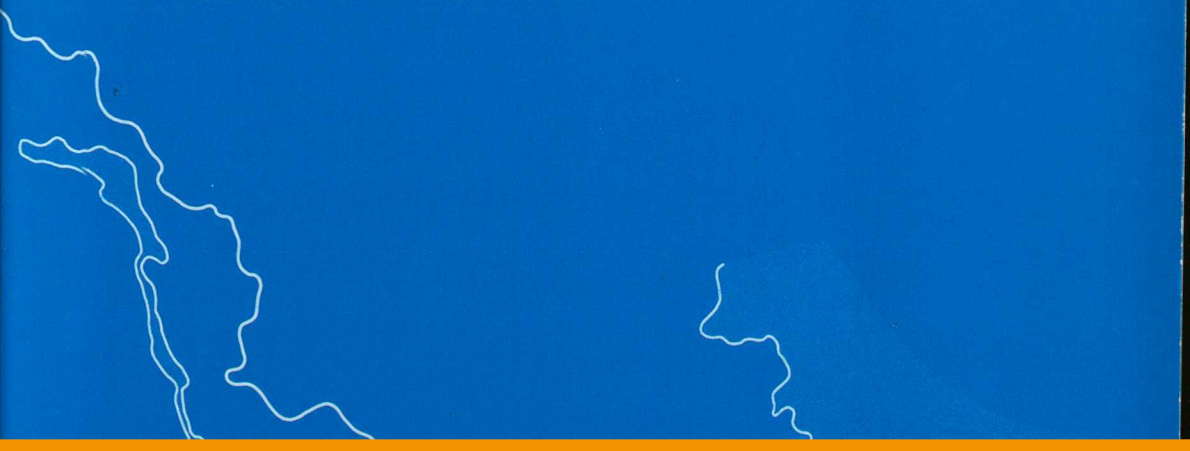
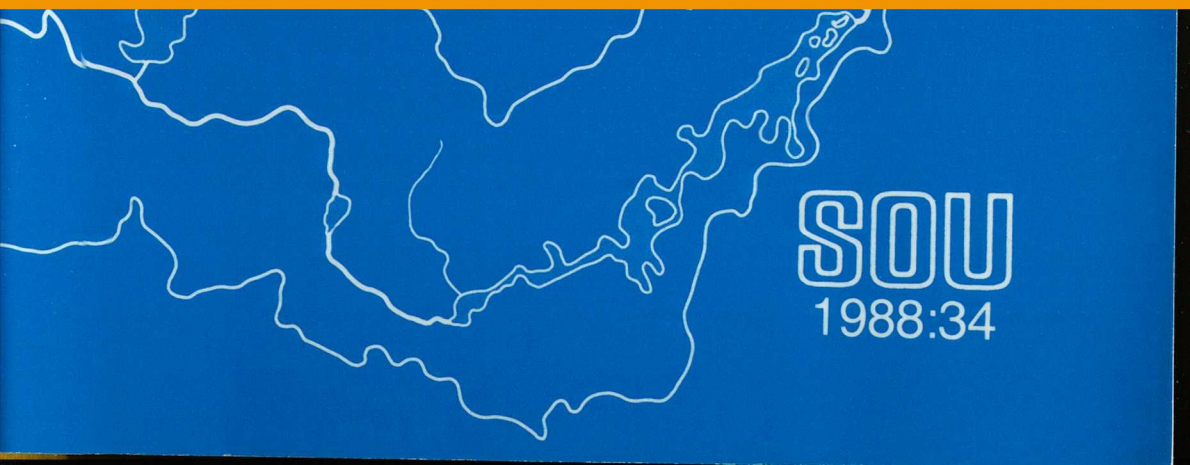
DALÄLVEN
en miljösatsning

Rapport från Dalälvsdelegationen



Ur KB:s samlingar
Digitaliserad år 2014

KUNGL. BIBLIOTEKET
National Library of Sweden



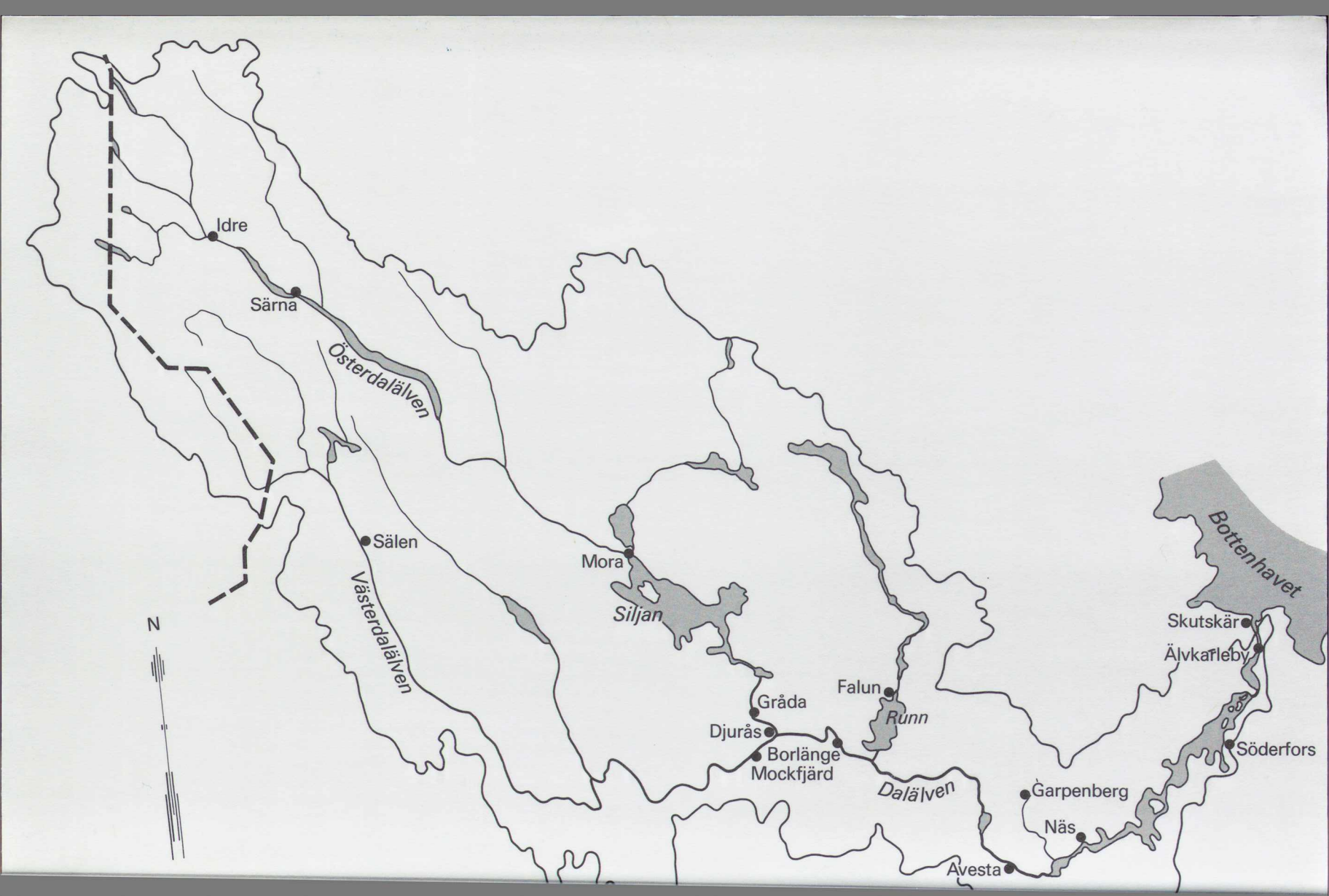
SOU
1988:34

DALÄLVEN
en miljösatsning

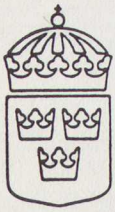
Rapport från Dalälvsdelegationen



SOU
1988:34


Idre
Särna
Österdalälven
Sälen
Västerdalälven
Mora
Siljan
N
Bottenhavet
Skutskär
Älvkarleby
Falun
Gråda
Djurås
Borlänge
Mockfjärd
Runn
Dalälven
Garpenberg
Näs
Avesta
Söderfors

SOU
1988:34 B



Statens offentliga utredningar
1988:34
Miljö- och Energidepartementet

Dalälven
en miljösatsning

Rapport från Dalälvsdelegationen

Beställningsadress:
Allmänna Förlaget
Kundtjänst
106 47 STOCKHOLM
Tel: 08/739 96 30
Informationsbokhandeln
Malmtorgsgatan 5

Beställare som är berättigade till remissexemplar eller friexemplar kan beställa sådana under adress:
Regeringskansliets förvaltningskontor
SOU-förrådet
103 33 STOCKHOLM
Tel: 08/763 23 20 Telefontid 8^{10} - 12^{00} (externt och internt)
08/763 10 05 12^{00} - 16^{00} (endast internt)

ISBN 91-38-10180-7
ISSN 0375-250X

Graphic Systems, Göteborg 1988

Till statsrådet och chefen för miljö- och energidepartementet

Regeringen beslöt 1987-11-26 direktiv för en särskild delegation med uppdrag att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom tio år. Samtidigt bemyndigades chefen för miljö- och energidepartementet, statsrådet Dahl, att tillkalla ledamöter i delegationen.

Med stöd av bemyndigandet utsåg statsrådet Dahl 1987-11-27 numera utnämnde landshövdingen Sten Wickbom att vara ordförande i delegationen. Genom beslut 1988-03-03 och 1988-04-05 utsåg statsrådet följande ledamöter i delegationen: lantbrukaren Bengt Andersson (LRF), direktören Sten Forslund (Industriförbundet), landshövdingen Lilly Hansson (länsförvaltningen), förste vice ordföranden Per Kågeson (SNF), enhetschefen Rolf Lindh (LO), generaldirektören Valfrid Paulsson (Naturvårdsverket), ombudsmannen Yngve Hjalmarsson (TCO) och kommunalrådet Svante Pettersson (Kommunförbundet).

Till huvudsekreterare i delegationen utsågs fr. o. m. 1988-01-12 departementsrådet Kjell Svensson och till biträdande sekreterare fr. o. m. 1988-02-01 byrådirektören Sture Larsson och fr. o. m. 1988-03-23 avdelningsdirektören Lars Edenman.

Till experter åt delegationen utsågs 1988-02-29 hovrättsassessorn Stefan Rubenson och 1988-03-11 ombudsmannen Lars Hellander och avdelningsdirektören Hans-Roland Lindgren.

Delegationen har antagit namnet Dalälvsdelegationen.

I enlighet med sina direktiv redovisar delegationen i denna rapport vissa åtgärder som bör vidtas omedelbart. Delegationen lämnar också förslag vad gäller det fortsatta arbetet.

Delegationen rekommenderar i rapporten vederbörande myndigheter att ompröva tillstånd och villkor för vissa miljöfarliga verksamheter i syfte att minska utsläppspåverkan i Dalälven. Vidare redovisar delegationen en planerad tillsynskampanj som skall ligga till grund för prövning resp. omprövning av miljöfarlig verksamhet inom Dalälvsområdet inom en period av 1.5 år. Slutligen föreslår delegationen att åtgärder för att sanera gruvavfall, främst i Falun och Garpenbergsområdet, närmare utreds samt att ett informationshanteringssystem rörande miljöförhållandena inom Dalälvsområdet byggs upp.

Delegationen är enhällig om de lämnade förslagen.

Stockholm 1988-06-30

Sten Wickbom

/Kjell Svensson

Innehåll

Sammanfattning 7

Inledning 9

Dalälven – en unik miljö för boende, arbete och fritid 13

En hotad miljö 15

Omedelbara åtgärder 27
Metaller 27
Olja och kemikalier 28
Närsalter 31

Program för fortsatta åtgärder 37
Sanering av gruvavfall 37
Tillsynskampanj 41
Informationssystem Dalälven 43

Delegationens fortsatta arbete 45

Bilagor 47

Bilaga 1 Delegationens direktiv 47

Bilaga 2 Ämnesbalanser 51

Bilaga 3 Förstudie – Falu gruva 77

Bilaga 4 Förstudie – Informationssystem Dalälven 125

Bilaga 5 Referensförteckning 153

Sammanfattning

Dalälven är en av de mest värdefulla delarna av svensk natur. Betydelsefulla skeden av svensk historia är förknippad med denna del av Sverige. Det finns en allmän och stark känsla för att denna naturtillgång väl vårdas.

Delegationen ser sin uppgift att verka för en bättre miljö ur flera aspekter, nämligen att undanröja orsakerna till redan uppkomna skador på vattenkvaliteten i Dalälven, att förebygga att sådana skador uppkommer i en framtid och att minska belastningen av miljöskadliga ämnen på Östersjön.

Som målsättning för sitt arbete har delegationen lagt fast att alla utsläpp av förorenande ämnen till Dalälven skall begränsas så mycket som möjligt. Bästa tillgängliga teknik skall användas för att reducera de miljöfarliga utsläppen. Nu tillgänglig teknik får dock inte vara styrande för vilka krav på utsläppsbegränsande åtgärder som delegationen föreslår. Det är delegationens uppgift att lägga fast sådana krav som svarar mot vad en så långt möjligt opåverkad vattenkvalitet i Dalälven ställer och härigenom medverka till att mer miljövänlig teknik utvecklas.

Det gäller främst att hindra eller minska tillförseln till Dalälven och Östersjön av följande tre ämnesgrupper, nämligen tungmetaller, olja och andra kemikalier samt närsalter.

Huvuddelen av utsläppen av tungmetaller sker från upplag av gruvavfall. Delegationen anser att åtgärder för att begränsa dessa måste ges högsta prioritet. Delegationen har låtit göra en förstudie av lämplig teknik för detta. Utifrån förstudien lägger delegationen fast en strategi för att åtgärda utsläppen av tungmetaller från gruvavfall.

I övrigt kommer miljöfarliga utsläpp främst från industrier och kommunala reningsverk. Också t. ex. användningen av gödsel och bekämpningsmedel i jordbruket, läckage från deponier av andra avfall än gruvavfall samt utsläpp från spridd bebyggelse är av betydelse.

Delegationen anser att en rad åtgärder behöver vidtas för att minska utsläppen av fosfor och kväve och att åtgärder härvid prioriteras i området mellan Borlänge och Avesta, där de största utsläppen sker.

Delegationen föreslår att för jordbruket upprättas handlingsplaner för att genomföra de beslut som riksdagen nyligen har fattat med anledning av regeringens propositioner på de miljö- och jordbrukspolitiska områdena.

Vidare föreslår delegationen att för kommunala reningsverk skall krävas en fosforrening som medför en högsta fosforhalt om 0.5 mg/l – en reduktion

av fosforinnehållet i avloppsvattnet på 95–97 % – och att handlingsprogram för att genomföra detta upprättas. Samma krav på fosforrening ställs på industrierna, dvs. att högst 0.5 mg/l fosfor i avloppsvattnet skall tillåtas.

Vad gäller olja och andra kemikalier anser delegationen att särskilda insatser behöver göras för att, som underlag för förslag till konkreta åtgärder, närmare klarlägga användningen och hanteringen av dessa ämnen. Det är delegationens principiella uppfattning att för miljön skadliga kemikalier så långt möjligt skall ersättas.

Till grund för delegationens genomgång av miljösituationen har legat täta kontakter med länsstyrelserna liksom sammanträffanden med kommunerna. Dessa kontakter har lett till att länsstyrelserna, utöver de förslag till åtgärder som delegationen lämnar, överväger eller förbereder vissa omedelbara åtgärder för att minska olika slag av miljöfarliga utsläpp. Delegationen är genomgående positiv till att dessa åtgärder genomförs. Också i det kommunala arbetet uppmärksammas Dalälven särskilt.

För att få fram underlag för att bedöma behovet av ytterligare åtgärder startar inom kort naturvårdsverket i samarbete med delegationen, kemikalieinspektionen, räddningsverket, länsstyrelserna och kommunerna en tillsynskampanj för hela Dalälvsområdet. I tillsynskampanjen skall ingå en särskild kartläggning av användningen av olja och miljöfarliga kemikalier och av hur farliga ämnen hanteras.

Delegationen kommer att lägga resultaten från tillsynskampanjen till grund för ställningstaganden till rekommendationer att miljömyndigheterna skall pröva eller ompröva miljöstörande verksamheter, att vidta utsläppsbegränsade åtgärder och för att följa upp resultaten av vidtagna åtgärder.

Den sammanställning av kunskaperna om miljösituationen inom Dalälvsområdet som delegationen nu har gjort har visat att kunskaperna är ofullständiga och att den kunskap som finns är spridd på många håll. Kunskapsförsörjningen behöver därför förbättras. Delegationen föreslår att ett för Dalälven samordnat informationshanteringssystem tillskapas.

Inledning

Vårt uppdrag

Dalälvsdelegationen, som har bred intresseförankring, skall arbeta långsiktigt med målet att Dalälven skall bli ren. Vår uppgift är att initiera åtgärder i detta syfte. Vi har också till vårt förfogande 100 milj kr som skall användas för saneringsåtgärder i fall där ingen kan göras ansvarig för att bekosta sådana åtgärder.

De åtgärder som vi initierar skall vara inriktade på att minska eller eliminera orsakerna till skador som redan uppstått i Dalälvens vattensystem. Vi har tolkat vår uppgift så att syftet också skall vara att förebygga framtida skador och att minska belastningen av miljöskadliga ämnen på Östersjön.

Vi har ålagts att lämna en första rapport före den 1 juli 1988.

Vårt uppdrag är unikt så till vida att för första gången skall, i vart fall på nationell nivå, ett helt vattenområde i ett sammanhang behandlas från miljösynpunkt.

Vi har uppfattat vårt uppdrag så att vi skall pröva ett arbetssätt som kan vara efterföljansvärt för ordinarie besluts- och tillsynsmyndigheter samt kommunala förvaltningar och andra miljöansvariga i första hand i Dalälvsområdet men också i andra liknande områden.

Miljöpropositionen

Vårt uppdrag omnämns i prop. 1987/88:85 om Miljöpolitiken inför 90-talet (se bl. a. s. 219–220) (1). Som vi har uppfattat vårt uppdrag utgör det ett viktigt led i fullföljandet av de intentioner riksdagen lagt fast i sitt beslut med anledning av propositionen (JoU 1987/88:23, rskr 1987/88:373).

Genom Dalälvsprojektet skall i nämnda beslut uppställda allmänna ambitioner uppnås när det gäller utsläpp till Dalälven och via Dalälven till Östersjön. Kunskaperna om miljösituationen i vattenområdet skall kompletteras och fördjupas. Delegationen skall initiera en sådan aktiv tillsynsverksamhet och ett sådant större ansvar hos de för utsläpp ansvariga som förutsätts i beslutet. Vidare skall, som redan nämnts, vissa återställningsåtgärder bekostas av delegationen.

Hur vi har arbetat

Hittills har vi koncentrerat arbetet på att som grund för våra åtgärdsförslag skaffa en överblick över den kunskap av betydelse för vårt uppdrag som finns, dels allmän kunskap, dels kunskap med direkt anknytning till vattenområdet.

Länsstyrelserna har redovisat vad de vet. De län som berörs är förutom Kopparbergs län, Uppsala, Västmanlands och Gävleborgs län.

De berörda kommunerna har redovisat sina bedömningar av betydelse för vattenområdet.

Redovisningarna från länsstyrelserna och kommunerna har skett skriftligt och vid sammanträffanden med sekretariatet och ordföranden.

Både länsstyrelserna och kommunerna har, bl. a. med anledning av de kontakter som delegationen har haft med dem, redan nu börjat förbereda åtgärder av olika slag som skall vara ägnade att förbättra vattenkvaliteten i Dalälven.

Väsentliga delar av insamlat material har granskats och kompletterats av myndigheter, universitetsinstitutioner och konsulter. I den mån granskningen dokumenterats skriftligen framgår vilka som har medverkat av referensförteckningen i bilagedelen.

Naturvårdsverket har på olika sätt och i betydande omfattning medverkat i delegationens arbete.

Också SMHI och lantmäteriverket har deltagit i arbetet och ställt kunskaper och erfarenheter till delegationens förfogande.

Kunskapsläget

En allmän iakttagelse som vi har gjort är att mycket kunskap om miljötillståndet finns på många håll men att man har bristande kännedom om vad andra har för material. Ofta tolkar man också samma material på olika sätt.

Vi fann det angeläget att redan från början bilda oss en uppfattning om de miljöproblem som utsläpp och andra faktorer inom vattenområdet åsamkat Dalälven. Vi visste redan t. ex. att en djurart, nejonöga, som rikligt förekom i delar av Dalälven i det närmaste har försvunnit. Men i det material som vi hittills kunnat samla in förekommer uppgifter om miljöskador bara sparsamt.

Därav får inte dras slutsatsen att växt- och djurliv skulle vara obetydligt påverkat och inte heller att hälsorisker för människorna inom vattenområdet kan uteslutas. Därtill är förekomsten av ämnen främmande för naturen, främst tungmetaller, alltför stor. Också halterna av närsalter och transporterna av sådana genom vattensystemet och ut i Östersjön är av den omfattningen att man måste räkna med skadliga effekter.

Kemikalier och olja som används inom industrier och kraftverk samt finns i kommunala och industriella avfallsdeponier har motsvarande menliga påverkan.

Vi har särskilt studerat halter och transporter av vissa tungmetaller och

närsalter, närmare bestämt zink och kadmium samt fosfor och kväve. Försök har därvid gjorts att upprätta s. k. ämnesbalanser. Från olika utgångspunkter har bedömts vad som kan anses vara en "naturlig" bakgrundshalt eller med andra ord vad som skulle ha förekommit av ett ämne om vattenområdet varit opåverkat av mänskliga aktiviteter. Genom studier av uppmätta faktiska halter och transporter har vissa slutsatser kunnat dras om i vilken utsträckning ämnen tillförts genom mänskliga aktiviteter – antropogena påslag. Också vissa slutsatser har dragits om från vilka slags källor – gruvavfall, industrier, reningsverk etc – som påslagen härrör.

Kunskaperna om halter, transporter och källor är dock ofullständiga och osäkra. Bara en grov bild av miljösituationen kan ges på detta sätt.

Förslag till konkreta åtgärder kan inte grundas enbart på sådan kunskap. Det är inte heller möjligt – i vart fall idag – att på sådana grunder bestämma en ambitionsnivå för delegationens arbete i termer som att "Dalälven ren" betyder att halter och transporter sänks till en viss bestämd nivå.

Den ambitionsnivå vi väljer

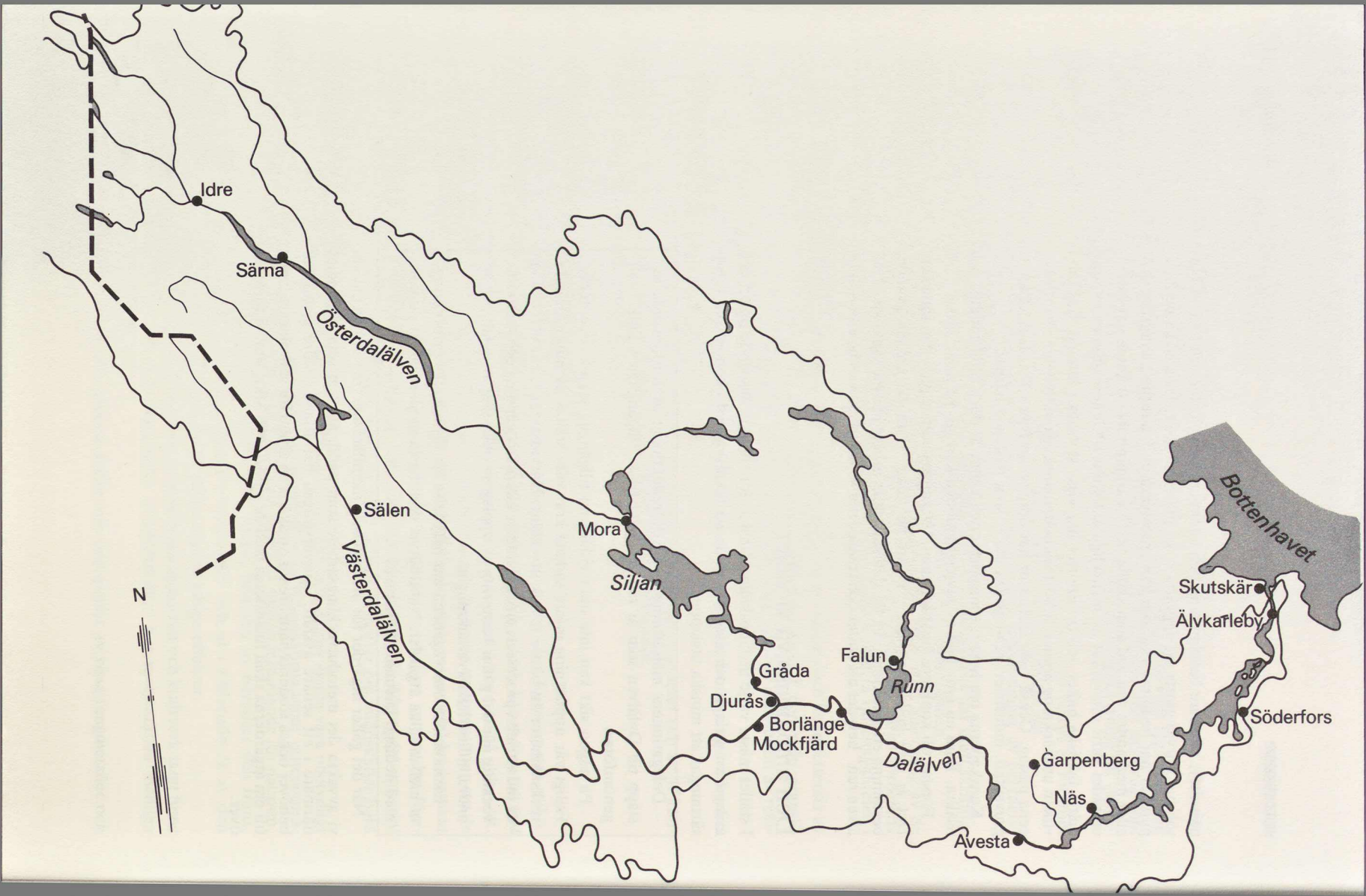
I stället måste varje utsläppskälla granskas för sig med avseende på art och mängd av utsläpp och med avseende på tekniska och ekonomiska förutsättningar att minska utsläppen.

