

# Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva

ÅSA HANÆUS

RAPPORT 6402 • DECEMBER 2010



FALUPROJEKTET



# Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva

Delrapport i slutrapporteringen av Faluprojektet

Åsa Hanæus

NATURVÅRDSVERKET

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: CM Gruppen AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/bokhandeln](http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln)

**Naturvårdsverket**

Tel: 08-698 10 00 Fax: 08-20 29 25

E-post: [registrator@naturvardsverket.se](mailto:registrator@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, 106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-6402-0

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2010

Länk till denna rapport finns även på länsstyrelsen i Dalarnas hemsida [www.w.lst.se](http://www.w.lst.se)

Tryck: CM Gruppen AB, Bromma 2010  
Omslag: Byggnation av uppsamlingsledning  
Falu Gruva med Falu stad i bakgrunden

# Förord

Denna rapport är en delrapport i slutrapporteringen av Faluprojektet och har tagits fram på uppdrag av styrgruppen för Faluprojektet. Författare till rapporten är Åsa Hanæus, GVT. Författaren ansvarar för innehållet i rapporten. Övriga som bidragit med underlagsmaterial och texter är Erik Mattsson, Stora Enso, Per-Erik Sandberg, Länsstyrelsen i Dalarnas län, Stig Johansson, Stora Kopparbergs Bergslags AB (Rödfärgsverket) och Bo Ledin, GVT.

Genomförandet av Faluprojektet har rapporterats i en sammanfattande slutrapport och i fem delrapporter. Till rapporteringen har knutits en referensgrupp som har bestått av följande personer:

|                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| Erik Mattsson      | Stora Enso                    |
| Lennart Lindeström | Svensk MKB                    |
| Lars Söderberg     | SGU/Suanho Consulting         |
| Per-Erik Sandberg  | Länsstyrelsen i Dalarnas län  |
| Tom Lundgren       | Envipro Miljöteknik/Ambiental |

Regeringen beslöt 1987 att tillsätta Dalälvsdelegationen med uppdrag att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år. Som en följd av delegationens arbete träffade Stora Kopparbergs Bergslags AB och tillsynsmyndigheterna, det vill säga Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Dalarnas län och Falu kommuns miljönämnd, 1992 ett avtal om efterbehandling av gruvavfall i Falun. För att genomföra åtgärderna inom avtalet skapades det som kom att kallas Faluprojektet. Faluprojektet har letts av en styrgrupp bestående av tre representanter från STORA och en från vardera tillsynsmyndigheten.

Styrgruppen för Faluprojektet

# Rapporter i Faluprojektet

Denna rapport ”Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva” är en delrapport i slutrapporteringen av Faluprojektet.

I slutrapportering för Faluprojektet ingår följande rapportdelar:

En sammanfattande slutrapport för Faluprojektet:

- Hanæus, Å. och Ledin, B. (2010): **Efterbehandling av gruvavfall i Falun 1992-2008**. Rapport 6398 Naturvårdsverket, Stockholm

Fem stycken delrapporter:

- Haglund, P. och Hanæus, Å. (2010): **Historisk bakgrund och genomförandet av Faluprojektet**. Rapport 6399 Naturvårdsverket, Stockholm.  
Rapporten berättar om bakgrunden till gruvavfallets tillkomst, den tar även upp Dalälvsdelegationen och gruvavfallsprojektet, förhandlingar och avtal gällande Faluprojektet, genomförande och framtida uppföljning av Faluprojektets åtgärder.
- Hanæus, Å. och Ledin, B. (2010): **In situ tvättning av kisbränderdeponin i Falun**. Åtgärder vid f.d. svavelsyrafabriken. Rapport 6400 Naturvårdsverket, Stockholm  
När avtalet som ligger till grund för Faluprojektet arbetades fram, bedömdes metalläckaget från kisbränderdeponin svara för ca hälften av de dåvarande zink- och kadmiumutsläppen från Falun. I rapporten beskrivs in situ tvättning, genomförda åtgärder och resultatet av dessa.
- Hanæus, Å. (2010a): **Efterbehandling av Ingarvsmagasinet i Falun**. Sluttäckning med aska-slamblandning. Rapport 6401 Naturvårdsverket, Stockholm  
Inom ramen för Faluprojektet har Ingarvsmagasinet, ett magasin för anrikningssand, sluttäckts. Rapporten behandlar utgångsläge, genomförande och uppföljning av åtgärder.
- Hanæus, Å. (2010b): **Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva**. Rapport 6402 Naturvårdsverket, Stockholm  
Rapporten tar upp problematiken med de betydande mängder varp, rödfärgsråvara och slagg som är beläget inom UNESCO:s historiska världsarv och därmed förelagda med restriktioner. Dessutom pågår industriverksamhet, i form av Rödfärgsverket som tillverkar rödfärgspigment och Falu rödfärg av den vittrade varpen. Området

kring gruvan är den tredje största källan av metallutsläpp i Falun. I rapporten beskrivs genomförda åtgärder, såsom uppsamling och rening av bl.a. lakvatten och resultat av dessa, kostnader och ansvarsfördelning, framtida drift, kontroll och områdesskydd.

- Lindeström, L. och Tröjbom, M. (2010): **Konsekvenser för Faluån, Runn och Dalälven av åtgärder på gruvavfall i Falun.** Rapport 6403 Naturvårdsverket, Stockholm.  
Rapporten visar en översiktlig beskrivning av vad som kunnat utläsas i det mottagande vattenområdet för vatten från Falun, till följd av genomförda åtgärder inom Faluprojektet. Rapporten redovisar de metallhalter och -mängder som uppmätts i vatten före, under och efter Faluprojektets genomförande.

Delrapporterna kan läsas fristående och riktar sig till den som önskar fördjupad information om något av dessa områden/objekt.

# Innehåll

|   |           |
|---|-----------|
| <b>FÖRORD</b>   | <b>3</b>  |
| <b>RAPPORTER I FALUPROJEKTET</b>  | <b>4</b>  |
| <b>SAMMANFATTNING</b>   | <b>8</b>  |
| <b>SUMMARY</b>  | <b>11</b> |
| <b>1 INLEDNING</b>  | <b>14</b> |
| 1.1 Lokalisering och kort orientering                                   | 14        |
| 1.2 Falu gruva och verksamheter på gruvområdet                          | 16        |
| 1.3 Bakgrund till genomförda åtgärder                                   | 17        |
| <b>2 VAL AV ÅTGÄRDSMETOD</b>  | <b>24</b> |
| 2.1 Utgångspunkt – Gruvavfallsprojektet                                 | 24        |
| 2.2 Faluprojektets åtgärdsval, tidigt skede                             | 24        |
| 2.3 Lakvattenuppsamling – en bra åtgärd för gruvområdet trots allt?     | 25        |
| <b>3 MÅLSÄTTNING FÖR EFTERBEHANDLING AV GRUVOMRÅDET</b>                 | <b>32</b> |
| 3.1 Gruvavfallsprojektets åtgärdsutredning 1989/90                      | 32        |
| 3.2 Målsättning för uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet | 32        |
| <b>4 PROJEKTETS GENOMFÖRANDE</b>  | <b>33</b> |
| 4.1 Organisation  | 33        |
| 4.2 Tillståndsprövning – myndighetsbeslut                               | 34        |
| 4.3 Genomförande av åtgärder  | 35        |
| 4.4 Flytt av rödfärgsråvara inom gruvområdet                            | 35        |
| 4.5 Grundvattenavskärning dränering mot Pilbo                           | 37        |
| 4.6 Uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet/rödfärgsråvaran | 38        |
| 4.7 Drift och skötsel   | 45        |
| 4.8 Miljökontroll   | 46        |
| 4.9 Byggkontroll  | 48        |
| <b>5 ÖVRIGA AKTÖRERS EFTERBEHANDLINGSÅTGÄRDER PÅ GRUVOMRÅDET</b>        | <b>49</b> |
| 5.1 Uppsamlingsanordning längs väg 50, Vägverket                        | 49        |
| 5.2 Ny reningsanläggning för gruvvatten, Stora Enso                     | 49        |
| <b>6 PROJEKTUPPFÖLJNING – UTVÄRDERING</b>                               | <b>56</b> |
| 6.1 Reduktion av metallläckaget   | 56        |
| 6.2 Miljöeffekter   | 71        |
| 6.3 Ekonomi   | 71        |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| <b>7 GRUVOMRÅDET I FRAMTIDEN</b> | <b>73</b> |
| 7.1 Framtida skydd               | 73        |
| 7.2 Framtida drift och underhåll | 73        |
| 7.3 Framtida kontroll            | 74        |
| 7.4 Ansvar och avsatta medel     | 77        |
| <b>8 REFERENSER</b>              | <b>79</b> |

## Bilagor

- Bilaga 1** Läge i plan för grundvattenavskärande dräneringsledning mellan Pilbo och gruvområdet
- Bilaga 2** Längdprofil över dräneringen mellan Pilbo och gruvområdet
- Bilaga 3** Uppsamlingsanordning längs väg 50, plan
- Bilaga 4** Uppsamlingsanordning längs väg 50, längdprofil
- Bilaga 5** Uppsamlingsanordning, samtliga ledningar, plan
- Bilaga 6** Metallhalter i Gruvdiket (F8)



# Sammanfattning

## Bakgrund

Regeringen beslöt 1987 att tillsätta Dalälvsdelegationen, med uppdrag att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år. Som en följd av Dalälvsdelegationens arbete träffade Stora Kopparbergs Bergslags AB och tillsynsmyndigheterna 1992 ett avtal om efterbehandling av gruvavfall i Falun. För att genomföra avtalets intentioner skapades det som kom att kallas Faluprojektet. Inom ramen för Faluprojektet har bland annat ett antal efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet i Falun genomförts, liksom åtgärder på Ingarvsmagasinet (sluttäckning) och kisbränderdeponin (in situ tvättning och sluttäckning). Åtgärderna genomfördes under en femtonårsperiod.

På gruvområdet finns betydande mängder varp, rödfärgsråvara (vittrad varp) och slagg - det vill säga äldre, förhållandevis kopparrikt gruvavfall. Gruvområdet ingår i det historiska industrilandskapet kring Stora Kopparberget och Falun, som utsågs till världsarv av UNESCO år 2001. Dessutom finns pågående industriverksamhet i form av Rödfärgsverket, som tillverkar rödfärgspigment och Falu rödfärg av den vittrade varpen. Då avtalet som ligger till grund för Faluprojektet arbetades fram, bedömdes metalläckaget från gruvområdet vara i storleksordningen 30 ton/år för zink, 100 ton/år för järn, 3,5 ton/år för koppar och 30 kg/år för kadmium. Området kring gruvan var därmed den tredje största källan till metallutsläpp i Falun, efter Ingarvsmagasinet och kisbränderdeponin.

## Genomförda åtgärder

Följande efterbehandlingsåtgärder har genomförts på gruvområdet:

- Flytt av rödfärgsråvara inom gruvområdet (1993-2007). Rödfärgsråvaran har lagts upp närmare Stora Stöten, så att lakvattnet dräneras till gruvan. Gruvan länshålls och länspumpningsvattnet renas - sedan 1987 i Främby reningsverk och inom en nära framtid i en nybyggd reningsanläggning på gruvområdet.
- Grundvattenavskärning (1996). Dräneringen minskar tillförseln av grundvatten till gruvområdet och därmed lakvattenbildningen.
- Uppsamlingsystem för förorenat grundvatten (lakvatten) från gruvområdet (anlagt 2004-2006), med avtal om rening av lakvattnet ”för all framtid”. Det uppsamlade lakvattnet kommer att renas i Stora Ensos nya reningsanläggning för länspumpningsvatten från gruvan, där metallerna omvandlas till säljbara produkter. Reningsanläggningen är för närvarande under intrimning.

## Resultat av genomförda efterbehandlingsåtgärder

Uppföljning hittills indikerar att metalltransporten med Gruvdiket minskat kraftigt sedan uppsamlingsystemet för lakvatten på gruvområdet togs i drift sommaren

2007. Fortsatt uppföljning krävs för att se långtidseffekterna av efterbehandlingsåtgärderna på gruvområdet, liksom uppföljning av andra läckagevägar för metaller från gruvområdet än via Gruvdiket. Reduktionen av zink, kadmium och koppar har beräknats till mellan 90 och 95 % efter de åtgärder som vidtagits inom gruvområdet.

Efterbehandlingsåtgärderna har genomförts utan att områdets kulturmiljövärden påverkats.

### **Kostnader och ansvarsfördelning**

Flytten av rödfärgsråvara har utförts inom ramen för Rödfärgsverkets ordinarie verksamhet och har därmed inte belastat Faluprojektet ekonomiskt. Kostnaden för den grundvattenavskärande dräneringen uppgick till ca 0,84 Mkr (1995-1996 års penningvärde).

Uppsamlingsystemet för lakvatten från gruvområdet kostade ca 4,7 Mkr att anlägga, exklusive sträckan längs väg 50 som bekostades av Vägverket. Den totala investeringskostnaden för den nya reningsanläggningen beräknas till ca 129 Mkr, varav Faluprojektet står för 9,2 Mkr, Vägverket, genom Falu kommun, för 0,8 Mkr och Stora Enso för resterande del. Kostnadsandelarna motsvarar de andelar av anläggningens behandlingsskapacitet som lakvattnet från gruvområdet, lakvattnet från vägområdet respektive länshållningsvattnet från gruvan upptar.

För drift- och underhåll av uppsamlingsystemet och reningsanläggningen ansvarar Stora Kopparbergs Bergslags AB. Kostnaden för drift- och underhåll av uppsamlingsystemet, samt rening av uppsamlat lakvatten ”för all framtid” har beräknats till 35 Mkr för Faluprojektets del, d v s lakvatten från gruvområdet.

### **Framtida drift, kontroll och områdesskydd**

Stora Kopparbergs Bergslags AB ansvarar fortsättningsvis för drift och underhåll av uppsamlingsystemet och reningsanläggningen. Drift av uppsamlingsystemet för lakvatten omfattar bland annat rengöring av pumpar, spolning av pumpstationer, brunnar, och uppsamlingsledningar, rensning av pumpledningar med plugg, samt mätning och injustering av vattennivån i de olika delarna av systemet. Kontroll av vattennivåerna är mycket viktig för att optimera mängden uppsamlat lakvatten och för att hindra ökad vittring i marken.

Den framtida kontrollen som rör gruvområdet utförs av flera aktörer och omfattar lakvattenuppsamlingsystemet och reningsanläggningen (Stora Kopparbergs Bergslags AB), recipientkontroll i tillflöden till Faluån, bland annat Gruvdiket och Gruvbäcken (Faluprojektet), samt recipientkontroll uppströms och nedströms Falun/Faluån (Dalälvens vattenvårdsförening). Samtliga mätvärden samlas i en databas och rapportering ska ske årligen till Länsstyrelsen i Dalarnas län.

Alternativa former för skydd av genomförda efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet har diskuterats, såsom exempelvis bestämmelser i detaljplan, inrättande av miljöriskområde och utfärdande av områdesbestämmelser via beslut enligt miljöbalken. I nuläget utfärdas inget särskilt områdesskydd för gruvområdet, framförallt på grund av att det fortfarande förekommer aktiv industriverksamhet på området. Dagens tillsynsförhållanden (2009) är sådana att Länsstyrelsen i Dalarnas län bedriver tillsyn över gruvområdet i stort, samt över den nya reningsanläggningen för gruvvatten (inklusive uppsamlingsanordningarna för lakvatten), medan Falu kommun bedriver tillsyn över verksamheten vid Rödfärgsverket.

# Summary

## Background

In 1987, the Swedish government appointed the Dalälven Commission to create an action plan for cleaning up the Dalälven River within 10 years. As a result of work done by the Dalälven Commission, an agreement was struck between Stora Kopparbergs Bergslags AB and the affected government bodies in 1992 regarding mine waste remediation in Falun. Out of this agreement, *Faluprojektet*, the remediation strategy, was born. One major project within this strategy was a series of remedial measures around the mine site itself. Other remediation projects included covering of the Ingarvet Tailings Pond as well as in situ flushing and covering the abandoned Pyrite Cinder Disposal Site. Remediation was to be completed after 15 years.

Large quantities of waste rock, pigment raw material and slag, older waste material relatively rich in copper, are found on the Falun mine site. The mine site itself is part of the Falun mine historical landscape, which was designated a UNESCO World Heritage Site in 2001. There is also ongoing industrial activity at Rödfärgsverket, a plant that produces red paint out of the pigment raw material.

When the agreement that led to Faluprojektet was struck, it was estimated that approximately 30 tonnes zinc, 100 tonnes iron, 3,5 tonnes copper and 30 kg cadmium leaked annually from the Falun mine site. This meant that the mine site was the third largest source of metal contamination in Falun at that time (after the Ingarvet Tailings Pond and the Pyrite Cinder Disposal Site).

## Remedial Measures Taken

The following remedial measures have been taken on the mine site:

- The raw pigment material was moved within the mine site (1993-2007). It is now stored closer to *Stora Stöten*, “the Great Pit”, so that the run-off drains into the mine. Pumps in the mine keep the water-level down and the AMD (acid mine drainage) has been treated since 1987, initially at Främby Municipal Water Treatment Plant and in the near future at a treatment plant built at the mine site.
- Diversion ditches were installed (1996) to limit the inflow of groundwater into the mine site and thereby reducing the contaminated groundwater drainage.
- A subsurface collection system for acid drainage (groundwater) was installed (2004-2006) from the mine site and an agreement was made to treat the collected water “throughout the future”. The collected water is to be treated in Stora Enso’s new AMD treatment plant, where metals in incoming water will be transformed into valuable products.

### **Remediation Results**

So far, monitoring results from Gruvdiket (the mine ditch) show that metal discharges have been reduced considerably since the subsurface collection system started to operate in 2007. Continued monitoring is required to understand the long-term effects of remediation of the mine site. Likewise, it is important to monitor other discharge channels as well as than Gruvdiket (the mine ditch). Following the remedial measures taken, reductions in zinc, cadmium and copper discharges from the mine area so far have been estimated at between 90-95%.

Remediation has been completed without affecting the cultural landscape of the mine site.

### **Cost Analysis and Sharing**

Moving the raw pigment material took place within the regular operations of the paint plant and therefore did not cost anything for Faluprojektet. The cost of installing diversion ditches around the mine site cost approximately 0,84 M SEK (1995-1996 value).

The run-off collection system cost 4,7 M SEK to install, excluding the section along Motorway 50, which was financed by the Swedish Road Administration. The total investment cost for the new water treatment plant was 129 M SEK, of which Faluprojektet paid 9,2 M SEK, the Swedish Road Administration, through the municipality of Falun, paid 0,8 M SEK and Stora Enso paid the rest. These cost shares are equal to the treatment capacity proportions that the acid drainage from the mine site, from around the motorway and the AMD pumped from the mine represent. Stora Kopparbergs Bergslags AB is responsible for future operation and repairs of both the collection system and the water treatment plant. The cost of future operation and repairs of the collection system and its treatment "throughout the future" cost Faluprojektet 35 M SEK.

### **Future Operations, Follow-up and Area Protection**

The responsibilities of Stora Kopparbergs Bergslags AB for the future operation and repairs of the collection system and for the new AMD treatment plant include, among other things, the cleaning of pumps; flushing pumping stations, wells and pipes; as well as measuring and adjusting water levels in different parts of the system. Properly regulating the water levels is very important in order to optimise AMD collection and minimise the weathering of waste material.

There are different parts to the remediation follow-up that different players will be responsible for. Stora Kopparbergs Bergslags AB is responsible for the AMD (groundwater) collection system and the water treatment plant. Faluprojektet is responsible for measuring discharges into the River Faluån. Dalälvens vattenvårdsförening is responsible for measuring metal contamination above and below stream in Faluån River. Measurement results will be gathered in a database and annual reports will be prepared for the regional government.

Several alternatives for the long-term protection of the Falun mine site have been discussed, such as restrictions in the local development plan, creating an environmental management area and protection under the Swedish Environmental Code. At the moment, no particular protection is in place as active industrial activity continues at the mine site. As of 2009, the County Administrative Board of Dalarna regulates the mine area as a whole as well as the collection and treatment of AMD, while the local environmental authority regulates activities at the paint plant.

# 1 Inledning

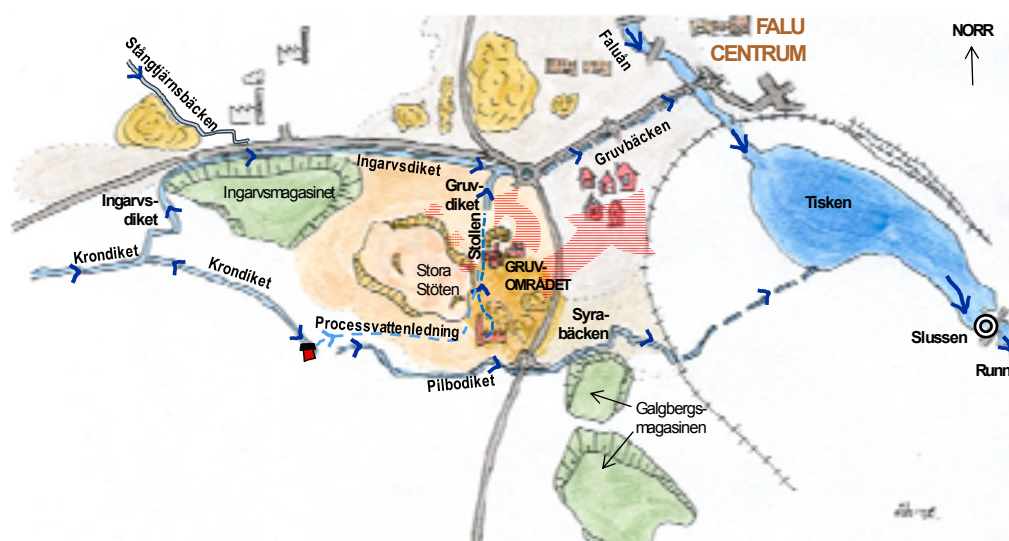
## 1.1 Lokalisering och kort orientering

Industriområdet kring Falu gruva är beläget direkt sydväst om Falu centrum. På gruvområdet finns aktiv industriverksamhet i form av Rödfärgsverket där pigment till Falu rödfärg och färdig rödfärg produceras. Där finns också verksamheter kopplade till turism, såsom gruvmuseum, caféer, butiker och turistinformationen i det så kallade Världsarvshuset. Det historiska industrilandskapet kring Stora Kopparberget och Falun utsågs till världsarv av Unesco 2001 och världsarvet omfattar bland annat gruvlandskapet, staden och bergsmansbygden. Gruvområdet är således en central del i världsarvet.

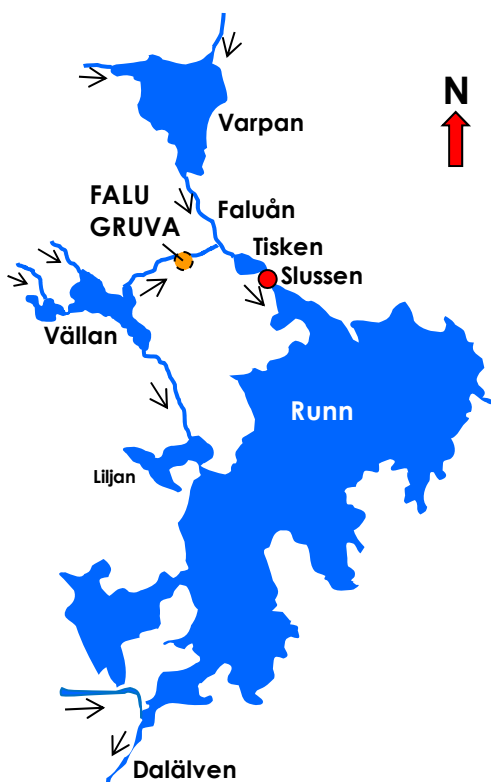
Inom gruvområdet förekommer olika typer av gruvavfall, dels som fyllning i mark, dels i form av synliga upplag. De gruvavfall som förekommer i störst mängd är slagg, varp och rödfärgsråvara (vittrad varp).



Figur 1. Flygbild över gruvområdet i Falun, 2007.  
© Lantmäteriet Gävle 2010. Medgivande 75986229



Figur 2. Vattendrag (blå) och grundvattenflöden (röda) i anslutning till gruvområdet i Falun.



Figur 3. Större sjöar och vattendrag uppströms och nedströms gruvområdet i Falun.

Metallförorenat vatten från gruvområdet tar i princip två vägar. Området närmast Stora Stöten avvattnas till gruvan, som läns pumpas för att inte kulturhistoriskt värdefulla delar av gruvan ska vattenfyllas. Det metallrika gruvvattnet renas sedan 1987 i Främby reningsverk. Det reade vattnet släpps ut i sjön Runn, nedströms Falun. Övrigt vatten avrinner till Faluån, dels via Gruvdiket-Gruvbäcken, dels som ett diffust grundvattenflöde nordöst mot Faluån-Tisken.

Gruvdiket leder bort grundvatten, dagvatten och ytvatten från gruvområdet. Norr om gruvområdet går Gruvdiket ihop med Ingarvsdicket och bildar Gruvbäcken. Gruvbäcken är kulverterad genom stadsbebyggelsen och mynnar i Faluån.

Faluån har sitt utlopp i sjön Tisken, som i sin tur avbördas till sjön Runn och vidare till Dalälven – Östersjön.

Dalälven klassades 1992 av HELCOM som en "hotspot" när det gäller föroreningskällor till Östersjön på grund av metallutsläppen från gruvavfall, främst från



Falun. Gruvområdet var vid den tiden en av de största källorna för metalläckage till Dalälven.

## 1.2 Falu gruva och verksamheter på gruvområdet

Falu Gruva består av Stora Stöten, en besöksgruva under jord samt ett flertal smågruvor och schakt vid sidan av Stora Stöten liksom ett stort antal orter (tunnlar), arbetsrum och sänken i berget kring och under gruvområdet.

Den sammanlagda längden av håligheterna är ca 80 km, varav ca 33 km ligger ovanför dagens vattennivå i gruvan på ca -210 m till -215 m under markytan. Gruvans största djup är 600 m och det djupaste schaktet, Oscars schakt, är 440 m djupt. ([www.falugruva.se/Kopparberget/Gruvan/Gruvan/](http://www.falugruva.se/Kopparberget/Gruvan/Gruvan/), 2008).

Brytningen i Falu gruva upphörde i december 1992, efter mer än tusen år av gruvsdrift. Modern forskning visar på att gruvan började brytas redan på 700 - 800-talet, eller möjligen ännu tidigare (bl.a. (Eriksson och Qvarfort, 1996), samt ett flertal undersökningar genomförda av Dalarnas Museum). Under historisk tid bröts koppar i Falu gruva. Under senare tid blev även andra produkter viktiga. Vid tiden för gruvans nedläggning var svavelkis-slig och zinkslig de produkter som producerades i störst mängd, följt av blyslig, kopparslig, samt mindre mängder guld- och silverslig. Totalt uppskattas ca 30 miljoner ton malm ha brutits under gruvans livstid. (Lindeström, 2003).

Den enda nu kvarvarande industriverksamheten vid Falu gruva är Rödfärgsverket. Där sker tillverkning av pigment till Falu rödfärg och färdig rödfärg. Verksamheten vid det nuvarande rödfärgsverket startade 1775.



Figur 4. Rödfärgsverket (till vänster) och den nya gruvvattenreningsanläggningen (till höger).

Av de verksamheter som tidigare bedrivits på gruvområdet kan bland annat anrikningsverket nämnas. Det anlades 1926-27 och byggdes om och till i flera omgångar (Sundström, 2002). Verksamheten lades ner 1993 och byggnaden revs samma år, sedan brytningen i Falu gruva upphört i december 1992.

Det har förekommit ett flertal andra gruvrelaterade verksamheter på gruvområdet, bland annat vitriolsjuderi, graderverk, precipitationssverk, talkverk, och svavelkokeri (Sundström, 2002).

År 2000 överförde STORA till den nybildade Stiftelsen Stora Kopparberget flertalet av sina historiska objekt, bland annat Falu Gruva med kringliggande industrihistoriskt område. Idag ägs och förvaltas alltså Falu gruva av stiftelsen, som är markägare vid gruvområdet.

En nyanlagd verksamhet på gruvområdet är Stora Ensos nya reningsanläggning för gruvvatten, med återvinning av metaller i form av användbara produkter. Reningsanläggningen är för närvarande (2009) under intrimning. Se vidare avsnitt 5.2.

## 1.3 Bakgrund till genomförda åtgärder

### 1.3.1 Faluprojektets tillkomst

Arbetena med att kartlägga och åtgärda utsläppen av metaller från Falu gruva med omnejd startade redan 1968, efter kontakter mellan dåvarande STORA och Naturvårdsverket. Falu gruva fanns därmed på agendan redan under myndighetens första verksamhetsår. Kartläggningarna som genomfördes rörde bland annat storleken på utsläpp med gruvvattnet, metalltransport och metallförekomst i recipienterna, samt åtgärdsalternativ, och ledde så småningom till att rening av gruvvattnet i det kommunala reningsverket, Främbyverket, startade 1987. Samma år tillsatte regeringen Dalälvsdelegationen för att utreda hur man skulle kunna minska utsläppen till Dalälven från bland annat Faluns gruvavfall, som man konstaterat var den enskilt största källan till tungmetallutsläpp i Sverige. Dalälvsdelegationen tilldelades 100 Mkr för att genomföra utredningar och åtgärder med syfte att rena Dalälven. Under 1988 startade Dalälvsdelegationen det så kallade Gruvavfallsprojektet, som syftade till att kartlägga gruvavfallet inom Dalälvens avrinningsområde och ta fram förslag till åtgärder för att minska dess miljöpåverkan. Samma år inleddes projektet VARP –89 i Stora Kopparbergs Bergslags AB:s regi.

Som en följd av Dalälvsdelegationens arbete tecknades 1992 (samma år som Falu gruva lades ner) ett långsiktigt avtal om efterbehandlingsåtgärder mellan Stora Kopparbergs Bergslags AB och tillsynsmyndigheterna - Länsstyrelsen i Dalarnas län, miljönämnden i Falu kommun och Naturvårdsverket. Genomförandet av avtalet har kallats Faluprojektet. Inom ramen för Faluprojektet har flera gruvavfallsobjekt efterbehandlats under en femtonårsperiod, bland annat gruvområdet. Avtalet innebar att Stora Kopparbergs Bergslags AB åtog sig att finansiera efterbehandlingsåtgärder upp till 60 Mkr, plus indexuppräknning från 1992. Staten skulle enligt samma avtal svara för övriga kostnader, vilka i ett regeringsbeslut från 1992 begränsades till 90 miljoner kronor ”*eller det lägre belopp som kvarstår av de medel som riksdagen anvisat för rening av Dalälven*”.

