligit, allthenstund Wij medh stoort Miszhag förmimme, huruledes icke allenast the uhrgambla Antiquiteter qwarlefwor och efterdömen, som alt ifrån Hedendomen, uthaff framfarne Sweriges och Götha Konungars, sampt andre theras Förnämlige Mäns och Undersåthares Manlige Bedriffte, som för thetta öfwer heele Rijke, deels uthi stoore Borger, Skantzar och Steenkumbel, deels uthi Stoder och andre Stenar medh Runaskrifter ingraffne, deels uthi theras Griffte och Ättebacker uthi temmelig myckenheet bestådt hafwa, medh sådan wårdlöszheet och olofligit Sielfzwald handteras, at the dageligen mehr och mehr förderfwade och uthödde blifwa."

Undertecknat Hedwig Eleonora*

* I egenskap av den minderårige kungens förmyndare. Texten författades dock av dåvarande Riksantikvarien Johan Hadorph.

Ofta är det dock inte den enskilda kostnaden för arkeologiska undersökningar som är entreprenörens största bekymmer. Istället är det tillkommande kostnader och logistiska problem som uppstår i och med rubbade tidplaner och omprojekteringar. Det är svårt att på förhand uppskatta hur lång tid en arkeologisk undersökning kommer att ta, inte minst för den som inte är arkeolog. I de flesta fall räcker det med en förundersökning eller schaktövervakning (se faktaruta) och eftersom man alltid bör planera för detta som ett minimum, behöver det inte bli någon påverkan alls. Tillkommer däremot en särskild undersökning på grund av att man vid förundersökningen bedömt att området skall skyddas av KML (givet att Länsstyrelsen medger undantag från samma lag), tar det betydligt längre tid beroende på fornlämningens art, tid på året och hur snabbt en eventuell upphandling kan genomföras (se faktarutor och Länsstyrelsens redogörelse nedan för en mer detaljerad beskrivning av ärendegången). Det man som entreprenör kan göra för att underlätta i sin tid- och kostnadsplanering är framför allt att i ett tidigt skede ta kontakt med Kulturmiljöenheten på Länsstyrelsen. Man

kan också söka i RAÄ:s fornminnesregister (<http://www.fmis.raa.se>) för att bilda sig en uppfattning om fornlämningsituationen i det aktuella området. Frånvaro av registrerade fornlämningar i FMIS är dock ingen garanti för att där inte upptäcks något under en arkeologisk utredningsschaktning som tidigare inte varit känt, men *om* det finns registrerade fornlämningar i närheten bör man räkna med att det blir någon form av utvidgad undersökning.

Att knyta en arkeolog till projektet i ett tidigt skede kan underlätta planeringen betydligt. En kulturmiljöutredning (se faktaruta nedan) i samband med t.ex. miljöutredningen eller byggprojekteringen är ett bra verktyg för att på ett tidigt stadium identifiera de eventuella hinder som projektet står inför. En arkeolog i projektet kan även underlätta kommunikationen och samarbetet med de arkeologer som utsetts att utföra undersökningen och på så sätt effektivisera processen.

KML

Av första kapitlet i lagen (1988:950) om kulturminnen m.m. (KML) framgår att det är ett nationellt intresse att fornlämningar bevaras och att ansvaret för detta delas av alla.

2 kap. 12 § KML anger att den som vill göra ett ingrepp i en fornlämning, d.v.s. rubba, ändra eller ta bort en fast fornlämning ska ansöka om tillstånd hos länsstyrelsen. Länsstyrelsen lämnar tillstånd endast om fornlämningen medför hinder eller olägenhet som inte står i rimligt förhållande till fornlämnings betydelse.

Syftet med bestämmelserna i 2 kap. 10-13 § KML är i första hand att bevara de fasta fornlämningarna. Skyddet för fornlämningarna gäller generellt och omedelbart utan något myndighetsbeslut. Varje tillstånd till ingrepp innebär att ett undantag görs från denna grundprincip. Skyddet är utformat som ett tillståndstvång som gäller såväl själva fornlämningen som fornlämningsområdet. KML:s bestämmelser reglerar således även skyddet för tidigare okända fornlämningar. Om en fornlämning påträffas under grävning eller annat arbete, ska arbetet omedelbart avbrytas. Den som leder arbetet ska omedelbart anmäla förhållandet hos länsstyrelsen (2 kap. 10§ KML).

*(Vägledning för tillämpning av Kulturminneslagen
Uppdragsarkeologi (2 kap. 10-13 §§)*

*Samråd och tillståndsprövning inför arbetsföretag
Tillämpning av Riksantikvarieämbetets föreskrifter och
allmänna råd avseende verkställigheten av 2 kap. 10-
13 §§ lagen
(1988:950) om kulturminnen m.m.)*

Kulturmiljöutredning

Inför planeringsarbeten som inte involverar markingrepp men berör större områden, t.ex. planarbeten för vägar, golfbanor och bebyggelse, kan en exploatör beställa en s.k. kulturmiljöutredning direkt av en arkeologisk institution utan att först gå via Länsstyrelsen. Detta sparar ofta viktig tid inför fortsatt handläggning och exploatering. En kulturmiljöutredning kan innefatta såväl arkeologi som byggnadsantikvariska och marinarknologiska insatser, både i form av arkivstudier och av fältinventeringar. En kulturmiljöutredning syftar till att bedöma lämpligheten ur kulturmiljösynpunkt av en exploatering, samt att utpeka förhållanden i kulturmiljön som bör beaktas i det kommande planarbetet och i en eventuell exploateringssituation. Utredningsresultatet kan också fungera som ett underlag inför Länsstyrelsens bedömning av fortsatta antikvariska åtgärder. En kulturmiljöutredning skall motsvara en arkeologisk utredning steg 1 enligt 2 kap 11 § Lag (SFS 1988:950) om kulturminnen m.m.(KML), men det är viktigt att påpeka att den inte ersätter en sådan. Begreppet Särskild utredning är förbehållet länsstyrelsens beslut enligt KML. Resultatet av utredningen kan peka ut områden och förhållanden som bedöms som antikvariskt beaktansvärda men kan inte frikalla området från antikvariska konsekvenser av en framtida exploatering. Varken en kulturmiljöutredning eller en steg 1-utredning ger alltså en fullständig bild av den förhistoriska aktiviteten i området. För detta krävs en fördjupad analys där även vissa grävningssatser ingår, d.v.s. steg 2 av en särskild utredning.

Veronica Palm

Arkeolog, Västerviks museum

8.2 Länsstyrelsens redogörelse för arkeologin i projekt Gladhammars gruvor

Daniel Tedenlind, Antikvarie,
Länsstyrelsen i Kalmar Län

Initiering

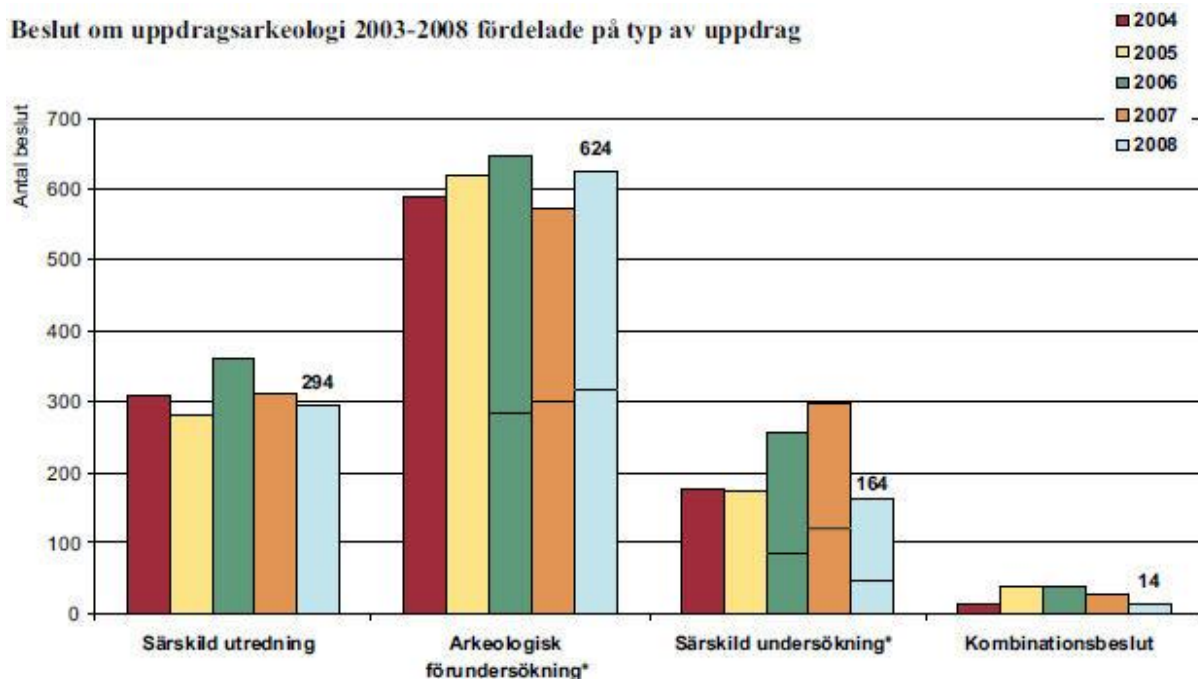
Länsstyrelsens handläggning av tillståndsansökan angående markgrepp i eller intill fast fornlämning inför miljösaneringsarbete vid Gladhammars gruvor inleddes 2008-03-06. Detta datum inkom Västerviks kommun med en officiell ansökan till länsstyrelsen om tillstånd till markgrepp i eller invid fornlämning enligt 2 kap Kulturminneslagen (SFS 1988:950). I denna första ansökan innebar det planerade saneringsarbetet att gruvavfallet skulle deponeras i Tjursbosjön, samt att stollgång skulle pluggas och att gruvschakten skulle gjetas igen. Västerviks kommun hade innan detta tagit initiativ till en kulturhistorisk utredning vilken genomfördes under 2004.

Upphandling

Den 26 juni 2008 upprättade länsstyrelsen

ett förfrågningsunderlag i form av en anbudsinvitan inför en arkeologisk förundersökning av Gladhammars gruvområde. Anbud vad gäller arkeologiska undersökningar skall upprättas om länsstyrelsen förväntar sig att kostnaden för den aktuella arkeologiska undersökningen överstiger 20 prisbasbelopp. Sista anbudsdag var satt till den 8:e augusti år 2008. Vid anbudstidens utgång hade två anbud inkommit; ett ifrån Riksantikvarieämbetet UV Uppsala (anbud nr1) och ett ifrån ett samarbete mellan Kalmar läns museum, Dalarnas museum och Västerviks museum (anbud nr 2). Länsstyrelsen upprättade en anbudsutvärdering den 25 augusti 2008 i vilket den samlade bedömningen resulterade i att samarbetet mellan museerna tilldelades uppdraget. Motiveringen i beslutet var att de som utförare bedömdes kunna genomföra undersökningen så att Länsstyrelsens kravspecifikation bäst skulle kunna tillgodoses. I utvärderingsprotokollet definieras detta genom att

Beslut om uppdragsarkeologi 2003-2008 fördelade på typ av uppdrag



* Under 2008 var 321 förundersökningar och 46 särskilda undersökningar rubricerade som schaktningsövervakning/antikvarisk kontroll. Motsvarande siffror för 2007 var 300 förundersökningar och 134 särskilda undersökningar och för 2006 284 förundersökningar och 94 särskilda undersökningar.

Figur 2: Antal beslut om uppdragsarkeologi 2004-2008 för hela landet. Källa: Tillämpning av 2-4 kap. lagen (1988:950) om kulturminnen m.m. Statistik gällande 2008. Riksantikvarieämbetet 2010.

undersökningsplanen för samarbetet mellan museerna belyser efterfrågade perspektiv som t.ex. att urskilja de äldsta faserna av gruvbrytningen och metallframställning på platsen, och att fler aspekter genom denna undersökningsplan skulle belysas vilket skulle kunna ge ett mer fasetterat kunskapsunderlag inför beslut om särskild undersökning. Därigenom bedömdes denna undersökningsplan vara den mest kostnadseffektiva. Beslutet om arkeologisk förundersökning fattades den 27 augusti 2008.

Överklagan av upphandlingsbeslut

Riksantikvarieämbetet UV Uppsala överklagade Länsstyrelsens beslut om arkeologisk förundersökning enligt ovan som förlorande part i anbudsutvärderingen. Överklagan inkom till Länsstyrelsen 16 september 2008, inom angiven tidsram för överklagande. Länsrättens beslut i detta överklagandeärende innebär att länsstyrelsens beslut skulle upphävas på grund av att det vinnande anbudet inte uppfyllt skall-kravet i länsstyrelsens förfrågningsunderlag vad gällde ungefärlig placering av schakt. Länsstyrelsen hade efter inkommet anbud begärt in dessa uppgifter, men i stället skulle detta anbud ha förkastats eftersom skall-kraven inte uppfyllts i det ursprungliga inkomna anbudet.

Processen med överklagandet och domstolens beslut i ärendet arkeologisk förundersökning Gladhammars gruvor innebär att länsstyrelsen förändrade rutiner kring upphandling av arkeologiska uppdrag. Förändringarna i rutiner tog Förvaltningsrättens beslut och synpunkter i beslutet i beaktande. Länsstyrelsen uppdaterade därmed underlagsmaterial för

framtida upphandlingar och tillhörande rutiner.

Den 2 mars 2009 upprättade länsstyrelsen ett nytt reviderat förfrågningsunderlag inför arkeologisk förundersökning. Länsrättens dom innebär att det tidigare beslutet om arkeologisk förundersökning upphävdes och anbudsförfarandet skulle göras om från början. Sista anbudsdag för denna omgång var satt till den 31 mars år 2009. Vid anbudstidens utgång hade det även denna omgång inkommit två anbud från samma anbudsgivare som vid den föregående anbudsomgången; ett ifrån ett samarbete mellan Kalmar läns museum, Dalarnas museum och Västerviks museum (anbud nr 1), samt ett ifrån Riksantikvarieämbetet UV Uppsala (anbud nr 2). Riksantikvarieämbetet UV Uppsalas anbud inkom dock efter anbudstidens utgång, vilket innebär att detta anbud inte kom att prövas.

Särskild utredning

Om ett större markområde kommer att omfattas av en exploatering beslutar ofta Länsstyrelsen att ärendet skall inledas med en s.k. särskild utredning. En särskild utredning är reglerad av KML genom Länsstyrelsen och syftar till att ta reda på om det finns fasta fornlämningar som kommer att beröras av arbetena inom exploateringsområdet. Den särskilda utredningen kan indelas i två steg. Steg 1 liknar en kulturmiljöutredning, medan länsstyrelsen i steg 2 kan besluta att vissa markingrepp i form av provschaktning ska ingå i fältarbetet. Om fast fornlämning påträffas under utredningen så innebär det att exploatören behöver tillstånd av Länsstyrelsen om att få ta bort fornlämningen om exploateringen av marken ska kunna genomföras. Länsstyrelsen får lämna ett sådant tillstånd om samhällsnyttan med exploateringen bedöms vara större än samhällsnyttan med att bevara fornlämningen. Om Länsstyrelsen lämnar tillstånd så förenas detta oftast med ett villkor om att exploatören ska bekosta en särskild undersökning av fornlämningen. Ett alternativt handlingsätt kan vara att inverkan på fornlämningen undviks genom en omplanering av exploateringsytan, men det kräver fullständig kännedom om var fornlämningar förekommer inom exploateringsytan. Om det behövs för att skapa ett tillräckligt underlag för att ställa krav på en särskild undersökning, eller för att i annat syfte, t.ex. omplanering i syfte att undvika fornlämningen, avgränsa fornlämningen inom exploateringsytan, får Länsstyrelsen besluta om en förundersökning av fornlämningen.

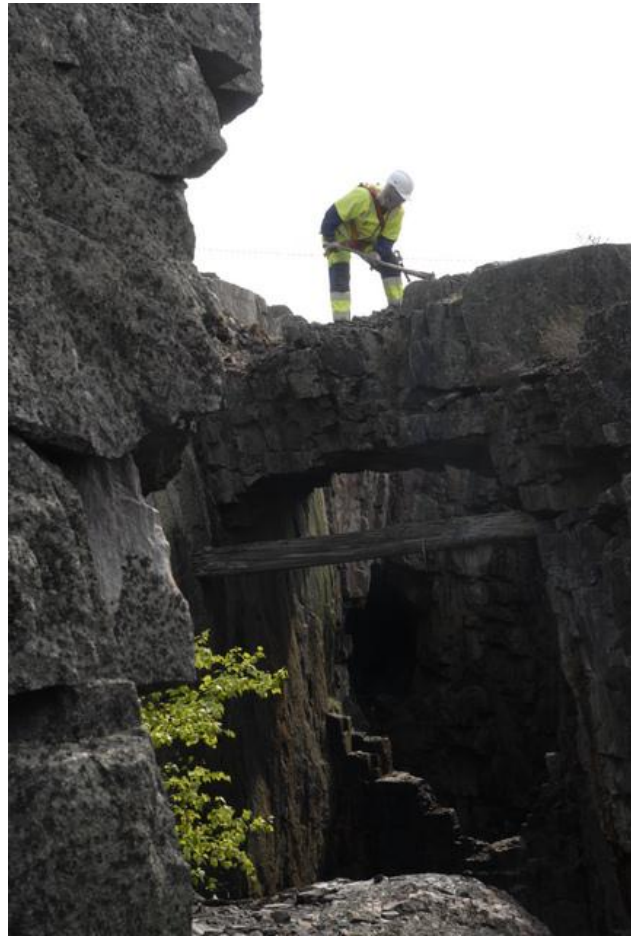
Veronica Palm

Arkeolog, Västerviks museum

Arkeologiska undersökningar

Länsstyrelsen i Kalmar län beslutade återigen den 8 april 2009 om arkeologisk förundersökning. Även denna gång var valet av utförare samarbetsprojektet mellan Kalmar läns museum, Dalarnas museum och Västerviks museum. Förundersökningen var kostnadsberäknad till 1 301 900 kronor, och i denna skulle även en underjordsinventering ingå vilken skulle utföras av Sveriges Speleologförbund. Den arkeologiska förundersökningen genomfördes under perioden maj-juli år 2009.

Rapporten från den arkeologiska förundersökningen inkom till länsstyrelsen den 23 december 2009. Länsstyrelsen upprättade den 14 januari 2010 ett förfrågningsunderlag inför en särskild arkeologisk undersökning, även kallad arkeologisk slutundersökning, efter genomgång av den upprättade förundersökningsrapporten. De upprättade förslagen till fortsatta åtgärder i rapporten togs till noga övervägande. Grundproblematiken i miljösaneringsprojektet vad gäller läckage av miljöfarliga ämnen från slaggområden inom saneringsområdet fick en mycket stor betydelse för den arkeologiska handläggningens fortsättning. Länsstyrelsen bedömde samhällsintresset av miljösaneringen som större än bevarandebördet av de slaggförekomster som enligt planerna skulle schaktas bort, samtidigt som bedömningen var att kunskapspotentialen hos fornlämningen var mycket stor. I det upprättade förfrågningsunderlaget för särskild arkeologisk undersökning skulle därför arbetet inriktas mot de områden som



Figur 3: Undersökningar vid Gamla gruvan.

benämns Hyttan, Holländarefältet och Sohlbergfältet. Endast de delar av dessa delområden inom vilka slaggmassor skulle schaktas bort för miljösaneringen skulle vara aktuella för särskild undersökning. I detta skede hade miljösaneringsprojektet övergivit tanken om att gjuta igen gruvschakten, vilket innebar att arkeologiska undersökningar i gruvan kunde undvikas. Kunskapspotentialen låg enligt länsstyrelsens bedömning hos de anläggningar som fanns i området och deras funktion, en processteknisk beskrivning utifrån dessa anläggningar. Vidare skulle de äldsta faserna i

FÖRUNDERSÖKNING

Vid en förundersökning görs en begränsad utgrävning av fornlämningen, syftande till att avgränsa fornlämningens utbredning och bedöma omfattning, inriktning och kostnad för den särskilda undersökningen. Man vill här få kunskap om fornlämningens art, karaktär, ålder och utbredning. Beroende på resultatet från förundersökningen kan Länsstyrelsen antingen ställa krav på omdisponering av exploateringen så att fornlämningen inte berörs. Ibland bedömer Länsstyrelsen att villkoret för borttagande av fornlämningen har uppfyllts redan i och med förundersökningen, och då lämnas tillstånd till att fornlämningen får tas bort. Men ofta kvarstår, som nämnts ovan, villkoret att en mer omfattande undersökning, en s.k. särskild undersökning, skall utföras.

Veronica Palm

Arkeolog, Västerviks museum

gruvdriften identifieras samt kopplas till identifierade aktiviteter i området. Målgrupper identifierades i en bred front av kommunala planerare, miljösaneringsansvariga, allmänhet, kulturmiljösektor, samt nationell- och internationell forskning. Sista anbudsdag sattes till 12:e februari 2010. Vid anbudstidens utgång hade ett anbud inkommit; det var ett samarbete mellan Kalmar läns museum, Dalarnas museum, Västerviks museum. Kopplat till detta utförarsamarbete kopplades även Riksantikvarieämbetet UV GAL och Umeå Universitet.

Eftersom inget konkurrerande anbud inkom gjordes ingen anbudsutvärdering. Under bedömningsarbetet tog länsstyrelsen hjälp av Lena Berg Nilsson och Ing-Marie Pettersson Jensen, vilka även deltagit i utvärderingen av anbuden inför beslut om arkeologisk förundersökning. De är två arkeologer som har stor erfarenhet av gruvområden. Deras kunskap var till mycket god hjälp vid anbudsutvärdering samt vid fältbesiktning av fältarbetet. Arbetet med att utvärdera anbud inför undersökning av mer komplexa fornlämningar underlättas om Länsstyrelsen samarbetar med referenspersoner som har god kunskap om aktuell fornlämningstyp och likaså om de krav som bör ställas på utförarens undersökningsplan.

Beslut om särskild arkeologisk undersökning fattades 23 mars 2010. Den särskilda arkeologiska undersökningen var kostnadsberäknad till 3 943 627 kronor. Undersökningen genomfördes under perioden maj-juni år 2010.

Rapport från särskild arkeologisk undersökning inkom till länsstyrelsen 10 april 2012.

Länsstyrelsens erfarenheter

Länsstyrelsen kan konstatera att processen med handläggningen av tillstånd enligt 2 kap Kulturminneslagen i ärendet miljösanering av Gladhammars gruvor har

givit länsstyrelsen goda erfarenheter och utveckling inte minst vad gäller rutiner och hantering av upphandling av uppdragsarkeologi. Den arkeologiska processen har även fungerat mycket väl. I Sverige finns inte så många arkeologiska företag med den samlade kompetens som krävs för att utföra uppdraget att undersöka en fornlämning med de komplexa förhållanden som Gladhammars gruvområde visar på. Samarbetsprojektet mellan flera aktörer som agerar utförare är ett bra sätt att möta denna utmaning som en komplex fornlämning utgör. Samtidigt påverkar det konkurrensen i anbudsskedet. Länsstyrelsen kan även konstatera att tidiga samråd och upprättande av kulturhistoriskt kunskapsunderlag tidigt i denna typ av projekt underlättar hanteringen av ärendet vilket snabbar på handläggningen samt är en viktig aspekt i den tidiga planeringen. I de fall fornminneshandläggningen går vidare till att bli ett arkeologiskt ärende så kan uteblivna tidiga samråd och igångsättning av processen leda till tidsmässig förskjutning av projektet samt oväntade ökade kostnader. Viktigt är även att belysa fornminneshandläggningens grundsyfte att så långt som möjligt förhindra skador på fornlämningen. I detta fall var skador på fornlämningen oundvikligt eftersom varpen, vilka var en del av fornlämningsbilden, skulle saneras. Denna

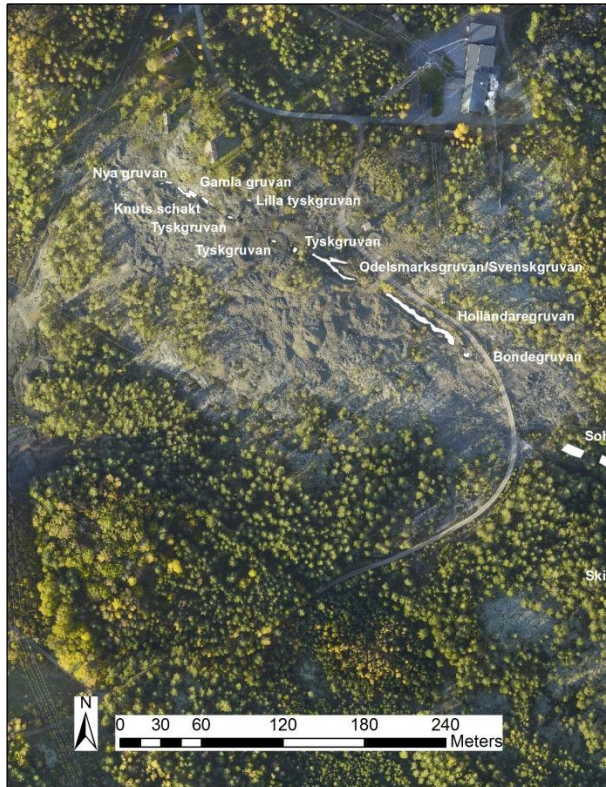
SÄRSKILD UNDERSÖKNING

Som nämnts ovan får Länsstyrelsen lämna tillstånd till ingrepp i en fast fornlämning endast om samhällsnyttan med exploateringen bedöms vara större än samhällsnyttan med bevarande av fornlämningen. Villkoret för ingreppet blir, om tillstånd lämnas, oftast att en särskild undersökning ska genomföras. Vid en sådan undersöks och dokumenteras fornlämningen med syfte att ta till vara så mycket kunskap som möjligt innan den tas bort, och att kommunicera kunskapen till de målgrupper Länsstyrelsen bedömt lämpliga. Efter, eller i samband med, den särskilda undersökningen tas fornlämningen bort och exploateringen kan genomföras efter klartecken från Länsstyrelsen att så har skett och villkoret för exploateringen är uppfyllt.

