



UPPSALA  
UNIVERSITET

Självständigt arbete vid Institutionen för geovetenskaper  
2015:20

# Falu gruva och hållbar utveckling

Karl-Markus Ansnaes



# Falu gruva och hållbar utveckling

Karl-Markus Ansnaes



# Abstract

## Falu Copper Mine and Sustainable Development

*Karl-Markus Ansnaes*

Falu copper mine was Sweden's oldest mine industry which lasted for almost a thousand years. Throughout the history its area has been vastly contaminated by sulfur oxide. The contaminations has created the mining area to an environmental risk zone which has the ability to spread out into the Falu River. The river has its connections to the Dal River which is discharging towards its mouth in the Baltic Sea. In the year 1968 the first measurement from the polluted Falu River took place. Its metal content came from the mining area, although the decontamination expenses were too high for the running company Stora Kopparbergs Bergslags AB to pay which then led to conflicts with the Environmental Protection Agency of Sweden on terms none of them could agree on. It was not until the year 1983 when they both agreed on a cooperation which contained of continuing measurements until a sufficient decontamination method could be applied. The cooperation was named *Projekt Falu gruva*. The first obligation was to improve the sewage plant in Främby by connecting the contaminated water from the mining area with the waste water through a chemical treatment. In the year 1987 the treatment successfully began and the same year the Swedish government financed a delegation, called *Dalälvsdelegationen*, and its purpose was to decontaminate the pollutions along the Dal River. The delegation's research led to three reports which contained the areas involved in the river's pollution as well how the mining area would be treated. In 1992 the Country Administrative Board of Dalarna, the Environmental Authority of Falun Municipality, the Environmental Protection Agency of Sweden and Stora Kopparbergs Bergslags AB began cooperation in order to treat the polluted area of Falu copper mine. This cooperation became a project called *Faluprojektet*. The project consisted of three decontamination priorities with different treatments in the area. The first decontamination priority resulted in a reducing amount of the polluted mining water by 80 % in the Falu River. The second and the third decontamination priorities had some issues during its treatment due to new environmental laws influenced in 1999 and the recognition from UNESCO as this area was since 2001 a world cultural heritage. Both the law and the recognition stated that it was forbidden to remove the waste on the ground from the area since it was a part of the cultural protection. This meant the waste was removed closer to the mine pit and became part of a slower and natural hydrological treatment which caused the sulfur dioxide penetrating into the ground. By doing this type of treatment it reflects upon the environmental quality goals which Sweden is aiming for in order to reach for sustainable development.

**Key words:** Sustainable development, Falu copper mine, environmental law, decontaminations, sulfur dioxide

*Independent Project in Earth Science, 1GV029, 15 credits, 2015*

*Supervisor: Magnus Hellqvist*

*Department of Earth Sciences, Uppsala University, Villavägen 16, SE-752 36*

*Uppsala ([www.geo.uu.se](http://www.geo.uu.se))*

*The whole document is available at [www.diva-portal.org](http://www.diva-portal.org)*

# Sammanfattning

## Falu gruva och hållbar utveckling

*Karl-Markus Ansnaes*

Falu gruva var Sveriges äldsta gruvverksamhet i nästan 1000 års tid och har genom historien förorenat platsen med höga halter av svaveldioxid. De höga halterna har omvandlat Falu gruvans område till en miljöriskzon som omfattar tendensen att sprida sig via Faluåns utlopp till Dalälven och därmed Östersjön. År 1968 utfärdades de första mätningarna på metallhalterna som gruvan förorsakat, men den dåvarande verksamhetsutövaren Stora Kopparbergs Bergslag AB och Statens Naturvårdsverk kom inte överens om enad kostnadslösningsmetod. Efter många juridiska konflikter pågick till år 1983 då parterna enades om samarbete, som kallades Projekt Falu gruva. Syftet var att genomföra nya mätningar till dess att valet för en kostnadslösningsmetod kunde åtgärdas. Första åtgärden var att förbättra reningsverket i Främby genom att gruvvattnet från gruvområdet renades med spillvattnet via kemisk rening. År 1987 togs reningsverket i bruk och samma år finansierade regeringen en delegation, Dalälvsdelegationen, med syftet att hantera föroreningarna längs med Dalälven. Delegationen sammanställde sina undersökningar i tre delrapporter som beskrev hur och vilka av Falu gruvans områden som skulle saneras. Tillsammans inrättade Länsstyrelsen i Dalarnas Län, Falu kommuns miljönämnd, Naturvårdsverket och Stora Kopparbergs Bergslag AB ett samarbete år 1992, som kallades Falu-projektet, med syftet att utföra saneringsåtgärder i området. Saneringarna indelades i tre prioriteringsgrupper och behandlades med olika reningsmetoder. Prioritetsgrupp 1 kunde under sin efterbehandlingsperiod utföras effektivt och mer än 80 % av metallhalterna minskades i Faluån. Prioritetsgrupp 2 och 3 påverkades under sin behandling både från nya miljölagar med instiftande av miljöbalken år 1999 och verifierat kulturvärldsarv av UNESCO år 2001. De nya saneringsmetoderna som utfärdas via en naturlig och långvarig process har påverkat att sulfiden från avfallet tvingas trängas ner i marken. Denna metod påverkar Sveriges miljö kvalitetsmål som är utsatta i miljöbalken för att hållbar utveckling ska uppnås.

**Nyckelord:** Hållbar utveckling, Falu gruva, miljöbalken, efterbehandlingsåtgärder, sulfiddioxid

*Självständigt arbete i geovetenskap, 1GV029, 15 hp, 2015*

*Handledare: Magnus Hellqvist*

*Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, Villavägen 16, 752 36 Uppsala  
([www.geo.uu.se](http://www.geo.uu.se))*

*Hela publikationen finns tillgänglig på [www.diva-portal.org](http://www.diva-portal.org)*

## Innehållsförteckning

1.1 Inledning .....	1
1.2 Syfte .....	2
1.3 Metod .....	2
2. Falu gruvas nuvarande läge .....	2
3. Bakgrund Falu gruva .....	3
3.1 Berggrundsgeologi.....	3
3.2 Kvartergeologi.....	4
3.3 Miljöhistoria .....	4
3.4 Projekt Falu gruva.....	5
3.5 Dalälvsdelegationen.....	5
3.5.1 Delrapport 1.....	6
3.5.2 Delrapport 2.....	6
3.5.3 Delrapport 3.....	7
4. Resultat .....	7
4.1 Falu projektets start.....	7
4.2 Falu projektets genomförande.....	7
4.2.1 Prioritets grupp 1 .....	7
4.2.1.1 Efterbehandling av kisbränderna.....	7
4.2.1.2 Efterbehandling av Ingarvsmagasinet.....	8
4.2.2 Prioritets grupp 2 och 3 .....	8
4.2.3 Miljöbalkens kravregler vid miljöarbeten .....	9
4.3 Efter saneringarna i Falu gruvas område .....	10
4.3.1 Kontroll i recipienten .....	10
4.3.2 Miljöbalkens syn om kontroll.....	10
4.3.3 Införande av skyddsåtgärder .....	10
4.3.4 Miljöbalkens beskrivning av skyddsåtgärder .....	10
5. Analys.....	11
6. Tackord.....	13
7. Referenser .....	14
8. Bilagor .....	15





## 1.1 Inledning

Efter århundranden av utsläpp och miljöföroreningar, trädde miljöbalken (1998:808) i kraft den första januari år 1999 av den socialdemokratiska regeringen med syftet att ersätta 16 miljöskyddslagar och istället samla allt i en lagbalk (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 73-74). Målet med balken syftar till att främja en hållbar utveckling via ett flergenerationsperspektiv som ska försäkras med god hälsa och miljö. Detta utdrag benämns i miljöbalkens 1 kap. 1§ och står som grund för övriga paragrafer i balken (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 92).