### 1.3.2 Varför åtgärder på Gruvområdet?

Innan Faluprojektet startade, hade flera olika undersökningar genomförts för att kartlägga vilka gruvavfallsobjekt i Falun som stod för de största utsläppen av tungmetaller. Den enskilt största källan var läns-pumpningsvattnet från gruvan, som svarade för ungefär hälften av metallutsläppen. 1987 började gruvvattnet renas i Främby avloppsreningsverk, med utlopp i Runn, vilket kraftigt reducerade metall-tillförseln till Faluån, Tisken och Runn.

Nästa steg var att kartlägga vilken eller vilka av övriga källor som stod för största delen av kvarvarande metallutsläpp. Sådana undersökningar utfördes av dåvarande STORA i form av projektet VARP-89 och inom ramen för Dalälvsdelegationens Gruvavfallsprojekt som pågick 1989-90. Båda studierna visade att varp och så kallad rödfärgsråvara (vittrad varp) på industriområdet kring gruvan var den tredje största källan till metallutsläpp, efter Ingarvsmagasinet och kisbränderdeponin. Framförallt när det gällde koppar och järn, stod urlakning av varp och rödfärgsråvara på gruvområdet för en betydande andel, ca 20-30 %.

Tabell 1. Resultat av VARP-89 och Gruvavfallsprojektets (1989-90) kartläggning av metalläckage i Falun, från gruvområdet och för Falun totalt. Områdesindelningen var något olika i de två studierna.

|  | ZINK<br>(ton/år) | JÄRN<br>(ton/år) | KOPPAR<br>(ton/år)  | KADMIUM<br>(kg/år) |
|--|------------------|------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Gruvavfallsprojektet (1990)</b>   |                  |                  |                     |                    |
| Gruvvarp på gruvområdet  | 10               |                  | 1,5                 | 19                 |
| Rödfärgsråvara på gruvområdet  | 20               |                  | 2                   | 10                 |
| Totalt från Faluns gruvavfallsupplag,<br>inklusive slagg i fyllning          | 310              |                  | 16                  | 400                |
| <b>ANDEL FRÅN GRUVOMRÅDET</b>  | <b>10 %</b>      |                  | <b>20 %</b>         | <b>5%</b>          |
| <b>VARP -89</b>  |                  |                  |                     |                    |
| Industriområdet kring gruvan   | 30               | 98               | <i>Ej redovisat</i> | *                  |
| Totalt till Faluån från Faluns centrala<br>delar, inklusive slagg i fyllning | 290              | 354              | <i>Ej redovisat</i> | *                  |
| <b>ANDEL FRÅN GRUVOMRÅDET</b>  | <b>10 %</b>      | <b>30 %</b>      |                     | *                  |

\* Kadmium analyserades inte inom VARP-89, men zink användes som indikation för den relativa kadmiumförekomsten, tack vare det starka sambandet mellan de två metallerna.

En slutsats av Gruvavfallsprojektet var att det var mest kostnadseffektivt att åtgärda de största källorna till metallutsläpp med hög ambition, istället för att åtgärda många mindre källor.

Utifrån dessa kartläggningar placerades gruvvarp och rödfärgsråvara i området vid Falu gruva i "prioritetsgrupp 2" i det avtal om efterbehandling av Faluns gruvavfall som slöts mellan Stora Kopparbergs Bergslags AB och tillsynsmyndigheterna 1992.

År 2003-2004 genomfördes flera utredningar om metalläckagen från olika gruvavfallsobjekt i Falun. Utredningarna sammanfattades i en så kallad huvudstudie (Hanæus och Ledin, 2004), se vidare avsnitt 2.3.1. Utredningen visade att gruvområdet nu stod för en större andel än tidigare, eftersom åtgärder genomförda på Ingarvsmagasinet och Kisbränderdeponin hade minskat det totala metalläckaget. För metallerna koppar, kadmium och järn beräknades gruvområdet nu stå för uppemot 50 % av det totala, kvarvarande metalläckaget från gruvavfall i Falun, se Tabell 2.

Tabell 2. Kartläggning av metalläckage i Falun, från gruvområdet och för Falun totalt år 2003. Data från (Hanæus och Ledin, 2004).

|  | ZINK<br>(ton/år) | JÄRN<br>(ton/år) | KOPPAR<br>(ton/år) | KADMIUM<br>(kg/år) |
|--|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Gruvområdet  | 13-18            | 90-120           | 2-3                | 30-40              |
| Totalt från Faluns gruvavfallsupplag,<br>inklusive slagg i fyllning, år 2003 | 48-69            | 165-239          | 5-8                | 68-100             |
| <b>ANDEL FRÅN GRUVOMRÅDET</b>  | <b>20-35 %</b>   | <b>40-70 %</b>   | <b>25-60 %</b>     | <b>30-60 %</b>     |

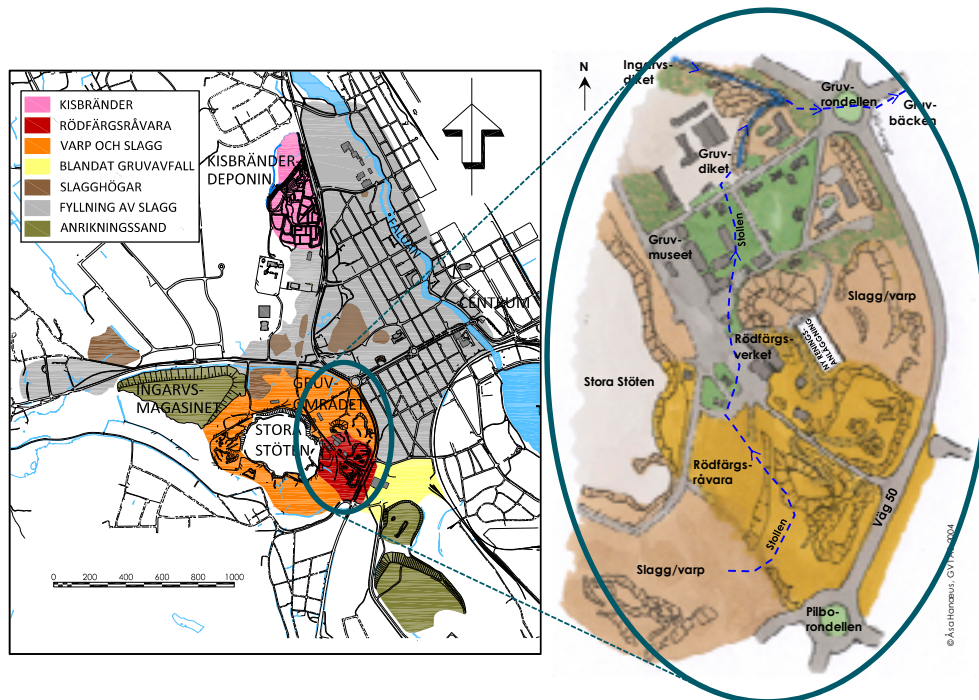
### 1.3.3 Gruvavfall inom gruvområdet

Inom gruvområdet förekommer olika typer av gruvavfall, dels som fyllning i mark, dels i form av synliga upplag. De gruvavfall som förekommer i störst mängd är slagg, varp och rödfärgsråvara. Rödfärgsråvaran är detsamma som vittrad varp och kallas ibland för rödmull eller slamjord. Råvara till rödfärgstillverkningen tas fram genom att det finkorniga materialet i varphögarna siktas ur ungefär vart tionde år. Det grövre materialet läggs tillbaka för fortsatt vittring. Rödfärgsråvaran har varierande kornstorlek, från siltig till grusig enligt klassificeringssystemet för jordarter.



Figur 5. Upplag av rödfärgsråvara söder om rödfärgsverket.

Rödfärgsråvara förekommer på området söder om rödfärgsverket, se Figur 6. Här förekommer också slagg och mindre mängder avfallssand från det nedlagda anrikningsverket. Området direkt norr om rödfärgsverket utgörs främst av varp. De flesta varpupplagen på gruvområdet har omlagrats under årens lopp, eftersom om-anrikning har utförts i olika omgångar. Större mängder varp förekommer även väster om Stora Stöten. På hela gruvområdet förekommer slagg, både som fyllning och i upplag.



Figur 6. Gruvavfallens utbredning i centrala Falun (till vänster), samt de olika gruvavfallen på gruvområdet (till höger).

Vid beräkningar gjorda i samband med gruvavfallsprojektet (1989-90) bedömdes mängden rödfärgsråvara uppgå till ca 150 000 m<sup>3</sup> och mängden gruvvarp på gruvområdet och runt Stora Stöten uppgå till ca 200 000 m<sup>3</sup>.

Inmätningar och beräkningar som Stora Kopparbergs Bergslags AB lät utföra under 2007, visade att mängden varp i upplag och i fyllning inom området kring rödfärgsverket uppgår till ca 300 000 – 350 000 m<sup>3</sup>. Andelen av denna varp som kan användas som rödfärgsråvara har ej fastställts.

### 1.3.4 Gruvområdets hydrogeologi

I centrala Falun utgörs berggrunden i huvudsak av leptit. Leptit är en finkornig bergart som ur vattenförsörjningssynpunkt är bland de svåraste bergarterna att utvinna vatten från. Till följd av starka tektoniska rörelser är berggrunden kring Falu gruva generellt mycket komplicerad, med stora inslag av metamorfa bergarter. Starka tektoniska rörelser innebär att sprickfrekvensen är hög. Sprickzonerna är dock relativt läkta, vilket innebär att vattenföringen i dem är låg. Brunnar som har borrats i direkt anslutning till gruvan visar att det är svårt att utta större vattmängder ur berggrunden. Grundvattennivån i berggrunden kan vara belägen endast några meter under markytan, även inom områden där gruvgångar finns på stort djup. Grundvattenströmningen i berget är därmed mycket begränsad.

För att hindra att gruvan och Stora Stöten vattenfylls, sker läns-pumpning av gruvvatten så att vattennivån i gruvan hålls på ca -210 m till -215 m under markytan.

Undersökningar har visat att pumpningen av länsvatten från gruvan inte ger någon märkbar avsänkning av grundvattenytan i jord eller berg omkring gruvhålet. Den hydrauliska kontakten mellan gruvan och omgivande mark är alltså dålig, och grundvattenflödet väster och öster om Stora Stöten sker till största del förbi gruvan och ner mot Faluån eller läcker fram i Stollen/Gruvdiket istället för att dräneras till gruvan – trots pumpningen i gruvan.

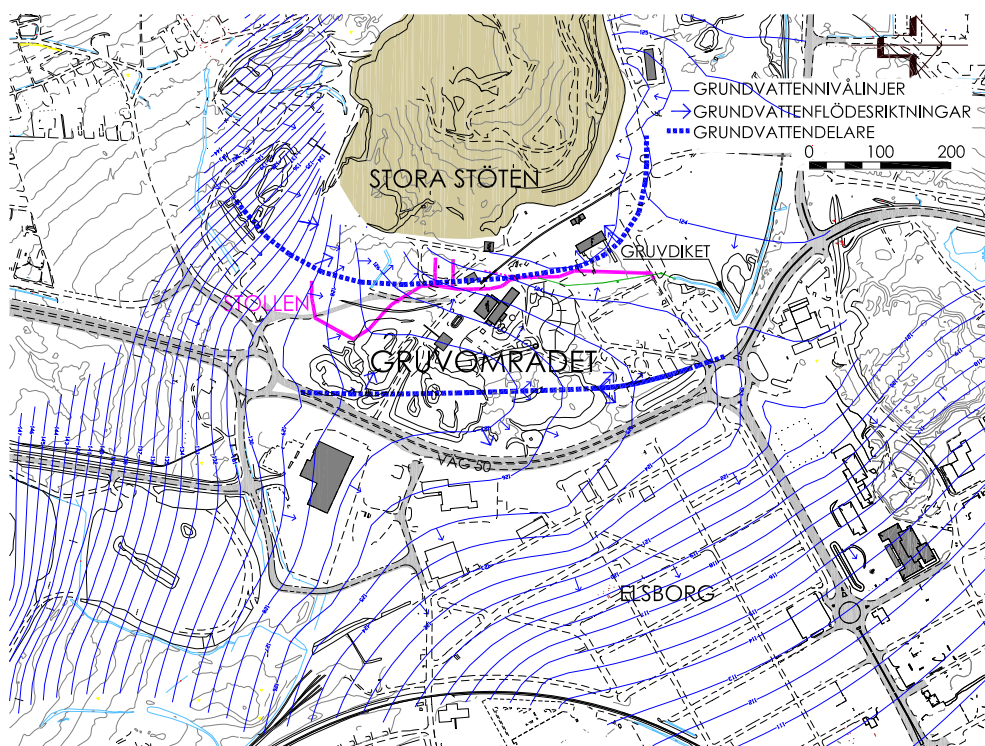
Jordlagren inom gruvområdet är mycket heterogena. Fyllning av olika typer av gruvavfall överlagrar de naturliga jordarterna; lera/silt samt finkornig, hårt packad morän. Inom vissa delar, där vattenområden tidigare förekommit, underlagras fyllningen av torv och lera. De naturliga jordarterna har generellt låg vattengenomsläpplighet. Jordlagren i den södra delen av gruvområdet, från upplagen med rödfärgsråvara och ner mot staden, utgörs ned till några meters djup av olika typer av fyllning med varierande vattengenomsläpplighet. De mer genomsläppliga delarna har ingen större sammanhängande utbredning, varför jord/fyllning med låg genomsläpplighet begränsar grundvattenflödet. I gruvområdets norra del förekommer större mängder grövre fyllning i form av slagg med hög vattengenomsläpplighet. Slaggförekomsterna är oftast lokala, vilket innebär att grundvattenflödet även här begränsas av omkringliggande, tätare massor. Området ”nedströms gruvområdet”, i nordlig riktning ner mot staden och Faluån, utgörs till stora delar av tunna slagglager som underlagras av silt och lera, samt relativt ogenomsläpplig morän. Grundvattenflödet sker därför främst i slagglagren. Grundvattennivån i jordlagren inom gruvområdet är relativt hög, i huvudsak är grundvattenytan belägen ca 1-2 m under markytan.



Inom gruvområdet finns sedan gammalt en stoll i nord-sydlig riktning. Stollen sträcker sig från gamla anrikningsverket i söder, förbi gruvmuseet och mynnar ut i det s.k. Gruvdiket i norr, se Figur 6. Stollen och Gruvdiket fungerar längs vissa sträckor som en dränering, eftersom diket/Stollen delvis ligger under grundvattenytan. Bitvis är Stollen rasad och bitvis är det fortfarande möjligt att gå ner i brunnar och gå i Stollen, se Figur 7. Stollen har under åren använts som ledningsschakt. Ett flertal ledningar finns kvar i Stollen, men ingen av dem används idag.

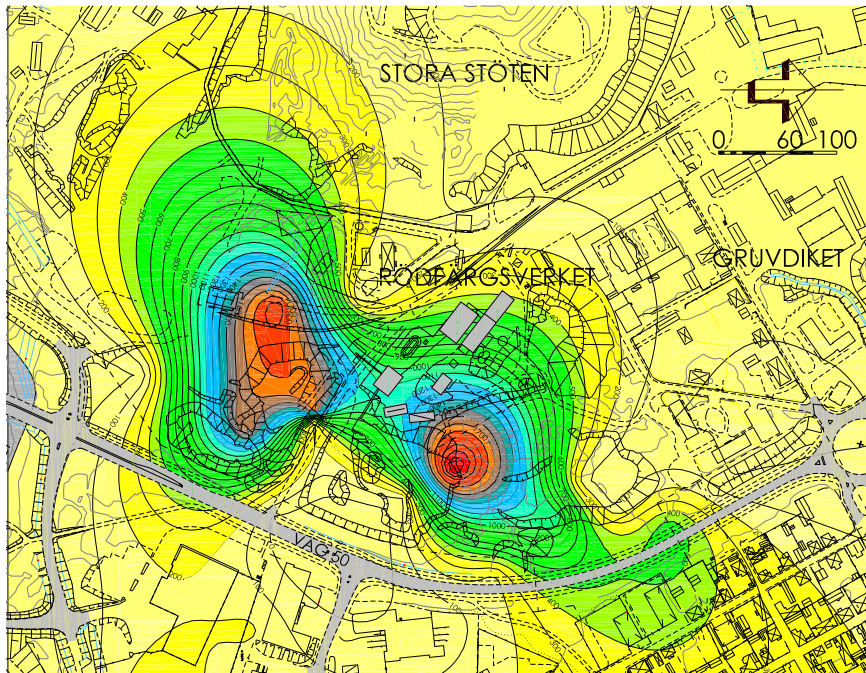
Figur 7. Bilder inifrån Stollen tagna i samband med ledningsinventering (Johansson och Ledin, GVT AB, 2003).

Gruvområdet är flackt och har två rörliga grundvattendelare (se Figur 8), vilket gör det svårt att beräkna de olika grundvattenflödena exakt. Grundvattenflödet från gruvområdet ned mot staden mynnar i Faluån, men i viss mån dräneras det av via avloppsledningsnätet, i ledningsgravar och i otäta ledningar. Metallförorenat grundvatten från gruvområdet transporteras på så sätt till Faluån i eller längs med dagvattenledningar, samt till Främby avloppsreningsverk med spillvattenledningar. Fram till november 2004 var dagvattenledningarna längs väg 50 av misstag anslutna till det kommunala spillvattennätet, vilket upptäcktes och åtgärdades i samband med ombyggnaden av väg 50.



Figur 8 Nivåkurvor och flödesriktningspilar för grundvattnet inom gruvområdet. De två grövre blå streckade linjerna markerar grundvattendelarnas ungefärliga läge. Väster om den västra grundvattendelaren avleds grundvattnet till gruvan. Mellan grundvattendelaren dräneras grundvattnet från området via Stollen/Gruvdiket. Öster om den östra grundvattendelaren är grundvattenflödet riktat mot Faluån.

Metallhalterna är mycket höga i grundvattnet inom gruvområdet. Högst är metallhalterna under upplagen av rödfärgsråvara. Generellt ligger pH i grundvattnet på ca 3-5 men pH-värden kring 1,5 har uppmätts inom området liksom järnhalter på 20 000 mg/l, zinkhalter över 2 000 mg/l, kopparhalter över 1 000 mg/l och kadmiumenthalter på 6 mg/l. I Figur 9 visas haltvariationen för zink i grundvattnet.



Figur 9. Zinkhalter i grundvattnet inom gruvområdet, baserat på provtagning i 27 grundvattenrör/odexbrunnar i april 2003. Gula områden representerar halter upp till 400 mg/l. Gröna områden innebär halter på 500-1000 mg/l, blå områden 1000-1500 mg/l och lila/röda områden 1500 till över 2200 mg/l. De högsta halterna förekommer under upplagen för rödfärgsråvara.

För mera detaljer kring geohydrologin inom gruvområdet, hänvisas till den så kallade huvudstudien från 2004 (Ledin et. al., 2004). Där finns även en förteckning över tidigare genomförda geohydrologiska utredningar rörande gruvområdet.



## 2 Val av åtgärdsmetod

### 2.1 Utgångspunkt – Gruvavfallsprojektet

Gruvavfallsprojektet, som pågick 1989-90, föreslog följande åtgärder med avseende på gruvvarpen och råvaran till rödfärgsmaterialet:

- Anrikning av den fyndigare delen av gruvvarpen och deponering av den övriga delen på Galbergsmagasinen.
- Uppsamling och rening av lakvatten från upplagen med rödfärgsråvara, tillsammans med gruvvattnet. Tätning och ytdränering av uppslagsområdet så att lakvattenuppsamlingen blir effektiv.
- Flytt av rödfärgsråvaran närmare Stora Stöten, så att den helt hamnar inom dräneringsområdet för läns pumpningen av gruvan.

### 2.2 Faluprojektets åtgärdsval, tidigt skede

Varp och rödfärgsråvara på gruvområdet ingår i prioritetsgrupp 2 i det avtal som ligger till grund för Faluprojektet. Inledningsvis i Faluprojektet prioriterades åtgärderna i prioritetsgrupp 1, som omfattar Ingarvsmagasinet och kisbränderdeponin. I ett tidigt skede beslutade dock Faluprojektets styrgrupp att påbörja flytt av rödfärgsråvara närmare gruvan. Åtgärden bedömdes vara kostnadseffektiv, eftersom rödfärgsråvara löpande flyttas i samband med rödfärgstillverkningen, och genom att ytor för uppläggning nära Stora Stöten frigjordes tack vare nedläggningen och rivningen av anrikningsverket 1993.

En annan åtgärd som Faluprojektets styrgrupp relativt omgående beslutade att genomföra var en grundvattenavskärande dränering söder om rödfärgsråvaran (mot Pilbo), som skulle minska inläckaget av grundvattnet till gruvområdet och därmed minska metalläckaget från området.

Åtgärdsförslaget som innebar att anrika den fyndigare delen av gruvvarpen övergavs relativt tidigt i Faluprojektet. Kontakter togs med Garpenbergsgruvan (Boliden) angående omanrikning av gruvvarpen i gruvans anrikningsverk. Åtgärden konstaterades vara svår att genomföra tekniskt sett på grund av att varpen varit utsatt för vittring under mycket lång tid. Kostnaderna skulle därför bli höga.

Uppsamling och rening av lakvatten bedömdes i detta skede vara en mindre bra åtgärd, eftersom den reningsteknik som stod till buds var kalkfällning. Kapaciteten att ta emot ytterligare metallrikt vatten vid den befintliga gruvvattenreningen i Främby var begränsad. Kalkfällningen gav därtill kontinuerligt upphov till stora mängder metallhydroxidslam som måste deponeras.

## 2.3 Lakvattenuppsamling – en bra åtgärd för gruvområdet trots allt?

Efter att de inledande, mindre omfattande åtgärderna på gruvområdet hade genomförts, utreddes fortsatta åtgärder för gruvområdet – inte främst inom ramen för Faluprojektet, utan framförallt av andra aktörer.

Detta arbete ledde till ändrade förutsättningar, framförallt vad gäller uppsamling och rening av lakvatten som efterbehandlingsmetod för gruvområdet, vilket beskrivs mer detaljerat i avsnitten som följer.

Sammanfattningsvis:

- arbetade Stora Enso (tidigare STORA) under många år med att utveckla ny reningsteknik för gruvvattnet, för att ersätta kalkfällningen. Genom att man 2003 beslöt att satsa på en ny reningsanläggning för gruvvattnet, där metaller återvinns som nyttiga produkter, blev uppsamling och rening av lakvatten en betydligt mer attraktiv efterbehandlingsmetod för gruvområdet.
- genomförde Länsstyrelsen i början av 00-talet, inom ramen för sitt ordinarie arbete med efterbehandling av förorenade områden, ett flertal utredningar rörande metallläckaget från gruvområdet och möjligheterna att åtgärda det. Utredningarna ledde fram till en s.k. huvudstudie, där uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet förordades – med rening i den nya gruvvattenanläggningen som Stora Enso då planerade.
- utredde Vägverket, som ansvarig verksamhetsutövare för vägområdet (väg 50) som passerar i utkanten av gruvområdet, olika alternativ för att minska metallurlakningen från vägområdet. Detta skedde i samband med ombyggnaden av väg 50, som innebar att sträckningen genom gruvområdet ändrades. Vägverket beslöt då (2002) att medverka till en helhetslösning – t ex den uppsamling och rening av lakvatten som hade föreslagits i utredningar initierade av länsstyrelsen. Eftersom förutsättningarna för en gemensam anläggning inte var klara i detta skede, löstes frågor om ansvar och finansiering genom ett avtal mellan Falu kommun och Vägverket Region Mitt.
- åtog sig Falu kommun att förvalta de medel som Vägverket avsatte för att medverka i en helhetslösning för att reducera metallurlakningen från gruvområdet. Falu kommun genomförde också åtgärdsutredningar för gruvområdet i ett tidigt skede (2001).
- beslöt Faluprojektet 2005 att medverka till helhetslösningen för uppsamling och rening av lakvatten inom gruvområdet ”för all framtid”, i enlighet med Länsstyrelsens huvudstudie.

### 2.3.1 Åtgärdsutredningar utanför Faluprojektet

#### Länsstyrelsen och Falu kommun gör förstudier

Inom ramen för Länsstyrelsens ordinarie arbete med efterbehandling utförs inventering, riskklassning och undersökningar av förorenad mark, i syfte att ta initiativ till erforderliga efterbehandlingsåtgärder. En bransch som studerades särskilt i början av 2000-talet var gruvindustrin. Länsstyrelsen konstaterade att området kring Falu gruva fortfarande, trots de åtgärder som genomfördes inom ramen för Faluprojektet (in situ tvätt och täckning av kisbränderdeponin, sluttäckning av Ingarvsmagasinet, samt några mindre omfattande åtgärder på gruvområdet), var det kanske det mest metallförorenade området i Sverige. Länsstyrelsen bedömde att det fanns behov av ytterligare åtgärder för att minska metalltillförseln till Faluån. Åtgärderna fick hög prioritet i länets efterbehandlingsprogram.

Falu kommun fick år 2001 statliga bidrag för en förstudie som syftade till att beskriva möjligheterna att reducera metallurlakningen från bland annat gruvområdet. Uppdraget utfördes av GVT och redovisades i december 2001 (Ledin och Hanæus, 2001). Principförslaget innebar att metallhaltigt grundvatten (lakvatten) skulle samlas upp och renas tillsammans med länshållningsvattnet från Falu gruva. Ytterligare utredningar, detaljprojektering och samordning mellan flera olika intressenter krävdes för att klarlägga om denna åtgärd var den ur ”miljöekonomisk” synpunkt mest fördelaktiga.

Som en följd av detta bjöd Länsstyrelsen in tre olika konsulter (Envipro, GVT och SGI) att utarbeta idéer/utkast/förslag till åtgärder för att reducera urlakningen av metaller från gruvavfall (främst i området runt Falu gruva) till Faluån. Förslagen (Ledin, 2003, Lind et. al., 2003 samt Lundgren et. al., 2003) presenterades och diskuterades vid ett seminarium i februari 2003, där även representanter från Naturvårdsverket, Falu kommun och Stora Enso deltog.

Diskussionerna utmynnade i konsensus kring att uppsamling av metallförorenat grundvatten och en långsiktig rening var den kanske mest realistiska metoden. Det bedömdes relevant att gå vidare med principen att samla upp och rena metallhaltigt grundvatten (lakvatten) från gruvområdet och samtidigt arbeta för att i mesta möjliga mån avleda ”rent” vatten åt andra håll.

Ett antal frågeställningar kring vatten- och metallflödena inom gruvområdet kvarstod. Länsstyrelsen gav våren 2003 GVT i uppdrag att inventera och klarlägga vatten- och metallflöden inom gruvområdet (Johansson och Ledin, 2003). Parallellt uppdrog Falu kommun åt GVT att projektera en uppsamlingsanordning för metallförorenat grundvatten i vägområdet, att anläggas i samband med ombyggnaden av riksväg 50. Utförandet av uppsamlingsanordningen inom vägområdet beskrivs vidare i avsnitt 4.6. Falu kommun uppdrog även åt GVT att kartlägga förekomsten av metallförorenade massor öster om riksväg 50.

Länsstyrelsen hade fortsatta diskussioner med Naturvårdsverket om möjligheten till bidrag för en reningsanläggning för metallförorenat vatten. I detta skede, våren 2003, genomförde Stora Enso långt framskridna försök med rening av gruvvatten med tillvaratagande av metaller i form av användbara produkter, men hade ingen slutligt utprövad metod framme. Utvecklingen av en ny reningsmetod för gruvvattenrening beskrivs vidare i avsnitt 5.2.2. I den då befintliga gruvvattenreningen vid Främby reningsverk var kapaciteten att ta emot ytterligare metallförorenat vatten begränsad till ca 5 m<sup>3</sup>/h. Kapaciteten för att ta emot metallhydroxidslam från reningsverket vid den kommunala deponin, Varggården, var också begränsad.

Länsstyrelsen såg behov av ytterligare klarläggande angående förutsättningarna för fortsatta efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet och uppdrog åt Svensk MKB att sammanställa och utvärdera recipientanalyser utförda av Dalälvens vattenvårdsförbund och av Faluprojektet.

Samtidigt hade Stora Enso kommit ytterligare ett steg närmare en fungerande metod för rening av metallförorenat vatten, med återvinning av metaller som användbara produkter. En förprojektering av en sådan anläggning utfördes under 2003 och Stora Enso skrev ett PM angående möjligheterna att behandla annat metallhaltigt vatten än gruvvatten i den nya anläggningen, samt tog kontakt med Länsstyrelsen om detta.

Utifrån underlagen med avseende på metallurlakningen, samt utifrån förutsättningen att en anläggning med kapacitet att rena uppsamlat, förorenat lakvatten från gruvavfall skulle komma att byggas, handlade Länsstyrelsen hösten 2003 upp en utredning med huvudmålsättning att prioritera (rangordna) och projektera (inkl kostnadsberäkna) uppsamlingsanordningar för de mest metallförorenade grund-/ytvattenflödena inom eller i anslutning till gruvområdet. Utredningen skulle också belysa recipienteffekterna vid olika åtgärdsnivåer/åtgärdsalternativ. Utredningen genomfördes av GVT, Svensk MKB samt Länsstyrelsen i Dalarnas län år 2003-2004 och kom under arbetets gång att få formen av en så kallad "huvudstudie" enligt nomenklaturen i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering.

#### **Länsstyrelsens huvudstudie - Efterbehandling av gruvavfall i Falun**

Den samlade slutsatsen av huvudstudiens miljöriskbedömning var att det är miljömässigt motiverat att genomföra åtgärder för att ytterligare minska metallurlakningen till Faluån, trots de miljöförbättringar som registrerats under senare år tack vare redan genomförda åtgärder. Fortsatta åtgärder rekommenderades i första hand riktas in på objekt/områden som läckte förhållandevis mycket kadmium, men som samtidigt gav en betydande reduktion med avseende på koppar, zink och järn.

Som underlag till prioriteringen av områden/objekt att åtgärda kartlades metallläckaget från nio delområden i Falun. Beräkningar visade att området "Gru-

van/Rödfärgsråvaran” stod för det klart största läckaget av zink, kadmium, koppar och järn.

En riskvärdering genomfördes, där nyttan med att reducera riskerna (metallläckagen) från varje område vägdes mot konsekvenserna (tekniska, ekonomiska, juridiska, konsekvenser på kulturmiljön o s v) av att åtgärda läckagen genom uppsamling och rening av lakvattnet i den nya reningsanläggning som planerades.