Veronica Palm

Arkeolog, Västerviks museum

insikt gav tidigt de rätta planeringsförutsättningarna eftersom man då redan inledningsvis kunde planera för fornminneshandläggningsprocessen.



Figur 4: Flygfoto från 2009 med Hollandarefältets och Sohlbergfältets gruvor markerade.

8.3 Arkeologi vid Gladhammars gruvor - metodik och erfarenheter

Veronica Palm, Arkeolog, Kalmar läns museum/Västerviks Museum

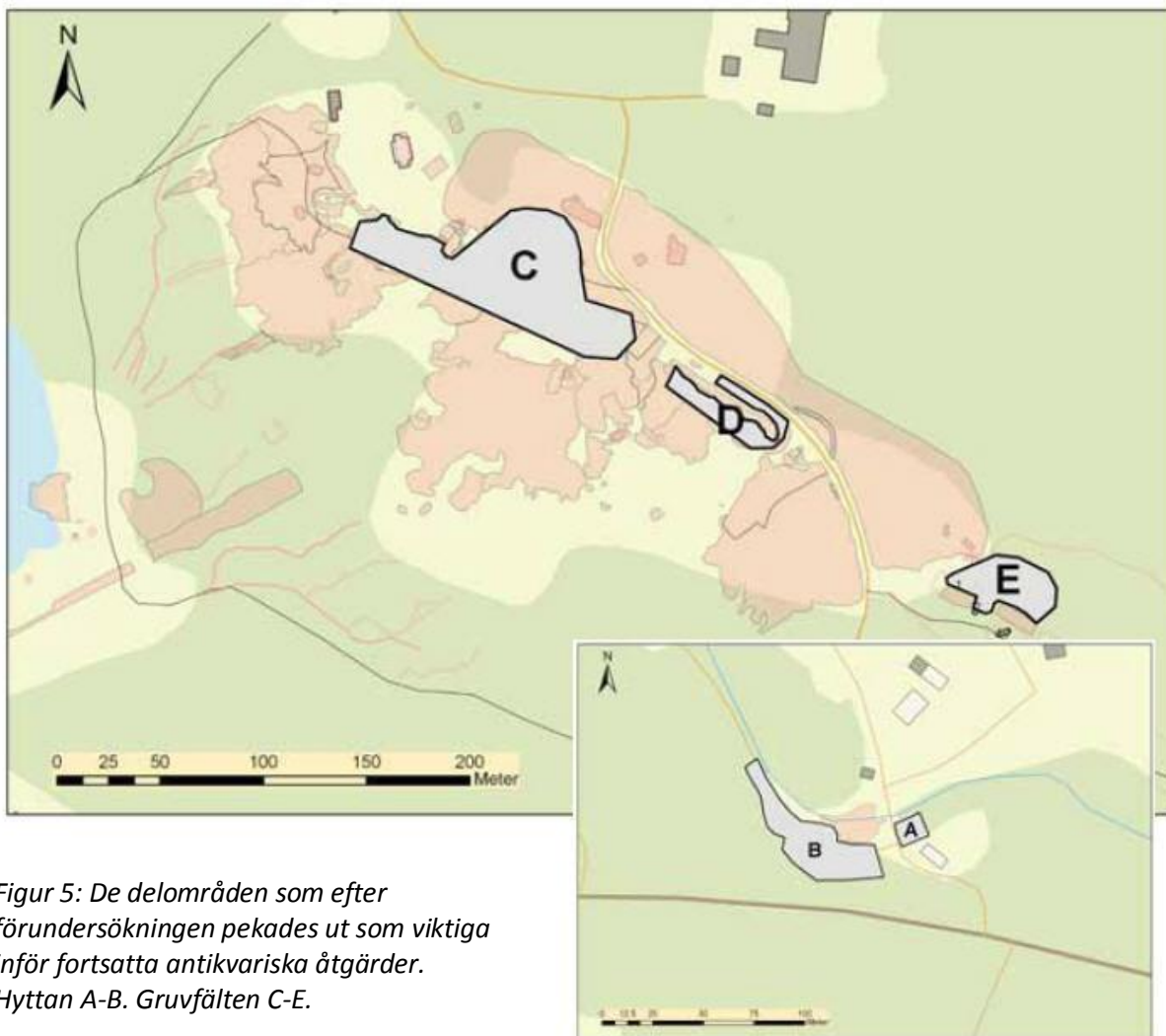
Nicholas Nilsson, Arkeolog, Kalmar läns museum

Inledning

Inför planerad miljösanering av Gladhammars gruvor samt ett hyttområde i Gladhammars socken i Västerviks kommun har Kalmar läns museum, i samarbete med Dalarnas museum och Västerviks Museum, utfört arkeologiska undersökningar åren 2009-2010, med efterföljande analys- och rapportarbete 2011-2012. Länsstyrelsen i Kalmar beslutade om undersökningarna och beställare var Västerviks kommun.

Gladhammars gruvor ligger ca en mil sydväst om Västervik och utgörs av Hollandarefältet, Sohlbergfältet, Ryssgruvan och Meijersgruvan. Hyttan ligger vid Torsfallsån, ca 1,5 km öster om gruvfälten.

År 2004 genomfördes en kulturmiljöutredning i samband med den förstudie som föregick saneringsprojektet, då gruvans och hyttområdets vetenskapliga potential och kulturhistoriska värde utreddes. Vid detta tillfälle omfattades hela gruvfältet och hyttområdet av utredningen. I arbetet ingick även studier av arkivmaterial liksom en fältinventering.



Figur 5: De delområden som efter förundersökningen pekades ut som viktiga inför fortsatta antikvariska åtgärder. Hyttan A-B. Gruvfälten C-E.

År 2009 genomfördes nästa etapp i form av en arkeologisk förundersökning vilken omfattade ett område på 20,6 ha, dock ej Ryssgruvan och Meijersgruvan. Förutom en fördjupad kartering påvisades lämningarnas typ och ålder samt komplexiteten, mångfalden och den goda bevarandegraden. Förundersökningen föreslog också flera mindre områden för en särskild arkeologisk undersökning. Dessa utgjordes av ytor som tolkades ha ett högt forskningsvärde och som genom en undersökning kunde ge ny och värdefull kunskap om den äldsta verksamheten vid gruvorna. Särskilda undersökningar föreslogs inom fem delområden, A-E (se figur 8.5).

Den särskilda arkeologiska undersökningen genomfördes sommaren 2010 och omfattade fyra av de fem föreslagna delområdena, nämligen A samt C-E, på

sammanlagt 6 450 m². Delområdena utgjordes av en mindre yta med en rostlämning i hyttområdet vid Torsfallsån, två större angränsande områden i den centrala delen av Holländarefältet samt ett område i den nordvästra delen av Sohlbergfältet. Avsikten med undersökningen var att ytterligare fördjupa kunskapen om den historiska gruvan. Fokus låg på gruvdriftens äldre perioder fram till 1600-talet, men också mer allmänt på vilka tekniker och processer som använts vid bergshandlingen och efterföljande bearbetning av malmen.

De arkeologiska undersökningarna och dess resultat redovisas i sin helhet i rapporterna Gladhammars gruvor, Arkeologisk Förundersökning 2009 Gladhammars gruvområde, Kalmar Läns Museum, Arkeologisk rapport 2009:52 och i Särskild Arkeologisk Slutundersökning

Gladhammars gruvområde 2010, Kalmar Läns Museum, Arkeologisk rapport 2011:19 samt i ett flertal artiklar, bl.a. i Västerviks historia-Förhistoria och arkeologi 1, årsbok för Tjustbygdens Kulturhistoriska Förening, meddelande nr 68 (2011)

Metodik - Förundersökning 2009

Eftersom lämningarna vid Gladhammars gruvfält och hytta var mycket komplexa, både i

tid och rum, var ett brett arbetssätt en förutsättning för att uppnå syften och frågeställningar. Arbetet inkluderade olika typer av analyser som komplement till fältarbetets detaljkartering och provundersökning. Förundersökningen bestod av inläsning av historiska källor i form av publicerade historiska och arkeologiska arbeten på och om gruvfälten, kartrektifiering av historiska kartor, kartering av alla synliga lämningar inom undersökningsområdena, en inventering av gruvrummen i Holländarefältet samt slutligen en provschaktsgrävning. De kompletterande analyserna som utfördes i detta skede var vedartsanalys, ¹⁴C-analys samt dendrokronologisk analys samt en översiktlig geologisk genomgång.

Historiska källor

Det finns ett omfattande arkivmaterial som rör Gladhammars gruvor, liksom flera kartor och gruvprofiler från sent 1700-tal och 1800-tal, liksom en mängd rapporter från räkenskaper, besiktningar och gruvinspektioner. En sammanställning av gruvhistoriken finns bl.a. i skriften *Bergsbruket vid Gladhammar – en fyrahundraårig historia* från 2006, skriven av Erik Elfström. Sammantaget är alltså gruvornas utveckling som bergsnäring väl dokumenterad och beskriven, åtminstone från senare perioder. Att ha sådana förutsättningar inför en arkeologisk förundersökning är ovanligt. Redan i planeringsarbetet inför kartering och schaktning kunde de historiska källorna

användas för att ge ledtrådar om lämningarna på gruv- och hyttområdet.

Kartanalys

För att underlätta och effektivisera fältarbetet vid förundersökningen, dvs. karteringen och placeringen av provschakten, gjordes kartöverlägg utifrån de historiska kartorna. Kartorna rektifierades mot fastighetskartan i ArcGIS och relevanta lämningar för förundersökningen renritades. Den äldsta kartan, vilken visar både gruv- och hyttområdet 1636 (G24-10:1), är mest att betrakta som en illustration och har således inte rektifierats. Hyttområdet finns med på sju lantmäterikartor karterade från år 1700 till 1906, där bl.a. hyttor, rostar, kolhus, slaggvarp, kvarn, knippsmedja, bruksarbetarbostäder och kryddgårdar finns utritade. För gruvområdet finns varphögar, vägar, uppfordringar, kanaler, en bro och flera byggnader utritade, liksom skärpningar, stoll och gruvschakt.

Kartering

Alla de tre förundersökningsområdena, dvs. Holländarefältet, Sohlbergsfältet och Hyttan genomsöktes och karterades. Samtliga påträffade lämningar kategoriserades, beskrevs, fotograferades och mättes in. Vikt lades vid att bedöma funktion, ålder, bearbetningsspår, material och stratigrafiska relationer till omkringliggande lämningar. Som underlagsmaterial användes inventeringsresultatet från 2004 års utredning (Lamke & Nilsson 2004) samt de historiska kartor som rektifierats. Underlaget lades in i en handdator med GPS. För inmätningen användes sedan en GPS med RTK- eller DGPS-korrigerings.

När karteringen genomfördes i maj 2009 uppstod omedelbart ett problem, radiokorrigeringen fungerade dåligt under hela arbetsveckan. Åtskillig tid gick till att försöka lösa de tekniska problemen, som berodde på tillfällig begränsning i GSM-trafiken från operatörens sida. Någon

inmätning var alltså inte möjlig, utan fick göras en månad senare, liksom kompletterande karteringar i Holländarefältet och Hyttan. För Holländarefältets del kunde dock utskrifter i skala 1:100 av den högupplösta flygfotograferingen som Västerviks kommun låtit utföra användas. De flesta lämningar kunde lokaliseras på utskriftarna. Tidplanen för fältkarteringen kunde därmed inte hållas och ett stort merarbete med att i efterhand digitalisera de på ortofotona inritade lämningarna.

Vid utredningen 2004 hade ca 35 objekt registrerats i Sohlbergfältet, att jämföra med karteringens 121 st. Inom Holländarefältet hade lite över 40-talet lämningar registrerats inom det område som var aktuellt för den arkeologiska förundersökningen. Här kunde listan utökas till 130 st. Vid hyttan hade 8 objekt pekats ut, vilket vid karteringen kunde revideras till 15 st.

Gruvinventering

I förundersökningsskedet ingick en kartering av tillgängliga delar av gruvschakt och orter i Holländarefältet, dvs. delarna över 34-meters avvägningnivå. I det historiska källmaterialet finns uppgifter om brytningens omfattning och uppmätningar av gruvrummen under olika perioder, men det ansågs viktigt att klargöra vilka spår av brytningstekniker, aktiviteter och föremål som fanns kvar i de åtkomliga delarna av gruvschakten. Arbetet genomfördes av konsulterna Sven och Björn Gunnvall och Lena Arén från Sveriges Speleologförbund, med särskild kompetens på riskfyllda uppdrag inom gruv- och grottforskning under mark. Fördjupade analyser av gruvschaktens öppningar och dagbrott gjordes också av arkeologerna med hjälp av mobilkran utrustad med mankorg.

Inventeringens omfattande fotodokumentation finns sammanställd i

rapporten *Gladhammars gruvor – underjordiska minnen av en fyrahundraårig industrihistoria* (Gunnvall & Arén 2010). Denna dokumentation var mycket viktig inför planeringen av saneringsarbetet, eftersom man inledningsvis avsåg att permanent fylla igen gruvschakten vid Holländarefältet.

Den första etappen av gruvinventeringen utfördes i oktober 2008, alltså före den arkeologiska förundersökningen. Resultatet visade att delar av träkonstruktioner fanns kvar, liksom stegar, föremål och kol från tillmkningseldar. Bevarade äldre timringars placering liksom tillmkningseldar m.m. kan ändå avslöja en del om äldre brytningsteknik, som med hjälp av t.ex. dendroanalys och ¹⁴C-analys också kan vara möjliga att datera.

Inför förundersökningen avsattes ett antal provanalyser av trä och kol, men i Gladhammar har man åtskilliga gånger återupptagit brytning i gamla gruvrum och orter, och då ersatt eller renoverat timmerkonstruktionerna ett flertal gånger. I förundersökningen fanns också en tydlig prioritering av de äldre skikten, vilka hittas i gruvornas övre delar. För vissa gruvschakt finns även profilkartor från 1700-talet och 1800-talet med timmerkonstruktioner markerade, vilka kan kopplas till bevarade konstruktioner. Detta faktum tillsammans med säkerhetsaspekterna gjorde att man vid fältarbetet och gruvinventeringens andra etapp valde att inte ta några dendrokronologiska prover. Många av de träkonstruktioner som fanns bevarade var också i mycket dåligt skick och risken för ras var bitvis stor. Av större vikt var därför kopplingen till arkivmaterialet och därtill riktad provtagning vid en eventuell slutundersökningsfas. Däremot plockades kol från en tillmkningseld i Gamla orten för ¹⁴C-datering.

Inom ramen för förundersökningen planerades inga föremål att plockas upp

från gruvschakten. Dessa skulle dock i möjligaste mån dokumenteras i samband med speleologernas arbete, för en bedömning om föremålets vetenskapliga värde, kvalitet, uppskattat antal och bevarandegrad. I ett fall togs ett mindre föremål upp i form av en bottendel till ett laggat tråkärl med lädertätning som referensmaterial för bevarandegraden. 1:e konservator Max Jahrehorn på Kalmar läns museum konsulterades och en strategi för eventuellt upptagande av vissa föremål i pedagogiskt syfte arbetades fram ifall igenfyllnad av gruvschakten skulle bli aktuellt.

Provschaktsgrävningen

På grundval av förstudiens resultat upprättades en preliminär schaktplan i undersökningsplanen, då en sådan efterfrågades i Länsstyrelsens förfrågningsunderlag. Efter karteringen behövde denna plan dock modifieras, då karteringen påvisat åtskilligt fler lämningar än vad som tidigare registrerats i området. Dessutom kunde en betydligt bättre bedömning av lämningarnas ålder göras efter detaljkarteringen. Avsikten med provschaktningen var att söka under mark dolda lämningar, men också att studera funktion, ålder och bevarandeförhållanden inför fortsatta insatser i form av en särskild arkeologisk undersökning.

För Hyttans del var få lämningar synliga ovan mark och schaktningen var enda möjligheten att få en bild av bevarandeförhållandena på platsen. I gruvområdena var de flesta lämningar och konstruktioner mer eller mindre synliga och provschaktningen inriktades mer till att studera funktioner, brytningstekniker och varpsammansättning samt för att ta dateringsprover.

Provschakten togs upp med grävmaskin, skiktvis ner till berg eller andra naturliga marklager eller till nivå för konstruktioner. Maskinschaktningen följdes av arkeologer som också handrensade vid behov. Vissa

anläggningar och kulturlager delundersöktes manuellt. Alla schakt och påträffade anläggningar mättes in med totalstation (geodimeter), utom i Sohlbergsfältet där en DGPS/RTK användes. Schakten beskrevs med avseende på dess placering, storlek och innehåll. De fotograferades och för vissa sektioner upprättades profilritningar. I Hyttan återfylldes schakten, medan de på gruvfälten lämnades öppna efter samråd med Västerviks kommun.

I samband med provschaktningen i gruvområdena tömdes eller sänktes vattennivån i sex små gruvhål och skärpningar med hjälp av en bärbar, bensindriven pump. Syftet med detta var att studera brytningstekniken i brotten och därmed få en grov datering av dessa. Fem av dem låg i Sohlbergsfältet, där många gruvhål var helt vattenfyllda och brottkanterna helt överväxta.

Under provschaktsgrävningen vid Hyttan och gruvområdet fördes arbetet i nära samarbete med Västerviks kommun och Miljö- och byggnadskontorets tekniker och projektassistens Christer Herrmansson.



Figur 6: Flygfoto med förundersökningens schakt samt den särskilda undersökningens schakt utmärkta.

Analyser

De naturvetenskapliga analyser som utfördes inriktades främst mot att få fram dateringar från insamlade kol- och träprover genom ^{14}C -analys och/eller dendrokronologisk datering. Inför ^{14}C -analyserna utfördes vedartsanalyser för att bestämma trädslag och plocka ut prover med så låg egenålder som möjligt. Vedartsanalyserna utfördes av Erik Danielsson på VEDLAB och ^{14}C -analyserna utfördes av Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet. Dendrokronologiska analyser genomfördes av Nationella Laboratoriet för Vedanatomi och Dendrokronologi vid Lunds universitet. En okulär och översiktlig geologisk genomgång av områdena och i synnerhet provschakten i gruvfälten utfördes av Tommy Claesson, Naturvetenskapliga institutionen/Environmental Science Section på Linnéuniversitetet i Kalmar.

Metodik - Särskild arkeologisk undersökning 2010

För att nå undersökningens syfte och försöka besvara de frågeställningar som uppställts var det nödvändigt med en kombination av flera olika undersökningsmetoder och tvärvetenskapliga analyser: kompletterande arkiv- och kartstudier, arkeologisk undersökning, pollen- och geokemiska analyser, arkeometallurgiska analyser samt dateringsanalyser och vedartsanalyser.

Arkiv- och kartstudier

Som tidigare nämnts fanns det redan gjorda sammanställningar av arkiv- och kartmaterial rörande Gladhammars gruvor (se bl.a. Elfström 2006, Lamke & Nilsson 2004). Vissa arkivgenomgångar var ändå aktuella i form av jämförande studier och insamling av information om anläggningstyper av processteknisk

karaktär, framför allt från 1700 – 1800-talen. I materialet från Gladhammar finns goda uppgifter om vilka bearbetningsmetoder och processer som använts, men mycket få tekniska beskrivningar om konstruktioner, maskiner och byggnader. Andra källor och arkiv, exempelvis gruvarkiven i Åtvidaberg och Falun, har varit till viss hjälp.

Delområde A - Hyttan

Ett mindre område inom hyttområdet med en husgrundsrest (Hy23) och en rosthusgrund (Hy3) undersöktes inom en 175 m² stor yta. Rosthusgrunden maskin- och handrensades varefter den undersöktes kontextuellt och dokumenterades i plan och profil. Prover för metallurgiska analyser samt dateringar togs ur stratigrafiskt slutna lager för att studera malmsammansättning, rostprocess, utfall och användningsperiod. Efter undersökningen återfylldes schaktet.

Delområde C-D - Holländarefältet

Inom delområdena banades alla varp och andra deponier skiktvis ned till berggrunden. Arbetet utfördes med större grävmaskiner kompletterat med handrensning. Framkomna anläggningar och andra för frågeställningarna intressanta strukturer finrensades och undersöktes. De lämningar som bedömdes vara äldre, dvs. medeltid-1600-tal, undersöktes kontextuellt och dokumenteras i plan och ofta i profil. Undersökningen av de yngre lämningarna, 1700-tal och senare gjordes mer översiktligt med maskinkraft och enklare dokumentation. De varp- och andra deponier som bedömdes vara mer eller mindre orörda av senare tiders sovring och

täktverksamhet studerades med avseende på stratigrafiska relationer mellan lämningar och processer, malmsammansättning och brytningsteknik. I princip rensades hela berget fram inom delområdena C-D. På så sätt kunde dels dolda konstruktioner, brytningar och brytspår upptäckas, dels kunde bergets och malmåderns mineralsammansättning lättare studeras. Gruvhålen inom undersökningsområdena var inhägnade med höga stängsel. I de partier som undersöktes öppnades stängseln tillfälligt för att efter undersökningen stängas igen. Under tiden sattes portabla byggstaket upp som stängdes kvällar och



Figur 7: Holländaregruvans schaktkanter rensas upp. Arkeologerna arbetade fast förankrade i säkerhetsselar. Foto: F. Sandberg, Dalarnas Museum.

helger när undersökningsarbetet låg nere. Vid arbete innanför stängslingen användes säkerhetssele. De bortgrävda massorna deponerades i utkanten av undersökningsområdena. Delområdenas sammanlagda yta var 5 400 m². Eftersom själva gruvhålen och ytor med berg i dagen utgick, undersöktes sammanlagt 4 200 m².

Delområde E - Sohlbergfältet

Delområdets anläggningar och stratigrafier var mindre kända eftersom det endast gjordes några få schakt i delområdets västra del vid förundersökningen. Arbetet utfördes dock på samma sätt som i delområdena C-D. Den naturliga marken under varphögar och deponier bestod inte av berg utan av sand och morän. De bortgrävda massorna deponerades strax norr om undersökningsområdet. Delområdets sammanlagda yta var 1 000 m².

Analyser och tvärvetenskapliga samarbeten

Pollen- och geokemiska analyser från Tjursbosjöns och Hyttgöls bottensediment.

De arkeologiska undersökningarnas huvudmål var att belysa de äldsta faserna av gruvverksamheten. För att få ett kompletterande material till de fysiska lämningarna gjordes en mindre studie i förundersökningsskedet, för att utreda potentialen för pollen- och geokemiska analyser av bottensedimenten i Tjursbosjön och Hyttgöl inför den kommande särskilda undersökningen. Frågorna gällde då framför allt praktiska saker som tillgänglighet och provtagningsmetodik, men också sedimentens beskaffenhet och egenskaper utifrån Västerviks kommuns tidigare miljöborrningar i Tjursbosjön. Man bedömde att förutsättningarna var mycket goda och därför medtogs en relativt omfattande pollen- och geokemisk analys i planeringen av den särskilda undersökningen 2010.

Sedimentanalyser är tidskrävande och därmed relativt kostsamma och inledningsvis ifrågasattes därför analysförslaget av saneringsprojektets huvudman Västerviks kommun, som menade att man redan tittat på sedimenten i sin förstudie och att dessa inte lämpade sig för fortsatta studier. De tidigare analyserna av Tjursbosjöns sediment gjordes dock på förhållandevis korta sedimentproppar som inte täckte in den tid då gruvan sannolikt etablerades och de var också främst avsedda att dokumentera den relativt sett moderna miljöbelastningen. Dessutom hade inga analyser omfattat sedimenten i Hyttgöl, vilka avspeglar verksamheten uppströms Torsfallsån, där hyttorna funnits. Sedimentanalyserna vid de arkeologiska undersökningarna hade alltså ett annat syfte än de tidigare analyserna och utgick från en arkeologisk frågeställning där långa sedimentlagerföljder som tidsmässigt täckte in ca 2000 år var aktuella. Sedimentarkiven i Tjursbosjön skulle också bli otillgängliga när avfallsdeponin i sjön senare skulle anläggas, vilket därmed satte en tidsgräns för möjligheten att utnyttja sedimentarkivet. Länsstyrelsen beslutade således att pollen- och geokemiska analyser skulle ingå i det arkeologiska projektet. Analysarbetet genomfördes av forskare från Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) samt Institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap vid Umeå universitet.

Metaller sprids som föroreningar i luft och vatten och deponeras i sjösediment och i myrmarkernas torvlager. Med hjälp av geokemiska analyser, som metallanalyser och analyser av fördelningen av olika blyisotoper, kan man avgöra i vilken utsträckning de föroreningar som deponerats är lokala/regionala eller om de avsatts efter atmosfäriskt nedfall kommit längre bort ifrån. Mängden bly i sedimentlagren från en viss plats förändras

över tid och utgör därmed ett mått på den lokala historiska föroreningsituationen (Renberg m.fl 2000). Bly i en recipient från ett gruvområde med sulfidmalmer ger därför ett direkt avtryck av den lokala gruvindustrins utveckling. Alla påvisbara höjningar under yngre järnålder och medeltid i Gladhammar är ett resultat av det lokala bergsbruket i trakten. Genom åldersbestämning av de sedimentlager där förändringar av skogen registrerats vid samma tillfälle som blydepositionen registrerats, kan man med stor säkerhet datera gruvverksamheten. Pollenanalyser visar när och på vilket sätt skogarna runt de aktuella sjöarna har påverkats eller brukats, och kan på så sätt knyta ackumuleringen av föroreningar till strikt lokala händelser i samband med gruvverksamhet och metallproduktion (Bindler m.fl. 2011). Gruvdrift påverkar landskapet, dels genom själva brytningen, men även genom de binärningar som kan kopplas till verksamheten, så som skogsröjning, kolning, ved- och timmerbehov, men även i agrara verksamheter som nyetablering av beten och åkermark som en följd av befolkningsökningar eller nytt resursutnyttjande av området. Gruvdriften sätter också spår i den omgivande naturen i form av ökad markerosion och spridning av miljöföroreningar som sot, kolpartiklar och tungmetaller. Tidigare studier på andra platser i landet har visat att man genom en kombination av pollenanalys, geokemiska analyser (metaller), glödförlustanalys (för att mäta erosion), analys av kolpartiklar samt analys av magnetisk susceptibilitet i sedimentlagerföljder, har goda förutsättningar att komma åt gruvornas och områdets historia (Bindler m.fl. 2011), vilket också visade sig vara fallet i Gladhammar.

