



VÄSTERVIKS
KOMMUN



Metodik för provtagning och analys inom ramen för Projekt Gladhammars gruvor, Västerviks kommun



Projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:02

Västervik 2005-05-20

FÖRORD

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

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

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

Fältarbetena inom projektet har organiserats av delprojekt Miljökontroll som i huvudsak bemannats av Christer Hermansson och Christer Ramström. Ansvaret för upprättandet av undersökningsprogrammet samt för flera av delrapporterna har vilat på delprojektledare Henning Holmström.

I huvudstudien för Projekt Gladhammars gruvor ingår följande rapporter:

2004:01	–	Sammanfattande Huvudstudierapport
2004:02	–	Metodik för provtagning och analys
2004:03	–	Inventering och karaktärisering av avfallen vid Gladhammars gruvor
2004:04	–	Grundvattnets geokemi
2004:05	–	Resultat från miljökontroll
2004:06	–	Hydrogeologisk åtgärdsutredning
2004:07	–	Geokemin i Tjursbosjön, Ekenässjön och Kyrksjön
2004:08	–	Systemförståelsen för Gladhammars gruvor och närområdet
2004:09	–	Kulturhistorisk utredning för Gladhammars gruvområde
2004:10	–	Sedimentkartering av Tjursbosjön
2004:11	–	Riskperspektivet för gruvområdet vid Gladhammar och nedströms liggande sjösystem
2004:12	–	Åtgärdsutredning Alternativ för efterbehandling av Gladhammars gruvor och förorenade sediment i Tjursbosjön
2004:13	–	Undersökning av Bondegruvan, Knutsschaktet och stollgången vid Holländarefältet, Gladhammars gruvor
2004:14	–	Effekter av föroreningsspridningen från den tidigare gruvdriften vid Gladhammars gruvor
2004:15	–	Betydelsen av Holländarefältet för masstransporten till Tjursbosjön
2004:16	–	Mobilisering och immobilisering av bly och kadmium i sjösediment
2004:17	–	Undersökning av bottenfauna i Tjursbosjön, Ekenässjön och Kyrksjön

Denna rapport har i huvudsak utarbetats av Christer Hermansson och Christer Ramström, Västerviks kommun. Bilden på framsidan visar Christer Hermansson på Tjursbosjöns is och är fotograferad av Christer Ramström.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	4
2. SYFTE	4
3. FÄLTINSTRUMENT OCH KONTROLLBUFFERTAR	4
3.1. FÄLTINSTRUMENT	4
3.2. KONTROLLBUFRAR	4
4. VATTENPROVTAGNING	5
4.1. ALLMÄNT OM VATTENPROVTAGNING.....	5
4.2. FILTRERING AV VATTENPROVER.....	5
4.3. PROVTAGNINGSMETODIK GRUNDVATTEN.....	5
4.3.1. Grundvattenrör.....	5
4.3.2. Stollgången.....	7
4.3.3. Vatten i gruvorna.....	7
4.3.4. Brunnsvatten.....	8
4.4. PROVTAGNINGSMETODIK YTVATTEN.....	9
4.4.1. Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön.....	9
4.4.2. Tjursbosjöns utlopp.....	10
4.4.3. Torsfallsån vid Hyttan.....	10
4.4.4. Sohlbergsbäcken.....	10
4.4.5. Tillflöden.....	11
4.4.6. Ytavrinning.....	11
4.4.7. Provtagning med DGT.....	11
5. SEDIMENT	12
5.1. PROVTAGNINGSMETODIK SUSPENDAT (VATTEN).....	12
5.2. PROVTAGNINGSMETODIK SUSPENDAT (SEDIMENTFÄLLOR).....	13
5.3. PROVTAGNINGSMETODIK BOTTENSEDIMENT	14
5.4. PROVTAGNINGSMETODIK ÄLDERSDATERING	14
6. PORVATTEN	14
6.1. PROVTAGNINGSMETODIK PORVATTEN.....	14
7. GRUVAVFALL OCH UTFÄLLNINGAR PÅ SCHAKTVÄGGAR	15
7.1. PROVTAGNINGSMETODIK GRUVAVFALL	15
7.2. PROVTAGNINGSMETODIK UTFÄLLNINGAR PÅ SCHAKTVÄGGAR	15
7.3. UNDERSÖKNINGAR MED XRF-INSTRUMENT - SKRUVBORRNING	15
7.4. LAKFÖRSÖK AV GRUVAVFALL	16
7.4.1. Selektiv lakning	16
7.4.2. Fuktkammarförsök.....	16
7.4.3. Totala-tillgänglighetsförsök (oxiderad)	17
7.4.4. Syra-bas-räkning.....	17
7.4.5. Skakförsök	17
8. FILTERFÖRSÖK GRUVVATTEN	18
9. MORÄN OCH OMGIVANDE MARK	20
9.1. PROVTAGNINGSMETODIK MORÄN.....	20
10. BIOLOGISKA MATERIAL	21
10.1. PROVTAGNINGSMETODIK BÄR.....	21
10.2. PROVTAGNINGSMETODIK FISK.....	21

10.3. PROVTAGNINGSMETODIK SVAMP.....	21
11. ANALYSER.....	21
11.1. ANALYSPAKET	21
11.2. ANALYSMETODER	25
11.3 ANALYSER GRUNDVATTEN	26
11.3.1. Grundvattenrör.....	26
11.3.2. Stollgången.....	26
11.3.3. Vatten i gruvorna.....	26
11.3.4. Brunnsvatten.....	26
11.4 ANALYSER YTVATTEN	26
11.4.1. Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön.....	26
11.4.2. Tjursbosjöns utlopp	27
11.4.3. Torsfallsån vid Hyttan	27
11.4.4. Sohlbergsbäcken.....	27
11.4.5. Tillflöden	27
11.4.6. Ytavrinning.....	27
11.5 ANALYSER FILTERFÖRSÖK.....	27
11.6 ANALYSER SEDIMENT.....	27
11.6.1. Suspensat (vatten)	27
11.6.2. Suspensat (sedimentfällor).....	27
11.6.3. Bottensediment	27
11.6.4. Åldersdatering av sediment	27
11.7 ANALYSER PORVATTEN	28
11.7.1 Vattenprov ovan sedimentytan	28
11.7.2. Porvatten utpressat ur sedimenten	28
11.7.3. Urvattnat sediment	28
11.8 ANALYSER GRUVAVFALL	28
11.8.1. Varp, slagg, vaskmull och lakrest.....	28
11.8.2. Utfällningar på schaktväggar.....	28
11.8.3. Lakförsök.....	28
11.9 ANALYSER BIOLOGISKT MATERIAL.....	28
11.9.1. Bär.....	28
11.9.2. Svamp	28
11.9.3. Fisk.....	28
12. KVALITETSSÄKRING.....	29

Bilaga: System för providentifikationer och provstationsbenämningar

1. INLEDNING

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

Projektets syfte har varit att utreda möjligheterna för att minska miljöbelastningen av tungmetaller, framför allt koppar och kobolt från gruvfältet, till intilliggande sjösystem. Inom ramen för huvudstudien har det genomförts omfattande undersökningar av förekomst och spridning av främst tungmetaller från gruvavfall och sediment, möjligheten till åtgärder m.m. Även de kulturhistoriska värdena har utretts.

2. SYFTE

Syftet med denna rapport är att beskriva provtagningsmetodik, materiel samt analyser som använts i Projekt Gladhammars gruvor.

3. FÄLTINSTRUMENT OCH KONTROLLBUFFERTAR

Nedanstående fältinstrument och kontrollbuffrar har använts inom projektet.

3.1. Fältinstrument

Multiinstrument

- *WTW 340i/SET* med pH – elektrod SenTix 41 , konduktivitetscell TetraCon 325, redoxelektrod Hamilton Polyplast PRO RX, syrgaselektrod Cellox 325 samt pH – elektrod Hamilton Polilyte bridge lab för mätning av pH i sedimentprov.
- *SensION 156* mätinstrument med pH - elektrod SensION 51935-00 eller SensION 51910-00, konduktivitetscell SensION 51975-00 samt redoxelektrod SensION 51939-00.

pH- mätare

- *SensION 1* med pH - elektrod SensION 51935-00.