Utifrån riskvärderingen föreslogs att uppsamlingsanordningar för lakvattnet skulle anläggas på området Gruvan/Rödfärgsråvaran. Förutom att stora mängder metaller skulle kunna samlas upp inom detta område, var kostnadseffektiviteten (kostnad per uppsamlad mängd metall) bäst för detta område. Andelen kadmium i lakvattnet konstaterades vara relativt hög, samtidigt som i storleksordningen 12-17 ton zink och 2-3 ton koppar skulle kunna samlas upp årligen. Att åtgärda området skulle inte medföra några betydande negativa konsekvenser i övrigt. Inverkan på kulturmiljön skulle kunna hållas mycket begränsad, vilket var en förutsättning för att genomföra åtgärden. Tekniskt sett bedömdes inte åtgärden vålla några stora bekymmer. Erfarenhet av att bygga uppsamlingsanordning inom detta område fanns vid denna tidpunkt, se vidare avsnitt 4.6. Därtill var ansvars- och avtalsfrågan relativt väl utredd, eftersom området ingick i avtalet som ligger till grund för Faluprojektet. Förslag till övergripande och mätbara åtgärdsåtgärder utarbetades, liksom projekteringsanvisningar för en uppsamlingsanordning vid Gruvan/Rödfärgsråvaran.

Ansvarsutredningen (Sandberg och Svanström, 2004), som genomfördes av Länsstyrelsen i Dalarnas län, kom till slutsatsen att det inte fanns någon fastighetsägare eller verksamhetsutövare som kunde anses ha något ansvar att delfinansiera efterbehandlingsåtgärden. Stora Enso hade genom delfinansiering med 60 Mkr (indexreglerat från 1992 års penningvärde) redan fullgjort sina ekonomiska förpliktelser när det gällde de efterbehandlingsåtgärder som omfattas av avtalet som ligger till grund för Faluprojektet, d v s bland annat gruvområdet. Åtgärden måste därför finansieras med statliga efterbehandlingsmedel.

Länsstyrelsen bedömde i ansvarsutredningen att Faluprojektet borde ta initiativ till att genomföra efterbehandlingsåtgärder i enlighet med huvudstudiens rekommendationer. Stora Kopparbergs Bergslags AB var det företag inom Stora Enso-koncernen som ansökt om tillstånd för drift av reningsanläggningen för gruvvatten (september 2004). Mot den bakgrunden föreslogs en samordning ske så att Faluprojektet initierade den föreslagna efterbehandlingsåtgärden hos Länsstyrelsen (för senare beslut hos Naturvårdsverket) medan Stora Kopparbergs Bergslags AB ansvarade för anläggning av uppsamlingsanordningarna, dess framtida underhåll samt för den långsiktiga reningen av uppsamlat lakvatten.

Kostnaden för att åtgärda metallläckaget från området Gruvan/Rödfärgsråvaran genom uppsamling och rening av lakvatten bedömdes i huvudstudien uppgå till i

storleksordningen 45 Mkr, vilket inkluderade kapitaliserade drift- och underhållskostnader för all framtid.

### **Vägverkets val av åtgärd inom vägområdet längs väg 50**

I utkanten av området med varp och rödfärgsråvara passerar väg 50 (vägen mellan Falun och Borlänge). Under 2004-2005 genomfördes en ombyggnad av väg 50, som innebar att sträckningen genom gruvområdet ändrades. I samband med att Länsstyrelsen i Dalarnas län behandlade arbetsplanen för ombyggnaden av väg 50, uppkom frågan om metallurlakning från vägområdet. Vägverket genomförde ett flertal utredningar rörande alternativa åtgärder för att hindra urlakningen av metaller.

I miljökonsekvensbeskrivningen till den arbetsplan som Länsstyrelsen tillstyrkte 1999, redovisades att de metallhaltiga massorna inom vägområdet skulle schaktas bort. Vägverket utredde även följande alternativ:

- Avskärmande tätskärm som leder metallförorenat grundvatten mot Stora Stöten.
- Inneslutning av massorna under vägen mellan två tätskärmar.

Bägge dessa alternativ konstaterades av Länsstyrelsen förändra grundvattnets strömningar inom gruvområdet och skulle därmed kunna påverka andra intressen. Prövning enligt miljöbalken måste därmed ske före ett eventuellt genomförande.

I november 2002 beslutade Vägverket att man istället för att genomföra något av de undersökta alternativen ville medverka till en bredare lösning för att reducera metallurlakningen, t ex den uppsamling och rening av lakvatten som hade föreslagits i utredningar initierade av länsstyrelsen. På uppdrag av Vägverket sammanställde och jämförde SWECO miljökonsekvenserna för samtliga alternativ i en miljöutredning daterad 2002-12-18. I miljöutredningen förordades Vägverket att medverka i en helhetslösning med övriga berörda aktörer.

Eftersom förutsättningarna för en gemensam anläggning för uppsamling och rening av lakvatten inte var klara i detta skede, löstes frågor om ansvar och finansiering genom ett avtal mellan Falu kommun och Vägverket Region Mitt som tecknades i maj 2003.

### **2.3.2 Faluprojektets ställningstagande kring lakvattenuppsamling och -rening**

I början av 2000-talet, sedan de ”enkla” åtgärderna på gruvområdet genomförts, och efterbehandlingsåtgärderna i prioritetsgrupp 1 (kisbränderdeponin och Ingvarsmagasinet) började gå mot slutet, hade Faluprojektets styrgrupp att ta ställning till om ytterligare efterbehandlingsåtgärder skulle genomföras. Som beskrivits tidigare, pågick parallellt försök hos Stora Enso som indikerade att det skulle kunna vara möjligt att återvinna metaller ur gruvvattnet med hjälp av ny reningsteknik. Planerna på ett nytt reningsverk började konkretiseras. Frågan väcktes, om huruvi-

da reningsverket skulle dimensioneras för att, utöver läns pumpningsvattnet från gruvan, kunna rena lakvatten från upplagen av varp och slagg på gruvområdet. Uppsamling och rening av lakvatten hade tidigare bedömts som en mindre bra åtgärd, eftersom rening utfördes genom kalkfällning som alstrade stora mängder metallhydroxidslam som deponerades på Falu kommuns avfallsanläggning. Reningsverket i Främby hade dessutom inte kapacitet att ta emot mer metallförorenat vatten. Den nya vattenreningstekniken medförde alltså att uppsamling och rening av lakvatten blev ett betydligt mer attraktivt efterbehandlingsalternativ.

Samtidigt genomförde Länsstyrelsen den huvudstudie avseende efterbehandling av gruvavfall i Falun, som förordade uppsamling och rening av förorenat grundvatten från gruvområde (avsnitt 2.3.1). Åtgärden bedömdes vara tekniskt, ekonomiskt praktiskt genomförbar, med hänsyn tagen till de stora kulturhistoriska värdena inom området. Huvudstudien gjorde prognosen att dittills utförda åtgärder inom Faluprojektet skulle ge en metallreduktion på i storleksordningen drygt 80 % för zink och kadmium och knappt 70 % för koppar då åtgärderna var helt avslutade. Det innebar en reduktion i nivå med vad som angivits i underlaget för Faluprojektet (80 %) med avseende på zink och kadmium, men att reduktionen av kopparläckaget inte skulle nå lika långt.

Efter att objekten i prioritetsgrupp 1 åtgärdats, skulle gruvområdet vara det område som gav störst metalltillskott till Faluån. Uppsamling och rening av gruvområdets lakvatten enligt huvudstudiens förslag, beräknades förbättra den totala reduktionen till ca 90 % med avseende på zink och kadmium och till ca 80 % med avseende på koppar.

Kostnaderna för åtgärden beräknades till 46 Mkr, varav 30 Mkr i anläggningskostnad och 16 Mkr i kapitaliserad driftkostnad. Dessa kostnader rymdes inom de medel som riksdagen anvisat för rening av Dalälven i samband med att Faluprojektavtalet tecknades 1992.

Faluprojektets styrgrupp beslöt därför att genomföra ytterligare åtgärder på gruvområdet enligt huvudstudiens rekommendationer. Eftersom uppsamling och rening av lakvatten måste pågå ”för all framtid”, måste frågor om ansvar och finansiering lösas långsiktigt. Det löstes genom ett avtal mellan Stora Kopparbergs Bergslags AB, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Dalarnas län och Falu kommun avseende uppsamling och rening av lakvatten från gruvavfall vid Falu gruva.

Framtida kostnader för drift och underhåll av uppsamlingsanordningen och en del av reningsverket diskonterades till ett nuvärde. Detta belopp, tillsammans med anläggningskostnader för uppsamlingsanordningen och för en del i reningsverket, skulle erläggas till Stora Kopparbergs Bergslags AB som kompensation för åtagandet att för all framtid samla upp och rena en viss mängd lakvatten från gruvområdet. En viss del finansierades också av Vägverket, med Falu kommun som ombud, se vidare avsnitt 6.3.3.

Arbetet med att teckna avtal mellan Stora Kopparbergs Bergslags AB och myndigheterna påbörjas under våren 2005 och var klart i februari 2006.



## 3 Målsättning för efterbehandling av gruvområdet

### 3.1 Gruvavfallsprojektets åtgärdsutredning 1989/90

Den generella målsättningen för Faluprojektet, utifrån Gruvavfallsprojektets åtgärdsförslag och rekommendationer från 1990, var en reduktion av metallutsläppen med ca 80 %.

I Tabell 3 redovisas Gruvavfallsprojektets bedömda totaleffekter av de åtgärder utredningen rekommenderade specifikt för gruvområdet. Åtgärdsförslagen omfattade bland annat omanrikning av den fyndigare delen av varpen, deponering av övrig varp på Galgbergsmagasinen, uppsamling och rening av lakvatten från upplagen med rödfärgsråvara (efter tätning och yttränering av upplagsområdet), samt flytt av rödfärgsråvaran närmare Stora Stöten.

Tabell 3. Bedömda totaleffekter av de åtgärder på gruvområdet som föreslogs av Gruvavfallsprojektet 1990 (Lundgren och Hartlén, 1990).

|                                    | ZINK<br>ton/år                    | KOPPAR<br>ton/år                   | KADMIUM<br>kg/år                 |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>TOTALT GRUVOMRÅDET</b>          |                                   |                                    |                                  |
| Före föreslagna åtgärder (1989/90) | 30                                | 3,5                                | 29                               |
| Efter föreslagna åtgärder          | 5                                 | 0,6                                | 5,5                              |
| <b>REDUKTION</b>                   | <b>25 ton/år</b><br><b>(83 %)</b> | <b>2,9 ton/år</b><br><b>(83 %)</b> | <b>24 kg/år</b><br><b>(81 %)</b> |

### 3.2 Målsättning för uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet

I huvudstudien rörande fortsatt efterbehandling av gruvavfall i Falun (Ledin och Hanæus, 2004), se vidare avsnitt 2.3.1, togs förslag till övergripande och mätbara åtgärds mål fram med utgångspunkt i Länsstyrelsen i Dalarnas läns tolkning av det nationella miljö kvalitetsmålet ”giftfri miljö”.

Följande mätbara mål sattes för den uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet som förordades i huvudstudien från 2004:

*”Den uppsamlade och renade metallmängden via lakvatten från varp och råvara på gruvområdet ska uppgå till minst:*

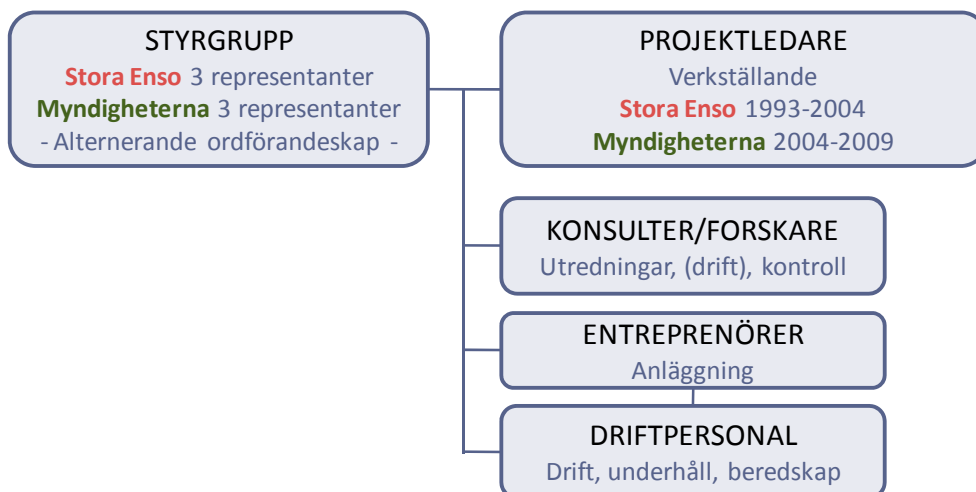
- 31 kg kadmium per år
- 2,3 ton koppar per år och
- 14 ton zink per år.”

Målsättningen utgick från att metallläckaget från gruvområdet innan åtgärd var i storleksordningen 30-40 kg kadmium per år, 2-3 ton koppar per år, 13-18 ton zink per år, samt 90-120 ton järn per år.

## 4 Projektets genomförande

### 4.1 Organisation

Faluprojektets organisation var uppbyggd enligt Figur 10.



Figur 10. Organisation för Faluprojektet som helhet.

Faluprojektets styrgrupp bestod av tre representanter för Stora Enso och vardera en representant från Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Dalarna samt Falu kommuns miljönämnd. I styrgruppen fattades strategiska beslut för projektet, rörande exempelvis ekonomi, ambitionsnivå, tekniklösningar, kontroll/uppföljning och liknande. Beslut om att genomföra olika aktiviteter innebar dock ingen förhandsprövning av formella myndighetsärenden.

Tillstånd för åtgärder söktes av Stora Enso, som verksamhetsutövare. Ansökningar, anmälningar, förslag till kontrollprogram m.m. upprättades inom ramen för Faluprojektet och styrgruppen stod i samtliga fall enhälligt bakom handlingarna. Länsstyrelsen prövade Faluprojektets ärenden i vanlig ordning. Länsstyrelsens representant i Faluprojektets styrgrupp deltog dock inte i handläggning eller beslut.

Utredningar och projektering utfördes på konsultbasis.

Mark- och anläggningsarbeten handlades upp av olika entreprenörer.

Byggkontroll utfördes på konsultbasis. Miljökontroll i form av vattenprovtagning utfördes av Stora Enso Research och GVT. Driftkontroll utfördes av Stora Enso och GVT. Miljörapport för Faluprojektets åtgärder upprättades av Stora Enso Research och GVT på uppdrag av Faluprojektets styrgrupp.

#### 4.1.1 Projektering och upphandling, gruvområdet

Åtgärderna på gruvområdet projekterades av GVT. Faluprojektet hade under projektiden tecknat ramavtal med GVT avseende utrednings-, projekterings-, installations- och kontrollarbeten, samt vissa drift- och skötselåtgärder. GVT lämnade

budgetpris på olika delmoment och arbetade sedan på löpande räkning med månadsvis avstämning av upparbetade kostnader.

Flytten av rödfärgsråvara utfördes inom ramen för den ordinarie verksamheten vid Rödfärgsverket, där massor löpande flyttas inom området.

Den grundvattenavskärande dräneringen vid Pilbo utfördes av NCC på löpande räkning, utifrån tekniska anvisningar i form av ritningar upprättade av GVT. Faluprojektet hade ramavtal med NCC avseende samtliga anläggningsarbeten inom projektet, varför ingen separat upphandling för Pilbodräneringen genomfördes. På samma sätt som GVT, arbetade NCC på löpande räkning med månadsvis avstämning av upparbetade kostnader.

Upphandlingen av uppsamlingssystemet för förorenat grundvatten (lakvatten) från gruvområdet genomfördes av Stora Kopparbergs Bergslags AB, enligt det avtal som träffats mellan bolaget och myndigheterna.

Uppsamlingssystemet utformades och projekterades av GVT. Uppsamlingssystemet för lakvatten från gruvområdet upphandlades som en totalentreprenad, utifrån förfrågningsunderlag framtagna av GVT.

Stora Enso handlade upp den nya reningsanläggningen på gruvområdet.

## 4.2 Tillståndsprovning – myndighetsbeslut

För de åtgärder som genomförts på gruvområdet inom ramen för Faluprojektet finns följande myndighetsbeslut:

Tabell 4. Förteckning över myndighetsbeslut rörande efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet genomförda inom ramen för Faluprojektet.

| DATUM      | BESLUT   |
|------------|--|
| 1992-12-07 | <i>Faluprojektets kontrollprogram för Faluån med tillflöden.</i>   |
| 1998-08-21 | <i>Kontrollprogram för tvättning av kisbränder och metalltransport i Faluån, Falu kommun. Länsstyrelsen i Dalarnas län.</i>                        |
| 2007-12-18 | <i>Kontrollprogram för uppföljning av metalltransporter efter Faluprojektets avslutning 2007/2008. Länsstyrelsen i Dalarnas län.</i>               |
| 2008-07-29 | <i>Revidering av kontrollprogram för uppföljning av metalltransporter efter Faluprojektets avslutning 2007/2008. Länsstyrelsen i Dalarnas län.</i> |

Därtill finns beslut för bland annat läns pumpningen och reningen av läns pumpningsvatten från gruvan, samt för verksamheten vid Rödfärgsverket.

Utöver miljötillstånden har schaktningstillstånd beviljats av Kulturmiljöenheten vid Länsstyrelsen i Dalarnas län i samband med grävarbeten på gruvområdet. Schaktövervakning har utförts av Dalarnas Museum.

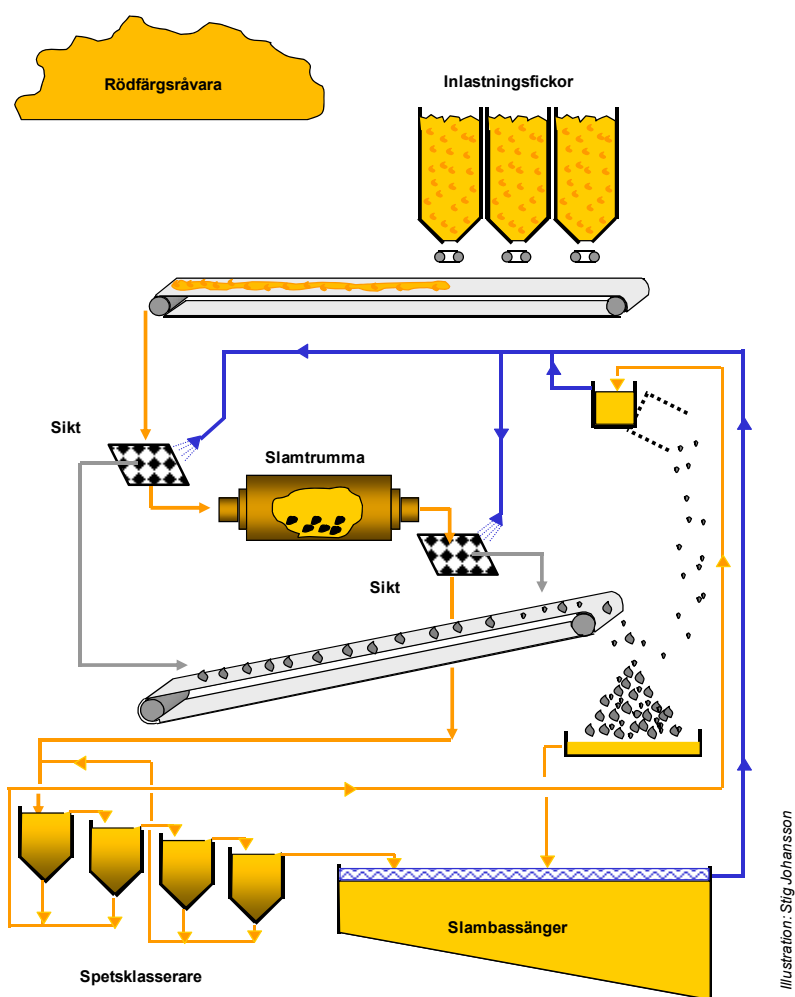
### 4.3 Genomförande av åtgärder

Nedan redovisas de efterbehandlingsåtgärder som genomförts på gruvområdet inom ramen för Faluprojektet. Samtidigt med detta arbete, har även andra aktörer genomfört åtgärder för att minska metallläckaget från området. Dessa åtgärder redovisas separat i avsnitt 5.

### 4.4 Flytt av rödfärgsråvara inom gruvområdet

Flytten av rödfärgsråvara pågick under perioden 1993-2007, inom ramen för den ordinarie verksamheten vid Rödfärgsverket.

Rödfärgsråvaran, som också kallas rödmull, är varp som vittrat under lång tid. Varp är den restprodukt som bildades vid Falu gruva då anrikning av malm utfördes genom manuell sortering. I Rödfärgsverket siktas och tvättas rödfärgsråvaran för att sedan sedimenteras i bassänger. Denna del av processen sker i det så kallade slammeriet, se Figur 11. Nästa steg är torkning och bränning av den finkorniga fraktionen, vilket sker vid hög temperatur. Ugnbränningen ger pigmentet dess kulör och beroende på temperatur kan färgen variera från olika nyanser av gult till svart. Slutligen mals pulvret till ett fint färgpigment.



Figur 11. Processchema för slammeriet i rödfärgsverket.

Det är den utgående, grova fraktionen av rödfärgsråvara från rödfärgsverket som lagts upp närmare Stora Stöten, inom gruvans dräneringsområde. Totalt körs 10 000-12 000 ton rödfärgsråvara genom slammeriet årligen, varav ca 90 % läggs tillbaka på upplag. Under perioden 1993-2007 har därmed upp emot 150 000 ton rödfärgsråvara flyttats så att den ligger inom gruvans dräneringsområde. Denna mängd kan jämföras med gruvavfallsprojektets inventering av rödfärgsråvara från 1989-90, vilken beräknade mängden rödfärgsråvara till ca 150 000 m<sup>3</sup> (motsvarar uppskattningsvis 250 000 – 330 000 ton), samt med GVT:s inventering från 2007, på uppdrag av Stora Kopparbergs Bergslags AB, som beräknade mängden varp totalt (varav andelen rödfärgsråvara inte specificerats) till ca 650 000 ton.

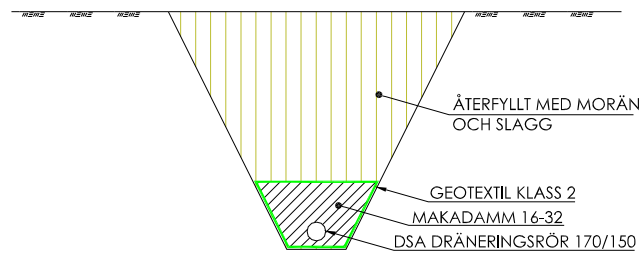
Underlag för uppläggnen av avslammad rödfärgsråvara har varit en ritning upprättad av GVT där dräneringsområdet kring gruvan (grundvattendelarens läge) framgår, som maskinisterna vid rödfärgsverket kört efter vid utlastning. Då anrikningsverket revs 1993 frigjordes ytor nära Stora Stöten, där större mängder rödfärgsråvara kunde läggas upp.

Under 2007 togs ett uppsamlingsystem för lakvatten från gruvområdet i drift (se avsnitt 4.6). Någon systematisk flyttning av rödfärgsråvara med hänsyn till gruvans dräneringsområde behövdes därför inte längre.

## 4.5 Grundvattenavskärande dränering mot Pilbo

För att minska urlakningen och transporten av metaller från gruvområdet anlades en grundvattenavskärande dränering ”uppströms” gruvområdet, mot Pilbo. Dräneringens läge och utformning bestämdes utifrån resultat av hydrogeologiska undersökningar utförda våren-sommaren 1995, samt äldre undersökningar av gruvområdets hydrogeologi.

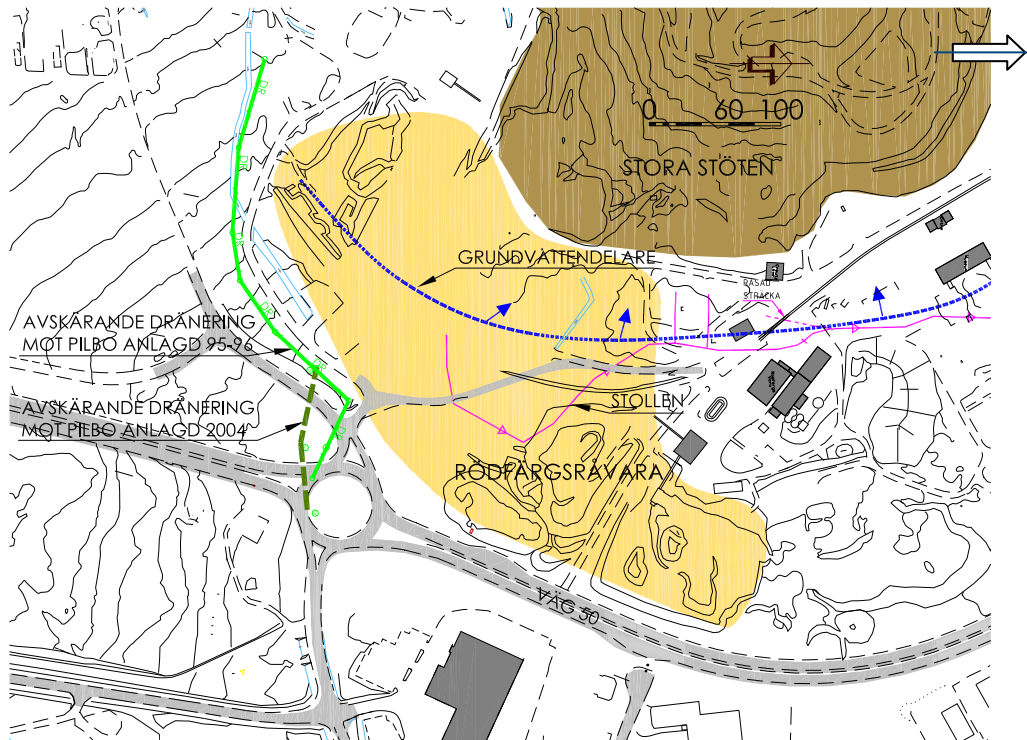
Dräneringens placering framgår av [bilaga 1](#). Dräneringen projekterades hösten-vintern 1995/96 och anlades våren-sommaren 1996 och har sitt utlopp i en dagvattnbrunn intill väg 50, ansluten till det kommunala dagvattensystemet.



Figur 12. Principsektion för dräneringen mellan Pilbo och gruvområdet.

Dräneringen anlades på 1,5–3,5 m djup, vilket innebar ca 0,4–1,5 m under dåvarande grundvattennivå, se [bilaga 2](#). Dräneringen utformades enligt Figur 12.

Dräneringen fick ny sträckning och fördjupades på en delsträcka år 2004 i samband med ombyggnaden av väg 50. Nivån på befintligt dagvattensystem hade gjort att den första dräneringen inte kunde läggas så djupt som var önskvärt. Den nya sträckningen framgår av Figur 13.

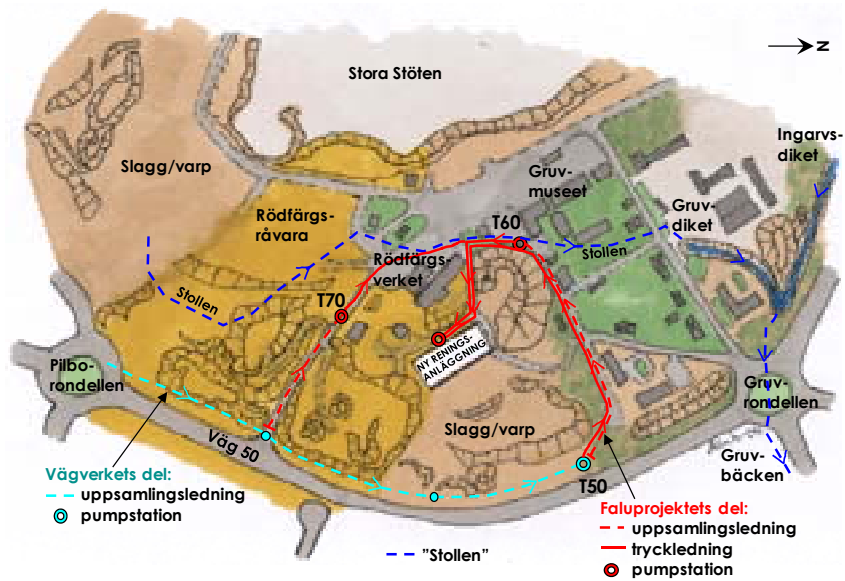


Figur 13. Plan över Pilbodräneringens gamla och nya sträckning (gröna linjer).

#### 4.6 Uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet/rödfärgsråvaran

Den mest omfattande efterbehandlingsåtgärden på gruvområdet, innebär att förorenat grundvatten (lakvatten) från gruvområdet samlas upp och behandlas i en ny reningsanläggning för gruvvattnet – nu och ”för all framtid”. Av olika orsaker som redovisats ovan (se avsnitt 2.3 och 2), är flera aktörer delaktiga i denna åtgärd.

Uppsamlingssystemet har dels finansierats via Faluprojektet, dels av Vägverket. De olika parternas delar i uppsamlingssystemet framgår av Figur 14. Av figuren framgår också att det uppsamlade lakvattnet pumpas till en ny reningsanläggning belägen intill Rödfärgsverket. Reningsanläggningen ägs av Stora Enso och beskrivs närmare i avsnitt 5.2.



Figur 14. Plan över gruvområdet med uppsamlingsystemets olika delar.

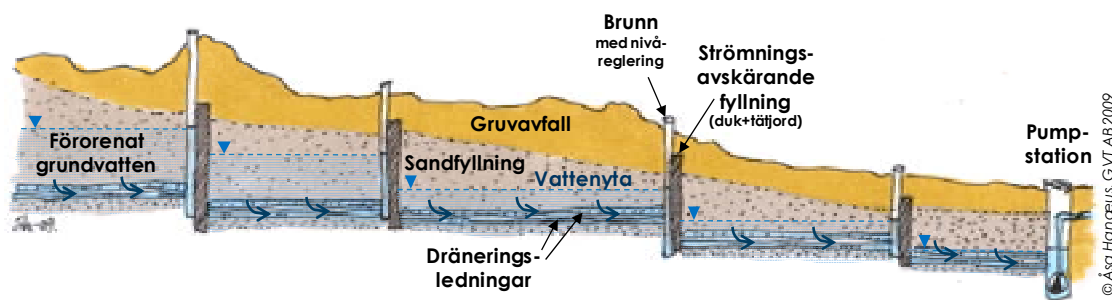
#### 4.6.1 Utformning

Uppsamlingsystemet omfattar (Figur 15):

- 1) Uppsamlingsledningar (dräneringsledningar) för förorenat grundvatten, kringfyllda med filtersand och grus.
- 2) System för reglering av grundvattnets nivå på olika delsträckor, via nivåregleringsbrunnar och vatten-/strömningsavskärande fyllning.
- 3) Pumpstationer och ledningar för överföring av uppsamlat förorenat grundvatten till den nya reningsanläggningen för gruvvatten.