Termen hållbar utveckling uppkom i Agenda 21 som förekom under den internationella konferensen för miljö och utveckling i Rio de Janeiro i juni 1992 där en deklaration undertecknades av 181 länder med en strävan att uppnå god miljö och utveckling (Björklund, 2015).

I september samma år drogs ett projekt i Falu gruva igång, Faluprojektet. Det syftade till att bedriva saneringar över de områden som drabbats av föroreningar som uppstått från gruvbrytningar och industriell verksamhet i gruvans område. I december 1992 lades Falu gruva ner som en av Sveriges äldsta gruvdrifter.

År 2001 erkändes Falu gruva som ett världskulturarv av FN organet *United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) (Fross & Widenfalk, 2015) och detta innebar att en tidigare miljöfarlig verksamhet började behandlas utifrån andra restriktioner. I en motion från år 2004 föreslogs ett riksdagsbeslut som tillkännagav ett statligt finansieringsansvar för efterbehandlingen av gruvavfall från Falu gruva. I motionens motivering medgavs att Världsarvet Falu gruva var en del av Sveriges stormaktstid och efterbehandlingsåtgärderna syftade till att anpassas så att det bevarar en kulturell verksamhet. Samtidigt uppges miljöföroreningarna påverka recipienterna och därmed stadsmiljön för invånarnas intresse att återfå Falun till en sjöstad. Avslutningsvis benämner motionen att gruvavfallet ger påfrestningar på miljön i en nationell nivå, både i andra naturliga miljöer och bebyggelser (Johansson, 2004).

Trots efterbehandlingsåtgärder framgick det i Naturvårdsverkets rapportering från 2010 att på grund av världskulturarvets infogande i området kunde inte viss deponerat avfall renas med den effektivaste tekniken utan fick istället renas med en metod som omfattar en längre efterbehandlingsprocess (Hanæus & Ledin, 2010, s. 21). Denna efterbehandlingsprocess har lett till att gruvan behandlats med andra åtgärder än vad som annars bör göras för att hantera avfallet, speciellt när det belyses i svensk lagstiftning i första kapitlet 1§ andra stycket i miljöbalken om de två första delmålen i Miljöbalken. Det första delmålet ska tillämpas i syfte att skydda människors hälsa och miljön mot skador oavsett vilken påfrestning som sker. Det andra delmålet ska tillämpas med syftet att skydda värdefulla natur- och kulturmiljöer (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 93).

## 1.2 Syfte

Syftet med detta kandidatarbete är att belysa i en resultatdel om hur området i Falu gruva efterbehandlats och hur det förhållit sig till svenska miljölagar uttagna från 19 kap. ur svensk lagbok miljöbalken. Resultatet i arbetet kommer att reflekteras i en analys om hur åtgärderna förhållit sig till förändrande miljölagar samtidigt som området hanterats parallellt med att både vara ett världskulturarv och att främja en hållbar utveckling i Sverige.

## 1.3 Metod

Metoder i detta kandidatarbete grundas på litterära studier, rapporter, webbsidor, olika riksdagsbeslutsformer samt kartor.

De litterära studierna består av två böcker, där den ena är hämtat ur en kursbok om svensk miljölag som omfattar en tydlig förståelse av miljöbalkens funktion och användning, och den andra belyser om Falu gruvas miljöhistoria.

Rapporterna är hämtade från Naturvårdsverket, som gjorts i samband med efterbehandlingen i Falu gruvas område, samt tidigare utförande arbeten med anknytning till jordartskartering över gruvområdet.

Webbsidornas funktion är att ge arbetet fördjupad fakta och förklaringar kring vissa ord och begrepp. Riksdagsbeslutsformer är också hämtat från webbsidor och är proportioner, lagtexter och motioner.

Kartorna med beskrivning är framtagna från SGU's kartgenerator och beskriver området och befintligt markinnehåll.

## 2. Falu gruvas nuvarande läge

Falu gruva ligger i sydvästra utkanten av Falun. Gruvområdet består av Ingarvsmagasinet i norr, gruvmuseum i öst, ett rödfärgsverk och en reningsverksanläggning med omgivande slagg- och varpavfall i sydost samt gruvbrytningsplatsen Stora Stöten i centrala området med omgivande rödfärgsråvara och omgivande slagg- och varpavfall i väster och söder, se figur 1 (Hanæus 2010, s. 14).

Gruvmuseet bedriver turismnäring med turer i gruvan ovan och under jord. Årligen besöks gruvan av ca 50 000 besökare och man planerar att utöka antalet genom att säkerhetsställa vägar ner i Stora Stöten (Vahlberg, 2011).



Figur 1. Geografiskt område av Falu gruvas landskap. Källa: eniro.se

### 3. Bakgrund Falu gruva

#### 3.1 Berggrundsgeologi

Landskapsområdet kring Falu gruva påverkades av olika variationer av naturens fenomen och klimat. Berggrundsgeologin i området inleddes genom vulkaniska processer för ca 1,9 miljarder år sedan. Därefter påbörjades ett flertal deformations- och omvandlingsprocesser hos bergarterna som på senare tid påverkades av erosion vilket ledde till den nuvarande berggrund som ligger i snitt 10-12 km under ursprungsytan (Hellqvist et. al., 2010).

Den mest förekomna bergarten är leptit. Det är en sur vulkanisk bergart som bildas med hjälp av lavaströmmar eller genom askregn som kommer upp till ytan. Eftersom leptit är en sur bergart har den hög kiselhalt och kan omvandlas både kemiskt och strukturellt. I området orsakades leptitomvandlingen genom att dess bildning sträckt sig över en lång tidsperiod och mot slutet resulterade till en större sammansättning. Tack vare sammansättningen kunde en datering bekräfta områdets berggrundsålder på ca 1,9 miljarder (Hellqvist et. al., 2010).

Malmen i gruvan bildades genom berggrundens veckning och

metamorfosstadier som innebar att bergarterna utsattes för nya tryck- och temperaturskillnader och vid ett senare stadium ändrade sina strukturer till malmformationer. Efter metamorfosstadierna formades malmen i en brantstående struktur, i en så kallad kisstock. Kisstocken innehåller höga svavelhalter och upphör i gruvan efter ca 500 meters djup (Lindeström, 2003, s. 12-13).

### 3.2 Falu gruvans kvartärgeologi

För ca 2,5 miljoner år sedan påbörjades den kvartära perioden i området som utmärktes av kallt och instabilt klimat. Mest känt är dess återkommande glaciala perioder som utmärkte senare tids landskapsformationer. Klimatet påverkades av återkommande istidsperioder såsom Saale, Eem och Weichsel fram till för ca 20 000 år sedan då det blev varmare och isen rörde sig bort mot nordligare breddgrader (Gembert, 1996).

Eftersom malmen i berggrunden utformades i en brantstående struktur påverkades det i kvartärgeologins skede då den utsattes för erosionsprocesser. Till följd av inlandsisarnas verkan sönderdelades berggrunden och bildade jordarter, främst morän. Processerna orsakade en spridning av naturliga höga halter av både metaller och svavel i marken (Lindeström, 2003, s. 13).

Området blev isfritt för ca 10 600 år sedan och låg då istället under Ancylussjöns sötvattenyta, som var en del av Östersjöns olika klimatförändringar (Hellqvist et. al., 2010).

I modern tid består jordartsfördelningen, enligt Sveriges Geologiska Undersöknings (SGU) senaste kartering, till störst del av sandig morän och i mindre delar av glacial lera och postglacial sand samt torvmark, se bilaga 1 (Hellqvist et. al., 2010).