Delegationens målsättning är att de reduktioner av förorenande utsläpp till Dalälven som är möjliga med bästa tillgängliga teknik skall genomföras.

På någon sikt kan inte utan vidare nu tillgänglig teknik accepteras. Enligt vår uppfattning måste sådana krav ofta ställas på miljöstörande verksamheter att bättre teknik utvecklas. Härvid avses t. ex. utveckling av industriella processer, användning av alternativa ämnen och metodutveckling när det gäller hantering av upplag av olika slag av avfall och av andra industriella kvarlämningar.

Ekonomiska överväganden har betydelse för tidsmässiga prioriteringar mellan olika åtgärder. Naturligtvis skall bästa möjliga effekt jämfört med nedlagd kostnad eftersträvas.

När det gäller åtgärder för att begränsa metalläckage från gruvavfall vill vi avvakta det metodutvecklingsarbete som påbörjats och som behandlas närmare i ett senare avsnitt. Ansvarsfrågan beträffande äldre gruvavfall behöver också studeras närmare för att skapa en grund för ställningstagande till om åtgärderna skall finansieras med de medel, 100 Mkr, som vi förfogar över.


Idre
Särna
Österdalälven
Sälen
Västerdalälven
Mora
Siljan
N
Bottenhavet
Skutskär
Älvkarleby
Falun
Gråda
Djurås
Borlänge
Mockfjärd
Runn
Dalälven
Söderfors
Garpenberg
Näs
Avesta

Dalälven – en unik miljö för boende, arbete och fritid

Dalälven, en riksklenod

Dalälven är ett av de finaste naturområdena i Sverige. Denna del av landet förknippas också med betydelsefulla skeden i Sveriges historia.

För dem som bor i Dalälvsområdet är älven betydelsefull för både försörjning och fritidssysselsättning. För även andra, vare sig de besöker området eller inte, framstår Dalälven som en tillgång som det är angeläget att väl vårda.

Regering och riksdag har gett uttryck för detta genom att i naturresurslagen ange att stora delar av Dalälvsområdet i sin helhet är av riksintresse med hänsyn till de natur- och kulturvärden som finns där. Detta gäller området från Avesta till Skutskär (Nedre Dalälven), Siljan och ett stort område däromkring samt fjällområdena. I dessa områden skall turismens och friluftslivets intressen särskilt beaktas. Med hänsyn till natur- och kulturvärdena får vidare inte utbyggnader för vattenkraftändamål ske i Västerdalälven uppströms Hummelforsen och i Österdalälven uppströms Trängslet. Vattenkraftutbyggnader får inte heller ske i älvsträckorna nedströms Skiffsforsen i Västerdalälven och mellan Näs bruk och Gysinge i nedre Dalälven.

I regeringens miljöproposition och i riksdagens miljöpolitiska beslut i år med anledning av denna uppmärksammas Dalälven särskilt. Tillkomsten av Dalälvsdelegationen är ett uttryck för detta.

En mäktig älv

Dalälven är drygt 50 mil lång. Dess bägge huvudgrenar, Öster- och Västerdalälven, rinner upp vid svensk-norska gränsen. Älvgrenarna förenar sig vid Djurås, väster om Borlänge, till ett flöde, den egentliga Dalälven.

Dalälvens vattensystem är sjörikt. Österdalälven rinner genom Siljan, som är den största av de ca 280 sjöar som är minst 1 km^2. Ca 3 600 sjöar är större än 1 ha.

Från Djurås fram till trakten av Avesta flyter Dalälven i en förhållandevis smal dalgång. Därefter utbreder sig älven i sitt nedre lopp i ett stort sjö- och fjärdsystem, där Färnebofjärden och Hedesundafjärdarna är de största, innan den mynnar i Bottenhavet vid Skutskär, söder om Gävle.

Dalälvens avrinningsområde, inkl. sjöar och vattendrag, är nästan 30 000 km^2 och med avseende härpå Sveriges fjärde största flodområde. Avrinningsområdet är ungefär 390 km långt och har en största bredd på omkring 140 km. Ca 90 % av avrinningsområdet ligger i Kopparbergs län, som i sin tur till 85 % täcks in av avrinningsområdet. Övriga delar av avrinningsområdet ligger i Västmanlands, Gävleborgs och Uppsala län.

Dalälven har ett stort vattenflöde. Medelvattenföringen vid mynnigen var under perioden 1965–1985 335 m^3/sek. Med avseende på vattenflödet är Dalälven den sjätte i storlek bland de svenska älvarna.

Markarealen inom Dalälvens avrinningsområde uppgår till knappt 24 000 km^2. Skogsmark är det dominerande markslaget och utgör nästan 75 %, eller ca 18 000 km^2. Jordbruksmarken utgör bara ungefär 4 %, eller knappt 980 km^2, varav 170 km^2 är betesmark.

Industrin är viktig för sysselsättning och miljö

Inom Dalälvens avrinningsområde bor ungefär 250 000 personer. Ca 200 000, eller knappt 80 %, av dessa bor i tätorter.

Den del av Dalälvens avrinningsområde som ligger fr. o. m. Borlängeregionen och nedströms är den mest befolkningstäta delen. Där finns också de flesta industrierna och det mesta av jordbruket.

De största industriella verksamheterna är gruvorna i Falun och Garpenberg, stålindustrierna i Borlänge, Avesta och Söderfors samt pappersbruken i Borlänge och Grycksbo nordväst om Falun samt kartongbruket i Fors nordost om Avesta.

Nästan hälften av det totala antalet industrisysselsatta i avrinningsområdet beräknas arbeta i branscher som bedöms ha stor miljöpåverkan (34).

En hotad miljö

Vattenkvaliteten kan förbättras

Dalälven är, liksom de flesta andra vattendrag, i betydande omfattning påverkad av föroreningar från olika mänskliga verksamheter inom avrinningområdet och av föroreningar som förs till området via luften. Sträckan mellan Borlänge och strax nedströms Avesta är den del av Dalälven som tillförs den största mängden föroreningar från olika verksamheter inom avrinningsområdet. Inom denna del av avrinningsområdet bor den helt dominerande delen av befolkningen. Här finns också i huvudsak den industriella verksamhet som på ett negativt sätt påverkar miljön, främst gruvverksamhet, järn- och stålverk samt massa- och pappersindustri. Även jordbruket är koncentrerat hit, främst på sträckan mellan Borlänge och Hedemora.

Ser man enbart till vilka halter av olika ämnen som förekommer kan stora delar av Dalälven betraktas som förhållandevis lite påverkade jämfört med vad som kan uppskattas vara den naturliga bakgrundsnivån. I vissa delar av Dalälven och i vissa sjöar och vattendrag inom vattensystemet är dock halterna av vissa förorenande ämnen höga.

Till följd av Dalälvens stora vattenflöde innebär emellertid även låga halter av ett ämne att stora mängder av ämnet transporteras med älven. Så t. ex. motsvarar en ökning av halten av ett ämne med en miljondels gram per liter (µg/l) vid Dalälvens mynning en ökad transport till havet med 10 ton per år. Delegationen anser därför att de mängder av olika ämnen som transporteras med Dalälven och vad dessa kan betyda för miljöförhållandena såväl i Bottenhavet som i egentliga Östersjön behöver uppmärksammas särskilt.

De tilltagande miljöproblemen i Bottenhavet och i egentliga Östersjön innebär generellt sett att det är angeläget att minska den stora tillförseln av förorenande ämnen från källor i Dalälven, liksom från andra stora utsläppskällor.

Det är också angeläget att få till stånd minskade utsläpp med hänsyn till de berättigade krav på vattenkvaliteten som ställs från skilda verksamheter och intressen inom olika delar av Dalälvens vattensystem. Som redan har framhållits har Dalälvsområdet även natur- och kulturvärden som är av stor betydelse inte bara för den lokala befolkningen utan också för människor i andra delar av Sverige och även i andra länder.

Föroreningsbegränsande åtgärder för att skydda såväl Dalälven och dess vattensystem som Östersjön måste enligt delegationen ta sin utgångspunkt inte bara i den nu aktuella föroreningssituationen utan också syfta till att förebygga framtida problem som kan förutses.

Såväl från övergripande ekologiska utgångspunkter som med hänsyn till olika användarintressen anser delegationen att som målsättning skall gälla att alla utsläpp till Dalälven av förorenande ämnen skall begränsas så långt som är möjligt med bästa möjliga teknik. Den nu tillgängliga tekniken får härvid inte vara styrande för de krav på utsläppsbegränsningar som delegationen föreslår. Delegationen har tolkat sin uppgift vara att ställa sådana krav på åtgärder som svarar mot vad en så långt möjligt opåverkad vattenkvalitet i Dalälven ställer och härigenom medverka till en utveckling av teknik och metoder som är mer miljövänliga än dagens.

Stora mängder tungmetaller ...

Halterna av tungmetaller i Dalälven är förhållandevis låga, utom av zink och koppar. Även låga halter medför dock stora transporter när vattenföringen är hög. Därför transporteras sammantaget stora mängder metaller i Dalälven. Särskilt oroande är förekomsten av zink och kadmium, bl. a. eftersom dessa är lättrörliga och därför kan spridas långt i vattensystemen. Dalälven tillför Bottenhavet mer zink och kadmium än någon annan svensk älv. Kadmium är särskilt skadligt genom dess stora benägenhet att ackumuleras i organismerna.

De stora mängderna metallföroreningar i Dalälven kommer huvudsakligen från upplag av restprodukterna från den gruvverksamhet som har förekommit i Dalälvens avrinningsområde sedan många hundra år. Tillförsel av tungmetaller sker även från järn- och stålverk, ytbehandlingsindustri och garverier i området och från avfallsdeponier i anslutning till vissa av dessa.

Från upplagen av restprodukter lakas ständigt ut metaller, särskilt järn, zink, koppar, bly och kadmium, som via yt- och grundvatten hamnar i Dalälven. Den helt dominerande tillförseln av metaller sker från gammalt gruvavfall i områdena i och kring Falun och Garpenberg. Trots att detta gruvavfall har funnits under lång tid kommer utlakningen av tungmetaller att fortsätta under flera hundra år. Omfattningen blir beroende av vilka åtgärder som vidtas. Stora delar av gruvavfallet har också nått ett stadium då metallutlakningen befaras komma att öka.

..och närsalter

Även transporterna av närsalter, fosfor och kväve, i Dalälven är stora. Av den totala tillförseln till Bottenhavet från svenska källor under perioden 1981–1985 bidrog Dalälven för fosfor med 15 %, 220 ton per år, och för

kväve med 20 %, knappt 6 000 ton per år. Halten av fosfor är dock låg.

Belastningen av närsalter har ökat kraftigt i havsområdena. Höga halter av närsalter kan förorsaka övergödning, som medför negativa förändringar av miljön.

I Bottenhavet finns tecken på övergödning, särskilt i kustområdena. I Östersjöns djupvatten finns tilltagande problem med syrebrist och utveckling av giftigt svavelväte som kan sättas i samband med övergödning.

I själva Dalälven och i de större sjöarna i Dalälvens vattensystem finns inga påtagliga tecken på övergödningsproblem. Vissa mindre sjöar i vattensystemet uppvisar dock sådana problem, bl. a. förekommer syrebrist under vissa perioder.

Den stora mängden närsalter i Dalälven härrör till största delen från den tillförsel som sker från den stora arealen skogsmark inom avrinningsområdet. Denna tillförsel kan väsentligen förklaras av den naturliga förlust av fosfor och kväve som sker från skogsmark. Kväveutlakningen har ökat kraftigt, vilket troligen beror på ökat nedfall från luften.

Tillförsel av närsalter sker även från den industri, främst skogsindustri, som ligger i området samt från jordbruket, kommunala reningsverk och bebyggelse som inte är ansluten till reningsverk. Direktutsläppen från punktkällor av både fosfor och kväve är koncentrerade till den del av Dalälvens avrinningsområde som ligger mellan Borlänge och strax nedströms Avesta. Även jordbruksmarken är i allt väsentligt belägen inom detta område.

Bättre kunskap behövs om kemikalier

Kemiska produkter förekommer i stor och växande omfattning inom så gott som alla samhällssektorer. Till största delen används de inom industrin, men de förekommer i stor omfattning även i hushållen och i jord- och skogsbruket. Användningen av många av de kemiska produkterna medför risk för att för miljön skadliga ämnen sprids. Speciellt allvarliga är de s. k. stabila organiska ämnena. Dessa kan spridas över stora områden och påverka miljön under lång tid eftersom de endast långsamt bryts ned.

Ett stort antal kemiska produkter används av de typer av industri som finns i Dalälvens avrinningsområde, bl. a. massa- och pappersindustri, järn- och stålindustri, ytbehandlingsindustri och garverier. Vilka kemikalier som används och särskilt vilka ämnen som ingår i dessa är dock lite känt utanför industrin. Även kunskaperna om vilka utsläpp som sker till Dalälven av kemiska ämnen och vilka effekter de medför på vattenkvaliteten och det biologiska livet är mycket bristfälliga.

Med hänsyn till att många kemiska ämnen har stor giftverkan och därför innebär ett allvarligt miljöhot, i vart fall på lång sikt, anser delegationen att det är angeläget att användningen av för miljön skadliga kemikalier så långt möjligt ersätts.

För att få underlag för konkreta förslag till åtgärder behövs bättre kunskaper om kemikalieanvändningen. Enligt delegationen behöver bl. a. den kontroll som tillsynsmyndigheterna enligt miljöskyddslagen skall göra av utsläppen från miljöfarliga verksamheter och deras påverkan på vattenrecipienten förbättras med avseende på förekomsten av skadliga kemiska ämnen. En genomgång och komplettering av befintliga program för utsläpps- och recipientkontroll behöver därför genomföras omgående i detta syfte. Detta bör ske i anslutning till den tillsynskampanj som skall ske avseende utsläpp av såväl kemikalier som närsalter och metaller. I tillsynskampanjen bör också ingå en kartläggning av vilka kemikalier som används av olika verksamheter inom Dalälvens avrinningsområde och hur farliga kemiska ämnen hanteras.

Delegationen återkommer till dessa frågor i ett följande avsnitt om tillsynskampanjen.

Naturvårdsverket kommer vidare tillsamans med Dalälvsdelegationen att under innevarande år svara för en undersökning av förekomsten av högtoxiska kemiska ämnen i fisk och sediment.

Växt- och djurlivet är påverkat

Från olika håll har till delegationen framförts oro för att de stora utsläpp som sker av främst tungmetaller, men även av andra skadliga ämnen, har förorsakat skador på det biologiska livet i Dalälvens vattensystem, bl. a. med avseende på fiskbeståndet. I det material som delegationen har kunnat samla in finns bara i mycket begränsad omfattning uppgifter om påvisade skador på växt- och djurlivet i vattensystemen. I den mån sådana uppgifter finns har det varit svårt att klarlägga vad skadorna har för orsaker. De uppgifter som på grundval av gjorda undersökningar finns om onormala förändringar av växt- och djurlivet avser främst vissa delområden inom vattensystemet. För själva Dalälven förekommer mycket få sådana uppgifter.

Att uppgifter om påvisade skador på växt- och djurlivet inte är redovisade skall inte tolkas som att sådana skador inte har uppkommit till följd av utsläpp av föroreningar. Därtill har biologiska undersökningar av förekomsten av skadliga ämnen hos och eventuella skador på växter och djur skett i allt för liten omfattning. Det är vidare mycket svårt att klarlägga sambanden mellan en biologisk påverkan som har kunnat konstateras och förekomsten av en viss typ av förorening.

Det är delegationens uppfattning att undersökningar av tillståndet hos växt- och djurlivet i Dalälven behöver ske i större omfattning än vad som har skett hittills. Eftersom effekterna på djurlivet av olika utsläpp av föroreningar kan uppkomma på helt andra platser än där utsläppen sker bör sådana undersökningar ske samordnat för hela Dalälvens vattensystem. Delegationen anser det därför angeläget att denna fråga beaktas i det arbete som pågår med att bilda ett för hela Dalälven gemensamt vattenvårdsförbund.

Delegationen vill härvid peka på de goda forsknings- och undersökningsförutsättningar som finns och skall byggas ut i Älvkarleby vid fiskeristyrelsens fiskeriförsöksstation och laxforskningsinstitutet.

I det följande redovisas sammanfattningsvis de uppgifter som finns i det material som delegationen f.n. har tillgång till om misstänkta och iakttagna förändringar av växt- och djurlivet. För de redovisade uppgifterna gäller generellt att det inte är klarlagt vilka de direkta orsakerna till förändringarna är (50, 55, 57, 62, 63).

I större delen av *hela Dalälven,* från Djurås till mynningen, är laklever svartlistad på grund av för höga halter av PCB. De höga PCB-halterna har i första hand satts i samband med luftdeposition. Särskilt höga halter har dock uppmätts runt Borlänge och Avesta.

Liksom i landet i övrigt uppvisar många sjöar i Dalälvens vattensystem otillåtet höga halter av kvicksilver i gädda (svartlistning). Detta gäller dock inte för Runn vid Falun och Gruvsjön i Garpenberg.

För *Borlängeregionen* finns uppgifter om att bottenfaunan är förhållandevis liten och artfattig. Vidare har i några fall skador på fjädermygglarver observerats.

I *Runn* är bottenfaunan förhållandevis artfattig och har dåligt utvecklade individer. Det finns även indikationer på förändringar av växtplanktonsamhällena. Runn har sålunda en låg algbiomassa och skador på en typ av kiselalg har konstaterats. Förändringar har också iakttagits i tidiga utvecklingsstadier hos abborre och gädda. Vidare har förhöjda halter av kadmium uppmätts i gäddlever.

Gruvsjön, som ligger vid Garpenberg, har ett individfattigt och onormalt sammansatt fiskbestånd. Mycket höga halter av metall i gäddlever och förhöjda halter av kadmium i muskelvävnad hos abborre har konstaterats. Ned till strax uppströms sjön Åsgarn är bottenfaunan artfattig och vissa årsklasser av abborre saknas.

I *Åsgarn* är metallhalterna avsevärt högre än vad som anses vara gräns för att effekter på ekosystemet skall uppkomma, men inga effekter har i vart fall hittills belagts.

Forsån och dess sjösystem, som mynnar i Dalälven vid Bäsingen, visar ansträngda syreförhållanden. I vissa delar av sjösystemet är det periodvis total syrebrist. Bottenfaunan är artfattig och det finns indikationer på att fiskbeståndet har påverkats.

I *Nordmyrasjön,* som har sitt utflöde i Färnebofjärden i Nedre Dalälven, har fiskbeståndet i stort sett slagits ut på grund av syrebrist.

I området kring *Nedre Dalälven* har uttern försvunnit. Nejonögonen har minskat drastiskt vid Älvkarleby under de senaste decennierna, vilket inte är fallet i andra älvar. Under senhösten 1987 noterades att havsöringen gick ut i havet, vilket inte är normalt vid denna tid.

Ämnesbalanser – naturlig bakgrund och mänsklig påverkan

Som ett underlag för delegationens ställningstaganden till vilka åtgärder som är angelägna att vidta för att förbättra vattenkvaliteten i Dalälven har s. k. ämnesbalanser upprättats för vissa ämnen. Syftet med sådana ämnesbalanser är att mot bakgrund av uppskattningar och beräkningar av vad som kan anses vara naturligt betingat inom ett visst område, eller snarare typiskt för området, bedöma i vilken utsträckning uppmätta nivåer av ett ämne har orsakats av olika verksamheter inom området.

Det område som Dalälven avvattnar är i hög grad sedan lång tid tillbaka påverkat av föroreningar orsakade av olika mänskliga verksamheter. Det är därför förenat med stora svårigheter att bedöma vilka de naturliga bakgrundsnivåerna för olika ämnen är, eller omvänt att beräkna hur mycket av den uppmätta halten av ett visst ämne som beror på olika inom området befintliga utsläppskällor. Dalälvens stora avrinningsområde och höga vattenföring gör också att det, även om ett enskilt utsläpp är stort, är svårt att utifrån den uppmätta halten av ett ämne avläsa någon, i förhållande till den "naturliga" bakgrundshalten, förhöjd nivå och i ännu högre grad orsakerna till en eventuell förhöjning.

De mätningar som har gjorts av vattenkvaliteten i olika delar av avrinningsområdet är i många fall inte heller jämförbara. Vidare har mätningar inte gjorts av vissa ämnen som släpps ut i avrinningsområdet och sannolikt påverkar vattenkvaliteten negativt.

Helt jämförbara uppgifter finns bara från de provtagningar av vattenkvaliteten som sker inom ramen för naturvårdsverkets program för kontroll av miljökvalitet (PMK) (66). Dessa provtagningar sker varje månad vid fyra provtagningsstationer, nämligen vid Mockfjärd i Västerdalälven och vid Gråda i Österdalälven, båda strax uppströms sammanflödespunkten i Djurås, samt vid Näs, uppströms det stora fjärdsystemet i Dalälvens nedre lopp, och vid Älvkarleby nära mynningen (se karta på omslagets insida). Provtagningar av zink och kadmium, som delegationen har bedömt vara särskilt intressanta, har emellertid bara skett sedan 1982 resp. 1985.

Enligt av länsstyrelserna fastställda s. k. kontrollprogram sker mätningar dels av utsläppen från vissa enligt miljöskyddslagen miljöfarliga verksamheter, kommunala reningsverk och industrier, dels av halterna av vissa ämnen i de recipienter som tar emot utsläpp från sådana verksamheter. Utsläppsmätnigarna omfattar normalt bara sådana ämnen för vilka det finns

fastlagda villkor. Sålunda förekommer bara sällan mätningar av förekomsten av vissa miljöfarliga ämnen, exempelvis kväve. Beträffande recipientkontrollprogrammen är provtagningsfrekvensen i många fall mycket låg. Detta medför stor osäkerhet vid tolkningen av mätresultaten. De uppmätta halterna är nämligen starkt beroende av vattenflödet, som har stora variationer. Med hänsyn till delegationens behov av att göra samlade bedömningar för hela Dalälven innebär det vidare en svårighet att jämföra mätresultaten från olika provtagningsplatser på grund av att analyserna har utförts av olika laboratorier, som använder olika metoder och har varierande noggrannhetskrav.

Trots bristerna i det tillgängliga underlaget av mätdata har delegationen gjort den bedömningen att det är av värde att redovisa de ämnesbalanser som ställts samman för zink, kadmium, fosfor och kväve, vilka är de ämnen som utifrån nuvarande kunskapsläge är särskilt intressanta med avseende på föroreningsproblemen i Dalälven. Det är delegationens uppfattning att dessa ämnesbalanser ändå ger en i stort sett rättvisande bild av föroreningsbelastningen av dessa ämnen och i vilken grad påverkan sker från olika typer av verksamheter. De kan därför ligga till grund för övergripande målsättningar för vilka föroreningsbegränsande åtgärder som bör vidtas. Med nuvarande kunskaper är de dock inte ett tillräckligt underlag för konkreta förslag till åtgärder beträffande olika enskilda föroreningskällor och inte heller för att lägga fast bestämda nivåer för de halter som kan tillåtas av olika ämnen i Dalälven.

De sammanställda ämnesbalanserna och vilka förutsättningar de bygger på redovisas i sin helhet i rapportens bilaga. I det följande sammanfattas de viktigaste utgångspunkterna och resultaten.

Zink

Dalälven är den Norrlandsälv som medför den ojämförligt största belastningen av zink på Bottniska viken. År 1985 transporterade Dalälven 780 ton zink, medan de andra Norrlandsälvarna, med ett undantag, transporterade i storleksordningen 50 ton.

I genomsnitt under perioden 1982–1986 var zinkhalten vid Älvkarleby 52 µg/l, vilket motsvarar en transport av ca 690 ton zink per år. Ungefär samma genomsnittliga halt har uppmätts vid Näs, medan halterna låg betydligt lägre i Öster- och Västerdalälven, 8 resp. 4 µg/l.