Tekniskt sett är den stora utmaningen med uppsamlingsanordningarna att lägga uppsamlingsledningarna på "rätt" nivå i marken. För att kunna samla upp så mycket lakvatten som möjligt, är det en fördel om dräneringsledningarna läggs djupt i de vattenförande jordlagren. Samtidigt får inte för stor grundvattenavsänkning ske, eftersom det kan medföra att syre kommer ner i tidigare vattenmättade massor, med ökad vittring som följd. För att åstadkomma en god uppsamlings effektivitet utan betydande grundvattensänkning, lades dräneringsledningarna relativt djupt, men kompletterades med nivåregleringsbrunnar som gör det möjligt att styra vattennivån i uppsamlingsanordningen så att den bara ligger obetydligt under lägsta naturligt förekommande grundvattenyta. Dräneringsledningarna kringfylldes med grövre material (grus respektive sand) upp till nivån för högsta naturligt förekommande grundvattenyta, så att grundvattenflödet helt kan fångas upp av uppsamlingsanordningen.



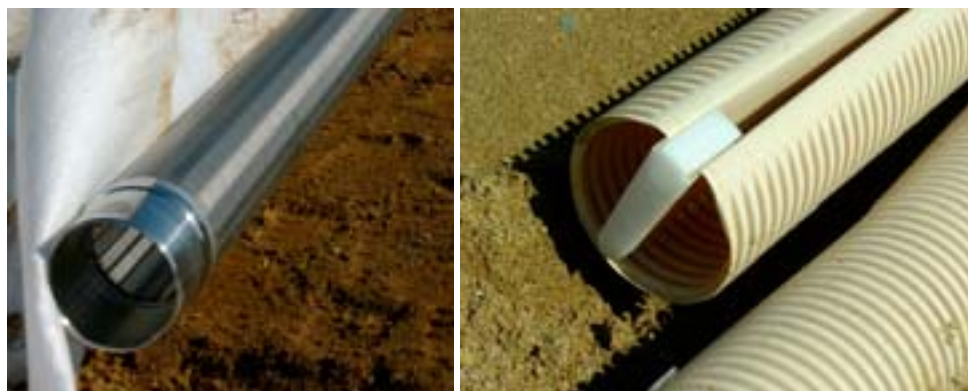


Figur 15. Principprofil för uppsamlingsanordningen längs väg 50. Vattennivån i varje del av uppsamlingsanordningen styrs i nivåregleringsbrunnar, se detalj i Figur 18.

Järnhalten i grundvattnet är mycket hög i området (upp till 20 000 mg/l har uppmätts), vilket innebär att igensättning av ledningarna kan ske mycket snabbt. För att minska risken för igensättningar gäller det att inte få in syre i systemet, samt att få en så låg inströmningshastighet som möjligt till ledningarna. Därför lades två dräneringsledningar parallellt. Dräneringsledningarna utformades även för att kunna spolats effektivt. På det sättet kan man regelbundet tvätta ur utfällningar i kringliggande sand och i slitsarna.

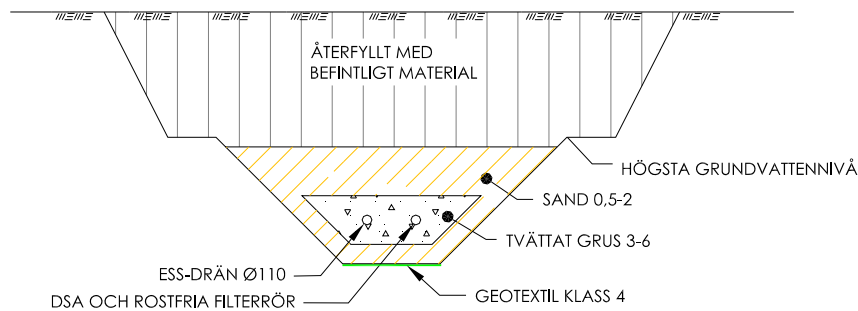
Samtliga ledningar är gjorda av rostfria material på grund av lakvattnets aggressiva egenskaper. Armaturer, ventiler och liknande är gjorda av rostfritt, syrafast stål (SS 2343).

Uppsamlingsanordningen är försedd med dubbla dräneringsledningar. Den ena är av typ ESS-drän 110/98 mm av polypropen. Den andra ledningen är av typ DSA 110/100 mm dräneringsrör av PEH, med inlagda tremetersbitar av rostfria filterrör med kontinuerlig 3 mm slits var artonde meter.



Figur 16. Filterrör med kontinuerlig slits (vänster) och ESS-drän (höger).

PRINCIPSEKTION FÖR DRÄNERINGSLEDNINGARNAS KRINGFYLLNING



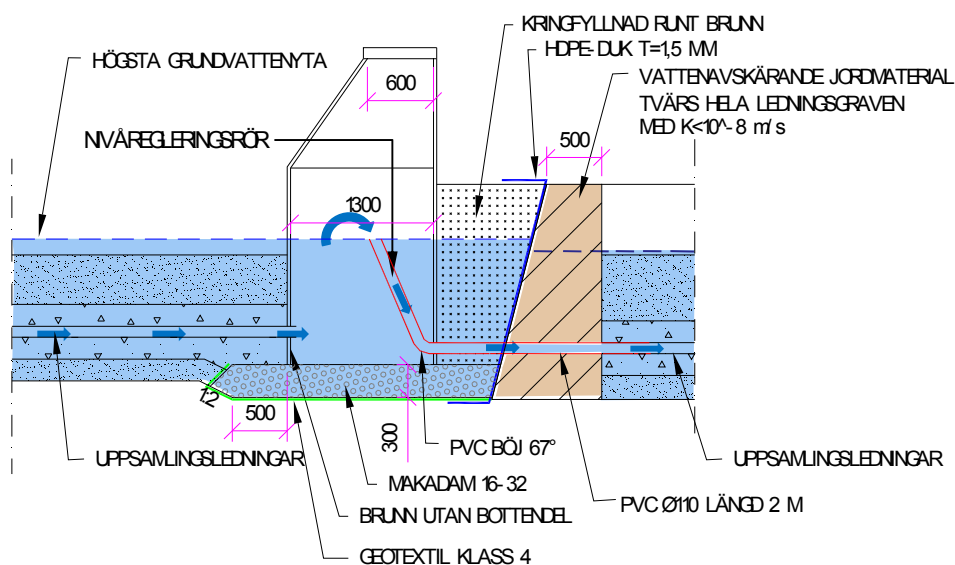
Figur 17. Principsektion för dräneringsledningarnas kringfyllning.

I botten av ledningsgravarna lades en geotextil klass 4. Eftersom grundvattnet innehåller höga järnhalter, drogs inte geotextilen upp längs ledningsgravens kanter på grund av igensättningsrisken. På geotextilen lades sedan ca 2 dm sand med specificerad siktkurva.

Dräneringsledningarna kringfylldes med tvättat grus 3-6 mm. Över det tvättade gruset utfördes återfyllning med sand upp till angivna nivåer, vilka motsvarar den högsta naturligt förekommande grundvattenytan. Övrig fyllning utfördes med urschaktade massor, dock inte med rödfärgsråvara, som istället lades upp vid rödfärgsverket. Överytan återställdes till samma skick som innan arbetet - där asfaltläggning förekom lades ny asfalt osv.

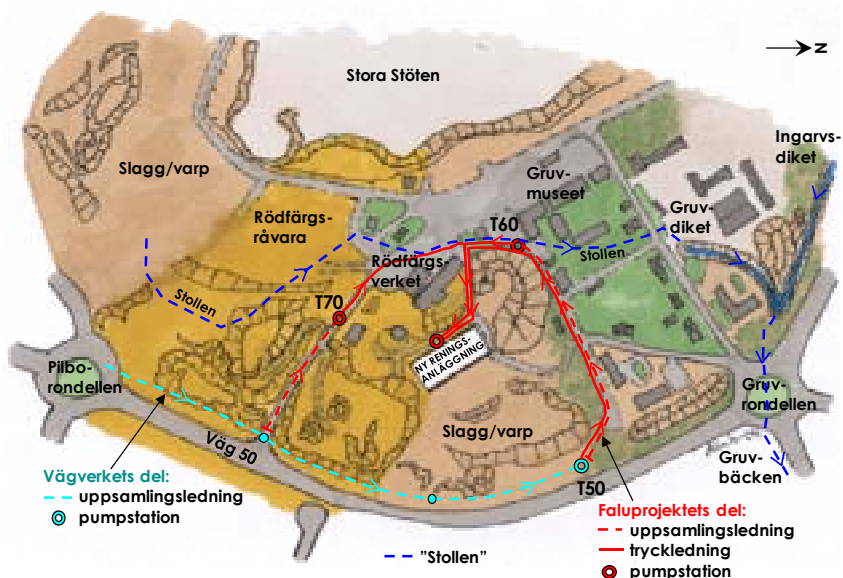
För att kunna hålla grundvattennivån uppe anlades nivåregleringsbrunnar i kombination med vatten-/strömningsavskärande fyllning (se Figur 18) med regelbundna mellanrum längs uppsamlingsledningarna. Avståndet mellan nivåregleringsbrunnarna varierar från 80 m till 140 m beroende på den naturliga grundvattenytans lutning samt typen av jordmaterial/fyllning på delsträckan. Mellan nivåregleringsbrunnarna finns brunnar för spolning/rensning av uppsamlingsledningarna.

PRINCIPSEKTION – NVÄREGLERINGSBRUNNAR  
 PE Ø1300



Figur 18. Principsektion för en typ av nivåregleringsbrunnar på uppsamlingsanordningen. Grundvattennivån till vänster om den vattenavskärande fyllningen i figuren styrs i nivåregleringsbrunnen, med hjälp av nivåregleringsröret.

I uppsamlingssystemet ingår tre pumpstationer, för pumpning av det uppsamlade lakvattnet till reningsanläggningen, se Figur 19. Pumpstationerna benämns T50 (Vägverkets del), samt T60 och T70. In till T50 pumpas dessutom dräneringsvatten från Vägverkets gångtunnel under väg 50 vid Berghauptmansgatan.



Figur 19. Uppsamlingssystemet inkl pumpbrunnar.

Pumpstationerna är utförda i syrafast material och är försedda med syrafast utrustning på grund av den korrosiva miljön och vattenkvaliteten. Grundprincipen är att

pumpningen styrs så att nivån hålls konstant och att flödet får variera. Syftet är att undvika fluktuationer i vattennivån i uppsamlingssystemet och grundvattenmagasinet, så att inte vittringen ökar. För att klara av flödestoppar i samband med snösmältning och perioder med mycket regn finns möjlighet att använda grundvattenmagasinet för flödesutjämning. Genom att låta grundvattennivån variera något, kan stora vattenvolymer magasineras i delområden med grov fyllning (slag, varp).

Tryckledningarna från pumpstationerna är av typ PE  $\varnothing$  90 mm, tryckklass PN 10 och är lagda utan skarpa böjar. Möjlighet finns att rensa dem med plugg.

Flödesmätning sker på inkommande ledning till reningsanläggningen, dels av flödet från T50, dels av flödet från T60 och T70 gemensamt. Inkommande lakvatten släpps till en utjämningstank i reningsanläggningen och pumpas därifrån vidare till behandling. Via ventiler är det möjligt att styra om inkommande flöde till gruvan. Från utjämningstanken kan bräddning ske till gruvan. Från pumpstationen T50 kan bräddning ske till Gruvbäcken. Från pumpstationerna T60 och T70 kan bräddning ske till Gruvdiket.

#### 4.6.2 Anläggning och idrifttagande

##### Delen längs väg 50, Vägverket



Figur 20. Pågående anläggning av uppsamlingsanordning längs väg 50.

Uppsamlingsanordningen för lakvatten längs väg 50 anlades under vintern och våren 2004 (delen längs med vägen), samt under 2005 (den delen som korsar vägen), i samband med att vägsträckan lades om. Uppsamlingsanordningen är drygt 500 m lång och dess läge i plan framgår av Figur 14 och bilaga 3. Till vänster en bild från anläggningsarbetena.

Uppsamlingsanordningen projekterades av GVT AB och anlades av PEAB.

Vägverkets del av uppsamlingssystemet provpumpades från sommaren 2004 till våren 2006. Under 2006 användes uppsamlingssystemet längs väg 50 för länshållning i samband med att övriga delen av uppsamlingssystemet anlades.

### **Delen inom gruvområdet, Faluprojektet**

Uppsamlingsanordningar för lakvatten inom gruvområdet anlades under 2006. Uppsamlingsledningar finns längs två sträckor, båda anslutna till uppsamlingsanordningen längs väg 50. Läget i plan framgår av Figur 14 och [bilaga 5](#).

Uppsamlingsanordningen projekterades av GVT AB och anlades av PEAB.

Hela uppsamlingssystemet togs i provdrift sommaren 2007 och provdrift pågick fortfarande år 2009 på grund av förlängd intrimningstid för den nyanlagda reningsanläggningen.



Figur 21. Bilder från anläggning av uppsamlingsledningar, brunnar och pumpstation T60, sommaren 2006.

#### **4.6.3 Rening av uppsamlat vatten**

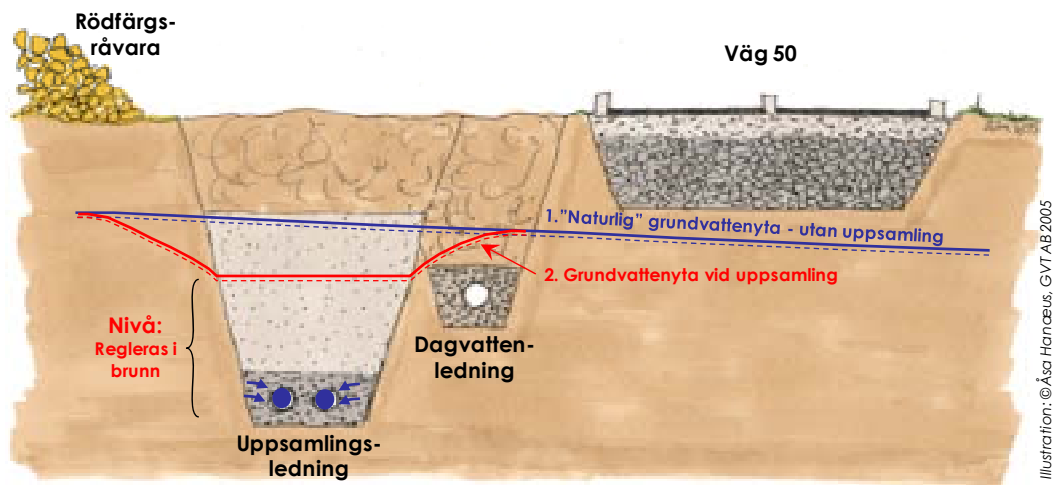
Rening av uppsamlat vatten sker i den nya reningsanläggningen för gruvvatten. Reningsprocessen beskrivs i avsnitt 5.2.3.

#### **4.6.4 Kompletterande åtgärder, Vägverket**

I samband med att uppsamlingsanordningen längs väg 50 anlades, upptäcktes att dagvattenledningarna längs gamla sträckningen av väg 50 var kopplade till kommunens spillvattennät vid Gruvrondellen. Dessa dagvattenledningar kopplades över till Gruvbäcken i november 2004, i samband med ombyggnaden av vägen.

Vid anläggandet av väg 50, flyttades en mindre mängd rödfärgsråvara in från vägområdet till gruvområdet.

I samband med provpumpningen av Vägverkets uppsamlingsledning 2004, minskade uppsamlade flöden kraftigt i början av oktober. Orsaken visade sig vara att den nya dagvattenledningen längs väg 50 lagts så nära uppsamlingsanordningen, att hydraulisk kontakt hade uppstått mellan dessa – se Figur 22. Lakvatten läckte alltså över från uppsamlingsanordningen till ledningsgraven för dagvattenledningen och försvann från gruvområdet längs ledningsgraven. Problemet åtgärdades genom att tätskärmar anlades i ledningsgraven för dagvattenledningen.



Figur 22. Sektion med uppsamlingsledning för lakvatten samt ny dagvattenledning längs väg 50.

Under vägbygget anlades även en gångtunnel under väg 50 vid Berghauptmansgatan. I samband med grävarbetena för gångtunneln minskade åter det uppsamlade lakvattenflödet i uppsamlingsledningen. Även här hade hydraulisk kontakt uppstått med uppsamlingsanordningen. Eftersom framtida pumpning skulle krävas för att hålla nere grundvattennivån vid gångtunneln då denna togs i drift, anlades en tätskärm mellan gångtunneln och uppsamlingsanordningens pumpbrunn T50. Tätskärmen förhindrar att pumpningen av gångtunneln drar till sig vatten från uppsamlingsanordningen.

## 4.7 Drift och skötsel

Drift och skötsel av uppsamlingsystemet för lakvatten utförs av Stora Kopparbergs Bergslags AB. Instruktioner för drift och skötsel av Faluprojektets del av uppsamlingsystemet upprättades av GVT AB under 2008.

Drift- och skötselarbetet omfattar bland annat rengöring av pumpar, spolning av pumpstationer och brunnar, rensning av uppsamlingsledningar genom spolning, rensning av pumpledningar med plugg, samt mätning och injustering av vattennivån i de olika delarna av systemet. Nivåmätning sker i grundvattenrör och i nivåstyrningsbrunnar. För de olika mätpunkterna finns larmnivåer som inte får över-

eller underskridas. Om högre eller lägre grundvattennivå uppmätts, ska uppsamlingsystemets funktion kontrolleras.

Provtagningen för driftkontroll av uppsamlingssystemet är knuten till den nya reningsanläggningen för gruvvattnet. Flödesmätare samt utrustning för ICP-analys av metaller finns i reningsanläggningen.

Drift och skötsel utförs av Stora Kopparbergs Bergslags AB:s personal vid Röd-färgsverket/reningsanläggningen, förutom rensning av uppsamlingsledningar som till och med 2008 utfördes av GVT.

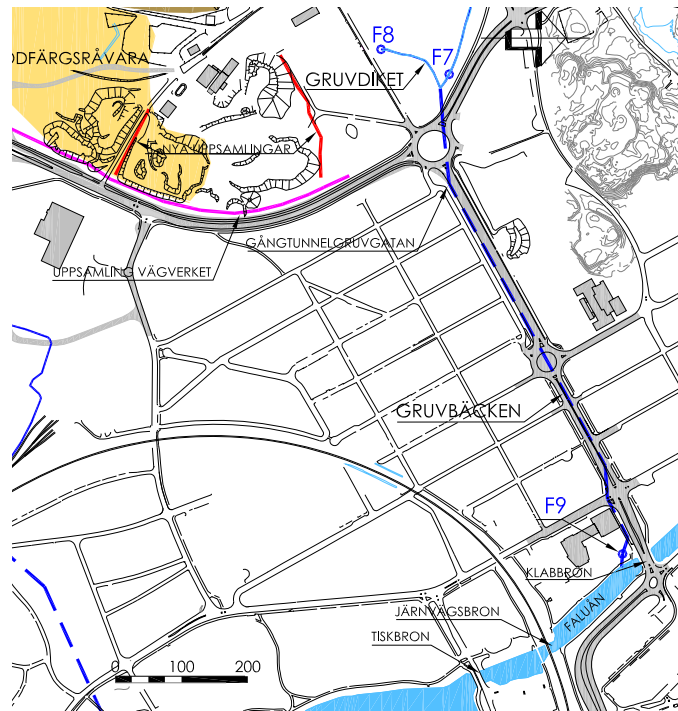
#### **Vägverkets del**

Vägverket har åtagit sig att för all framtid utföra och bekosta drift- och underhålls-åtgärder för säkerställande av anläggningens funktion. Vägverket har i sin tur avtalat med Stora Kopparbergs Bergslags AB om att mot ersättning utföra de drift- och skötselåtgärder som krävs.

För Vägverkets del av uppsamlingssystemet planeras driftinstruktioner tas fram under 2009.

## **4.8 Miljökontroll**

Kontroll och mätning av utsläpp från gruvområdet utförs i enlighet med Faluprojektets gemensamma kontrollprogram för Faluån med tillflöden. Syftet med kontrollprogrammet har varit att öka kunskaperna om metallutsläppen till Faluån samt att göra det möjligt att utvärdera effekterna av de åtgärder som genomförts inom ramen för Faluprojektet ( däribland åtgärderna på gruvområdet).



Figur 23. Läge provtagningspunkter i anslutning till gruvområdet.

Inom ramen för kontrollprogrammet utfördes under projektiden provtagning i Gruvdiket (F8), direkt nedströms gruvområdet. Längre nedströms i vattensystemet togs prover i Gruvbäcken (F9). Punkternas läge framgår av Figur 23. I Gruvdiket togs vattenprov som stickprov 1 ggr/månad och analyserades med avseende på pH, zink, kadmium och koppar. Flödesmätningen i Gruvdiket utfördes genom flödesuppskattning till och med år 2004, därefter med hjälp av skibord. Flödet i Gruvbäcken bestämdes genom utspädningsmätning med litiumklorid.

Från och med 2005 analyserades fler metaller (ICP-paket), varav bly och järn lades till den befintliga uppföljningen av zink, kadmium och koppar.

För uppsamlingssystemet för lakvatten från gruvområdet finns ännu (2009) inget gällande kontrollprogram. Orsaken är att kontrollen är kopplad till den nya reningsanläggningen på gruvområdet, för vilken intrimning fortfarande pågår. Under intrimningsperioden har halt- och flödesmätningar på uppsamlingssystemet endast skett sporadiskt.

För miljökontroll efter Faluprojektets avslutning, har ett kontrollprogram upprättats som gäller för år 2008 och framåt, se avsnitt 7.3.

#### 4.8.1 Rapportering av Faluprojektets miljökontroll

Miljökontrollen inom Faluprojektet har sammanställts i en årlig miljörapport som lämnats in till Länsstyrelsen i Dalarnas län. Miljörapporter finns upprättade årligen från 1995 till 2008. För år 1994 till 2008 finns verksamhetsrapporter upprättade för Faluprojektet, vilka innehåller ett avsnitt om miljökontrollen under året.



Utvalda nyckelparametrar från miljökontrollen har även redovisats löpande under året för Faluprojektets styrgrupp, vid styrgruppens möten.

Data från vattenprovtagning enligt Faluprojektets kontrollprogram finns inlagt i en databas som för närvarande förvaltas av GVT och årligen arkiveras på Länsstyrelsen i Dalarnas län.

## 4.9 Byggkontroll

Byggkontrollen av anläggandet av uppsamlingsanordningen utfördes av GVT, både för Vägverkets och för Faluprojektets delar.

Byggkontrollen vid anläggningen av Pilbodränningen utfördes av GVT.

## 5 Övriga aktörers efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet

### 5.1 Uppsamlingsanordning längs väg 50, Vägverket

Denna åtgärd har beskrivits tillsammans med uppsamlingssystemet som helhet, se avsnitt 2 (bakgrund, val av åtgärd) samt avsnitt 4.6 (genomförande).

### 5.2 Ny reningsanläggning för gruvvatten, Stora Enso

#### 5.2.1 Tidigare gruvvattenrening

Rening av gruvvattnet startade 1987, genom sambehandling med kommunalt avloppsvatten i Främby avloppsreningsverk. Gruvvattnet användes som ”fällningskemikalie” för kemisk fällning av det kommunala avloppsvattnet. Dessförinnan hade läns-pumpningsvatten från gruvan släppts orenat till Gruvbäcken. Driftproblemen i Främbyverket var betydande från start. Under perioden 1990-93 pumpades en del av gruvvattnet till Ingarvsmagasinet för att fällas tillsammans med anrikningssanden (ett försök att tätat det läckande magasinet). I Främby reningsverk utfördes 1999-2000 en ombyggnad till separata linjer för gruvvatten respektive kommunalt avloppsvatten, eftersom kraven på reningen av avloppsvattnet med avseende på BOD (organiskt material) inte klarades med enbart kemisk fällning. I den separata gruvvattenlinjen renades gruvvattnet fortsättningsvis genom kalkfällning.

#### 5.2.2 Utveckling av metoder för rening av gruvvattnet

Ett mångårigt och omfattande utvecklingsarbete ligger till grund för den nya reningsanläggningen för metallrikt vatten från gruvan som togs i provdrift under 2007. Arbetet, som kan sägas ha pågått mer eller mindre konstant sedan tidigt 1970-tal, redovisas nedan:

**1972/73** Kartläggningar och materialbalanser i gruva och anrikningsverk, upprättande av försöksprogram samt preliminära försök med kalkfällning.

**Perioden 1974 – 1983** Undersökning av möjliga tekniska lösningar för rening av gruvvattnet.

**1975 – 1979** Borrningar för att leda vattnet förbi rasmassorna och därmed minska urlakningen av metaller.

**1976-12-21** Koncessionsnämndens beslut med villkor för brytning av 200 kton/år. Bland annat krav på rening av gruvvattnet genom cementering och sulfidfällning eller likvärdig metod.

**1979-04-26** Koncessionsnämndens beslut med bl. a. krav på rening av gruvvattnet. Omskrivning av villkoren från 1976.

**1980-11-25** Koncessionsnämndens beslut angående fortsatta utredningar och redovisning av resultaten före 1983 års utgång.

**1983** Försök med fällning av kommunalt avloppsvatten.

**1984-10-22** Koncessionsnämndens beslut om sambehandling av gruvvatten och kommunalt avloppsvatten.

**1987** Start sambehandling av gruvvattnet och kommunalt avloppsvatten i kommunens ombyggda reningsverk (enbart kemisk fällning) i Främby.

**1987-90** Sambehandling pågick men stora problem med driften. Ej kapacitet att rena allt gruvvatten på ett tillfredställande sätt.

**1990 - 1993** En del av gruvvattnet pumpades till sandmagasinet (Ingarvsmagasinet) och fälldes där tillsammans med anrikningssanden, tills magasinet togs ur drift 1993.

**1993-99** Rening av en del av gruvvattnet i Främby. Resten lagrades i gruvan med följd att vattennivån steg. Reningsverket i Främby klarade ej utsläppskraven avseende organiskt material (BOD).

**1995** Inledande försök med ny teknik för rening av gruvvattnet genomfördes. Detta föranlett av problemen i Främby och den snabbt stigande vattennivån i gruvan. Indunstning för att få ett koncentrat som kunde köras tillbaka till gruvan var ett koncept som utreddes. Selektiv utvinning av järn och zink med jonbyte var ett annat.

**1996** Beslut om att starta ett koncernprojekt för att utveckla ny reningsteknik för gruvvattnet som är mer kostnadseffektiv och miljöanpassad än befintlig. Jonbyte bedömdes vara en intressant teknik. För att kunna använda den måste järnet vara i trevärd form. Försök gjordes i labbskala av Luleå Tekniska Universitet med bakteriell oxidation av järnet. Resultaten lovande. Utredningar och åtgärder för att minska mängden gruvvatten startade.

**1997** Kommunen ålades att bygga om reningsverket för att klara de hårdare reningskraven med avseende på organiskt material (BOD) som kommit. Detta innebar att biologisk rening måste återinföras och att gruvvattnet måste renas separat.

De arbeten som pågick inom det 1996 startade koncernprojektet hade inte hunnit så långt att någon ny reningsmetod skulle hinna bli färdigutvecklad till den tidpunkt då kommunen måste ta sin biologiska rening i drift. Nivån i gruvan steg relativt snabbt. De alternativ som fanns var att antingen låta vattennivån i gruvan stiga till 115-metersnivån i väntan på att en ny metod skulle hinna färdigutvecklas och då dränka många värdefulla delar av gruvan, eller att bygga en ny rening baserad på etablerad teknik (high density sludge-metoden, HDS, vilket innebär kalkfällning med recirkulation av slam). Beslut fattades att bygga en sådan gruvvattenrening i Främby.

Pilotförsök med bakteriell oxidation av järn startades.

**1998** Pilotförsök med bakteriell oxidation slutfördes. Resultatet var inte tillfredsställande. Andra tekniker för att oxidera järnet undersöktes, bl a med peroxid och syrgas. Laborieförsök med selektiv utvinning av trevärt järn (oxiderat gruvvatten) med jonbyte utfördes med lovande resultat. I slutet av året startades pilotförsök med att utvinna trevärt järn med en kontinuerlig jonbytare. Oxidationen utfördes med peroxid.

**1999** Den nya gruvvattenreningen (HDS) togs i drift. En del av vattnet renades fortfarande tillsammans med det kommunala vattnet.

Pilotförsöken med jonbytare för att utvinna järn slutfördes under sommaren. Pilotförsök med utfällning av zink som karbonat och som sulfid utfördes.

**2000** Det kommunala vattnet och gruvvattnet renas separat i kommunal regi. Fullskaleförsök med oxidation av gruvvattnet i pumpledningen upp ur gruvan med luft och med syrgas utfördes. Dålig effekt erhöles jämfört med tidigare laborieförsök. Teknikgranskning av den föreslagna reningsmetoden baserad på utvinning av trevärt järn med jonbyte och fällning av zink med grönlut gjordes av Ingemar Grenthe. Denna granskning visade på behov av ytterligare pilotförsök för att testa hela kedjan av processer för att vara säkra på att det fungerar som avsett. Förprojektering av en reningsanläggning utfördes av MinPro och var klar i slutet av året.

**2001** Nya pilotförsök med jonbytare för utvinning av trevärt järn startade i början av året. På grund av tekniska problem med anläggningen tog försöken längre tid än beräknat. De pågick resten av året och en bit in på nästa år. Pilotförsök gjordes också med jonbytare för koppar samt fällning av zink med grönlut.

**2002** Utvärdering gjordes av de utförda pilotförsöken. Kostnadsberäkningar och marknadsbedömningar gjordes och kontakter togs med tänkbara marknadspartners. Första kontakterna med Feralco togs i april. Under maj beslutades att inleda samarbete med Feralco och satsa på utfällning av järn som jarosit. Laboratieförsök med gott resultat utfördes under sommaren. Pilotförsök med jarosutfällning startades under slutet av året.

**2003** Pilotförsöken med jarosutfällning slutförda, medan arbetet att finna bästa metod för utvinning av zink fortsatte. Förprojektering utförd. Stora Enso skrev ett PM angående möjligheterna att behandla annat metallhaltigt vatten än gruvvatten i den nya anläggningen och kontakt togs med Länsstyrelsen om detta. Länsstyrelsen nappade på förslaget och beställde den sk "huvudstudien" om efterbehandling av gruvavfall genom lakvattenrening av GVT. Stora Enso's Investment Committee beslutade att gå vidare med gruvvattenreningsprojektet.

**2004** Pilotförsök med cementering av koppar och jonbyte av zink. Tillståndsansökan/MKB för reningsanläggningen inlämnades. Projekteringsunderlaget reviderades.

I slutet av året: Projektledare upphandlades. Detaljerad förprojektering upphandlades. Länsstyrelsens "huvudstudie" klar. Avtal med Feralco om försäljning av järnprodukt från reningsanläggningen blev klart.