### 3.3 Falu gruvans miljöhistoria

Gruvdriften medförde redan i ett tidigt stadium stora påfrestningar på miljön. Detta bevisades med hjälp av svavelinnehållet i malmen och i marken, metrologiska förhållanden samt datamodeller där det konstaterades att svaveldioxidhalter ( $\text{SO}_2$ ) ökat sedan 1200-talet (Lindeström 2003, s. 31). Halterna ökades på 1600-talet eftersom bryttekniken blev mer effektivt och det ledde till att mer malm kunde brytas. Bortsett från en ny brytningsteknik var den främsta orsaken till de ökande halterna produktionen från framställningen av metallerna. Från bergarterna zinkblände, blyglans och kopparkis bröts zink, silver respektive koppar, där koppars tillverkning ansågs vara den största orsaken till de höga svalhalterna. (Lindeström, 2003, s. 18).

I mitten av 1800-talet utnyttjades svavelsyra genom att bergarten pyrit, det vill säga svavelkis, rostades via kisbränder i svavelsyrafabriken. Syftet med att utnyttja svavelsyran var dels för stålframställning och dels för återfyllning i gruvan. Restavfallet, det vill säga kisaskan, deponerades sedan i närheten av fabriken (Hanæus & Ledin, 2010, s. 12).

På 1920-talet byggdes ett anrikningsverk i anslutning till gruvan som användes vid tillverkningen av metallsliger (Haglund & Hanæus, 2010, s. 15). I anrikningsverket anrikades malmen genom krossning, malning och våtseparation, separation skedde främst via flotation (Hanæus & Hanæus, 2010, s. 11). Verket hjälpte till att minska svavelhalterna tack vare flotationen, men detta ledde till att zink och kadmium från zinkblände togs tillvara i samband med utbrytningen. Däremot var riksintresset för zinkblände inte stort vilket innebar att det istället deponerades som

avfall. Både zink och kadmium kunde därför spridas via luften och i närliggande marker (Lindeström, 2003, s. 19-20). Avfallet, den så kallade anrikningssanden, deponerades i de sandmagasin som inrättades. Först i Galgbergsmagasinet och sedan i Ingarvsmagasinet (Hanæus & Ledin, 2010, s. 12).

### 3.4 Projekt Falu Gruva

För att förhindra mer spridning av föroreningar inleddes år 1968 diskussioner angående malmföroreningarna av Statens Naturvårdsverk tillsammans med dåvarande bedrivande gruvföretag, Stora Kopparbergs Bergsslag AB. Stora Kopparbergs Bergsslag AB och Statens Naturvårdsverk inledande samarbete angående mätningar och åtgärder av gruvvattnets avfall var en betydande grund till varför en efterbehandling behövdes. Det visade sig redan vid första mätningen efter att gruvvattnet pumpades upp att zink och järn, med 1 respektive 2 ton/dygn, att en diskussionsåtgärd angående gruvvattnet behövdes införas. Mätningen ledde även till att fler miljöriskfaktorer diskuterades som exempelvis Faluåns föroreningar i utloppet av gruvvattnet från svavelsyrafabriken och dag- respektive spillvattnets metallinnehåll (Haglund & Hanæus, 2010, s. 22-23).

Det dröjde fram till den 1 juli 1974 då Stora Kopparbergs Bergsslag AB beslutade att lämna in en koncessionsansökan angående en rening av gruvvattnet. Koncessionsnämnden beslutade den 21 december 1976 att en cementering samt en sulfid- och lutfällningsprocess skulle krävas för rening av gruvvattnet. Dock visade sig att dessa metoder medförde alltför höga kostnader för bolaget och de krävde en lägre kostnadslösningsmetod. Den metoden var att leda infiltrerat vatten längs med sidan av rasmassorna kring Stora Stöten för att på så vis minska utsläppen. En sådan metod accepterades inte av Naturvårdsverket som var enig med koncessionsnämndens beslut. Stora Kopparbergs Bergsslag AB angav därför flera förslag om andra lösningsmetoder men det ledde istället till långa juridiska vänteperioder då inga av parterna kunde enas om rätt lösningsmetod. Detta höll på fram till år 1983 när både Stora Kopparbergs Bergsslag AB och Naturvårdsverket kunde enas om att införa ett gemensamt samarbete där de delade på kostnaderna för ytterligare undersökningsmetoder till de kunde enas för rätt val av åtgärder. Undersökningssamarbetet kallades för Projekt Falu Gruva.

Vid starten av Projekt Falu Gruva genomfördes nya mätningar av gruvvattnet som visade att en minskning av zink, järn och koppar hade skett i vattnet. Syftet med projektet var dels att kartera avrinningsområdet kring sjön Runn med dess förekomst av gruvvarp och dess metallinnehåll samt åtgärder av metalläckage och dels uppge en kvantitativ mängd av metallförekomster i området (Haglund & Hanæus, 2010, s. 25-27). För att åtgärda metallförekomsterna krävdes en ändring av behandlingsmetoden av gruvvattnet i det kommunala reningsverket i Främby. Efter koncessionsnämndens beviljande inrättades en kemisk reningsmetod i stället för en biologisk reningsmetod i reningsverket eftersom den kemiska kunde återanvända gruvvattnet som en fällningskemikalie. Tillsammans med gruvvattnet tillsattes kalk och polymer så att denna process kunde kombineras med spillvattnet och renas samtidigt (Haglund & Hanæus, 2010, s. 27).

### 3.5 Dalälvsdelegationen

År 1987 påbörjades reningen av gruvvattnet i Främbyverket och samma år beslutade den dåvarande regeringen att tillsätta en delegation, nämligen Dalälvsdelegationen. Syftet med delegationen var att reda ut om det fanns en möjlighet att minska

utsläppen av föroreningar från gruvans avfall i Dalälvens recipienter till utloppet av Östersjön. Delegationen fick ett finansiellt stödpaket på 100 miljoner kronor av Sveriges dåvarande regering med syftet att åtgärda saneringar i älven under en period på 10 år. De rekommenderande åtgärderna utgicks från en rapport som belyste om att använda sig av den bästa tillgängliga teknik som fanns. Den nya tekniken planerades kunna åtgärda avfall och kvarlämningar från industrin och bidra till kostnadseffektiva åtgärder (Haglund & Hanæus, 2010, s. 28-30).

För att sammanställa Dalälvsdelegationens arbete färdigställdes en slutrapport som delades in i tre delrapporter. Den första var en juridisk rapport med innehållande av möjliga aspekter kring efterbehandling av gruvavfallet. Den andra handlade om metallutsläpp och åtgärdsalternativ för gruvavfall vid Dalälvens avrinningsområde. Den tredje beskrev miljökonsekvenser samt åtgärdandet av gruvavfallet (Haglund & Hanæus, 2010, s. 31).

### 3.5.1 Delrapport 1

Denna delrapport uppmärksammade regeringen på det dåvarande läget kring gruvavfallen i direktiven och delegationens arbete. Arbetet upplyste om olika förslag kring tolkningen av den dåvarande miljöskyddslagen om gruvavfall. Tolkningen var svårhanterad eftersom det saknades tidigare rättsfall där gruvavfallsåtgärder hade tillämpats (Haglund & Hanæus, 2010, s. 31-32).

Rapportens syfte var att redovisa vilka rättsliga och praktiska förutsättningar som krävdes för att föroreningarna av gruvavfallet skulle kunna åtgärdas. Det skulle involvera berörda företag och fastighetsägare där de skulle bedriva en gemensam ansvars- och kostnadsfördelning. Redovisningen bedömdes utifrån 5 § i miljöskyddslagen, att utövaren för en verksamhet ska ansvara för den och att detta gäller även vid en avslutad verksamhet. Stora Kopparbergs Bergslags AB bedrev den dåvarande verksamheten och utsågs därför som verksamhetsutövaren.

Enligt rapportens bedömning krävdes det även en tillsynsmyndighet med uppdraget att se till att verksamhetsutövaren åtgärdade föroreningarna. Med stöd av 39 § i miljöskyddslagen konstaterades att tillsynsmyndigheter blev Naturvårdsverket, Länsstyrelsen Dalarnas Län och Falu kommuns miljönämnd (Haglund & Hanæus, 2010, s. 32).