Syrgasmätare

- *WTW Oxi 330i* med syrgaselektrod Cellox 325.

Kalibrering och kontrollmätning av syrgas- och pH-mätare har skett enligt tillverkarens instruktioner inför varje provtagningsstillfälle.

XRF-instrument

- *Niton 700 S*

3.2. Kontrollbuffrar

pH- buffrar: HACH® Singlet™ Solution pH 4.01 samt HACH® Singlet™ Solution pH 7.00.

4. VATTENPROVTAGNING

4.1. Allmänt om vattenprovtagning

Vattenprover för metallanalys har tagits i syradiskade flaskor som tillhandahållits av anlitat laboratorium. Ofiltrerade vattenprover har om möjligt tagits direkt i flaskan genom att flaskan med öppningen först förts ner i vattnet och därefter vänts någon decimeter under ytan för att undvika att få med eventuell ytfilm. Vid vattenprovtagning i små tillflöden (diken som endast är vattenförande efter regn, ytavrinning etc.) har prov tagits direkt i flaskan där direkt kunnat föras in under rinnande/ droppande vatten.

4.2. Filtrering av vattenprover

Där provtagningsprogrammet så angett filtrerades proverna med hjälp av engångssprutor av plast och engångsfilter (Codan 10 ml eller Braun Omifix 20 ml spruta, filter Sarstedt Filtropur 0,45 µm). Utrustningen har för övrigt varit densamma som användes under den utökade förstudien. Filtreringen har skett genom att vatten sugits upp i engångssprutan, som försetts med ett filter. Därefter har några ml vatten sköljts genom filtret för rengöring/”tvätt” av filtret. Därefter har locket skruvats av en syradiskad flaska och filtreringen utförts direkt ned i flaskan. Filtret har bytts vid behov, varvid även det nya filtret rengjorts enligt tidigare. Sammanlagt filtrerades 60 ml vatten per prov. I de fall då filtrering direkt i fält varit omöjligt att genomföra på grund av att filtren satts igen efter några få ml, noterades detta i fältprotokollet. I dess fall filtrerades proverna av laboratoriet i samband med analys.

4.3. Provtagningsmetodik grundvatten

4.3.1. Grundvattenrör

Provtagning av grundvatten har skett månadsvis i rör 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 samt 25. Grundvattenrören är ODEX- borrarade 63 mm HDPE- rör, försedda med filterrör på lämplig nivå. Filterrören har omgetts av filtersand och grundvattenröret har därefter tätats mot markytan med bentonitlera. GV-rör 1 till 11 etablerades senhösten 2001 inför den utökade förstudien medan rör 12 – 25 etablerades för huvudstudien under sensommaren 2003.

Gv-rör	Total rörlängd (m)	Antal slitsar	Rörlängd under mark (m)	Gv-rör	Total rörlängd (m)	Antal slitsar	Rörlängd under mark (m)
1	3	1	1,86	14	3	1	2,30
2	3	1	2,11	15	2	1	1,58
3	3	1	1,20	16	2	1	1,02
4	3	1	1,98	17	3	1	1,94
5	2	1	1,34	18	2	1	1,42
6	4	2	3,28	19	3	1	2,42
7	3	2	2,33	20	3	1	2,23
8	5	3	3,94	21	4	1	3,53
9	7	4	5,77	22	6	2	5,26
10	4	2	2,98	23	4	2	3,45
11	5	1	4,22	24	3	1	2,59
12	4	1	3,45	25	3	1	1,96
13	4	2	5,59				

Grundvattenrören har försetts med rörformad vattenhämtare i HDPE-plast, en s.k. bailer, som använts för vattenprovtagningen. Varje grundvattenrör har haft sin egen bailer för att undvika korskontaminering.

Innan tömning togs bailern upp och eventuellt vatten i den hålldes tillbaka i röret, varefter vattennivån mättes och noterades i fältprotokollet. Efter nivåmätningen tömdes röret helt med hjälp av pump och slang. Pumpen som använts är en dränkbar 12 V batteridrivna Gigantpump, försedd med en 10 x 14 mm silikonslang. Rören har tömts fullständigt genom att pumpen fått gå då den hissats upp ur det tömda röret. På så sätt undviks att det vatten som finns i slangen rinner tillbaka i röret när pumpen stängs av. Vissa rör (rör 2, 4, 11 och 14) har haft så hög tillrinning att dessa inte gått att tömma. Dessa rör har därför omsatts under ca 5 min vardera. Slangen har tömts noggrant mellan varje rör för att undvika korskontaminering.

Då det handlat om ett stort antal rör med varierande tillrinning och inte minst vad som är fältmässigt hanterbart att utföra, lodades och omsattes alla rör dag 1 och provtogs sedan dag 2. Förfarandet skiljer sig från provtagningarna som utfördes under den utökade förstudien. För att säkerställa att bytet av provtagningsmetod inte påverkat analyserna i högre omfattning har kontroll skett genom att prov från samtliga grundvattenrör skickats in för analys. Resultaten har sedan jämförts med resultaten från provtagna med den tidigare provtagningsmetodikerna. Vid jämförelse av de olika provtagningsmetodikerna visar det sig att viss oxidering av främst det lösta järnet skett i rören. Detta syns inte på rådata eller halter utan enbart genom studier av kvoter. Generellt ligger Mn/Fe kvoterna något högre med den nya provtagningsmetodiken, vilket visar att viss utfällning av Fe sker. I praktiken innebär detta inget eftersom spårelementsammanställningen inte skiljer sig åt oavsett metodik. Halterna är desamma.

Provvattnet fördelades i två provkärl av HDPE, volym ca 0,2 l. Provkärlet sköljdes med provvatten innan mätning. Mätelektrodena placerades i det ena kärlet och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox noterades i fältprotokoll. Vattnet från det andra kärlet filterades med spruta och filter direkt ner i en syradiskad provflaska.

En särskild metodik tillämpades för GV 0, ett rör som etablerats i varputfyllnaden i Tjursbosjön. Syftet med röret var att undersöka eventuella skillnader i halter mellan ”porvatten” i varputfyllnaden jämfört med vattnet i Tjursbosjön. Vattnet i GV 0 provtogs med hjälp av en dränkbar 12 V batteridrivna Gigantpump, försedd med en 10 x 14 mm silikonslang. Pumpen sänktes ner till halva rörets djup (ca 1 m, rörets djup under vattenytan är ca 2 m) under vattenytan, varefter batteriet anslöts. Prov togs ca 15 sekunder efter att vattnet börjat rinna ur slangen.

Provvattnet fördelades i två provkärl av HDPE, volym ca 0,2 l. Provkärlet sköljdes med provvatten innan mätning. Mätelektrodena placerades i det ena kärlet och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox noterades i fältprotokoll. Vattnet från det andra kärlet filterades med spruta och filter direkt ner i en syradiskad provflaska.

4.3.2. Stollgången



Bild 1. Mätöverfallet vid stollgången. Fotograf: Christer Hermansson

Provtagning har skett månadsvis i samband med grundvattenprovtagningen. Provtagning av vatten från stollgången har skett på både filtrerat och ofiltrerat vatten. Ofiltrerat vatten har tagits direkt i en syradiskad provflaska. Vatten för filtrering har sugits upp direkt från mätrännan i det uppbyggda mätöverfallet och filtrerats direkt ner i en syradiskad provflaska. Mätelektrodena har placerats direkt i vattnet nedanför mätrännan. Temperatur, konduktivitet, pH och redox har lästs av och värdena har noterats i fältprotokollet. Med hjälp av en plastdunk (volym 5,25 l) och tidtagarur har flödet mätts. Flödesmätningen upprepas tre gånger per provtagningsomgång och de uppmätta värdena noteras i fältprotokollet. Vid flödesberäkningen används medelvärdet för dessa mätningar med 1/10 sekunds noggrannhet.