**2005** Beslut från Miljöprövningsdelegationen om tillstånd till ny gruvvattenrening 05-02-07. Faluprojektets styrgrupp beslutade att köpa in sig i den nya gruvvattenreningen och behandla lakvattnet från gruvområdet i denna. Arbetet med att teckna avtal mellan Stora Kopparberget och myndigheterna om detta påbörjades under våren. De detaljerade förprojekten blev klara under våren och med dessa som underlag fattade Stora Enso's Extended Management Group beslut om att anslå pengar för att bygga en ny gruvvattenrening. Upphandling av ny reningsanläggning påbörjades. Processdelen handlades upp i september och byggnaden handlades upp i december.

**2006** Avtalet om behandling av lakvatten från gruvområdet blev klart under februari. Upphandlingen av ledningar m m i mark blev klar under februari. Bygget av reningsanläggningen startade.

**2007** Uppstart av den nya anläggningen påbörjades.

**2008** Intrimning och garantikörning av den nya reningsanläggningen på gruvområdet pågår.

### 5.2.3 Beskrivning av den nya reningsanläggningen för gruvvatten

Anläggningen byggs för att rena gruvvattnet (länshållningsvattnet) från Falu gruva samt uppsamlat lakvatten från gruvområdet, och samtidigt utvinna metallerna ur vattnet för att framställa användbara produkter. Anläggningen är unik i sitt slag både vad gäller komplexiteten i form av en rad seriekopplade processteg, men också med avseende på mängden vatten som skall renas.

Anläggningen är dimensionerad för vattenflödet 37 m<sup>3</sup>/h. Dimensionerande inkommande metallhalter, metallmängder och avskiljningsgrader framgår av Tabell 5 och Tabell 6.

| Tabell 5. Dimensionerande inkommande metallhalter i gruvvatten respektive uppsamlat lakvatten från gruvområdet (dränagevatten). | Gruvvatten | Dränagevatten |
|---|------------|---------------|
| Flöde, m <sup>3</sup> /h  | 30,1       | 6,55          |
| Fe <sup>2+</sup> , mg/l   | 4 200      | 1 710         |
| Fe <sup>3+</sup> , mg/l   | 470        | 570           |
| Fe-tot, mg/l  | 4 670      | 2 280         |
| Zn, mg/l  | 770        | 340           |
| Cu, mg/l  | 2,1        | 58            |
| Cd, mg/l  | 0,21       | 0,76          |
| Pb, mg/l  | 0,67       | 0,16          |

Tabell 6. Dimensionerande inkommande metallmängder och avskiljningsgrader för processen i den nya reningsanläggningen.

|           | Gruvvatten + dränagevatten |
|-----------|----------------------------|
| Fe, t/år  | 1190                       |
| Zn, t/år  | 195                        |
| Cu, t/år  | 3,4                        |
| Al, t/år  | 70                         |
| Cd, kg/år | 88                         |

| Metall | Avskiljningsgrad, % |
|--------|---------------------|
| Fe     | 99,8                |
| Zn     | 99,4                |
| Cu     | 99,4                |
| Cd     | 95                  |

Av de inkommande metallmängderna beräknas följande produkter framställas:

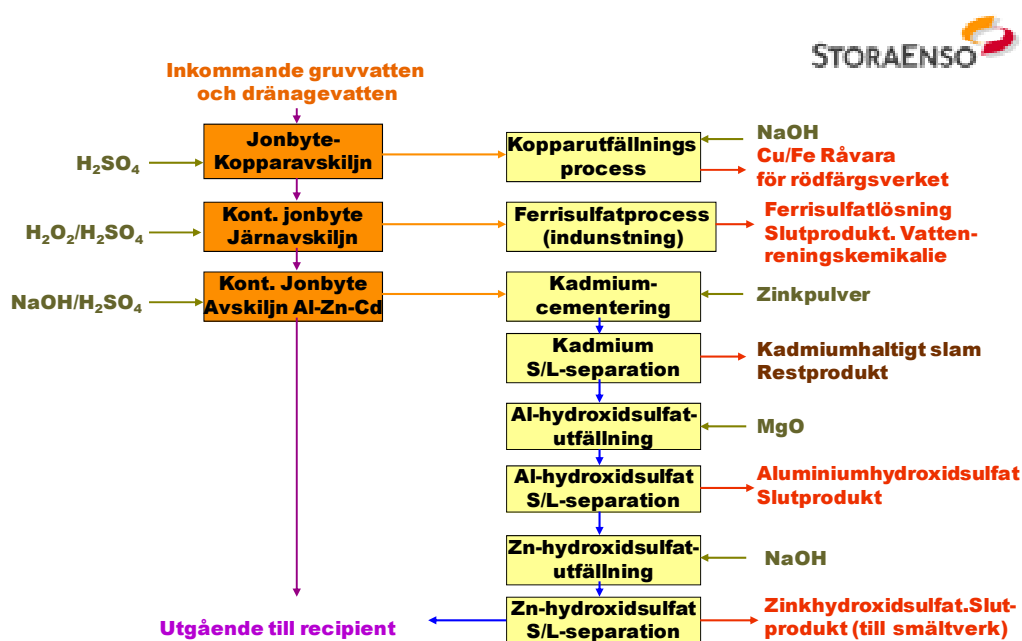
- 8 800 ton/år ferrisulfatlösning (vattenreningskemikale)
- 200 ton/år råvara för rödfärgspigment
- 195 ton/år zinkprodukt (till smältverk), samt
- aluminiumhydroxidsulfat (råvara för vattenreningskemikalier).

Som utsläppsvillkor för anläggningen gäller att utgående vatten får innehålla maximalt 5 mg/l zink respektive 15 mg/l järn som årsmedelvärden (gränsvärden). Dessutom finns gränsvärden för utsläppta mängder järn och zink, beroende på hur mycket vatten som renas i anläggningen. Vid behandling av upp till 200 000 m<sup>3</sup> vatten per år får exempelvis maximalt 3 000 kg järn och 1 000 kg zink släppas ut (årsvärden).

I avtalet med Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Dalarnas län och Falu kommun, har Stora Kopparbergs Bergslags AB åtagit sig att rena koppar till minst 90 % och övriga metaller enligt tillståndet för anläggningen.

Det rena vattnet leds via Främby till sjön Runn i befintliga ledningar. Utsläppet sker till Främbyviken.

Ett blockschema över reningsprocessen visas i Figur 24.



Figur 24. Blockschema för reningsprocessen i den nya reningsanläggningen.

Processen fungerar enligt följande:

Metallerna utvinns ur gruvvattnet med jonbytesteknik i tre steg. Samma typ av jonbytarharts används i alla tre stegen. I det första jonbytesteget används en konventionell jonbytare med tre kolonner för att utvinna koppar och en del av det trevärda järnet. Regenerering sker med svavelsyra och den produkt som erhålls är en sulfatlösning av koppar och trevärt järn. Ur denna lösning fällt sedan koppar och järn ut som hydroxider med magnesiumhydroxid och lut. Hydroxidslammet uppkoncentreras och används som rödfärgsråvara.

I det andra jonbytesteget används en kontinuerlig jonbytare. Före jonbytaren oxideras allt järn i vattnet till trevärd form med hjälp av väteperoxid. Det trevärda järnet avskiljs i jonbytaren. Regenerering sker med svavelsyra och den produkt som erhålls är en ferrisulfatlösning som uppkoncentreras genom indunstning till en järnhalt på ca 11 – 12 %. Denna produkt kommer att säljas som en vattenreningskemikalie.

I det tredje steget används också en kontinuerlig jonbytare. I denna avskiljs zink, kadmium och aluminium, men även en del magnesium och mangan följer med. Efter denna jonbytare är vattnet så rent att det kan släppas till recipienten Runn. Även denna jonbytare regenereras med svavelsyra och det som erhålls är en sulfatlösning av de metaller som avskiljs i jonbytaren. Detta koncentrat processas vidare i tre fällningssteg. I det första fälls kadmium ut genom cementering. I det andra fälls aluminium ut som hydroxidsulfat med användning av magnesiumhydroxid. I det tredje fälls zink ut som hydroxidsulfat med användning av natronlut. Den zinkprodukt som erhålls kommer enligt planerna att sändas till ett smältverk. Det kadmiumhaltiga slam som bildas i första fällningssteget blandas antingen med zinkprodukten som går till smältverk eller sänds till deponi. Aluminiumprodukten kommer att användas som råvara för framställning av vattenreningskemikalier.



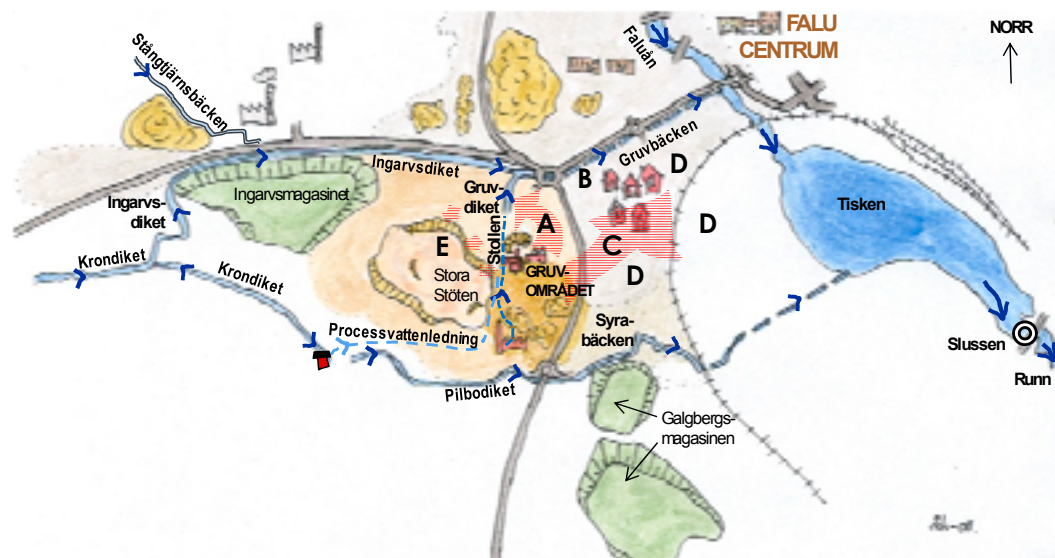
## 6 Projektuppföljning – utvärdering

### 6.1 Reduktion av metalläckaget

Läckage av metaller från gruvområdet sker som tidigare beskrivits på olika sätt via yt- och grundvatten, vilket innebär att det totala läckaget till recipient är svårbestämt. De olika läckagevägarna och möjligheterna att mäta delströmmarna framgår av tabellen nedan, där bokstäverna refererar till Figur 25.

Tabell 7. Läckagevägar för förorenat yt- och grundvatten från gruvområdet, se även Figur 25.

| LÄCKAGEVÄG  | MÄTPUNKT/MÄTMÖJLIGHET I RECIPIENT  |
|---|--|
| <b>A.</b> Gruvdiket<br>(yt- och grundvatten, brädning från uppsamlingsystemet för lakvatten, brädning från nya lakvattenreningsanläggningen)  | F8 Gruvdiket   |
| <b>B.</b> Gruvbäcken, tillskott på sträckan nedströms gruvområdet<br>(pumpning från gångtunnlar, dagvattenledningar, brädning från Vägverkets del av uppsamlingsystemet för lakvatten mm) | F9 Gruvbäcken <u>minus</u> F8 Gruvdiket och F7 Ingarvsdiket  |
| <b>C.</b> Grundvattenflöde mot Elsborg/Faluån   | Ingår i F35 Slussen tillsammans med övrigt metalläckage från Faluns gruvavfall – går ej att särskilja. |
| <b>D.</b> Del av grundvattenflöde som läcker in i avloppsnätet nedströms gruvområdet  | Främby avloppsreningsverk, inkommande avloppsvatten  |
| <b>E.</b> Yt- och grundvatten som rinner ner i gruvan   | Ingår i pumpad mängd gruvvatten till gruvvat-<br>tenreningen.  |



Figur 25. Läckagevägar (röda pilar) för förorenat vatten från gruvområdet, se även Tabell 7.

Inom ramen för Faluprojektet följs läckagen till Gruvdiket och Gruvbäcken upp, vilket redovisas i avsnitt 6.1.1 respektive 6.1.3 nedan. Den totala metalltransporten vid Slussen mäts av Dalälvens Vattenvårdsförening och uppföljning ur Faluprojektets perspektiv redovisas i ”Konsekvenser för Faluån, Runn och Dalälven av åtgärder på gruvavfall i Falun” (Lindeström och Tröjbom 2010). Metallhalter i inkommande avloppsvatten till Främby avloppsreningsverk följs upp av Falu Energi & Vatten.

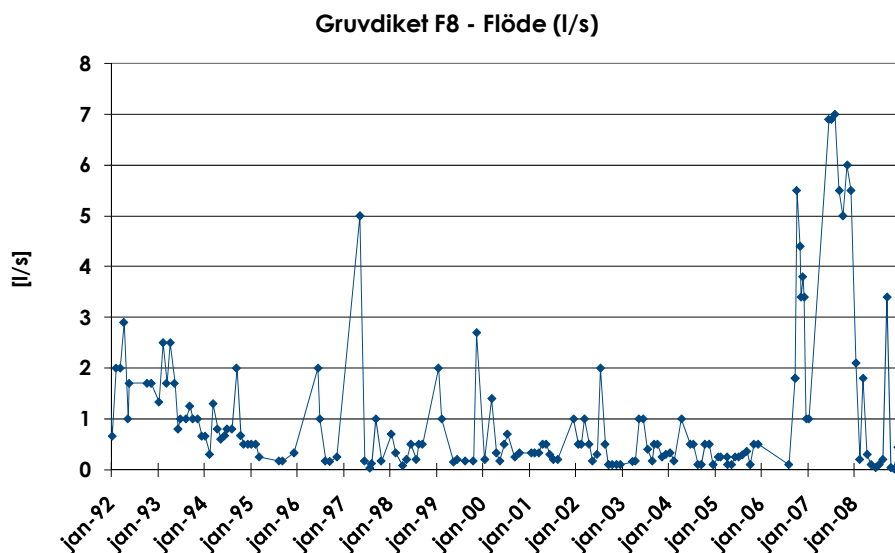
Efterbehandlingsåtgärden som innebär uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet följs upp genom flödesmätning och analys av inkommande lakvatten till reningsanläggningen, samt genom mätning av reningsanläggningens reningseffekt. Se Tabell 8 nedan.

Tabell 8. Mätpunkter vid uppsamlingssystemet för lakvatten från gruvområdet.

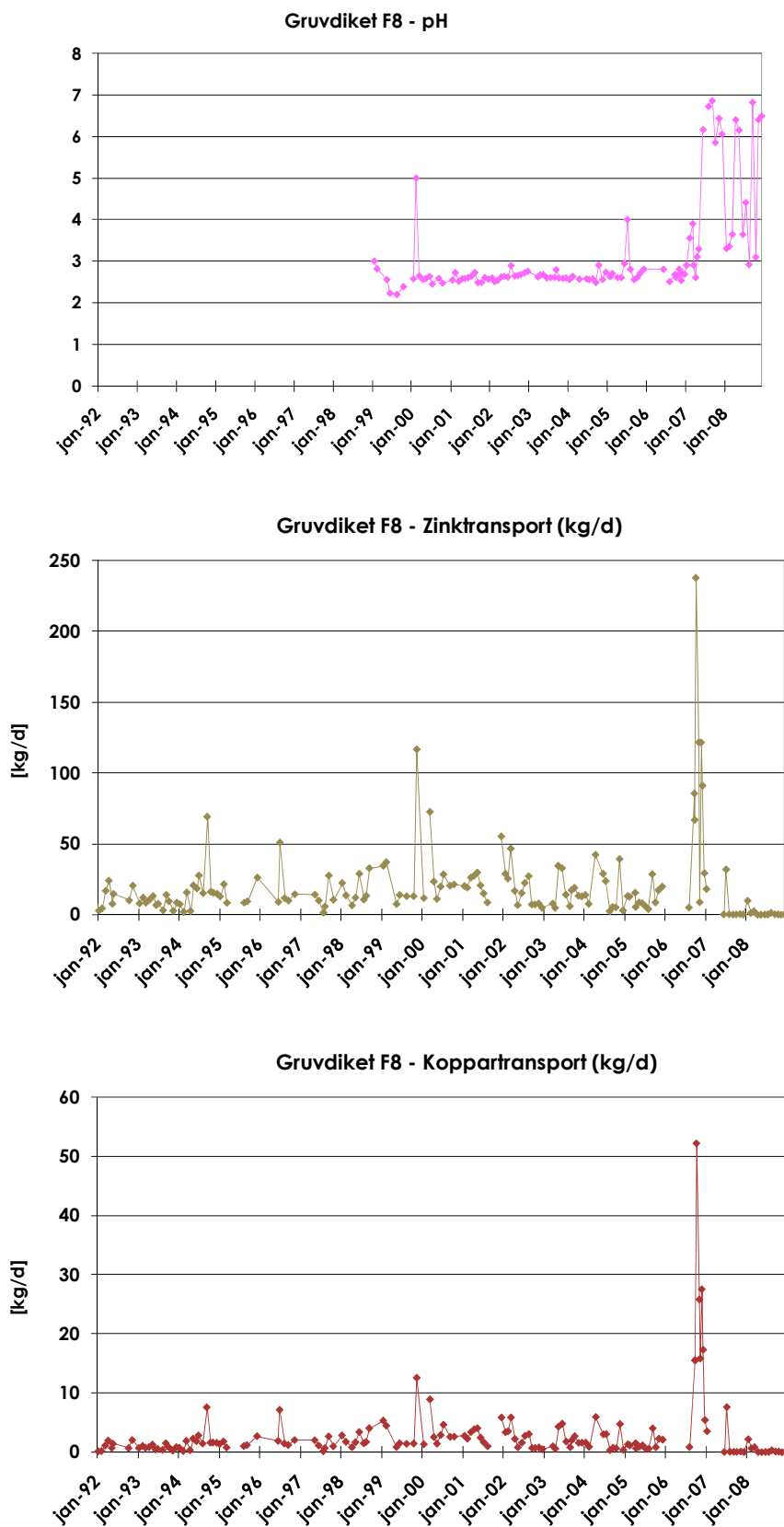
| ANLÄGGNINGSDDEL I UPSAMLINGSSYSTEMET      | MÄTPUNKT                    |
|---|-----------------------------|
| Vägverkets del av uppsamlingssystemet     | T50                         |
| Faluprojektets del av uppsamlingssystemet | T60+T70 (gemensam mätpunkt) |
| Reningsanläggningen                       | Inkommande och utgående     |

### 6.1.1 Flöden, halter och metalltransport i Gruvdiket

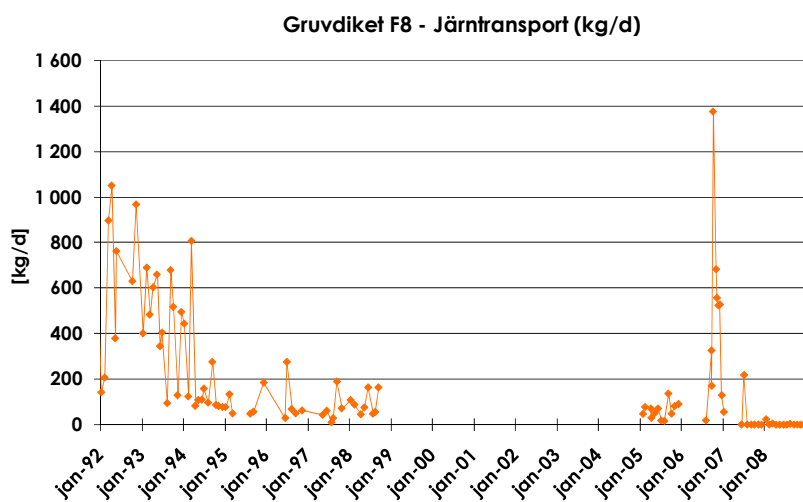
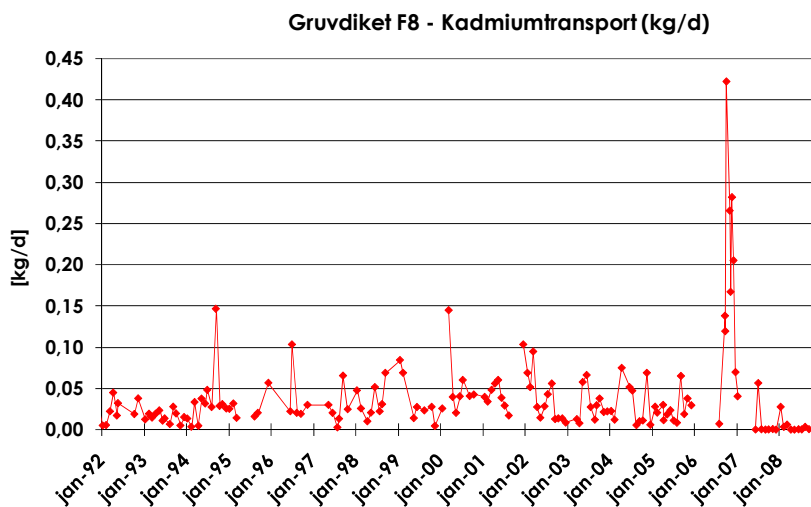
Metallhalter, metalltransporter och flöden i punkt F8, Gruvdiket, under perioden 1992-2008 redovisas i Figur 26-Figur 29 (momentanvärden) och Figur 30 (beräknade årstransporter) nedan. Provtagningspunkternas placering framgår av Figur 23 i avsnitt 4.8.



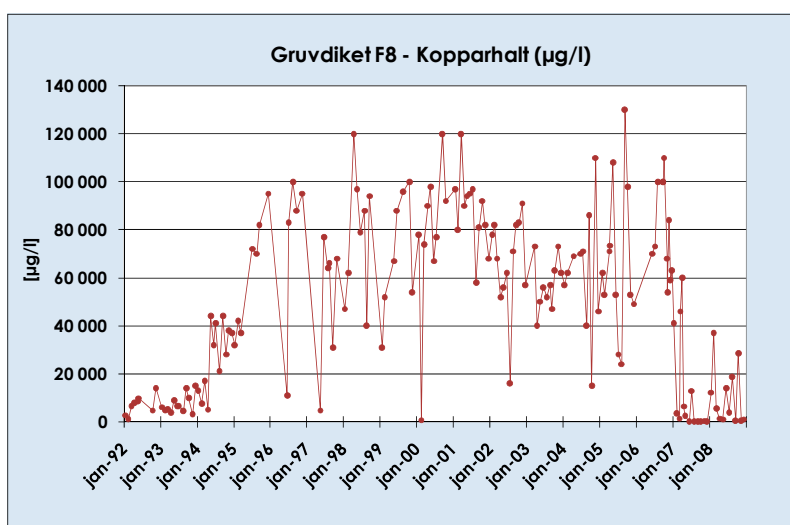
Figur 26. Uppmätta, momentana flöden i Gruvdiket (F8).



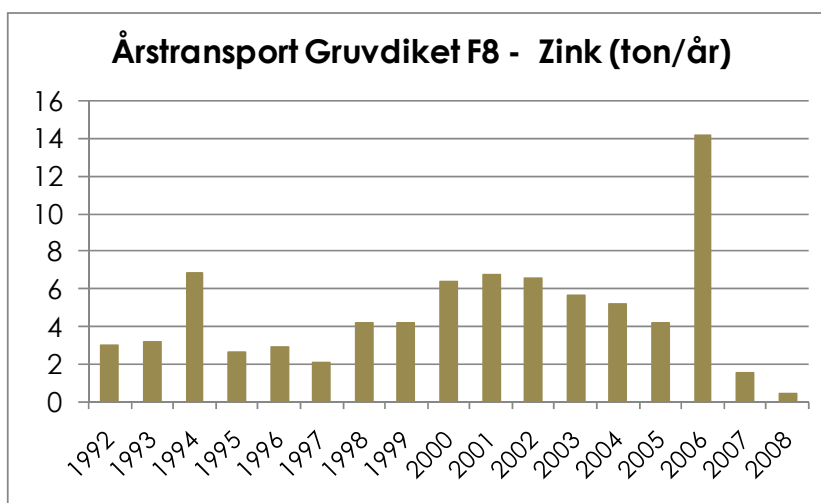
Figur 27. Uppmätta, momentana pH-värden, samt zink- och koppartransporter i Gruvdiket (F8).



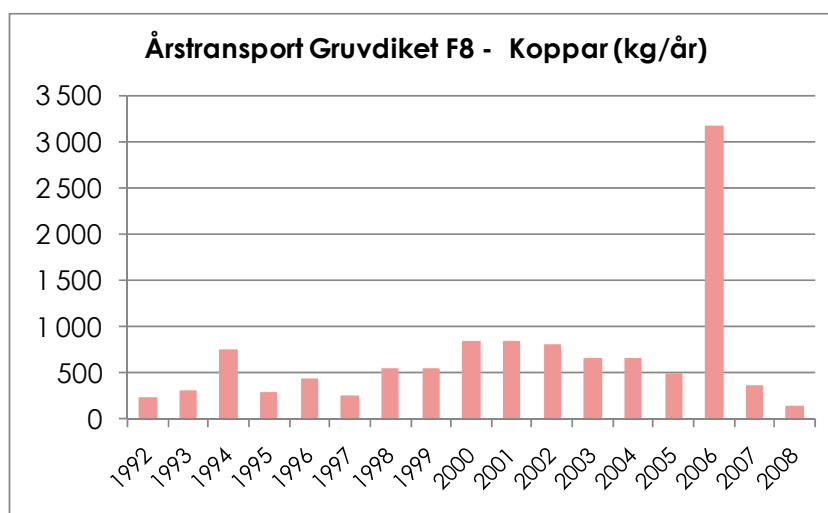
Figur 28. Uppmätta kadmium- och järntransporter i Gruvdiket (F8). Järn analyserades ej under år 1999-2004.



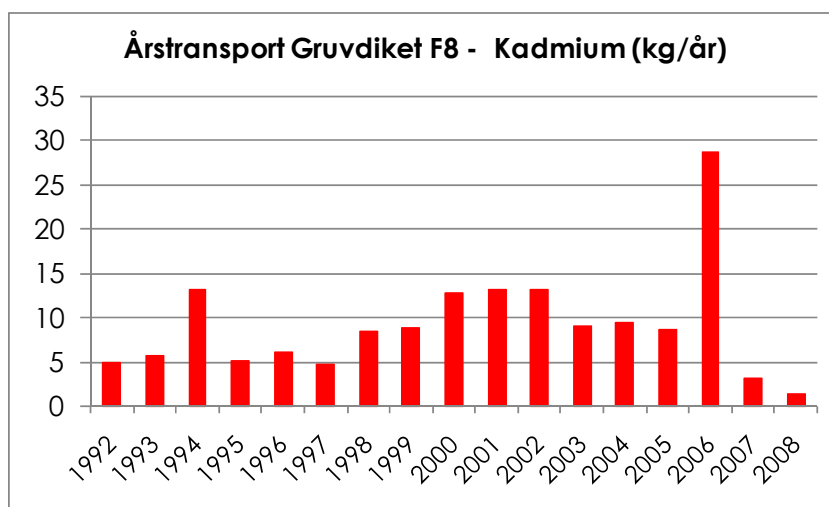
Figur 29. Uppmätta kopparhalter i Gruvdiket (F8). Övriga metallhalter redovisas i [bilaga 6](#).



(a)

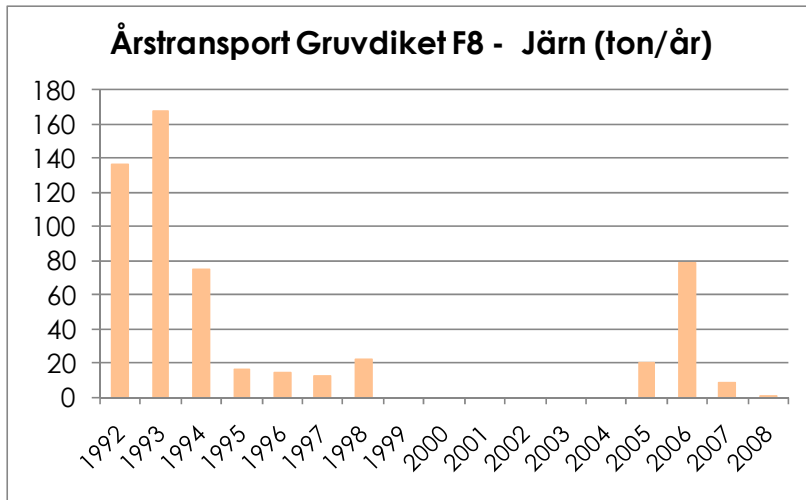


(b)

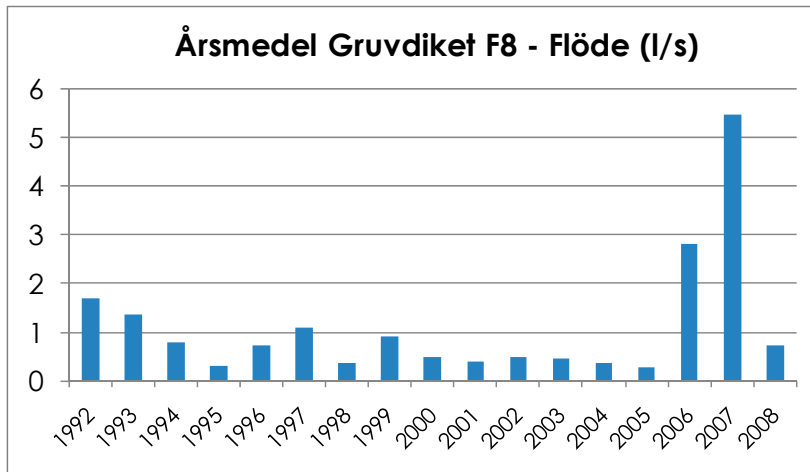


(c)

forts...



(d)



(e)

Figur 30(a)-(e). Beräknade årliga medelflöden och metalltransporter i Gruvdicket (F8), utifrån månadsvis stickprovtagning. Flödesmätningar och/eller analyser saknas vissa månader, ibland på grund av att inget vatten gått ut och ibland på grund av mättekniska problem (frysning, igensättningar m m.), vilket kan ge missvisande (underskattade) årsvärden. Antal prover varje år framgår av Tabell 9. Järn analyserades ej 1999-2004.