### 3.5.2 Delrapport 2

Metallutsläppen och åtgärdsalternativen som utfärdades för minskandet av gruvavfallen i Dalälvens avrinningsområde kallades för gruvavfallsprojektet. Projektet utgicks från olika delprogram som bestod av en teknisk kartläggning, prioritering av objekt i Falu tätort och utanför kommunens gränser. Resultaten från delprogrammen visade att gruvavfallen förekom från Faluns geohydrologiska och tillika så biologiska förhållanden. Det visade sig att mellan 87 till 95 % av metallhalterna längs med Dalälvsområdet kom från Falu gruvans avfallsområde (Haglund & Hanæus, 2010, s. 33-34).

De avgörande faktorerna till spridningen av gruvavfallet konstaterades komma från Falu gruvans olika historiska och dåvarande deponier. Dessa var från kisbränderna, Ingarvsmagasinet, gruvvarpen och råvaran från Falu rödfärg, Främby reningsverk, industriområden, slaggområden samt Galbergsmagasinet. Delrapporten visade att om efterbehandlingsåtgärder på deponierna gjordes skulle

metallhalterna från koppar, zink och kadmium minska med cirka 80 % (Haglund & Hanæus, 2010, s. 34-35).

### 3.5.3 Delrapport 3

Syftet med den tredje delrapporten var att belysa om vilka miljökonsekvenser som på både kort och lång sikt kunde medföras efter att gruvavfallet åtgärdas.

Gruvavfallsprojektet saknade dock en miljökonsekvensbeskrivning och därför blev Lennart Lindeström från Dalälvsdelegationens Miljöforskargrupp inkallad för att genomföra en sådan. Den redovisade exempelvis att minskningen med 80 % var alltför kraftig och att det i stället borde införas en minskning på 50 % eftersom den dåvarande kunskap som fanns om efterbehandlingsåtgärderna beskrev att det inte rädde någon tidsbrist gällande föroreningarna. Lindeström utgick dessutom från sin bedömning att avfallet med de höga metallhalterna hade anpassat sig till det biologiska näringslivet och visade därför goda förhållanden. En ytterligare positiv effekt var att zink var viktigt för levande organismer (Haglund & Hanæus, 2010, s. 35-36).

## 4. Resultat

### 4.1 Faluprojektets start

Den 24:e september 1992 undertecknades ett avtal med Stora Kopparbergs Bergsslag AB, Länsstyrelsen Dalarnas län, Falu kommuns miljönämnd och Naturvårdsverket för att det skulle påbörjas en efterbehandling av ett miljöfarligt område och överta Dalälvsdelegationens arbete (Haglund & Hanæus, 2010, s. 12).

Falu koppargruvas område har präglats av miljöföroreningar genom historien. Det bekräftades att cirka 30 miljoner ton malm hade brutits varav 400 000 ton av dessa bestod av koppar, 500 000 ton zink, 160 000 ton bly, 380 ton silver samt 5 ton guld (Lindeström, 2003, s. 13). Totalt efter att alla dessa stora mängder malm har brutits spred sig 7 miljoner m<sup>3</sup> förorenat gruvavfall runt om Falun. Avfallet kom i största drag från zink- och kopparproduktionen. Zinkproduktionen medförde avfall av anrikningssand och kisbränder medan kopparproduktionen medförde avfall av slagg och varp (Hanæus & Ledin, 2010, s. 11-12).

Avfallen åtgärdades genom efterbehandlingar och delades in i tre prioritetsgrupper i olika gruvavfallsobjekt. Prioritetsgrupp 1 var åtgärdandet av kisbränder norr om Svavelsyrafabriken och under Hanröleden samt vid Ingarvsmagasinet. Prioritetsgrupp 2 var hanteringen av det vittrade material längs med gruvans område, som förekommit vid tillverkningen av Falu rödfärg, och gruvvarpen. Prioritetsgrupp 3 var efterbehandlingen av slagghögarna, norra och västra industriområdet samt området söder om Falu rödfärgs industri (Haglund & Hanæus, 2010, s. 38).

### 4.2 Faluprojektets genomförande

#### 4.2.1 Prioritetsgrupp 1

##### 4.2.1.1 Behandling av kisbränderna

Syftet med behandlingen av kisbränderna var att förhindra ökat metalläckage i vattengenomströmningen. Metallerna zink och kadmium förekom främst kring

kisbränderdeponierna och de har tendensen att binda sig med vattenpartiklarna. Efterbehandlingsmetoden för borttagandet av kisaskan som valdes blev en in situ tvättning, vilket är en tvättning direkt på platsen, som avslutades med en efterföljande sluttäckning. Vid tvättningen krävdes vatten som togs från sjön Vällan och fylldes i uppbyggda infiltrationsbassänger omkring kisbränderdeponin. Det metallförorenade tvättvattnet samlades upp i brunnar som därefter pumpades upp till en reningsanläggning och renades genom kalkfällning och luftning för att sedan transporteras till Faluån. Avfallet från reningen medförde metallhydroxidslam som fick behandlas med en extra avvattning i speciella bassänger intill infiltrationsbassängerna (Hanæus & Ledin, 2010, s. 17).

Efterbehandlingen pågick mellan åren 1995 till 2006 under perioderna april till oktober eftersom det under vintertid fanns risk att vattnet kunde frysa igen, vilket skulle ha lett till höga uppvärmningskostnader.

År 2007 genomfördes en sluttäckning av kisbränderdeponin med ca 50 % morän och 50 % med ett kombinerat täts- och skyddsskikt. Sammanlagt tvättades runt en 1460 ton zink, 1380 ton järn, 26 ton koppar och 2,2 ton kadmium, vilket motsvarar en metallhaltsreduktion på cirka 85 % (Hanæus & Ledin, 2010, s. 18-19).

#### 4.2.1.2 Efterbehandling av Ingarvsmagasinet

Ingarvsmagasinet innehöll sulfidhaltig avfallsand, gråberg samt gruvavfall som efterbehandlades mellan år 1996 till 2004. Syftet med behandlingen var att omvandla avfallet till en lakbar form för att på så vis hindra gruvavfallet från att oxideras samt reducera utökat bildande av lakvatten, vilket är vatten som genomtränger i avfallsdeponier via naturliga hydrologiska processer (Ornstein, 2015).

Efterbehandlingen utfördes genom att deponera två tätskiktlayer på sammanlagt en meter av en blandning av bioslam och aska. Det hindrade syret från att tränga igenom skiktlagret eftersom blandningen medförde en låg genomsläpplighet. Efter tätskiktslagren pålades ett skikt av morän på ca en halv meter för att fungera som ett skyddslager (Hanæus & Ledin, 2010, s. 20).

Efterbehandlingen resulterade till en reduktion av zink på 80-90 %, av koppar på ca 90 % och av kadmium ca 80-95 % (Hanæus & Ledin, 2010, s. 21).

#### 4.2.2 Prioritetsgrupp 2 och 3

Det vittrade materialet som var förekommande vid området var varp både från vittrad form av rödfärgsråvaran och varp längs med gruvområdet samt slaggrarp. Varpen bedömdes i en total utsträckning medföra utsläpp av zink med 13-18 ton/år, koppar med 2-3 ton/år och kadmium med 30-60 kg/år vid 2004 års mätningar. Trots höga årliga mängder kunde varpen varken täckas över eller forslas bort eftersom när Falu gruva år 2001 utsågs som kulturhistoriskt världsarv av UNESCO innebar det att området måste bevaras som det en gång varit. Lösningen för att minska metallhalten i dessa områden utfördes genom att förflytta delar av varpen närmare Stora Stöten och på så vis ingå i en nedbördsprocess i samband med reningen av gruvan. Syftet med nedbördsprocessen är att vattnet kommer binda sig med metallerna i varpen och kommer sedan föra med sig dessa genom infiltrering i marken (Hanæus & Ledin, 2010, s. 21).