4.3.3. Vatten i gruvorna

Provtagning har skett i Knutsschaktet och Svenskgruvan, i Ryssgruvan, i Prins Carls gruva inom Solbergsfältet samt i Mejersgruvan. I Ryssgruvan och på Solbergsfältet har lämpligt schakt valts ut. Provtagningsplatserna har dokumenterats på kartskiss med koordinatangivelse. Mejersgruvan består bara av ett litet schakt som delvis är stenfyllt och har provtagits med hjälp av vattenhämtare så djupt ner som möjligt. Innan provtagning handlodades schakten för att finna möjliga provtagningsställen. Provtagningen har skett som stickprov vid ett tillfälle per gruva. På grund av befarade skiktningar i gruvschakten har provtagningen bestått av minst ett ytprov och ett prov så djupt ned som möjligt (undantaget Mejersgruvan). Vid provtagningen användes en bailer, ombyggd till provtagare, som stängs på rätt nivå med hjälp av lod. Bailern har försetts med en metallstång av högpolerat järn invändigt för att säkerställa

stängning av nedre pluggen. Denna kommer visserligen i kontakt med provet, men detta sker under så kort tid att eventuellt metallpåslag för de mest intressanta elementen (koppar, kobolt, bly och arsenik) ansetts försumbart i sammanhanget. Vattnet fördelades på två kärl av HDPE, som sköljts noga mellan varje provtagning. Med direktvisande fältinstrument mättes temperatur, pH, konduktivitet och redox i det ena kärlet och mätvärdena noterades i fältprotokoll. Från det andra kärlet togs vatten som filtrerades med spruta och filter direkt ner i en syradiskad provflaska. Det ofiltrerade provet sändes för analys medan det filtrerade provet sparades.



Bild 2. Provtagning i gruvschakt beläget vid Holländarefältet. Fotograf: Henrik Eriksson

4.3.4. Brunnsvatten

Brunnsvatten har provtagits vid ett tillfälle per brunn. Vatten i brunnar eller dricksvattentäkter har tagits direkt i kranen enligt samma metodik som då vanliga prover på dricksvattenprov tas, d.v.s. först efter ca 5 – 10 minuters spolning och före eventuella filter. Vid den samfälliga dricksvattentäkten vid Tjursbo gård togs provet direkt vid vattentäkten för att minimera risken för påslag/störningar via dåliga ledningar etc. Vid brunnar där vattenledningar saknas har provet tagits direkt i brunnen.

4.4. Provtagningsmetodik ytvatten

4.4.1. Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön

Provtagning av ytvatten har skett månadsvis i sjöarna Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön under december 2003 till december 2004. Mätstationerna i Tjursbosjön har varit provpunkterna Tjursbosjön Mitt (TJM) och Tjursbosjön Södra (TJS). I Ekenässjön har provtagningen skett vid provpunkterna Ekenässjön Norr (EN) och Ekenässjön Mitt (EM). I Kyrksjön har provtagningen skett vid provpunkt Kyrksjön Mitt (KM). Provtagningen har utförts på ytvatten (ca 0,1 m under ytan), och därefter varje meter ner till botten. Vid varje meter mättes temperatur, pH, konduktivitet, redox och syrgas. Prov för metallanalys togs på ytvatten och därefter på (om möjligt) var femte meters djup ned till en meter över botten, vilket innebär följande nivåer:

- Tjursbosjöns mitt (TJM): 0,1 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m.
- Tjursbosjöns södra del (TJS): 0,1 m, 3 m.
- Ekenässjöns mitt (EM): 0,1 m, 5 m, 10 m.
- Ekenässjöns norra del (EN): 0,1 m, 3 m.
- Kyrksjöns mitt (KM): 0,1 m, 5 m, 8 m.

Mätstationernas placering på karta återfinns i projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:05.

Vid varje mätstation utplacerades fasta bojar att lägga till vid för att säkerställa att mätning och provtagning skedde på exakt samma plats vid varje tillfälle.

Upphämtning av vatten har skett med metallfri vattenhämtare (Ruttnerhämtare). Vattnet tömdes försiktigt i en mindre hink (ca 1 liter) och mätelektrodena placeras i den. Temperatur, konduktivitet, pH, syrgas och redox lästes av och noterades i fältprotokoll. På de fastställda nivåerna togs filtrerade vattenprov. Vattnet för filtrering tappades i ett särskilt kärl av HDPE som sköljdes noga mellan varje provtagning och filtreringen skedde sedan direkt i en syradiskad provflaska.

4.4.2. Tjursbosjöns utlopp



Bild 3. Provtagning av bäcken vid Tjursbosjöns utlopp. Fotograf: Christer Hermansson

Provtagning av Tjursbosjöns utlopp utfördes i samband med grundvattenprovtagningarna. Mätstationen ligger vid spången där Tjustleden korsar bäcken mellan Tjursbosjön och Ekenässjön. Provtagning av metaller har skett direkt i syradiskad provflaska. Mätelektrodena placerades direkt i bäcken och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox noterades i fältprotokoll. Vattenståndet kontrollerades på en etablerad mätskala med känd höjd enligt RT 70.

4.4.3. Torsfallsån vid Hyttan

Provtagning har utförts på två punkter, ca 50 meter uppströms gamla slaggupplaget och ca 50 meter nedströms om grundvattenrör 24, nedströms slaggupplaget vid Hyttan. Provtagningen har skett i samband med grundvattenprovtagningarna. Provpunkterna har märkts ut med käppar och skyltar. Proverna har tagits på ofiltrerat vatten direkt i ån. Mätelektrodena har placerats direkt i vattnet och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox har noterats i fältprotokoll.

4.4.4. Sohlbergsbäcken

Provtagning av Sohlbergsbäcken har skett i samband med grundvattenprovtagning vid några tillfällen. Ofiltrerat vatten har tagits direkt i syradiskad provflaska. Mätelektrodena har placerats direkt i vattnet nedanför mättränan och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox har lästs av och noterats i fältprotokoll. Med hjälp av en plastdunk (volym 5,25 l) och tidtagarur har flödesmätning skett. Tre

mätningar har utförts och värdena har noterats i fältprotokollet. Vid flödesberäkningen används sedan medelvärdet för dessa mätningar med 1/10 sek noggrannhet.

4.4.5. Tillflöden

Ytvattenprover har tagits som stickprov i de diken och bäckar som rinner ut i Tjursbosjön och Ekenässjön för att undersöka metalltillförseln från övrig tillrinning och det naturliga bakgrundstillskottet. Provtagningen har skett vid ett tillfälle. Proven har tagits i diket/bäcken så nära sjön som möjligt men ändå så pass långt uppströms (framförallt vid flacka bäckar/diken samt vid dålig tillrinning) att det säkerställts att endast tillrinnande vatten har provtagits. En mätning av flödet gjordes i samband med provtagning. I de flesta tillflödena skedde mätningen genom vattenförings-bestämning enligt föremålsprincipen. Mätningen skedde vid några tillflöden med lämpliga fall med 5,25 l plastdunk och tidtagarur. Tre mätningar utfördes och värdena noterades i fältprotokoll. Vid flödesberäkningen används sedan medelvärdet för dessa mätningar med 1/10 sek noggrannhet.

Proven togs som ofiltrerade dubbelprov varav det ena provet skickades för analys medan det andra provet sparades. Ofiltrerat vatten har tagits direkt i syradiskad provflaska. Provpunkterna märktes ut med käppar och punktens GPS-koordinater noterades. Mätelektrodena placerades direkt i vattnet och värdena för temperatur, konduktivitet, pH och redox noterades i fältprotokoll.

4.4.6. Ytavrinning

Prov på ytavrinning har tagits på vatten som lskar från varp- och slagghögar vid ett tillfälle i samband med regn. Proven togs direkt i provflaskor. Provpunkterna har dokumenterats med karts-kiss. Vatten för mätning av temperatur, konduktivitet, pH och redox samlades upp i en 0,2 l HDPE-burk varefter elektroderna placerades i vattnet, värdena lästes av och noterades i fältprotokoll.