De uppmätta zinkhalterna vid Näs och Älvkarleby ligger mångfalt över vad som kan anses vara en rimlig "naturlig" bakgrundsnivå. Denna har bedömts till 5 µg/l och skulle motsvara en transport av ca 65 ton per år. Den transport vid Älvkarleby, på minst 625 ton zink per år, som har beräknats vara orsakad av mänskliga aktiviteter härrör till den helt dominerande delen från gruvområdena i Falun och Garpenberg och där främst från äldre gruvavfall.

Kadmium

Mycket få uppgifter finns om kadmiumhalterna i Dalälven. Från PMK-stationen vid Älvkarleby har uppgifter sålunda funnits tillgängliga bara för åren 1985 och 1986 och från de övriga tre PMK-stationerna bara för år 1986. Ett sådant begränsat mätunderlag måste självfallet tolkas med mycket stor försiktighet.

Föreliggande PMK-mätningar indikerar att kadmiumhalterna i hela Dalälven ligger nära vad som kan anses vara en "naturlig" bakgrundshalt på omkring 0.03 µg/l. Vid Älvkarleby uppmättes denna halt i genomsnitt under år 1986, medan den var ungefär dubbelt så hög år 1985. De genomsnittliga haltvärdena vid Älvkarleby svarar mot en ungefärlig årlig kadmiumtransport på 1 000 kg år 1985 och 500 kg år 1986. Som jämförelse kan nämnas att den beräknade kadmiumtransporten år 1985 för Torneälven var 500 kg, för Indalsälven var 200 kg och för Skellefteälven var 100 kg. Även dessa mätningar har skett först under senare år och är därför också förknippade med osäkerhet.

Det ojämförligt största tillskottet av kadmium kommer från gruvområdena i Faluregionen och orsakas i första hand genom utlakning av gruvavfall. Från Runn kan uppskattas att ungefär 400 kg kadmium årligen tillförs Dalälven.

Fosfor

En fosforhalt som är högre än 25 µg/l anses innebära att riskerna för eutrofieringsproblem påtagligt ökar i sjöar och vattendrag. Vid samtliga fyra PMK-stationer i Dalälven har de genomsnittliga årliga fosforhalterna för perioden 1966–1986 legat lägre. Vid stationen i Näs, som ligger nedströms Avesta, har detta värde tangerats vid ett par tillfällen. De största utsläppen av fosfor från källor i Dalälvens avrinningsområde sker på sträckan från Borlänge och till strax nedströms Avesta.

Vid PMK-stationen i Älvkarleby uppmättes under perioden 1966–1986 fosforhalten till i genomsnitt 18 µg/l. Mediankoncentrationen för de norrländska älvarna var 25 µg/l. Den vid Älvkarleby uppmätta halten motsvarar en fosfortransport på 195 ton. Dalälven svarade för 15 % av den under perioden 1981–1985 genomsnittliga årliga totala tillförseln av fosfor till Bottenhavet från svenska källor (luftutsläpp oräknat) på 1 370 ton.

Den "naturliga" bakgrundsnivån vid Dalälvens mynning har bedömts vara 14 µg/l. För perioden 1966–1986 motsvarar detta en transport vid Älvkarleby på 150 ton fosfor per år. Detta betyder att omkring 45 ton av den beräknade genomsnittliga fosfortransporten vid Älvkarleby härrör från olika verksamheter inom Dalälvens avrinningsområde och från nedfall från luften. Den beräknade bakgrundstransporten utgörs till den helt dominerande delen av det bidrag som kommmer från skogsmark och s. k. övrig mark.

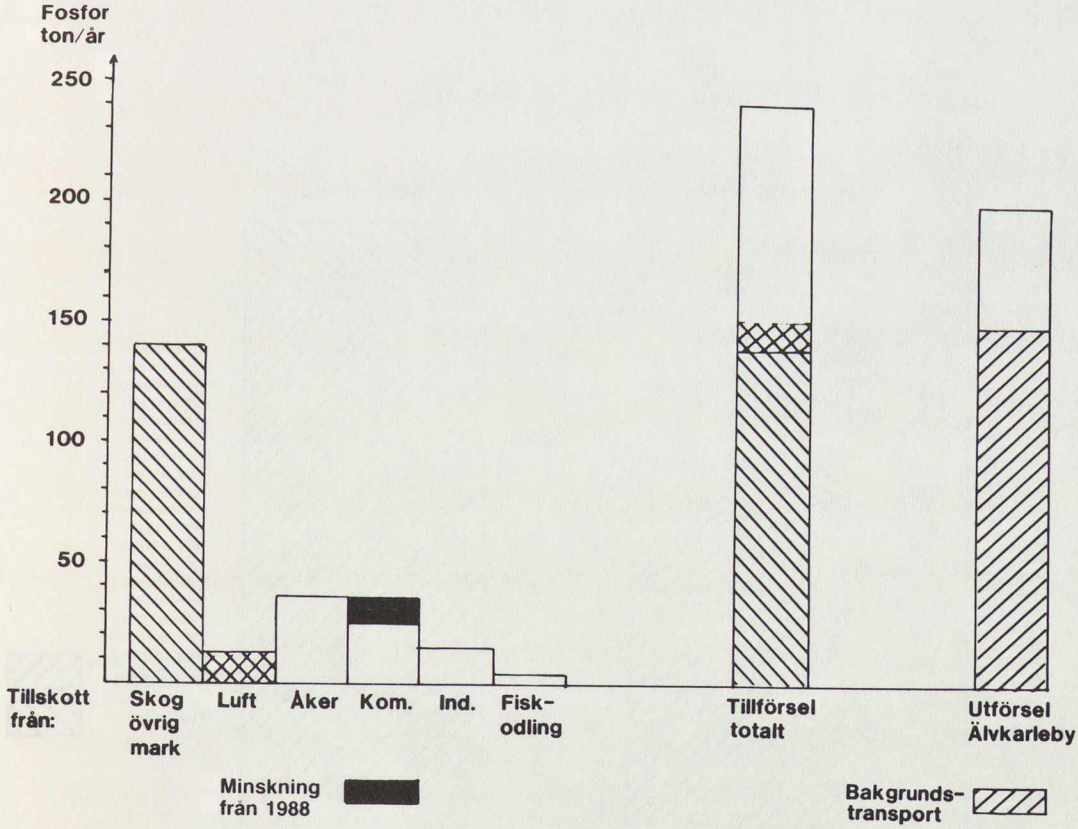
Den aktuella tillförseln till Dalälven av fosfor som är mer eller mindre orsakad av mänsklig verksamhet av olika slag har beräknats till

- 140 ton från skogsmark och s. k. övrig mark (inkl. bakgrund)
- 36 ton från åkermark
- 26 ton från kommunala reningsverk
- 15 ton från industri
- 12 ton från luftnedfall
- 3 ton från fiskodlingar

Utöver denna tillförsel sker utsläpp från den spridda bebyggelsen, som är svåra att kvantifiera.

Överslagsmässigt beräknas den totala tillförseln av fosfor från verksamheter inom Dalälvens avrinningsområde till storleksordningen 80–100 ton per år. Hälften av denna fosfortillförsel antas stanna i Dalälvens vattensystem till följd av sedimentation och absorbtion av växter och djur och förs således inte ut till havsområdena.

Fosforomsättning i Dalälven



Kväve

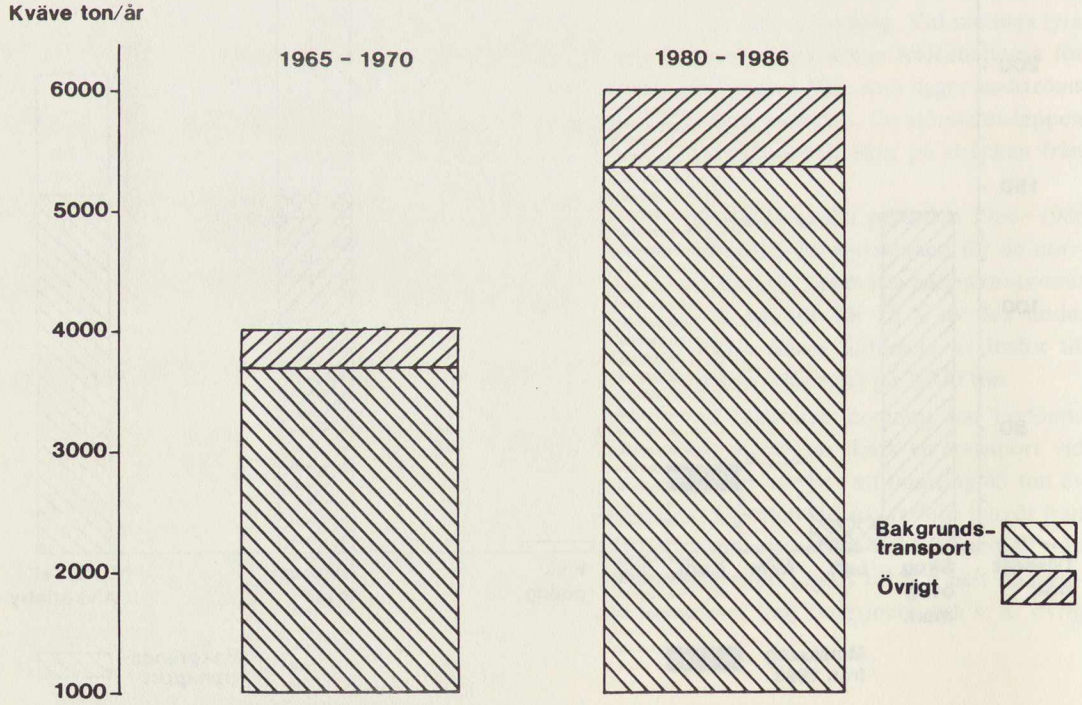
Av den totala tillförseln av kväve till Bottenhavet från svenska källor (luftutsläpp oräknat) på i genomsnitt närmare 30 000 ton per år under perioden 1981–1985 svarade Dalälven för 20 %, eller nästan 6 000 ton.

För perioden 1966–1986 var den uppmätta kvävehalten vid Älvkarleby i genomsnitt nästan 410 µg/l. Samma genomsnittliga kvävehalt uppmättes vid Näs, medan halterna i Väster- och Österdälven låg på ungefär 300 µg/l. Liksom för fosfor är de enskilda kvävekällorna inom avrinningsområdet koncentrerade till sträckan mellan Borlänge och Avesta.

Halterna av kväve har under perioden 1966–1986 ökat påtagligt i hela Dalälven. Haltökningen vid Älvkarkeby har beräknats till 180 µg/l. Denna haltökning, liksom en jämförelse av halterna mellan perioderna 1965–1970 och 1980–1986, svarar mot en ökad årlig transport av kväve på närmare 2 000 ton vid normala flödesförhållanden. Denna ökning är större än vad som kan förklaras av den ökning av vattenföringen som har skett under perioden.

Om Dalälvens hela avrinningsområde skulle ha haft samma kväveförluster per ytenhet som gällde för Västerdalälven, vilket kan betraktas som ett typiskt värde för flodområden med övervägande skogsmark, skulle transporten av kväve vid Älvkarleby under perioden 1965–1970 ha uppgått till i

Kvävetransporter vid Älvkarleby



genomsnitt ungefär 3 700 ton per år. I förhållande till uppmätta värden innebär detta att ca 350 ton skulle ha kommit från andra källor än skogsmark, främst från kommunala och industriella utsläpp, jordbruk och deposition från luften på sjöar och vattendrag.

Vid tillämpning av samma metod för att beräkna tillförseln av kväve under perioden 1980–1986 kan sammanfattningsvis konstateras att det ojämförligt största bidraget till den stora ökningen av kvävetransporten beror på ökat markläckage. Denna tillförsel kan sannolikt till stor del förklaras av ett ökat nedfall från luften.

Markläckaget har uppskattats svara för 1 200 ton av den, enligt den föregående redovisningen, beräknade ökningen av kvävetransporten under perioden 1965–1986 på 2 000 ton. Därutöver bedöms ett ökat tillskott på sammanlagt åtminstone 350 ton ha kommit dels från jordbruket, dels från nedfall över sjöar och vattendrag. Den resterande delen av den beräknade transportökningen, 450 ton, bedöms bero på högre vattenflöde.

Omedelbara åtgärder

Metaller

Metaller är grundämnen som inte bryts ned i miljön. Förekomst av giftiga metaller är därför alltid en miljörisk.

Av de kända metallerna i Dalälven anses allmänt sett bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink genom sin giftighet medföra de största riskerna för miljön.

Delegationen anser det angeläget att metoderna för mätning av halterna av tungmetaller förbättras. Så t. ex. medger nuvarande metoder inte mätning vid PMK-stationerna av halterna av de toxiska metallerna kvicksilver, krom och nickel på grund av de relativt låga nivåerna.

Mätningar i sediment från Ösersjöns djupområden tyder på väsentligt ökade belastningar under senare delen av 1900-talet av särskilt kadmium och kvicksilver, men även av bly, zink och koppar.

När det gäller tillförsel till havet av olika metaller från svenska floder är Dalälvens bidrag av zink det ojämförligt största (31). Även kadmiumtillförseln från Dalälven är förhållandevis stor.

Med hänsyn till den stora förekomsten av giftiga metaller i Dalälven och det stadigt ökade påslaget av dessa i Östersjön anser delegationen att varje möjlig reduktion av metallutsläpp till Dalälven skall eftersträvas.

Den utan jämförelse största metalltillförseln kommer från avfall från både äldre och pågående gruvverksamhet. Sådant avfall finns i stort sett överallt inom Dalälvens vattenområde uppströms Avesta. Men den övervägande mängden – uppskattningsvis ca 90 % – finns inom Falu- och Garpenbergsområdena.

Mot denna bakgrund anser delegationen att åtgärder för att minska läckage från gruvavfall skall prioriteras. Åtgärderna skall i första hand koncentreras till Falu- och Garpenbergsområdena.

Även åtgärder för att minska miljöskadliga metallutsläpp från industrin inom området skall naturligtvis vidtas.

När det gäller gruvavfall föreslår delegationen inga omedelbara saneringsåtgärder. Ett förslag till strategi och en plan för att komplettera underlaget för sådana åtgärder redovisas i ett senare avsnitt av rapporten.

Vad gäller metallutsläpp till Dalälven från industrier i området har länsstyrelserna gjort en första kartläggning av sådana utsläpp och redovisat vissa förslag till omedelbara åtgärder för att minska utsläppen. Delegationen stöder länsstyrelsernas förslag.

Ytterligare åtgärder för att minska metallutsläpp från industrier kan komma att aktualiseras till följd av den tillsynskampanj som redovisas i ett senare avsnitt.

Länsstyrelsen i Kopparbergs län föreslår omprövning av tillståndsbeslut för fyra ytbehandlingsindustrier, nämligen Vansbro Galvanotekniska Fabrik AB, Mora Armaturfabrik AB, Mora Metall Ivar Lindgren AB och Dalaverken (f.d. Atlas Copco) (50).

Länsstyrelsen i Kopparbergs län föreslår vidare att gränsvärden fastställs för utsläpp av metaller från Avesta Järnverk. Utsläppen där år 1986 har uppskattats till 1 000–1 500 kg av resp. järn, krom och nickel (50).

Länsstyrelsen i Uppsala län föreslår att vissa saneringsåtgärder i industriområdet vid Älvkarleö Bruk studeras närmare, eftersom det där finns indikationer på läckage av tungmetaller. Länsstyrelsen föreslår av samma skäl också att kontrollprogrammet för Embab AB i Skutskär kompletteras med avseende på tungmetaller (56).

Olja och kemikalier

Olja

Effekterna av den kontinuerliga tillförsel som sker i samhället av kolväten med petroliumursprung (PHC) är dåligt kända. Det finns farhågor att sådana petrogena kolväten i sig eller i samverkan med andra miljögifter, däribland metaller, även vid förhållandevis låga halter kan påverka livet i sjöar, vattendrag och hav. Kemiska tillsatsämnen i olja kan bidra till giftverkan. Tidigare har bl. a. PCB tillsatts vissa oljor, exempelvis i härdnings- och transformatoroljor.

Under senare år har flera uppskattningar gjorts av tillförseln av petrogena kolväten till Östersjön. Uppskattningarna varierar, bl.a beroende på att mätunderlaget är bristfälligt. Gemensamt för flertalet uppskattningar är emellertid att den största andelen bedöms komma från vattendrag.

I en undersökning (Mattsson och Lehtinen, 1985) av oljeförekomst i bottensediment längs svenska kusten konstateras att PHC-halterna klart har stigit under perioden 1974–1982 (16).

I en undersökning av "kroniska utsläpp från floder" framgår att Dalälven under perioden 1981–1985 till havet i genomsnitt transporterade 207 ton PHC per år omräknat till mängden råolja (16). Tillförseln via Kalix älv och Indalsälven uppgick till 164 resp. 87.6 ton PHC per år. Vid jämförelse med nämnda Norrlandsälvar, men även med andra i samma studie undersökta vattendrag, framstår Dalälven som en stor "transportör" av olja.

Delegationen anser att det är angeläget att användningen och hanteringen av olja behandlas i samband med den tillsynskampanj som skall ske i Dalälvsområdet.

Länsstyrelserna har lämnat vissa förslag för att minska oljeutsläppen från punktkällor vid Dalälven (50, 56).

Delegationen anser att dessa förslag snarast bör fullföljas.

För Avesta Järnverk har man för år 1986 redovisat utsläpp av 965 kg mineralolja. Några villkor för oljehalten i utgående avloppsvatten finns inte. Den redovisade utsläppsmängden motsvarar en oljehalt av ca 15 mg/l. Som villkor föreslår länsstyrelsen högst 5 mg olja/l.

Det s. k. Norra verket vid Avesta Järnverk ligger delvis över flodfåran och saknar anordningar för uppsamling av sköljvatten m.m. Några uppskattningar av oljeutsläppet från Norra verket föreligger inte. Ombyggnadsarbeten pågår emellertid som bör möjliggöra att sköljvattnet kan omhändertas för rening.

Vid Älvkarleö Bruk låg under perioden 1930–1967 en fjäderfabrik där stålämnen hettades upp i oljeeldade ugnar vilket ledde till oljespill. En undersökning innevarande år av lakvatten från området visar att vattnet är kraftigt oljebemängt. Som tidigare har nämnts finns indikationer på att också metaller läcker ut.

Någon industriell verksamhet förekommer inte längre i området. Älvkarleby kommun och länsstyrelsen avser att klarlägga hur stor del av industriområdet som byggts upp av olje- och tungmetallförorenat avfall. Kostnaden för en fullständig sanering av industriområdet beräknas uppgå till ca 100 000 kr. Med hänvisning till ägar- och ansvarsförhållandena anser länsstyrelsen att åtgärderna bör finansieras med medel från Dalälvsdelegationen.

I en utsläppskartering som genomförts av länsstyrelsen i Uppsala län har oljehanteringen vid fyra kraftverk (Älvkarleby, Lanforsen, Untra och Söderfors) behandlats (56).

Den sammanlagda mängden olja av olika typer som årligen används vid dessa kraftverk är

Smörjolja och fett	18 ton
Transformator- och strömbrytarolja	243 ton
Hydraulolja	57 ton

PCB har tidigare använts som tillsats i oljor med isolerande funktion. Kraftbolagen har successivt avvecklat användningen av sådana oljor och idag finns de i stort sett endast kvar i kondensatorstationerna.

I hela Dalälven finns ett 40-tal kraftverk. Med tanke på den omfattande oljehanteringen och de brister beträffande oljeavskiljningen som påvisats vid nämnda fyra kraftverk bedöms det sannolikt att kraftverken totalt sett bidrar med en betydande del av oljetillförseln till Dalälven.

Mot nämnda bakgrund föreslår länsstyrelsen i Uppsala län

att anmälningsplikt enligt miljöskyddsförordningens 16 § åläggs vattenkraftverk

att kontrollprogram upprättas för vattenkraftverk i vilka ingår flödesmätning och oljehaltsbestämning av utgående läckagevatten samt skyldighet att upprätta "oljebalanser".

Förslaget till finansiering av saneringsåtgärder vid Älvkarleö Bruk kommer delegationen att ta ställning till när förutsättningarna för åtgärderna närmare har undersökts av kommunen och länsstyrelsen.

Kemikalier

Någon närmare kunskap om i vilken omfattning olika kemikalier tillförs Dalälven finns inte. Vissa indikationer tyder emellertid på att svårnedbrytbara och giftiga ämnen tillförs Dalälven.

Sommaren 1987 upptäcktes kreosot i bottensedimenten i Vanån, strax uppströms Vansbro, och inom ett intilliggande område där träimpregnering tidigare har bedrivits. Kreosot, som används som impregneringsmedel, har hög akut toxicitet mot vattenlevande organismer. Arbete har påbörjats med att sanera området. Åtgärder för att sanera bottensedimeten beräknas komma igång under sensommaren innevarande år (69). Även en nedlagd anläggning för kreosotimpregnering vid Krylbo kommer att saneras (68).

Klororganiska ämnen, som är giftiga, sprids lätt och återfinns därför långt från tänkbara utsläppskällor. Vattenprovtagning för analys av förekomsten av sådana ämnen, s. k. AOX-analys (adsorberbar organiskt bunden halogen), har skett vid 47 PMK-stationer i landet (27). I Dalälven har sedan oktober 1987 prov tagits månadsvis vid Älvkarleby och Mockfjärd samt varannan månad vid Gråda. Resultaten framgår av följande tabell.

Station	Medelhalt µg/l	Transport ton/år	Arealkoeff kg/km^2 och år
Älvkarleby	21.8	235	8.1
Gråda	15.1	72	5.8
Mockfjärd	27.6	102	12.0

Som jämförelse kan nämnas att halten i Norrlandsälvarnas mynningspunkter i genomsnitt ligger kring 15 µg/l, medan de floder som mynnar i egentliga Östersjön har en genomsnittlig halt på ca 45 µg/l. De floder som rinner ut vid västkusten har värden på i genomsnitt strax över 60 µg/l.

För Västerdalälven (vid Mockfjärd) har mätts upp betydligt högre halter av klororganiska ämnen än för Österdalälven (vid Gråda). Transporterad mängd per ytenhet (arealkoefficient) är dubbelt så stor i Västerdalälven som i Österdalälven. Anledningen till detta är inte känd.

Mot bakgrund av att klororganiska ämnen är svårnedbrytbara och giftiga anser delegationen att det är angeläget att orsaken till de höga värden som har uppmätts av dessa ämnen i Västerdalälven utreds.

Naturvårdsverkets specialanalytiska laboratorium kommer i samarbete med delegationen att genomföra en undersökning av förekomsten i Dalälven av högtoxiska organiska miljögifter av typen dioxiner och furaner. Undersökningen kommer att ske detta år och omfatta provtagning på fisk och sediment.

Delegationen fäster stor vikt vid att särskild uppmärksamhet ägnas åt industrins kemikalieanvändning i tillsynskampanjen för Dalälven. Härigenom kan erhållas ett bättre underlag för förslag till åtgärder beträffande användning och utsläpp av kemiska ämnen.

En särskild miljöfråga är riskerna för olyckshändelser vid hantering och användning av kemikalier. Det blir räddningsverkets uppgift att i tillsynskampanjen beakta denna fråga. Delegationen har noterat att en större olycka vid svavelsyrafabriken i Falun skulle kunna innebära synnerligen allvarliga konsekvenser, främst i närområdet.

Närsalter

De s. k. närsalterna kväve och fosfor är nödvändiga växtnäringsämnen. Tillgång till kväve och fosfor är därför avgörande för den biologiska produktionen i ett vattenområde. Ökad tillförsel av närsalter medför ökad biologisk produktion – eutrofiering.

Höga halter av närsalter i ett vattenområde kan ge upphov till övergödning. Till följd av övergödning kan uppkomma negativa effekter på den naturliga miljön i form av bl. a. onormal algblomning, igenväxning, förändrad artsammansättning och i svårare fall syrebrist till följd av att onormalt mycket syre åtgår när det organiska materialet bryts ned.

För biologisk produktion behövs tillförsel av kväve och fosfor i en viss inbördes relation. Vilket av närsalterna som har störst betydelse för produktionen av bl. a. alger varierar mellan olika vattenområden beroende på vilket ämne som förekommer mer sparsamt än det andra. Är det underskott på det ena av närsalterna måste mer av detta tillföras för att algproduktionen skall öka. En ökning av det närsalt som finns i överskott ökar å andra sidan inte produktionen. Detta förhållande brukar uttryckas så att det närsalt som är i underskott är begränsande för produktionen.

I Dalälvens vattensystem, liksom i de flesta andra sjöar och vattendrag, finns kväve i betydande överskott. Den begränsande faktorn för bl. a. algproduktionen är därför tillgången på fosfor. För att begränsa förutsättningarna för eutrofiering i Dalälvens vattensystem är en minskad tillförsel av fosfor således den effektivaste åtgärden. Samtidigt kan konstateras att

eutrofieringsproblem bara förekommer lokalt inom Dalälvens avrinningsområde och inte alls i själva Dalälven.

Belastningen av närsalter har ökat kraftigt i hela Östersjön.