Liksom vid behandlingen av kisbränderna bildades lakvatten. För att minska mängden lakvatten vidtogs ett dräneringssystem med syftet att samla upp lakvattnet i ledningar under grundvattenytan. Uppsamlingsprocessen kunde orsaka en sänkning av grundvattennivån och det kunde leda till en ökad vittring eftersom



sulfiden från varpen oxideras. Genom att placera dräneringssystemet på ett relativt långt djup med nivåregleringsbrunnar kunde vattennivå regleras och på så vis undvika en nivå-sänkning (Hanæus, 2010, s. 39-40). Vattnet renades därefter i Främbyverket tillsammans med gruvvattnet (Hanæus & Ledin, 2010, s. 22).

#### 4.2.3 Miljöbalkens kravregler och nationella kvalitetsmål vid miljöarbeten

I detta sammanhang belyser miljöbalkens 2 kap. om olika kravregler, så kallade allmänna hänsynsregler, som ska rättsligt genomföras vid miljöarbeten och leda till att miljö kvalitetsmålen uppnås. Exempelvis belyser 2 kap. 1 § i första stycket, bevisskyldigheten, att de som bedriver verksamhet ansvarar för att hänsynsreglerna uppfylls. Detsamma gäller vid åtgärder, som inte bedrivs av en verksamhet, som måste utföras för att främja en hållbar utveckling. Reglerna anger vilka grundläggande materiella åtgärder som måste tas till anspråk för att skydda miljön och människors hälsa (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 98).

Här belyser 2 § om kunskapskravet, att verksamheter kan motverka en påverkan för hälsa och miljö genom att ha nödvändig kunskap (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 108).

7 § om skälighetsregeln omfattar att 2-6 §§ måste vara rimliga och kunna tillämpas. Det handlar om avvägningsprincipen som syftar till att verksamheter, om det är rimligt att uppnå dessa krav och med hänsyn till hälsa och miljö, använder sig av bästa möjliga teknik, dock måste den vara av ekonomisk rimlighet, som finns närvarande på marknaden (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 126-127).

Även 8 §, ansvarsregeln, utgår från att den som orsakat miljöskada är skyldig att åtgärda dessa genom att bekosta ersättning eller reparera skadan (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 130).

Miljö kvalitetsmålen instiftades i samband med att miljöbalken tillträdde i den svenska lagboken. Målen är en grund för att nationen ska uppnå en hållbar utveckling. Länsstyrelsen i Dalarnas län strävar efter att efterbehandlingarna av varpen och lakvattnet i Falu gruvas område ska resultera i att området bli giffri, som är ett av Sveriges miljö kvalitetsmål (Haglund m.fl. 2010, s. 32). Förutom en giffri miljö har Sverige 15 andra nationella miljö kvalitetsmål och dessa är en grund för att nationen ska uppnå en hållbar utveckling (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 94). Dessa övriga mål är.

1. Frisk luft
2. Grundvatten av god kvalitet
3. Levande sjöar och vattendrag
4. Myllrande våtmarker
5. Hav i balans samt levande kust och skärgård
6. Ingen övergödning
7. Bara naturlig försurning
8. Levande skogar
9. Ett rikt odlingslandskap
10. Storslagen fjällmiljö
11. God bebyggd miljö
12. Säker strålmiljö
13. Skyddande ozonskikt
14. Begränsad klimatpåverkan
15. Ett rikt växt- och djurliv

## 4.3 Efter saneringen i Falu gruvnas område

### 4.3.1 Kontroll i recipienten

Efter att gruvvattnet och lakvattnet renats i Främybyverket rinner vattnet ner i Faluån. Faluån rinner mot sjön Tisken som har en mätstation som kallas Slussen och ligger mellan Tisken och sjön Runn strax söder om Falun. Vid Runns utlopp passerar Dalälven som sträcker sig ut mot Östersjön. I Slussen gjordes mätningar mellan åren 1991 till 2008 av metallhalterna i vattnet som resulterade i en gradvis minskning. Totalt minskades zink respektive kadmiumhalterna med 85 % och kopparhalterna med 71 % (Hanæus m.fl. 2010, s. 24). Här ingick reningen av varpen och rödfärgsråvaran. Effekten från denna åtgärd bedömdes som svårvärderad eftersom den inte gick att urskilja i den totala minskningen vid mätningen i Slussen (Hanæus, 2010, s. 68-69).

Sedan 2008 görs årliga kontrollprogram av metalltransporterna i recipienterna vid gruvområdet av Dalälvens vattenvårdsförening. I Faluån tas provmätningar genom vattenprovtagningar och flödesmätningar (Haglund & Hanæus, 2010, s. 49-50).

### 4.3.2 Miljöbalkens syn om kontroll

I miljöbalkens 5 kap. benämns funktioner av rättsliga kontroller och där används miljön som utgångspunkt. Där beskrivs den miljökvalitetsgräns som en recipient måste uppfylla för att kunna klassificeras som hållbar och den får inte föra påverkan på människor och miljön. Därför utfärdas åtgärdsprogram som en verksamhet ska följa för att på så vis leda till en hållbar utveckling. Programmen omfattar vilka kommuner och myndigheter som är involverade, vad de måste utfärdas och inom vilken tidsram det gäller (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 169).

Enligt proposition 1997/98:45 har miljökvalitetsnormer en övervägande roll och måste därför prioriteras i de fall då avvägningen är av betydelse, se 2 kap. 7 §. Det innebär att miljökvalitetsnormer aldrig får nonchaleras och programmets betydelse har förtur i sitt sammanhang (Miljödepartementet 1997, s. 260).

### 4.3.3 Införande av skyddsåtgärder

Falu gruvnas efterbehandlade objekt är sedan Faluprojektets avslut under beskydd med stöd av 26 kap. 9 respektive 15 §§ i Miljöbalken om tillsyn (Hanæus & Ledin, 2010, s. 30). Beskyddet krävdes eftersom kisbränderområdet och Ingarvsmagasinet bedömdes få höga belastningar om det vistades människor på platserna. Objekten ingick som alternativa skyddsformer, det vill säga bestämmelser i detaljplan, miljöriskområden samt områdesbestämmelser. Skyddsformerna beslutades även kring den pågående verksamheten av Falu rödfärg. Länsstyrelsen i Dalarnas Län blev tillsynsmyndighet och ansvarade att bedriva tillsyn över denna verksamhet liksom de andra efterbehandlade objekten (Hanæus, 2010, s. 73).

### 4.3.4 Miljöbalkens beskrivning av skyddsåtgärder

I sammanhängande till skyddsobjekt beskriver hushållsbestämmelserna i 3 och 4 kap. i miljöbalken att liksom de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. en grundstapel för materiella miljöregler. Dock urskiljer de sig från varandra då hushållsbestämmelserna

enbart fokuserar kring användningen av vatten- och markområden (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 136). Bestämmelserna utgår från överväganden för främjandet av olika intressen för verksamheter med reglering av rikets intressen (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 139).

Det Sverige befattar som är av intresse för landets utveckling, så kallat riksintresse, ska enligt 3 kap. i miljöbalken skyddas. Det omfattar områden som har betydelse att gynna landet i framtiden och det är exempelvis alltifrån naturvårds- och kulturmiljöområden till utvinnandet av ekonomiskt gynnande mineraler och avfallshantering (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 143-144).

Även i miljöbalkens 7 kap. beskrivs de områdesskydd som är av betydelse för naturvärden och tillika människors hälsa. Det är bland annat natur- och kulturresevat, naturminne, djur- och växtskyddsområden samt vatten- och miljöskyddsområden (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 204-205).