Tabell 9. Beräknade årstransporter av metaller i Gruvdiket (F8) utifrån månadsvis stickprovtagning. Data till diagrammen i Figur 30(a)-(d) ovan. Flödesmätningar och/eller analyser saknas vissa månader, ibland på grund av att inget vatten gått ut och ibland på grund av mättekniska problem (frysning, igensättningar m m.), vilket kan ge missvisande (underskattade) årsvärden. Antal provtagningstillfällen med flödesmätning varje år framgår av tabellen. Järn analyserades ej 1999-2004, bly analyserades ej 1993-2004.

| GRUVDIKET | Antal  | Medelflöde | Zn       | Fe  | Cu      | Cd   | Pb   |
|-----------|--------|------------|----------|-----|---------|------|------|
| F8        | värden | (l/s)      | (ton/år) |     | (kg/år) |      |      |
| 1992      | 8      | 1,7        | 3,0      | 136 | 221     | 4,9  | 12   |
| 1993      | 12     | 1,4        | 3,2      | 167 | 290     | 5,8  |      |
| 1994      | 12     | 0,80       | 6,9      | 75  | 734     | 13,2 |      |
| 1995      | 6      | 0,32       | 2,6      | 17  | 270     | 5,0  |      |
| 1996      | 5      | 0,72       | 2,9      | 15  | 423     | 6,0  |      |
| 1997      | 6      | 1,1        | 2,1      | 12  | 235     | 4,8  |      |
| 1998      | 8      | 0,38       | 4,2      | 23  | 539     | 8,5  |      |
| 1999      | 6      | 0,91       | 4,2      |     | 540     | 8,9  |      |
| 2000      | 9      | 0,49       | 6,4      |     | 831     | 12,8 |      |
| 2001      | 12     | 0,41       | 6,8      |     | 837     | 13,1 |      |
| 2002      | 12     | 0,49       | 6,6      |     | 790     | 13,3 |      |
| 2003      | 10     | 0,45       | 5,6      |     | 652     | 9,1  |      |
| 2004      | 10     | 0,38       | 5,2      |     | 649     | 9,4  |      |
| 2005      | 11     | 0,27       | 4,2      | 21  | 489     | 8,6  | 1,2  |
| 2006      | 5      | 2,8        | 14,2     | 79  | 3160    | 28,6 | 3,4  |
| 2007      | 8      | 5,5        | 1,6      | 8,6 | 357     | 3,1  | 0,54 |
| 2008      | 12     | 0,73       | 0,5      | 1,1 | 134     | 1,4  | 0,32 |
|           |        |            |          |     |         |      |      |

Av diagram och tabeller ovan framgår att zink, kadmium och koppar följer ett liknande mönster, med relativt låga årstransporter i början av 90-talet, med undantag för 1994, högre årstransporter i slutet av 90-talet och början av 00-talet, samt en minskning de senaste åren – med undantag för 2006.

Järntransporten i Gruvdiket minskade kraftigt redan i mitten av 1990-talet, men även för järn var utsläppen stora under 2006.

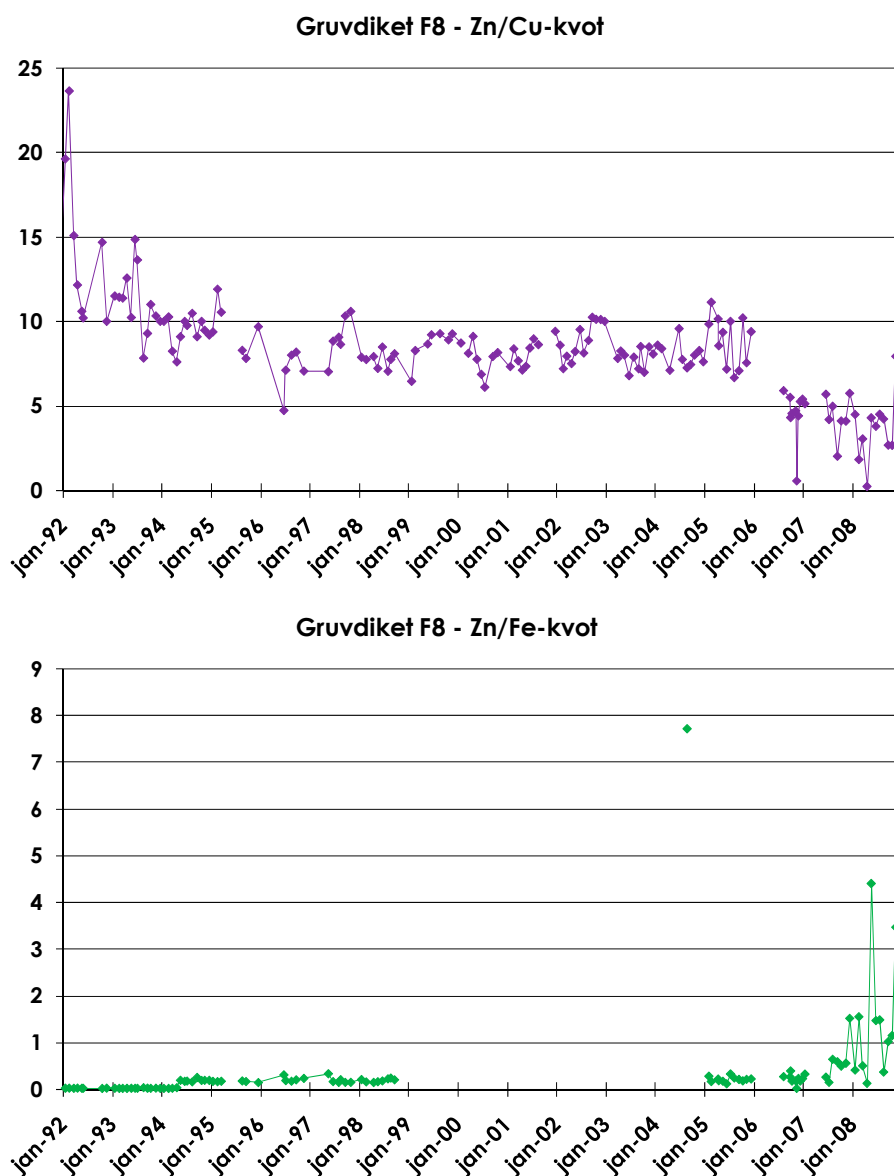
De stora metallutsläppen under 2006 orsakades troligen av att vatten från länshållning av schakter släpptes ut via Gruvdiket, i samband med att uppsamlingsanordningen för lakvatten från gruvområdet anlades.

Uppsamlingsanordningen för lakvatten togs i drift sommaren 2007 och under andra halvan av 2007 och under 2008 minskade metalläckaget via Gruvdiket kraftigt, jämfört med tidigare år.

Uppsamlingen och reningen av lakvatten från gruvområdet var år 2008 fortfarande under intrimning, varför fortsatt uppföljning krävs för att se långtidseffekterna av efterbehandlingsåtgärden. När uppsamlingsystemet för lakvatten från gruvområdet är i full drift, ska flödet till Gruvdiket i princip vara noll.

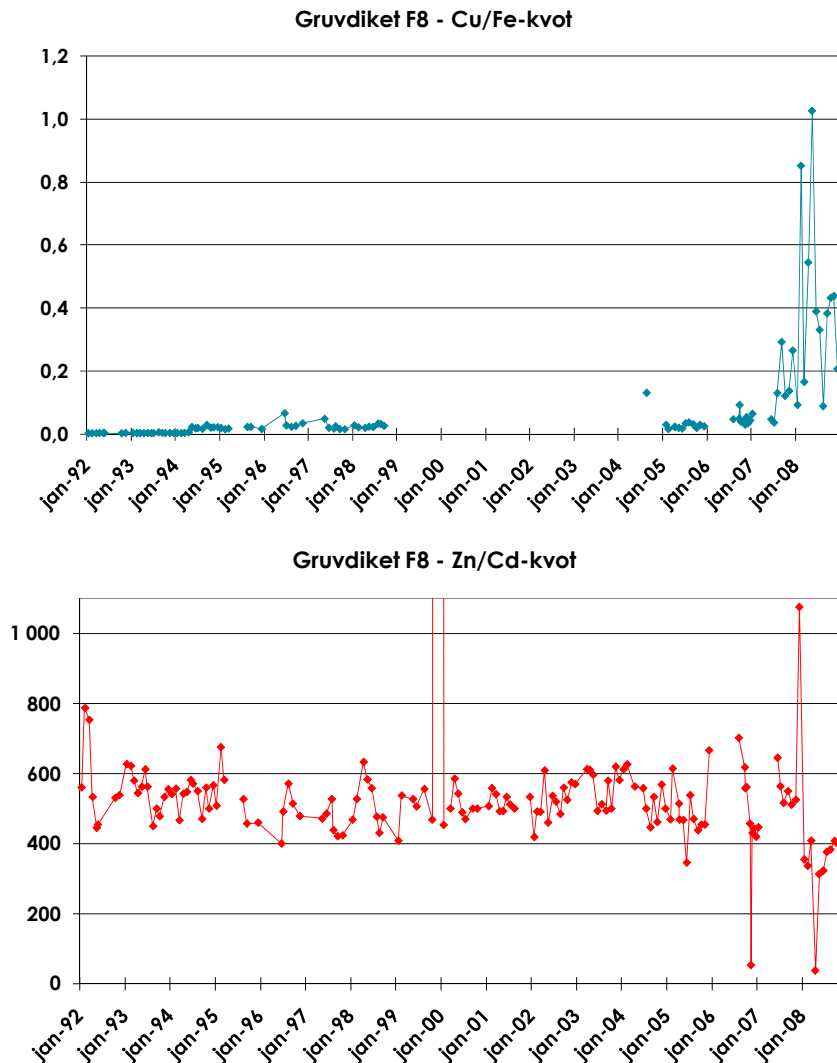
### 6.1.2 Kvoter av metaller i Gruvdiket

För att undersöka efterbehandlingsåtgärdernas effektivitet med avseende på olika metaller, har kvoter mellan olika metaller i Gruvdiket utvärderats.



Figur 31. Kvoten zink/koppar samt zink/järn i Gruvdiket (F8), utifrån månadsvis stickprovtagning. Järn analyserades ej under perioden 1999-2004.





Figur 32. Metallkvoter i Gruvdiket (F8), utifrån månadsvis stickprovtagning.

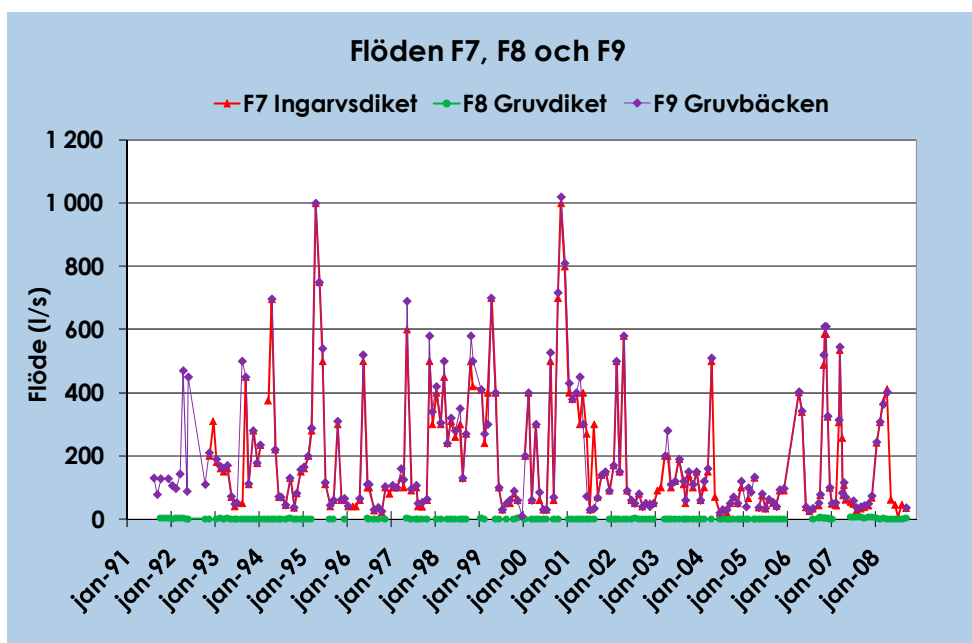
Som framgår av Figur 32 har kvoten Zn/Cu sjunkit under perioden, framförallt sedan uppsamlingssystemet för lakvatten från gruvområdet anlades (efter 2006). Kvoten har sjunkit för att zinktransporten minskat relativt sett mer än koppartransporten. Orsaken till det är inte närmare undersökt.

Kvoterna Zn/Fe och Cu/Fe har istället stigit (Figur 32), eftersom järntransporten minskat relativt sett mer än zink- och koppartransporten. Under 2007 och 2008 pågick intrimning av den nya reningsanläggningen på gruvområdet, vilket innebar att det periodvis gick ut höga flöden av "Vällanvatten" (sjövatten som renas till processvatten i den nya reningsanläggningen) till Gruvdiket. Spädningen med sjövatten innebar att pH-värdet i Gruvdiket låg i intervallet 4-7 under 2007-2008, jämfört med ca 2,5-3 historiskt. Vid dessa högre pH-värden, troligen förstärkt av syretillförsel med sjövattnet, sker utfällning av järn. Stora mängder utfällningar av järn konstaterades i Gruvdiket under perioden, och utfällningarna är huvudorsaken till att flödesmätningen i Gruvdiket inte fungerade under första halvåret 2007.

Kvoten Zn/Cd (Figur 32) var relativt oförändrad under perioden, eventuellt något sjunkande i slutet. Variationen mellan enskilda mättillfällen har ökat sedan 2006. Orsaken till förändring i kvoten Zn/Cd är inte närmare undersökt.

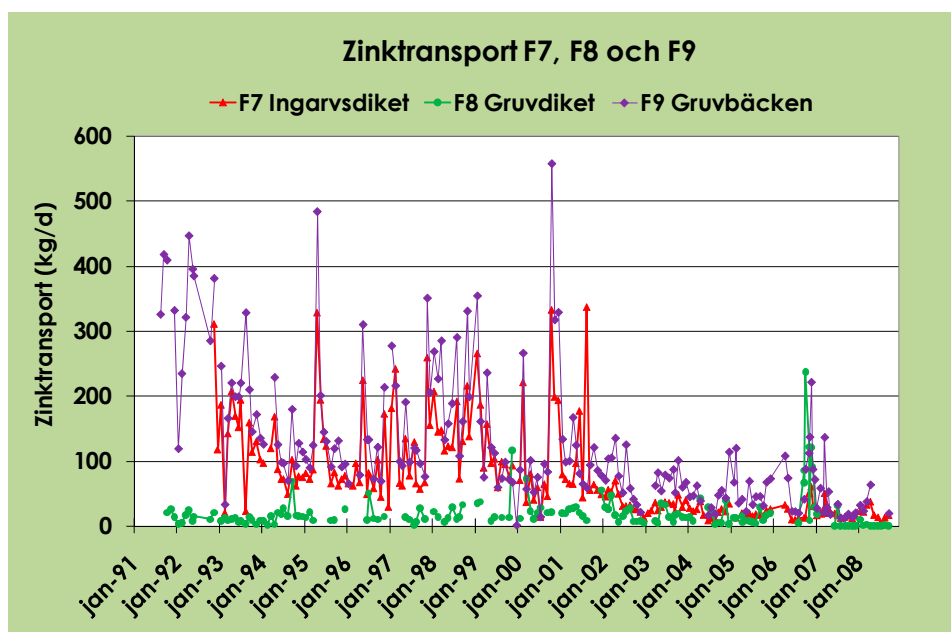
### 6.1.3 Tillskott av flöde och metaller till Gruvbäcken

Gruvbäcken bildas då Ingarvsdiket går ihop med Gruvdiket och är idag en kulverterad ledning som mynnar i Faluån. Förutom tillskott från Gruvdiket och Ingarvsdiket, tillförs Gruvbäcken flöden längs den kulverterade sträckan. Tillförseln sker via påkopplade dagvattenledningar och eventuellt via inläckage. Påkopplat dag- och dränvatten, liksom eventuellt inläckande grundvatten, kan vara förorenat av metaller från gruvområdet. Till exempel sker pumpning för dränering av gångtunnlar till dagvattennätet. Dessutom kan Vägverkets del av uppsamlingssystemet för lakvatten på gruvområdet brädda till Gruvbäcken. Tillskotten på den kulverterade sträckan kan följas upp via differensen mellan flödet/transporten i Gruvbäckens utlopp (F9) och summan av flödet/transporten i Ingarvsdiket (F7) och Gruvdiket (F8). I diagrammen nedan visas uppmätta flöden och transporter i dessa provtagningspunkter.



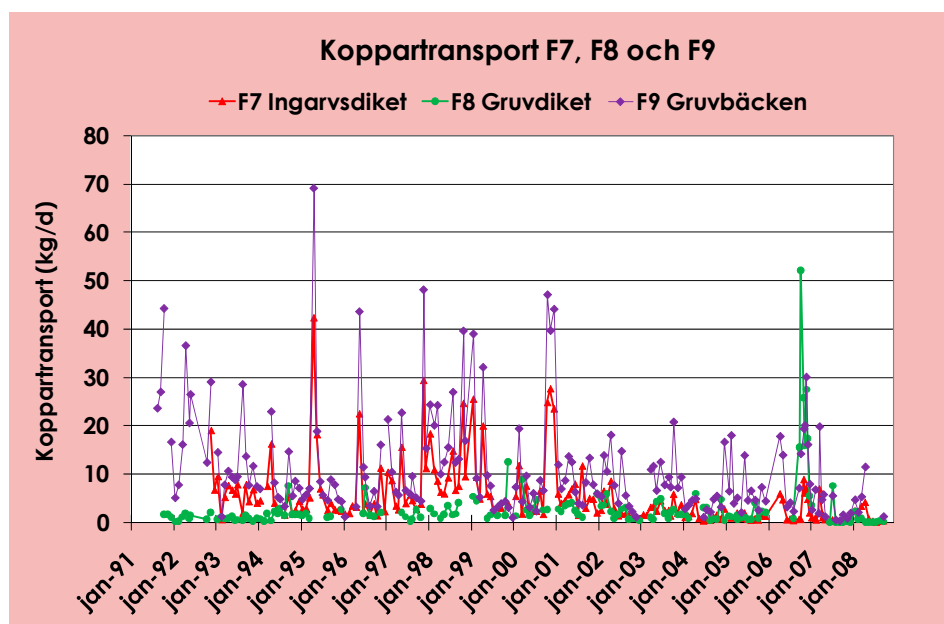
Figur 33. Uppmätta flöden i Ingarvsdiket, Gruvdiket och Gruvbäcken.

Flödesmässigt dominerar Ingarvsdiket helt det totala flödet i Gruvbäcken. Flödet i Gruvdiket är försumbart i jämförelse, och eventuellt andra tillskott är svårberäknade – differensen mellan flödena i Gruvbäcken respektive Ingarvsdiket+Gruvdiket ligger oftast inom felmarginalen för flödesbestämningen. Fram till 2005 beräknades dessutom flödet i Ingarvsdiket som differensen mellan uppmätta flöden i Gruvbäcken respektive Gruvdiket.

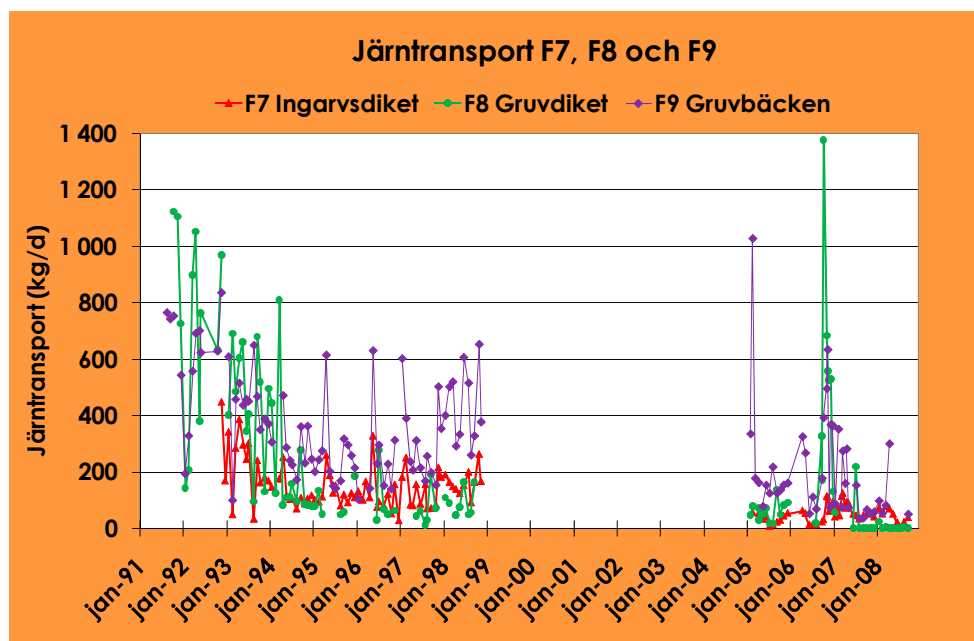


Figur 34. Zinktransport i Ingarvsdiket (F7), Gruvdiket (F8) och Gruvbäcken (F9).

Ingarvsdiket var den dominerande källan till zinktransport i Gruvbäcken under 90-talet (Figur 34). Tack vare sluttäckningen av Ingarvsmagasinet minskade zinktransporten i Ingarvsdiket och Gruvbäcken i början av 00-talet och zinktransporten via Gruvdiket fick relativt sett större betydelse. De stora metallutsläppen via Gruvdiket år 2006, slog igenom även i Gruvbäcken. Efter idrifttagandet av uppsamlingsystemet för lakvatten på gruvområdet, minskade åter Gruvdikets bidrag till transporten i Gruvbäcken. Liknande mönster gäller för koppar (Figur 35), kadmium och järn (Figur 36), även om tillskottet från Ingarvsdiket (Ingarvsmagasinet) under 90-talet inte var lika dominerande för järn och koppar.



Figur 35. Koppartransport i Ingarvsdiket (F7), Gruvdiket (F8) och Gruvbäcken (F9).



Figur 36. Järntransport i Ingarvsdiket (F7), Gruvdiket (F8) och Gruvbäcken (F9).

För varje mättillfälle där samtliga tre provtagningspunkter provtagits och flödesbestämts, har differensen mellan Gruvbäckens utlopp (F9) och summan av Ingarvsdiket (F7) och Gruvdiket (F8) beräknats. Differensen i förhållande till det totala flödet/transporten i Gruvbäckens utlopp ger det procentuella tillskottet till Gruvbäcken från källor utöver Ingarvsdiket och Gruvdiket.

Tabell 10. Beräknat procentuellt tillskottet till Gruvbäcken från källor utöver Ingarvsdiket och Gruvdiket.

|         | Flöde | Cd    | Cu    | Fe    | Pb    | Zn    |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MEDEL   | -3%   | 1%    | 5%    | -15%  | 10%   | 0,3%  |
| MIN     | -783% | -233% | -443% | -694% | -126% | -488% |
| MAX     | 99%   | 90%   | 92%   | 87%   | 99%   | 92%   |
| STD.AV. | 71%   | 42%   | 69%   | 114%  | 60%   | 61%   |

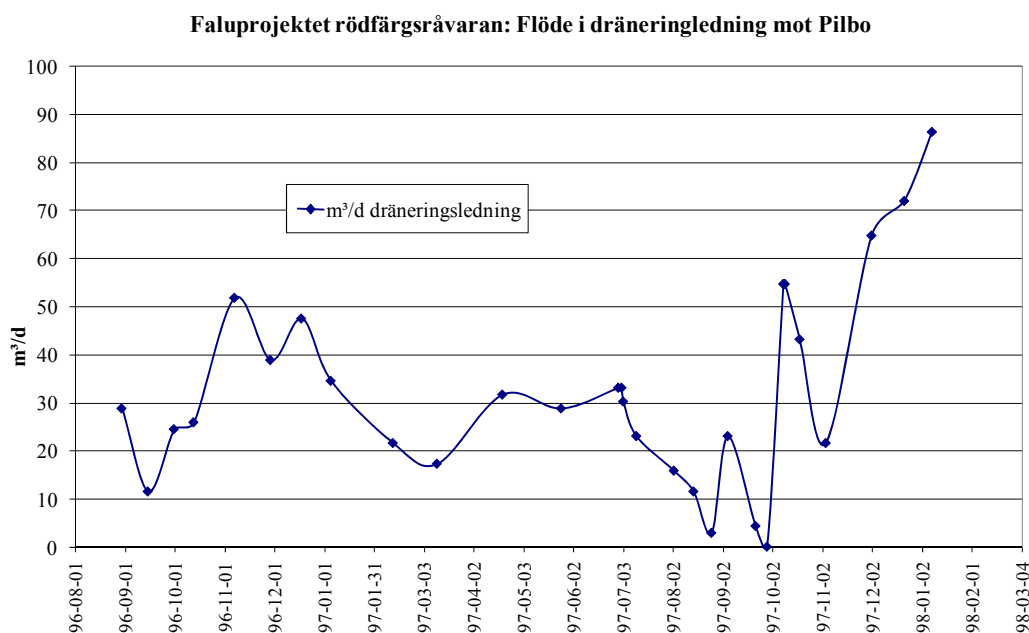
För mätperioden som helhet, kan inget betydande tillskott av zink, koppar eller kadmium till Gruvbäcken, från andra källor än Gruvdiket och Ingarvsdiket utläsas. Eventuellt sker visst tillskott av bly, medan järn ”försvinner” längs Gruvbäcken. Poängteras bör att skillnaderna vid enstaka mättillfällen är mycket stor, och att inga säkra slutsatser kan dras.

#### 6.1.4 Effekt av grundvattenavskärande dränering vid Pilbo

Den ursprungliga sträckningen av Pilbodräneringen utvärderades under 1997, i samband med att en propumpning utfördes vid rödfärgsråvaran (Ledin, 1998).

I utvärderingen konstaterades flödet i dräneringen variera från 0 till 90 m<sup>3</sup>/d under mätperioden och bedömdes som årsmedel ligga på ca 30-50 m<sup>3</sup>/d. Från det övriga

undersökningsområdet, som omfattade området med rödfärgsråvara, samt slaggvarpområden direkt i anslutning till rödfärgsråvaran och området söder om dräneringsledningen, bedömdes grundvattenflödet i jordlagren vara ca 45-60 m<sup>3</sup>/d. Det innebar att dräneringen givit en betydande reduktion av grundvattenflödet genom rödfärgsråvaran (ca 30-60 %). Dräneringsledningen beräknades därigenom ha minskat metallläckaget från gruvområdet med ca 15-30 ton järn per år och ca 5-10 ton zink per år.



Figur 37. Uppmätt flöde i den avskärande dräneringsledningen mot Pilbo, uppföljning 1996-1998. Diagram hämtat från (Ledin, 1998).

Järn- och zinkläckaget via dräneringsledningen bedömdes vara ca 1 ton järn och ca 1,5 ton zink per år. Detta baserades på ett fåtal analyser av dräneringsvattnet. I grundvattenrör belägna längs dräneringsledningen uppmättes zinkhalter på 0,40–45 mg/l och järnhalter på 2-36 mg/l. I dräneringsledningen uppmättes högre halter: zinkhalter på 77-170 mg/l och järnhalter på 67-250 mg/l, vilket bekräftade att det lokalt finns fyllningar med höga lakbara metallhalter uppströms dräneringsledningen. Kopparhalten i dräneringsvattnet uppmättes i samma undersökning till 4,5–11 mg/l och kadmiumhalten till 0,1–0,4 mg/l.

Någon uppföljning av den grundvattenavskärande dräneringsledningen mot Pilbo har inte skett efter det att dräneringen fick ny sträckning och fördjupades på en delsträcka år 2004, i samband med ombyggnaden av väg 50.

### 6.1.5 Effekt av flytt av rödfärgsråvara

Effekten av denna åtgärd är svårutvärderad och någon separat uppföljning av åtgärden har inte genomförts.

Effekten av åtgärden bör främst ha varit ett minskat metalläckage till grundvattnet nedströms gruvområdet, med utströmning i Faluån/Tisken. En sådan effekt är svår att urskilja i den totala minskningen vid Slussen under samma period.

#### **6.1.6 Effekt av uppsamlingsystemet för lakvatten från gruvområdet – uppsamlade och renade metallmängder**

På grund av att intrimningen av den nya reningsanläggningen på gruvområdet fortfarande pågår (2009), kan ingen utvärdering av uppsamlade metallmängder och av anläggningens reningseffekt göras för närvarande. Uppsamlingsystemet för lakvatten har provkörts sedan sommaren 2004 (Vägverkets del) respektive sommaren 2007 (övriga delar). Lakvattnet har endast tagits in i nya reningsanläggningen under kortare perioder, i övrigt har det letts till den gamla gruvvattenreningen i Främby. På grund av detta har inte flöden och metallhalter registrerats regelbundet. Uppföljningen av uppsamlade metallmängder, samt reningseffekten i den nya reningsanläggningen blir därmed en fråga för uppföljning från 2009 och framåt. Under 2004 genomfördes en provpumpning av en del i uppsamlingsystemet, i samband med att Vägverkets del anlades. Provpumpningen beskrivs i avsnitt 6.1.7 nedan.

#### **6.1.7 Driftuppföljning – provpumpning av Vägverkets uppsamlingsledning**

Vägverkets uppsamlingsanordning längs väg 50 provpumpades under hösten 2004 för att kontrollera dess funktion, uppsamlade flöden och kvaliteten hos uppsamlat vatten. Provpumpningen startade i juli 2004 och styrdes med nivågivare, vilket innebär att pumpade flöden ungefärligen speglar den mängd lakvatten som tillförs uppsamlingsanordningen vid olika tidpunkter. Pumpade flöden framgår av Tabell 11 nedan.

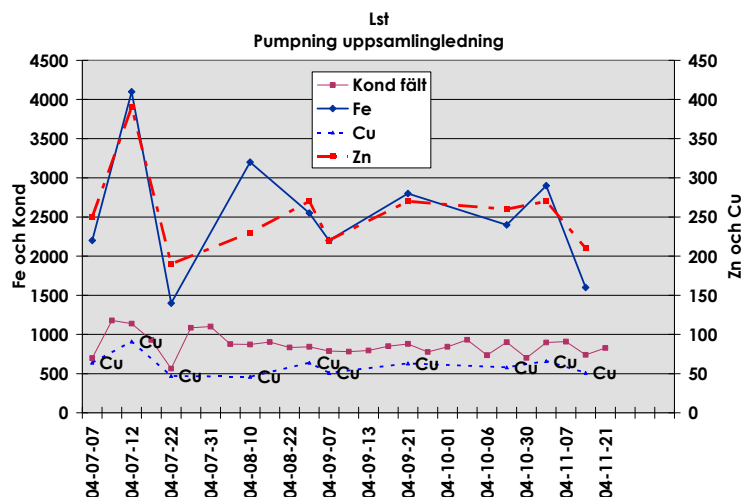
Tabell 11. Uppmätta flöden vid provpumpning av Vägverkets uppsamlingsanordning för lakvatten längs väg 50.

| <b>Juli-04</b>        | <b>Augusti-04</b>     | <b>September-04</b>   | <b>Oktober-04</b>     | <b>November-04</b>    |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1,6 m <sup>3</sup> /h | 1,3 m <sup>3</sup> /h | 3,9 m <sup>3</sup> /h | 0,6 m <sup>3</sup> /h | 1,5 m <sup>3</sup> /h |

I början av oktober minskade flödet drastiskt och orsaken konstaterades vara läckage ur uppsamlingsanordningen, orsakade av att Vägverket byggde en ny dagvattenledning i anslutning till uppsamlingsledningen, se vidare avsnitt 4.6.4. Läckaget åtgärdades senare.