4.4.7. Provtagning med DGT

Provtagning med DGT (Diffusive Gradients in Thin films) sker med speciellt preparerade dosor och bygger på en katjonbytare. DGT är en passiv provtagningsmetodik. DGT-provtagarna, från Exposmeter AB, var av typen PS Metal och analyserades av Analytica efter slutförd provtagning.

Varje DGT togs ur sin ziplockpåse omedelbart före provtagning, bands fast i ett stycke fiskelina och sänktes sedan ned i det vattendrag som skulle provtas på så sätt att det säkerställdes att den ständigt låg under vatten. Klockslag, temperatur, pH, konduktivitet och redox noterades i fältprotokoll. DGT-provtagarna kontrollerades varje vecka, varvid temperatur, pH, konduktivitet och redox mättes och noterades i fältprotokoll. Då provtagningen efter 21 dagar (7 dagar för stollgången) var slutförd, togs DGT-provtagarna upp, sköljdes av med destillerat vatten och lades i tättslutande ziplockpåsar. Varje påse försågs med en individuell, unik providentitet. Klockslag för upptagning samt temperatur, pH, konduktivitet och redox noterades i fältprotokoll.

5. SEDIMENT

5.1. Provtagningsmetodik suspendat (vatten)

Provtagning av suspendat i vatten har skett fem gånger i Tjursbosjön och Ekenässjön samt fyra gånger i Kyrksjön. I Tjursbosjön har provtagning skett vid provpunkterna TJM och TJS. I Ekenässjön har provtagningen skett vid provpunkt EM och EN (vid ett tillfälle). I Kyrksjön har provtagningen skett vid provpunkt KM. Provpunkternas läge redovisas i projekt Gladhammar gruvor, delrapport 2004:05 Resultat från miljökontroll - referensprogram. Vatten för suspendatanalys har provtagits på halva bottendjupet vid de aktuella mätstationerna. Först lodades vattendjupet och därefter pumpades provvattnet upp med dränkbar pump Amazon 15 och oarmerad siliconslang STHTC5004F 1/2"x 3/4" i 25-liters HDPE-dunkar. Dunkarna sköljdes noga med provvatten före provtagning. Mätelektrodena placerades i separat provkärl och värdena för temperatur, konduktivitet, pH, syrgas och redox noterades i fältprotokoll. Filtrering har därefter utförts enligt metodik beskriven av Anders Widerlund, Luleå tekniska universitet, se nedan.

Mätning av suspendatbelastning.

På lab tas ca 2 l vatten ur dunk och vakuumfiltreras med hjälp av en Millivac 230V vakuumpump genom ett 47 mm 0,22 µm Milliporefilter GSWP 04700. Beroende på partikelmängden i vattnet filteras ca. 1 – 3 l vatten. Filtren vägs på laboratoriet före och efter filtrering.

Provtagning av "löst" fas och spårelement i suspendat.

Före filtrering sköljs filterhållare och slangar noga med destillerat vatten och därefter med provvatten genom att detta pumpas genom slangar och filterhållare. Vatten tryckfiltreras genom filtren med peristaltisk pump Watson-Marlow 302S. Slangarna från dunkarna till filterhållarna är av silikon, Saniflex oarmerad siliconslang, Id 5/16", Yd 7/16". 142 mm filter Millipore GSWP 142 50 0,22 µm monteras i två stycken filterhållare Geotech 142 mm Polycarbonate. Ca 0.5 l vatten filtreras genom filter (sköljning/"tvätt" av filter). Prov tas för "löst" fas på filtrerat vatten direkt i syradiskad provflaska då något tiotal liter filtrerats. Vatten filtreras till dess att filtret "cloggar" igen (filterhållaren läcker). Total vattenvolym mäts genom att det filtrerade vattnet samlas upp i graderad mät-dunk förutom de filtrerade prov som tas. De två filtren läggs ihop som ett prov, och total filtrerad vattenvolym mäts för båda filtren tillsammans. Filter läggs i fryspåsar märkta med providentitet och fryses.

Provtagning av huvudelement i suspendat.

142 mm filter Millipore GSWP 142 50 0,22 µm monteras i två stycken filterhållare Geotech 142 mm Polycarbonate. Vatten från 25 l dunkarna tryckfiltreras genom filter med peristaltisk pump. Vatten filtreras till dess att filtret "cloggar" igen och filterhållaren läcker. Total vattenvolym mäts genom att det filtrerade vattnet samlas upp i graderad mät-dunk. De två filtren läggs ihop som ett prov, och total filtrerad vattenvolym mäts för båda filtren tillsammans. Filter läggs i fryspåsar märkta med providentitet och fryses.

5.2. Provtagningsmetodik suspendat (sedimentfällor)



Bild 4. Utplacering av sedimentfällor i Tjursbosjön. Foto: Christer Ramström

Suspendat har utöver den mer aktiva suspendatprovtagningen även samlats in i sedimentfällor som placerats ut i Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön. Tre dubbelfällor har placerats i varje sjö, totalt nio provpunkter med 18 fällor. Fällornas placering har varit i respektive sjös norra, mitt och södra del. I de fall det varit möjligt, har fällorna placerats över och under eventuellt sprängskikt på respektive provpunkt.

Fällorna har utgjorts av två rör av polykarbonat, diameter 55 mm, höjd 310 mm som varit monterade med ett c/c- avstånd på rören på 365 mm. På varje provpunkt placerades en boj, fäst med en plastad stålsvajer i en bottenförankring. Fällorna hängdes därefter med flaggstångslina under bojen. Fällorna placerades på följande djup:

- Tjursbosjöns norra del: vattendjup 19,0 meter. Fällorna lades på 4 och 15 meters djup.
- Tjursbosjöns mitt: vattendjup 26,0 meter. Fällorna lades på 4 och 22 meters djup.
- Tjursbosjöns södra del: vattendjup 3,0 meter. Fällorna lades på 1,5 och 2,5 meters djup.
- Ekenässjöns norra del: vattendjup 3,2 m. Fällorna lades på 1 och 2,5 meters djup.
- Ekenässjöns mitt: vattendjup 13,0 meter. Fällorna lades på 4 och 11 meters djup.
- Ekenässjöns södra del: vattendjup 4,0 meter. Fällorna lades på 1 och 2,5 meters djup.
- Kyrksjöns norra del: vattendjup 3,8 m. Fällorna lades på 2 och 2,5 meters djup.
- Kyrksjöns mitt: vattendjup 10,0 meter. Fällorna lades på 4 och 8 meters djup.
- Kyrksjöns södra del: vattendjup 11,0 meter. Fällorna lades på 4 och 9 meters djup.

Sedimentfällorna tömdes enligt följande: sedimentfällan togs upp och ca 0,5 l vatten dekanterades försiktigt av. Därefter snurrades och skakades fällan så att det uppsamlade suspendatet och det kvarvarande vattnet blandades. En person höll två 0,5 l HDPE- flaskor försedda med varsin noga rengjord HDPE- tratt medan den andra hällde av det uppsamlade sedimentet direkt i flaskorna. P.g.a. sedimentfällornas konstruktion måste båda rören tömmas samtidigt.

5.3. Provtagningsmetodik bottensediment

Bottensediment provtogs med en HTH-provtagare (modifierad Kajakprovtagare). Rören är tillverkade av polykarbonat i dimensionen 70/64 mm. All utrustning (uttryckare, avskrapare mm) som kommer i kontakt med provet är av plastmaterial. Provpunkten markerades på karta och mättes in med GPS. Aktuellt vattendjup lodades och noterades i fältprotokoll. En sedimentpropp togs och därefter bedömdes om den var användbar eller inte beroende på om provet av någon anledning har störts vid själva provtagningen. Proppen mättes och beskrevs. Därefter skivades provet med hjälp av en plastspatel direkt ner i fryspåsar i de provnivåer som önskats.