I Bottenhavet finns tecken på ökad eutrofiering, speciellt i kustområdena. Kustområdena har särskilt stor betydelse eftersom de fungerar som fällor för de närsalter som förs ut via vattendragen och tillförs från olika källor vid kusten.

Tilltagande problem med syrebrist i egentliga Östersjöns djupvatten anses till stor del vara orsakade av en ökad produktion av alger, som lett till ökad sedimentering av organiskt material (3).

Gjorda mätningar tyder på att det med hänsyn till algproduktionens behov av närsalter råder balans mellan kväve och fosfor i Bottenhavet medan mycket tyder på att det är underskott på kväve i egentliga Östersjön (17). En minskad tillförsel från Dalälven såväl av fosfor som kväve kan därför antas begränsa förutsättningarna för algproduktion i havet. Detta gäller i särskilt hög grad kustområdena.

Enligt delegationens uppfattning bör en rad åtgärder för att reducera utsläppen av närsalter till Dalälven komma till stånd. Delegationens utgångspunkt är att sådana reningsåtgärder omedelbart skall vidtas som är möjliga med bästa tillgängliga teknik.

Motivet för denna uppfattning är främst angelägenheten att minska närsaltsbelastningen på Östersjön. Goda motiv finns också för att minska belastningen i Dalälven även om eutrofieringsproblem inte påvisats annat än lokalt inom tillrinningsområdet.

De största utsläppen av närsalter från såväl industri och kommunala anläggningar som jordbruket sker längs sträckan Borlänge–Avesta. Delegationen anser därför att denna region tidsmässigt skall prioriteras när det gäller belastningsbegränsande åtgärder.

Kväveutsläppen från kommunala reningsverk och industrier är dock inte närmare kända. En kartläggning av utsläppssituationen som utgångspunkt för åtgärdsförslag bör enligt delegationen ske i anslutning till den tillsynskampanj som skall genomföras. Härvid bör också förslag utarbetas beträffande villkor och kontroll med avseende på industrins och reningsverkens utsläpp.

Vad gäller strandnära enskilda avlopp och smärre gemensamma reningsanläggningar saknas närmare kunskap om utsläppen från dessa och i vilken grad de bidrar till närsaltsbelastningen. Delegationen menar att länsstyrelserna bör ta initiativ till att i samråd med kommunerna kartlägga dessa frågor. Kartläggningen bör redovisas till delegationen i början av år 1989.

Jordbruk

Intentionerna i de beslut riksdagen nyligen fattat med anledning av regeringens propositioner på de miljö- och jordbrukspolitiska områdena skall självfalllet fullföljas inom Dalälvens vattenområde. Delegationen anser att länsstyrelserna i samråd med lantbruksnämnderna, kommunerna och LRF:s länsförbund skall upprätta handlingsplaner för att få ett sådant genomslag till stånd. Dessa planer bör redovisas för delegationen i början av år 1989.

Delegationen skulle se positivt på om man i detta arbete prövade även en högre ambitionsnivå än vad statsmakterna har lagt fast för Dalälvsområdet. Vid en sådan högre ambitionsnivå förutsätts en motsvarande ökning ske av det stöd som kan komma i fråga för åtgärder inom jordbruket.

Kommunala avloppsreningsverk

En rening som medför en fosforhalt understigande 0.5 mg/l uppnås redan i vissa kommunala reningsanläggningar i området. En sådan reningsgrad innebär en fosforreduktion i avloppsvattnet på upp till 95–97 %.

Delegationen föreslår att en fosforrening upp till denna nivå skall krävas för alla kommunala avloppsreningsverk.

De flesta reningsverk bör ha åstadkommit den nu förordade reningsgraden inom tre år. I vissa undantagsfall, t. ex. då en omfattande ombyggnad redan planerats något senare, bör åtgärderna vara genomförda inom fem år.

Delegationen anser att länsstyrelserna i samråd med kommunerna skall upprätta ett handlingsprogram med denna målsättning som bör redovisas för delegationen i början av år 1989. I handlingsprogrammet förutsätter delegationen att förslag till omprövning av gällande tillstånd för ett antal reningsverk ingår och att fråga om prövning enligt miljöskyddslagen väcks när tillstånd inte finns.

De större reningsverk som inte har 95–97 % rening är följande.

Krylbo, Avesta kommun, Kopparbergs (W) län

Utsläppsvillkoren är enligt länsstyrelsen mycket liberala. Kommunen har för avsikt att få verket omprövat. Verket kan omprövas omgående med stöd av särskilt villkor i tillståndsbeslut.

Borlänge, Borlänge kommun, W-län

Fosforutsläppet är det näst största punktutsläppet till Dalälven. Driftoptimering pågår. Omprövning beräknas ske under 1989.

Mora, Mora kommun, W-län

Anläggningen saknar tillstånd enligt miljöskyddslagen. En vattendom från 1969 är den legala bas på vilken verksamheten drivs.

Björbo, Gagnef kommun, W-län

Tillstånd enligt miljöskyddslagen saknas. Verket har enbart mekanisk/biologisk rening. Försök med simultanfällning pågår.

Dala Floda, Gagnef kommun, W-län

Tillstånd enligt miljöskyddslagen saknas.

Gustafs, Säters kommun, W-län

Enbart mekanisk/biologisk rening.

Tärnsjö, Heby kommun, Västmanlands län

Koncessionsnämnden har nyligen prövat verksamheten. Industriellt avloppsvatten från Tärnsjö Ånggarveri AB som tillförts verket har medfört kraftiga driftstörningar bl. a. på grund av vattnets krominnehåll. Avloppsverket är under ombyggnad och kromanvändningen kommer att upphöra vid garveriet.

Österfärnebo och Gysinge, Sandvikens kommun, Gävleborgs län

Både reningsverket i Gysinge och i Österfärnebo fungerar idag dåligt. Sandvikens kommun har avsatt medel för utredning om ett nytt reningsverk i Gysinge till vilket även Österfärnebo skall anslutas. Den nya anläggningen beräknas vara färdig att tas i drift 1990.

Vissa uppgifter om utsläppsmängder m.m. för nämnda verk anges i nedanstående tabell.

Avloppsverk	Anslutn. pe	Beslut	Villkor fosfor	Utsläpp 1986 kg fosfor
Krylbo	20 000	KN 1974	1 mg	2 150
Borlänge	52 000	KN 1970	90 %	4 540
Mora	12 800	VD 1969	90 %	2 100
Björbo	750	A SNV 69	–	460
Dala Floda	800	D SNV 71	–	400
Gustafs	1 700	D LS 73	–	910
Tärnsjö	1 240	KN 1988	0.5 mg	1 350
Österfärnebo	432	–	–	135
Gysinge	360	D SNV 71	80 %	71

pe: Personekvivalenter
KN: Koncessionsnämndsbeslut
D: Dispens enligt miljöskyddsagen
A: Anmälan " "
SNV: Naturvårdsverket
LS: Länsstyrelse
VD: Vattendom

Industri

Med utgångspunkt från vad som är möjligt med hänsyn till bästa tillgängliga teknik anser delegationen att samma krav bör ställas på industrier i fråga om fosforrening som enligt vad som sagts i föregående avsnitt bör ställas på kommunala reningsverk. Högst en halt av 0.5 mg/l i avloppsvatten bör alltså tillåtas.

Detta krav uppfylls enligt villkor meddelat av koncessionsnämnden när det gäller Domnarvet och kartongbruket i Fors. För Domnarvet gäller detta som målsättningsvärde under en prövotid till 1989 års utgång. Det är enligt delegationen angeläget att en noggrann kontroll sker av att villkoren uppfylls.

Enligt koncessionsnämndens beslut kan länsstyrelsen ge föreskrifter om omhändertagande av lakvatten från vedgården vid anläggningen i Fors. Delegationen anser att länsstyrelsen snarast bör överväga sådana föreskrifter.

För Kvarnsvedens pappersbruk i Borlänge gäller enligt koncessionsnämndens beslut att halten fosfor i utsläpp inte får överstiga 2 mg/l eller motsvarande 43 kg/dygn som årsmedelvärde. Dessa villkor kan enligt beslutet omprövas tidigast 1991. Enligt delegationens mening bör en omprövning – om möjligt redan före år 1991 – ske med sikte på en utsläppshalt av högst 0,5 mg/l, motsvarande drygt 10 kg/dygn. Utan avbidan härpå bör dock åtgärder i samråd med länsstyrelsen påbörjas med målsättningen att få ned utsläppet till högst 35 kg/dygn som årsmedelvärde.

Sammanfattning

De åtgärder som har föreslagits i det föregående skulle leda till en inte obetydlig reduktion av fosfortillförseln till Dalälven.

Åtgärderna beträffande reningsverk och industri skulle innebära att de utsläpp av fosfor som är orsakade av mänsklig verksamhet skulle minska med ca 15 %. Därtill kommer de minskningar av såväl fosfor- som kväveutsläpp vilka kan förutses bli resultaten av åtgärder i jordbruket.

Det kan finnas ytterligare åtgärder för att minska utsläppen av fosfor som är lika kostnadseffektiva. Men detta kan delegationen inte överblicka idag. När ett bättre kunskapsunderlag för åtgärder mot kväveutsläpp föreligger kan det också finnas anledning att jämföra utbytet av ytterligare åtgärder mot fosfor med sådana som riktar sig mot kväve.

Slutligen bör framhållas att det beträffande eutrofiering av Gävlebukten kan finnas anledning att jämföra med vad man till samma kostnad som för föreslagna åtärder kan åstadkomma med insatser riktade mot utsläppen från Gävle kommuns reningsverk samt pappers- och massaindustrierna i kustområdet.

Program för fortsatta åtgärder

Sanering av gruvavfall

Gruvavfall förekommer i skilda former.

Gruvvarp är rester från äldre gruvhantering. Den består av tämligen grova stycken med hög metallhalt och stor benägenhet att laka ur metaller.

Slaggvarp är också äldre rester. Den har tillkommit genom rostning av malm. Genom rostningen har svavelhalt och urlakningsbenägenhet minskat.

Kisbränder härrör från beredning av svavelkismalm för framställning av järnslig (kulsinter) samt svavelsyra.

Avfallssand är en rest från modern gruvhantering. Den är finfördelad. Metallhalten är visserligen låg, men på grund av konsistensen och den stora förekomsten lakar ändå mycket metall ut från sanden.

Gruvavfall finns på många ställen inom Dalälvens avrinningsområde, men de ojämförligt största förekomsterna finns i Falu- och Garpenbergsområdena.

I Falun finns alla typer av gruvavfall. Stora delar av gruvavfallet i Falun ligger upplagt i högar. Avfallssand läggs dock i allmänhet i s. k. sandmagasin. Stora mängder avfall har också använts som utfyllnads- och grundläggningsmaterial. Så t. ex. är Falu stad till stor del byggd på gruvavfall och vissa vägar och järnvägsbankar består till stor del av gruvavfall.

Inom Garpenbergsområdet finns gruvavfall främst i form av slaggvarp och avfallssand. Tidigare förekom även avsevärda mängder gruvvarp men huvuddelen av denna (närmare 300 000 ton) har omanrikats varför nu endast små mängder återstår.

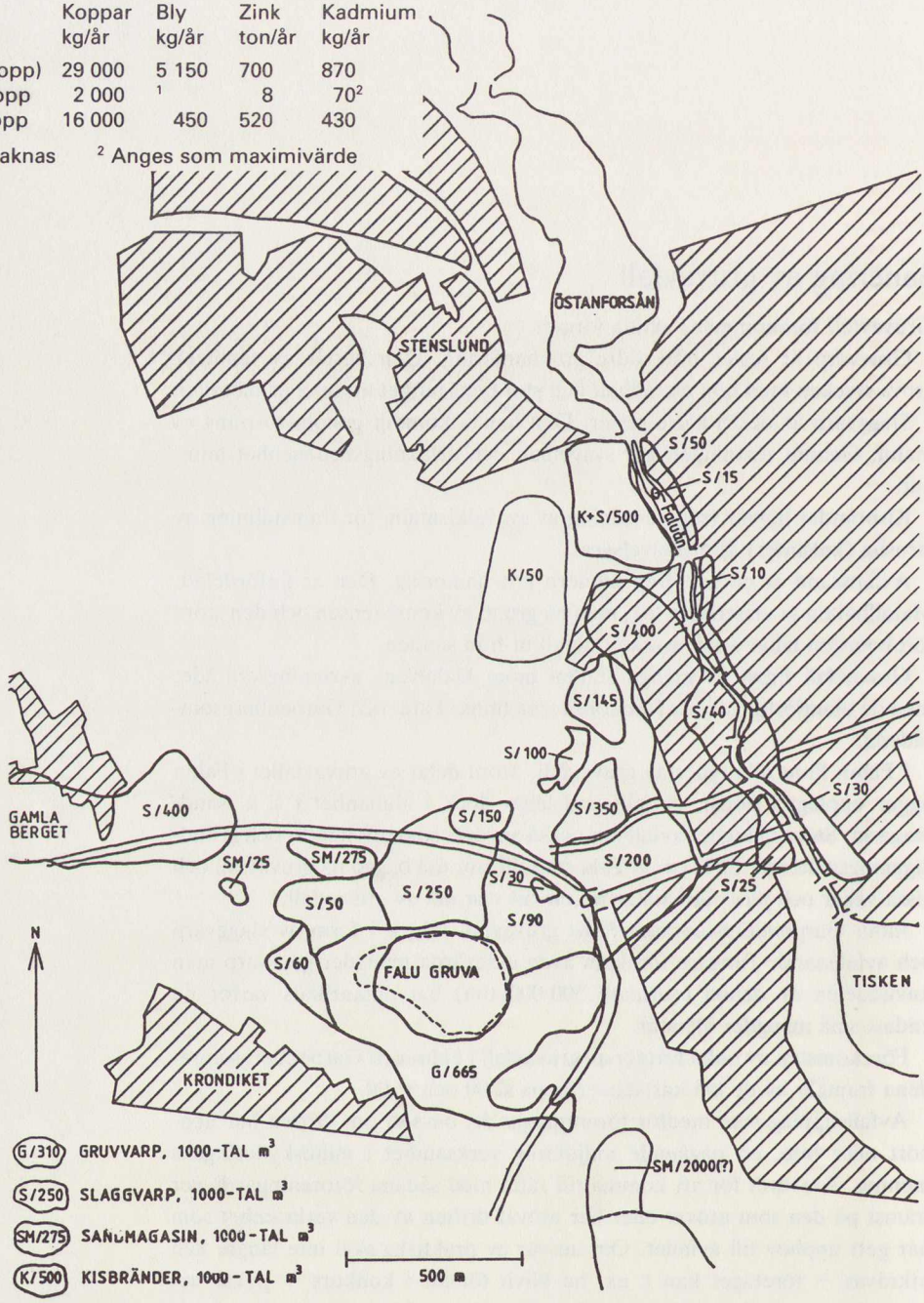
Förekomsten av olika former av gruvavfall i Falu- och Garpenbergsområdena framgår av de två kartskisserna på s. 00 och s. 00.

Avfallsupplag som medför föroreningar är, oavsett om driften har upphört eller inte, en pågående miljöfarlig verksamhet i miljöskyddslagens mening. Ansvaret för att komma till rätta med sådana föroreningar ligger främst på den som utövar eller har utövat driften av den verksamhet som har gett upphov till avfallet. Om ansvar av praktiska skäl inte längre kan utkrävas – företaget kan t. ex. ha blivit försatt i konkurs – pekar avgöranden av regeringen mot att det i stället blir markägaren som är ansvarig för att saneringsåtgärder vidtas. Huruvida någon skall åläggas att vidta åtgärder för att eliminera föroreningsutsläppen skall emellertid också bedömas mot bakgrund av de skälighetsregler som finns i miljöskyddslagen.

METALLBALANS RUNN 1982–83

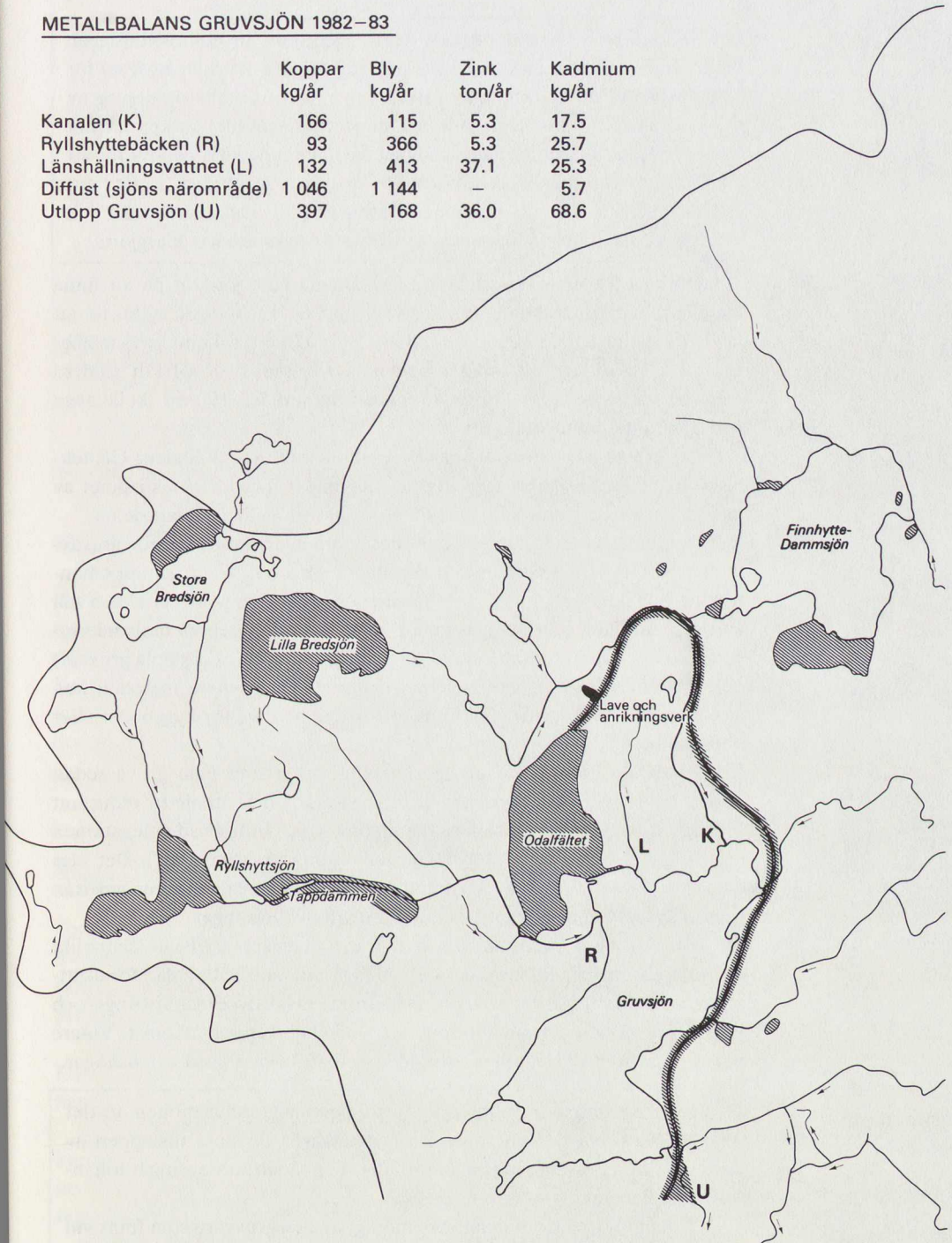
	Koppar kg/år	Bly kg/år	Zink ton/år	Kadmium kg/år
Faluån (tillopp)	29 000	5 150	700	870
Övriga tillopp	2 000	[1]	8	70[2]
Runns utlopp	16 000	450	520	430

[1] Uppgift saknas [2] Anges som maximivärde



METALLBALANS GRUVSJÖN 1982–83

	Koppar kg/år	Bly kg/år	Zink ton/år	Kadmium kg/år
Kanalen (K)	166	115	5.3	17.5
Ryllshyttebäcken (R)	93	366	5.3	25.7
Länshållningsvattnet (L)	132	413	37.1	25.3
Diffust (sjöns närområde)	1 046	1 144	–	5.7
Utlopp Gruvsjön (U)	397	168	36.0	68.6



GRUVAVFALL I GARPENBERGSOMRÅDET

Delegationen konstaterar mot denna bakgrund att miljöskyddslagen ger svar på frågan vem som i princip är ansvarig för att vidta åtgärder för att förhindra att utlakning av föroreningar sker från alla de upplag av gruvavfall som finns. Delegationen anser emellertid det varken möjligt eller lämpligt att nu göra de skälighetsbedömningar som behövs för att klarlägga i vad mån detta principiella ansvar kan utkrävas i olika enskilda fall. En sådan bedömning måste anstå till dess att tekniska och andra förutsättningar för saneringsåtgärdena närmare har klargjorts.

Inom naturvårdsverket pågår ett forskningsarbete inriktat på att finna lämplig teknik för täckning av gruvavfallsupplag. Täckningen syftar till att hejda utlakning av metaller. För Dalälvsdelegationens räkning gavs möjlighet att i anslutning till detta arbete under våren 1988 särskilt studera metoder för sanering av gruvavfall inom Faluområdet. Härvid skulle även andra metoder än täckning studeras.

Detta arbete har på uppdrag av delegationen utförts av Statens Geotekniska Institut, SGI, (ansvarig: Tom Lundgren) och redovisades i slutet av maj i form av en förstudie. Förstudien tas in i sin helhet i bilagedelen.

Det framgår av förstudien att det finns andra metoder att åtgärda gruvavfall än att täcka med tätande och skyddande material, t. ex. genom omanrikning (avfallet används på nytt för metallframställning, vilket i vissa fall kan vara kommersiellt befogat men i andra fall inte), genom omhändertagande av lakvatten, genom deponering under vatten (t. ex. i gamla gruvhål) eller genom injektering av isoleringsmaterial. Den senare metoden kan användas t. ex. där gruvavfall finns som grundmaterial för byggnader eller anläggningar.

I förstudien konstateras att länshållningsvatten från Falu gruva sedan någon tid renas i det kommunala reningsverket och att detta reducerat bidraget från en av huvudkällorna inom området. (Enligt vad delegationen erfarit är det osäkert hur stor denna reduktion i praktiken blir). Det sägs dock att för en långsiktig och total reduktion av metallbelastningen från gruvan krävs kompletterande och mera definitiva lösningar.

Förstudien visar vidare att det övriga metallutsläppet i Falun sannolikt härrör från en mängd spridda och i många fall små källor där förutsättningarna för motåtgärder varierar. De berörda avfallstypernas vittrings- och lakningsegenskaper är olika liksom deras mäktigheter och åtkomst. Vidare pekas på att det finns antikvariska intressen att bevara vissa avfallshögar.

Mot bakgrund av resultaten av förstudien anser delegationen att det går att nu lägga fast en strategi för att åtgärda de stora utsläppen av metaller från gruvavfallen i Faluområdet. I en sådan strategi ingår följande fyra element

att omanrika så stora delar som möjligt av den gruvvarp som finns vid Falu gruva (Stora Stöten)

att samla ihop och täcka eller deponera under vatten delar av återstående och åtkomliga deponier av gruv- och slaggvarp

att skärma av det gruvavfall som finns under stadsbebyggelsen

att samla upp lakvatten för rening.

Innan olika åtgärder och lämpliga kombinationer av dessa i enlighet med denna strategi kan genomföras måste kompletterande undersökningar göras av de tekniska, ekonomiska och miljömässiga förutsättningarna

att omanrika gruvvarp

att skärma av de fyllningar av slaggvarp som finns under stadsbebyggelsen

att samla upp och rena lakvatten mot bakgrund av erfarenhetena från den rening av gruvvattnet som nyligen har påbörjats i Främby reningsverk.

Vidare behöver närmare studeras vilket gruvavfall som med hänsyn till alternativa åtgärder samt till de hydrologiska förhållandena och riskerna för utlakning behöver och lämpligen kan sammanföras och täckas eller deponeras under vatten.

Delegationen föreslår att kompletterande undersökningar genomförs i enlighet med det nu anförda. Härför torde behövas ca ett halvt år.

Vad beträffar Garpenbergsområdet har detta inte studerats på samma sätt som Faluområdet.

Delegationen anser dock att förstudien i tillämpliga delar kan ligga till grund för åtgärder också för Garpenbergsområdet. Boliden Mineral AB, som äger huvuddelen av området, har efter diskussioner med delegationens ordförande och sekretariat gjort en undersökning av tekniska och andra förutsättningar för att sanera Garpenbergsområdet. Undersökningen redovisades i ett så sent skede att delegationen inte kunnat ta ställning till den i denna rapport.

Tillsynskampanj inom Dalälvens avrinningsområde

Som något närmare utvecklas i rapportens slutavsnitt om delegationens fortsatta arbete kommer delegationen att verka för att all miljöfarlig verksamhet i Dalälvsområdet, om så behövs med hänsyn till miljöförhållandena, prövas resp. omprövas av tillståndsmyndigheterna.

Tillräckligt underlag för erforderliga ställningstaganden finns inte i dag. Det har klart framkommit under delegationens kontakter med myndigheter, kommuner och företag.