Natur- och kulturresevat syftar till att främja betydande allmänna intressen så att resevatet kan vårdas eller bevara sin värdefulla naturmiljö (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 207). Det gäller även hela bevarandet och det syftar kring byggnader, lämningar och marker samt olika värden av traditioner, verksamheter och kunskaper. Här är det länsstyrelsen eller kommunen med berörda som beslutar om ett resevat ska bildas (Elvingson, 2015).

Liksom hushållsbestämmelserna och naturskydd omfattar lagen om miljöriskområden en betydande roll för skyddsobjekten i samband med 2 kap. 8§ i miljöbalken om ansvarsregeln. Detta omfattas som en huvudregel för områden som genomgår efterbehandling. I miljöbalkens 10 kap. regleras sanering av miljöriskområden och har grundats samt utvidgats via EU:s miljöansvarsdirektiv från 2004. Direktivet omfattar för tre huvudområden som klassas för en allvarlig miljöskada och dessa är art- och livsmiljöskador, vattensskador samt markskador (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 270-271).

Ett miljöriskområde beslutas enligt 10 kap. 10 § i miljöbalken av länsstyrelsen. Klassificeringen grundas på att området ska vara så pass förorenat att det utsätter både människors hälsa och miljö för en allvarlig risk. Det innebär att risken kan leda till att det råder brister i markanvändningen där människor bor eller vistas. När länsstyrelsen definierat ett miljöriskområde är dess funktion att skydda omgivningen från att påverkas av föroreningen. Det omfattar att föreskrifter ska utfärdas om inskränkningar på markanvändandet som exempelvis förbud mot grävning, schaktning eller bebyggelse (Michanek & Zetterberg, 2012, s. 289).

## 5. Analys

Falu gruvnas område är utifrån en geologisk aspekt ett sulfidrikt område och efterbehandlingarna som Faluprojektet utträttade har hindrat sulfiden från att komma i kontakt med människor. När både miljöbalken instiftades och världskulturarvsväldet bestämdes av UNESCO samtidigt som det pågående efterbehandlingsåtgärderna gjordes på deponierna i gruvområdet ledde det till att saneringsarbetet förändrades. De saneringar som involverades i prioritetsgrupp 1, kisbränderna och Ingarvsmagasinet, kunde utföras som planerat eftersom dessa inte var en del av den mark som tillhörde världskulturarvet. Däremot prioritetsgrupperna 2 respektive 3 som pågår eftersom den involverar saneringar av varpens efterbehandlingsåtgärder av en krävande nederbördsprocess. Där kommer sulfiden som finns i varpen att infiltreras ner nära Stora Stöten och det blir en miljörisk om människor i framtiden kommer att vistas där. Det går att belysa exempelvis med Miljöbalkens 1 kap 1 § att främja en

hållbar utveckling i ett flergenerationsperspektiv genom att tillfredsställa god hälsa och miljö. Dock är det endast en liten del av vad saneringarna i huvudsakligen har gjort eftersom metallhalterna och därmed sulfiden i vattnet har minskats. Däremot är området inte helt fritt från sulfiderna som miljöbalkens kvalitetsmål i huvudsak strävar efter. Exempelvis i miljöbalkens 1 kap. är ett av Sveriges nationella miljökvalitetsmål att uppnå en giffri miljö, vilket bland annat krävs för att fullborda syftet med att främja en hållbar utveckling. Fullbordas inte en giffri miljö i Falu gruvas område påverkas 6 av 16 miljökvalitetsmål, nämligen "Grundvatten av god kvalitet", "Levande sjöar och vattendrag", "Hav i balans samt levande kust och skärgård", "Bara naturlig försurning", "Begränsad klimatpåverkan", samt "Ett rikt växt- och djurliv". Detta beror på att Faluns befintliga landskapsformer har kopplingar genom Faluåns- och Dalälvens system, som i sin tur har kopplingar till bland annat Östersjön. Där har grundvattnet en betydande roll. Grundvattnet styr hur gifterna sprider sig i kringliggande miljöer eftersom det är kopplat till reningsverket i Främby som inte renar vattnet helt och hållet då det visar sig att metallerna kan sprida sig efter reningen. När vattnet har renats i Främby transporteras det ner i Faluån som rinner mot sjön Tisken. Det innebär att de metaller som fortfarande binder sig kvar med vattenpartiklarna med stor sannolikhet kan leda till att metallerna stannar kvar i sjön och tillika så att det släpps ut genom Slussen och vidare till sjön Runn. I Runns sydvästra del stryker sig Dalälven förbi och har utströmningsområde ut i Östersjön. Metallerna kommer därför slutligen i det långa loppet i kontakt med havet och det innebär att miljömålen "Levande sjöar och vattendrag" och "Hav i balans samt levande kust och skärgård" påverkas. Tillika så lever här biologiskt liv som håller recipienterna vid liv, vilket betyder att metaller fångas upp genom näringskedjan och metallhalterna sprider sig ytterligare och på så vis försämras förutsättningarna för ett rikt växt- och djurliv. Enligt 2 kap. om de allmänna hänsynsreglerna belyser 7 § om skälighetsregeln där bedömningen om en avvägningsprincip är av betydelse för att främja en hållbar utveckling för Falu gruvas område. Reglerna ska efterföljas om det är rimligt att fullfölja 2-6 §. 2 § belyser om kunskapskravet och för Falu gruvas område finns kunskapen om att området utlöser en risk för miljön när föroreningar från gruvan sprids påverkar det människors hälsa och miljön. Enligt propositionen 1997/98:45 måste befintlig kunskap användas för att uppnå en hållbar utveckling. Med tanke på att Sverige har nationella miljökvalitetsmål att uppfylla som i sin tur ska tillgodose miljöbalkens 1 kap 1 § andra styckets delmål, ska dessa inte negligeras utan tas på allvar. I miljöbalkens andra delmål beskrivs att bevarandet av naturliga och kulturella miljöer ska skyddas. Samtidigt belyser första delmålet att människor och miljö ska skyddas mot skador eller olägenheter oavsett om dessa påverkas av föroreningar eller annan påverkan, vilket innebär att delmålen krockar med varandra eftersom Falu gruva som kulturell verksamhet ska skyddas men samtidigt är förorenaren. 2 kap. 7 § har därför en betydande roll angående om vad som bör prioriteras i det här fallet, med tanke på att syftet är att uppnå en hållbar utveckling för Sveriges delmål.

Även om prioritetsgrupp 2 och 3 påverkar miljökvalitetsmålen användes rätt behandlingsmetod eftersom enligt miljöbalkens 10 kap. 10 § råder det förbud av grävning, schaktning eller bebyggelse av områden då det är en inskränkning på en mark. I och med att Falu gruva är en del av världskulturarvet, skulle det bli en inskränkning av marken om varpen skulle grävas eller schaktas från platsen. Å andra sidan orsakar förbudet att efterbehandlingen av varpen renas långsammare och det innebär att det kommer ta längre tid för marken att renas, speciellt när dessa marker har höga halter av både zink och koppar vilket utsätter påfrestningar för klimatet, se

bilaga 2 och 3.

Miljöbalken beskriver i 3:e respektive 4:e kapitlet om hushållsbestämmelser om att skydda ett riksintresse, vilket Falu gruva är eftersom den finns med på UNESCOs kulturvärldsarvslista. Tillika så är ett av miljöbalkens delmål att bevara kulturmiljöområden. Förutom att bevara Falu gruva som ett kulturmiljöområde ska det även bevaras som ett naturskydd på grund av de efterbehandlingar som gjorts respektive de som pågår. Genom att ett förbud inrättades med stöd av miljöbalkens 26 kap. 9 och 15 §§ skyddas både kulturmiljö och ett naturskyddsområde. Detta beskrivs även i miljöbalkens 7 kap. om natur- och kulturskydd när det handlar om att främja värdefulla intressen så att den bevaras som den en gång varit. Falu gruvas område är enligt miljöbalken ett riksintresse utifrån kulturella och naturliga aspekter och inte som det en gång varit, det vill säga gynnat landet ekonomiskt. Området har gynnats genom saneringarna för främjandet av riksintresset, vilket kapitlet benämner om ordet övervägande. Övervägandet främjar till att bevara Falu gruvas område med hjälp av UNESCOs kulturmärkning vilket innebär att riksintresset är av större betydelse för att bevara dess naturliga och kulturella utseende än för att ha möjlighet öppnas som gruvverksamhet igen. Det betyder att på lång sikt kan området återhämta sig, men det betyder även att förbuden gäller för vistelse på platsen med hänsyn till flera generationers hälsa, det vill säga syftet med en hållbar utveckling.