5.4 Provtagningsmetodik åldersdatering

Provtagning skedde enligt punkt 5.3. Provet skivades i centimeters skivor i förmärkta plastpåsar i hela proppens längd. Varje prov vägdes på en OHAUS® Scout® Pro våg med 0,1 grams noggrannhet. Därefter öppnades varje provpåse och ställdes i en pappkartong, varefter proven fick torka i ca 25-30 grader C i ca tre veckor. Efter torkning vägdes varje prov igen, varpå torrdensiteten räknades ut. Därefter förslöts provpåsarerna igen och skickades för analys.

6. PORVATTEN

6.1. Provtagningsmetodik porvatten

Porvatten provtogs vid två tillfällen, i första hälften av maj samt i månadsskiftet augusti/september. Provtagning skedde på två punkter vardera i Tjursbosjön och Ekenässjön (placeringen av provpunkterna TJN, TJM, EN och EM, redovisas i projekt Gladhammars gruvor, delrapport 2004:05 Resultat från miljökontroll - referensprogram.)

Bottensediment för porvattenprovtagning har provtagits med en HTH-provtagare (modifierad Kajakprovtagare). Provpunkten markerades på karta och mättes in med GPS. Vattendjupet lodades. En sedimentpropp togs och därefter bedömdes om den var användbar eller inte beroende på om provet av någon anledning störts vid själva provtagningen. Med direktvisande fältinstrument mättes temperatur, pH, konduktivitet, redox och syrgas i bottenvattnet ca 2 cm ovan sedimentytan. Bottenvattnet strax ovan sedimentytan sögs upp med en spruta och filtrerades med spruta direkt ner i en syradiskad flaska. Därefter skivades provet med hjälp av en plastspatel i skivor från nivåerna 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-7, 7-10, 10-13, 13-15, 15-20 cm och därefter i fem centimeters intervall hela proppens längd. Proven fördes över direkt i företiketterade argongasfyllda (syrefria) plastpåsar som lades i en argongasfylld kylväska.

Proven transporterades därefter så snabbt som möjligt till fältlaboratorium för extrahering och filtrering av porvattnet. Sedimentskivorna överfördes direkt från den syrefria miljön i plastpåsen till filterhållaren som stod i en argongasfylld plastlåda för att undvika att proverna oxiderades. Argongas tillfördes kontinuerligt och gasnivån kontrollerades med hjälp av lågan från en cigarettändare.

pH mättes direkt i sedimentprovet och därefter extraherades porvattnet ur sedimentet m.h.a. en Millivac 230V vakuumpump genom ett syralakat 47 mm 0,22 µm Milliporefilter GSWP 04700. Porvattnet filtrerades direkt ner i en torr 60 ml syradiskad flaska för metallanalys. Några milliliter filtrerat vatten hälldes över i ett provrör för mätning av redox. Den ”urvattnade” sedimentskivan fördes över i en provburk eller plastpåse efter avslutad filtrering. Både porvattnet och sedimentresten sändes till laboratorium för metallanalys.



Bild 5. Porvattenpressning i box. Argongas är tyngre än luft och en helt syrefrimiljö erhålls i plastboxen. Henning Holmström, Envipro Miljöteknik AB och Christer Hermansson, Västerviks kommun i aktion. Foto: Christer Ramström

7. GRUVAVFALL OCH UTFÄLLNINGAR PÅ SCHAKTVÄGGAR

7.1. Provtagningsmetodik gruvavfall

Med gruvavfall menas varp (gråberg), slagg och anrikningssand (vaskmull) och lakrest. Provtagning av sådant material har antingen skett för hand, med hjälp av plasticskedar/plastspadar eller genom skruvborrning. Materialet har överförts till kraftiga plastpåsar som sedan förslutits. Provpunkterna markerades på karta och mättes in med GPS.

7.2. Provtagningsmetodik utfällningar på schaktväggar

Utfällningar på schaktväggar har skrapats med en plasticsked direkt ner i fryspåsar. Provtagningsplats och datum har noterats i fältprotokoll.

7.3. Undersökningar med XRF-instrument - skruvborrning

För undersökningar av stora mängder insamlat material från skruvborrningar användes XRF-instrument Niton[®] 700 S. Vid skruvborrningarna skrapades översta ytan på varje upptaget prov av med en rostfri kniv. Sedan stratigrafien beskrivits i protokoll, skrapades sedan ytskiktet av med en plasticsked innan prov togs. Proven togs som samlingsprov i olika nivåer, indelade efter färg, material, jordart etc. Där inga variationer i färg, material, jordart etc fanns togs proven som metervis samlingsprover ned till naturlig morän med någon/några meters säkerhetsmarginal, alternativt till fast berggrund. Proven samlades i kraftiga plastpåsar, som var och en märktes med en unik provbeteckning. Med XRF-instrumentet mättes sedan varje prov direkt på plastpåsen under 120 nominella sekunder. Ingen torkning eller provpreparering skedde, eftersom undersökningarna avsåg att så långt som möjligt

utföras på samma sätt som XRF vanligtvis används i fält. Efter avslutad undersökning valdes tio prover ut och skickades för MG-1 – analys för jämförelse av resultaten.

7.4. Lakförsök av gruvavfall

Totalt har fem olika typer av laboratorieförsök utförts: totala-tillgänglighetsförsök-oxiderad, fuktkammarförsök, sekventiell lakning, syra-basräkning samt skakförsök. Fuktkammarförsöken har utförts av Västerviks kommun medan syra-bas-räkningen och den sekventiella lakningen har utförts vid Avdelningen Tillämpad Geologi, Luleå Tekniska Universitet. De totala-tillgänglighetsförsöken har utförts av Statens geotekniska institut. Skakförsöken har utförts av Analytica AB.

Försöken har utförts på varp, slagg och lakrest.

7.4.1. Selektiv lakning

Vid denna lakning lakas materialen i fem olika steg. I varje steg tillsätts olika kemikalier bl.a. i Steg 1, CH_3COONa (pH 5), Steg 2, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, Steg 3, $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$, Steg 4, $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ i 25 % CH_3COOH , Steg 5, KClO_3 och HCl .

Tillsatserna ska motsvara utlakningen av olika ämnen fastlagda i olika fraktioner enligt nedan:

Steg 1; I detta steg frigörs ämnen som är lösliga, adsorberade eller karbonater. Kan anses efterlikna ett naturligt försurningstillstånd.

Steg 2, I denna fraktion lakas element som sitter bundna till eller med labila organiska föreningar såsom vissa ”enklare” humus- eller fulvosyror.

Steg 3, Reducerar amorfa järn/mangan oxyhydroxider till lösliga reducerade former (Fe(III) till Fe(II) och Mn(IV) till Mn(II)). I viss del kan även den sura (lågt pH) miljön som lakvätskan ger bidra till lakningens upplösning. Kan anses efterlikna förhållanden som uppkommer om redox-potentialen sjunker i naturen (minskad syrediffusion, höjd grundvattenyta eller förhöjd syreförbrukning orsakad av organiskt material).

Steg 4, Reducerar mer kristallina Fe-oxider som t.ex. götit, hematit och magnetit. I princip en kraftigare variant av steg 3.

Steg 5, Starkt oxiderande steg som lakar ut stabila organiska föreningar samt löser upp sulfider. Detta laksteg skulle kunna efterlikna det som lakas ut ifall förhållandena går från kraftigt reducerande till oxiderande d.v.s. det som sker i vittringshänseende idag fast i ett långsammare tempo. Detta laksteg är förhållandevis brutalt och det som finns kvar i residualen är till allra största delen diverse silikater vilka är relativt resistent mot lakningen.