När det gäller åtgärder för att minska fosforutsläpp har delegationen dock kunnat ange förhållandevis konkreta rekommendationer. Men i fråga om utsläpp av kväve samt av metaller och kemikalier behövs mer kunskap för rekommendationer om åtgärder.

Enligt 38 § miljöskyddslagen skall naturvårdsverket, länsstyrelserna och – i ökande omfattning – kommunerna utöva tillsyn över miljöfarlig verksamhet. Underlag för tillsynen erhålls bl. a. från de kontrollprogram som upprättas med anledning av meddelade tillstånd.

Naturvårdsverkets roll i tillsynsverksamheten består huvudsakligen i att ge råd och anvisningar för tillsynen. Verket bedriver även aktiv tillsyn ute på fältet. Detta sker oftast i form av tillsynskampanjer där vissa industribranscher eller anläggningstyper besöks tillsammans med personal från länsstyrelsen och kommunen och ingående kontrolleras med avseende på produktionen, efterlevnaden av villkor i tillståndsbeslut, kontrollprogrammens uppläggning och aktualitet m.m.

Efter överläggningar som delegationen har haft med naturvårdsverket och länsstyrelserna har naturvårdsverket valt Dalälvsområdet för genomförande av en särskild tillsynskampanj. Kampanjen avses pågå under ett år och omfatta i princip alla typer av miljöfarlig verksamhet inom området.

Som en del av tillsynskampanjen kommer att ingå en kartläggning användningen och hanteringen av miljöfarliga kemikalier. Detta arbete antas bli omfattande. Delegationen föreslår att expertis inom kemikalieområdet, till en beräknad kostnad av 2 milj. kr, ställs till förfogande härför.

Resultaten av tillsynskampanjen skall ligga till grund för delegationens och miljömyndigheternas ställningstaganden till vilka verksamheter som bör omprövas resp. prövas. Detta bör vara avslutat inom ca 1.5 år.

Delegationen anser det angeläget att innehållet i de befintliga kontrollprogrammen ses över mot bakgrund av de erfarenheter som vinns i tillsynskampanjen.

Kampanjen bör drivas på sådant sätt att påträffade brister beträffande exempelvis kontrollprogram eller villkor i tillstånd enligt miljöskyddslagen kan bli föremål för åtgärder redan under pågående kampanj. Sålunda bör resultatet av arbetet kunna läggas till grund dels för fortlöpande rekommendationer från delegationens sida till prövning av hittills oprövad verksamhet och omprövning av gällande villkor, dels för sådana prövningsbeslut hos miljömyndigheterna.

De nuvarande kontrollprogrammen är delvis ofullständiga. Så t. ex. ger driften vid olika anläggningar ofta upphov till föroreningar i form av kemikaliespill, rengöringsprodukter, vattenreningskemikalier o.dyl. som tillförs avloppsvattnet men inte omfattas av kontrollprogrammen. Vidare ger sådana samlingsanalyser av halten kemiskt eller biokemiskt oxiderbar organisk substans, suspenderat material, grumlighet, konduktivitet, m. fl. som kontrollprogrammen ofta omfattar inte en tillräckligt klar bild av de miljöstörningar som kan förorsakas av utsläppen. En kontroll mera inriktad på specifikt miljöstörande ämnen är därför önskvärd. Även toxicitetstester bör i ökad utsträckning utföras. Det är också väsentligt att utsläppskontrollen harmonierar med recipientkontrollen så att effekter på vattenkvaliteten av förekommande utsläpp kan utvärderas.

Kemikalieinspektionen har ansvaret för att följa kemikalieanvändningen i landet. Dess huvuduppgift är inriktad på företag som tillverkar och säljer

kemiska produkter. Inspektionen har också till uppgift att stödja regionala och lokala tillsynsmyndigheter.

Kemikalieinspektionen har förklarat sig vilja medverka i den del av kampanjen som avser kemikaliefrågor genom att med denna samordna en planerad försöksverksamhet för en effektivare kemikaliekontroll. (Kemikalieinspektionen uppger att en förutsättning för den planerade en försöksverksamheten är att särskilda medel ställs till förfogande.)

Även statens räddningsverk har förklarat sig vilja medverka i tillsynskampanjen. Räddningsverket har det centrala ansvaret för befolkningsskydd och räddningstjänst. Ansvaret innefattar dels samordning, dels tillsyn av åtgärder för att förebygga, begränsa och hindra skador på människor, egendom och miljö vid olyckshändelse eller överhängande fara för olyckshändelse. Arbetet bedrivs i samverkan med de centrala, regionala och lokala instanser som har det operativa ansvaret för räddningsåtgärder.

Genomförandet av tillsynskampanjen och kemikalieinventeringen bör ske på grundval av ett program som upprättas i samarbete mellan naturvårdsverket, kemikalieinspektionen, räddningsverket, länsstyrelserna, anlitad konsult och Dalälvsdelegationen. Programmet bör belysa frågor angående kampanjens och inventeringens organisatoriska och tekniska uppläggning, ansvarsfördelning mellan parterna, urval av anläggningar, redovisningssätt och tidplan för arbetenas genomförande.

Naturvårdsverket, som har huvudansvaret för tillsynskampanjen, kommer att redovisa ett slutligt förslag till program till Dalälvsdelegationen senast den 1 oktober 1988.

Informationssystem Dalälven

För att fullfölja sitt uppdrag att föreslå miljöförbättrande ågärder för Dalälven och följa upp effekterna av vidtagna åtgärder behöver Dalälvsdelegationen samla in och analysera uppgifter om orsakerna till olika föroreningar och föroreningarnas effekter på vattenkvaliteten i Dalälven.

Av den tidigare redovisningen har framgått att det kunskapsunderlag som i dessa avseenden har funnits tillgängligt har begränsat räckvidden av de överväganden som det varit möjligt för delegationen att göra i denna rapport. Tillgängliga uppgifter är ofullständiga och i många fall är de svåra att använda därför att de inte är jämförbara. De uppgifter som finns är dessutom spridda på många håll. Vidare finns inte analys- och simuleringsmodeller, som är anpassade för Dalälven, för att bedöma olika åtgärders effekter på vattenkvaliteten.

För delegationens fortsatta arbete är det av stor vikt att kunskapsunderlaget kompletteras och att möjligheterna att använda insamlade uppgifter blir bättre. Delegationen har därför funnit det angeläget att ta initiativ till ett utvecklingsarbete för att förbättra kunskapsförsörjningen vad gäller miljöförhållandena i Dalälvsområdet och därvid använda ADB-teknik – Informationssystem Dalälven.

En särskild arbetsgrupp har biträtt delegationen och dess sekretariat med

att arbeta fram ett underlag för ett sådant utvecklingsarbete. I arbetsgruppen har ingått företrädare för naturvårdsverket, SMHI och lantmäteriverket, som är de centrala myndigheter som främst har ansvar för uppbyggnad och samordning av det kunskapsunderlag som det här är frågan om och som också har erfarenheter av att använda ADB-teknik i detta sammanhang.

Arbetsgruppens analys av behov och förutsättningar beträffande ett för Dalälven samordnat informationshanteringssystem liksom arbetsgruppens förslag till fortsatt arbete för att bygga upp ett sådant system presenterades för delegationen i början av juni i form av en förstudie. Förstudien i sin helhet redovisades i rapportens bilagedel.

Arbetsgruppens förslag kan sammanfattas så

att den datainsamling som sker och de databaser som finns hos olika huvudmän skall användas, men

att nuvarande datainsamling behöver kompletteras och

att en bättre samverkan och samordning behöver ske mellan olika huvudmän så

att data skall kunna hämtas från olika databaser och

att data från olika databaser skall kunna bearbetas tillsammans.

Arbetsgruppen konstaterar att ett informationshanteringssystem för Dalälven inte bara skulle kunna tillgodose de behov Dalälvsdelegationen har. Det skulle även kunna tillgodose behov hos olika miljöövervakande myndigheter och andra intressenter inom Dalälvens avrinningsområde. Dessutom skulle erfarenheterna av detta arbete kunna vara till nytta för utvecklingen av informationsssystem för andra vattenområden.

Delegationen föreslår att de förslag som har lämnats av arbetsgruppen läggs till grund för ett fortsatt arbete med att utveckla ett informationshanteringssystem för Dalälven. Arbetsgruppens förslag behöver dock fördjupas. Det är härvid angeläget att närmare klarlägga hur det befintliga kunskapsunderlaget och innehållet i de databaser som finns och planeras kan kompletteras successivt för att tillgodose delegationens behov.

Det är särskilt angeläget att utvecklingen av ett informationshanteringsssystem för Dalälven kan samordnas med det arbete som pågår inom naturvårdsverket med att utveckla en för landet gemensam databas (KRUT) för bl. a. de uppgifter som samlas in för kontroll av utsläpp från miljöfarliga verksamheter som prövas enligt miljöskyddslagen och effekterna av dessa utsläpp i recipienten. Det är också angeläget att samordning sker med det arbete som har påbörjats med ett samordnat recipientkontrollprogram inom ramen för ett för Dalälven gemensamt vattenvårdsförbund.

Delegationen föreslår att det för det fortsatta arbetet utarbetas ett detaljerat program, som innehåller tidsplaner och kostnader samt förslag till ansvarsfördelning för olika steg i en successiv uppbyggnad av ett informationssystem för Dalälven. Enligt delegationen bör ett sådant program kunna färdigställas under innevarande år.

Delegationens fortsatta arbete

Redan tillkomsten av delegationen och dess kontakter med myndigheter, kommuner och företag har lett till ökade aktiviteter hos dessa.

Som har utvecklats i det föregående har delegationen som målsättning för sitt arbete att åstadkomma så stora reduktioner av miljöfarliga utsläpp som är möjliga med bästa tillgängliga teknik. Delegationen skall vidare verka för att få till stånd åtgärder som svarar mot krav på så långt möjligt opåverkad vattenkvalitet i Dalälven och därmed driva fram en utveckling av teknik och metoder som är mer miljövänliga än dagens.

En sådan målsättning torde medföra att all verksamhet som är ägnad att påverka vattenkvaliteten prövas så vitt avser tillstånd och villkor. För varje prövad verksamhet måste övervägas huruvida omprövning skall utföras redan innan den i gällande beslut förutsatta prövotiden har gått ut. Delegationen skall medverka till att de berörda miljövårdande myndigheterna skall kunna med kraft geomföra dessa uppgifter.

Delegationen kommer att stödja tillstånds- och tillsynsmyndigheterna genom att bedriva fortsatt kunskapsinhämtning samt genom att föreslå tillstånds- och tillsynsmyndigheter att ompröva tillstånd och villkor och att tillståndspröva icke prövad verksamhet. Delegationen kommer också att följa upp och utvärdera resultaten av vidtagna åtgärder.

Detta förutsätter en intensiv och grundlig genomgång av all miljöpåverkande verksamhet i Dalälvsområdet med avseende på utsläpp, på gällande tillstånd och villkor samt på förutsättningar för åtgärder i tekniskt och ekonomiskt avseende för en skärpning av uppställda krav. Vad som nu sagts gäller naturligtvis i tillämpliga delar även oprövad verksamhet.

Den tillsynskampanj som naturvårdsverket i samarbete med bl. a. Dalälvsdelegationen inom kort påbörjar kommer att tjäna ett sådant syfte.

Sanering av gruvavfall kommer inte att omfattas av tillsynskampanjen. Denna fråga skall behandlas i en särskild utredning. Denna skall, som tidigare har nämnts, avse att på grundval av den förstudie som har redovisats och i enlighet med ett särskilt program arbeta fram förslag till saneringsåtgärder.

I vad mån de 100 Mkr som har ställts till delegationens förfogande för saneringsåtgärder skall användas för åtgärder som föranleds av tillsynskampanjen eller av ett kommande åtgärdsprogram för sanering av gruvavfall kan och bör inte bedömas för närvarande.

Inte heller de administrativa formerna för användning av dessa medel bör läggas fast nu. Såvitt delegationen kan bedöma kan olika former för användningen av pengarna tänkas. Så t. ex. kan delegationen träffa överenskommelse med t. ex. en kommun att ett visst saneringsarbete skall genomföras i kommunens regi. Kommunen presenterar underlag för projektet och på grundval av kostnadsberäkningarna i ett sådant underlag lämnar delegationen ett bidrag till projektet. Delegationen kan möjligen också själv administrera ett saneringsprojekt. Det blir då delegationen som tar fram underlaget och i det fallet själv svarar för kostnaden. Också andra former kan tänkas.

Som framhållits i flera sammanhang i det föregående föreligger ett stort behov av samordning, komplettering och fördjupning av kunskaperna om miljötillståndet i Dalälvsområdet. Det av delegationen föreslagna projektet rörande ett informationshanteringssystem för Dalälven bör därför genomföras. Tillskapandet av ett vattenvårdsförbund för Dalälven som aktualiserats i anslutning till delegationens inledande arbete bör snarast komma till stånd. Delegationen tillskyndar tillskapandet av ett sådant förbund.

I och med att delegationen nu har avslutat ett intensivt arbetsskede förskjuts under en tid tyngdpunkten i arbetet från delegationen och dess sekretariat till myndigheterna. Vissa arbetsuppgifter föreslås dessutom bli utförda utanför delegationen i särskilda projekt - tillsynskampanjen, gruvavfallsprojektet och projektet Informationssystem Dalälven. Arbetsuppgifterna för delegationen och dess sekretariat blir därför under den närmaste tiden huvudsakligen att följa arbetet hos myndigheterna och delta i projekten. Först efter någon tid blir det aktuellt för delegationen att ta ställning till i vad mån delegationen för sin del vill rekommendera omprövningar av tillstånd och villkor, bl. a. med utgångspunkt i de resultat som kommer fram i tillsynskampanjen. Ställningstaganden till gruvprojektet och projektet Informationssystem Dalälven ligger också ett stycke fram i tiden.

Det sagda betyder att delegationens sekretariat övergångsvis kan minska något. Men under 1989 inträder en ny intensiv arbetsperiod som kommer att kräva ökade resurser hos delegationen och även ökade arbetsinsatser från delegationens egen sida.

Bilaga 1

Kommittédirektiv

Dir 1987:57

Åtgärdsprogram för Dalälven

Dir. 1987:57

Beslut vid regeringssammanträde 1987-11-26

Chefen för miljö-och energidepartementet, statsrådet Dahl, anför.

Mitt förslag

Jag föreslår att en delegation tillkallas för att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år. Delegationen skall föreslå och initiera åtgärder för att minska tillförseln av föroreningar till älven. Det är framför allt återställningsarbeten vid äldre gruvupplag som är nödvändiga för att man skall kunna minska tillförseln av metaller till Dalälven. Även tillförsel av närsalter, stabila organiska ämnen och olja skall begränsas.

Jag kommer att i annat sammanhang hemställa att regeringen föreslår riksdagen att anvisa medel för de miljöförbättrande åtgärder som delegationen skall besluta om. Delegationens uppdrag vad gäller fördelning av medel till återställningsprojekt gäller med förbehåll för riksdagens beslut.

Problembeskrivning

Gruvor samt järn-och stålverk inom Dalälvens avrinningsområde har påverkat och påverkar älven genom stora utsläpp av metaller. Gruvorna och deras avfallsupplag utgör de största källorna till sådana metallutsläpp. Framför allt har utlakningen av zink och kadmium från gruvupplagen medfört betydande påverkan på miljön, eftersom dessa metaller genom sin lättrörlighet sprids över stora områden. Zink- och kadmiumhalterna i Dalälvens mynning är högre än i någon annan svensk älvmynning.

Inom Dalälvens vattenområde finns också annan industriell verksamhet, t. ex. skogsindustrier, som medför negativ inverkan på älven. Utsläpp från kommunala reningsverk och läckage av gödningsämnen och kemikalier som

används i skogs- och jordbruket medför likaså miljöproblem. Fosforhalterna i Dalälven överskrider den naturliga nivån med mer än 50% redan uppströms Borlänge. Fosforhalten längre ner i älven ökar sedan ytterligare, främst på grund av utsläpp från pappersbruk.

Nödvändiga åtgärder

Ett arbete med att förbättra miljöförhållandena i Dalälven bör genast sättas i gång. Det bör omfatta en rad olika åtgärder. Som underlag för arbetet bör det under ett inledande skede göras en kunskapssammanställning. De utsläpp från industriell och kommunal verksamhet som påverkar Dalälven bör inventeras och informationen sammanställas. Även läckage och utsläpp från områden där förorenat material finns deponerat, framför allt gamla gruvupplag, liksom från jord- och skogsbruk bör uppskattas. Tidigare utförda mätningar av miljöförhållandena i älven och den kunskap i övrigt som finns om vilken skadlig miljöpåverkan som olika föroreningar har medfört bör sammanställas. Sammanställningarna skall kunna utgöra underlag för förslag till angelägna åtgärder.

Åtgärdsprogrammet kan komma att innehålla bl. a. följande delar.

En viktig del av återställningsarbetet kommer att bli åtgärder vid gamla upplag av gruvavfall. Dessa skall främst syfta till att minska den utlakning av metaller som sker från upplagen med regnvattnet.

Totalt kan medelsbehovet för saneringsåtgärder beräknas uppgå till 100 milj. kr. under en tioårsperiod. Medlen bör främst utnyttjas för återställningsåtgärder i de fall det inte finns någon som är skyldig att svara för att sådana åtgärder genomförs. Medlen bör också till en mindre del få utnyttjas för undersökningar och utredningar som bedöms nödvändiga som beslutsunderlag eller för att följa upp åtgärder. Medlen bör inte utnyttjas för återställningsåtgärder som någon redan har ålagts att utföra.

En inventering av kemikalieanvändningen inom industrin, framför allt pappersindustrin och järnverken, bör genomföras. I samband därmed bör det göras en bedömning av kemikaliernas miljöfarlighet. Frågan om övergång till mindre miljöfarliga kemikalier kan tas upp av tillsynsmyndigheterna enligt kemikalie-och miljöskyddslagstiftningen.

En fråga som särskilt bör uppmärksammas är industriavlopp som är anslutna till de kommunala reningsverken och som innehåller metaller och andra ämnen som kan påverka driften i och utsläppen från dessa reningsverk.

Omprövning av villkor enligt miljöskyddslagen (1969:387) kan bli aktuell, liksom intensifierade tillsynsuppgifter för sådana verksamheter som bedöms

ha alltför stor skadlig inverkan på Dalälven. I detta arbete bör särskild uppmärksamhet ägnas åt järn- och stålverk samt skogsindustrier med tillstånd som är äldre än tio år.

Resultatet av genomförda åtgärder bör fortlöpande följas upp genom undersökningar av miljöförhållanden i Dalälven. De undersökningsprogram som redan löper bör utnyttjas.

Uppdraget

För att genomföra de åtgärder som behövs för att förbättra miljöförhållandena i Dalälven bör en särskild delegation tillsättas. Delegationens uppdrag bör vara att

- mot bakgrund av utsläppskarteringar och inventeringar av användningen av kemikalier samt beskrivningar av miljöförhållanden föreslå miljöförbättrande åtgärder och initiera genomförande av dessa
- sammanställa underlag som underlättar myndigheternas arbete med tillsyn och omprövning av villkor enligt miljöskyddslagen
- besluta om fördelning av statliga medel till angelägna återställningsåtgärder
- en gång om året till regeringen redovisa delegationens arbete, av myndigheterna vidtagna åtgärder, resultatet av åtgärderna avseende utsläppsminskningar och miljöförbättringar samt planerat fortsatt arbete.

Delegationen bör före den 1 juli 1988 till regeringen redovisa en arbetsplan med uppgifter om angelägna åtgärder. Härvid bör beaktas att den beräknade kostnadsramen om 100 milj. kr. avses täcka åtgärder under en tioårsperiod. Delegationen bör också föreslå hur medlen administrativt skall hanteras. Delegationen bör under arbetets gång samråda med berörda myndigheter, kommuner och organisationer.

Delegationen bör vara oförhindrad att föreslå ändringar i lagstiftningen samt peka på behovet av andra föreskrifter för Dalälven.

För delegationen gäller regeringens direktiv (dir. 1984:5) till samtliga kommittéer och särskilda utredare angående utredningsförslagens inriktning.

Hemställan

Med hänvisning till vad jag nu har anfört hemställer jag att regeringen bemyndigar chefen för miljö-och energidepartementet

att tillkalla en delegation med högst 10 ledamöter – omfattad av kommittéförordningen (1976:119) – med uppdrag att utarbeta ett åtgärdsprogram för Dalälven m.m. i syfte att förbättra miljöförhållandena i Dalälven,

att utse en av ledamöterna att vara ordförande,

att besluta om sakkunniga, experter, sekreterare och annat biträde åt delegationen.

Vidare hemställer jag att regeringen beslutar att de administrativa kostnaderna för delegationen skall belasta fjortonde huvudtitelns utredningsanslag.

Beslut

Regeringen ansluter sig till föredragandens överväganden och bifaller hennes hemställan.

(Miljö-och energidepartementet)

Bilaga 2

ÄMNESBALANSER

Metaller 53

Zink 54
Kadmium 59

Närsalter 64

Fosfor 65
Kväve 71

Metaller

Metaller är grundämnen och bryts inte ned i miljön. Förekomst av giftiga metaller måste därför alltid ses som en miljörisk.

I Dalälven förekommer främst bly, kadmium, koppar, zink, järn, mangan, krom, nickel och kvicksilver. Halterna i vattnet av dessa metaller, utom krom, nickel och kvicksilver, mäts vid PMK-stationerna (naturvårdsverkets program för kontroll av miljökvalitet) (66).

Av de kända metallerna i Dalälven anses allmänt sett bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink på grund av sin giftighet medföra de största riskerna för miljön.

Exponering av giftiga metaller kan vid höga halter medföra fysiologisk stress hos fiskar och risk för skelettskador. Genom benägenheten att anrikas i organismer kan vissa metaller, bl. a. kadmium och kvicksilver, orsaka skador även på människor som konsumerar exempelvis fisk med höga metallhalter.

Hur metaller transporteras och sprids i vattensystemet avgörs bl. a. av i vilken form de förekommer. Det är också en metalls förekomstform i högre grad än dess totalhalt som är avgörande för eventuella effekter i vattenorganismer. Med förekomstform menas metallens kemiska tillstånd, t. ex. som fri jon eller som bunden till andra ämnen. Metallen kan också vara fysikaliskt adsorberad till partiklar eller associerad till exempevis järnföreningar.

Skillnaderna är stora mellan olika metallers förekomstform och därmed rörlighet i miljön. Av de metaller som släpps ut i Dalälven binds bly, koppar, och krom relativt hårt till bottensediment. Detta innebär att utbredningen av de områden som påverkas av ett punktutsläpp växer långsamt. Å andra sidan kan höga halter succesivt byggas upp i sedimenten.

Av de metaller som finns i Dalälven är zink, kadmium och nickel relativt lättrörliga. Utsläpp av dessa metaller sprids därför lätt över stora vattenområden.

Mätningar i sediment från Östersjöns djupområden tyder på väsentligt ökade belastningar under senare delen av 1900-talet av särskilt kadmium och kvicksilver, men även av bly, zink och koppar. Det är dock osäkert i vilken grad halterna i Östersjövattnet, som mestadels är låga, är förhöjda jämfört med bakgrundsnivåerna (3). Metallbelastningen i Östersjön torde dock i allmänhet vara större än i Västerhavet.

Vid en samlad bedömning av risken för miljöeffekter måste olika organismers upptagningssätt av metaller beaktas. Förhöjda halter av metaller i

suspenderat material och sediment bidrar till upptagningen hos filtrerande och sedimentätande organismer, samtidigt som dessa i sin tur bidrar till höga halter hos högre organismer, bl. a. fisk. Även om halten av enskilda metaller var för sig är låg och i sig inte skadlig, så kan den samlade påverkan av flera metaller bli kritisk. (3)

Zink

Risker och effekter

Den enskilda zinkjonen kan i stor utsträckning förekomma i fri form i vattnet. Zink är emellertid också en "nyckfull" metall. I några svenska metallbelastade sjöar har observerats hur stora mängder zink fastläggs temporärt i bottensedimenten för att under vissa förhållanden åter frigöras och transporteras vidare – ett fenomen som bör beaktas vid transport- och balansräkningar (15).

Zink finns aldrig som enda metall i ett vattenområde. Metallerna, liksom andra ämnen, kan, som antytts inledningsvis, förstärka eller försvaga varandras effekt. I en litteraturgranskning från 1984 över dessa fenomen konstateras att olika metallblandningars effekt på vattenorganismer ger en splittrad och mångtydig bild (15). I vissa fall tenderar zink att lindra effekten av andra samtidigt förekommande giftiga metaller, i första hand kadmium och bly. Det finns dock uppgfter om att zink i andra fall kan förstärka effekten.

Zink tillhör den grupp av metaller som är nödvändiga för det biologiska livet. Dessa metaller sägs vara essentiella. Det innebär att organismerna, som kräver ett visst tillskott av dessa metaller, har utvecklat vissa mekanismer för att i normala fall reglera upptag och utsöndring av metallerna i fråga. Detta innebär att dessa metaller är mindre giftiga än icke essentiella metaller som vid exponering i miljön enbart medför giftverkan, exempelvis kadmium. Även essentiella metaller kan dock i höga koncentrationer vara mycket giftiga.