## 6. Tackord

Mitt första tack går till min handledare Magnus Hellqvist som bistått med material och hjälp till att finna lösningar på problem som uppstått under arbetets gång. De andra tack går till min pappa Björn-Olav Ansnaes som inspirerat mig till hållbar utveckling genom att bedriva sitt engagemang i ämnet på fritiden och på sin arbetsplats i Högskolan i Gävle. Tack för all inspiration och allt du lärde mig. Du kommer alltid vara saknad. Slutligen vill jag tacka övriga i min familj som hjälpt till med synpunkter och åsikter för att förbättra detta arbete. Tack!

## 7. Referenser

### Skriftliga referenser

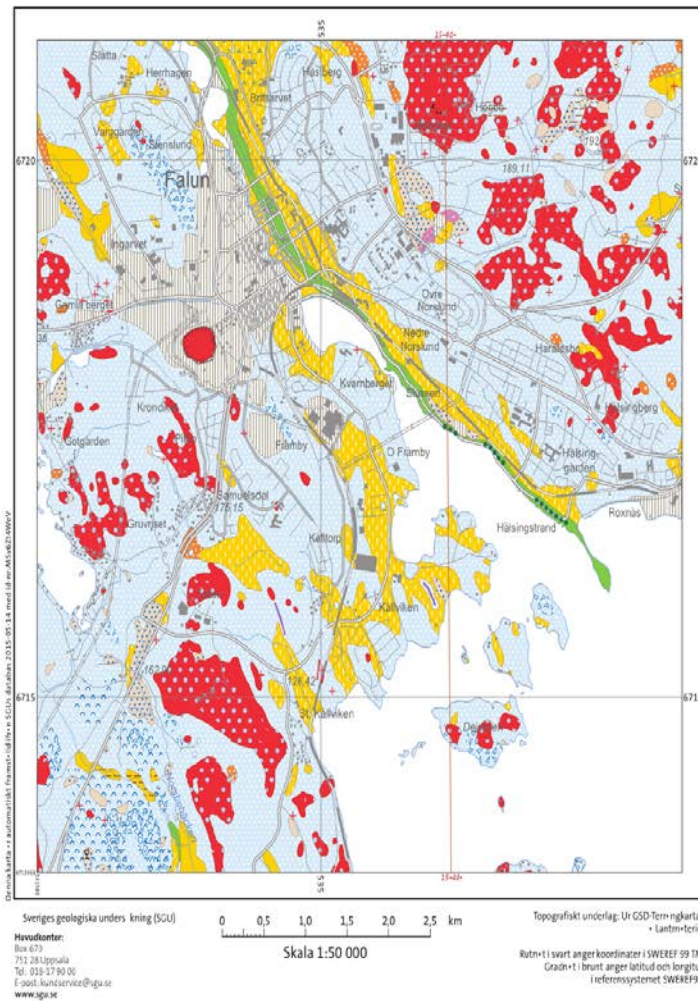
- Gembert, B., 1996, *Kvartärgeologi. Kompendium för grundkurs i geovetenskap*, Uppsala: Uppsala universitet.
- Haglund, P. & Hanæus, Å., 2010, *Historisk bakgrund och genomförandet av Faluprojektet*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Hanæus, Å., 2010, *Åtgärder på gruvområdet vid Falu gruva*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Hanæus, Å. & Ledin, B., 2010, *Efterbehandling av gruvavfall i Falun 1992-2008*, Stockholm: Naturvårdsverket.
- Hellqvist, M., Johansson, J. N., & Lindsten, J., 2010, "Falun ovan från Falun under", *ny kunskap om Falu gruva. Projektrapport 2. Jordartskartering och sedimentborrningar runt Falu gruva*, Falun: Högskolan Dalarna (Högskolan Dalarna, Arbetsrapport Nr 2010:5)
- Lindeström, L., 2003, *Falu gruvans miljöhistoria*, Falun: Stiftelsen Stora Kopparberget.
- Michanek, G. & Zetterberg, C., 2012, *Den svenska miljörätten, 3:e uppl.*, Uppsala: Iustus Förlag.
- Miljödepartementet, 1997, *Miljöbalk* (Regeringens proposition 1997/98:45), Stockholm: Regeringskansliet.

### Internetkällor

- Björklund, G., 2015, Riokonferensen, i: *Nationalencyklopedin*.  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/riokonferensen> [2015-04-09]
- Elvingson, P., 2015, Kulturresevat, i: *Nationalencyklopedin*,  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/kulturresevat> [2015-04-15]
- Forss, T. & Widenfalk, L., Falu gruva, i: *Nationalencyklopedin*,  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/falu-gruva> [2015-05-05]
- Johansson, K., 2004, *Efterbehandling av gruvavfall från Falu gruva*,  
<http://data.riksdagen.se/dokument/GS02MJ357> [2015-05-05]
- Loberg, B., 2015, Metamorfos, i: *Nationalencyklopedin*,  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/metamorfos> [2015-05-05]
- Ornstein, H., 2015, Lakning, i: *Nationalencyklopedin*,  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/lakning> [2015-05-13]
- Vahlberg, K., 2011, En rundtur vid gruvan ovan jord, *Dalademokraten*,  
<http://www.dalademokraten.se/dalarna/falun/en-rundtur-vid-gruvan-ovan-jord> [2015-05-15]

# 8. Bilagor

## Bilaga 1.



Jordartskarta 1:25 000 1:50 000 visar jordarternas utbredning i eller nära markytan samt för rekommenderade block i markytan. Ytliga jordlager med en maximal tjocklek som understiger en halv till en meter redovisas i vissa fall. Underliggande jordlager, t.ex. isöversediment under lera, redovisas i vissa fall, men någon systematisk kartläggning av dessa har inte gjorts. I vissa fall redovisas även mer rikbacklandskap, mer styvgrus och flygsanddymer redovisas. Jordarterna indelas efter körliningsfaktorer och korntorleksammansättning.