Grundvattennivån längs ledningen sjönk till de nivåer som ställts in i nivåstyrningsbrunnarna. I området där slagg förekommer som fyllning under rödfärsrån, vid gamla infarten till rödfärgsverket, sjönk grundvattennivån i ett större område med ca 0,1-0,5 m. Inom övriga områden belägna ca 10-20 m väster om ledningen var grundvattenavsänkningen 0,0-0,1 m. Avsänkningen 30 – 80 m öster om ledningen var ca 0,3-0,6 m.

Under provpumpningen analyserades metaller i uppsamlat vatten och mätning av pH och konduktivitet utfördes, se Figur 38 och Tabell 12.



Medelhalterna under pumpningen var:

Zink: 260 mg/l  
Koppar: 61 mg/l  
Järn: 2 600 mg/l  
Kadmium: 0,68 mg/l  
Bly: 0,18 mg/l.

Figur 38. Metallhalter och konduktivitet i uppsamlat vatten, vid provpumpning av Vägverkets uppsamlingsledning. ( Ledin, 2004).

Tabell 12. Halter av vissa metaller i uppsamlat vatten vid provpumpning av Vägverkets uppsamlingsledning 2004, samt beräknade kvoter. Metallhalterna är angivna halter i mg/l och konduktiviteten som mS/m. Data hämtade från (Ledin, 2004).

| Pumpning brunn 12 Uppsamplingsledning - analyser 2004 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| År 2004   | 7/7   | 12/7  | 22/7  | 10/8  | 22/8  | 7/9   | 21/9  | 12/10 | 2/11  | 11/11 |
| pH fält   | 2,45  | 2,47  | 2,53  | 2,6   | 2,4   | 2,64  | 3,2   | 2,55  | 2,92  | 2,89  |
| Kond fält   | 698   | 1139  | 564   | 872   | 833   | 788   | 880   | 901   | 897   | 731   |
| Järn  | 2 200 | 4 100 | 1 400 | 3 200 | 2 550 | 2 400 | 2 800 | 2 400 | 2 900 | 1 600 |
| Bly   | 0,081 | 0,24  | 0,068 | 0,056 | 0,12  | 0,35  | 0,31  | 0,28  | 0,41  | 0,17  |
| Kadmium   | 0,52  | 1,3   | 0,52  | 0,50  | 0,53  | 0,59  | 0,80  | 0,64  | 0,72  | 0,60  |
| Koppar  | 64    | 91    | 47    | 46    | 64    | 51    | 63    | 58    | 66    | 51    |
| Zink  | 250   | 390   | 190   | 230   | 270   | 220   | 270   | 260   | 270   | 210   |
| Zn/Fe   | 0,11  | 0,09  | 0,14  | 0,07  | 0,11  | 0,09  | 0,10  | 0,11  | 0,09  | 0,13  |
| Zn/Cu   | 3,8   | 4,3   | 4,0   | 5,0   | 4,1   | 4,3   | 4,3   | 4,5   | 4,1   | 4,1   |
| (Zn/Cd)/1000  | 0,48  | 0,30  | 0,37  | 0,45  | 0,50  | 0,37  | 0,33  | 0,40  | 0,37  | 0,34  |
| (Zn/Pb)/1000  | 3,3   | 1,7   | 2,5   | 5,0   | 2,5   | 0,6   | 0,9   | 0,9   | 0,7   | 1,3   |

Längst ner i Tabell 12 redovisas förhållandet mellan olika metaller. Förhållandet mellan zink och järn låg mellan 0,07 och 0,14 att jämföra med Gruvdiket där det under samma period var ca 0,2. Zn/Cu låg mellan 3,8 och 5,0 att jämföra med ca 7,7 i Gruvdiket. Kvoten (Zn/Cd)/1000 låg på ca 0,5 i Gruvdiket, jämfört med 0,3-0,5 i uppsamlingsledningen.

## 6.2 Miljöeffekter

Utsläppen av metaller från Gruvområdet påverkar primärt vattenkvaliteten i Gruvdiket/Grubäckan och i nedre delen av Faluån. Även grundvattenkvaliteten i delar av centrala Falun påverkas. Utsläppen har dock varit av sådan storlek att de även har påverkat vattenkvaliteten nedströms i recipientsystemet, det vill säga sjön Tisken, sjön Runn och Dalälven. Det finns dock flera andra stora källor till metallutsläpp till detta vattensystem, framförallt olika typer av gruvavfall från Falu gruva. Parallellt med att åtgärder genomförts på gruvområdet, har dessutom två andra gruvavfallsobjekt i Falun efterbehandlats inom Faluprojektet. Att separat utvärdera miljöeffekterna av åtgärderna på gruvområdet låter sig därför inte göras. Den beräknade reduktionen av zink, kadmium och koppar kan uppskattas till mellan 90 och 95 % efter de åtgärder som vidtagits inom gruvområdet.

Miljöeffekterna av Faluprojektet som helhet har dock utvärderats för vattensystemet Faluån-Tisken-Runn-Dalälven. Resultaten redovisas i en separat rapport – ”Konsekvenser för Faluån, Runn och Dalälven av åtgärder på gruvavfall i Falun” (Lindeström och Tröjbom 2010) – samt sammanfattas i ”Efterbehandling av gruvavfall i Falun 1992-2008 Sammanfattande slutrapport för Faluprojektet” (Hanæus och Ledin 2010).

## 6.3 Ekonomi

### 6.3.1 Grundvattenavskärande dränering vid Pilbo

Kostnaden för anläggandet av den grundvattenavskärande dräneringen mot Pilbo uppgick till 0,84 Mkr. Åtgärden genomfördes 1995/96.

### 6.3.2 Flytt av rödfärgsråvara inom gruvområdet

Flytten av rödfärgsråvara har utförts inom ramen för rödfärgsverkets ordinarie verksamhet och har därmed inte medfört någon kostnad för Faluprojektet.

### 6.3.3 Uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet

Den totala investeringskostnaden för den nya reningsanläggningen för gruvvattnet beräknas till ca 129 Mkr, varav Faluprojektet står för 9,2 Mkr, Vägverket genom Falu kommun för 0,8 Mkr och Stora Enso för resterande del. Kostnadsandelarna motsvarar de andelar av metallbelastningen på anläggningen (främst med avseende på järn och zink) som lakvattnet från gruvområdet, lakvattnet från vägområdet respektive länshållningsvattnet från gruvan står för. Systemet för uppsamling av lakvatten från gruvområdet (exklusive sträckan längs väg 50) har helt finansierats av Faluprojektet, till en kostnad av 4,7 Mkr. Faluprojektet har även bidragit med 28,2 Mkr för framtida kostnader för rening av lakvattnet och 6,8 Mkr för framtida drift- och underhåll av lakvattenuppsamlingssystemet. Den totala summan som Faluprojektet svarat för är därmed 48,4 Mkr.



Faluprojektets medel härrör från regeringens utfästelser till Dalälvsdelegationen (100 Mkr), varav medel om ca 90 Mkr kvarstod till åtgärder 1992 då avtalet som ligger till grund för Faluprojektet tecknades. Regeringen beslutade 1992-12-17 att inom ramen för de av riksdagen anvisade medlen för åtgärder för att rena Dalälven, garantera de ekonomiska åtagandena som enligt ”Faluprojektsavtalet” åvilar staten.

Kostnadsansvaret för åtgärder enligt avtalet är i övrigt reglerat så att Stora Enso AB svarat för kostnader upp till 60 Mkr, med tillägg för indexuppräknning, medan staten svarar för övriga kostnader upp till 90 Mkr eller det lägre belopp som kvarstår av de medel som riksdagen anvisat för rening av Dalälven.

Uppsamlingsanordningen längs väg 50 anlades av Vägverket Region Mitt. Vägverket har vidare åtagit sig att för all framtid utföra och bekosta drift- och underhållsåtgärder för säkerställande av anläggningens funktion. Vägverket avsatte dessutom 10 Mkr för ”framtida åtgärder för att bidra till att reducera metallurlakningen från gruvavfall till Faluån”. Medlen förvaltas av Falu kommun, enligt ett avtal tecknat mellan Vägverket Region Mitt och Falu kommun 2003-05-26. Istället för att genomföra egna åtgärder för att reducera metallurlakningen från vägområdet, lämnade Vägverket på detta sätt bidrag till en bredare lösning för att reducera metallurlakningen från gruvavfall till Faluån. Eftersom förutsättningarna för en gemensam anläggning för uppsamling och rening av lakvatten inte var klara i det skedet, löstes frågor om ansvar och finansiering genom avtalet mellan Falu kommun och Vägverket Region Mitt.

Av de avsatta medlen (10 Mkr) har 3 Mkr betalats som en engångsersättning till Stora Enso AB, för rening av lakvattnet från vägområdet för all framtid. Av de 3 Mkr, avser 0,8 Mkr anläggningskostnader för reningsanläggningen och 2,2 Mkr drift- och underhållskostnader för reningen. Medel som Falu kommun förvaltar har även använts för vissa undersökningar, för projektering och för att upprätta bygghandlingar för Vägverkets del av uppsamlingsystemet.

Kostnadseffektiviteten för uppsamling och rening av lakvatten från gruvområdet kan inte utvärderas ännu, på grund av att reningsanläggningen ännu inte har tagits i drift.

## 7 Gruvområdet i framtiden

Flera faktorer gör det till en särskild utmaning att säkra de långsiktiga framtidsfrågorna för genomförda efterbehandlingsåtgärder på gruvområdet.

På området förekommer aktiv industri, samtidigt som det ingår i det av Unesco utsedda världsarvet Falun. Uppsamlingen och reningen av lakvatten från gruvområdet är ingen ”walk-away solution”, utan kräver löpande drift- och underhållsinsatser ”för all framtid”.

### 7.1 Framtida skydd

Faluprojektets styrgrupp diskuterade under lång tid hur ett framtida skydd av de efterbehandlade objekten skulle utformas. Styrgruppen bedömde det viktigt att områdenas utformning och konstruktion bevaras för lång tid framöver. Skador och andra förändringar kan medföra att metallbelastningen ökar i recipienten och att de kostsamma och genomförda åtgärderna inte har avsedd långsiktig effekt.

Alternativa skyddsformer diskuterades, såsom exempelvis bestämmelser i detaljplan, miljöriskområden och områdesbestämmelser. För två av de efterbehandlade objekten, kisbränderområdet och Ingarvsmagasinet, enades styrgruppen om att det lämpligaste verktyget (2008) var att, med stöd av miljöbalken, dels fatta beslut om förbud mot vissa åtgärder inom områdena (de aktuella fastigheterna), dels att sända besluten till inskrivningsmyndigheten för anteckning i fastighetsregistrets inskrivningsdel. Det senare medför att förbuden (belastningarna) på fastigheterna ligger kvar även om fastigheten och markområdet byter ägare i framtiden.

För gruvområdet avser inte Länsstyrelsen fatta något motsvarande beslut för närvarande (2009). Den främsta orsaken är att det fortfarande förekommer aktiv industriverksamhet på området. Dagens tillsynsförhållanden är sådana att Länsstyrelsen i Dalarnas län bedriver tillsyn över gruvområdet i stort, samt över den nya reningsanläggningen för gruvvatten (inklusive uppsamlingsanordningarna för lakvatten), medan Falu kommun bedriver tillsyn över verksamheten vid Rödfärgsverket.

### 7.2 Framtida drift och underhåll

Ansvar för drift- och underhåll av de av Faluprojektet bekostade uppsamlingsanordningarna har Stora Kopparbergs Bergslags AB åtagit sig för all framtid via det avtal som tecknades mellan bolaget och tillsynsmyndigheterna 2006. Stora Kopparbergs Bergslags AB ansvarar via avtalet även för drift och underhåll av reningsanläggningen.

Vägverket har för all framtid åtagit sig drift- och underhållsåtgärder, jämte dess kostnader, för att säkerställa funktionen i Vägverkets del av uppsamlingssystemet, via det avtal som tecknades mellan Vägverket och Falu kommun 2003. För

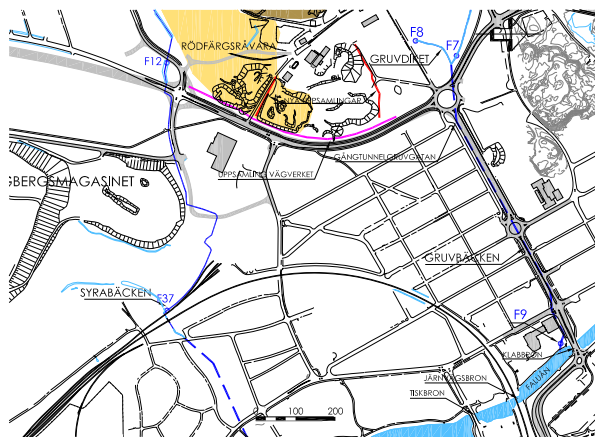
de närmaste åren har Vägverket överlåtit drift- och underhållsarbetet till Stora Kopparbergs Bergslags AB, mot ersättning för nedlagda kostnader.

## 7.3 Framtida kontroll

Faluprojektets styrgrupp lämnade i december 2007, via Stora Enso, in ett förslag till kontrollprogram för uppföljning av metalltransporter att gälla efter Faluprojektets avslutning, från och med 2008. Länsstyrelsen godkände det nya kontrollprogrammet i beslut daterat 07-12-18.

### 7.3.1 Av Faluprojektet initierad provtagning

Nedan beskrivna provpunkter i anslutning till gruvområdet ingår i beslutat kontrollprogram och följs upp från och med år 2008.



Figur 39. Provtagningspunkternas läge i anslutning till gruvområdet.

**F7: Ingarvsdiket vid rondellen.** Provpunkt enligt avslutningsplanen för Ingarvsmagasinet. Punkten är belägen nedströms Ingarvsmagasinet, strax innan Ingarvsdiket går ihop med Gruvdicket och bildar Gruvbäcken. Flödesmätning utförs med hjälp av befintligt skibord.

**F8: Gruvdicket.** Gruvdicket avvattnar delar av gruvområdet inkl stollen som ligger under området. Metallläckaget kommer att reduceras när nya reningsverket kommer i drift. Flödesmätning utförs med hjälp av befintligt skibord. Kan utgå efter 2 år.

**F9: Gruvbäcken.** Gruvbäcken avvattnar delar av gruvområdet, Ingarvsdicket samt delar av slaggområdet mellan gruvan och Faluån. Viss osäkerhet råder avseende vilka tillflöden som egentligen utgör källan till denna provtagningspunkt. Provpunkten representerar ett eventuellt mindre läckage från gruvområdet samt stadsområdet som är byggt på slagg mellan gruvan och Faluån. Provpunkten är belägen i en kommunal ledning och kommer inte att kapacitetsmätas. Det är tekniskt svårt och resurskrävande att kapacitetsmäta detta flöde.

Analys ska ske av minst nedanstående parametrar och med åtminstone följande analysnoggrannhet:

| Parameter  | Analysgräns | Parameter | Analysgräns | Parameter | Analysgräns |
|------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| A: Zink    | 0,001 mg/l  | A: Koppar | 0,2 µg/l    | A: Järn   | 0,05 mg/l   |
| A: Kadmium | 0,02 µg/l   | A: Bly    | 0,1 µg/l    | B: Kväve  | 0,05 mg/l   |

Analys av metaller ska utföras med ICP-teknik, vilket betyder att ytterligare parametrar erhålls från laboratoriet utan extra kostnad. Utvärdering ska endast ske av nämnda parametrar, om inte nya faktorer gör att man vill studera andra ämnen. Samtliga analyserade ämnen läggs dock in i en databas.

I samband med provtagning ska vattentemperatur, pH och konduktivitet mätas i samtliga provpunkter. Dessutom ska flöden och grundvattennivåer mätas där så är möjligt.

Om inga anmärkningsvärda förändringar erhålls i mätresultaten år 2008-2010, reduceras provtagningens omfattning från och med 2011. En genomgripande utvärdering ska ske för att verifiera denna reduktion. Reduktionen i provtagningsprogrammet 2011 är föreslagen av kostnadsskäl. Provtagningsprogrammen för 2008-2010 respektive 2011 till 2013 framgår av Tabell 13.

Tabell 13. Provtagningsprogram för gruvområdet efter år 2007.

| <b>Provtagning år 2008 – 2010</b>    |  |                      |               |
|--------------------------------------|--|----------------------|---------------|
|                                      | <b>Vattenprov</b>  | <b>Flödesmätning</b> | <b>Analys</b> |
| <b>Provpunkt</b>                     |  |                      |               |
| F7: Ingarvsdiket                     | 1/mån  | 1/mån                | A+B           |
| F8: Gruvdiket                        | 1/mån  | 1/mån                | A             |
| F9: Gruvbäcken                       | 1/mån  |                      | A             |
| <b>Provtagning år 2011 till 2013</b> |  |                      |               |
|                                      | <b>Vattenprov</b>  | <b>Flödesmätning</b> | <b>Analys</b> |
| <b>Provpunkt</b>                     | udda år provtagning<br>udda månad och<br>jämna år prov jämn<br>månad |                      |               |
| F7: Ingarvsdiket                     | 6 ggr/år   | 6 ggr/år             | A+B           |
| F9: Gruvbäcken                       | 6 ggr/år   |                      | A             |

### 7.3.2 Provtagning som utförs av andra aktörer

Gruvvattnet renas för närvarande (2009) i Främby reningsverk av Falu Energi & Vatten och kommer att renas i det nya reningsverket på gruvområdet av Stora Kopparbergs Bergslags AB så snart det är färdigt att tas i full drift. För gruvvattenreningen i Främby finns ett separat kontrollprogram och för den nya gruvvattenreningen är ett kontrollprogram under framtagande.

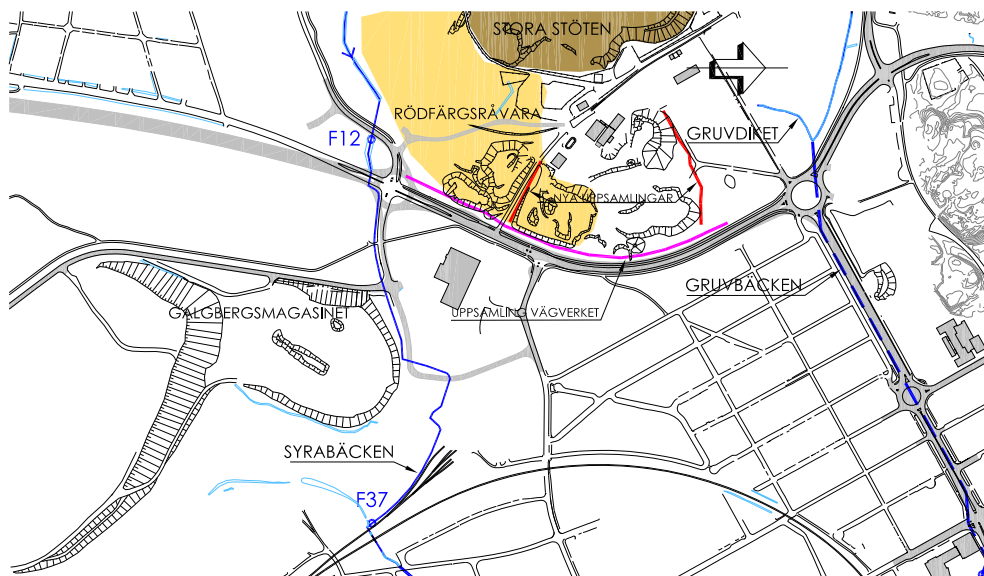
Följande provtagningspunkter är av intresse för uppföljningen av åtgärderna på gruvområdet:

- Provtagning av inkommande uppsamlat grundvatten (lakvatten).  
Omfattar både Vägverkets och Faluprojektets/Stora Ensos delar av uppsamlingsystemet.

- Provtagning av inkommande orenat gruvvatten.
- Provtagning av utgående renat vatten från reningsverket. (Tillförs sjön Runn via utloppsledningen från Främby avloppsreningsverk).

Vid reningsverket i Främby finns även ett kontrollprogram för den kommunala avloppsvattenreningen. Provtagning sker bland annat på inkommande och utgående avloppsvatten, samt slam. Eftersom förorenat grundvatten från gruvområdet kan läcka in i avloppsledningsnätet, är även kontrollresultaten från den ”kommunala” delen av vikt för att se helheten av åtgärderna på gruvområdet.

I ett separat kontrollprogram för Galgbergsmagasinen ingår mätningar som bekostas och utförs av Stora Enso AB.



Figur 40. Stora Ensos provpunkter vid Galgbergsmagasinen, sydost om gruvområdet.

**F12: Pilbodiket.** Referensvärde uppströms Galgbergsmagasinet, i Pilbodiket. Pilbodiket passerar Galgbergsmagasinet fot och ansluter sedan till Syrabäcken.

**F37: Syrabäcken.** Provpunkt nedströms Galgbergsmagasinet, för kontroll av ytvatten.

Dalälvens vattenvårdsförening (DVVF) utför recipientkontroll - bland annat i Faluån uppströms och nedströms Falun - vilken ingår i den samordnade recipientkontrollen för Dalälven. Uppströmspunkten är belägen vid Varpans utlopp och nedströmspunkten vid Slussen där Faluån/Tisken mynnar i Runn. Kontrollprovtagningen ger en totalbild av metalläckaget från Faluns gruvavfall.

### 7.3.3 Inspektion och underhåll av provtagningspunkter

I kontrollprogrammet ingår att provtagningspunkter och mätplatser iordningsställda för flödesmätning ska underhållas. I samband med samtliga provtagningar ska visuell inspektion utföras av provtagningspunkten.

Eventuellt behov av underhåll ska anmälas till Länsstyrelsen för beslut om åtgärd.

### 7.3.4 Rapportering och revidering

Resultaten från provtagningarna vid gruvområdet ska läggas in i en databas som utvecklats inom Faluprojektet. Vård för databasen är för närvarande GVT AB. En kopia av databasen finns hos Länsstyrelsen och ska uppdateras årligen. Falu Energi & Vattens kontroll ingår idag inte i denna databas, däremot data från Stora Enso och DVVF:s provtagning. Huruvida data från kontrollen vid den nya gruvvattenreningsanläggningen och uppsamlingssystemet för lakvatten ska föras in i databasen, är ännu inte beslutat.

Resultaten från denna provtagning, och annan efterkontroll av Faluprojektets åtgärder, ska redovisas till Länsstyrelsen i Dalarnas län i en årsrapport (huvudsakligen i diagram- och tabellform) under mars månad påföljande år.

En mer omfattande utvärdering ska utföras efter fem års provtagning för att ligga till grund för en eventuell revidering av kontrollprogrammet.

Under 2013 utvärderas provtagningsresultaten för perioden 2008 till 2013 för att fastställa kontrollprogrammet för nästa femårsperiod.

## 7.4 Ansvar och avsatta medel

Medel för framtida drift och underhåll av uppsamlingsanordningarna, samt för framtida rening av uppsamlat lakvatten från gruvområdet har Faluprojektet genom Naturvårdsverket (staten) ersatt Stora Kopparbergs Bergslags AB för i form av ett engångsbelopp. För framtida rening av uppsamlat lakvatten från vägområdet, har även Vägverket, via Falu kommun, ersatt Stora Kopparbergs Bergslags AB i form av ett engångsbelopp.

Efter det att Faluprojektets styrgrupp upplöses kommer länsstyrelsen i Dalarnas län att bedriva löpande tillsyn över gruvområdet, i likhet med övriga tillsynsobjekt i länet. Ansvarig verksamhetsutövare är Stora Enso AB och markägare är Stiftelsen Stora Kopparberget.

I enlighet med avtalet från 1992, som ligger till grund för Faluprojektet, är Stora Kopparbergs Bergslags AB:s (Stora Enso:s) ekonomiska ansvar för genomförande av efterbehandlingsåtgärder för de objekt som omfattas av avtalet begränsat till 60 miljoner kronor plus indexuppräknings. Dessa medel hade upparbetats till och med 2004. Staten ska enligt samma avtal svara för övriga kostnader, vilka i ett rege-

ingsbeslut från 1992 begränsades till 90 miljoner kronor ”*eller det lägre belopp som kvarstår av de medel som riksdagen anvisat för rening av Dalälven*”. I avtalet från 1992 poängteras att uppföljningen av vidtagna efterbehandlingsåtgärder är viktig. Det innebär att kontroll, tillsyn och rapportering ska ske även framledes. Regeringen har uppdragit till Naturvårdsverket att fullgöra statens åtaganden enligt avtalet. Naturvårdsverket har i sin tur uppdragit åt Länsstyrelsen Dalarna att svara för det operativa arbetet – d v s att planera, bereda och initiera åtgärder samt att administrera statliga medel. Naturvårdsverket beslutar om statliga medel till uppföljning av Faluprojektet, efter förslag från länsstyrelsen. Länsstyrelsen ansvarar för att i samråd med berörda parter upprätta underlag för Naturvårdsverkets beslut om medel, samt att svara för den löpande administrationen och kontrollen av medelns användning. Naturvårdsverket och länsstyrelsen har 2006 beslutat om medel för slutförande av beslutade efterbehandlingsåtgärder inom Faluprojektet samt kontroll, underhåll och uppföljning under tidsperioden 2008-2013.

Länsstyrelsens roll för hantering av statliga medel för efterbehandlingsåtgärder ska inte förväxlas med den roll som Länsstyrelsen har som tillsynsmyndighet.

Stora Enso AB, som verksamhetsutövare, ansvarar för att provtagning/mätning, inspektion, underhåll och rapportering utförs enligt förelagt kontrollprogram. Stora Enso AB ansvarar även för att besvara frågor, utreda och vid behov åtgärda händelser som skapar oförutsedd omgivningspåverkan som en följd av vidtagna efterbehandlingsåtgärder. Eventuella utredningar och åtgärder ska utföras i samråd med länsstyrelsen. Vid oförutsedda händelser på efterbehandlade områden ska Stora Enso AB omedelbart anmäla dessa till Länsstyrelsen för att i samråd fastställa lämpliga åtgärder. Länsstyrelsen har här två uppdrag – dels att vara tillsynsmyndighet och dels att vara operativt ansvarig för statens resterande kostnadsansvar enligt avtalet från 1992.

Inom ramen för Faluprojektets genomförande har tillsynsmyndigheterna fortlöpande följt genomförandet av den överenskommelse/avtal som tecknades 1992 genom medverkan i Faluprojektets styrgrupp. För att på bästa möjliga sätt övergå från styrgruppens arbete till en mer renodlad arbetsfördelning mellan verksamhetsutövare och tillsynsmyndighet, kommer Stora Enso AB och Länsstyrelsen att hålla årliga möten för genomgång av kontrollprogram och upparbetade medel, samt planera nästkommande års medelsbehov.

## 8 Referenser

Eriksson, J. A. och Qvarfort, U. 1996. *Age determination of the Falu Copper Mine by 14-C datings and palynology*. GFF, vol 118, s 43-47. Stockholm.

Hanæus, Å. och Ledin, B. 2004. *Efterbehandling av gruvavfall i Falun. Kompletterande åtgärder för att minska metalläckaget till Faluån – Dalälven – Östersjön*. Falun: Länsstyrelsen i Dalarnas län, Miljövårdsenheten. *Huvudstudie*. Rapport 2005:23a. ISSN 1101-3044.

Hanæus, Å. och Ledin, B. 2004. *Efterbehandling av gruvavfall i Falun. Delrapport 2*. Falun: Länsstyrelsen i Dalarnas län, Miljövårdsenheten, *Beskrivning av åtgärdsalternativ*. (del av) rapport 2005:23c. ISSN 1101-3044.

Johansson, Å. och Ledin, B. 2003. *Länsstyrelsen i Dalarnas län. Ledningsinventering gruvområdet*. Falun: GVT-rapport.

Ledin, B. 1998. *Faluprojektet, Rödfärgsråvaran. Pumpning för kontroll av utförda åtgärder*. Falun: GVT-rapport.

Ledin, B. 2003. *Länsstyrelsen Dalarnas län. Falun. Gruvområdet i anslutning till RV 50. Uppsamling av förorenat grundvatten*. Falun: GVT-rapport.

Ledin, B. 2003. *Vägverket Region Mitt. Väg 50. Gruvområdet. Teknisk beskrivning av uppsamlingsanordning längs Väg 50*. Falun: GVT-rapport.

Ledin, B. 2008. *Stora Enso AB. Gruvområdet. Uppsamlingsledningar T60 och T70. Skötselinstruktion för uppsamlingsledningar osv*. Falun: GVT-rapport (koncept).

Ledin, B. och Hanæus, Å. 2001. *Falu kommun. Tiskenprojektet. Uppsamling av förorenat grundvatten från Ingarvsmagasinet och rödfärgsråvaran*. Falun: GVT-rapport.

Ledin, B. Hanæus, Å. och Lindeström, L. 2004. *Efterbehandling av gruvavfall i Falun. Delrapport 1, kartläggning av metalläckage och miljöriskbedömning*. Falun: Länsstyrelsen i Dalarnas län, Miljövårdsenheten, rapport 2005:23b. ISSN 1101-3044.

Ledin, B. och Ledin, P. 2005. *Stora Enso AB. Gruvområdet. Reningsanläggning. Teknisk beskrivning av uppsamlingsanordningar, ledningar planer och markarbeten*. Falun: GVT-rapport.

Lind, B. et. al. 2003. *Länsstyrelsen i Dalarnas län. Gruvområdet i Falun. PM: Reduktion av metalläckaget till Faluån och Tisken*. SGI-rapport.



Lindström, L. 2003. *Falu gruvas miljöhistoria*. Falun: Stiftelsen Stora Kopparberget. ISBN 91-631-3535-3.

Lundgren, T. och Hartlén, J. 1990. *Gruvavfall i Dalälvens avrinningsområde. Metallutsläpp och åtgärdsalternativ*. Linköping: SGI rapport no 39. ISSN 0348-0755.