Zinkens giftighet i vattenmiljö är i hög grad beroende också av andra omgivningsfaktorer. Ökad hårdhet hos vattnet (halten kalcium och magnesium), ökad mängd organiskt material och suspenderade ämnen liksom ökad fosforhalt, natriumhalt och salthalt minskar metallens giftighet medan minskad syrehalt ökar giftigheten. Vissa typer av kemikalier (xantater), som bl. a. används vid anrikning av sulfidmalmer har vid försök med alger och fisk medfört en avsevärd ökning av zinkens giftighet.

I flodernas mynningsområden och marina miljöer varierar zinkens förekomstformer i hög grad med vattnets salthalt. Andelen metall i jonform minskar vid övergång från sött vatten till marin miljö vilket gör den mindre giftig.

Halten zink i blåstång i havsområdet utanför Dalälvens mynning har nyligen undersökts (55). Halterna har jämförts med förhållandena i södra

Bottenhavet, från Hudiksvall och söderut till och med Stockholms skärgård. Zinkhalten var tre gånger högre än vid den referenslokal som användes. En möjlig förklaring till de höga halterna antogs vara påverkan från bl. a. Dalälven.

Vid en annan undersökning har förekomsten av bl. a. zink i blåmussla studerats längs Sveriges södra Bottenhavskust och Stockholms skärgård (55). Zinkhalterna var två gånger förhöjda jämfört med en referenslokal på västkusten. Zink uppvisade de högsta värdena i området söder om Gävlebukten och i norra Stockholms skärgård. Halterna minskade söderut i skärgården till en nivå som motsvarade den norr om Gävlebukten. Detta antogs indikera en påverkan av de stora mängder zink som via Dalälven tillförs Gävlebukten.

Bidrag av zink till Bottenhavet

Dalälven är den Norrlandsälv som ger den kraftigaste belastningen på Bottniska viken såväl vad gäller den totala mängden tillförd zink som tillskottet per ytenhet avrinningsområde. Under perioden 1982–1986 har årsmedelhalten zink varit 52 µg/l vid Älvkarleby enligt mätningar vid PMK-stationen där (66). En sådan haltnivå betraktas i naturvårdsverkets förslag till bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag som "hög halt" (30–100 ug/l) (61). Zinkhalten i Östersjöns vatten har bestämts vid totalt 123 stationer. Vid ca 90 av dessa låg zinkhalten inom intervallet 1.5–3.5 µg/l. (15).

Åren 1982–1986 transporterades vid Älvkarleby genomsnittligt 691 ton zink per år. Det motsvarar 26.9 kg zink per km^2 avrinnningsområde och år. För jämförelse med övriga Norrlandsälvar redovisas följande tabell ur en rapport från "Åtgärdsgrupp Nord." Materialet avser år 1985 (31).

	Transport ton/år	Arealkoefficient kg/km^2
Dalälven	780	26.9
Ljusnan	54	2.7
Ångermanälven	30.5	1.0
Ume älv	65.2	4.5
Skellefte älv	50.2	4.5
Lule älv	37.2	1.5
Torne älv	135	4.0

Tillförsel från "naturliga" källor

Bestämning av bakgrundshalter för metaller är förknippad med avsevärda problem. Äldre mätvärden måste alltid betraktas med stor skepsis på grund av att proven kan ha förorenats i samband med provtagning och analys. Stora förbättringar har skett i detta hänseende under det senaste decenniet (61).

Vid en bedömning av bakgrundsvärden kan man ifrågasätta om långväga, luftburen nedfallspåverkan skall ingå. Ett nedfallspåverkat bakgrundsvärde benämns typvärde, dvs. ett värde som är typiskt för ett område.

Mätningar inom ett lokalt opåverkat område i Dalarna samt inom andra mer eller mindre opåverkade områden har resulterat i att naturvårdsverket rekommenderat att typvärdet för bakgrundshalten av zink i hela Dalälvens avrinningsområde sätts till 5 µg/l (61). Ett verkligt bakgrundsvärde för en av mänskliga aktiviteter helt opåverkad Dalälv skulle ligga ytterligare något lägre. Typvärdet skall ses som ett centrumvärde kring vilket den verkliga koncentrationen kan variera.

Antropogena bidrag

Som redovisats i det föregående svarar den vid Älvkarleby uppmätta halten av 52 µg zink per liter mot en transport av 691 ton/år. Genom att dra ifrån den del av transporten som motsvaras av typvärdet 5 µg/l för bakgrundshalten erhålls ett av mänsklig verksamhet påverkat bidrag på åtminstone 625 ton zink per år. Detta bidrag kommer till den helt dominerande delen från gruvverksamhet, främst från äldre avfallshögar från sådan verksamhet.

Transport och halter inom avrinningsområdet

Öster- och Västerdalälven transporterar förhållandevis måttliga mängder zink enligt PMK-mätningarna åren 1982–1986 medan höga siffror redovisas för stationen vid Näs.

	Zinkhalt µg/l	Zinktransport ton/år	Arealkoeff. kg/km² x år
Österdalälven	8	48	3.89
Västerdalälven	4	17	2.05
Näs Bruk	51	628	23.3

Mycket stora tillskott av zink sker på älvsträckan Djurås (Öster- och Västerdalälvens sammanflöde) – Näs Bruk. Dessa tillskott härrör huvudsakligen från gruvområdena i Faluregionen och vid Garpenberg.

I ett material från projektet Falu Gruva som genomfördes av naturvårdsverket 1982–1983 i samarbete med Stora AB, Uppala univesitet och länsstyrelsen i Kopparbergs län finns ett omfattande underlag rörande läckage av metaller från gruvavfall i Faluregionen (6, 8). Exempel på halter och transporter av zink i anslutning till sjön Runn visas i nedanstående tabell.

	Zinkhalt µg/l	Zinktransport ton/år
Faluån – tillflöde till Runn	6 400	700
Sundbornsån – tillflöde till Runn	9	6.2
Runn norra delen		
ytvatten	530	
bottenvatten	1 600	
Runn södra delen		
ytvatten	300	
bottenvatten	600	
Lillälven utflöde ur Runn	280	520

Uppgifterna i tabellen inkluderar ca 300 ton/år från det gruvvatten som sedan juli 1987 sambehandlas med spillvatten från Falun i Främby avloppsreningsverk. Denna mängd beräknas bli reducerad i reningsverket (50). Hur stor reduktionen blir är dock idag osäkert.

För Garpenbergsområdet har en omfattande utredning utförts av MiljöForskarGruppen och Uppsala universitet (14). En balansräkning för Gruvsjön (närrecipient till Garpenbergsgruvan) visar följande halter och transporter.

	Zinkhalt µg/l	Zinktransport ton/år
Kanalen – tillopp till Gruvsjön	880	5.3
Ryllshyttebäcken – tillopp till Gruvsjön	1 600	5.3
Länshållningsvatten – tillopp till Gruvsjön[1]	84 000	37.1
Utlopp ur Gruvsjön	2 700	36.0

[1] Återpumpas sedan 1987 till anrikningsverket.

Bakgrundskoncentrationen för zinkhalten i sjöars ytsediment har i redovisningen från projektet Falu Gruva angivits till 180–190 µg/g TS (mikrogram per gram torrsubstans). Metallförorening i sediment uttrycks ofta med en s. k. kontamineringsfaktor framtagen genom att den observerade metallkoncentrationen divideras med den beräknade bakgrundskoncentrationen. I den norra delen av Runn bestämdes kontamineringsfaktorn för zink till 16 och i den södra till 24, vilket måste betraktas som mycket höga halter. Den mest metallförorenade delen av systemet, sjön Tisken, hade en kontamineringsfaktor på 106.

Zinkhalten i Gruvsjöns ytliga sediment bestämdes 1983 till 18 g/kg TS vilket med ovan angivna betraktelsesätt skulle ge en kontamineringsfaktor på närmare 100.

Utsläppskällor

Det utan jämförelse största bidraget av zink till Dalälven kommer från Faluområdet med sjön Runn som närrecipient.

Förutom zink tillförs också stora mängder järn, koppar, bly och kadmium. Enligt en av Falu Gruva-projektet genomförd balansberäkning tillfördes sjön Runn genom tillflödet Faluån 700 ton zink per år vid tiden för projektets genomförande 1982–1983. Övriga tillflöden bidrog med 8 ton. Av dessa drygt 700 ton släpptes ca 300 ton ut i Faluån med det ur Falu gruva uppumpade gruvvattnet som numera, som tidigare nämnts, sambehandlas med kommunalt spillvatten.

Utlakning av metall från äldre avfallsupplag i form av gruvvarp, slaggvarp och avfallssand i anslutning till Falu gruva och stadsbebyggelsen förorsakar de största tillskotten av zink till Runn. Utläckaget är svårt att bestämma men har av länsstyrelsen i Falun beräknats till 310 ton/år (51).

Den årliga zinktransporten ur Runn till Dalälven beräknades i samband med provtagningar i Falu Gruva-projektet uppgå till 520 ton. Enligt länsstyrelsens utvärdering av reslultat från recipientkontrollen åren 1975–1986 har zinktillskottet på älvsträckan mellan Torsång och Långhag, dvs. i anslutning till Runns utflöde i Dalälven, beräknats till 385 ton/år (28).

Utsläppen från Garpenbergsgruvorna tillsammans med det s. k. länshållningsvattnet (se nedan) (exkl. diffusa tillskott från äldre avfallsupplag o dyl) har av länsstyrelsen uppgetts till 61 ton/år. Zinktillförseln till Dalälven beräknades vid en undersökning 1981 till 95 ton/år (13). Huvuddelen av zinkutsläppen från Garpenbergsgruvorna härrörde tidigare från det s. k. länshållningsvattnet från en invallad del av Gruvsjön. Detta vatten omhändertas sedan 1987 genom återpumpning via anrikningsverket till Ryllshyttesjöns sandmagasin varför utsläppen av zink med flera metaller minskat avsevärt.

Av vad som tidgare sagts framgår att det finns olika uppgifter om utsläppta zinkmängder från gruvområdena till Dalälven. Det beror på att provtagning, analys och utvärdering av detta slag är komplicerade och fordrar stor noggrannhet. Dalälvens stora vattenföring gör också att små haltvariationer ger mycket stora ändringar av transporterad mängd förorening.

Utöver Falun och Garpenberg finns inom avrinningsområdet ett stort antal restupplag från äldre gruvverksamhet varifrån en okänd mängd metaller lakas ut.

Tidigare var utsläppen från Domnarvet avsevärda med 47 ton/år 1980 (50). Dessa utsläpp har minskat och har under senare år uppmätts till mindre än 1 ton. Det finns indikationer på att även järnverkets gamla deponeringplats bl. a. ger ifrån sig vissa mängder zink.

Övriga kända zinkkällor inom Dalälvens avrinningsområde är förhållandevis små och överstiger sammanlagt inte 200 kg/år.

Nedfallet över sjöytor har inom avrinningsområdet beräknats till ca 9 ton.

En jämförelse mellan beräknad antropogen transport vid Älvkarleby (625 ton/år) och i utredningar och utsläppskontroll redovisade tillskott från antropogena källor (616 ton/år) tillsammans med det atmosfäriska nedfallet över sjöytor (9 ton/år) ger överraskande en total överensstämmelse.

Används länsstyrelsens utvärdering av recipientkontrollen åren 1975–1986 i stället för materialet från projektet Falu Gruva så minskar emellertid de antropogena källornas bidrag till 490 ton/år (uttransporten från sjön Runn: 520 ton/år enligt Falu Gruva och 385 ton/år enligt recipientkontrollen).

Det bör i sammanhanget framhållas dels att det material som beräkningarna grundar sig på delvis är mycket osäkert, dels att zinken som den nyckfulla metall den är har tendens att tidvis fastläggas och tidvis frigöras i recipienten. Att de två områdena Falun och Garpenberg förorsakar de allra mest betydelsefulla zinktillskotten till älven är dock ställt utom allt tvivel.

Kadmium

De flesta kadmiumföreningar är mycket lika motsvarande zinkföreningar. Zink och kadmium förekommer ofta tillsammans. Kadmium bildar komplexbindningar med många organiska och oorganiska ämnen, vilket är av betydelse för dess uppträdande i miljön.

Risker och effekter

Såvitt känt har kadmium ingen positiv biologisk funktion för något levande. Kadmium kan däremot orsaka många skadliga effekter i miljön – från direkt död till störningar av olika fysiologiska processer såsom störd fortplantning, hämmad tillväxt, minskad bildning av vita blodkroppar och minskad syreupptagning (20).

Hos människan är njuren det organ som skadas först om kadmiumintaget skulle öka. Intaget kommer huvudsakligen från maten.

Det kadmium (av mänskligt eller naturligt ursprung) som nu finns i naturmiljön omfördelas ständigt mellan olika delar av miljön. Kadmiumströmmarna följer det rinnande vattnet och rör sig i riktning mot havet. Havets sedimentationsbottnar är därför – på mycket lång sikt – slutstation för det kadmium som människan eller naturen en gång frigjort ur berggrunden. På vägen mot havet kommer metallen att uppehålla sig under längre eller kortare tid inom olika delar av naturmiljön.

Det är troligt att varje haltökning medför negativa effekter. Att störningar skulle börja uppträda när halten stiger över något bestämt "tröskelvärde" är därför osannolikt.

De direkta utsläppen av kadmium i Sverige från fabriker m.m. till luft och vatten är för närvarande ca 9 ton/år (20). Det totala nedfallet av kadmium över Sverige – huvudsakligen av utländskt ursprung – är ca 20 ton per år. Åkerjorden tillförs dessutom ca 4 ton/år med handelsgödseln. Den nuvarande tillförseln av kadmium till det svenska landområdet är betydligt större än den naturliga bortförseln, vilket innebär att kadmium ackumuleras inte bara i åkerjorden utan i hela miljön.

De avfall som årligen produceras innehåller 100–200 ton kadmium. Det kommer huvudsakligen från gruvorna, metallverken, järn- och stålindustrin och hushållen. Den totala mängden i det som hittills deponerats som avfall kan uppskattas till 2 000 ton. Det svenska samhället ("teknosfären") tillförs årligen ca 100 ton kadmium i en mångfald olika produkter. Den kadmiummängd som hittills tillförts den svenska teknosfären på detta sätt torde sammanlagt uppgå till ca 5 000 ton. Denna kadmium utgör på lång sikt ett allvarligt hot mot miljön. Om endast en liten andel därav når den yttre miljön kommer en allvarlig föroreningssituation att uppstå. Det är därför angeläget att vid sådan verksamhet som innebär risk för kadmiumspridning, såsom avfallshantering från gruvveksamhet, industri och hushåll, konstgödsling i jordbruket och jordförbättring med avloppsslam m.m., stor hänsyn tas till risken för kadmiumspridning till miljön.

Tillskottet av kadmium inom Dalälvens avrinningsområde från sådana verksamheter som har nämnts kan inte nu kvantifieras. Men man måste utgå från att verksamheterna utgör en avsevärd risk.

Mätningar av kadmiumhalt i blåmussla har ofta använts som indikator på förekomst av kadmium. Vid en nyligen genomförd undersökning av förekomsten av bl. a. kadmium i blåmussla längs Sveriges södra Bottenhavskust inklusive Stockholms skärgård varierade halterna mellan 4,7 och 10,8 mg/kg TS (torrsubstans) (55). Halterna var därmed upp till 5 gånger högre inom undersökningsområdet än vid en referenslokal på västkusten. Ett norskt förslag anger 3 mg/kg TS i blåmussla som gränsvärde för att indikera kadmiumpåverkan i Västerhavet (19).

Kadmiumkoncentrationen i strömmingslever från utsjöstationer i Bottenviken, Bottenhavet och egentliga Östersjön är högre (medelvärde: 1–2 mg/kg torrvikt) jämfört med Kattegatt (Fladen)(medelvärde: 0,5–0,75 mg/kg torrvikt). Även i torsklever är kadmiumkoncentrationen högre i Östersjön än i Kattegatt (4).

Sammantagna tyder dessa observationer på att kadmiumförorening utgör ett allvarligare problem i Bottniska viken och egentliga Östersjön än i västerhavet. Östersjöns lägre vattenomsättning och lägre salthalt är sannolikt bidragande orsaker till detta. I jämförelse med sötvatten ter sig kadmiumnivån hos växter och djur i Östersjön inte anmärkningsvärt hög. Eventuella regionala variationer och förhöjningar i Östersjön är emellertid svåra att belägga med nuvarande glesa geografiska täckning i miljöövervakningen.

Bidrag av kadmium till Bottenhavet

Vid PMK-stationen Älvkarleby har kadmium analyserats månadsvis sedan januari 1985 (66). Underlagsmaterialet för beräkning av kadmiumtransporten från Dalälven till Bottenhavet är således bristfälligt. Följande resultat har erhållits.

År	Halt µg/l	Transport kg/år	Arealkoefficient kg/km² x år
1985	0.058	990	0.034
1986	0.031	465	0.016

"Åtgärdsgrupp Nord" har i en rapport redovisat kadmiumtransporten för år 1985 i tre Norrlandsälvar (31).

Dalälven	1 000 kg
Skellefte älv	100 kg
Torne älv	500 kg

I Bakgrundsmaterial till naturvårdsverkets Aktionsplan mot havsföroreningar, anges transporten med Indalsälven till 200 kg år 1985 (4).

Kadmiumhalten i "opåverkade" områden av Öresund, Östersjön och Bottniska viken uppges vara 0.02 till 0.05 µg/l (19).

Tillförsel från naturliga källor – antropogent bidrag

Den kadmiumhalt som av naturvårdsverkets laboratorium för miljökontroll angivits som bakgrundsvärde i inlandsvatten är 0.03 µg/l (61). I naturvårdsverkets förslag till Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag anges halter mindre än 0.03 µg/l vara "mycket låg halt" (67). Intervallet 0.03–0.10 µg/l bedöms som "låg halt". Dalälvens kadmiumhalt (0.03–0.06 µg/l) är således relativt måttligt förhöjd över vad som kan betraktas som "naturlig" bakgrundshalt.

En preciserad beräkning av antropogent bidrag ter sig mot bakgrund av det begränsade mätunderlaget inte meningsfull. Det är dock mycket angeläget att varje tillskott av kadmium till vattenmiljön från de i landskapet och i samhället i övrigt ("teknosfären") befintliga kadmiummängderna förhindras eftersom kadmium har så kraftigt toxiska egenskaper. Även om kadmium i Dalälven haltmässigt inte dramatiskt synes höja nivån i havet så medför tillförseln mängdmässigt ändå en betydande belastning på Östersjön.

Transport och halter inom avrinningsområdet

Vid de tre PMK-stationerna Näs, Gråda (Österdalälven) och Mockfjärd (Västerdalälven) har kadmium analyserats sedan augusti 1985 varvid följande resultat har erhållits (66).

	Kadmiumhalt medelvärde µg/l	Kadmiumtransport kg/år (1986)	Arealkoeff. kg/km² x år
Österdalälven	0.026	155	0.013
Västerdalälven	0.008	34	0.004
Näs	0.031	338	0.013

Några mera långtgående slutsatser kan inte dras av detta begränsade material. Västerdalälven synes dock transportera förhållandevis liten mängd kadmium. Halterna ligger vid samtliga stationer nära eller under vad som kan betraktas som bakgrundshalter för regionen.

Från Falu Gruva-projektet kan följande halter och transporter redovisas (8).

	Kadmiumhalt µg/l	Kadmiumtransport kg/år
Faluån – tillflöde till Runn	4.6	880
Runn norra delen		
ytvatten	0.25	
bottenvatten	1.75	
Runn södra delen		
ytvatten	0.25	
bottenvatten	0.4	
Lillälven – utflöde ur Runn	0.35	430

Uppgifterna i tabellen inkluderar ca 280 kg/år från det gruvvatten som sedan juli 1987 sambehandlas med spillvatten från Falun i Främby avloppsreningsverk (10). Denna mängd beräknas bli reducerad i reningsverket (50). Hur stor reduktionen blir är dock osäkert.

Den totala tillförseln av kadmium till Runn inkl. tillskott från övriga tillflöden beräknades till 940 kg/år.

För Garpenbergsområdet gav balansräkningar efter provtagningar december 1982–december 1983 för Gruvsjön följande medelhalter och transporter (14).

	Kadmiumhalt µg/l	Kadmiumtransport kg/år
Kanalen – tillopp till Gruvsjön	2.6	17.5
Ryllshyttebäcken – tillopp till Gruvsjön	8.2	25.7
Länshållningsvatten – tillopp till Gruvsjön*	44	25.3
"Diffust" från Gruvsjöns närområde		5.7
Utlopp ur Gruvsjön	4.2	68.6

* Återpumpas sedan 1987 till Ryllshyttemagasinet via anrikningsverket.

Gruvsjön tillfördes ca 75 kg kadmium per år från tillopp och diffust från sjöns närmaste omgivning. Av detta fastlades 6 kg i Gruvsjöns sediment och 69 kg transporteras ut ur sjön. Det kan antas att ungefär 75 % av den mängd kadmium som lämnar Gruvsjön når Dalälven.

Kontamineringsfaktorn för kadmium i Runns bottensediment, dvs uppmätt värde dividerat med bakgrundsvärdet (bakgrundsvärde 4.7 mg/kg TS), har i Falu Gruva-projektet beräknats till 4 i sjöns norra del och till 8 i den södra. Tisken hade en faktor på 68 (10).

Kadmiumhalten i Gruvsjöns ytliga sediment bestämdes 1983 till 28 mg//kg TS vilket med samma bakgrundsvärde som för Runn ger en faktor på 6 (14).

Kadmium i växter och djur har inom Dalälvens avrinningsområde undersökts i liten omfattning. Inom Falu Gruvaprojektet har emellertid metallhalter undersökts i lever hos gädda fångad i några av Falutraktens sjöar.

Fisklever betraktas som en bra indikator på biologiskt tillgänglig metall i miljön. Kadmiumhalten i gäddlever ligger kring 0.5 mg/kg TS i "opåverkade" inlandsvatten (19). Följande halter har uppmätts i gäddlever från Faluregionen (9).

	Kadmiumhalt i gäddlever mg/kg TS
Runn – centrala delen	5.6
Ösjön – vik av Runn	2.7
Vikasjön – avsnörd del av Runn	1.4
Rogsjön – referenssjö uppströms Runn	0.4

Mängden tillgänglig kadmium i Runn synes vara betydande vilket medför risk för skador på det biologiska livet.

Det kan i sammanhanget noteras att halterna kvicksilver och bly inte alls var förhöjda i gäddlever från Runn i jämförelse med en referenssjö i området. En mycket måttlig förhöjning konstaterades för koppar och zink.

Närsalter

De s. k. närsalterna kväve och fosfor är nödvändiga växtnäringsämnen. Tillgång till kväve och fosfor är därför avgörande för den biologiska produktionen i ett vattenområde. Tillförsel av närsalter medför ökad biologisk produktion – eutrofiering.

Höga halter av närsalter i ett vattenområde kan ge upphov till olika eutrofieringsproblem i form av bl. a. onormal algblomning, igenväxning, förändrad artsammansättning och i svårare fall syrebrist till följd av att onormalt mycket syre åtgår när det organiska materialet bryts ned.

För den biologiska produktionen behövs tillförsel av kväve och fosfor i en viss inbördes relation. Vilket av närsalterna som har störst betydelse för produktionen av t. ex. alger varierar mellan olika vattenområden beroende på vilket ämne som förekommer mer sparsamt än det andra. Är det underskott på det ena av närsalterna måste mer av detta tillföras för att algproduktionen skall öka. En ökning av det närsalt som finns i överskott ökar å andra sidan inte produktionen. Detta förhållande brukar uttryckas så att det närsalt som är i underskott är begränsande för produktionen.

I Dalälvens vattensystem, liksom i de flesta andra sjöar och vattendrag, finns kväve i betydande överskott. Den begränsande faktorn för bl. a. algproduktonen är därför tillgången på fosfor. För att minska riskerna för eutrofiering i Dalälvens vattensystem är en minskad tillförsel av fosfor således den effektivaste åtgärden. Samtidigt kan konstateras att eutrofieringsproblem bara förekommer lokalt inom Dalälvens tillrinningsområde, däremot inte i Dalälvens huvudvattensystem.

I hela Östersjön har belastningen av närsalter ökat kraftigt (4).

I Bottenhavet finns tecken på en ökad eutrofiering, särskilt i kustområdena (17). Kustområdena har särskilt stor betydelse eftersom de fungerar som fällor för de närsalter som förs ut via vattendragen och tillförs från olika källor vid kusten.

Tilltagande problem med syrebrist i egentliga Östersjöns djupvatten anses till stor del vara orsakade av en ökad produktion av alger, som lett till ökad sedimentering av organiskt material (4).

Gjorda mätningar tyder på att det med hänsyn till algernas behov av närsalter råder balans mellan kväve och fosfor i Bottenhavet medan mycket tyder på att det är underskott på kväve i egentliga Östersjön (17). En minskad tillförsel från Dalälven såväl av fosfor som kväve kan därför antas begränsa förutsättningarna för algproduktion i havet.