Resultaten från pollen- och sedimentanalyserna speglar direkt verksamheter kring gruvberget och hyttan. Resultatet av analyserna från Hyttgölen relaterar sig mera direkt till

metallproduktionen samt bearbetningen i hyttorna och utgör därför ett viktigt komplement till analyserna från Tjursbosjön, som istället är en direkt recipient av gruvan. På samma grunder speglar de två sjöarnas sedimentarkiv den agrara och skogshistoriska utvecklingen på något olika sätt. Den mindre Hyttgölen avspeglar främst närområdet kring sjön och längs bäcken som rinner in till sjön, medan den större Tjursbosjön ger en mera regional bild av hur skogarna och deras exploatering sett ut.

I analysresultaten kan vi finna spår av verksamheter som är äldre än vad skriftligt källmaterial och de undersökta arkeologiska spåren ovan mark återger. De äldsta anläggningarna som undersöktes dateras framför allt till 1300-1600-tal, medan sedimenten påvisar någon form av verksamhet redan under slutet av 700-talet, med en markant ökning under 1100-talet. Vad dessa verksamheter bestått av kan naturligtvis inte påvisas i sedimenten, men resultaten kan ändå ligga till grund för fortsatt forskning i området.

De aktuella undersökningarna har visat att kombinationen av arkeologi och tvärvetenskapliga analyser av detta slag ger ett mycket gott resultat, som nu kan fungera som referens inför liknande undersökningar inom landet och i övriga Norden, men även in ett internationellt perspektiv för framför allt den arkeologiska och tvärvetenskapliga metodiken.

Arkeometallurgi

Inför förundersökningen 2009 bedömdes, efter konsultation med flera experter i ämnet, att någon arkeometallurgisk analys av slagg och malm inte var relevant för de i undersökningsplanen uppsatta målen och frågeställningarna. För att förstå och kunna studera vilka tekniker som använts vid brytning och förädling av förekommande malmer i Gladhammarfältet var det däremot av stor betydelse att vid den särskilda arkeologiska undersökningen 2010 fastställa vad olika avfall och konstruktioner representerade, dvs. från vilka processled de härrörde, liksom hur tekniker och olika utvunna malmer förhöll sig såväl rumsligt som tidsmässigt till varandra, med särskild fokus på de äldre skedena, medeltid-1600-tal. Analyserna var också till hjälp för jämförelser mot det skriftliga källmaterialet när det gäller de yngre tidsskikten. De många processtegen från gruva till färdig metall efterlämnar många mellanprodukter och avfall. Många av dessa är svåra att särskilja utan mer detaljerade analyser, särskilt i Gladhammar där man över tid dessutom har varit intresserad av flera olika metaller.

Flera moment ingår i en arkeometallurgisk analys, så som okulär besiktning, magnetisk mätning, tunnslip, mikroskopering och kemiska analyser. För de arkeometallurgiska analyserna anlätades Riksantikvarieämbetets geoarkeologiska laboratorium (GAL) i Uppsala. GAL medverkade också vid fältarbetet och då främst vid undersökningarna och provtagningarna av gruvhål, dagbrott, en smedja, varp och kallrostar på Holländarfältet (Ho) samt vändrostbås vid Hyttan (Hy), allt relaterat till kopparutvinning. Även spår från koboltsmältning undersöktes i form av material från det relativt sett sena smältverket på Holländarefältet.

Förhoppningen var att de arkeometallurgiska analyserna skulle kunna appliceras på många olika

förväntade komponenter ingående i malmbearbetning och processled. Förundersökningen visade exempelvis att rostning av malm förekommit i området under medeltid, vilket innebar att det vid den särskilda undersökningen förväntades samtida spår av de processled som föregått respektive efterträtt denna aktivitet, alltså brytning och smältning. Provmaterialets komplexitet medförde dock att analysförfarandet blev en flerstegsprocess där valda analysmetoder har berott på det framkomna provmaterialets karaktär. Det genomförda antalet analyser av en viss typ blev därför något förändrat och omprioriterat jämfört med förslagen i undersökningsplanen. Detta berodde dels på att endast vissa delar av processleden fanns inom undersökningsområdet, exempelvis medeltida rostning men inte efterföljande smältning osv. Man hade också vid bergshanteringen varit ytterst noga med att ta till vara all bearbetad malm och så gott som allt rostat material i anläggningarna. Bristen på analyserbart material var påtaglig. Även om detta försvårade analysarbetet speglar detta också bergshanteringen vid Gladhammars gruvor, där den komplexa malmen var svårbehandlad och allt processat material var dyrbart.

Som exempel kan nämnas Hyttan där undersökningarna har påvisat direkta eller indirekta spår av några av de processled som ingår i kopparhantering och som finns dokumenterade i det skriftliga källmaterialet, exempelvis vändrostningen med vändrosthuset och avfallsmaterial i form av slagg, nas och järnriska bitar från den första smältningen i suluugn. Däremot påträffades inte något material från vare sig smältningen i råkopparugn eller garning. Inte heller smide eller någon verksamhet relaterad till kobolthanteringen kunde observeras, något som dock borde förväntas på platsen. Material från förundersökningen i Hyttans mer centrala del, det område som inte kom att ingå i slutundersökningen, har inte ingått i dessa

analyser. Troligen hade materialet då varit tydligare, mer nyanserat och innehållsrikt.

Sammantaget visar arkeometallurgin som metod applicerat på ett så komplext område som Gladhammars gruvor att den både kan hjälpa till att svara på uppsatta frågeställningar, men även ge upphov till nya frågor och infallsvinklar kring ett relativt svårbehandlat material.

Dateringsanalyser och vedartsanalyser

Även i slutundersökningsskedet har dateringsanalyser utgjort en viktig del för att åldersbestämma enskilda anläggningar eller sekvenser, men även för att utgöra åldersbasen i de tvärvetenskapliga analyser som beskrivits ovan. Även denna gång användes i huvudsak ¹⁴C-analys men föregående vedartsanalys, men en del material framkom även som möjliggjorde dendrokronologisk datering.

Publika insatser och rapportering

Enligt Länsstyrelsens förfrågningsunderlag var undersökningens syfte att ge meningsfull kunskap med relevans för myndigheter, forskning och allmänhet. Undersökningens resultat skulle alltså delges flera målgrupper vari både kommunens planerare och miljösaneringsansvariga ingår, liksom kulturmiljösektorn, nationella och internationella forskare och den breda allmänheten. Rapportering och förmedling måste därför anpassas till dessa. Rapporteringen har därför skett i flera steg och genom ett antal olika kanaler med anpassning till de olika målgrupperna. Det lokala intresset samt värdet av lokal och regional förankring bedömdes av oss som mycket viktigt.

Vid förundersökningen låg de publika insatserna helt utanför Länsstyrelsens förfrågningsunderlag och beställdes separat av kommunen efter förslag från undersökaren. Däremot ingick publik verksamhet i den särskilda

undersökningen. I de publika insatserna har även ingått kontinuerliga inlägg på Kalmar läns museums arkeologiblogg, där undersökningen har kunnat följas från förberedelsearbete till färdig rapport.

De arkeologiska rapporterna distribueras i första hand till beställaren Västerviks kommun, Länsstyrelsen och Riksantikvarieämbetet samt i projektet medverkande institutioner och universitetsbibliotek. Utöver detta finns ett antal rapporter tryckta för försäljning till intressenter. Rapporterna tillgängliggörs också i det digitala rapportarkivet på Kalmar läns museums hemsida och via projekthemsidan hos Västerviks kommun.

Guidningar

Saneringsprojektet och de arkeologiska undersökningarna har väckt ett stort intresse från allmänheten och både kommunens informationsmöten och visningar av de arkeologiska undersökningarna har varit välbesökta. Vid förundersökningen hölls två guidningar där mer än 120 personer deltog, merparten lokalbefolkning. Också under 2010 års fältarbete genomfördes guidningar vid två tillfällen, med 125 besökare. Visningarna genomfördes i samarbete med Västerviks kommun. Besökarna fick en kortare introduktion av bakgrunden kring saneringen innan den kulturhistoriska guidningen på fältet tog vid. Guidningarna genomfördes som vandringar längs gruvfältet och de lämningar som fanns synliga beskrevs och kopplades till det historiska sammanhanget. Ute på fältet fanns stationer bemannade med arkeologer som berättade om den arkeologiska metodiken. En guidning hölls även för en mellanstadieklass från Ankarsrums skola. Vid ett par tillfällen har också Västerviks kommuns planerare och saneringsprojektets projektgrupp fått särskilda visningar, både i anslutning till fältarbetet och senare.

Föredrag

Som en redovisning av förundersökningen och som en introduktion till de fortsatta undersökningarna

hölls en föredragskväll på Västerviks Museum i mars 2010, vilket lockade mer än 80 åhörare. De arkeologiska resultaten presenterades av arkeolog Veronica Palm, KLM/VM liksom speleologernas bilder från gruvinventeringen. Även miljöföröreningarna och saneringsmetoderna beskrevs av Christer Hermansson och Christer Ramström, Västerviks kommun. Deltog gjorde även historiker Svante Kolsgård, ISAK Linköpings Universitet, som berättade om bergsbruket och samhället i Tjust utifrån sin forskning om bruket som det industriella mönstersamhället. Även Gladhammars framtid som en del i ett "Bruksrike" och saneringsprojektet i Bersbo koppargruva i Åtvidabergs kommun berördes.

Ett föredrag riktat till arkeologer och intresserad allmänhet hölls i februari 2010 vid det årliga arkeologiseminarier i Blankaholm i Västerviks kommun. Föredraget, som hölls av Veronica Palm, har också sammanställts i en artikel i boken *Arkeologi längs Ostkusten 2*, som ges ut av Västerviks Museums förlag (Alexandersson et al 2010). Vid seminariet deltog ca 50 personer.

I slutet av mars 2010 redovisades det arkeologiska projektet vid nätverket *Renare Marks* vårmöte i Norrköping, under programpunkten "*När föreningar är fornlämning – Kulturlämningar i föreningade områden*". Nätverket *Renare Mark* är öppet för alla och både företag inom miljöbranschen som myndigheter, universitet och forskningsinstitut är medlemmar i nätverket. Vid konferensen deltog närmare 300 personer.

De senaste resultaten har också presenterats vid Gladhammars

hembygdsförenings årsmöte i mars 2012. Där deltog ca 25 personer.

Artiklar

Under 2010 och 2011 har de arkeologiska undersökningarna lyfts fram genom artiklar i ett flertal forum. Förutom artiklar i lokalpressen har vi också själva deltagit med författandet av artiklar.

Under fältsäsongen 2010 intervjuades vi av en reporter från tidskriften *Nordisk Industri*, en av landets stora industritidningar med fokus på IT, biokemi, automation, hightech och mycket annat inom temat forskning och utveckling. Tidningen omfattar ca 100 sidor och utkommer till ca 16 000 prenumeranter inom området varannan månad. I augusti 2010 utkom ett nummer specialinriktat på gruvindustrin, vari Gladhammars gruvor lyftes fram.

I nr 1 2011 av tidningen *Utkik* Västervik deltog Veronica Palm med artikeln *Gladhammars gruvor – ett arkeologiskt äventyr*. *Utkik* produceras av Västerviks kommuns fyra gånger per år på uppdrag av Västerviks kommun och Västervik Framåt AB. Tidningen trycks i 27 000 exemplar och distribueras kostnadsfritt till alla hushåll i Västerviks kommun, samt till cirka 6 000 företag, organisationer och privatpersoner som anmält intresse för att ta emot information om kommunen.

I nr 1 2011 av tidskriften *Dagsverket* deltog Fredrik Sandberg med artikeln *Läckande gruva lär oss om historien*. Tidskriften distribueras av Dalarnas Fornminnes- och Hembygdsförbund och Dalarnas museum och utkommer fyra gånger per år och ingår i medlemskapet i Dalarnas Fornminnes- och Hembygdsförbund.

Utöver detta har vi även medverkat i Västerviks kommuns nyhetsbrev gällande Projekt Gladhammars gruvor (nr 3 och 4), samt i informationsbroschyrer 2011 och

2012. Under våren 2012 produceras även skyltar till en permanent informationsplats vid Holländarefältet.

Vetenskaplig fördjupning

Den vetenskapliga fördjupningen består av ett antal artiklar ingående i en bokserie om Västerviks historia. Denna ges ut i Tjustbygdens Kulturhistoriska Förenings regi genom Västerviks Museums förlag. I det aktuella bandet finns flera artiklar om Tjustbygdens arkeologi med och en bred läsarkrets säkerställs. Varje band ges ut som en årsbok i TKF, vilket gör att man direkt genom föreningens medlemmar når över 700 läsare. Den vetenskapliga bearbetningen får en lokal förankring och kontinuitet genom sin plats i ett pågående projekt, vilket annars är svårt att nå genom en fristående publikation. I artiklarna ingår undersökningsresultaten, jämförande studier och analysresultat. Artiklarna författas av personer i projektgruppen.

En artikel publiceras också i den internationella skriftserien *Journal of Archaeological Science* i samarbete med Jon Karlsson och Anna Berg vid SLU. Denna skriftserie finns tillgänglig digitalt och vänder sig till arkeologer och forskare med särskilt intresse för avancerad tvärvetenskaplig metodik och forskning inom arkeologiämnet. Skriftserien utkommer månadsvis och publicerar forskningsrapporter och större artiklar på engelska.

Kommande planer

Det är viktigt att fortsätta att sprida den kunskap som erhållits i och med de arkeologiska undersökningarna. Ett projekt av det här slaget är både av lokalt, regionalt och nationellt intresse för alla målgrupper. När det gäller fortsatt publik verksamhet avser Västerviks Museum att bygga en tillfällig utställning om gruvorna och dess historia, där också de arkeologiska undersökningarna och saneringen utgör en viktig del. Utställningen ligger dock helt utanför

undersökningsplanen och genomförs som ett fristående projekt med planering 2012. Kalmar läns museum har sedan många år ett samarbetsavtal med Västerviks Museum, och genom att förlägga seminarier och utställningar i Västervik säkras en lokal kontinuitet och förankring som är viktig i ett sådant här sammanhang.

Utvärdering av det metodiska tillvägagångssättet

Arkeologi i olika steg

De olika stegen i den arkeologiska processen baserar sig på en resultatrelaterad kedja där det första steget formar tillvägagångssättet för steg två osv. Man går från utredning, via förundersökning till särskild undersökning. Denna metod är praxis inom arkeologin, även om variationer i de olika stegen utformning förekommer. Utvärderingen av denna metod i Gladhammarprojektet grundar sig på förundersökningen och den särskilda arkeologiska undersökningen, där det sistnämnda steget baserades på de prioriteringar och frågeställningar som formulerades efter förundersökningen. Den särskilda undersökningens resultat visar således hur bra förundersökningen var, eftersom man här kan analysera det förväntade resultatet med det faktiska.

I fallet Gladhammar baserade sig förundersökningens metodik delvis på den tidigare utredningen från 2004, framför allt när det gäller det då framtagna arkivmaterialet och antalet karterade lämningar. Vid förundersökningen utfördes till att börja med en fördjupad inventering och kartering av de lämningar som fanns inom undersökningsområdet, något som direkt påverkade tidplanen, då det visade sig att endast en bråkdel av antalet lämningar faktiskt medtagits i det utredningsmaterial som låg till grund för undersökningsplanen. Den fördjupade karteringen fick sedan ligga till grund för var provschakten förlades, dvs. var maskinschaktningen skulle utföras för att erhålla bästa möjliga information för att

besvara de av Länsstyrelsen uppställda målen och frågorna i undersökningsplanen. Förundersökningen visade att det fanns särskilt intressanta lämningar med stort tidsdjup både vid Hyttan och vid gruvfälten. Vissa av dessa lämningar kunde, tack vare noggranna förberedelser före och efter karteringen, knytas till det arkivmaterial som redan fanns till förfogande och därmed generellt åldersbestämmas, medan andra inte gick att spåra i det skriftliga materialet och därmed fick åldersbestämmas med hjälp av tvärvetenskapliga analyser. De analyserade dateringsproverna antydde att det fanns bevarade lämningar från 1300-talet till 1500-talet, men att tyngdpunkten låg i tiden från 1600-talet och framåt.

Utifrån förundersökningens resultat föreslogs områden som borde gå vidare till särskild arkeologisk undersökning, områdena A-E. Länsstyrelsen formulerade därefter ett förfrågningsunderlag för den särskilda undersökningen, i vilket alla områden gick vidare utom område B, den centrala delen av Hyttan som också undantogs från sanering. Utifrån förfrågningsunderlagets uppsatta mål formulerades en undersökningsplan för den särskilda arkeologiska undersökningen. I denna lades stor vikt vid naturvetenskapliga analyser vilka skulle bidra med mycket information och komplettera den traditionella fältarkeologin.

Inom de ytor som föreslogs för särskild arkeologisk undersökning påträffades många lämningar från olika tider. Spår av tidig brytning blandades med yngre lämningar vilka går att knyta till framtaget arkivmaterial. På det hela taget stämde bilden från förundersökningen och inga större överraskningar som omkullkastade planeringen framkom. På vissa platser förekom anläggningar från olika tider vilka bitvis gick in i varandra, något som skapade komplexa miljöer som krävde genomgripande dokumentationsinsatser.

Vid de arkeologiska undersökningarna karterades 309 lämningar inom de tre

undersökningsytorna vid Hyttan (Hy), Holländarefältet (Ho) och Sohlbergsfältet (So). Någon kartering skedde inte utanför de anvisade områdena varför de mindre gruvfältens lämningar, Meijersgruvan och Ryssgruvan samt omgivande anläggningar inte finns karterade idag. Listan kan förmodligen utökas ganska rejält om hela Gladhammars gruvområde inventerades och karterades till fullo. Av dessa dokumenterades och undersöktes sammanlagt 80 lämningar i sin helhet, varav 70 låg kring de gamla gruvhålerna på Holländarefältet. Lämningarna kan delas in i kategorierna gruvbrytning, uppfodring, förädling, underhåll och personal samt övrigt.

Planera i god tid

Vikten av att i god tid korrelera eventuella antikvariska insatser med planeringen inför en exploatering, eller som i Gladhammars fall en stor saneringsinsats, kan inte nog poängteras. I detta fall togs tidigt kontakt med Länsstyrelsen för att samordna underlag inför fortsatta åtgärder och beslut. Man insåg fort att en kulturmiljöutredning behövdes, vilken genomfördes i samband med miljöutredningarna redan 2004. Sedan dess har en dialog hela tiden förts med Länsstyrelsen, men det var först när man konkret kunde formulera saneringsinsatserna som man också kunde planera de arkeologiska insatserna.

Stora projekt som detta faller inom ramen för upphandling inom uppdragsarkeologin, vilket i sig också medför ett risktagande i en tidplan. Upphandlingar kan alltid resultera i en förlängd handläggningstid om ärendet överklagas av någon part. Detta är givetvis svårt att planera för, men man bör känna till att så kan bli fallet, vilket också skedde vid förundersökningen och därmed försköts tidplanen i detta skede. Detta kan ske i alla steg eftersom varje steg i ett sådant här omfattande projekt läggs ut på upphandling.

Samarbetet

Denna hittills unika undersökning gav också vissa svårigheter när det gällde att hitta forskare, analyslaboratorier och arkeologisk kompetens som kunde medverka. I dagsläget finns nämligen inte många arkeologer och institutioner med särskild kompetens inom den historiska gruvforskningen inom landet. Vid förundersökningen var detta särskilt tydligt eftersom flera experter inom den arkeometallurgiska verksamheten då var knutna till den i upphandlingen konkurrerande parten Riksantikvarieämbetet. De få forskare som bedriver aktuell forskning inom ämnet var dessutom knutna till Länsstyrelsens referensgrupp och kunde därmed inte medverka i fältarbetet.

För att nå bästa kompetensbredd valde vi att genomföra projektet som ett samarbete mellan Kalmar läns museum, Dalarnas Museum och Västerviks Museum. Detta samarbete har varit viktigt för såväl undersökningens vetenskapliga utförande som för nationell, regional och lokal kunskapsuppbyggnad och förankring. Dalarnas Museum har mångårig erfarenhet av gruvlämningar och den metodik och de frågeställningar som kan knytas till denna typ av anläggningar och fick utifrån denna erfarenhet stå för projektledningen, men även representera den nationella kunskapsuppbyggnaden. Kalmar Läns Museum är den huvudsakliga aktören i länet och i regel även arkiv- och föremålshållande när det gäller arkeologiska undersökningar och fick därför agera samordnare för projektet och därmed representera den regionala kunskapsuppbyggnaden. Västerviks Museum har som mål att vårda och tillgängliggöra det lokala kulturarvet och har ett mångårigt samarbete med Länsstyrelsen på olika plan, även gällande arkeologiska undersökningar. Samarbetet med Västerviks Museum avsåg främst projektets publika del och museet fick representera lokal förankring under

projektets gång men även i ett framtidsperspektiv.

Av absoluta vikt har även det goda samarbetet med projektets ägare Västerviks kommun varit, både inför planeringen av fältundersökningarna, men även i samband med dessa, liksom i efterföljande publika insatser och rapportarbeten.

Under provschaktsgrävningen vid Hyttan och gruvområdet fördes arbetet i nära samarbete med Västerviks kommun och Miljö- och Byggnadskontorets tekniker och projektassistens Christer Herrmansson, som deltog ute i fält framför allt som rådgivande part. Detta resulterade också i att man inför saneringsföretaget kunde revidera vissa planer, framför allt avseende saneringsinsatserna vid Hyttan men också när det gäller mängden av finfördelat material som behövde omhändertas och packeteras särskilt inom vattendeponin. Vi upplever samarbetet den kontinuerliga dialog som förts mellan projektägaren, Länsstyrelsen och oss undersökare som mycket positivt. Ett sådant samarbete är av mycket viktigt inför framtida liknande projekt, både vad gäller planering och utförande.

Trots att stora delar av gruv- och hyttområdet nu är sanerade och många lämningar uttraderade är det ändå viktigt att påpeka att området fortfarande är klassat som fast fornlämning och att eventuella ingrepp, oavsett form, fortfarande måste föregås av tillståndssökande hos Länsstyrelsen. Fortfarande finns många komponenter kvar i området som kan lyftas fram och tillgängliggöras. Vandringsleden Tjustleden skall åter läggas genom området och ett samarbete kring detta mellan kommun, antikvarier, Länsstyrelse, markägare och naturföreningen är önskvärt. Planerna för att anlägga en informationsplats vid Holländarefältet har förverkligats och är ett första steg i riktningen mot ett bättre besöksmål, men området kan utvecklas ytterligare.

Planering, kartering och schaktning

Eftersom det i Sverige tidigare inte genomförts någon motsvarande genomförd arkeologisk undersökning av ett gruv- och hyttområde i samma skala har det i mångt och mycket varit en utmaning, både inför upprättandet av undersökningsplaner, framför allt inför förundersökningen, men även metodiskt. Undersökningsområdena var mycket omfattande i storlek samtidigt som lämningarna från framför allt gruvornas tidiga nyttjandetid i princip var helt okända. De stora stenmassorna krävde dessutom extraordinära maskininsatser.

Detta sammantaget gjorde att planeringen av en sedvanlig förundersökning blev komplicerad, bl.a. avseende beräkningen av sökschakt och var dessa skulle placeras, eftersom man i detta initialskede inte visste om och var eventuella lämningar kunde finnas då merparten förväntades påträffas dolda under markvegetation eller yngre avfallsmassor. Den stora mängd varp som låg inom gruvområdena liksom den sentida tomtplaneringen vid Hyttan gjorde det svårt att exaktdefiniera sökschaktens placering för att nå önskat resultat. Det var också i detta skede svårt att avgöra varpens tjocklek, särskilt i det nästintill helt överväxta Sohlbergsfältet. I förundersökningens förfrågningsunderlag framgick dock att sökschaktens och eventuella provrutors storlek, mängd och läge skulle preciseras i undersökningsplanen, vilket också gjordes. Denna plan byggde helt på ett antagande om vad och var eventuella äldre lämningar kunde finnas och även tidplanen beräknades enligt en uppskattad schablon med hänsyn till varpmassornas omfattning och maskinernas storlek. Schaktplanen fick sedan revideras i fråga om schaktens placering, men tidplanen för schaktning- och undersökningsarbetet visade sig dock vara tillfredsställande i omfattning. Schaktningen i de enorma varpmassorna gick förvånansvärt smidigt, mycket tack vare den omplanering som gjordes efter detaljkarteringen. Den planeringstid som lagts in mellan karteringstillfället och

fältundersökningen var en nödvändighet. Metodiskt visade det sig att de gängse metoder som är brukliga i arkeologiska sammanhang fungerade väl efter anpassning till gruvområdets ingående komponenter och de risker som arbetet i gruvområdet medförde, både i form av hantering av i vissa fall mycket förorenade material som i form av olycksrisker.