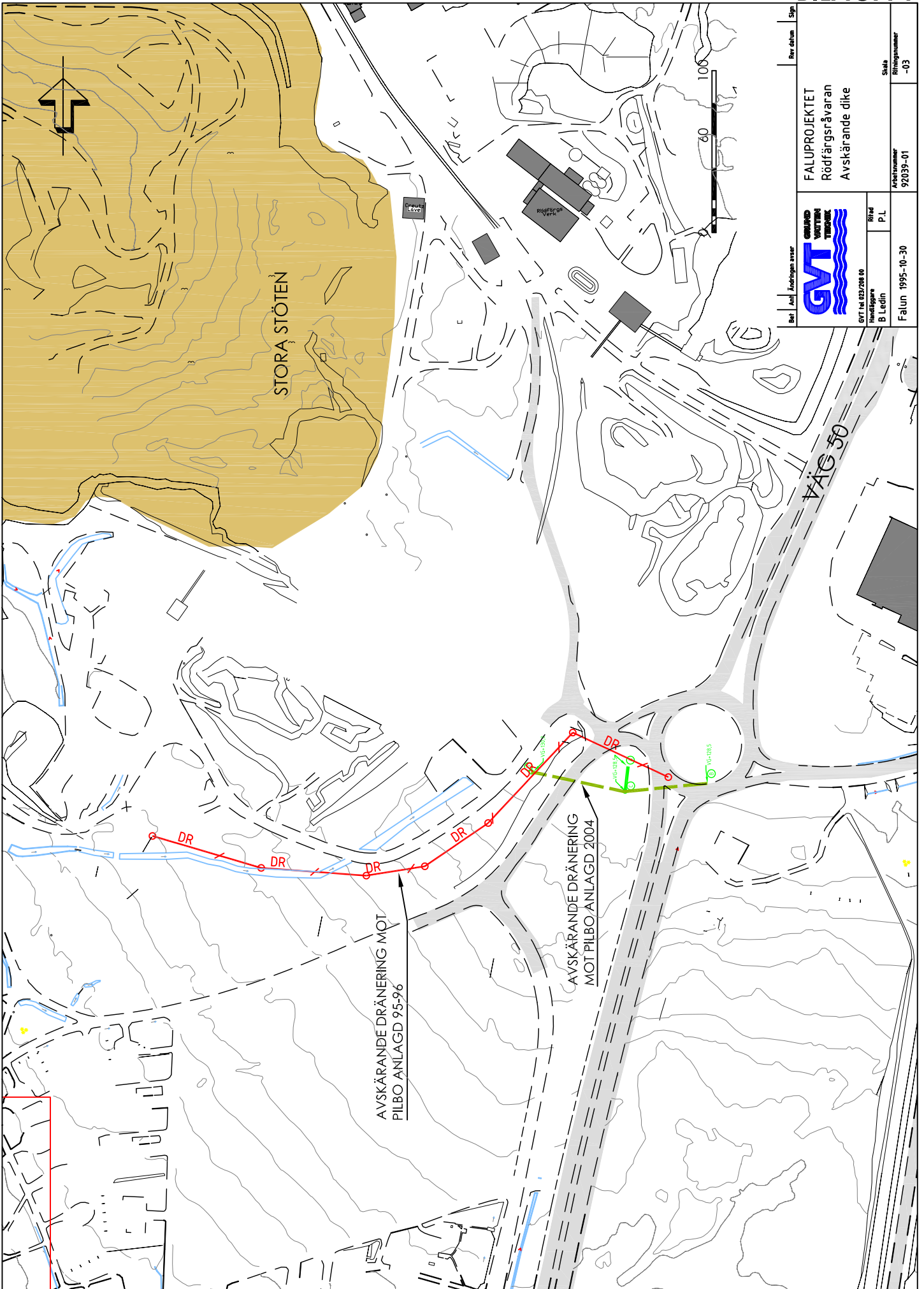
Lundgren, T. et. al. 2003. *Diskussionsunderlag. Falu gruva. Metallreduktion. Förslag och idéer till åtgärder för att reducera metallutlakningen till Faluån*. Linköping: Rapport från Envipro Miljöteknik.

Sandberg, P.-E. och Svanström, I. 2004. *Efterbehandling av gruvavfall i Falun. Delrapport 3*. Falun: Länsstyrelsen i Dalarnas län, Miljövårdsenheten, *Ansvarsutredning* (del av) rapport 2005:23c. ISSN 1101-3044.

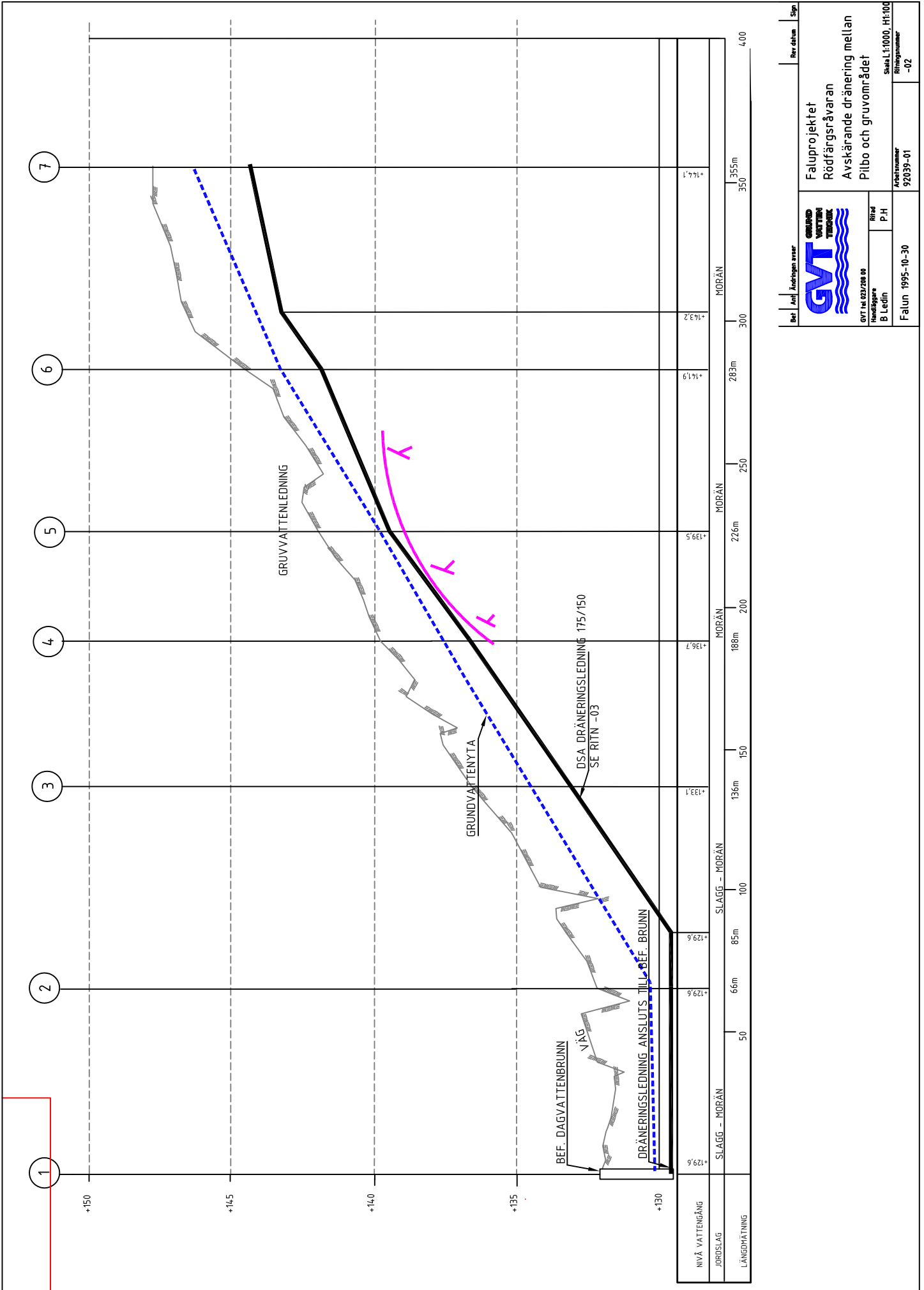
Sundström, K. 2002. *Falu gruva och tillhörande industrier - industrihistorisk kartläggning med avseende på förorenad mark*. Falun: Länsstyrelsen Dalarnas Län, Miljövårdsenheten, rapport 2002:12. ISSN 1403-3127.

#### **Digitala referenser**

[www.falugruva.se/sv/Kopparberget/Gruvan/Gruvan/](http://www.falugruva.se/sv/Kopparberget/Gruvan/Gruvan/). 08-09-16.



|   |                                |                             |                                |
|---|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Beställare: Amtl. Ämbetsingen avser<br><b>GVT</b><br>GVT nr 032/2008 00<br>Uppdragsledare<br>B. Ledin | Rättshuset<br>Falun 1995-10-30 | Arbetetsnummer<br>920399-01 | Skala<br>Ritningsnummer<br>-03 |
|   |                                |                             |                                |



|   |                   |   |   |
|---|-------------------|---|---|
| Bild<br>Anst. Anordnings avser<br><b>GVT</b><br>GVT 14 023/208 00<br>Handläggare<br>B Ledin | Rev datum<br>Sign | Faluprojektet<br>Rödfärgsåran<br>Avskärande dränering mellan<br>Pilbo och gruvområdet |   |
|   |                   | Ritad<br>P.H  | Skala L:1:1000, H:1:100<br>Ritningsnummer<br>92039-01 |
| Falun 1995-10-30  |                   | 92039-01  |   |

TECKENFÖRKLARING

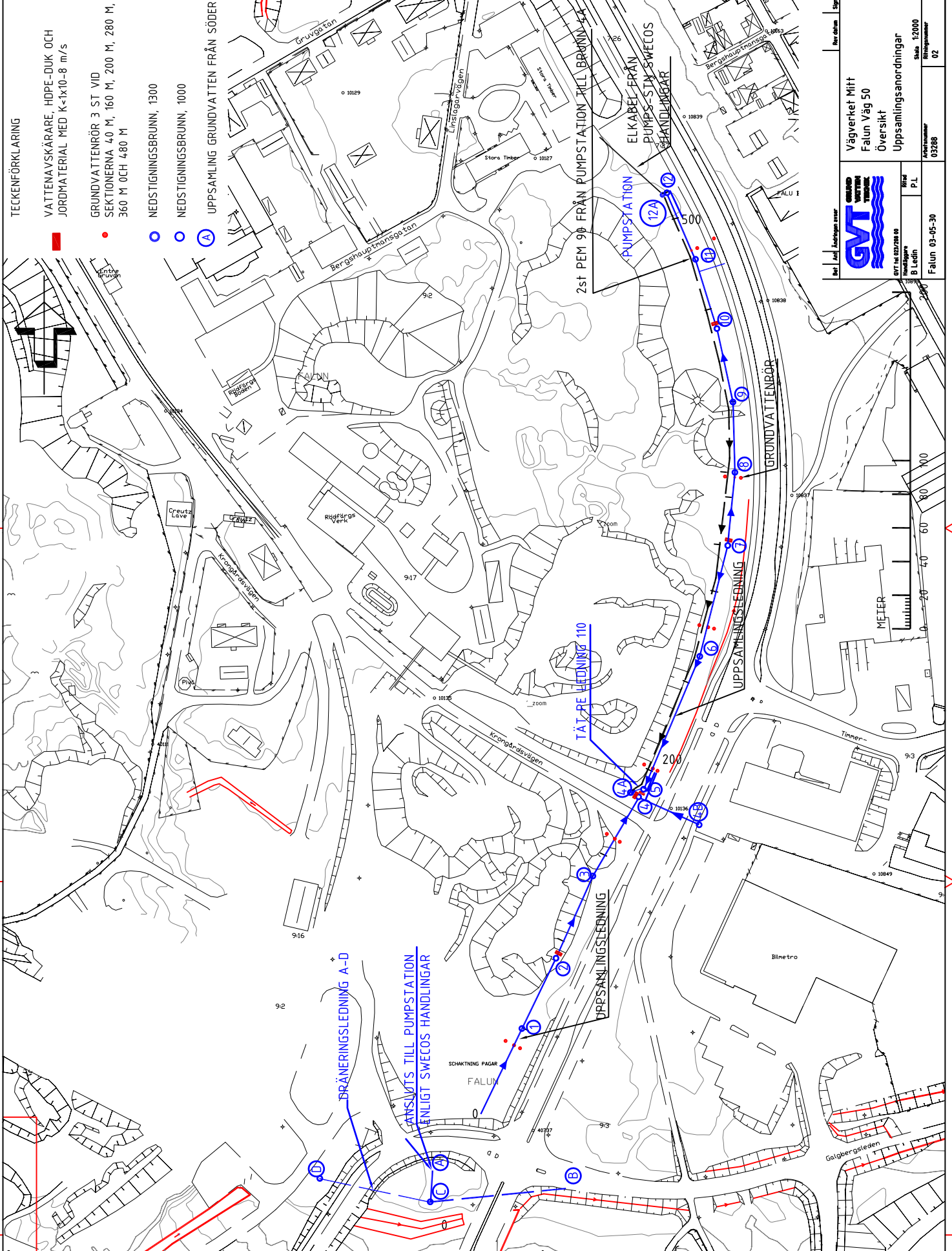
VATTENAVSKÄRARE, HDPE-DUK OCH JORDMATERIAL MED K-1x10-8 m/s


GRUNDVATTENRÖR 3 ST VID SEKTIONERNA 4.0 M, 160 M, 200 M, 280 M, 360 M OCH 480 M

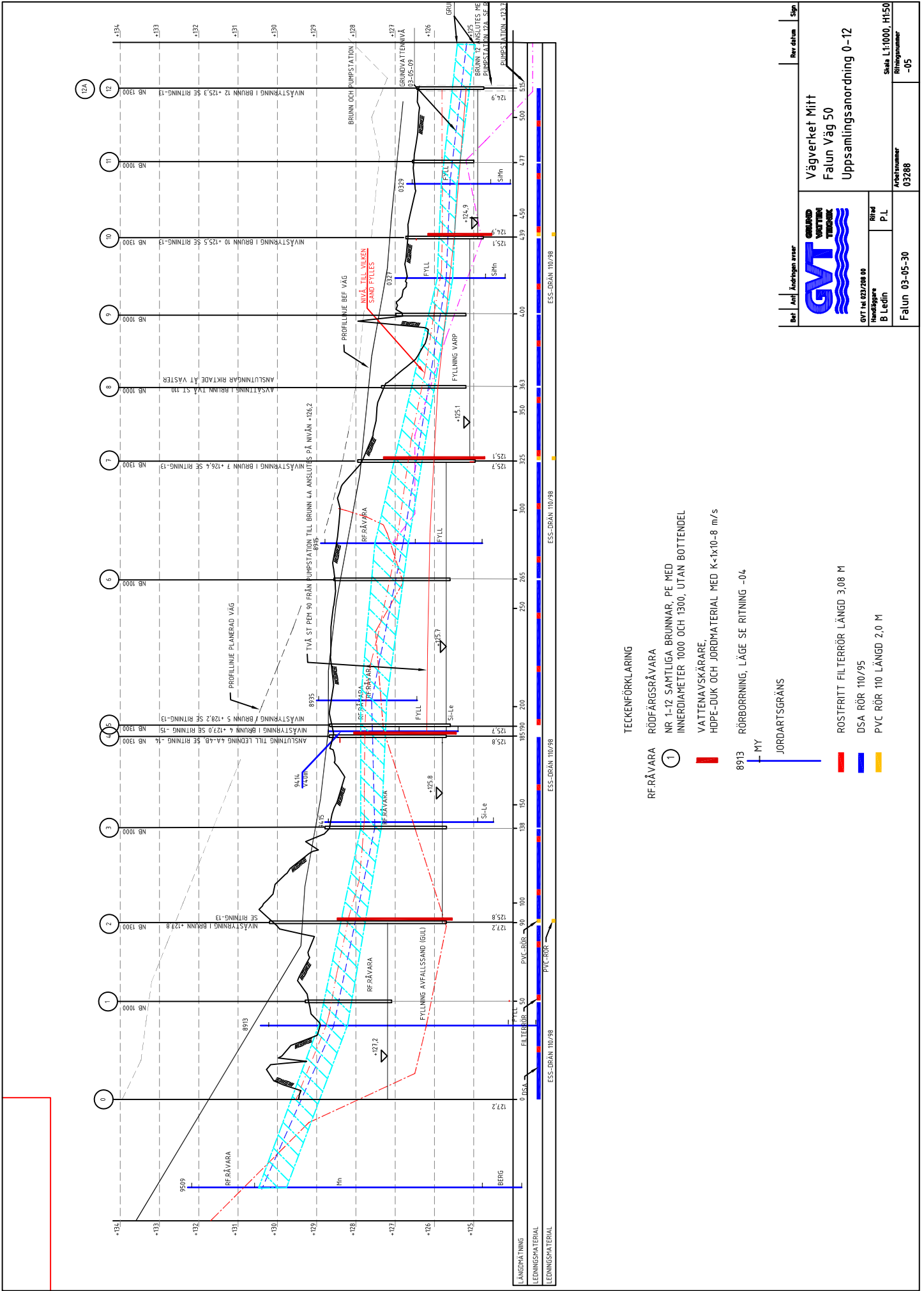
NEDSTIGNINGSBRUNN, 1300


NEDSTIGNINGSBRUNN, 1000

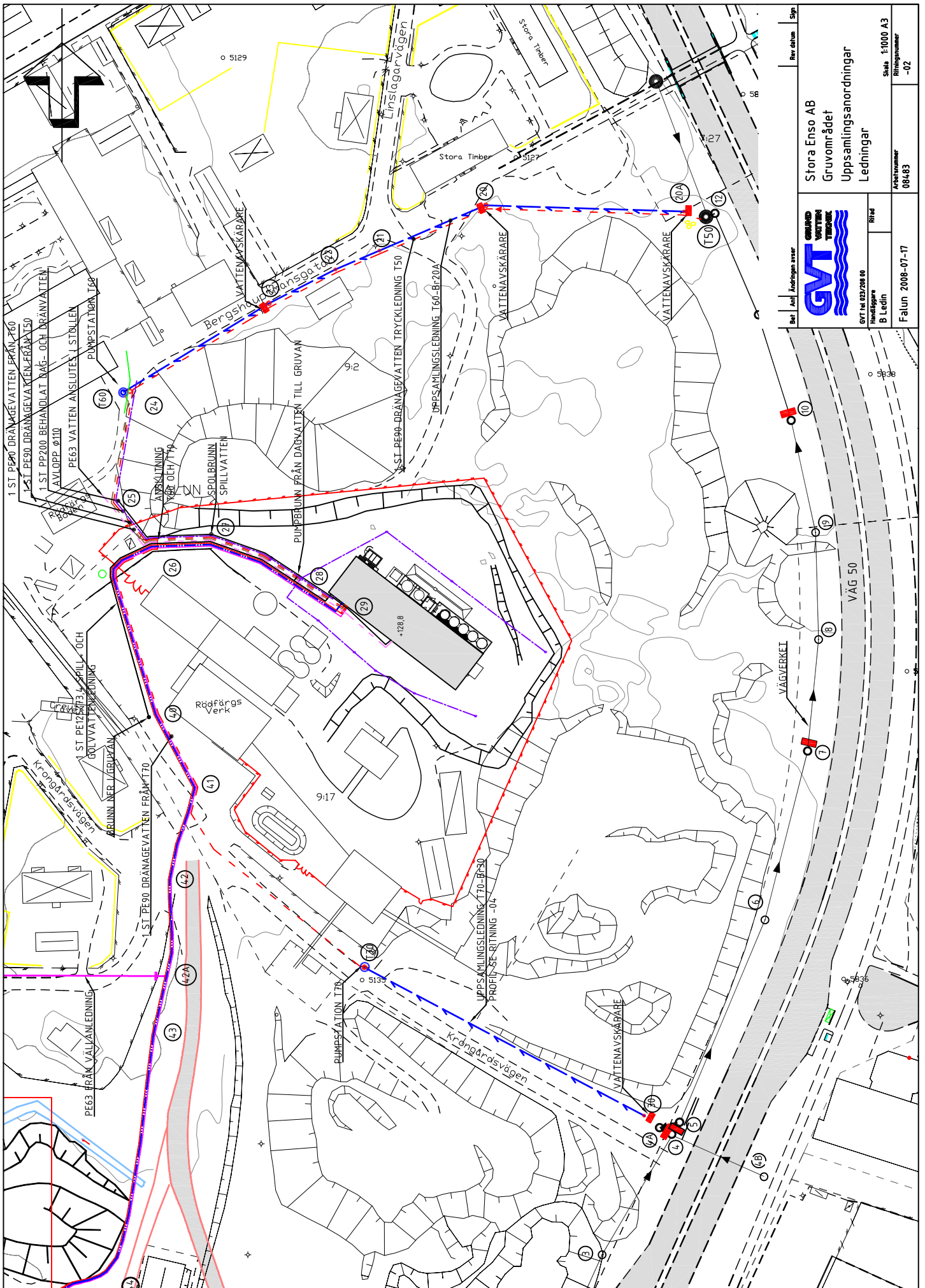
UPPSAMLING GRUNDVATTEN FRÅN SÖDER




|   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
|  <p>GVT VATTEN AVFALLS TEKNIK</p> <p>GVT tel 0327 200 80<br/>B Ledin</p> | <p>Ber ditta</p>                                   | <p>Skp</p>                    |
|   | <p>Väverket Mitt<br/>Falun Väg 50<br/>Översikt</p> | <p>Uppsamlingsanordningar</p> |
| <p>Falun 03-05-30</p>   | <p>03286</p>                                       | <p>02</p>                     |



|   |   |  |
|---|---|--|
|  | Vägverket Mitt<br>Falun Väg 50<br>Uppsamlingsanordning 0-12 | Skala: L:1:1000, H:1:50<br>Ritningsnummer<br>-05 |
|   | GVT nr 032208 00<br>Utredare<br>B Ledin                     | Rivare<br>P.L                                    |
| Falun 03-05-30  |   |  |



|   |                   |   |
|---|-------------------|---|
|  | Rivet<br>B Ledlin | Skala: 1:1000 A3<br>Ritningsnummer<br>-02 |
|   | Falun 2008-07-17  | Arbetetsnummer<br>08483                   |

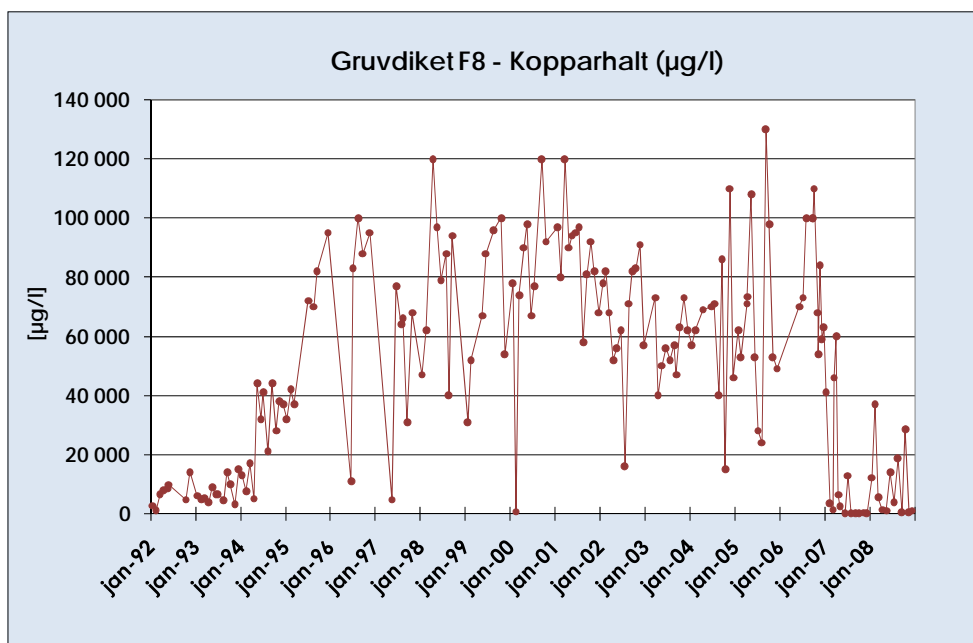
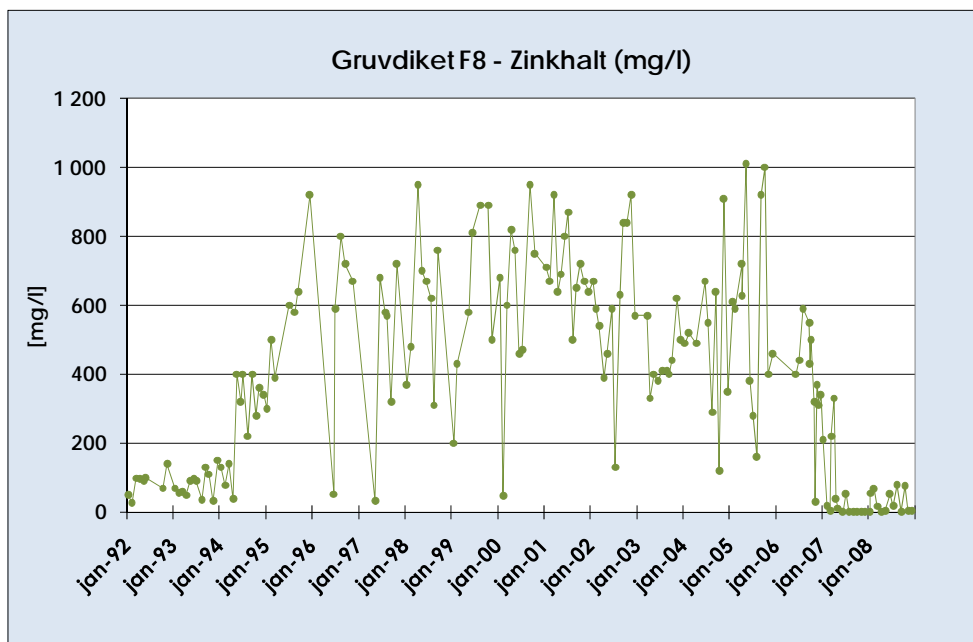
Stora Enso AB  
 Gruvområdet  
 Uppsamlingsanordningar  
 Ledningar

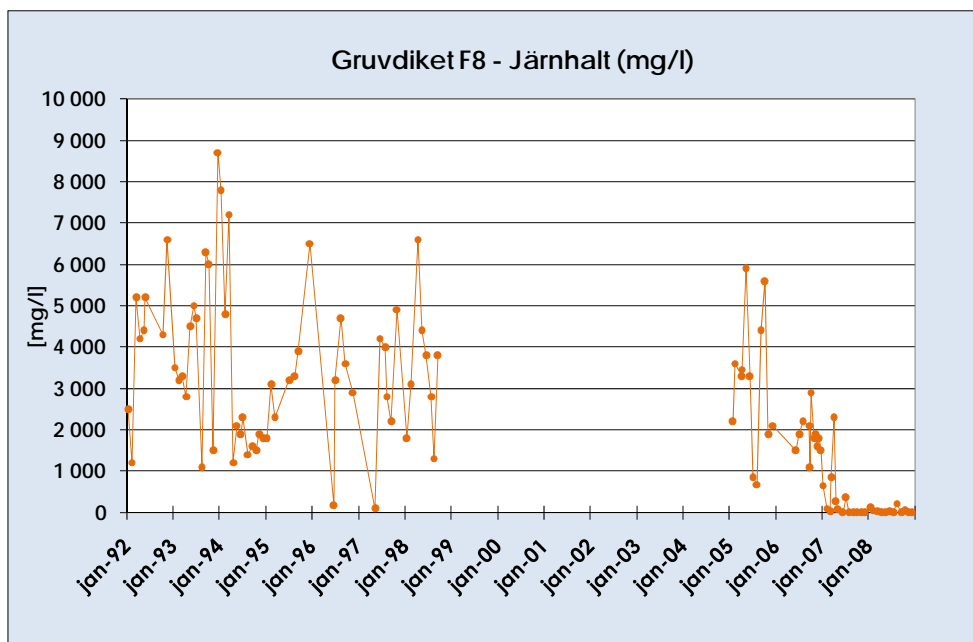
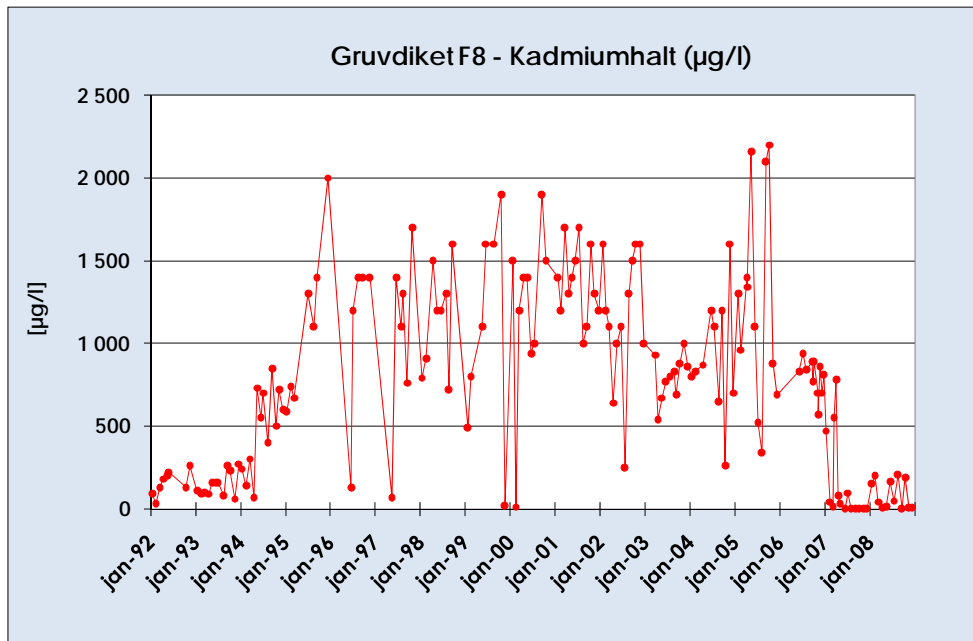
Ber: Antl. Anordningar avser  
 GVT nr 032208 00  
 Uppdragsledare  
 B. Ledlin

Rev datum  
 Sign

## Metallhalter i Gruvdiket (F8)

Metallhalter i Gruvdiket (F8), resultat av månadsvis stickprovtagning. Järn analyserades ej under år 1999-2004.







# Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva

RAPPORT 6402

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-6402-0  
ISSN 0282-7298

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

ÅSA HANÆUS

Regeringen beslöt 1987 att tillsätta Dalälvsdelegationen med uppdrag att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år. Som följd av delegationens arbete träffade Stora Kopparbergs Bergslags AB och tillsynsmyndigheterna, det vill säga Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Dalarnas län och Falu kommuns miljönämnd, 1992 ett avtal om efterbehandling av gruvavfall i Falun. För att genomföra åtgärderna inom avtalet skapades det som kom att kallas Faluprojektet. Faluprojektet har letts av en styrgrupp bestående av tre representanter från STORA och en från vardera tillsynsmyndighet.

Rapporten tar upp problematiken med de betydande mängder varp, rödfärgsråvara och slagg som är beläget inom UNESCOs historiska världsarv och därmed förlagda med restriktioner. Dessutom pågår industriverksamhet, i form av Rödfärgverket som tillverkar rödfärgspigment och Falu rödfärg av den vittrade varpen. Området kring gruvan är den tredje största källan av metallutsläpp i Falun. I rapporten beskrivs genomförda åtgärder, resultat av dessa, kostnader och ansvarsfördelning, framtida drift, kontroll och områdesskydd.

FALU  KOMMUN

STORAENSO 

  
LÄNSSTYRELSEN  
DALARNAS LÄN

  
NATUR  
VÅRDS  
VERKET