7.4.2. Fuktkammarförsök

Proverna placerades i slutna kammare, plastboxar av LDPE, med en ingång respektive utgång för luft. Luft blåstes sedan igenom boxarna i cykler med hjälp av 220 V pumpar GAST DOA P-109-FD, försedda med dekoronslang AL985 P-tubing 6/4. Dekoronslangen fästes i plastboxarna med hjälp av två små bitar oarmerad siliconslang, id 3/16” yd 7/16”, påträdda på dekoronslangen på in- och utsidan av plastboxen. En cykel bestod av tre dagar fuktig luft (ca 10 l/min) och tre dagar torr luft (ca 30 l/min). Den fuktiga luften åstadkoms genom att luft leddes ned i 5,25 l plastdunkar med destillerat

vatten. I toppen på dunken leddes en annan dekoronslang ned i plastboxarna. För att reglera luftströmmen av fuktig luft, monterades en bit oarmerad siliconslang, id 3/16" yd 7/16", på dekoronslangen för ingående luft till dunken med destillerat vatten. På respektive siliconslang monterades klämmor för att strypa flödet till lämplig nivå. På den sjunde dagen lakades vittringsprodukterna ut med 200 ml destillerat vatten som fylldes på i respektive plastbox som sedan försiktigt vickades för att materialet skulle blandas i vattnet, varefter det fick stå i en timma. Därpå dekanterades vattnet i två 100 ml burkar av HDPE. Från den ena burken filtrerades vattnet direkt i syradiskade flaskor. Den andra burken användes för att mäta pH, konduktivitet och redox med direktvisande fältinstrument. Resultatet noterades i protokoll. Fuktkammarförsöken utfördes totalt under 24 veckor (perioden 2002-04-29 t.o.m. 2002-09-30).

7.4.3. Totala-tillgänglighetsförsök (oxiderad)

I denna utredning har ett s.k. tillgänglighetstest (Nordtest-standard ENVIRON 003) använts som normalt används för att bestämma den på mycket lång sikt och i värsta fall utlakbara mängden metaller. I en speciell variant av detta försök oxideras provet genom tillsats av väteperoxid, s.k. TT-ox-försök. Denna försöksvariant drivs i två steg där båda stegen pH-justeras med salpetersyra till pH 7 i första steget och till pH 4 i andra steget.

7.4.4. Syra-bas-räkning

Den syraproducerande potentialen bestäms genom en totalsvavelanalys och den syra-neutraliserande potentialen bestäms genom en titrering. Från dessa bestämningar räknas nettoneutralisationspotentialen (NNP) ut genom att dra bort den syraproducerande potentialen från den netto-neutraliserande potentialen.

7.4.5. Skakförsök

(Metodbeskrivning från Analytica AB) Ett prov siktas på 4 mm och skakas med avjoniserat vatten i två steg, först vid L/S 2 i 6 timmar och därefter vid L/S 8 i 18 timmar. Den sammanlagda laktiden är 24 timmar och den ackumulerade L/S- kvoten blir 10. Efter filtrering analyseras lakvattnen var för sig.

8. FILTERFÖRSÖK GRUVVATTEN



Bild 6. Uppställningen av material vid filterförsöken. Foto: Christer Hermansson

Filterförsök utfördes under två dagar i maj 2005 för att erhålla ett så stort antal filtrerade porvolymmer som möjligt. Av praktiska skäl avbröts försöken i slutet av dag 1 och igångsattes igen dag 2.

Vid mätöverfallet vid mynningen på stollgången placerades en plasthink, vilken kontinuerligt fylldes av vattnet från stollgången. Från denna hink pumpades vattnet med hjälp av en dränkbar pump Amazon 15 och oarmerad siliconslang STHTC5004F 1/2" x 3/4" till en noga rengjord och sköljd 200 liters HDPE -tunna. I botten på tunnan satt tre mässingskopplingar, tätningarna runt dessa utfördes med transparent silikon. Från tunnan rann så provvattnet med självtryck i polyetenslangar 10x12 mm via flödesreglage i antingen plast (HDPE) eller metall (förnickladd mässing) till filterkolonnerna. Såväl mässingskopplingar som flödesreglagen i metall kom visserligen i kontakt med provet, men detta sker under så kort tid att eventuellt metallpåslag för de mest intressanta elementen (koppar, kobolt, bly och arsenik) ansetts försumbart i sammanhanget. Filterkolonnerna utgjordes av sex stycken genomskinliga PVC-rör, vart och ett med en längd av 700 mm och diameter 110 mm. I övre och nedre delen av röret limmades en slangnippel av PVC med Tangit PVC-lim. Rören försågs med ändmuffar av polypropen och packades med olika filtermaterial inomhus. Filtermaterialet hölls på plats med en tillklippt geoduk och grus.

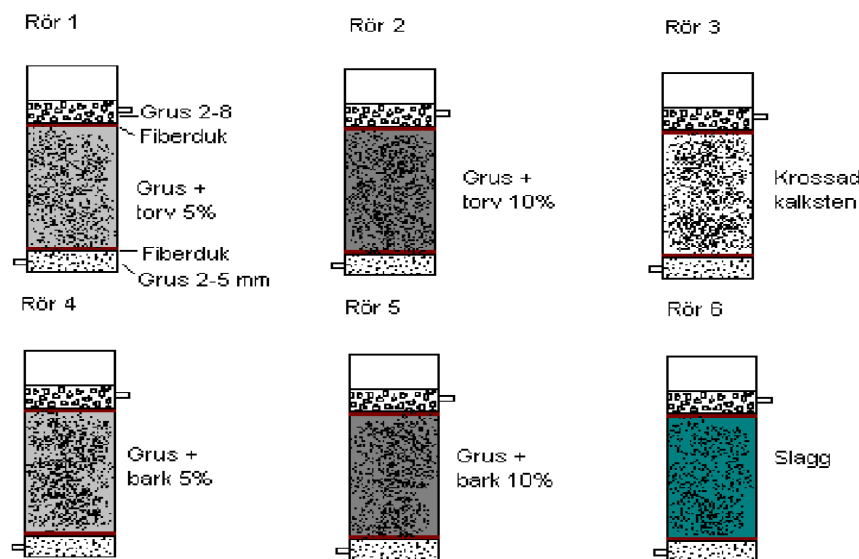


Bild 7. Filtermaterialen i filterförsöken.

Filtermaterialet utgjordes av följande:

Rör 1: 95 vikt- % grus 2-5 mm, LBC, Västervik, 5 vikt- % Harvtorv, Råsjö Torv, Falun

Rör 2: 90 vikt- % grus 2-5 mm, LBC, Västervik, 10 vikt- % Harvtorv, Råsjö Torv, Falun

Rör 3: 100 vikt- % krossad kalksten, 2-6 mm, SMA Karbonater AB

Rör 4: 95 vikt- % grus 4-8 mm, LBC, Gamleby, 5 vikt- % Barksorbent, Hoby Energi AB, Karlshamn

Rör 5: 90 vikt- % grus 4-8 mm, LBC, Gamleby, 10 vikt- % Barksorbent, Hoby Energi AB, Karlshamn

Rör 6: 100 vikt- % Hyttsten (slagg), 3-6 mm, SSAB Merox AB Oxelösund

Geoduk : Typar klass 2 110 g, SS 322 00 150

Grus över geoduken: grus 4 – 8 mm, LBC, Västervik

Porvolymen för varje enskild filterkolonn bestämdes genom att fylla på destillerat vatten genom bottenröret och mäta volymen tills vattnet nått upp till den övre dränerande ventilen. Flödet i varje kolonn reglerades till ca 1 l/minut. Flödet kontrollerades genom tidtagning av fyllnadstiden för ett 0,5 liters provkärl. Flödeskontrollen skedde drygt en gång i timmen och aktuellt flöde noterades.

Vid paus i försöken efter dag 1 blev en porvolym vatten stående i varje kolonn över natten.

Metallprov togs vid tre tillfällena per dag, ca 1 timma efter start, mitt på dagen samt vid avslut dag 1 samt vid start, mitt på dagen samt vid avslut dag 2. Prover från 4 tillfällena skickades för analys. Proven togs direkt i provflaskorna via den övre dränerande ventilen på respektive kolonn. Tidpunkt och aktuellt flöde noterades i fältprotokoll.

Ett flertal mätningar av pH, temperatur och konduktivitet gjordes med fältinstrument. Totalt analyserades konduktiviteten vid 8 tillfällena, pH vid 3 tillfällena och temperatur vid 3 tillfällena dag 1. Under dag två mättes konduktiviteten vid 5 tillfällena samt pH och temperatur vid 2 tillfällena (vid start och avslut). Resultaten noterades i fältprotokoll.