De lärdomar och erfarenheter som erhöles vid förundersökningen gjorde att man hade ett mycket gott planeringsunderlag inför den särskilda arkeologiska undersökningen och vi vill påstå att detta skapade både en tidsvinst och därmed även en minskad projektkostnad.

Genom att steg för steg bearbeta de aktuella ytorna och genom att kombinera de arkeologiska fältundersökningarna med tvärvetenskaplig metodik (dateringsanalyser, sediment- och pollenanalyser samt metallurgiska analyser), har den särskilda arkeologiska undersökningen kunnat svara på de av Länsstyrelsen uppställda kraven och bidra med väsentlig ny kunskap om gruvhistorien i Gladhammar. Kombinationen av förberedande flygfotograferingar samt arkivstudier, karteringar, provschaktsgrävningar och senare totalundersökningar av utvalda ytor har både gett ett högintressant vetenskapligt resultat, men också bidragit med värdefull dokumentation, bl.a. i form av ett omfattande fotomaterial, att använda och arkivera för framtida bruk.

Undersökningarna i Gladhammar har gett en modell för hur gruvområden i största allmänhet kan angripas i arkeologisk forskning. Genom ett tvärvetenskapligt arbetssätt med en kombination av olika undersökningar och en högt driven arkeologisk maskinundersökning kan stora områden undersökas till rimliga kostnader och med relativt stor precision.

Resultat

Undersökningarna av Gladhammars gruvor och delar av Hyttan har gett mycket ny information. Här finns dock inte plats att beskriva resultaten närmare och vi hänvisar därför framför allt till undersökningsrapporten **Gladhammars gruvor – särskild arkeologisk undersökning 2010** (Sandberg, Palm & Nilsson 2011) samt **Västerviks historia – förhistoria och arkeologi 1** (red. Palm, in print, 2012). Undersökningen har gett flera intressanta resultat, framför allt för de äldsta skedena, att föra till Gladhammars gruvors historia, men inte minst för gruvforskningen i stort.

8.4 Förorening eller kulturlager – arkeologiska insatser i efterbehandlingsprojekt

Joakim Schultzén, Arkeolog, EMPIRIKON Konsult AB

Mänsklig aktivitet lämnar ofta spår i

markstratigrafin i form av avsatta eller påförda s.k. kulturlager. Lagrens inbördes förhållande är en viktig del i arkeologens tolkning av skeendet på platsen. Dessa kulturlager kan i sin tur innehålla förorenade jordmassor och avfall från såväl moderna som historiska aktiviteter. Det är förvisso så att recenta lager, i vilka man bör kunna förvänta sig en högre föroreningshalt, inte ägnas samma arkeologiska intresse och därför sällan undersöks i samma utsträckning som äldre lämningar. Men i syfte att nå ned till äldre lager måste de ändå avlägsnas. Särskilt vid stadsgrävningar är risken hög att någon typ av verksamhet efterlämnat hälsovådliga föroreningar i marken. Till det kommer att vissa av de äldre kulturlagren också innehåller hälsofarliga föroreningar, framför allt tungmetaller som avsatts genom olika historiska verksamheter, men även perkolerande föroreningar från överliggande yngre lager. I städer med



Figur 8: Kvarglömda verktyg i form av ett bergsborr och diverse kilar och krampor hittades i grunden till det smältverk som fanns på Holländarefältet åren 1877-1879. Foto: F. Sandberg, Dalarnas Museum.

medeltida stadslager utgör dessutom de recenta lagren ofta bara ett antal ytskikt och markberedning. Därunder kommer medeltida lager nästan omedelbart. Anledningen är att påbyggnaden av kulturlager i städerna avstannade i och med förbättrad avfallshantering samt att man i större grad avlägsnade rester av tidigare konstruktioner när det var dags att bygga nytt. Eftersom många hälsofarliga ämnen är omöjliga att upptäcka utan tillgång till avancerad utrustning är det viktigt att all tillgänglig information om föroreningsituationen delges arkeologerna så att nödvändiga säkerhetsåtgärder kan vidtas.

Miljösanering i stadsbebyggelse kan potentiellt leda till uppkomsten av ganska speciella scenarion. I områden där man inte räknar med att finna särskilt omfattande kulturlämningar, eller i samband med små ingrepp exempelvis ledningsdragningar, kan Länsstyrelsen besluta om schaktövervakning. Men om förorenad mark i ett arkeologiskt högtintressant

område som t.ex. Sigtuna eller Visby skall saneras, lär en särskild undersökning vara oundviklig eftersom medeltida stadslager ofrånkomligen skulle påverkas. En sådan arkeologisk undersökning skulle med stor säkerhet genomföras hela vägen ned till den s.k. sterilen, dvs. av människan opåverkade naturliga lager. I realiteten har då de föroreningar som efterbehandlingsprojektet skulle ha tagit hand om hamnat i arkeologernas dumphög, med alla de arbetsmiljöfrågor och spridningsrisker till omgivningen som det skulle medföra. Undersökningar under liknande premisser har faktiskt redan genomförts, bl.a. i Jönköping och i Örebro (se Pettersson 2005, Wallebom 2003). Dessutom har mängder av utgrävningar i stadsmiljö genomförts i samband med normal exploatering av marken. Det betyder ju inte att behovet av sanering inte funnits, bara att ett sådant behov inte identifierats. Men när nu regeringen har satt fokus på sanering av s.k. ”Hot Spots” kan ovanstående scenario bli verklighet oftare.

9. Entreprenad

Författare Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB och Anders Jakobsson, Hifab AB

9.1 Inledning

Formellt kan entreprenadskedet anses vara påbörjat i och med kontraktsskrivning mellan beställaren Västerviks kommun och totalentreprenören NCC Construction Sverige AB (Region Syd) i Västervik den 2 november 2010.

I kontraktet inskrevs att entreprenadarbetena tilläts starta i och med verkställd beställning.

Färdigställandedatum var bestämt till 1 november 2011 förutsatt att arbetena kunde påbörjas under november månad 2010. Detta med anledning av att det redan under senhösten funnits tecken på en lång och snörik vinter vilket skulle kunna påverka projekteringsförutsättningarna och det praktiska genomförandet.

I samband med kontraktsskrivningen undertecknades även ett särskilt dokument där byggarbetsmiljöansvaret för projektering (BAS-P) och genomförande (BAS-U) överfördes till NCC.

9.2 Förberedande arbeten

Under beställarens ansvar låg att utföra ett antal förberedande arbeten;

Undanröja hinder i form av kraftledningar inom entreprenadområdet

Det fanns inledningsvis tre olika högspänningsledningar (20kV, 10 kV resp. 0,4 kV) inom entreprenadområdet. Kontakt etablerades tidigt med ledningsägaren EON kring problematiken.

Det visade sig att en av ledningarna ändå skulle raderas/omläggas, och i samråd med EON kunde arbetena påskyndas och utföras utan konflikt med entreprenaden. För den tredje ledningen (0,4 kV) träffades separat avtal där Västervik kommun ersatte ledningsägaren för tillfällig flytt under entreprenadtiden (kostnad 190 kkr.).

För den kvarvarande högspänningsledningen tecknades i samband med produktionsstart ett avtal där NCC påtog sig att följa ledningsägarens säkerhetsföreskrifter.



*Figur 9.1. Ett flertal luftledningar korsade stranden nedanför gruvan.
Foto: Christer Ramström, Västerviks kommun.*

Tack vare att det fanns högspänning i närheten kunde entreprenören på ett smidigt sätt få byggkraft till etablering och maskinutrustning.

Det inträffade inte några incidenter eller tillbud pga. närheten till kraftledningen under genomförandeskedet.

Utsättning av tomtmark och skogsavverkning

Enligt entreprenadkontraktet förband sig beställaren att upprätta avtal med berörda markägare om skogsavverkning inom arbetsområdet. Då det fanns oklarheter kring gränsdragning mellan de två större berörda skogsfastigheterna genomförde beställaren via lantmäteriet även utsättning av tomtgräns. Värdering av den nedtagna skogen utfördes av Skogsstyrelsen.

Slutavverkningen försenades ca tre-fyra veckor efter den tid som överenskommits med NCC pga. av vinterförhållandena, men dock i samförstånd utan återopande av hinder.

Omläggning av vandringsled, Tjustleden

Tjustleden, en vandringsled genom natur- och kulturintressant miljö i Västerviks kommun passerar delvis genom gruvområdet (Sohlbergsfältet). Tjustbygdens Naturskyddsförening åtog sig en omläggning av leden på en begränsad sträcka.

Besiktning av närliggande fastigheter
NCC genomförde kontraktensligt besiktning och efterkontroll av byggnader (husgrunder, murstockar o dyl.) som bedömdes kunna påverkas av schaktarbeten och tunga transporter.

9.3 Tidplaner **Kontraktstidplan**

Ett startmöte för totalentreprenaden hölls på kommunledningskontoret i Västervik den 25 november 2010.

NCC påbörjade omgående projekteringen, ett första projekteringsmöte med

beställarrepresentanter hölls i Kalmar precis före juluppehållet den 22 december.

Totalt genomfördes fyra stycken liknande möten, det sista den 21 februari 2011.

Entreprenadarbetena startade med etablering av arbetsplatsen i mitten av februari månad. Förutom bodar, containers och mediaförsörjning byggdes provisorisk väg; dels ner till Tjursbosjön, dels över Sohlbergsfältet.

Godkännande inhämtades av NCC för en trafikanordningsplan mot riksväg 40.

Produktionsarbetena startade i stort sett parallellt med sanering av lakrest och vaskmull i strandområdet (framgrävda massor upplagda för avvattning och vidare transport till deponi) samt vegetationsavtagning med påföljande borttransport av varp från Sohlbergsfältet.

Så snart det var möjligt började även arbetet med att bygga kaj, huvudsakligen bestående av omhändertaget material från området, bakom en träspont, för utskeppning av gruvmaterial till Tjursbosjön.

Uppstart för utkörning av gruvavfall till sjö planerades till slutet av april månad.

All uttransport till Tjursbosjön bedömdes kunna vara slutfört till mitten av oktober.

Under mars månad startade även förberedelserna för pluggning av stollgången med borrning och sprängning av förskärningen. Gjutning skulle ske direkt efter semesteruppehållet.

Den första produktionstidplanen överensstämde väl med de avtalade kontraktsvillkoren avseende genomförande och avslut.

Produktionstidplan

Följande faktorer har i första hand inverkat på tidplan och resursplaneringen;

- Vintervädret med stora mängder snö och sen islossning i Tjursbosjön.

- Markant ökade mängder av lakrest och vaskmull (från antaget 2 500 ton till ca 8 500 ton).
- Den omfattande mängden finkornig varp med tillhörande hantering (säckning/kalkning).
- Kapacitetsproblem med de båtar/pråmar som transporterat ut varpen i sjön.

I samband med byggmöte nr 5 den 7 juni medgavs entreprenören tidsförlängning till den 22 december med hänvisning till begränsad kapacitet för uttransport av finmaterial till Tjursbosjön.

Tidsförlängningen innefattade inte särskild ersättning för fasta kostnader under den förlängda entreprenadtiden.

Slutbesiktningen genomfördes den 6 december, ca 5 veckor sent enligt det ursprungliga entreprenadkontraktet.

9.4 Entreprenörens projektering

Entreprenaden indelades i två huvuddelar, varav den första huvuddelen avsåg projektering av åtgärderna och den andra utförande. I förfrågningsunderlagets rambeskrivning angavs vad som skulle ingå i projekteringen. Vidare ingick bl.a. Beställarens miljöplan med krav på totalentreprenörens miljöarbete, villkor mm.

I projekteringen skulle nödvändiga kompletterande fältundersökningar och utredningar ingå. Totalentreprenören skulle även upprätta tekniska beskrivningar, ritningar mm för samtliga ingående arbeten samt redovisa genomförda beräkningar och dimensioneringar med angivande av dimensioneringsförutsättningar och gjorda antaganden. En detaljerad produktionstidplan skulle upprättas. Projekteringen skulle även omfatta upprättande av handlingar för tillstånd, miljötillstånd undantaget.

Totalentreprenörens projektering skulle resultera i styrande dokument för

arbetsmiljö, miljö- och kvalitetsstyrning, plan för egenkontroll och fullt färdiga arbetshandlingar för följande arbeten:

- Etablering/avetablering innefattande förberedande åtgärder såsom iordningställande av arbetsvägar och vid behov förstärkning av befintliga tillfartsvägar, arbets- och upplagsytor, uppförande av eventuella stängsel, bodar m.m., samt borttagande av dessa provisorier.
- Temporär avsänkning av vattennivån i Holländarefältet ca 5 m genom bortledning av gruvvatten till Tjursbosjön, samt utförande av pumpar och andra anordningar för den temporära avsänkningen.
- Igensättning (permanent pluggning) av Holländarefältets stollgång mot Tjursbosjön.
- Anläggning av skyddsskärmar samt länsar för att förhindra spridning av grumling, eventuellt oljespill, flytande kol- och trärester mm vid arbeten i vatten i Tjursbosjön.
- Omhändertagande av varp och slagg och annat förorenat material inom Holländarefältet, Sohlbergfältet och Hyttområdet.
- Omhändertagande av finkornigt gruvavfall (lakrest och vaskmull) vid Tjursbosjöns strand samt borttransport av dessa, omhändertagande vid extern deponi inkluderat.
- Omhändertagande och utläggning av varp och slagg i Tjursbosjön.
- Iordningställande av permanent upplagsyta samt insamling av varp som bedömts ha ett mineralogiskt bevarandevärde.
- Täckning av ytligt liggande (över +48 m) varp och slagg i Tjursbosjön.
- Återställning av ianspråktaga ytor vid gruvområdet, Hyttan och vid Tjursbosjöns strand.

Projektplan Arbetsmiljöplan projektering Riskbedömning arbetsmiljö (bilaga AMP) Vistelse vid mast och torn, Teracom (bilaga AMP) Kvalitetsplan projektering Miljöplan projektering GeoPM1 Stabilitetsbedömning (för utläggning av varp i sjön) Projekteringstidsplan Projektorganisation Kontaktlista Arbetsplatsdispositionsplan Huvudtidplan Kontrollprogram Kvalitet - Utförande <u>Arbetsberedningar:</u> - Siltskärm - Utfyllnad av pir - Förstärkning av kaj (trä spont) - Upplag av varp - Sanering lakrest - Sanering vaskmull - Dumpning av varp och slagg - Lastning/dumpning fraktion < 50/100 mm - Mellanupplag av varp och slagg samt siktning - Sanering varp och slag Holländerfältet - Sanering varp vid Sohlbergsfältet - Sanering varp och slagg vid Hyttan - Sanering varp och slagg vid Tjursbosjöns strand - Sanering av Tjursbosjön 47.9 till 51.5 - Förberedande arbeten, stollgång	- Förskärning stollgång - Bergförstärkning av stollgång - Slitsuttag stollgång - Dränerings vall - stollgång - Plugg (formning/gjutning) - Utanför stollgång (återställning) - Rivning av pir - Omformning av bergs överyta - Ianspråktaga ytor (avetablering) Miljöplan utförande Kontrollprogram miljö Miljöanalys Miljökritiska moment Avfallshandling Arbetsmiljöplan utförande Riskbedömning utförande Teracoms föreskrifter (bilaga AMP) NCCs skydds och ordningsföreskrifter (bilaga AMP) Arbetsplatsinformation (bilaga AMP) Skyddsutrustning och rutiner (bilaga AMP) Nödlägesberedskap Riskanalys Entreprenadarbeten vid Bruksbacken 1:2 Kemikalieförteckning Situationsplan, Stollgång Betongklack I pluggläge Betongform och injektering Betongplugg, geometri (konstruktionsritningar) PM avseende betongplugg (beskrivning)
--	--

Figur 9.2. Dokument som entreprenörens projektering resulterade i och som skulle komma att utgöra arbetshandlingar för genomförandeskedet:

Samtliga handlingar skulle överlämnas till beställaren i både pappersform och i digital redigerbart format.

Inom ramen för projekteringsarbetet upprättade totalentreprenören ett antal bygghandlingar som beskrev utförandet och kontrollen av ingående arbeten i entreprenaden. Säkerhets- och arbetsmiljöfrågor.

För en stor del av arbetena begränsades projekteringen till upprättande av arbetsberedningar. En utförligare projektering genomfördes för två moment; utläggning av varp i sjön inklusive stabilitetsberäkningar för deponeringen samt för utförande av tätning av stollgången. För det senare momentet utfördes undersökningar av exakt läge och riktning i först ett sent skede vilket resulterade i en fördyring. Orsaken var att stollgången redovisades på en ritning i förfrågningsunderlaget vilket av entreprenören tolkades som en exakt angivelse av läget.

9.5 Arbetsmiljöplan – skyddsnivåer och damning

Beställaren tog i förprojekteringskedet fram en arbetsmiljöplan för projektet. Denna arbetsmiljöplan ingick som en handling (06.3) i förfrågningsunderlaget för entreprenaden.

Begreppet skyddsnivåer blev tidigt ett stort diskussionsämne mellan parterna.

Arbetsmiljöverkets publikation ”Marsanering – om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden” (2002) utgår från tre generella skyddsnivåer; A-C.

I beställarens ursprungliga arbetsmiljöplan beskrivs att olika skyddsnivåer förväntas förekomma beroende på arbetena art, arbetsstället läge, metodval för bearbetning, förebyggande åtgärder mm.

Entreprenörens tolkning, ur ett ABT-perspektiv (kalkylerbarhet), utgick från att skyddsnivå C skulle gälla för hantering av varp och slagg medan skyddsklass B förutsattes vid sanering av lakrest och vaskmull.

Vid produktionsstart kunde snart konstateras en betydande damning vid sortering av finkorning varp. Ett vittringsmaterial som dessutom innehåller relativt höga arsenikhalter (och andra tungmetaller, se vidare ”Inventering och karakterisering av avfallen vid Gladhammars gruvor” delrapport 2004:03).

För att klarlägga förutsättningarna kontaktade entreprenören Arbetsmiljöverket. Vid ett tidigt inspektionsbesök på arbetsplatsen den 11 februari 2011 utbyttes information och vissa förutsättningar fastställdes;

- att om möjligt upprätta zonindelning med fastställda skydds nivåer inom respektive zon
- information till alla berörda om risker och regler (bör kvitteras av arbetstagaren)
- andningsskydd och heltäckande (dock ej kemikalieresistent) klädsel vid damning
- krav på luftreningsfilter (motsvarande P3) i entreprenadmaskinerna
- hygienregler/rengöringsprocedur i samband med raster, ingen förtäring utomhus
- hälsokontroller för att fånga upp tidiga signaler på ohälsa.

I samband med ett andra besök av Arbetsmiljöverket den 17 maj anmodades entreprenören redogöra för oklarheter kring nivåer för biologisk exponering samt eventuellt förhöjda nivåer hos arbetsstyrkan.

Med utgångspunkt från genomförda luftmätningar och personalens hälsokontroller har det inte kunna konstateras några nämnvärda avvikelser i jämförelse med utgångsvärdena.

Inspektionsärendet kunde via skriftligt svar från NCC avskrivas utan ytterligare åtgärder.

Ur ett erfarenhetsperspektiv kan konstateras att Arbetsmiljöverkets

klassificering i tre olika skyddsklasser inte är helt entydiga för att beskriva de skyddsåtgärder som kan komma i fråga på ett arbetsställe. Det är kanske också så att dessa ur ett AB/ABT-perspektiv ”Allmänna arbeten” bör ersättas särskilt efter gemensam utvärdering mellan byggherre och entreprenör. Trots allt är det ju hälsan för de som vistas på arbetsplatsen som måste prioriteras i första hand.

Genomförda hälsokontroller

För att säkerställa arbetsmiljön beslutade både NCC och Beställaren tidigt inför genomförandefasen att berörd personal skulle erbjudas att genomgå en hälsokontroll och provtagning av skadliga tungmetaller, framför allt arsenik. Bly och kadmium provtogs i blod samt krom, kobolt, kadmium, koppar och arsenik i urin. Hälsokontrollen genomfördes efter upplägg av Företagshälsovården Feelgood i tre steg av Stegeholmshälsan i Västervik som även tog blod- och urinprover för analys av tungmetaller. Kontrollen skulle ske innan arbetet började med en hälsokontroll av läkare, provtagning och kontroll av lungfunktion. Under pågående arbete genomfördes en förnyad provtagning som sedan upprepades efter att arbetet var avslutat.

FHV-läkaren Gunnar Alm skriver följande kring resultaten av genomförda provtagningar:

”De enda resultaten av mätningarna som har gett anledning till uppmärksamhet är erhållna värden av arsenik i urinen. Alla andra värden har legat inom normala nivåer under alla tre mätningar och ingenting indikerar heller att nivåerna har stigit påtagligt under aktuell period.”

Förklaringen till höga halter av arsenik i urinen har sannolikt sin förklaring i intag av fisk i anslutning till provtagningen. Arsenik är en halvmetall som finns i oorganisk form i mineral (arsenikkis). Arsenik i oorganisk form är akut giftig vid exponering i högre doser. Organisk form

av arsenik förekommer vanligen i havsfisk och skaldjur. Storkonsumenter av fisk och skaldjur kan få i sig tiotals milligram av sådan "fiskarsenik" utan att drabbas av förgiftning då den formen är förhållandevis ogiftig. Båda formerna utsöndras dessutom snabbt ur kroppen och efter en vecka har cirka 50 % av den intagen arsenik försvunnit. En annan källa till intag av oorganisk arsenik är via enskilt dricksvatten.

Doktor Alm skriver följande: "Sammanfattningsvis ser jag och vi på Stegholmshälsan inte att det är meningsfullt vare sig i detta projekt eller liknande att göra analyser på arsenik i urin (eller andra kroppsvätskor). Däremot anser vi att övrig provtagning varit relevant och inte lämnar några misstankar om att de i projektet engagerade har fått i sig skadliga mängder av uppmätta ämnen"

Tillbud och andra incidenter

Arbetsplatsen präglades av god ordning, med fokus på beprövade metoder och säkerhet.

Trots detta har inträffade några få tillbud av olika slag.

ARBETSPLATSOLYCKA

En underleverantör drabbades av allvarlig skär- och klämskada på fot i samband med reparation/service av sorteringsverk. Tillbudet anmäldes och hanterades enligt gällande arbetsmiljölagstiftning och kunde konstateras bero på felaktigt handhavande.

MINDRE SKOGBRAND PÅ SOHLBERGSFÄLTET

Troligen beroende på en gnisttändning av markvegetationen då en larvburen grävmaskin lämnade området under en torr och varm period i mitten av juni. Trots att det upptäcktes efter arbetspassets slut kunde Räddningstjänst snabbt kallas till platsen och skadans omfattning begränsas. Totalt berördes en yta av ca 300 m².

MINDRE OLJEUTSLÄPP FRÅN ARBETSBÅT

Ca 10 liter olja har läck ut i Tjursbosjön vid ett tillfälle pga. läckage från en trasig hydraulslang. Sanering genomfördes direkt med hjälp av länsar som fanns i beredskap på arbetsplatsen. Samtliga utvändiga hydraulslangar byttes ut som förebyggande åtgärd.

9.6 Genomförande av entreprenaden

Pir för uttransport och siltskärmar

Byggnation av pir startade i samband med etableringen och slutfördes någon månad senare, allt enligt tidplan och arbetsberedningar. Arbetet utfördes under kontinuerlig kontroll av turbiditet, men utan den siltskärm som enligt handlingarna skulle monteras. Eftersom ingen ökad grumling kunde uppmätas fortsatte arbetena, utan siltskärm, tills piren var klar.

Den tunga av ofyndig varp som, sedan gruvverksamhetens tid, funnits ute i sjön nyttjades för pirens grundläggning. Isen låg fortarande kvar och nyttjades att gå på vid spontslagningen. Träsponten hölls ihop med hammarband, innanför spont fylldes piren ut med siktad grov varp. Även utanför sponten, upp till +49 m, lades varp upp för att förstärka piren.

En siltskärm av geotextil anlades för att skärma av arbetsområdet i vatten från övriga delar av sjön. I ett känsligt avsnitt mot den södra stranden utfördes den som två parallella skärmar.

Efter det att siltskärmarna monterats schaktades varp intill piren bort för att säkerställa farbart djup runt hela den spontförsedda delen av piren.

Överliggaren på den yttre skärmen gick sönder vid två tillfällen, men reparerades så att full funktion erhöles under hela entreprenadtiden.



*Figur 9.3. Pålning av spont för pir.
Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB*



*Figur 9.4. Färdig pålspont.
Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB*

Ur ett erfarenhetsperspektiv kan noteras att det var obefogat att föreskriva att oljelänsar skulle anbringas i samband med skärmens etablering. Länsar förlorar efter en tid i vattnet sin funktion och bör i stället finnas i beredskap på land för att sättas in vid ett eventuellt tillbud.

Sanering

Efter etableringen påbörjades saneringen av varp på Sohlbergsfältet följt av Holländarefältet. Parallellt med dessa områden sanerades lakrest och vaskmull på Tjursbosjöns strand. Slagg vid Hyttan schaktades bort under maj. Under veckorna 28-31 låg arbetena i stort sett nere för semester med undantag av bergarbeten i stollgången.

Tidigt under arbetena gjordes en syn av området. Genomgången leddes av projektets expertstöd för gruvavfall/geologi. Syfte var dels att förmedla fördjupad kunskap kring fyndig - ofyndig varp dels att fastställa hur noggrann sanering som var möjlig och miljömässigt acceptabelt.

Det beslutades att ett tunt lager varp på markytan var godtagbart och rent praktiskt möjligt att åstadkomma. Grävmaskinisten var mycket kompetent och noggrann så resultatet blev ofta bättre än den acceptabla nivån.