Kvävets kretslopp är betydligt mer komplicerat än vad som är fallet för fosfor. Biologiska processer bidrar till att kväve kan transporteras från mark och vatten till atmosfären eller omvänt. Detta försvårar upprättandet av kvävebalanser. Kvävet förekommer i olika former som dessutom ständigt omvandlas i olika biologiska processer. Det sistnämnda komplicerar bilden ytterligare.

Atmosfären utgörs till 78 % av kvävgas. Detta kväve är relativt svårlöst i vatten, men kan utnyttjas (fixeras) av vissa växtplankton, svampar och bakterier. Vissa bakterier kan också genom s. k. denitrifikation omvandla bundet kväve (nitrat) till kvävgas och dikväveoxid. På detta sätt kan stora mängder kväve från mark och vatten återtransporteras till atmosfären.

Två huvudtyper av kvävefraktioner kan särskiljas, nämligen oorganiskt och organiskt kväve. Det är det oorganiska kvävet (ammonium, nitrat, nitrit) som mer direkt är biologiskt tillgängligt och nödvändigt för växternas uppbyggnad av cellmassa. Organiskt kväve förekommer löst i vatten i form av exempelvis aminosyror, humus samt bundet till organiska partiklar.

Den kvävetillförsel som sker från jord- och skogsbruk, energiproduktionsanläggningar, biltrafik och avlopp kan ge olika skador i miljön.

Utläckage av kväve till sjöar, vattendrag och hav skapar som nämnts förutsättningar för ökad eutrofiering. Kväveläckage till grundvatten innebär hälsorisker om det används till dricksvatten.

Kväveutsläppen till luft innebär nedfall av kväveformer som både är gödande och försurande för mark och vatten.

Fosfor

Bidrag av fosfor till Bottenhavet

Tillförseln av fosfor till Bottenhavet från svenska källor (ej luft) uppgick i medeltal per år för perioden 1981–1985 till totalt 1 370 ton/år. Av denna belastning bidrog Dalälven med 220 ton, eller 15 %. Fosforutsläpp från kommunala reningsverk och industri direkt till havet utgjorde 30 % av den totala tillförseln. Större direktutsläpp vid Dalälvens mynningsområde – Gävlebukten – uppgick 1985 till totalt ca 73 ton (Korsnäs 42 ton, Gävle avloppsreningsverk 5.9 ton, Skutskärsverken 25 ton) (31).

Ser man på belastningen på Bottniska viken i sin helhet, dvs Bottenviken och Bottenhavet och inkluderar finska källor samt atmosfäriskt nedfall erhålles

Atmosfären	2 000 ton	25 %
Flodtransport	4 800 ton	60 %
Kommunala och industriella utsläpp	1 200 ton	15 %
Summa	8 000 ton	

Dalälvens stora vattenflöde, 335 m^3/s som medelvattenföring för perioden 1966–1986,innebär att varje ökning av halten fosfor medför en kraftig ökning av transporten av fosfor i absoluta mått mätt. Så t. ex. motsvarar en koncentrationsökning med 1 µg/l en transportökning av 10 ton/år.

Vid naturvårdsverkets PMK-station vid Älvkarleby uppmättes för perioden 1966–1986 totalfosforhalten i medeltal till 18 µg/l. Periodens högsta och lägsta årsmedelvärde var 23 resp. 15 µg/l.

Mediankoncentrationen av fosfor för Norrlands kustälvar är 25 µg/l. 25 % av älvarna har lägre värden än 23 µg/l. Det lägsta värdet är 14 µg/l (29).

Den medelhalt på 18 µg/l som uppmätts vid Älvkarleby är således jämförelsevis låg. Det kan också tilläggas att drygt 60 % av årsmedelvärdena är lägre eller lika med 18 µg/l. Det föreligger inte heller någon tydlig trend som visar en ökning eller minskning av halterna för denna 20-årsperiod.

Det uppmätta värdet på medelhalten ger vid nyssnämnda årsmedelvattenföring en transport av 194 ton fosfor per år vid Älvkarleby.

Transporten är emelletid starkt flödesberoende och uppvisar därför kraftiga variationer mellan "våta" och "torra" år. Högsta och lägsta årstransporten för perioden 1966–1986 uppgår till drygt 322 ton resp. 82 ton. En "normal" variation (standardavvikelse) mellan år är ± 50 ton. Perioden 1966 till 1981 visar på årsbasis ett relativt väl uttalat samband i form av en samvariation mellan flöde och fosforhalt. Detta kan indikera att en mycket stor del av fosforn som transporteras i älven utgörs av erosionsmaterial. Detta mönster bryts under åren 1982–1986 då mycket kraftiga flöden inte resulterar i stigande fosforkoncentrationer.

Från och med år 1977 uppvisar flödet en stigande trend vilket också återspeglar sig i fosfortransporten. I genomsnitt för den del av 80-talet som här behandlas ligger fosfortransporten per år 30 ton över långtidsmedelvärdet. Den ökade transporten från Dalälven torde ha bidragit till de ökande fosforhalterna i Bottenhavet. Generellt uppvisar alla Norrlandsälvar motsvarande mönster beträffande transportökning.

Naturliga och antropogena bidrag

Tillförsel från "naturliga" källor

När det gäller att bedöma hur mycket av den uppmätta fosforhalten som beror på annat än mänskliga aktiviteter eller med andra ord, "den naturliga bakgrundshalten" kan man gå till väga på olika sätt.

En metod anvisas i naturvårdsverkets PM "Bedömningsgrunder och riktvärden för fosfor i sjöar och vattendrag" (29). Där har fosforhalten mätts vid de s.k. PMK-stationerna i olika opåverkade och väl undersökta vattenområden. Med ledning av dessa mätningar rekommenderas i promemorian antagandet att bakgrundstransporten är 5 kg fosfor per km^2 (arealförluster) i medeltal per år.

Med ett sådant antagande och med hänsyn till flödet i Dalälven och

arealen på Dalälvens tillrinningsområde skulle den naturliga bakgrundshalten vid Älvkarleby vara 14 µg/l.

En annan metod är att jämföra med fosforhalten längre upp i mer opåverkade delar av Dalälven. För Västerdalälven har en fosforförlust på drygt 6 kg/km^2 per år uppmätts. Detta värde inkluderar fosforkällor av mänskligt ursprung varför den naturliga bakgrundshalten bör vara lägre.

Med utgångspunkt i ovan sagda har här valts att anse att 14 µg/l är ett rimligt värde på den naturliga bakgrundshalten vid Dalälvens mynning.

Vid Älvkarleby innebär denna halt en fosfortransport på ca 150 ton/år vid det förutnämnda medelvattenflödet. Den uppmätta medelhalten på 18 µg/l ger, som sagts nyss, en transport på 194 ton/år.

Det betyder att 44 ton i medeltal skulle komma från fosforkällor som härrör från olika mänskliga aktiviteter, såsom utsläpp från kommunala reningsverk, industrier, enskilda avlopp, fiskodlingar och jordbruk.

Antropogena bidrag

När det gäller tillförsel av fosfor från källor som är påverkade av människan (antropogena bidrag) finns beträffande skogs- och åkermark olika beräkningsschabloner, byggda på mätningar och erfarenheter.

Eftersom bidrag från skog och s.k. övrig mark utgör de största fosforkällorna är det av intresse att se vad som kan beräknas härröra från sådana källor.

Arealförlusten av fosfor från skogsmark beräknas uppgå till i medeltal ca 6 kg/km^2 och år (30). Om denna arealkoefficient används för att beräkna fosfortransporten totalt från skogsmark och övrig mark inom Dalälvsområdet får man ca 140 ton.

Vad gäller åkermark har för Mälarens större tillflöden beräknats att 60 kg/km^2 och år lakas ut. Av dessa tillflöden ingår också bl.a. Bergslagsåarna Hedströmmen och Kolbäcksån, vilka uppvisar vissa likheter med Dalälvens tillrinningsområde så till vida att andelen åkermark också här är ringa. Däremot fördelar sig åkermarken inom områdena mycket olika. Utefter Bergslagsåarna ökar åkerarealen successivt mot mynningen, vilket inte är fallet för Dalälven. Praktiskt taget ingen åkermark finns längs Dalälven från Näs till utloppet. Detta motiverar att en lägre utlakningskoefficient väljs för att beräkna jordbrukets bidrag vid Dalälvens utlopp. 50 kg fosfor per km^2 och år har bedömts kunna vara ett rimligt värde. Totalt uppgår åkerarealen till 713 km^2, vilket ger ett bidrag med 36 ton/år.

Utsläppen från kommunala verk och industri uppgick fram till 1986 till sammanlagt 36 resp. 15 ton (50). Fördelningen av dessa utsläpp inom området redovisas i ett senare avsnitt.

Bidraget från fiskodlingar har uppskattats till 3 ton (50).

Det luftburna tillskottet av fosfor direkt på sjöar och vattendrag kan beräknas tilll 12 ton/år. Härvid har antagits att koncentrationen i nederbörden är ca 0.01 mg/l (33). Nederbördsmängden antas vara 700 mm/år.Detta bidrag är emellertid närmast att betrakta som "naturligt".

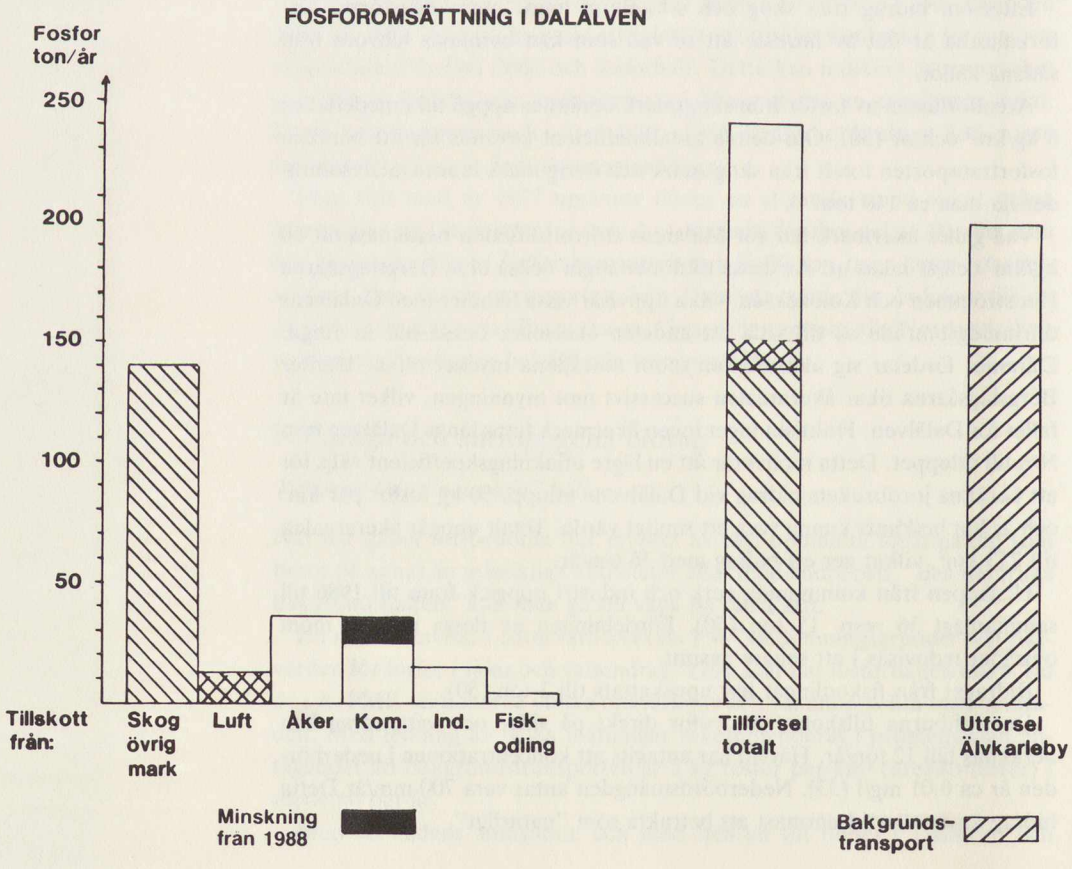
Det hittills sagda ger följande utsläppsbild.

Kommunala reningsverk	36 ton/år (26 ton/år)*
Industri	15 ton/år
Fiskodlingar	3 ton/år
Åker	36 ton/år
Luftnedfall	12 ton/år
Skogsmark och övrig mark	140 ton/år

*En markant förändring har skett genom att fosforutsläppen från Främby reningsverk i Falun har reducerats. En minskning med ca 10 ton/år jämfört med utsläppsmängderna 1975 och 1980 beräknas ha skett. Under år 1986 då verket byggdes om uppgick utsläppsmängderna tillfälligt till hela 27 ton. Antropogena bidrag beräknas alltså sammanlagt uppgå, för år 1988 till ca 80 ton och för perioden 1975–1985 till ca 90 ton/år.

Utöver nämnda källor har uppskattats ett bidrag om 25 ton/år från spridd bebyggelse (50). Att mycket strandnära fastigheter eller gemensamhetsanläggningar med flera hushåll anslutna med ringa eller ingen avloppsrening ger ett fosfortillskott är fullt klart. Det är emellertid mycket svårt att kvantifiera bidraget från enskilda avlopp utifrån mer generella antaganden.

FOSFOROMSÄTTNING I DALÄLVEN



En närmare kartläggning av glesbygdens avloppsförhållanden längs Dalälven torde vara en förutsättning för att få en uppfattning om fosforbelastningen från enskilda avlopp.

Sammanfattningsvis och med reservation för de osäkerheter som kan föreligga beträffande det antropogena bidraget antas detta uppgå till i storleksordningen 80–100 ton/år.

Den sammanlagda fosfortillförseln till Dalälven uppgår alltså till ca 250 ton/år. Denna tillförsel är större än den uppmätta transporten vid Älvkarleby, som enligt vad som sagts i föregående avsnitt beräknats till 194, eller ca 200 ton. (Se figur).

Det ligger nära till hands att anta att skillnaden, ca 50 ton, är den fosforkvarhållning – sedimentation och absorbtion av växter och djur – som sker inom området av det som närmast kan betraktas som antropogent tillskott. Det återstår emellertid att belysa vilka källor som kan vara mera betydelsefulla än andra när det gäller transporten ut i havet. Huruvida den här beräknade transporten från åker- och skogsmark ger en rättvisande bild för dessa källors bidrag till havet är också osäkert. Likaså måste närmare belysas vilken betydelse utsläpp från spridd bebyggelse kan ha.

Transporter och halter inom avrinningsområdet

Riktvärdet 25 µg/l anger den fosforhalt som vid ett överskridande påtagligt ökar riskerna för uppkomsten av olika eutrofieringsproblem (29).

Större sjöar inom vattensystemet visar inga påtagliga tecken på eutrofiering. Vissa mindre sjöar är däremot eutrofierade (53). Ett exempel är Nordmyrasjön, med utlopp i Färnebofjärden, som uppvisar påtagliga eutrofieringseffekter. Fosforhalten i Nordmyrasjön varierar mellan 50–75 µg/l. På grund av syrebrist har fiskbeståndet i stort sett slagits ut. Nordmyrasjön är närrecipient för avloppsreningsverket i Tärnsjö.

När det gäller vattendrag så är Forsån näringsrik med en fosforhalt på 40 µg/l i medeltal. Forsån mynnar i Bäsingen strax uppströms Näs Bruk. Även Stjärnsundsån kan nämnas i detta sammanhag. Ån som passerar sjön Amungen strax före utloppet i Dalälven norr om Hedemora har en fosforhalt på drygt 25 µg/l.

Vid samtliga fyra PMK-stationer i Dalälven är årsmedelvärdena lägre än nämnda riktvärde. Årshalterna vid PMK-stationen vid Näs har däremot vid ett par tillfällen tangerat riktvärdet.

Av följande tabell framgår transporter och halter vid PMK-stationerna.

Station	Avrinningsområde Yta km^2	Medelvattenföring 1966–86	Haltmedel µg/l 1966–86	Transporter (medel) ton/år 1966–86
Mockfjärd	8 493	115	14.8	55
Gråda	12 280	148	11.2	53
Näs Bruk	26 908	321	18.0[1]	186[1]
Älvkarleby	28 959	335	17.9[2]	194

[1] Period 1969–1986
[2] Medelvärde 1969–1986 = 17.4 µg/l

Västerdalälven (Mockfjärd) och Österdalälven (Gråda) transporterar ungefär lika stora mängder fosfor. Österdalälvens halt är emellertid lägre. Detta beror på den fosforkvarhållning, mellan 10–20 ton, som sker i Siljan. Från Djurås, där sammanflödet sker mellan Väster- och Österdalälven, till Näs ökar fosforhalterna för att fram till Älvkarleby minska något.

Utsläppskällor

Följande tabell anger summan av fosforutsäppen från kommunala reningsverk och industri uppdelat på olika år (50).

	Fosfor ton/år 1975	1980	1986	1988[1]
Västerdalälven med biflöden	6.5	5.5	4.4	4.4
Österdalälven med biflöden	12.6	6.3	6.3	6.3
Dalälven med biflöden	32.8 (46.8)[2]	24.4 (38.4)[2]	54.3	35.3
Dalälven totalt	51.9 (65.9)[2]	36.2 (50.2)[2]	65.0	46.0

[1] Förväntad reducering med 24 ton från Främby reningsverk och ökning med ca 5 ton från industri, jämfört med år 1986.

[2] Kvarnsvedens Pappersbruk erhöll inte utsläppsvillkor på fosfor förrän 1984. Några utsläppsdata föreligger därför inte för tidigare år. Bolaget uppger att fosforutsläppen var lika stora tidigare som för närvarande, dvs. 14 ton. Siffrorna inom parentes inkluderar denna utsläppsmängd och torde ge en mer rättvisande bild för utsläppssituationen 1975 och 1980.

De största direktutsläppen av fosfor till Dalälven kommer från Borlängeregionen, där Kvarnsvedens Pappersbruk bidrar med 14 ton. Domnarvet har dessutom nyligen fått tillstånd att släppa ut ytterligare fosfor. Villkor för detta utsläpp är inte slutligt prövat. Avloppsreningsverket vid Borlänge bidrar med ca 3 ton. Ytterligare tillskott kommer från Runn via Lillälven. Avloppsreningsverken vid Hedemora och Avesta ger längre nedströms ett tillskott på sammanlagt ungefär 6 ton. Kartongbruket i Fors har fått tillstånd att öka sina fosforutsläpp upp till 2 ton/år. Tillståndet är förenat med villkoret att avloppsvattnet leds via tub direkt till Bäsingen.

Det bör också noteras att jordbruksmarken i allt väsentligt är belägen längs Dalälven på sträckan Borlänge – Hedemora.

Mätdata från en provtagningsplats strax uppströms Borlänge visar ett haltmedelvärde på 16.1 µg/l för perioden 1976–1986 (50). Provtagningsfrekvensen är densamma som vid PMK-stationerna, nämligen 12 gånger per år. Haltmedelvärdet vid Näs uppgår för samma period till 17.4 µg fosfor/l. Haltökningen är således 1.3 µg/l vilket motsvarar en transportökning med 15 ton per år vid Näs.

Kväve

Bidrag av kväve till Bottenhavet

Tillförseln av kväve till Bottenhavet från svenska källor (ej luft) uppgick i medeltal per år för perioden 1981–1985 till totalt 29 454 ton. Dalälven bidrog med 5 984 ton eller 20 % av denna belastning. Direktutsläpp av kväve till Bottenhavet från kommunala reningsverk och industri utgjorde 10 %. Större direktutsläpp vid Dalälvens mynningsområde – Gävlebukten – uppgick 1985 till totalt ca 600 ton (Gävle avloppsreningsverk 237 ton, Skutskärsverken 95 ton, Korsnäs 279 ton) (31).

Ser man på belastningssituationen för Bottniska viken i dess helhet och även inkluderar finska källor samt atmosfäriskt nedfall erhålles.

Atmosfären	60 000 ton	40 %
Flodtransport	81 000 ton	54 %
Kommunala och industriella utsläpp	9 000 ton	6 %
Summa	150 000 ton	

I likhet med fosfor uppvisar kvävehalterna en viss samvariation med flödet. Speciellt gäller detta nitrat som lätt lakas ut vid höga flöden. Nederbördsrika år ökar därför i regel även kvävehalterna. Kvävehalterna i Dalälven har emellertid ökat mer än vad som kan anses vara flödesrelaterat. Frågan utvecklas närmare i det följande.

Totalkvävehalterna vid Älvkarleby uppgick i medeltal för perioden 1966–1986 till 408 µg/l. Lägsta och högsta årsmedelvärde är 267 resp. 534 µg/l. Halterna har påtagligt ökat under perioden. Vid Älvkarleby har en statistiskt säkerställd ökning beräknats till i genomsnitt 9 µg/l per år eller 180 µg/l för hela perioden (28). Relaterat till medelvattenföringen motsvarar detta en transportökning av närmare 2 000 ton/år.

De kvävefraktioner som ingår i totalkväve fördelar sig enligt följande.

Organiskt kväve	65–75 %
Nitrat (oorganiskt kväve)	20–30 %
Ammonium (oorganiskt kväve)	4–5 %
Nitrit (oorganiskt kväve)	< 1 %

Ökningen av totalkvävehalterna beror till största delen på ökningen av organiskt kväve. Den statistiskt genomsnittliga ökningen för perioden är ca 5 µg/l och år. På motsvarande sätt är ökningen för nitrat i medeltal 3 µg/l och år (28). Nitratets ökning, totalt 60 µg/l, motsvarar vid medelvattenflöde en transportökning av ca 650 ton. Denna ökning bör speciellt beaktas p.g.a. nitratets lättillgänglighet för alger och andra vattenväxter.

Kvävetransporten i Dalälven har ökat mycket kraftigt och då framför allt under 1980-talet. Nederbördsrika år och ökade kvävehalter har samverkat till detta.

År 1986 transporterades vid Älvkarleby 7 321 ton kväve, vilket är den största årstransporten för perioden. År 1967 uppvisar en årsmedelvattenföring som nära ansluter sig till 1986 års flöde (456.6 resp. 452.8 m^3/s). Kväve-

transporten uppgick 1967 till 4 771 ton. Skillnaden mellan totalkvävetransporterna för dessa år uppgår till 2 550 ton. Transportökningen för nitratkväve är 515 ton. Jämförelsen illustrerar effekten av den haltökning som här diskuterats.

Naturliga och antropogena bidrag

Jämfört med fosfor är det betydligt svårare att för kväve bedöma vad som kan vara naturlig bakgrundstransport och antropogena bidrag. Kvävets kretslopp är mer komplicerat och varierat varför osäkerheterna är stora när det gäller att uppskatta olika källors bidrag. Till detta kommer den successiva ökning som skett i form av atmosfäriskt nedfall vilket kan ha bidragit till den ökade kvävetransporten. Denna tillförsel försvårar möjligheterna att jämföra andra källors bidrag i tiden.

I det följande görs emellertid ett försök att i relativa termer mycket grovt kvantifiera olika kvävekällors bidrag till Dalälven utifrån de förändringar som skett.

Typvärden för kväveförluster från skogsmark är för organiskt kväve 100 kg/km^2 och år och för oorganiskt kväve 30 kg/km^2 och år. Detta ger totalt 130 kg/km^2 och år. Värdena är beräknade för perioden 1965–1972 och representativa för svenska flodområden med övervägande skogsmark – däribland Västerdalälven (30).

I medeltal för perioden 1965–1970 är arealsförlusten av kväve för Västerdalälven (station Mockfjärd) 128 kg/km^2 och år, dvs som väntat mycket nära nämnda typvärde. Beräknas arealsförlusten för Västedalälven för perioden 1980–1986 erhålls ett betydligt högre värde, nämligen 184 kg/km^2 och år. Detta kan sannolikt sättas i samband med det ökade luftnedfallet.

Utan att närmare spekulera om vad som kan anses vara en "naturlig" arealsförlust från skogsmark väljs här 128 kg/km^2 och år som utgångspunkt för att beskriva en slags bakgrundstransport vid Dalälvens mynning. Denna ger en ungefärlig uppfattning om den kvävetransport som skulle föreligga om hela tillrinningsområdet var relativt opåverkat med övervägande skogsmark, såsom är fallet för Västerdalälven. Vidare är transporten endast representativ för den period som koefficienten beräknats för, dvs 1965–1970.