9. MORÄN OCH OMGIVANDE MARK

9.1. Provtagningsmetodik morän

På lämplig plats har grävts ett hål, om möjligt ned till opåverkad mineraljord (i skogsmark i Västerviks kommun är jordskiktet i allmänhet väldigt tunt). Hålet har grävts med en vanlig spade av metall. Då avsett djup nåtts, skrapades ytskiktet bort med en plastsked innan material för prov togs ut. Provmaterialet överfördes till en plastburk eller i kraftig plastpåse med hjälp av plastsked. Provpunkt, markstratigrafi samt provdjup noterades i fältprotokoll. Provpunkterna mättes in med GPS och markerades på karta.

10. BIOLOGISKA MATERIAL

10.1. Provtagningsmetodik bär

Blåbär och lingon har plockats med nypåtagna engångshandskar av plast och lagts direkt i syradiskade flaskor av samma typ som används vid vattenprovtagning för metallanalys. Så mogna bär som möjligt har plockats vid ett tillfälle dels i anslutning till gruvområdet, dels vid en referenspunkt. Provpunkterna har mätts in med GPS och markerats på karta.

10.2. Provtagningsmetodik fisk

Provtagning skedde senvintern 2004 i Tjursbosjön, Ekenässjön, Kyrksjön samt referenssjön Axsjön. Antalet analyserade individer per sjö uppgick till fem individer. Provtagningen skedde i huvudsaklig överensstämmelse med Naturvårdsverkets skrivelse ”*Metaller och organiska miljögifter i fisk, sjöar och vattendrag (1997)*”. Den fisk som fångades var abborre (*Perca fluviatilis*). De insamlade abborrarna var i storleksintervallet 16 till 31 cm längd, vilket är något större än den av NV rekommenderade längden på 15-20 cm. Eftersom syftet med undersökningarna främst var att utröna eventuell risk för människa vid förtäring, koncentrerades fångsten på fisk av matnyttig storlek. Fångad fisk avlivades, varefter de förpackats individuellt i fryspåsar av bra kvalitet som märkts med sjöns namn, datum och individens nummer. Fisket utfördes så att fisk fångats så jämnt fördelat över sjöarna som möjligt. Fångstplatserna har markerats på karta och individens nummer har antecknats vid respektive fångstplats. Infrysning har skett efter fångst och fisken skickades fryst till laboratoriet.

10.3. Provtagningsmetodik svamp

Kantareller har plockats med nypåtagna engångshandskar av plast direkt i fryspåsar av plast. Svamparna har samlats in vid ett tillfälle dels i anslutning till gruvområdet, dels vid en referenspunkt. Provpunkterna har mätts in med GPS och markerats på karta.

11. ANALYSER

11.1. Analyspaket

Analysarbetet i projektet har efter upphandling genomförts av Analytica AB.

Analysen sker i huvudsak i enlighet med Analytica AB:s analyspaket. Dessa paket omfattar följande parametrar och i förekommande fall detektionsgränser:

Analytica V-2, grundämnen i sötvatten		Analytica MG-1, grundämnen i morän, sediment, varp, slagg och anrikningssand	
Ca	100 µg/l	LOI (Loss of ignition) –	Cr 10 mg/kg TS
K	400 µg/l	summa oxider	Cu 0,1 mg/kg TS
Mg	90 µg/l	SiO ₂	Hg 0,04 mg/kg TS
Na	100 µg/l	Al ₂ O ₃	Mo 5 mg/kg TS
S	160 µg/l	CaO	Nb 5 mg/kg TS
Si	30 µg/l	Fe ₂ O ₃	Ni 0,08 mg/kg TS
Sr	2 µg/l	K ₂ O	Pb 0,1 mg/kg TS
Al	0,2 µg/l	MgO	S 8 mg/kg TS
As	0,05 µg/l	MnO ₂	Sc 1 mg/kg TS
Ba	0,01 µg/l	Na ₂ O	Sn 20 mg/kg TS
Cd	0,002 µg/l	P ₂ O ₅	Sr 2 mg/kg TS
Co	0,005 µg/l	TiO ₂	V 2 mg/kg TS
Cr	0,01 µg/l	As	0,1 mg/kg TS
Cu	0,1 µg/l	Ba	2 mg/kg TS
Fe	0,4 µg/l	Be	0,5 mg/kg TS
Hg	0,002 µg/l	Cd	0,01 mg/kg TS
Mn	0,03 µg/l	Co	0,01 mg/kg TS
Mo	0,05 µg/l		
Ni	0,05 µg/l		
P	1 µg/l		
Pb	0,01 µg/l		
Zn	0,2 µg/l		

Analytica V-3a, grundämnen i förorenat vatten	
Al	2 µg/l
As	1 µg/l
Ba	0,2 µg/l
Ca	200 µg/l
Cd	0,05 µg/l
Co	0,05 µg/l
Cr	0,5 µg/l
Cu	1 µg/l
Fe	4 µg/l
Hg	0,02 µg/l
K	500 µg/l
Mg	90 µg/l
Mn	0,2 µg/l
Na	120 µg/l
Ni	0,5 µg/l
Pb	0,2 µg/l
S	160 µg/l
Zn	2 µg/l

Analytica G-2 och M-2, grundämnen i suspensat

M-2:		G-2:		
As	0,1 µg	LOI (Loss of ignition) – summa	Ba	0,02 µg
Cd	0,01 µg	oxider	Be	0,01 µg
Co	0,01 µg	SiO ₂	Co	0,2 µg
Cr	0,1 µg	Al ₂ O ₃	Cr	0,2 µg
Cu	0,1 µg	CaO	Cu	0,2 µg
Hg	0,04 µg	Fe ₂ O ₃	La	0,2 µg
Ni	0,08 µg	K ₂ O	Mo	0,2 µg
Pb	0,1 µg	MgO	Nb	0,5 µg
V	2 µg	MnO ₂	Ni	0,2 µg
Zn	1 µg	Na ₂ O	Sc	0,1 µg
		P ₂ O ₅	Sn	0,5 µg
		TiO ₂	Sr	0,02 µg
			V	0,2 µg
			W	1 µg
			Y	0,1 µg
			Zn	0,1 µg
			Zr	0,1 µg

Analytica M-1c, grundämnen i morän, sediment, varp, slagg och anrikningssand

As	3 mg/kg TS
Ba	0,4
Be	0,01
Cd	0,1
Co	0,1
Cr	0,2
Cu	0,1
Fe	10
Li	0,1
Mn	0,5
Mo	0,4
Ni	0,2
P	10
Pb	1
Sr	0,1
V	0,1
Zn	1
Sn	2
Hg	1

Analytica M-3 och M-4, grundämnen i organiskt material

M-3:		M-4:	
Al	24 mg/kg TS	As	0,08 mg/kg TS
As	10 mg/kg TS	Cd	0,005 mg/kg TS
Ba	0,2 mg/kg TS	Co	0,005 mg/kg TS
Ca	40 mg/kg TS	Cr	0,03 mg/kg TS
Cd	2 mg/kg TS	Cu	0,1 mg/kg TS
Co	2 mg/kg TS	Hg	0,01 mg/kg TS
Cr	2 mg/kg TS	Mn	0,04 mg/kg TS
Cu	2 mg/kg TS	Ni	0,04 mg/kg TS
Fe	10 mg/kg TS	Pb	0,04 mg/kg TS
K	100 mg/kg TS	Zn	0,2 mg/kg TS
Mg	16 mg/kg TS		
Mn	0,5 mg/kg TS		
Mo	2 mg/kg TS		
Na	24 mg/kg TS		
Ni	2 mg/kg TS		
P	6 mg/kg TS		
Pb	10 mg/kg TS		
Si	10 mg/kg TS		
Ti	2 mg/kg TS		
V	2 mg/kg TS		
Zn	1 mg/kg TS		

Analytica ICP-AES och ICP-SFMS (Screeninganalys)

Ag	Eu	Nb	Sm
Al	Fe	Nd	Sn
As	Ga	Ni	Sr
Au	Gd	Os	Ta
B	Ge	Pb	Tb
Ba	Hf	Pb	Te
Be	Hg	Pd	Th
Bi	Ho	Pr	Ti
Br	I	Pt	Tl
Ca	Ir	Rb	Tm
Cd	K	Re	U
Ce	La	Rh	V
Co	Li	Ru	W
Cr	Lu	S	Y
Cs	Mg	Sb	Yb
Cu	Mn	Sc	Zn
Dy	Mo	Se	Zr
Er	Na	Si	

Analytica DGT, metaller i ytvatten (ICP-AES eller ICP-MS) totalhalt i gel

Al	10 µg tot
Ba	
Ca	20 µg tot
Cd	0,00025 µg tot
Co	0,00025 µg tot
Cr	0,0025 µg tot
Cu	0,005 µg tot
Fe	0,02 µg tot
Mg	8 µg tot
Mn	0,001 µg tot
Ni	0,0025 µg tot
Pb	0,001 µg tot
Zn	0,005 µg tot

11.2. Analysmetoder

Analysbeskrivningar enligt Analytica AB där inget annat anges.