Figur 9.5: Sanering av Holländarefältet, april 2011. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

TJURSBOSJÖNS STRAND – LAKREST OCH VASKMULL

Avtäckning och sanering av lakrestområdena på Tjursbosjöns strand startade också i början av februari. Vid saneringen av lakrest och vaskmull lades massorna i stack för avrinning på därför anlagda mellanlagringsytor innan de transporterades bort i täckta bilar till Linneberga avfallsanläggning. Tanken var att avrinning skulle ske med hjälp av pumpar och med avfallet liggande i containers. Detta var inte möjligt då avfallsmängden ökade kraftigt från beräknat 2 500 ton till 8 500 ton och platsen därmed inte räckte till. Detta hade dock ingen betydelse ur miljösynpunkt då det avrunna vattnet i båda fallen hade nått samma mark- och vattenområde. Vid sanering av lakrest och vaskmull där gränsen kunde urskiljas över vattennivån schaktades 30 cm av det underliggande materialet bort. Vid schakt under vatten var det svårt att avgöra när lakrest och vaskmull tog slut och naturligt material tog vid. Därför schaktades det ner till en på förhand fastställd nivå (till +50,5, motsvarande ca 1 m under normalvattenståndet). Avsikten från beställarens sida var att entreprenören under dessa schaktarbetens skulle ha kontinuerlig tillgång till XRF-mätare och fortlöpande mäta arsenikhalten i kvarlämnade massor. Fältnätningen



Figur 9.6. Sanering av stranden. I förgrunden syns de plankor som användes vid saneringen för att inte sjunka och inte förorena larvfötterna. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

skulle därefter verifieras med analyser från ett ackrediterat laboratorium. Enligt miljöplanen fick inte kvarlämnat material hålla en högre arsenikhalt än 37 mg/kg TS.

Då entreprenören inte uppfattat förutsättningarna på samma sätt (utan tillgång till egen XRF) anlätades en extern konsult vid ett tillfälle för att mäta i schaktkanterna. Fältkontrollerna med XRF togs därefter över i beställarens regi, och utfördes vid ytterligare tre tillfällen.

Enligt förfrågningsunderlaget hade förekomsten av lakrest och vaskmull begränsats till några konstaterade delområden på stranden och i sjön. Det visade sig dock att både lakrest och vaskmull fanns i betydligt fler områden i längs stranden samt att de ofta låg omlagrat eller uppblandat med morän. Det var en ständigt återkommande fundering på om projekteringen av förekomst av lakrest och vaskmull kunnat utföras på annat sätt.

Men även om borring/analys skett i ett rutnät med exempelvis cc-avstånd på 2 m hade ett flertal ”hot spots” kunnat missa i alla fall. Då avfall, varp och morän blandats runt och varvats under flera hundra års verksamhet vid strandområdet.

Föreningarnas spridning försvårade och fördröjde saneringen genom att transport från ursprunglig plats till mellanupplagsytan fick ske direkt i frontskopa (6 m³) på lastmaskin. Anledningen var att det inte fanns någon ytterligare plats för mellanlagring. Utlastningen till sjön visade sig vara en trång sektor och strandområdet hade till stor del redan fyllts upp med mellanlagrad varp från framför allt Holländarfältet och Sohlbergsfältet.

SANERING AV SOHLBERGSFÄLTET

I mitten av februari påbörjades avbaningen av vegetationslagret som överlagrade varpen på Sohlbergsfältet. Varpen visade sig delvis ligga mellan två vegetationslager vilket gjorde att varpen

blandades med vegetationsrester. Varp ner till ursprunglig vegetationsyta schaktades bort.

Vid saneringen upptäcktes att två gruvschakt hade förbindelse med varandra via ett med varp igenfyllt schakt. Dagschaktet urgrävdes ner till ca en meter under vattenytan. Motioveringen var att kvarvarande varp med säkerhet skulle ligga under vatten för att motverka vittring även efter en längre tids torra. Trots att mängden varp (ca 2 500 ton) på Sohlbergsfältet var större än beräknat kunde saneringen av fältet slutföras enligt ursprunglig tidsplan. Efter detta återställdes marken genom att det tillvaratagna vegetationslagret åter planerades ut.

Även staketen runt gruvschakten åtgärdades då de redan innan saneringsarbetena var i dåligt skick på vissa ställen. Saneringsområdet började grönska redan 2-3 månader efter slutförd återställning.

SANERING AV HOLLÄNDARE-FÄLTET

Efter slutförd sanering av Sohlbergsfältet startade motsvarande aktivitet på Holländarefältet. Här fanns de största mängderna varp och även en del slagg. I och med att varpen på de flesta ytor låg i 1-4 m tjockt lager gick arbetet bra. Det som krävde mest planering var den varp som låg innanför stängslen runt de öppna och djupa gruvschakten. Här fick först stängslet tas bort och sedan var det betydligt mer tidskrävande att få bort varpen som, i det flesta fall, låg i ett tunnare lager och mycket mer utspridd. Efteråt monterades ett nytt stängsel. Även på östra sidan av vägen genom fältet fanns ett tunt lager varp som schaktades bort. Det befarades att varp även skulle finnas under vägen genom Holländarefältet. För att verifiera detta grävdes sex provgropar i vägen. I två av dem återfanns små mängder varp, men eftersom volymerna bedömdes som ringa fick vägen vara kvar orörd. Varp lämnades också kvar runt den

närbelägna Telecommastens fundamentförankringsstag. Eftersom berget är sprickigt och skört bröts ibland stora stycken bort vid bearbetningen. Dessa block, av i huvudsak ofyndig varp, lades i första hand i grunda gruvschakt eller kvarlämnades i terrängen. Några block användes för att hindra möjligheten att krypa in under stängslet kring gruvhålen.

I mitten av augusti var saneringen av Holländerfältet klar och då hade cirka 37 000 ton varp och slagg omhändertagits.

SANERING AV SLAGG I HYTTAN

Sanering av slagg i Hyttan pågick parallellt med arbetet vid Holländarefältet.

Under de arkeologiska undersökningarna hittades bl. a lämningar efter rostugnar här. Arbetena vid Hyttan förenklades mycket av att det inte fanns någon slagg i slänten ner mot Torsfallsån som befarats i tidigt skede. Detta innebar att arbetena kunde bedrivas utan risk för grumling av ån (beställarvillkor i Miljöplanen). Den 7 september undertecknar fastighetsägarna ett godkännande av utförd återställning.



Figur 9.7. Vid Hyttan schaktades även varp under grundvatten ytan, detta utan att grumling kunde konstateras i Torsfallsån. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

TJURSBOSJÖNS STRAND - VARP

Varp förekom även nere på stranden och utlagt i Tjursbosjön. Gruvdrift har pågått i området i olika perioder under flera århundraden. Sjön har haft central

betydelse för hantering och logistik. Det är ur detta perspektiv inte så underligt att marklagren i det strandnära området är uppblandade. Vid sanering i sjön schaktades tidvis upp en blandning av lakrest och varp. För att minimera mängderna deponerat avfall, sorterades de större varpstyckena ut innan vidare transport till Linneberga. Totalt sanerades 13 300 ton varp och slagg från stranden och i sjön.

Varpen i piren transporterades också ut till utläggningsområdet eller planerades ut på en nivå under +48 m.

SORTERING AV VARP

I stort sett all varp sorterades för att separeras i fraktioner större respektive mindre än 50 mm. Då större varpstycken kilade fast sig i sorteringsverket beslutade entreprenören att använda en harp där de riktigt stora styckena sorterades ut. I vissa områden inom Holländarefältet innehöll varpen så lite finmaterial att det kördes direkt ner till mellanupplaget på stranden utan siktning. All varp var färdigsorterad i mitten av augusti och då avetablerades sorteringsverket och harpen.



Figur 9.8. Sortering av varp. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

UTLÄGGNING

Under tiden som siltskärmarna färdigställdes, i slutet av april, anlände också de två botten tömmarna som skulle användas för att lägga ut varp och slagg i



Figur 9.9. Iläggning av säck i bottentömmaren innan uttransport. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB



Figur 9.10. Uttransport av säck med hjälp av två dragbåtar. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

Gruvviken. Båda var av sådan typ att dragbåt krävdes (ej självmanövrerade). Entreprenören avsåg att köra ut grovkornigt gruvavfall med den stora bottentömmaren och säckad finkornig varp med den lilla. Eftersom den stora inte höll måttet, varken vad gäller arbetsmiljö eller hållfasthet övergavs snart denna strategi och enbart med den lilla bottentömmaren kom att brukas.

Ekolodning gjordes av sjöbotten innanför skärmen och ett rutnät för utläggning gjordes upp inom det 130 000 m² stora området. För positionering användes GPS. Stabilitetsberäkningar för sjöbotten och utläggningsplan är tillsammans med pluggningen av stollgången de arbetsmoment som föregåtts av en djupare teknisk projektering inom totalentreprenaden.

Stabilitetsbedömningen är redovisad i en Geo-PM 1 (rev D 2011-06-14).

Gruvavfallet lades ut med bottentömmarna med bl.a. följande restriktioner:

- Området för utläggning fick inte luta mer än 1:5, för att undvika skred.
- I varje utläggningsområde startade utläggningen där djupet var som störst.
- Varje utläggningsområde var uppdelat i rutor om cc 18,5 m längs långsidan och cc 7 m längs kortsidan.
- Högst ca 50 m³ fick läggas ut i en och samma ruta. Detta innebar att vid

utläggning med den lilla bottentömmaren så kunde entreprenören köra ut fyra gånger till samma ruta och lägga ut lassen med så stor spridning som möjligt inom varje ruta.

- Inget av lassen fick hamna på varandra. Hållfastheten beräknades dock klara en överlappning av säckar på ca 30 %.
- I första omgången lades avfallet ut i varannan ruta. Efter minst två veckors uppehåll lade entreprenören därefter avfall i kvarlämnade rutor. Detta för att botten skulle kunna återfå sina ursprungliga hållfasthetsvärden och därmed minska risken för effekter vid mindre missar i utläggningen.
- Intill skärmen halverades mängden utlagt material.
- Ingen utläggning fick ske ovan djupkurvan sex meter.

I början var osäkerheten stor om allt material skulle få plats då entreprenörens mer noggranna mätningar av botten gav en mindre totalyta för utläggning än vad den ursprungliga bedömningen angivit. För att uppnå största möjliga säkerhet (positionering) i utläggningen användes två dragbåtar mellan vilka bottentömmaren spändes upp innan den tömdes på sin last. Via Clinton Mätkonsult AB verifierades, genom penetrerande ekolodning, att gruvavfallet

vid utläggning försvann ner i de lösa sedimenten men inte ner till friktionsjorden. Utlagt löst avfall bildade inga tydliga ”högar” på botten utan spred sig över ett större område än beräknat. Efter utläggning av säckarna kunde upphöjningar anas. Det lösa materialet pressades ner i bottensedimenten, men någon omblandning på grund av stabilitetsbrott kunde ej spåras.

Efter mätningarna gjordes bedömningen att säkerhetsmarginalerna mellan rutorna var onödigt konservativa och att enbart en dragbåt (”Lille Skutt”) kunde användas. Den större bottentömmaren visade sig inte vara särskilt lämplig för uppgiften. Plåten i pråmen var för tunn för att klara av den vassa och skärande varpen. Ur arbetsmiljösynpunkt var den inte heller helt lämplig då den var tvungen att vara bemannad i samband med tömning.

Innan semestern började entreprenören inse att det skulle bli svårt att få ut allt material med enbart en liten funktionsduglig bottentömmare och bli klara med entreprenaden i tid. Detta ledde till att den stora bottentömmaren byttes ut mot en annan, självgående bottentömmare, så att utkörning nu kunde ske med två pråmar parallellt. Varje skopa som lastades i bottentömmarna vägdes i hjullastare och protokollfördes. Med den lilla bottentömmaren lades det ut 20 ton per lass, och med den självgående 32 ton. Detta gav en kapacitet på ca 1 000 ton per dag. Enligt förfrågningsunderlaget beräknades mängden varp och slagg som skulle läggas ut till 56 000 ton. Den verkliga totalmängden visade sig efter slutförd entreprenad vara 58 200 ton.

I samband med utläggningen var damning ett större bekymmer än vid övrig varphantering. Med hänsyn till arbetsmiljön bevattnades därför varpen i upplaget med sjövattnet.

Den finkorniga varpen skulle innan utläggning säckas och kalkas med

motsvarande 20 % av gruvavfallets vikt. Säckarna var av geotextil och rymde 18-20 ton. Med hjälp av en provisorisk rigg gjordes fältförsök på land i syfte att verifiera de fyllda säckarnas hållbarhet. För att få ut all finkornig varp åtgick ca 850 säckar. Inte bara den finkorniga varpen, utan också den grovkorniga (>50 mm) varpen skulle kalkas om den var synbart vittrad. Även här gällde att kalkning skulle ske med motsvarande 20 % av varpens vikt. Entreprenörens hantering innebar att varpen omblandades ett flertal gånger innan den lastades i bottentömmarna och då hade den synbart vittrade varpen försvunnit i den betydligt större mängden av ovittrad varp. Den grovkorniga varpen kalkades därför inte bedömts med utgångspunkt från tidigare insamlade uppgifter.

STOLLGÅNGEN

Avbanning av väg mot stollgången och utsättning för borring påbörjades i mitten av mars.

Med hänsyn till arbetsmiljörisker hade inte någon ordentlig inventering/utredning kring stollgångens beskaffenhet kunnat genomföras innan dess förskärningen var sprängd och en första omgång skrotning utförts.

Det visade sig bl.a. att stollgångens riktning och tvärsnitt avvek från det som

När det gäller geometrin var uppfattningen att stollgångens tvärsnitt höll, $B \times H = ca 2 \times 2,5$ m. I så fall skulle det, enligt NCC, vara idealiskt ur hållfasthetssynpunkt att gjuta en cirkulär plugg med diameter 2,5 m. Det visade sig dock vid närmare undersökning att tunnelbotten var uppfylld med lera och sprängsten så att det verkliga fria höjdmåttet var ca 3,7-4,0 m.

Berget konstaterades dessutom, vid besiktning, vara mycket sprickigt i flera olika riktningar vilket medförde omfattande skrotning av löst sittande berg



Figur 9.11. Uttransport av gruvavfall med dragbåten Skutt. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB



Figur 9.12. Uttransport av skrotat berg från Stollgången i maj 2012. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

inne i stollgången. All borrhning, inför sprängning och injektering, gjordes för hand på grund av det begränsade utrymmet i stollgången. Även utlastningen blev ett besvärligt jobb i det trånga utrymmet och fick ske med en minigrävare.

Som följd av det sprickiga berget föreslog entreprenören ett alternativt pluggläge längre in i stollgången. I entreprenörens rapport står ”Pluggen bedöms kunna byggas och fylla sin funktion i det först planerade pluggläget” men att de rekommenderar ett pluggläge längre in då det yttre inte är ”optimalt, och speciella åtgärder i större omfattning kan behövas för att pluggen skall uppfylla sin funktion.”²

För att få en ”second opinion” avseende pluggläget från ett övergripande perspektiv med hänsyn till risk – miljö - totalekonomi anlätade beställaren Golder Associates AB för en oberoende bedömning. Golders sakkunnige konstaterade att det inre pluggläget bedöms ha något bättre bergkvalitet än det yttre, både ur hållfasthetssynpunkt och ur täthetssynpunkt. Skillnaden är dock inte så stor att den motiverar en flytt med de

tillkommande kostnader som är relaterade med detta. Det rekommenderas istället att ursprungligt pluggläge behålls och att betongpluggen förlängs med 2-3 m för att minska gradienten över pluggen samtidigt som läckagevägen i kontakten mellan berg och betong förlängs. Därmed skulle risken för eventuell urlakning av material i sprickzonen också minska.

Kommunen valde efter noga övervägande att gå på det yttre pluggläget, vilket visat sig vara en väl fungerande lösning. Den färdigskrotade slitsen var i färdigt skick inte så uppsprucken och fuktig som projektet från början befarat. Pluggens geometri konstruerades om till ett rektangulärt tvärsnitt med rundade hörn. Till pluggen åtgick ca 50 m³ (oarmerad) betong med följande sammansättning/recept:

Cement (Anläggning)	320 kg
Flygaska	140 kg
Vatten	163 kg(ger VCT 0,45)
Grus 0-8 mm	990 kg
Sten 8-16 mm	745 kg
Flyt Sika HD100	0.7 % (av cementvikten)

Tillstånd hade inhämtats via miljödomen för att genom urpumpning sänka vattennivån i gruvorna under tiden för formning och gjutning. Denna möjlighet nyttjades dock inte. Gjutning och härdning kunde ske genom att gruvvattnet tillfälligt

² Sanering Gladhammars gruvor - Pluggning av stollgång, PM avseende pluggläge (2011-05-30, NCC Teknik).

leddes ut via ett ingjutet rör genom pluggen. Gruvgången dränerades på detta sätt under ca 1 månads tid varefter röret göts igen med betong.

Stollgångens förlängning fylldes efter pluggningen åter med naturliga massor från stranden.

Återställning

Från början avsågs att återställa strandlinjen så som den såg ut innan saneringen startade. Med de förutsättningar som getts via villkoren för övertäckning av kvarlämnad varp i strandlinjen samt den omfattande deponeringen av lakrest och vaskmull från stranden började kommunen och NCC gemensamt titta på alternativa lösningar. Målsättningen var att den återskapade stranden skulle se så naturlig ut som möjligt och med hushållande av naturresurser (bergskross, morän, drivmedel mm). En del av stranden återställdes som tidigare, genom att påföra bergskross (0-18 mm). I övrigt flyttades strandlinjen in 10-15 meter.

På ett begränsat parti i nordöstra änden utfördes en mindre sandstrand. Efter bortschaktning av gruvavfall i område under vattennivå täcktes kvarvarande bottenfyllning med 30 cm rent material enligt villkor i miljödomen.



Figur 9.13. Pluggen innan formen togs bort. Det grå röret är genomföringen för dränering av gruvvatten.
Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

Entreprenadmaskiner

Under arbetenas gång fanns det som mest 2 st. dumpers, 2 st. hjullastare, 3 st. grävmaskiner och ett sorteringsverk. Vidare har även en Bobcat, traktorgrävare och lastbilar används under kortare perioder. De tunga transporterna till- och från arbetsområdet gjorde att asfalten på tillfartsvägen trycktes sönder med sprickbildningar som följd. I slutet av entreprenadtiden asfalterades därför vägen om och grusvägen grusades upp.

Varpen som ofta var kantig och vass slet mycket på entreprenadmaskinerna. Materialet slet även mycket på sikten där entreprenören fick byta band vid ett tillfälle. Dubbelmantlade drivmedels-cissterner på plats, placerades så att påkörningsrisken minimerades.

Varp som ska sparas

Enligt miljödomen skulle 800-1 000 m³ varp sparas för framtida mineralogisk och geologiska studier. Erik Jonsson från SGU var på plats vid två tillfällen för att peka ut särskild värdefull varp för ändamålet. I mars påbörjades så arbetena med att konstruera upplagsytan. För att minimera mängden utjämningsmassor knackades delar av berget bort och det gjordes även två lågpunkter på ytan för avrinning.



Figur 9.14. Den härdade pluggen i stollgången.
Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB

Fyllnadsmassor och ofyndigt berg från skrotningen vid stollgången användes som utfyllnad. Över detta lades ett lager med stenfri morän (0-4mm). Ett 1,5 mm tjockt helsvetsat geomembran påfördes därefter för att erhålla en helt tät yta. Över geomembranet lades 0,5 m sand. På denna deponiyta lades sedan den varp som skulle sparas i enskilda högar vilka mättes in, karterades och kopplades till sina ursprungsplatser inom gruvområdet. Avrinnande vatten avleddes kontrollerat genom en enda punkt med provtagningsmöjlighet. Från brunnen infiltreras vattnet i friktionsjorden via brunnens botten samt extra spridarledning som förstärkning i händelse av stora regnmängder.

SGU har kvitterat att kommunen uppfyllt sitt åtagande i tillståndet gällande att sparad varp.

9.7 Kopparhalterna i Gruvviken

Som beställarvillkor fanns ett krav på att kopparhalten i Gruvviken inte fick överskrida 100 µg/l och om detta inträffade skulle kalkning av vattenmassan ske samt provtagningen utökas.

Villkoret överskreds första gången den 30 maj. Kalkning med 20 vikt-% kalk i varje lass startade redan påföljande dag. Kalkningsstrategin ändrades snart till att istället köra ut lös kalk i slutet av varje arbetsdag, mängden varierade beroende på mängden utkört gruvavfall. Olika tekniker för att sprida kalken på bästa sätt provades. Bästa metoden visade sig vara att köra med den lilla bottenömmaren och låta vattnet skölja genom kalken och på det sättet ta den med sig. I början användes en mer grovkornig kalk men denna spred sig inte så bra i vattenvolymen utan föll ganska snabbt ner till botten. Därför byttes till ett finkorningare material som också kunde anbringas över en större horisontell yta. I slutet av juni (29/7) var halterna åter nere under 100 µg/l. Kalkningen kom att fortsätta under hela den tid som utkörning av varp och slagg, som legat ovan

vattenytan, ägde rum. Kopparhalten varierade och gick upp över 100 µg/l vid några tillfällen. Trots den höga kopparhalten kunde inga direkta negativa effekter på vattenmiljön konstateras.

9.8 Entreprenadkontroll

Entreprenadkontroll genomfördes under hela entreprenadtiden, från projektering till slutbesiktning och syftade till att kontrollera att kontrakt, tillstånd, gällande lagar och praxis samt upprättade arbetsberedningar följdes.

Entreprenadkontrollen var uppdelad i två områden – en för omgivningskontroll och en för dagkontroller på plats. Omgivningskontrollen omfattade vatten- och markprovtagning och sköttes oftast av miljökontrollgruppen. Vid platsbesöken träffade dagkontrollanterna entreprenörens platsledning. Olika praktiska frågeställningar diskuterades och löstes vid dessa besök eller i nära anslutning till, om dagkontrollanterna lyfte frågan vidare till någon annan i projektorganisationen. Vid besöken skrevs dagboksanteckningar. Inga betydande avvikelser noterades. Detta mycket tack vare det nära samarbetet med täta kontakter mellan entreprenör och beställare. Problemställningar kunde diskuteras och lösas genom framförhållning och god planering. Under projekteringen hade totalentreprenören upprättat arbetsberedningar för de olika huvudaktiviteterna. När entreprenören under entreprenadens gång insåg att arbetsberedningens arbetsordning inte var tillfredställande togs frågan upp med dagkontrollanterna eller vid ett byggmöte innan arbetsmomentet genomfördes. I de fall frågeställningarna handlade om funktionskrav snarare än utförande konsulterades projektets experter i frågan innan svar lämnades till entreprenören.

Kontroller utfördes på olika sätt:

- Som genomgång (revision) av totalentreprenörens verksamhets-system för att se hur det anpassats

till projektet, som rutiner för korrigerande åtgärder m.m.

- Som inspektion av pågående verksamhet
- Som observationer inom arbetsområdet i samband med egenkontroll, t.ex. provtagning
- Som respons på av totalentreprenören redovisade åtgärder, mätvärden eller liknande.

Vid några tillfällen samordnades kontrollen med tillsynsmyndighetens kontroll (Länsstyrelsen i Kalmar län).

9.9 Besiktningar och avslut

Syn före påbörjande av arbete genomfördes den 9 februari 2011. Förrättare var beställarens delprojektledare för entreprenadarbetena. Dokumentationen bestod av syneprotokoll med fotobilaga.

Entreprenadbesiktningar för projektet har genomförts enligt följande:

- Förbesiktning Sohlbergsfältet och Hyttan (8 juni 2011)
- Förbesiktning Holländarefältet (31 augusti 2012)
- Förbesiktning Stollgång (31 oktober 2011)
- Slutbesiktning (6 december 2011)

Därefter har vid slutbesiktningen noterade fel (i detta fall anmärkningar enbart på viss dokumentation) följts upp via ett slutmöte (kontraktsparternas möte) den 16 december 2011.

Därvid överlämnades återstående dokumentation, varefter besiktningsmannen har upprättat ett efterbesiktningsprotokoll utan fel.

Kommunen har, efter avslutad entreprenad, inhämtat nöjdförklaring från samtliga berörda fastighetsägare.



Figur 9.15. Slutbesiktning av entreprenaden 6 december 2011. Personerna på bilden är från vänster Anders Jakobsson, Per Karlsson, Christer Johansson, Conny Jansson, Hans Wimelius och Christer Ramström. Foto: Ulrika Palmér Nilsson, EMPIRIKON Konsult AB.

10. Resultat och effekter

Författare Christer Ramström, EMPIRIKON Konsult AB och Agneta Källberg, Empirikon Ekonomi AB

10.1 Saneringsresultat, uppfyllelse av åtgärds mål

Syftet med projekt Gladhammars gruvor fastställdes av kommunens styrgrupp i kommunens bidragsansökan till åtgärder genom följande formulering: Att minska spridningen av prioriterade (särskilt farliga) tungmetaller från Gladhammars gruvområde och från sedimenten i Tjursbosjön samt att minska den regionala metallbelastningen av sjösystemet, kustområdet och Östersjön.

De övergripande åtgärds målen för projektet fastställdes till:

1. Människors fysiska hälsa skall inte påverkas.
2. Effekterna på det akvatiska livet i Tjursbosjön skall på sikt elimineras
3. Effekterna i vattendragen nedströms Tjursbosjön skall minska på längre sikt
4. Effekterna på bottenlevande organismer i Tjursbosjön skall minska.

Som mätbara åtgärds mål föreslås att spridningen från gruvområdet till Tjursbosjön skall minska med minst 90 %, liksom spridningen från Tjursbosjön till vattensystemet nedströms och att kopparhalterna i Tjursbosjön på längre sikt inte skall överstiga 4 µg/l. Det är viktigt att påpeka att dessa mätbara åtgärds mål är gällande vid ett totalt genomförande av både etapp 1 (åtgärder för att stoppa källan till föroreningarna) och etapp 2 av saneringen (muddra sedimenten). Den nu genomförda saneringen omfattar åtgärder enligt etapp 1.