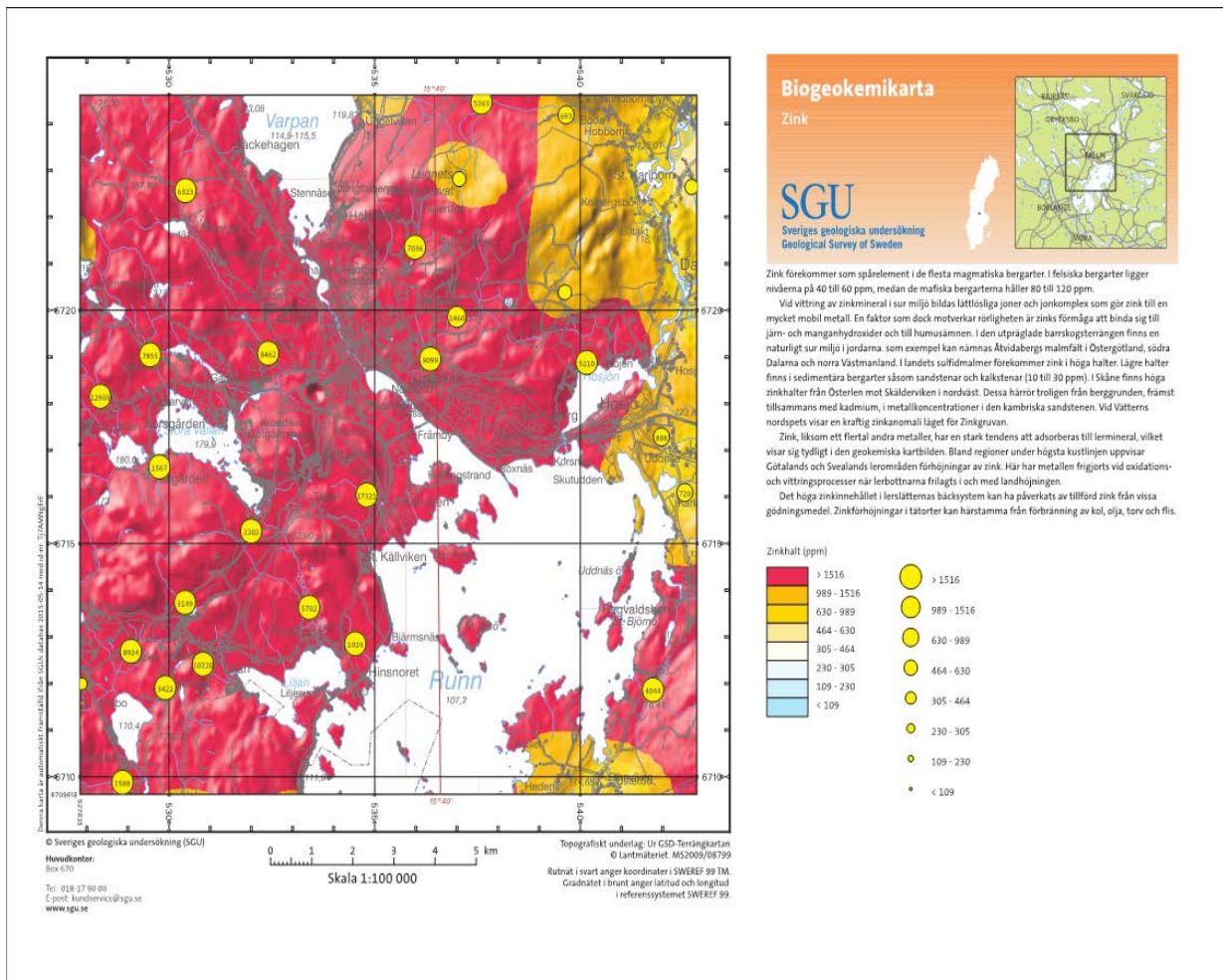
Jordartskarta 1:25 000 1:50 000 visar information utifrån SGU-angivet databasprodukt Jordarter 1:25 000 1:100 000. I denna produkt ingår jordartskartor framställda med olika metoder och anpassade för olika presentationsskalor. Kortfattad information om kartläggningens metod finns i det aktuella kartutsnittet och i mappil presentationskala med hänvisning till kartans röggårhetsges på sidan två av detta dokument. Observera att det som är i mappil skala kan avvika från det valda kartutsnittets skala.

För ytterligare information om jordarter, jordlager, tjölder, jordtyp, m.m. hänvisas till www.sgu.se eller SGU:s kundtjänst.

- Urberg
- K-fylla
- Kvaternär- och isavlagring
- Drumlin eller liknande
- Urberg
- Stenbrott, gruva eller bergsklit
- H-g blockfjällens p-annan jordart
- Blockrik yta
- Blockrik till storblockig yta
- Sterblockig yta
- Tunt eller osammanhängande ytlager av torv
- Tunt eller osammanhängande ytlager av mor-n
- Mor-n backlandskap, kullig mor-n
- Mossetorv
- K-irtorv
- Talus (rasmassor)
- Svmsediment, ler-silt
- Postglacial sand
- Svallsediment, grus
- Glacial lera
- Glacial silt
- Is-översediment
- Sandig mor-n
- Urberg
- Fyllning

Källa: SGU, kartgeneratoren

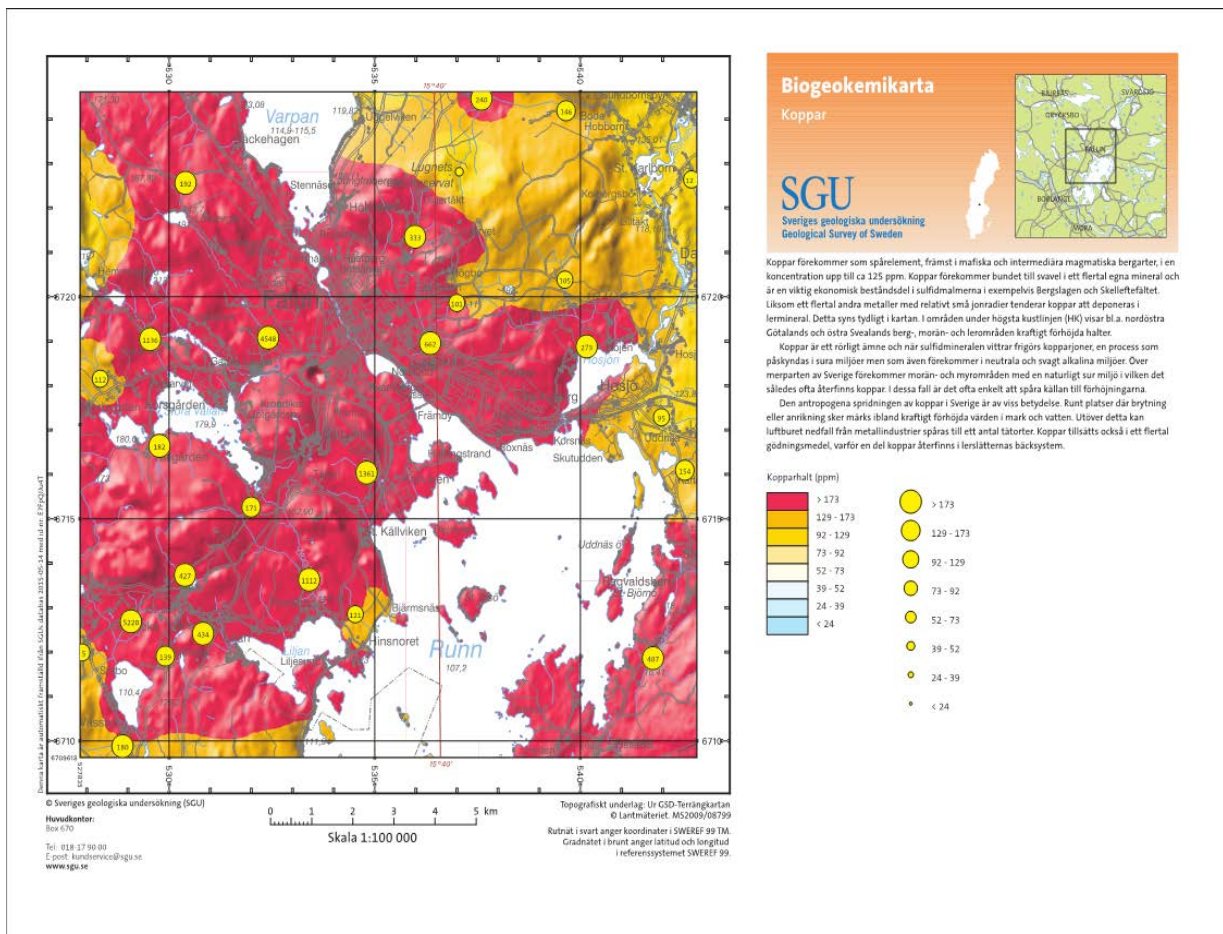
## Bilaga 2.



Källa: SGU, kartgeneratörn



### Bilaga 3.



Källa: SGU, kartgeneratören