DGT

Jonerna elueras ur provet med hjälp av ultraren salpetersyra, varefter analys sker med ICP-AES eller ICP-MS. Med kännedom om vattentemperaturen kan därefter metallernas koncentration i vattnet beräknas. Beräkningarna har utförts av Analytica AB.

G-2

Analys av filter efter inaskning och smältning med litiummetaborat. Slutbestämning utförs med ICP-AES.

MG-1

För bestämning av As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, S och Zn torkas provet vid 50° C och lakas med 7M salpetersyra i slutna teflonbehållare i mikrovågsugn. Övriga ämnen bestäms efter totaluppslutning genom smältning med litiummetaborat följt av upplösning i utspädd salpetersyra. Slutbestämning utförs med ICP-AES alternativt ICP-MS.

M-1c

Analys av sediment som lakas med 7M salpetersyra i slutna teflonbehållare i mikrovågsugn. Slutbestämning utförs med ICP-AES.

M-2susp

Provet lakas med 7M salpetersyra i slutna teflonbehållare i mikrovågsugn.

M-3/M-4

Upplösning sker med en blandning av salpetersyra och väteperoxid i slutna teflonbehållare i mikrovågsugn. Lever frystorkas före analys. Slutbestämning utförs med ICP-AES och ICP-SMS.

Skakförsök enligt EN 12457-3, L/S 2 och L/S 10

Ett prov siktas på 4 mm och skakas med avjoniserat vatten i två steg, först vid L/S 2 i 6 timmar och därefter vid L/S 8 i 18 timmar. Den sammanlagda laktiden är 24 timmar och den ackumulerade L/S-kvoten blir 10. Efter filtrering analyseras lakvattnen var för sig (analys V-3a) och pH och konduktivitet bestäms.

Screeninganalys

Screeninganalys utförs med ICP-AES och ICP-SFMS (högupplösande ICP-MS).

V-2

Provet konserveras med ultraren salpetersyra utan föregående filtrering. Slutbestämning utförs med ICP-AES alternativt ICP-MS samt AES för Hg.

V-3a

Provet konserveras med ultraren salpetersyra utan föregående filtrering. Slutbestämning utförs med ICP-AES alternativt ICP-MS samt AES eller AFS för Hg.

Åldersdatering

Alla dateringar av sjösediment (Tjursbosjön och Ekenässjön) har utförts av Gamma Dating Center, Geografiska institutet vid Köpenhams universitet. Proverna har analyserats avseende ^{210}Pb , ^{226}Ra och ^{137}Cs aktiviteten via gamma-spektrometri. Mätningarna utfördes på ett instrument av typen ”Canberra low-background well-detector”. ^{210}Pb mättes via gamma toppen vid 46,5 keV, ^{226}Ra via dotterprodukten ^{214}Pb (toppar vid 295 and 352 keV) och ^{137}Cs via toppen vid 661 keV.

11.3 Analyser grundvatten

11.3.1. Grundvattenrör

Analytica analyspaket V-2 samt grundvattennivå, temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.3.2. Stollgången

Analytica analyspaket V-2 samt vattenflöde i L / min, temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.3.3. Vatten i gruvorna

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.3.4. Brunnsvatten

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument). På vattentäkter som används för konsumtion analyseras även bakterier samt radon.

11.4 Analyser ytvatten

11.4.1. Tjursbosjön, Ekenässjön samt Kyrksjön

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH, syrgas och redox (fältinstrument).

11.4.2. Tjursbosjöns utlopp

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.4.3. Torsfallsån vid Hyttan

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.4.4. Sohlbergsbäcken

Analytica analyspaket V-2 samt vattenflöde i L / min, temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.4.5. Tillflöden

Analytica analyspaket V-2 samt vattenflöde i L / min, temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.4.6. Ytavrinning

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.5 Analyser filterförsök

Analytica analyspaket V-2 samt vattenflöde i L / min, temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.6 Analyser sediment

11.6.1. Suspendat (vatten)

Vatten analyseras på följande parametrar:

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH, syrgas och redox (fältinstrument).

Suspendat analyseras på följande parametrar:

Dammvikt μg (suspendatbelastning $\mu\text{g/l}$).

Analytica analyspaket G-2 och M-2.

11.6.2. Suspendat (sedimentfällor)

Analytica analyspaket MG1-DM (Analyticas interna beteckning för en MG-1 analys på sedimentfällematerial) samt torrsubstanshalt och glödförlust.

11.6.3. Bottensediment

Analytica analyspaket MG-1 alternativt M1-c samt torrsubstanshalt och glödförlust.

Selektiva lakningar: Analytica analyspaket V-2.

11.6.4 Åldersdatering av sediment

Våt- och torrdensitet samt ^{210}Pb , ^{226}Ra och ^{137}Cs .

11.7 Analyser porvatten

11.7.1 Vattenprov ovan sedimentytan

Analytica analyspaket V-2 samt temperatur, konduktivitet, pH och redox (fältinstrument).

11.7.2. Porvatten utpressat ur sedimenten

Analytica analyspaket V-2 samt redox (fältinstrument). Redox kan även mätas direkt i sedimentet före extraktion av porvattnet.

11.7.3. Urvattnat sediment

Analytica analyspaket MG-1. (Före extraktion av porvattnet mäts pH med fältinstrument direkt i sedimentprovet).

11.8 Analyser gruvavfall

11.8.1. Varp, slagg, vaskmull och lakrest

Analytica analyspaket MG-1.
XRF- instrument Niton[®] 700 S unitnr 2311.

11.8.2. Utfällningar på schaktväggar

Analytica analyspaket MG-1.

11.8.3. Lakförsök

Selektiva lakningar: Analytica analyspaket V-2.
Fuktkammarförsök: Analytica analyspaket V-2 samt pH, konduktivitet och redox
Totala-tillgänglighetstester: Analytica analyspaket V-3a.
Skakförsök: Analytica V-3a samt pH och konduktivitet

11.9 Analyser biologiskt material

11.9.1. Bär

Analytica analyspaket M-3 och M-4.

11.9.2. Svamp

Analytica analyspaket M-3 och M-4.

11.9.3. Fisk

Analytica analyspaket M-3 och M-4 samt längd, vikt, köns- och åldersbestämning. Könsbestämning utfördes av Analytica AB och åldersbestämning av Magnus Kokkin, Fiskeriverkets sötvattenlaboratorium.

12. KVALITETSSÄKRING

All provtagning inom projektet har utförts av personal med provtagningsutbildning eller därmed jämförliga kunskaper.

All provtagning har skett efter ett i förväg planerat program och dokumenterats direkt i fält i fältprotokoll. Fältinstrument har kalibrerats enligt tillverkarens instruktioner före provtagning samt kontrollerats efter provtagningens slut.

Alla prover har märkts enligt ett providentifieringssystem där varje prov fått en unik beteckning (bilaga 1).