Det är lätt att konstatera det omedelbara resultatet av saneringen när man blickar ut

över berghällarna på Käringryggen och moränmarkerna på Sohlbergsfältet. Allt synligt gruvavfall är borta. Det är svårt att riktigt förstå hur mycket varp som transporterats bort och har betraktaren inte sett området innan saneringen är det ännu svårare att föreställa sig hur det har sett ut innan saneringen. Enligt uppmätta mängder har ca 70 000 ton gruvavfall omhändertagits under saneringen.

Att avlägsna och transportera bort allt synligt gruvavfall har bäring på ett av de mätbara åtgärds mål som sattes upp under projektets inledande skede, att spridningen av koppar från gruvområdet ner till sjön skulle minska med 90 %. Genom avlägsnandet av avfallet och genom utläggningen i sjön minskar vittringen och därmed spridningen av koppar till omgivande miljö. Genom att omhänderta och transportera bort lakrest och vaskmull från strandområdet där stollgången mynnar i Tjursbosjön har även risken för påverkan på människans hälsa upphört. Totalt har 8500 ton lakrest och vaskmull omhändertagits. Beräkningsmässigt har därmed ca 15 ton arsenik transporterats bort från stranden för externt omhändertagande och de förorenade massorna har ersatts med rena massor ner till strandlinjen och en bit ut i sjön.

Övriga mätbara åtgärds mål enligt ovan har i dagsläget inte följts upp. Först efter en lång period, fyra gånger den teoretiska omsättningstiden för Tjursbosjön, kan den uppföljande miljökontrollen visa om halterna av koppar i vattenmassan har sjunkit till 4 µg/l halt och om spridningen av koppar från Tjursbosjön till nedströms liggande sjöar har minskat med 90 %.

Deponi i sjön (alternativ 1 a-c)

Tekniskt möjligt att lägga deponin i sjön enligt huvudstudiens alternativ. Deponin läggs företrädesvis ute i sjön för att komma undan problemet med inläckage av grundvatten från bergsslutningen. En deponi i sjön är svår att åtgärda om problem uppstår framöver. pH-sänkning i sjön kan påverka framtida läckage.

Deponi på land (alternativ 2)

Deponi på land vid Gustavsberg – lätt att kontrollera, välkända konstruktionslösningar. Vid lokalisering av lämpliga platser för deponier på land har en förutsättning varit att deponiytan ska inrymma både gruvavfall och muddrade sediment. Det kan alltså finnas andra platser som är bättre om vi bara behöver ta hänsyn till deponering av gruvavfall. Huvudstudiens alternativ med deponin i sjön innebär ett överskridande av projektets budget med ca 20 Mkr, dvs. en prognostiserad slutkostnad på drygt 70 Mkr.

Även alternativa lösningar till att deponera gruvavfallet i sjön redovisades:

Deponi i gruvan (alternativ 3a-b)

Tekniskt möjligt att även deponera i gruvan. Dels kan varpdelen av gruvavfallet krossas och tippas ner i gruvhålen medan övriga avfallstyper lämnas till extern mottagare (A), dels kan allt gruvavfall efter krossning blandas med cefyll och pumpas som en slurry ner i gruvan (B). Deponering i gruvan innebär att det vid eventuella framtida problem är svårt att komma tillbaka och vidta nya åtgärder. Utökad arkeologisk dokumentation krävs troligen vid deponeringsalternativet i gruvan.

Deponi av massor i befintliga deponier (alternativ 4)

En fullt tillgänglig teknisk lösning. Förslaget innebär ett omfattande transport- och omlastningsarbete. Svårt att veta vad alternativet kommer att kosta. Löser problemet för oss men kan bli dyrt.

Upparbetning (alternativ 5)

Upparbetning av varpen samt deponering av övriga massor på befintliga deponier. Metoden med upparbetning är knappast intressant för svenska företag (stora egna miljöskulder hos svenska gruvbolag), kräver troligen export. Metallpriser varierar marknadsmässigt.

Ekonomisk bedömning av de olika åtgärdsalternativen i Sweco:s PM:

Alternativ	Trolig kostnad, Mkr	Spann, Mkr
1A	40,4	25-48
1B	43,3	28-50
1C	52,8	35-65
2	46,5	33-54
3A	28,8	21-38
3B	39,7	30-46
4	56,6	43-97
5	65,8	51-89

En deponering enligt alternativ 3a eller 3b av avfallet i gruvan verkar vara det minst kostsamma alternativet i Sweco:s utredning av åtgärdsalternativ. Efter ytterligare överväganden presenterade Sweco i januari 2009 ett åtgärdsförslag med en bedömd slutkalkyl för entreprenaden på 34 Mkr.”

Tabell 10.1. Texten är utdrag ur rapport Västerviks kommun, Gladhammars gruvor, Utredning inför projektering, daterad 2008-12-10, författad av Sweco.

Projektkalkyler kopplat till projektprocessen

En första bedömning av projektets kostnader gjordes i ansökan om statliga bidrag som Västerviks kommun beslutade om i november 2005. Denna bedömning grundade sig på kännedom om projektets omfattning och i alltväsentligt på nyckeltal från liknande projekt.

I oktober 2008 presenterades den första kalkylen för styrgruppen, Kalkyl 1. Kalkylen baserades på inlämnade kalkylunderlag och aktivitetsplaner. Entreprenadsumman uppskattades till ca 21,4 Mkr vilket var i storleksordning den summa som bedömdes i kommunens inlämnade ansökan om statsbidrag. Hela projektkostnaden bedömdes i Kalkyl 1 till ca 57,8 Mkr exklusive huvudstudiens kostnader på 6 Mkr men med en reservation av 8 Mkr för arkeologisk dokumentation. Osäkerheten bedömdes initialt att ligga mellan 51-82 Mkr.

Efter att de inledande projekteringsarbetena inletts av funktionsansvarig Teknik, Hans Kronberg, (SWECO Environment) pekade preliminära kalkyler på att projektet, utgående från huvudstudiens rekommendationer om åtgärd, troligtvis skulle bli dyrare än vad som varit planerat. De alternativ som utreddes och beskrevs närmare i en åtgärdsutredning var deponi i sjön (alternativ 1 a-c), deponi på land (alternativ 2), deponi i gruvan (alternativ 3 a-b), deponi av massor i befintliga deponier (alternativ 4) samt upparbetning. (alternativ 5).

Ändrade projekteringsdirektiv och succesiv kalkylering

Den förmodade höga entreprenadkostnaden krävde att projektorganisationen fick tänka om och försöka få acceptans hos finansären för en något ändrad åtgärdsinriktning i syfte att sänka entreprenadkostnaden. Utgångspunkten för projektarbetet var att försöka utforma ett åtgärdsprogram som följde

huvudstudiens intentioner, uppfyllde ställda miljömål och som var genomförbart inom tillgänglig ekonomisk ram om 50 Mkr. En kompletterande åtgärdsutredning togs fram i januari 2009 av projektstöd Teknik Pär Elander och Henning Holmström. De föreslog en mix av de olika åtgärdsförslagen och en något förändrad strategi. All synlig varp som inte kunde läggas tillbaka i gruvschakten skulle omhändertas genom att läggas ut i anslutning till redan utlagd varp i Gruvviken i Tjursbosjön. All varp skulle placeras under vattentäckning. Lakrest och vaskmull skulle samlas in och köras iväg till en extern deponi. Stollgången och de öppna gruvschakten skall tätas och gjutas igen med betong. En första kalkyluppskattning för ovanstående åtgärder bedömdes till ca 22 Mkr. Projektet beräknades få en totalkostnad på ca 55 Mkr.

Förslaget behandlades och godkändes av styrgruppen för vidare projektering och utredning i januari 2009. Styrgruppen fick också ta del av en reviderad kalkyl 1, daterad 19 januari 2009 baserad på de åtgärder som Elander & Holmström redovisat i sitt reviderade åtgärdsförslag. Kalkylen redovisat i tabell 10.2.

Vilken upphandlingsform skulle då passa bäst för Gladhammarsaneringen? Ett förslag till beslutsunderlag för val av upphandlingsform togs fram av Fredrik Hansson, Empirikon Projekt AB, i februari 2009. Där föreslås att entreprenaden bör genomföras som totalentreprenad i två etapper med en inledande projektering av föreslagna åtgärder och därefter ett genomförande i etapp 2.

Projektledningen gav nu i uppdrag till Delprojekt Teknik att utarbeta ett fullt färdigt upphandlingsunderlag och på nytt kostnadsberäkna de åtgärder som Elander & Holmström föreslagit i sin kompletterande åtgärdsutredning. Efter genomfört arbete pekade kalkylsumman för entreprenaden på en

entreprenadkostnad på 39,5 Mkr och en total projektkostnad på 70,8 Mkr. Projektkalkyl 2 presenterades för styrgruppen vid styrguppssmöte 12 i maj 2009, se tabell 10.2. Kalkylen bedömdes som preliminär och osäker och styrgruppen beslutade att en ny kalkyl, skulle tas fram med utgångspunkt ifrån kostnaderna i inkomna entreprenadanbud.

Upphandlingsprocessen för upphandling av en Entreprenör inleddes med en annonsering den 18 maj 2009. Anbudet skulle vara kommunen tillhanda den 6 juli 2009. Anbudstiden förlängdes efter önskemål senare till den 24 augusti 2009 för att undvika inlämning av anbud under semestertiden. Den valda entreprenadformen var en totalentreprenad med inslag av utförandekrav. Bara huvudanbud skulle accepteras. Upphandlingen omfattade två huvuddelar: Huvuddel A, projektering och Huvuddel B, genomförandet. Utvärderingskriterier: 80 % pris, 20 % erfarenhet och kompetens. Upphandlingen genomfördes av kommunens upphandlingsavdelning på kommunledningskontoret, Västerviks kommun.

I samband med anbudsgranskningen under sensommaren konstaterades snabbt att entreprenadkostnaden i inkomna anbud översteg det belopp som kommunen beviljats av staten för genomförandet av entreprenaden. Vid styrgruppsmötet i september 2009 gav styrgruppen nya direktiv till projektledningen och Beställarombud: antingen gå till finansären och äska mera medel eller att förbereda ett beslut att avbryta upphandlingen, se kalkyl 2 i tabell 10.1. Ett äskande om mer medel lämnades till länsstyrelsen i samband med projektets ekonomiska lägesrapport till länsstyrelsen i slutet av september. Kommunen hemställde där om ett beslut om utökad bidragsram med 18,3 Mkr till totalt 65,3 Mkr. Länsstyrelsen lämnade in en sådan ansökan till Naturvårdsverket den 2 oktober 2009. Då beslut om utökad bidragsram från Naturvårdsverket drog ut

på tiden och parallella underhandskontakter med SGU och länsstyrelsen i Kalmar visade på tveksamheter om ytterligare bidragsmedel beslutade Västerviks kommun att avbryta upphandlingen den 6 november 2009. Begäran om tilläggsanslag från Naturvårdsverket vilandeförklarades underhand i väntan på beslut om eventuell ny upphandling.

Den 24 november 2009 hölls huvudförhandling och syn på plats inför Mark- och miljödomstolens beslut om tillstånd till saneringen. Under huvudförhandlingen framfördes yrkanden från SGU och Naturhistoriska Riksmuseet som inte framförts tidigare under genomförda samråd i tillståndsprocessen. Kortfattat framfördes att med hänsyn till områdets värdefulla geologiska typmineraler så borde varpen i området inventeras av någon mineralexpert och att det därefter samlades in värdefull varp till ett varpupplag för framtida minerologiska och malmgeologiska studier. Därutöver skulle ”säkerställas möjligheter att kunna studera områdets mineralogi i fast klyft och kunna genomföra geologiska studier i gruvhålens direkta närhet”.

Mark- och miljödomstolen tog fasta på dessa krav och meddelade Västerviks kommun ett föreläggande om att komplettera sin ansökan på så sätt att ovanstående synpunkter beaktades. Kommun accepterade detta och kompletterade sin ansökan med alternativa utföranden av saneringen. De accepterade att spara ett varpupplag på högst 1000 m³ i närheten till befintliga gruvschakt och frångick tidigare tankar att gjuta igen de öppna gruvschakten och att inte fylla något gruvavfall i schakten. I och med detta alternativa utförande skulle även vissa kulturhistoriska värden kunna sparas.

Som en direkt följd av Mark- och miljödomstolens föreläggande påverkades därefter även upphandlingen av en entreprenör för saneringen. Det fanns

pengar att spara på att slippa gjuta igen de öppna gruvschakten och det bedömdes inte som en större merkostnad att lägga ut mer gruvavfall under vatten i Tjursbosjön. Upphandlingsunderlaget arbetades om på nytt i vissa delar och en ny upphandling annonserades den 21 juni 2010 efter att miljödomen blivit känd.

I samband med arkeologernas slutundersökningar sommaren 2010 och under pågående entreprenadupphandling upptäcktes att varphögarna på berget innehöll stora mängder finkornig varp, varp som var mindre än 50 mm. Något som tidigare varit okänt då inga provgropar eller schakt fick grävas innan arkeologerna var klara med sitt arbete. Upptäckten fick även ekonomiska konsekvenser då den stora andelen finkornig varp krävde ett särskilt omhändertagande ur miljösynpunkt i form av kalkinblandning och säckning innan utläggningen kunde ske i sjön. Detta omhändertagande beräknades ta minst

projektreserven i anspråk, det vill säga minst 3,7 Mkr. Efter en genomgång av anbudspriserna i inkomna anbud hösten 2010 så framgår att en sannolik entreprenadkostnad kommer att uppgå till ca 24,2 Mkr, inklusive tillkommande arbeten för ca 1 Mkr. Osäkerhet råder dock för volymerna av gruvavfall som behövde omhändertas då anbudspriset var volymberoende i de delarna.

Tilldelningsbeslut meddelades den 14 oktober 2010 och kontrakt med NCC tecknades den 2 november 2010 i Västerviks Rådhus. Kontraktssumman var på 18 672 000 kr och omfattade fasta och rörliga kostnader enligt upprättad mängdförteckning. Tillkommande kostnader för hantering och utläggning av finkornig varp beräknades ta projektreserven på ca 4 Mkr i anspråk. Projektbudgeten behandlades på styrgruppsmöte 15 i augusti 2010 och länsstyrelsen informerade därefter Naturvårdsverket om



Bild 10.1. En bild som visar på stor andel finkornig varp i schakten efter arkeologiska undersökningar. Foto: Kalmar läns museum

de nya förutsättningarna och att projektets budget kan behöva förstärks med hänsyn till de förväntade ökande entreprenadkostnaderna. Styrgruppen beslutade vid styrgruppsmöte 16 att vid behov söka det tillägg till budgeten som kan komma att behövas hos länsstyrelsen och Naturvårdsverket.

Projektet förväntade sig efter entreprenadupphandlingen 2010 att åtgärderna skulle ta ända upp ca 50 % av projektets medel i anspråk. Efter att cirka hälften av entreprenadarbetena genomförts i maj 2011 konstaterades att betydligt mer arsenikförorenade massor hade påträffats vid stranden i form av lakrest och vaskmull. De ökade mängderna medförde att Västerviks kommun efter beslut av styrgruppen den 24 maj 2011 lämnade in en ansökan om ett tilläggsanslag på 4,8 Mkr. Prognosen i projektkalkyl 3 (se tabell 10.1) pekade på en kostnad i spannet mellan 50-57 Mkr med ett troligt utfall på 54,8 Mkr. I ansökan reserverade sig kommunen för att kostnaden skulle kunna förändras ifall ytterligare förorenade massor skulle påträffas eller om större volymer finkornig varp behöver hanteras och sorteras under återstående projekttid.

Utöver entreprenadens ökade kostnader för omhändertagande av lakrest och vaskmull har stora volymer finkornig varp behövt hanteras, sorteras och omhändertas genom kalkning och säckning än vad som tidigare kunde förutses. Vidare innebar utläggningen av varp och slagg i sjön att kopparhalterna steg i vattnet innanför skärmen i arbetsområdet. För att försöka hålla kopparhalterna inom uppsatta riktvärden kalkades arbetsområdet med sjökalk. Både kostnaden för hanteringen av finkornig varp och mängden kalk

reglerades entreprenadmässigt genom ersättning enligt en stafflad å-prislista baserad på uppmätta mängder.

Under slutet av entreprenadens genomförande kunde konstateras att ca 40 % av all varp i gruvområdet varit mindre än 50 mm och behövt specialhantering. Sanerade volymer lakrest och vaskmull ökade från angiven mängd i mängdförteckningen på 2 500 ton till totalt ca 8 600 ton. Stora mängder kalk hade använts för att hålla kopparhalterna i sjön under uppsatta riktvärden. Ersättningen enligt den stafflade å-prislistan uppgick till 7 Mkr vilket ska jämföras med en tidig bedömning av kostnaden till 4,3 Mkr. En ny preliminär kalkyl 3 för projektet som redovisades för styrgruppen i slutet av november 2011 pekade på en projektkostnad mellan 57,7 – 60,6 Mkr med ett troligt utfall på 58,8 Mkr inkluderat ÄTA-arbeten.

Beställarombudet fick i uppdrag att lämna in en ny ansökan om tillägg där kommunen begärde ytterligare 4 Mkr i statligt bidrag. Kommunens ansökan beviljades och Naturvårdsverket beslutade betala ut 4 Mkr i december 2011 för att kommunen skulle kunna avsluta entreprenaden. Den totala projektbudgeten kom då att omfatta totalt 58,8 Mkr inklusive kommunens insats på 3,0 Mkr. Projektet fördyrades totalt med 8 800 000 kronor, motsvarande 17,6 %.

Entreprenadarbetet följde uppsatt tidplan och kunde avslutas i tid med en slutbesiktning i december 2011.

En sammanställning av kalkylbedömningar vid olika tider under projektet redovisas i tabell 10.2.

	Kalkyl 1 2008-09-23	Kalkyl 1 2009-01-19	Kalkyl 2 2009-05-13	Kalkyl 2 2009-09-18	Kalkyl 3 2011-05-09	Kalkyl 4 Efterkalkyl 2012-11-28
Projektledning						
Ledning - planering	9 161,9	6 955,9	6 580,7	6 409,7	4 093,9	4 284,7
Ekonomi - administration	605,5	512,4	474,7	495,9	365,8	227,0
Upphandling	1 162,3	900,8	606,6	422,9	518,3	522,1
Information - rapporter	1 210,7	1 107,4	1 664,5	1 495,3	1 263,9	1 137,4
Projektstöd	0,0	399,4	399,1	615,7	833,5	1 066,2
SUMMA	12 140,5	9 876,0	9 725,6	9 439,4	7 075,5	7 237,4
Teknik						
Planering	503,8	770,3	452,0	403,5	403,5	403,5
Fältundersökningar	1 437,4	1 437,4	492,9	222,6	222,6	222,6
Utredningar	14 836,9	957,9	738,3	392,6	392,6	392,6
Projektering	1 295,7	1 170,8	757,3	1 303,1	1 381,1	1 381,1
Tekn. Bitr. Revideringar	100,0	164,9	69,9	0,0	0,0	0,0
SUMMA	18 173,8	4 501,3	2 510,2	2 321,7	2 399,8	2 399,8
Miljökontroll						
Planering	747,2	954,5	990,2	990,2	555,9	314,0
Referensundersökningar	2 568,8	1 027,8	1 006,1	1 006,1	892,0	892,0
Miljökontroll Efterföljande miljökontroll	1 408,1	1 400,0	602,5	602,5	653,2	499,5
SUMMA	9 445,5	8 103,8	8 117,8	8 117,8	5 828,9	5 786,5
Tillstånd						
Ombudskostnader	1 701,3	1 100,5	1 517,4	1 503,0	1 452,8	1 636,2
Avtal med markägare	0,0	0,0			95,0	225,4
SUMMA	1 701,3	1 100,5	1 517,40	1 503,00	1 547,8	1 861,6
Arkeologi						
Förundersökning	0,0	2 990,0	1 464,1	1 464,1	1 452,3	1 452,3
Slutundersökning	0,0	5 010,0	6 535,9	6 535,9	4 131,8	3 788,8
SUMMA	0,0	8 000,0	8 000,0	8 000,0	5 584,1	5 241,1
Entreprenad						
Byggledning - kontroll	975,6	1 632,5	1 395,5	1 395,5	1 198,3	1 108,5
Entreprenad Huvuddel A	21 400,0	22 008,9	1 010,0	1 000,0	975,3	917,4
Entreprenad Huvuddel B	0,0	0,0	38 522,0	30 000,0	26 224,6	19 699,8
Entreprenad övrigt	0,0	0,0			3 982,3	14 484,0
SUMMA	22 375,6	23 641,4	40 927,5	32 395,5	32 380,5	36 209,7
PROJEKT TOTAL	63 836,6	55 222,9	70 798,5	61 777,4	54 816,5	58 736,1

Tabell 10.2. Kalkylbedömningar under genomförandeskedet samt slutkostnadsprognos.

Nr	Beskrivning	Kommentar	Belopp, kr
1	Beställarens informationsplats	Godkänd	16 645
2	Varp som skall sparas	Godkänd	238 539
3	Sanering lakrest och vaskmull	Godkänd	208 041
4	Skyddsnivåer	Ej godkänd	XXX
5	Stollgångens riktning	Godkänd delas 50/50	28 962
6	Syn av varp	Godkänd	18 343
7	Återställning Sohlbergsfältet	Godkänd	62 333
8	Arbetsmarknadskonflikt	Utgår	XXX
9	Bergförstärkning/geometri Stollgång	Sammanställs under ÄTA 17	XXX
10	Återfyllnad av schakter efter sanering vid strand	Godkänd	411 158
11	Skrotning av förskärning	Godkänd	54 268
12	Uthyrning av container och WC	Godkänd	17 053
13	Flytt av uthus Bruksbacken 1:2	Godkänd	115 043
14	Schakt i Torsfallsån Bruksbacken 1:2	Utgår	XXX
15	Stollgångens geometri	Sammanställs under ÄTA 17	XXX
16	Bergkvalitet stollgång	Sammanställs under ÄTA 17	XXX
17	Bergarbeten Stollgång	Godkänd	515 447
18	Stängsel Sohlbergsfältet	Godkänd	99 638
19	Fyll av undervattensslänt Tjursbosjön	Godkänd	605 396
20	Vaskmull och Lakrest i Tjursbosjön	Godkänd	39 024
21	Slänt infart samt buskarbeten Bruksbacken 1:2	Godkänd	54 823
22	Stängsel, Holländarerfältet	Godkänd	67 765
23	Infiltration och kontrollbrunn	Godkänd	7 531
24	Sanering lakrest och vaskmull etapp 2	Godkänd	129 465
25	Återfyllnad av strand etapp 2	Godkänd	103 709
26	Transportväg till Tjursbosjön	Godkänd	75 000
27	Traktorväg Markägare Bertil Lundén	Godkänd	75 559
28	Breddning av informationsplats	Godkänd	8 313
29	Inmätning av fall mot schakter	Godkänd	25 000
30	Siltskärmsdemonter 2012	Utgår	XXX
31	Åtgärder motverka fall mot schakter	Godkänd	43 792
	SUMMA		3 020 847

Tabell 10.3. Förteckning av godkända ÄTA-arbeten.

I kalkylsammanställningen ovan redovisas i kalkyl 3 från 21 november 2011 en post på knappt 14,5 Mkr för Entreprenader övrigt. I posten ingår samtliga extrakostnader för omhändertagandet av finkornig varpen, kalkning av varp innan säckning och utläggning, kalkning av arbetsområdet i sjön samt beslutade ÄTA-arbeten. Kostnaden för ÄTA-arbeten uppgick totalt till ca 3,0 Mkr vilket motsvarar 5,2 % av projektets bedömda

slutkostnad. Omfattningen av beställda ÄTA-arbeten framgår tabell 10.3.

Upparbetade timmar och kostnader

I ett så pass omfattande saneringsprojekt är många olika parter på ett eller annat sätt mer eller mindre inblandade. Under projektet har personal inom Beställarens organisation, kontrakterande konsulter och anlitad Entreprenör haft krav på sig att redovisa arbetade timmar. De timmar som

redovisats av de olika parterna fördelar sig enligt figur 10.1, figur 10.2 och tabell 10.4.

Beställaren har redovisat arbetad tid för del av Beställarombudens arbete samt även viss tid för projektets administration och ekonomiuppföljningar. Den största arbetsmängden för Beställarens räkning har omfattat arbete med projektledningssuppgifter (tillståndansökan, informationsarbete, entreprenadupphandling) och då framför allt under de inledande åren, samt arbetstid för den miljökontroll som bedrivits för att kontrollera miljöförhållandet under entreprenadfasen.

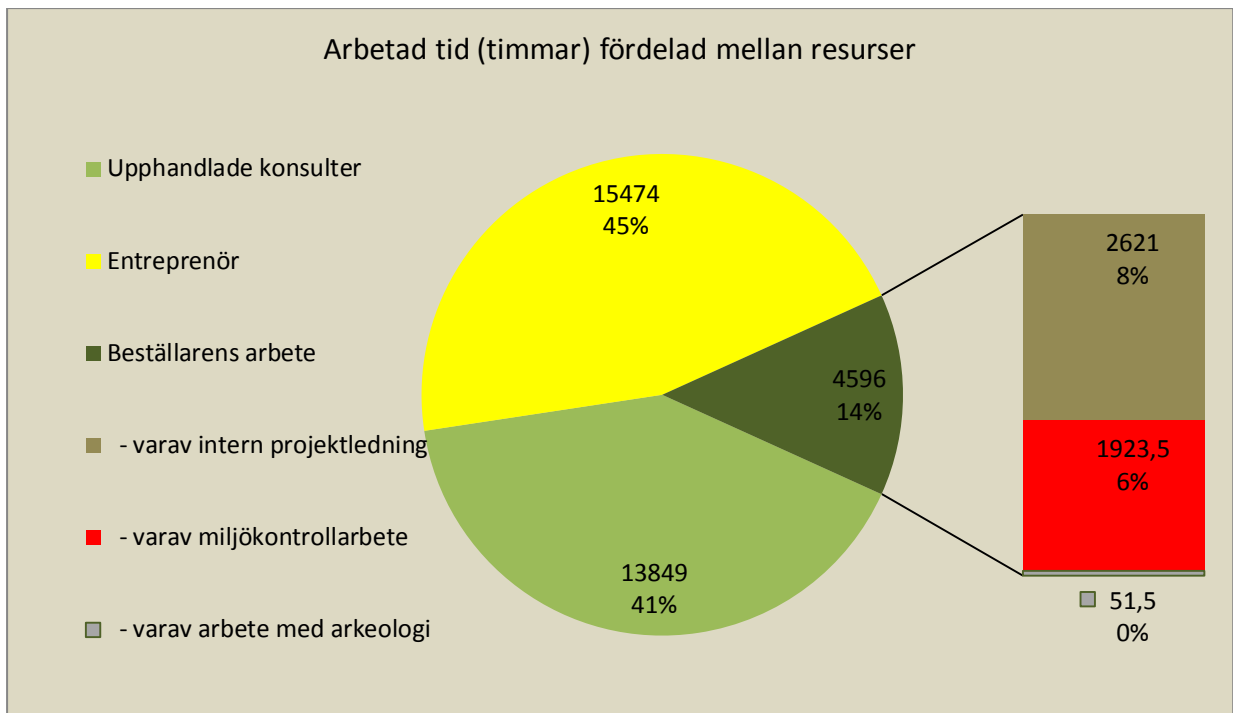
Beställarens timmar har fördelats på projektledning samt miljökontroll 2008-till och med juni 2012 enligt tabell 10.5 och figur 10.1.

Konsulter som medverkat i projekt Gladhammars gruvor har i huvudsak varit Empirikon AB (projektledning), Envipro Miljöteknik AB, senare Hifab AB (projektering, byggledning), Sweco Environment AB (projektering), Mannheimer Swartling Advokatbyrå (miljötillstånd, avtal) samt Golder Associates AB och Pedersens Advokatbyrå AB (projektstöd).

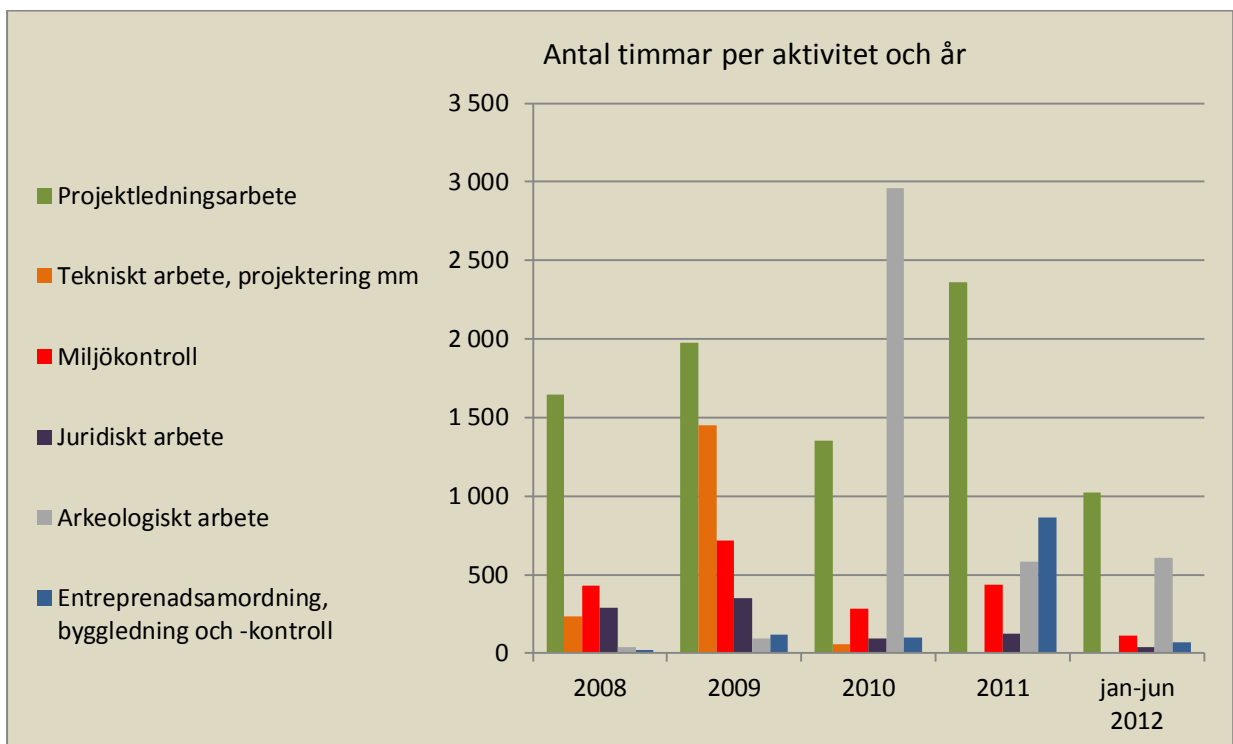
Entreprenör för genomförandet var NCC Construction Sverige AB, via sitt regionkontor i Kalmar. Entreprenaden genomfördes enligt tidplan under 2011 och omfattade 15 474 timmar.

Nedlagda timmar och kostnader summeras för nedanstående parter:

- **Projektledningsarbetet** har under projektets genomförandefas varit uppdelad på dels kommunens egna resurser och dels på upphandlad resurs genom Empirikons arbete. Totala antalet timmar och kostnad för kommunens interna projektledning och upphandlad projektledning fördelar sig enligt figur 10.2, 10.3 och tabell 10.6.
- kontrakterade **tekniska konsulter** inom delprojekt Teknik inkluderat de tekniska undersökningar och fältarbeten som utförts fördelar sig enligt figur 10.2, 10.3 och tabell 10.7.
- **miljökontrollen** fördelar sig enligt figur 10.1, 10.2 och 10.3.
- kontrakterade **jurister** inom delprojekt Tillstånd fördelar sig enligt figur 10.2, 10.3 och tabell 10.9.
- **arkeologiskt arbete** fördelar sig enligt figur 10.2, 10.3 och tabell 10.10.
- **entreprenadsamordning, byggledning och byggkontroll** fördelar sig enligt figur 10.2, 10.3 och tabell 10.11.

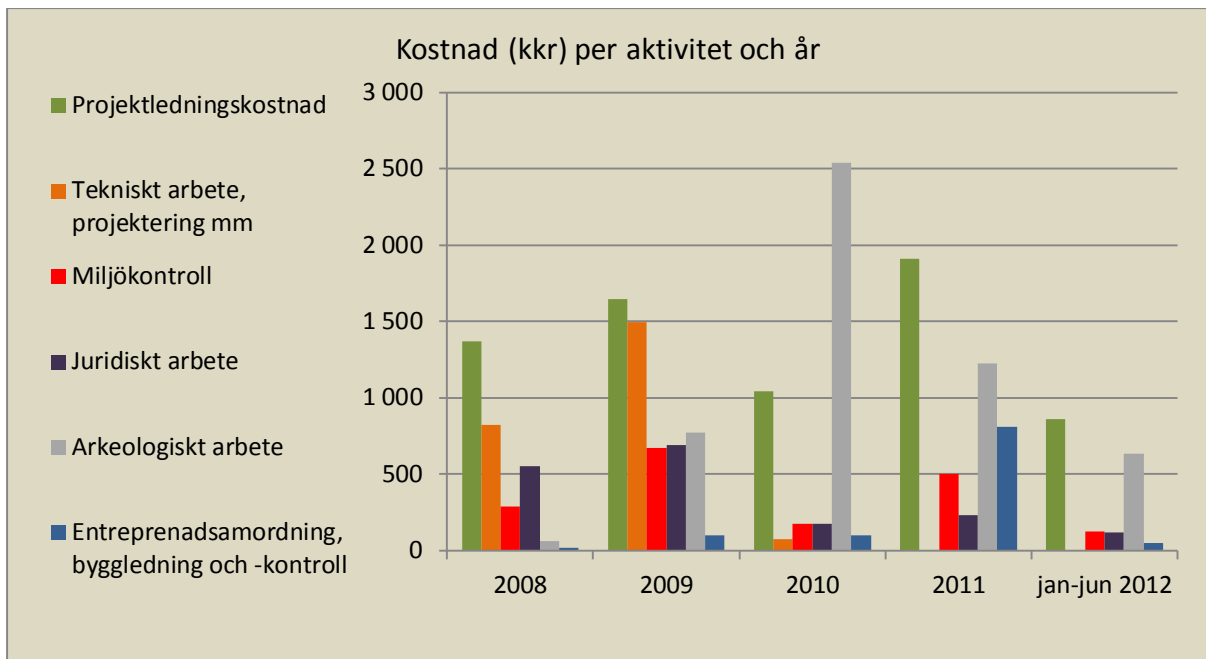


Figur 10.1. Arbetad tid (timmar) fördelat mellan resurser under projektiden.



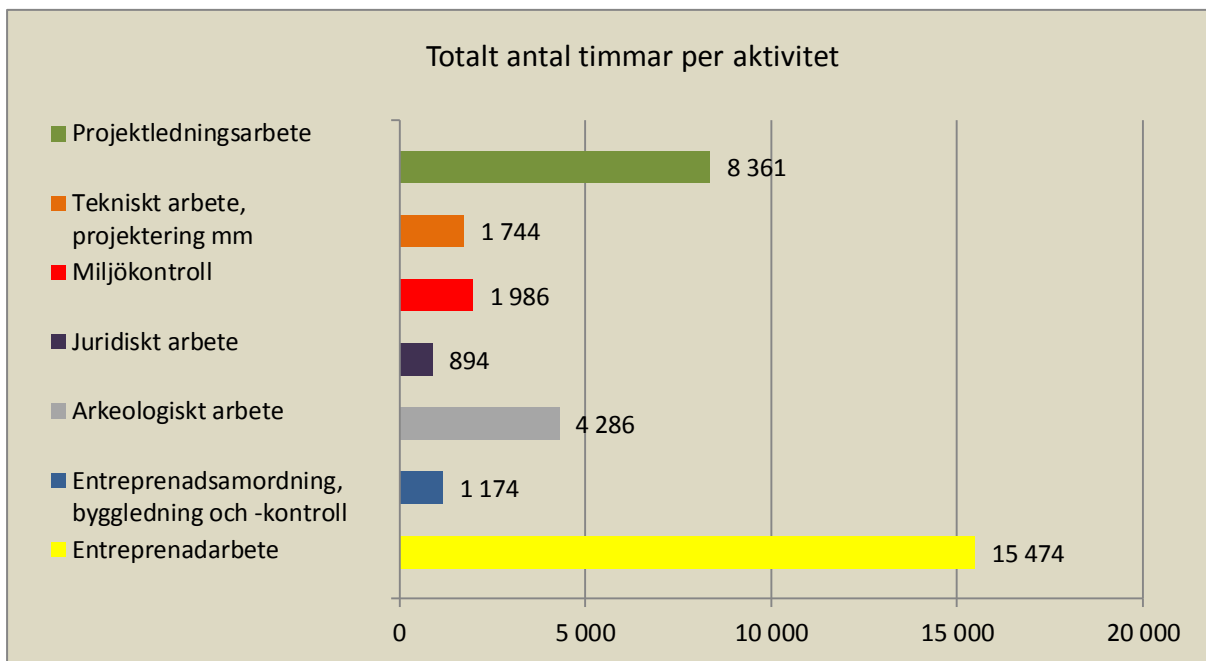
Figur 10.2. Antal timmar per aktivitet och fördelat per år inom projektet

I figuren ovan redovisas inte nedlagd tid för utförda entreprenadarbeten. Enligt NCC är den nedlagda arbetstiden för saneringsarbetena totalt ca 15 500 timmar, se även figur 10.4.



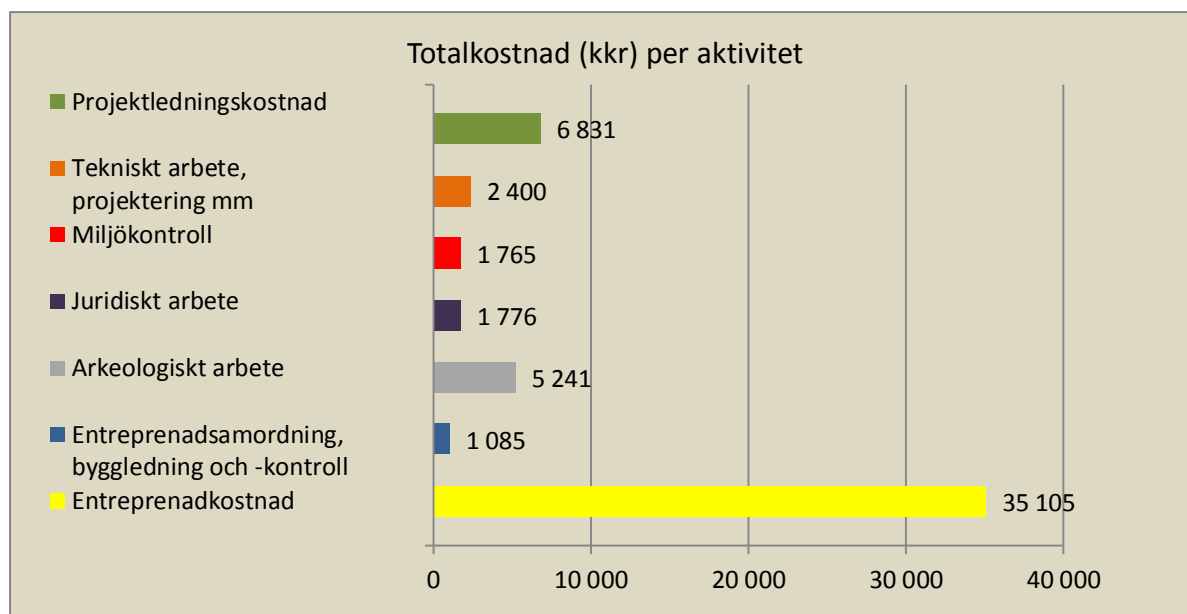
Figur 10.3. Kostnad per aktivitet i projektet, fördelat per år tom juni 2012, enhet i tusentals kronor (kr).

Den totala kostnaden för projekt Gladhammars gruvor beräknas enligt slutkostnadsprognosen i tabell 10.2 uppgå till 58,7 Mkr. I den kostnaden ingår även de medel som avsätts för den efterföljande miljökontrollen som uppgår till ca 3,9 Mkr. Den procentuella fördelningen av kostnaderna för de olika aktiviteterna: projektledning (intern och extern projektledning samt tekniskt expertstöd) 11,4 %, tekniska konsulter 4,1 %, jurister inklusive ersättningar till markägare 3,2 %, miljökontrollarbete inklusive efterkontroll 9,9 %, arkeologiskt arbete 8,9 % samt byggledning och byggkontroll 1,9 %. Entreprenadkostnaden utgör ca 60 %.



Figur 10.4. Totala antalet timmar fördelat per aktivitet i projektet, perioden 2008- till och med juni 2012.

Den totala mängden arbetstimmar för hela projekt Gladhammars gruvor uppgår under perioden 2008 till och med juni 2012 till knappt 34 000 timmar. Entreprenadarbetena utfördes under 2011 och motsvarar ca 10 årsarbetskrafter. Den totalt nedlagda arbetstiden för samtliga inblandade aktörer motsvarar drygt ca 20 årsarbetskrafter.



Figur 10.5. Totalkostnad per aktivitet perioden 2008 till och med juni 2012 (kkkr).

Nedlagd tid och kostnader står i direkt relation till varandra, detta visas tydligt vid jämförelse av figurerna 10.4 och 10.5. Observera att figur 10.5 inte redovisar projektets slutkostnad utan utfallet den 30 juni 2012. Projektets slutkostnadsprognos redovisas i tabell 10.2.

Ekonomisk statistik från projektet i tabellform:

Aktör	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Beställaren	1 434	1 701	671	546	243,5*	4 596*
Konsulter	1 225	3 002	4 185	3 827	1 610	13 849
Entreprenör	-	-	-	15 474	-	15 474
Totalt, timmar	2 659	4 703	4 856	19 847	1 853,5*	33 919*

Tabell 10.4. Redovisade timmar för olika parter fördelade på år.

Beställarens arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Projektledning	1 002	931	388	108	192*	2 621*
Miljökontroll	432	718,5	283,5	438	51,5	1 923,5
Arkeologi		51,5				51,5
Totalt, timmar	1 434	1 701	671,5	546	243,5*	4 596*

Tabell 10.5. Redovisade timmar för Beställarens arbete, fördelade per år.

* inklusive ej tidigare bokförda timmar för kommunens ekonomiarbete.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Projektledning, kommunen, tim	1 002	931	388	108	192	2 621
Projektledning, upphandlad, tim	644	1 044	965	2 254	833	5 740
Totalt, timmar	1 646	1 975	1 353	2 362	1 025	8 361
Kostnad, kkr	1 367	1 648	1 046	1 908	860	10.1.1.1.1.
Kostnad/tim, kr	830	834	773	808	839	817

Tabell 10.6. Redovisade timmar och kostnader för kommunens projektledning och upphandlad projektledning. I redovisningen för upphandlad projektledning ingår även tekniskt projektstöd med ca 800 timmar och 1 066 kkr under projekttiden samt nedlagd arbetstid för byggande av informationsplats våren 2012 med 128 timmar och 106 kkr.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Teknik, projektering mm, tim	232	1 451	61	0	0	1 744
Teknik, projektering mm, kkr	824	1 498	78	0	0	2 400
Kostnad/tim, kr	3 552	1 032	1 289	0	0	1 376

Tabell 10.7. Redovisade timmar och kostnader för tekniska konsulter. Den höga timkostnaden 2008 beror på att även inkluderade tekniska undersökningar ingår i posten.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Upphandlad miljökontroll, tim	0	0	0	0	62,5	62,5
Upphandlad miljökontroll, kkr	0	0	0	0	35	35
Kostnad/tim, kr	0	0	0	0	560	560

Tabell 10.8. Redovisade timmar och kostnader för miljökontroll utförd av kommunens bolag Västerviks Miljö- och Energi AB. Kommunens nedlagda arbetstid för miljökontroll framgår av tabell 10.5 och figur 10.1. Den totala tiden och kostnaden för miljökontrollen redovisas i figur 10.4 och 10.5.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Juridik, tim	291	348	95	123	37	894
Juridik samt ersättningar, kkr	552	693	178	234	119	1 776

Tabell 10.9. Redovisade timmar och kostnader för juridisk experthjälp och värderingstjänster. I tabellen anges upphandlade juridiska konsultationer samt den totala kostnaden för juristens arbete och de ersättningar som i förekommande fall betalats ut till berörda markägare. Medeltimpris är därför inte relevant att redovisa.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-juni	Totalt
Arkeologi, tim	37	92	2 962	585	610	4 286
Arkeologi, kkr	64	774	2 539	1 227	637	5 241

Tabell 10.10. Redovisade timmar och kostnader för arkeologiskt arbete och utförda arkeologiska undersökningar. Medeltimpris är därför inte relevant att redovisa.

Arbete med	2008	2009	2010	2011	2012 jan-jun	Totalt
Entreprenadsamordning, Byggledning och Bygg- kontroll, tim	21	119	103	864	67	1 174
Kostnader, kkr	20	100	99	813	53	1 085
Kostnad/tim, kr	952	840	961	941	791	924

Tabell 10.11. Redovisade timmar och kostnader för entreprenadsamordning, byggledning och byggkontroll. Det lägre timmedelpriset 2012 beror på att del av nedlagd tid utförts av upphandlat besiktningsföretag till lägre arvode.

10.2 Ekonomiskt utfall

Projektets slutkostnadsprognos pekar på en slutkostnad på 58,7 Mkr inklusive kommunens insats i form av eget arbete.

Nyckeltal

Nyckeltalen för projekt Gladhammars gruvor kan sammanfattas utifrån den bedömda slutkostnadsprognosen i tabell 10.12. Nyckeltalen från Gladhammar kan jämföras med andra saneringsentreprenader från Kalmar län, Svartsjöarna i Hultsfreds kommun som var en totalentreprenad och Högsby Rudaprojektet som var en generalentreprenad. De jämförda nyckeltalen visas i tabell 10.12. Det bör påpekas att i kostnaden för projektledning i Gladhammarsprojektet så ingår kostnader för upphandlat tekniskt projektstöd med ca 1 Mkr.

Tidplan, planerat och utfall

Projektets första preliminära huvudtidplan upprättades redan i februari 2008. Huvudtidplanen omfattade åren 2008-2011 med ett planerat entreprenadgenomförande under våren 2010 - hösten 2011, det vill säga en entreprenadtid på cirka 1,5 år med en

övervintring. Av bidragsbeslutet med projektets finansiering framgick att projektet skulle slutredovisas senast 2012, något som i den första tidplanen fick vara ett reservår.

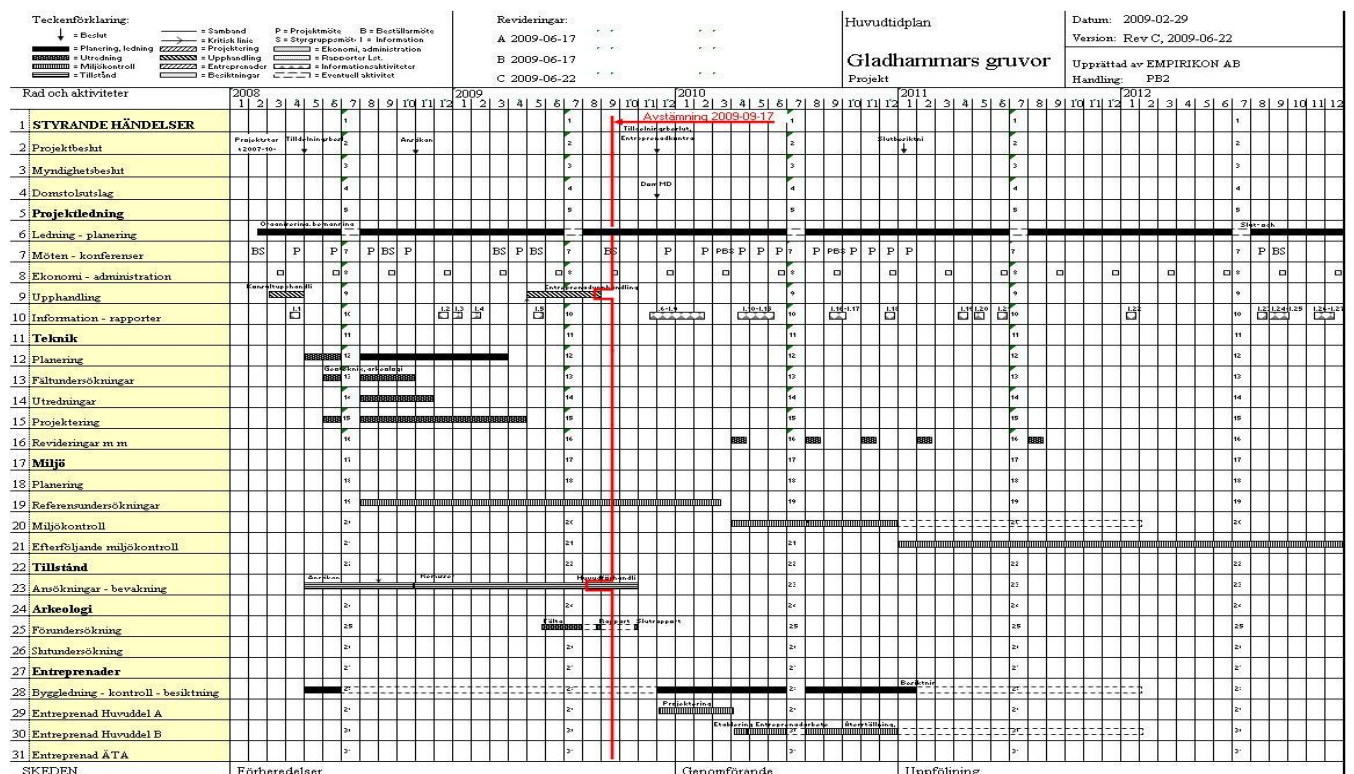
Tecknande av entreprenadkontrakt skulle i den första huvudtidplanen ha skett i november 2009 och en miljödöm förutspåddes i december samma år. Då entreprenadupphandlingen avbröts och miljödomen drog ut på tiden uppstod en försening i projektet med cirka 12 månader. Kommunen fick sin miljödöm den 1 juni 2010 och kontraktet med NCC skrevs den 2 november 2010. Tidpunkten för entreprenadens genomförande flyttades fram till februari 2011 med etablering på plats och därefter kunde hela entreprenaden genomföras under mindre än ett år. Slutbesiktning genomfördes i december 2011. Den försening som tidigt kunde konstateras rubbade inte projektets sluttidpunkt utan hela projektet kunde avslutas utan att behöva någon tidsförlängning. Ett exempel på en tidplan redovisas i figur 10.6

Nyckeltal	Gladhammar, TE genomförandetid 4 år		Svartsjöarna TE genomförandetid 7 år		Högsby-Ruda GE genomförandetid 5 år	
	%	MSEK	%	MSEK	%	MSEK
Projektledning	11,4*	6,7*	7,8	9,9	7,6	5,7
Upphandling	0,9	0,5	0,9	1,2	1,2	0,9
Projektering	4,0	2,4	0,2	0,2	6,4	4,8
Utredningar	0*	0*	3,2	4,0	8,0	6,0
Miljökontroll	9,9	5,8	10,1	12,8	8,7	6,5
Juridik	2,9	1,7	1,7	2,1	2,0	1,5
Ersättningar	0,3	0,2	1,2	1,5	0,4	0,3
Arkeologi	8,9	5,2				
Entreprenader	61,7**	36,2**	74,9	94,5	65,7	49,3
Summa	100	58,7	100	126,2	100	75,0

Tabell 10.12. Nyckeltal för några olika efterbehandlingsprojekt i Kalmar län beräknat efter Gladhammars slutkostnadskalkyl. Slutkostnadskalkylen redovisas i tabell 10.2 .

* Huvuddelen av utredningsarbetet har utförts av resurspersoner inom Projektstöd, ingående i kontot för Projektledning, redovisas ej under eget Teknikkonto.

**Inklusive Beställaren byggledning och byggkontroll, ca 1,1 Mkr.



Figur 10.6. Exempel på en projekttidplan för genomförandefasen. Denna tidplan redovisar projektläget med en avstämningsslinje för 2009-02-29.

11. Beställaren har ordet

Slutord av Conny Jansson, Västerviks kommun

Projektet har varit till mervärde för kommunen, tjänstemän och ledning, samt för kommunens invånare. För kommunens personal som varit delaktiga och verksamma i projektet har arbetet med att driva projektet inneburit en kunskapsuppbyggnad. Kunskapsuppbyggnad har skett både på tjänstemannanivå och på politisk ledningsnivå.

Kommunen har genom insatta åtgärder tagit ett miljöansvar, som inneburit att ett metalläckage som kunnat pågå i många år framåt stoppats. Detta läckage har kunnat orsaka skador på livet i sjösystemet nedströms till Östersjön.

På tjänstemannanivå kan nämnas att kommunens miljö- och byggnadsförvaltning har ökat sin kunskap inom miljöområdet men även inom det administrativa området med att driva projektarbete.

För att garantera att projektets mål som uppställts av mark- och miljöödomstolen har ett omfattande projektarbete genomförts av projektledare och många kontakter tagits in för att lämna synpunkter och förslag på lämpliga åtgärder. Detta arbetssätt har givit en god inblick i arbetet och givit ett bra resultat. Detta visades också vid invigningen av en

iordningställd infoplatz med god utblick över området.

På ledningsnivå har arbetet i projektet varit mycket utvecklande dels med avseende på det arbete som bedrivs inom projektets styrgrupp, i vilken projektets styrande beslut fattas, och det faktum att kommunen verkat för samma mål över partigränserna. Det arbetssätt som har använts inom projektets styrgrupp har visat sig fungera mycket väl för att nå positiva resultat.

Dessutom har arbetet med att sanera Gladhammars gruvområde gjort att miljöfrågor har blivit viktigare för ortsbefolkningen, ett engagemang hos kommuninvånarna, samt att Västervik använder projektet i marknadsföringssyfte av miljöinsatser. Vidare har sanering bidragit till att kommunen får ett stort antal besök av intresserade och att Västervik har blivit en punkt på kartan.

Vi håller på att få ett kraftigt förorenat område av metaller att bli ett naturintressant område för rekreation i framtiden.

Arbetet har bedrivits i samarbete med länsstyrelsen och de sakkunniga på ett positivt sätt, och det samarbetet har givit värdefull kunskap till projektet.

12. Rapporter

12.1 Rapporter från

genomförandeskedet

Ett flertal av producerade rapporter, broschyrer och nyhetsbrev (ej ekonomi- eller lägesrapporter) återfinns i digital form som bilaga till denna rapport.

Ekonomirapporter

KVARTALSRAPPORTER:

Ekonomiska kvartalsrapporter inlämnade till länsstyrelsen i Kalmar län kvartalsvis sedan 2008. Rapporterna har författats av Christer Ramström, Västerviks kommun/EMPIRIKON Konsult AB

LÄGESRAPPORTER:

Sammanfattande årliga lägesrapporter inlämnade till länsstyrelsen i Kalmar sedan 2008. Rapporterna har författats av Christer Ramström, Västerviks kommun/EMPIRIKON Konsult AB

Projekterings- och teknikrapporter

”Metallinnehåll i varpen”, PM 2008-09-17. Författad av Hans Kronberg, Sweco. Promemorian handlar om beräkningar av metallvärdet i varpen och möjligheter till vidare förädling.

”Föreslagen arbetsgång, berg - betong”, 2008-10-16. Författad av Dick Karlsson och Johan Karlsson, Sweco. Rapporten föreslår en arbetsgång för berg- och betongarbeten med Stollgången och för igengjutning av gruvschakten.

”Rapport Geoteknik”, 2008-11-11. Författad av Laila Kovanen, Sweco. Rapporten redovisar resultaten av genomförda geotekniska undersökningar genomförda i projekteringsfasen.

”Underlag inför projektering”, Sweco 2008-12-10, reviderad 2008-12-17. Författad av Hans Kronberg m.fl. Rapporten beskriver olika åtgärdsalternativ samt kostnader för dessa jämfört med tillgänglig budget.

”Förslag till förfrågningsunderlag och förslag till ersättning av entreprenadarbetena.” PM 2008-12-17. Författad av Hans Kronberg, Sweco. Promemorian beskriver underlag för kommande entreprenadupphandling.

”Rapport Gladhammar 2008:3 – Kompletterande Åtgärdsutredning” 2009-01-30. Författad av Henning Holmström, Golder Associates AB och Pär Elander, Envipro Miljöteknik, HIFAB AB. Rapporten är en vidare bearbetning av Sweco: s rapport ”Underlag inför projektering

”Översiktlig minerologisk inventering av Gladhammars gruvor” - PM, Henning Holmström, Golder Associates AB 2009-11-17. En PM om översiktlig mineralinventering vid gruvområdet.

Bygghandlingar

Förutom entreprenörens cirka 20 upprättade arbetsberedningar, kvalitetplan, miljöplan, arbetsmiljöplan och andra bygghandlingar som upprättats under entreprenaden kan även nämnas följande rapporter och PM:

”Arbetsmiljörisker vid efterbehandling av Gladhammars gruvor samt arseniks geokemi”, tekniskt PM, Golder Associates AB, 2011-01-21

”PM om ansvar för avfall”, Mannheimer Swartling Advokatbyrå AB, 2011-02-24

”Arbetsmiljörisker vid efterbehandling av Gladhammars gruvor, tekniskt PM, Golder Associates AB, 2011-03-30

”Acceptabla koncentrationer av damm och dimensionerade ämnen vid sanering av Gladhammars gruvor”. Pär Elander, Hifab AB, 2011-04-01

”GeoPM 1 Stabilitetsbedömning. Utläggning av gruvavfall på sjöbotten”, NCC, 2011-06-14.

”Sanering av Gladhammars gruvor- Pluggning av stollgång. PM avseende pluggläge”, NCC, 2011-05-18.

”Utlåtande om förslagna plugglägen i stollgång i Gladhammars gruvor”, tekniskt PM, Golder Associates AB, 2011-06-22.

Entreprenad- och miljökontrollrapporter

Månadsrapport februari 2011 – Månadsrapport december 2011

Övriga rapporter

”Gladhammars gruvor - Underjordiska minnen av en fyrahundraårig industrihistoria”, Sven och Björn Gunnvall 2009-07-25.

”Gladhammars gruvor- Arkeologisk förundersökning 2009”, Kalmar läns museum- arkeologisk rapport 2009:52, Fredrik Sandberg, Veronica Palm, Nicholas Nilsson m fl., 2010-02-12.

”Gladhammars gruvor- Särskild arkeologisk slutundersökning 2010”, Kalmar läns museum -arkeologisk slutrapport 2011:19, Fredrik Sandberg, Veronica Palm, Eva Carlsson, Nicholas Nilsson, 2012-02-08.

”Gladhammar – en plats med flera åtråvärda metaller”, Författad av Svante Fourenius och Lena Gradin, Västerviks

Historia och Arkeologi 1, Tjustbygdens Kulturhistoriska Förening, meddelande nr 68 (2011). Rapporten ingår i ovanstående årsbok och beskriver de arkeologiska arbetena vid slutundersökningen av Gladhammars gruvor.

Nyhetsbrev

1. Om projekt Gladhammars gruvor, projektstart, bidragsansökan beviljad, nov 2008
2. Miljöprovning inledd, maj 2009
3. Miljötillstånd klart, juni 2010
4. Entreprenadupphandling genomförd, november 2010
5. NCC påbörjar saneringen, mars 2011
6. Saneringen pågår för fullt, maj 2011
7. Saneringen avslutad, dec 2011

Broschyrer

1. Huvudstudie avslutad, gruvområdet behöver saneras, 2006
2. Förberedelseskedet, beskrivning av planerade åtgärder, 2010-2011
3. Genomförandeskedet, så här gick det till och så blev det, 2011

12.2 Rapporter från huvudstudieskedet

2004:01 – SAMMANFATTANDE HUVUDSTUDIERAPPORT

I denna rapport sammanfattas alla delrapporter förutom ansvarsutredning och riskvärdering. Rapporten har i huvudsak utarbetats av Christer Ramström och Christer Hermansson, Västerviks kommun samt Henrik Eriksson, Henning Holmström och Pär Elander Envipro Miljöteknik AB.

2004:02 – METODIK FÖR
PROVTAGNING OCH ANALYS
Provtagningsmetodik, materiel samt
analyser som använts i projektet beskrivs.
Rapporten har utarbetats av Christer
Hermansson och Christer Ramström,
Västerviks kommun.

2004:03 – INVENTERING OCH
KARAKTÄRISERING AV AVFALLEN
VID GLADHAMMARS GRUVOR
Denna rapport har i huvudsak utarbetats
av Henning Holmström och Henrik
Eriksson, Envipro Miljöteknik AB med
stöd av Christer Hermansson och Christer
Ramström, Västerviks kommun.

I rapporten beskrivs och jämförs de olika
avfallstyperna belägna inom gruvområdet
och Hyttan med avseende på totalhalter,
vittringsbenägenhet och lakegenskaper.
Fokus i rapporten ligger på elementen As,
Co, Cu och Pb, de ”tungmetaller” som
dominerar i avfallen.

2004:04 – GRUNDTVATTNETS
GEOKEMI
En beskrivning av halter och
tidsvariationer i grundvattnet, relaterat till
naturlig bakgrund och gällande riktvärden.
Undersökningarna som gjordes ledde till
en beskrivning av hur grundvattnet i de
olika delarna av gruvområdet är
påverkade samt de processer som styr de
olika elementens mobilitet i grundvattnet.
Denna rapport har i huvudsak utarbetats
av Henrik Eriksson och Henning
Holmström, Envipro Miljöteknik AB med
hjälp av Christer Ramström och Christer
Hermansson, Västerviks kommun.

2004:05 – RESULTAT FRÅN
MILJÖKONTROLL
Sammanställer alla de provtagningar och
analyser som utfördes i gruvområdet,
närliggande brunnar, naturlig morän och i
det nedanförliggande sjösystemet inom
referensprovtagningen perioden maj 2003
till december 2004. I huvudsak utarbetats
av Christer Hermansson och Christer

Ramström, Västerviks kommun samt
Henning Holmström, Envipro miljöteknik
AB.

2004:06 – HYDROGEOLOGISK
ÅTGÄRDSUTREDNING FÖR
GLADHAMMARS GRUVOMRÅDE
Målsättningen var att utreda och redovisa
grundvattenförhållandena i anslutning till
Gladhammars gruvor (Holländarfältet).
Utredningen bl.a. omfattas kartering av yt-
och grundvattenflöden, mätning av
vattenflödet från gruvan och hydrauliska
tester i jordlager och berggrund.

2004:07 – GEOKEMIN I
TJURSBOSJÖN, EKENÄSSJÖN OCH
KYRKSJÖN
En översiktlig beskrivning av halter och
haltvariationen i sjöarna i plan och
djupled, vatten-, suspendat- och
sedimentfaserna och relationen mellan
dessa, elementtransporten mellan
sediment och vatten samt processerna som
styr elementens mobilitet. Fokus i
rapporten ligger på elementen Co och Cu,
de ”tungmetaller” som dominerar i sjöarna
samt de bärarfaser (Fe och Mn) som till
större delen styr processerna. Den sjö som
processförståelsen främst fokuseras på är
Tjursbosjön, men även Ekenässjön har
studerats. Rapporten har i huvudsak
utarbetats av Henning Holmström,
Envipro Miljöteknik AB med stöd av
Christer Hermansson och Christer
Ramström, Västerviks kommun.

2004:08 – SYSTEMFÖRSTÅELEN
FÖR GLADHAMMARS GRUVOR OCH
NÄROMRÅDET
Syftet med denna rapport var att ge en
helhetsförståelse för hur föroreningarna
omsätts i gruvområdet och systemet
nedströms. I rapporten beskrivs de
processer som sker i avfallen, gruvan, i
sedimenten och hur betydelsefulla dessa
processer är för den totala omsättningen
av föroreningar idag och i framtiden.
Målet är att upprätta en massbalans över
hela gruvområdet samt nedströms

liggande sjöar, främst Tjursbosjön där spridningen från de olika källtermerna beskrivs och kvantifieras. Fokus i rapporten ligger på elementen arsenik, kobolt, koppar och bly. Rapport har i huvudsak utarbetats av Henrik Eriksson och Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB.

2004:09 – KULTURHISTORISK UTREDNING FÖR GLADHAMMARS GRUVOMRÅDE

Sammanfattar den kulturhistoriska utredning som omfattande historik, fältinventering, värdering och konsekvensbeskrivning och utfördes av Kalmar läns museum. Det konstateras att Gladhammars gruv- och hyttområde har ett högt kulturhistoriskt värde. Detta främst då området omfattar ett brett spektrum av lämningstyper från ett stort tidsdjup. Rapporten summerar olika saneringsmetodernas påverkan på kulturmiljön men anser att ur kulturmiljösynpunkt är den bästa saneringen den sanering som inte äger rum.

2004:10 – SEDIMENTKARTERING AV TJURSBOSJÖN

MiljöManagement Svenska AB har på uppdrag av Västerviks kommun genomfört en undersökning och provtagning av förorenade sediment i Tjursbosjön. Karteringen skall ge underlag för en åtgärdsutredning där olika tekniska alternativ och ekonomiska förutsättningar skall utredas. I detta ingår alternativ med olika typer av muddring (bl.a. gräv-, sug- och frysmuddring, avvattning och deponering av sedimenten samt övertäckning av sedimenten in-situ. Rapporten har författats av Hampus von Post.

2004:11 – RISKPERSPEKTIVET FÖR GRUVOMRÅDET VID GLADHAMMAR OCH NEDSTRÖMS LIGGANDE SJÖSYSTEM

Rapportens syfte var att belysa hela riskperspektivet för gruvområdet vid Gladhammar, slaggområdet vid Hyttan inkluderat, samt nedströms liggande sjösystem, främst Tjursbosjön. I de fall det bedömts som relevant har även Ekenässjön och Kyrksjön inkluderats i resonemangen. I riskbedömningen ingår att belysa hela kedjan av processer som sker från frigörelsen av föroreningar vid källan d.v.s. avfallen och själva gruvan och brytningsområdena, de processer som sker i mark och vatten från källan på väg till skyddsobjekten samt effekterna och konsekvenserna. Rapport har i huvudsak utarbetats av Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB.

2004:12 – ÅTGÄRDSUTREDNING ALTERNATIV FÖR EFTERBEHANDLING AV GLADHAMMARS GRUVOR OCH FÖRORENADE SEDIMENT I TJURSBOSJÖN

Åtgärdsutredningen belyser vilka åtgärder som kan vidtas för att minska belastningen från gruvområdet, men även vilka åtgärder som kan vidtas för att återställa Tjursbosjöns sediment till en mer normal sedimentmiljö. De olika kostnaderna har också utretts. Detta för att ta fram ett underlag som tillsammans med riskbedömningen och en sammanställning av andra samhällsintressen skulle användas som underlag för en riskvärdering, när beslut skulle tas om vilka åtgärdsåtgärder som borde eftersträvas och vilka åtgärder som borde genomföras, vid en samlad avvägning mellan miljö, teknik, ekonomi och andra samhällsintressen.

2004:13 – UNDERSÖKNING AV
BONDEGRUVAN, KNUTSSCHAKTET
OCH STOLLGÅNGEN VID
HOLLÄNDAREFÄLTET,
GLADHAMMARS GRUVOR

Det huvudsakliga syftet med gruvbesöket var att beskriva hur det ser ut inne i stollgången samt nere i några av gruvschakten. Vare sig stollgången eller gruvschakten är speciellt tillgängliga och möjligheterna att ta sig ner är starkt begränsade. Undersökningarna har gett värdefull information om hur det faktiskt ser ut nere i gruvans schakt och orter. Syftet med undersökningarna var att tillsammans med de andra undersökningar och provtagningar som genomförts skapa en modell av processerna. Modellen användes till uppskattningar av föroreningspotentialen och framtida utveckling samt möjliga åtgärder vid en eventuell efterbehandling av gruvan. Rapport har utarbetats av Christer Hermansson och Christer Ramström från Västerviks kommun.

2004:14 – EFFEKTER AV
FÖRORENINGSSPRIDNINGEN FRÅN
DEN TIDIGARE GRUVDRIFTEN VID
GLADHAMMARS GRUVOR

Effektstudierna som genomförts inom projekt Gladhammars gruvor syftade till att undersöka vilka effekter metallutlakningen från Gladhammars gruvområde har på växter och djurliv. Detta för att få ett bättre underlag för riskbedömning och riskvärdering. Studierna omfattade sammanställning av äldre material avseende halter i biologiska material och påverkan på fauna i sjön, kompletterande bottenfaunaundersökningar i Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön, påverkan och metallupptag i fisk i Tjursbosjön, Ekenässjön och Kyrksjön samt referenssjö samt undersökning av upptag i bär och svamp inom gruvområdet samt referenslokaler. Rapporten har i huvudsak utarbetats av Christer Hermansson och Christer Ramström, Västerviks kommun

samt Henrik Eriksson och Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB.

2004:15 – BETYDELSEN AV
HOLLÄNDAREFÄLTET FÖR
MASSTRANSPORTEN TILL
TJURSBOSJÖN

Syftet med rapporten var att beskriva de processer som sker i gruvan och i de övriga gruvor som finns runt Tjursbosjön och Gladhammar, det diffusa läckage som sker längs gruvschakten samt längs med berget ned mot Tjursbosjön samt beskriva och tydliggöra betydelsen av de processer som sker för spridningen idag och den i framtiden. Fokus i rapporten ligger på elementen kobolt, koppar och bly, de ”tungmetaller” som dominerar samt de bärarfaser (Fe, Mn och S) som till större delen styr processerna. Rapporten har i huvudsak utarbetats av Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB med hjälp av Christer Hermansson, Västerviks kommun.

2004:16 – MOBILISERING OCH
IMMOBILISERING AV BLY OCH
KADMIUM I SJÖSEDIMENT

Rapport förklarar översiktligt bly och kadmiums geokemi i Tjursbosjön. En jämförelse har gjorts med prover tagna i en annan sjö belastad av både kadmium och bly. Rapporten har i huvudsak utarbetats av Christer Hermansson, Västerviks kommun och Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB.

2004:17 – UNDERSÖKNING AV
BOTTENFAUNA I TJURSBOSJÖN,
EKENÄSSJÖN OCH KYRKSJÖN

Syftet med undersökningen var att kvantifiera och bedöma eventuella negativa effekter bland de sedimentlevande evertebraterna och dels att skapa referensdata för framtida undersökningar. Slutsatsen är att bottenfaunasamhället är kraftigt skadat i Tjursbosjön. Skadorna är dels lågt art- och individantal och dels subletala effekter. I Ekenässjön var de subletala effekterna ungefär de samma men art- och

individantalet var högre. Skadorna minskade ytterligare i Kyrksjön.

ANSVARsutredning - M
THÖRNQVIST, LÄNSSTYRELSEN I
KALMAR (2005)

Ansvarsutredningen är upprättad av Länsstyrelsen i Kalmar. Thörnqvist kommer till slutsats ”att gruvverksamheten har genererat mycket stora mängder avfall i form av varp, slagg och anrikningssand som lämnats kvar på marken kring gruvorna. En omfattande tippning av sådana massor har även skett direkt i Tjursbosjön. Upplagen med gruvavfall som finns vid Gladhammars gruvor och invid Tjursbosjön är att bedöma som pågående miljöfarlig verksamhet vilket medför ett ansvar för efterbehandling för fastighetsägaren (förvaringsfall). Med hänsyn till att den aktiva driften vid Gladhammars gruvor avslutades för mer än 100 år sedan, att berörda fastighetsägare inte på något sätt medverkat till föroreningarna samt till de mycket höga kostnader som en efterbehandling av området kommer att medföra, är det oskäligt att utkräva ansvar för efterbehandling av berörda fastighetsägare. Mot bakgrund av vad som anförts ovan kommer därför samtliga åtgärder för utredning och efterbehandling av föroreningarna vid Gladhammars gruvor att få finansieras med statliga medel.”

KOMPLETTERANDE ANSVARS-
UTREDNING - M HÄGGLÖF,
FRÖBERG & LUNDHOLM
ADVOKATBYRÅ AB (2006)

En kompletterande ansvarsutredning med anledning av att det skett en fastighetsreglering som berört delar av gruvområdet och därmed det pågående så kallade förvaringsfallet. Ett markområde motsvarande den tidigare fastigheten Västervik Torsfall 3:1 reglerades i januari 2005 in i fastigheten Mörghult 1:5. Hägglöf bedömer att regleringen inte utgör ett sådant fastighetsförvärv som avses i 10 kap 3 § MB. Hägglöfs slutsats

är att det inte finns någon juridisk eller fysisk person som kan hållas ansvarig för föroreningar och avfall inom Gladhammars gruvfält eller vid Torsfallsåns slaggområde.

RISKVÄRDERING – C RAMSTRÖM
(2005)

En beskrivning av åtgärdsalternativ med motivering till föreslagna åtgärder. Mot bakgrund främst av:

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

Åtgärderna omfattar pluggning av stollgången och gruvhålen samt bortschaktning av i stort sett allt gruvavfall inom Gladhammarområdet, 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. 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.

13.Referenser

Utöver projektets egna rapporter som omnämns i kapitel 12 har underlagsmaterial hämtats från nedanstående.

- Arbetskyddsstyrelsen 2000. Kemiska Arbetsmiljörisiker. Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om kemiska arbetsmiljörisiker samt allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna. AFS 2000:4 Upphör att gälla 1 juli 2012. Ersätts av AFS 2011:19
- Pettersson, C. 2005. Farlig historia – arkeologi bland miljögifter. META 4/2005 Riksantikvarieämbetet 2010. Tillämpning av 2–4 kap. lagen (1988:950) om kulturminnen m.m. Statistik gällande 2008. Stockholm.
- Wallebom, U. 2003. Vapensmederna på Södra Smedjebacken. Spår av stormaktstid på Hamnplan i Örebro. UV Bergslagen DAFF 2003:4
- Gilbertsson, K. 2007. Medeltidsveckan - 5-12 augusti 2007 Visby, Evenemangsundersökning genomförd på uppdrag av Gotlands Turistförening. TUI
- Sandberg, F., Palm, V., Carlsson, E., Nilsson, N. 2009. Gladhammars gruvor – Arkeologisk förundersökning 2009. Kalmar Läns Museum. Kalmar.
- Gladhammarrapporten särskild undersökning 2010, Kalmar Läns Museum, arkeologisk rapport 2011:19
- Elfström, E. 2006. Bergsbruket vid Gladhammar – en fyrahundraårig historia. Västervik.
- Lamke, L & Nilsson, H. 2004. Kulturhistorisk utredning av Gladhammars gruvområde. Kalmar Läns Museum Projekt. Gladhammar rapport 2004:09. Kalmar.
- Brännvall, M.-L., Bindler, R., Emteryd, O., Renberg, I. Four thousand years of atmospheric lead pollution in northern Europe: a summary from Swedish lake *sediments*. Journal of Paleolimnology 25: 421-435, 2001.
- Renberg, I., Brännvall, M.-L., Bindler, R., & Emteryd, O. 2000. Atmospheric lead pollution history during four millennia (2000 BC to 2000 AD) in Sweden. Ambio 29. Royal Swedish Academy of Science, Allen Press.
- Bindler, R m.fl. 2011. Early medieval origins of iron mining and settlement in central Sweden – multiproxy analysis of sediment and peat records from Norberg mining *district*. Journal of Archaeological Science 38.
- Alexandersson, K., Palm, V., Papmehl-Dufay, L. & Wikell, R. (red) 2010. *Forntid längs Ostkusten 2*. Västerviks Museum. Västervik.
- Gunnvall, S., Gunnvall, B., Arén, L. 2009. Gladhammars gruvor - Underjordiska minnen från en fyrahundraårig industrihistoria. Sjömåla.
- Lantmäteriverkets arkiv, Gävle
Gladhammars kopparverk ödelagt år 1636.
Gladhammar 1636 akt G24-10:1
Gladhammar nr 1-2 storskifte 1797 akt G24-10:2 Gladhammar laga skifte 1872 akt G24-10:6, 08-GLA-182
Gladhammars kopparverks bruksbacke 1906 akt 08-GLA-189
Mörghult nr 1 avmätning 1700 akt G24-27:1
Mörghult nr 1 storskifte 1785-86 akt G24-27:2
Mörghult laga skifte 1845 akt G24-27:3, 08-GLA-133
Tjursbo arealavmätning 1785 akt G24-34:1
Torfall laga skifte 1865 akt G24-35:2 08-GLA-161
Torsfall nr 1-2 geometrisk avmätning 1781 akt G24-35:1



VÄSTERVIKS
KOMMUN