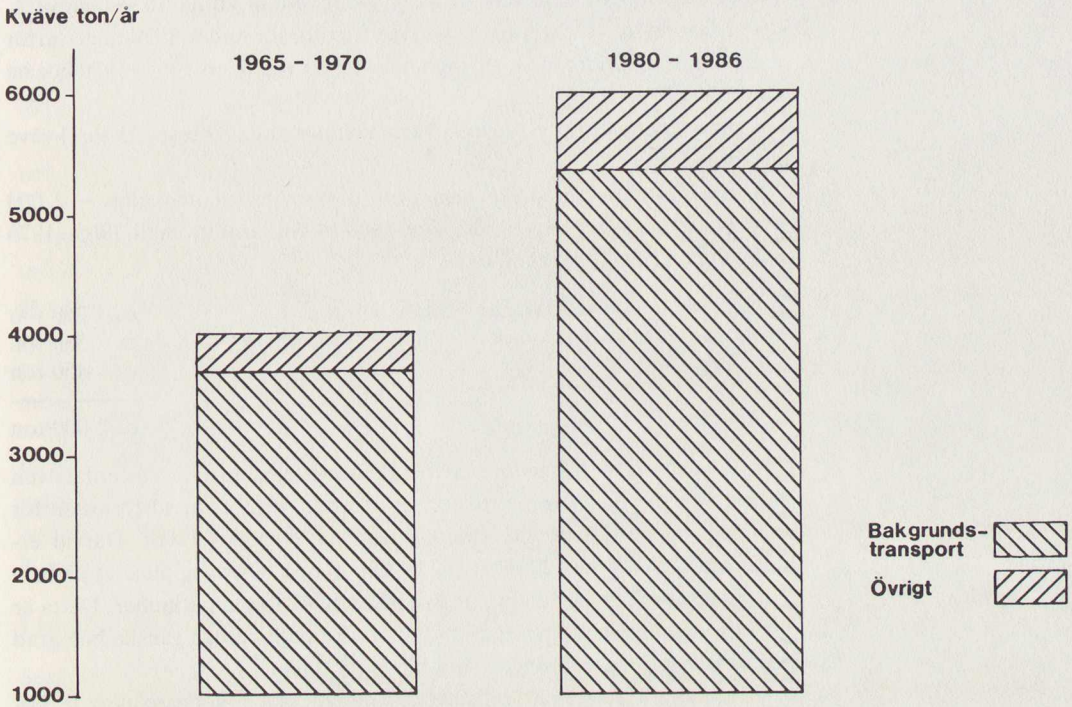
En markförlust av 128 kg/km^2 och år motsvarar vid Älvkarleby en transport av 3 707 ton. Relaterat till medelflödet för perioden, 362 m^3/s, motsvarar detta en kvävehalt på 319 µg/l. Uppmätt medelhalt för den aktuella perioden är 349 µg/l. Denna skillnad i halt motsvarar en transport av ytterligare ca 350 ton kväve per år. Denna ökning kan närmast anses härröra från kommunala och industriella utsläpp, atmosfärisk deposition på sjöar och vattendrag samt från jordbruket.

Om motsvarande beräkning görs för perioden 1980–1986 på basis av den arealkoefficient, 184 kg/km^2 och år, som beräknats för Västerdalälven erhålls följande.

"Bakgrundstransporten" blir i medeltal 5 329 ton vilket motsvarar en halt av 419 µg/l vid ett flöde på 395 m^3/s. Uppmätt halt är 474 µg/l i medeltal för

perioden. Differensen i halt motsvarar en transport om ca 700 ton per år. (Se nedanstående figur.)

Kvävetransporter vid Älvkarleby



Jämfört med den tidigare perioden föreligger ytterligare ett påslag med ca 350 ton/år som inte "fångas upp" av den betydligt högre arealkoefficienten. Det är möjligt att ökat luftnedfall av kväve över vattenytor och ökad utlakning från jordbruksmark kan förklara denna ökning. Vilka storleksordningar det handlar om beträffande dessa källor anges nedan.

Den ökning som skett vad gäller våtdepositionen av kväve (nitrat + ammonium) sedan slutet av 1960-talet och till början av 1980-talet ligger i storleksordningen 100–200 kg/km^2 och år. Detta innebär ett ökat nedfall på sjöar och vattendrag med ca 170–340 ton.

De kraftigt ökade handelsgödselgivarna inom jordbruket torde kunna förklara en del av den ökade kvävetransporten. Kväveutlakningen från jordbruksmark antas ligga i intervallet 500–1 000 kg/km^2 och år. Detta motsvarar en kvävetillförsel av ca 350–700 ton. (För Mälarens större tillflöden och för perioden 1981–1985 har arealsförlusten i medeltal från åkermark beräknats till 1 000 kg/km^2 och år).

Utsläppen av kväve från kommunala reningsverk och från vissa industrier finns inte sammanställda eftersom mätningar av kväve inte ingått i utsläppskontrollen. (Under 1987 påbörjades emellertid mätningar av kväve vid de större kommunala reningsverken i Kopparbergs län.)

Kväveutsläpp från kommunala anläggningar uppskattas nu ligga på nivån 600–700 ton/år. Därvid antas en kväveproduktion av 12 g per dag och person, reducerat med 30 % eftersom en viss reduktion sker vid avloppsbehandlingen i verk med biologisk/kemisk rening. Vidare antas flertalet av tätortsbefolkningen (198 400 personer 1980) vara anslutna till sådana verk. Utbyggnaden av reningsverken skedde framförallt under 1970-talet varför utsläppen från kommunala anläggningar under perioden 1965–1970 bör ha varit 150–200 ton högre.

Kvarnsveden och Fors kartongfabrik släpper ut ca 80 resp. 25 ton kväve per år.

Sammanfattningsvis skulle orsakerna till den transportökning – 2 000 ton/år – som skett under perioden 1980–1986 jämfört med 1965–1970 grovt kunna delas upp i följande.

Ökning av kväveutlakning från skogsmark	ca 1 200 ton
Ökat luftnedfall och ökat bidrag från jordbruket	ca 350 ton
Ökat flöde	ca 450 ton
Summa	ca 2 000 ton

Den första termen fås genom att beräkna medelhalterna i Västerdalälven för den förra och senare perioden och därefter beräkna arealsförlusten för resp. period utifrån flödets långtidsmedelvärde (1966–1986). Därvid erhålles koefficienterna 120 resp. 160 kg/km^2 och år. Dessa appliceras på hela avrinningsområdet varvid en skillnad på ca 1 200 ton uppkommer. Detta är givetvis ingen invändningsfri metod, men den eliminerar i ganska hög grad den del av transportökningen som beror på flödet.

Den andra termen har tidigare diskuterats. Den flödesrelaterade ökningen är en restterm.

Trots de osäkerheter som nämnda orsaksförklaringar är behäftade med står det klart att det ojämförligt största bidraget till de ökade kväveransporterna kan relateras till ökat markläckage av kväve. I vilken grad detta kan sättas i samband med ökat luftnedfall eller andra ändringar i utlakningsprocesserna exempelvis orsakat av ökad markförsurning är inte närmare klarlagt.

Halter och transporter inom avrinningsområdet

Såväl Väster- och Österdalälven som egentliga Dalälven uppvisar för perioden 1966–1986 en successiv ökning av kvävehalterna. I stort sett uppvisar samtliga PMK-stationer längre upp i vattensystemet samma mönster som stationen vid Älvkarleby. Nivåerna är däremot olika vilket kan illustreras av medelvärdena vid de fyra PMK-stationerna.

	Medelvatten-föring 1966-86 m^3/s	Haltmedel µg/l 1966–86	Transporter ton/år 1966–86
Mockfjärd	115	317	1 172
Gråda	148	323	1 537
Näs Bruk	321	406	4 190
Älvkarleby	335	408	4 394

Några biflöden till Dalälven som har förhöjda kvävehalter omnämns i det följande.

I Faluån har kvävehalterna minskat efter nedläggning av sulfitfabriken och miljöförbättrande åtgärder vid Grycksbo Pappersbruk. Totalkvävehalterna var 1985–1986 ca 500 µg/l (28).

Stjärnsundsån avvattnar ett skogsområde norr om Hedemora. Strax före utflödet i Dalälven passerar ån genom sjön Amungen i vars utlopp proverna är tagna. Totalkvävehalterna var i medeltal för perioden 1976–1986 937 µg/l (28). Utsläpp från Avesta AB och påverkan från jordbruksmark torde vara den främsta anledningen till förhöjningen. Halterna har emellertid minskat under senare år.

De högsta kvävehalterna inom Dalälvens tillrinningsområde har uppmätts i Forsån, 1 274 µg/l i medeltal för perioden 1976–1986 (28). Anledningen är utsläpp från Fors kartongbruk och läckage från omkringliggande jordbruksmark. Forsån mynnar i sjön Bäsingen strax uppströms Näs Bruk.

Utsläppskällor

Som tidigare framgått sker den största kvävetillförseln i form av utlakning från mark. Denna tillförsel har dessutom kraftigt ökat vilket sannolikt kan sättas i samband med det ökade luftnedfallet. Totalt över avrinningsområdet nedfaller via nederbörden ca 12 000 ton (ammonium och nitrat). Ökningen sedan 1960-talet är i storleksordningen 3 000–6 000 ton. Direkt på sjöar och vattendrag är depositionen ca 700 ton där motsvarande ökning är 170–340 ton.

Några uppgifter om utsläppsmängder från industri och kommunala avloppsverk har inte funnits tillgängliga. Utsläppen från kommunala verk uppskattas ligga mellan 600–700 ton, se tidigare avsnitt.

Utlakning av kväve från jordbruksmark uppvisar allmänt mycket stora variationer beroende på de klimatologiska förhållandena. Denna kvävekälla bedöms kunna bidra med mellan 350–700 ton.

I likhet med fosfor är kvävekällorna starkt koncentrerade till sträckan Borlänge–Avesta.

Strax uppströms Borlänge är totalkvävehalten i medeltal för perioden 1978–1986 363 µg/l. Motsvarande haltmedelvärde vid Näs är 459 µg/l. Denna haltdifferens motsvarar en transportökning vid Näs på ca 1 100 ton/år i medeltal för perioden.

Bilaga 3

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

FALUNS GRUVAVFALL
– FÖRSTUDIE

Projektledare: Tom Lundgren, SGI och Terratema AB
Handläggare: Johan Helldén, Terratema AB
Ulf Qvarfort, Uppsala Universitet

INNEHÅLL

1	BAKGRUND
2	UPPDRAGET, DESS SYFTE OCH GENOMFÖRANDE
3	PROBLEMSTÄLLNINGAR
3.1	Vittringen och utlakningen av metaller från gruvavfall
3.2	Tungmetalläckaget till Dalälven
3.3	Behovet att begränsa metalläckaget från gruvavfallet
4	GRUVAVFALLET I FALUN
4.1	Gruvverksamheten
4.2	Avfallstyper och sammansättning
4.3	Lokalisering
4.4	Tungmetalläckage
4.5	Miljöpåverkan
5	PRINCIPIELLA MÖJLIGHETER ATT BEGRÄNSA METALL-BELASTNINGEN
5.1	Inledning
5.2	Omanrikning
5.3	Pyritseparation
5.4	Uppsamling och rening av lakvatten
5.5	Forcerad vittring/lakning
5.6	Antiseptisk behandling
5.7	Kalkning
5.8	Deponering under vattenytan
5.9	Deponering under täckskikt
6	MÖJLIGHETERNA ATT ÅTGÄRDA FALUNS GRUVAVFALL
6.1	Omanrikning
6.2	Forcerad vittring/lakning
6.3	Deponering under vattenytan
6.4	Deponering under täckskikt
6.5	Tillgång på tät- och täckskiktsmaterial
7	SYNPUNKTER OCH REKOMMENDATIONER
7.1	Val av åtgärdsteknik
7.2	Behov av fortsatta undersökningar
7.3	Uppläggning av åtgärdsprogram
8	REFERENSER

1 BAKGRUND

Chefen för Miljö- och energidepartementet har på regeringens uppdrag tillkallat en delegation för att utarbeta ett åtgärdsprogram för att rena Dalälven inom 10 år, den s k Dalälvsdelegationen. Delegationens uppdrag är att:

- mot bakgrund av utsläppskarteringar och inventeringar av användningen av kemikalier samt beskrivningar av miljöförhållanden föreslå miljöförbättrande åtgärder och initiera genomförandet av dessa.

- sammanställa underlag som underlättar myndigheternas arbete med tillsyn och omprövning av villkor enligt miljöskyddslagen

- besluta om fördelning av statliga medel till angelägna återställningsåtgärder.

- en gång om året till regeringen redovisa delegationens arbete, av myndigheterna vidtagna åtgärder, resultatet av åtgärderna avseende utsläppsminskningar och miljöförbättringar samt planerat fortsatt arbete.

I direktiven till Dalälvsdelegationen framhålls att det framförallt är återställningsarbeten vid äldre upplag som är nödvändiga för att man skall kunna minska tillförseln av metaller till Dalälven. Grunden för dessa direktiv anges vara att gruvorna och deras avfallsupplag utgör de största källorna till stora utsläpp av metaller inom Dalälvens avrinningsområde. Framförallt har utlakningen av zink och kadmium från gruvupplagen medfört betydande påverkan på miljön.

2 UPPDRAGET, GENOMFÖRANDET OCH DESS SYFTE

Miljö- och energidepartementet gav 1988-03-08 Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att genomföra en förstudie rörande spridningen av syra och tungmetaller från gruvavfallet i Falun samt vilka möjligheter man har att begränsa denna spridning. Förstudien skulle inte kartlägga föroreningssituationen i Falun utan utgå ifrån den beskrivning som Projekt Falu gruva redovisat om denna situation. Studien skulle däremot utgå ifrån att de olika typerna av gruvavfall har olika lakningsegenskaper, att behovet av åtgärder därför varierar och att en översiktlig kartering av avfallstyperna därför skall ingå.

Det övergripande målet med förstudien är att översiktligt beskriva och klarlägga vilka möjligheter som finns att begränsa spridningen av tungmetaller i Falun. Detta övergripande syfte kan indelas i följande delmål:

- Beskrivning av olika sätt att begränsa tungmetallspridningen från gruvavfall

- Utvärdering av de mest aktuella sätten att begränsa tungmetallspridningen från gruvavfallen i Falun

- Klarlägga möjligheterna att genomföra olika motåtgärder i Falun, tillgång på täckmaterial etc.

Arbetsuppgiften har till stor del lösts vid skrivbordet och genom personliga kontakter med personer som har kunskap om förhållandena i Falun. Även inventering i fält av gruvavfallstyper och tillgångar på täckskiktsmaterial har genomförts. Dessutom har SGAB Prospektering anlitats för att genomföra en inventering och behandling av egna data rörande morän inom Falun-området. Vid framtagning av underlaget till förstudien har följande material gåtts igenom:

- Inventering av moränundersökningar och moränmäktigheter framtagna inom SGAB´s malmprospektering

- Delrapporter och slutrapport från projekt "Falu Gruva"

- Delrapporter inom SNV:s projektområde "Gruvindustrins restproduktupplag".

- Inventering av grus och alternativa material i södra Kopparbergs län (Länsstyrelsen i Kopparbergs län, naturvårdsenheten)

- Utredning gällande täckningsmaterial för Galgbergsmagasinen (STORA AB)

- Geologiska och topografiska kartor.

Kontakter har tagits med följande personer:

- Sven Göthlin, Göran Bolin, Lars Tysk, Ulf Boëthius vid länsstyrelsen i Kopparbergs län

- Anders Berglund, Benny Hjon vid Falu kommun

- Elver Carlsson, fd prospekteringschef vid STORA AB

- Per Haglund vid STORA AB

- Gunnar Lundqvist vid STORA AB

- Ronny Arnberg vid Borlänge Energi

- Kjell Östberg vid Borlänge kommun

- Gunnar Carlsson vid Grycksbo pappersbruk

- Erik Mattsson vid STORA Teknik AB

- Sven Andersson vid STORA Kraft AB

- Örjan Wilandh vid Bergmästerämbetet i Falun

- Mike Bromely-Challenar, Lars-Gunnar Andersson vid SGAB Prospektering i Ludvika

- Anders Eklund vid Sveriges geologiska undersökning

- Nils-Olov Bäck, Sigmar Nordin vid VIAK AB i Falun

- Björn Södermark vid Naturvårdsverket.

Förstudien har genomförts av Johan Helldén, Terratema AB, Tom Lundgren (Terratema och SGI) och Ulf Qvarfort vid Uppsala universitet. Doc. Qvarforts huvuduppgift har varit att ansvara för fältstudierna. Projektledare har varit Tom Lundgren.

3 PROBLEMSTÄLLNINGAR

3.1 Vittringen och utlakningen av metaller från gruvavfall

De flesta mineral och bergarter är egentligen inte kemiskt stabila i hydrosfären, dvs i kontakt med vatten och luft (syre). Motståndskraften mot nedbrytning eller vittring varierar emellertid kraftigt beroende både av vilka mineral det gäller och tillgången på vatten och syre. Även andra förhållanden som tillgänglig yta, vattnets surhetsgrad (pH-värde) och bildningen av svårlösliga salter och oxider på mineralytorna inverkar. Mineral, som innehåller svavel i s k sulfidform, vittrar ofta i atmosfären. Svavlet oxideras av luften och bildar svavelsyra i vattnet vilket drastiskt ökar utlakningen av metaller från mineralen (malmen). Därför är vittring och utlakning av metaller från gruvavfall speciellt förknippat med sulfidmalmerna, dvs de svavelrika malmer som utgör råvaror för framställning av metallerna koppar, bly och zink.

Sulfidmalmerna vittrar mycket långsamt så länge de är inneslutna i bergrunden och speciellt under grundvattenytan. Då malmen brutits och sönderdelats och fått god kontakt med luftens syre kan emellertid vittringen angripa sulfidmineralen effektivt. Därvid oxideras svavlet och metallerna frigörs i form av joner som eventuellt också oxideras till metalloxider. Svaveloxiderna som bildas dissocierar vattnet till svavelsyra som minskar pH-värdet och ökar angreppet på bergarten. Därvid upplöses karbonat- och silikatmineral vilket, åtminstone delvis, neutraliserar svavelsyra.

Om pH-värdet sjunker tillräckligt lågt (<pH 5) kan särskilda bakterier som lever på oxidationen av svavel interferera i processen, vilket leder till en intensifierad vittring och ofta ett ännu lägre pH-värde.

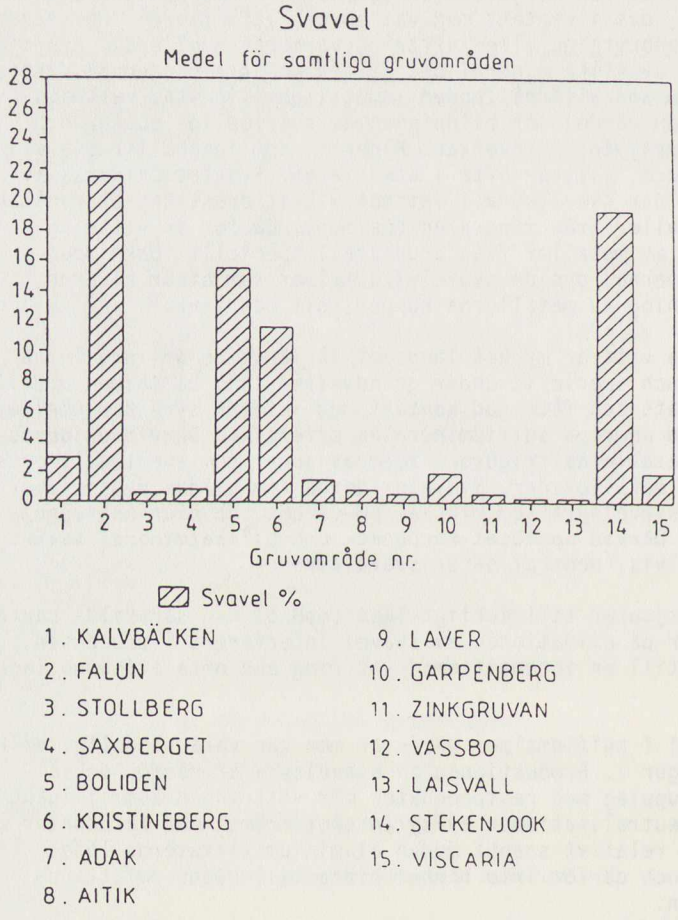
Mängden svavel i sulfidmalmer varierar men kan vara ansenlig, vilket framgår av figur 1. Produktionen av svavelsyra är därför också riklig i ett upplag med restprodukter där vittringen kommit igång ordentligt. Neutralisationen av syran sker främst med karbonater som löses upp relativt snabbt medan aluminiumsilikaterna löses upp långsamt och därför inte hinner bidra till någon omfattande neutralisation.

Vittringshastigheten är principiellt sett större i sandmagasin än i varpupplag med den högre specifika ytan hos dessa restprodukter och den högre fuktighetshalten. Andra faktorer såsom genomluft-

ning, fastläggning och grundvattennivå påverkar emellertid vittringen i andra riktningar, varför generella kvantifieringar är omöjliga att göra.

I tabell 1 ges exempel på de beräknade utsläppen av syra och tungmetaller från några av de största upplagen med restprodukter från svenska sulfidmalmsgruvor.

Tillgången på syre utgör, som beskrivits ovan, en nyckelroll i vittringsprocessen. En annan nyckelroll spelar vattenbalansen, dels därför att den bestämmer hur mycket utlakade tungmetaller som lämnar upplaget, dels därför att vattenmättnadsgraden styr syretransporten genom avfall och eventuellt täckningsmaterial ovan upplaget.



Figur 1 Medelsvavelhalt i de undersökta gruvområdena. Från Qvarfort (1987).

Lakvattnets innehåll av bl a koppar, zink, aluminium, järn, bly, kadmium och arsenik kan medföra allvarliga konsekvenser för djur- och växtlivet i de mottagande vattendragen. Vid starkt sura och metallhaltiga lakvatten kan akuttoxiska effekter erhållas. Framförallt är det dock vissa metallers förmåga att ackumuleras i organismerna som på sikt är det allvarligaste problemet. Härigenom kan även lakvatten med relativt låga koncentrationer av metaller ge framtida skador, särskilt om utsläppen fortgår under lång tid.

Också utsläppet av svavelsyra får negativa effekter. Försurningen ökar spridningen och tillgängligheten av metaller i vattnet. Lakvatten från ett gruvavfallsupplag utgör ofta den dominerande källan till försurning inom ett område.

Tabell 1 Det beräknade utsläppet av svavelsyra och metaller från några områden med upplag från sulfidmalmsberedning. Från Qvarfort (1979).

Gruva/område	Svavelsyra ton/år	Koppar ton/år	Zink ton/år	Bly kg/år	Övrigt kg/år
Bersbo	20	2-6	15-50	40-70	Cd: 30-50
Åmmeberg	-	0.44	8.0	1650	-
Garpenberg	650	0.37	26.2	125	Cd: 37
Ryllshyttan	uppgifter saknas				
Falu gruva	-	25	513	400	Cd: 375
Boliden	uppgifter saknas				

Falu gruva svarar för 80-90% av all koppar och zink som släpps ut från de svenska sulfidmalmsupplagen. En del av detta vatten härrör från själva gruvan.

3.2 Tungmetalläckaget till Dalälven

Belastningen av metaller på de havsområden som omger Sverige är enligt Naturvårdsverkets "Aktionsplan mot havsföroreningar" av storleksordningen tusentals ton per år, vilka till största delen belastar Östersjön. Denna belastning är experterna ense om måste reduceras, både vad gäller utsläppen via luft och direkt till vatten. Aktionsplanen anger att utsläppen till vatten år 1995 skall kunna begränsas enligt följande tabell:

Utsläpp (ton/år)	As	Pb	Fe	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	V	Zn
Bedömda 1985	50	20	3000	2.5	70	40	0.3	20	1	1250
Reduktion (%)	50	25	0	40	40	0	30	0	0	65
Prognos 1995	25	15	3000	1.5	40	40	0.2	20	1	460

Denna minskning av de svenska metallutsläppen till vatten förutsätter bl a att läckaget av metaller från gruvavfallsområden i Falun och Garpenberg reduceras med 90%, vilket i första hand påverkar mängderna bly, kadmium, koppar, zink och järn som släpps ut. Naturvårdsverket har uppskattat utsläppet av dessa metaller (utom järn) från gruvavfall till vatten och satt detta i relation till motsvarande utsläpp från sulfidmalmsgruvor i drift och övrig industriell verksamhet:

Från: Naturvårdsverket Rapport 3322.

Källa	Kadmium (kg/år)	Koppar (kg/år)	Bly (kg/år)	Zink (kg/år)
Restprod.upplag sulfidmalm	1000	35000	5000	600000
Sulfidmalmsgruvor i drift*	75	3000	2400	70000
Industriell verksamhet**	1500	35000	15000	650000

*) Fr o m 1987
**) Exkl. gruvavfall

De största utsläppen från sulfidmalmsupplag bedömer Naturvårdsverket f n ske från Falun, Garpenberg och Bersbo. Längre fram i tiden förväntas, om inga motåtgärder vidtas, även andra upplag, t ex Kristineberg och Boliden i Västerbotten samt Stekenjokk i Jämtland komma att innebära stora utsläpp.

Från miljösynpunkt är det framförallt utlakningen av zink och kadmium som man är orolig över. På grund av sin lättrörlighet kan dessa metaller spridas långt i vattensystemen. Halterna av dessa metaller är högre i Dalälvens mynning än i någon annan svensk älvmynning. Transporten av zink från Dalälven till Östersjön är 746

ton/år och av koppar 38,5 ton/år (Naturvårdsverket, Rapport 3320). Av dessa mängder härrör ca 370 ton zink respektive ca 13 ton koppar från gruvverksamheten och gruvavfallet i Falun, enligt beräkningar i projekt "Falu gruva" (SNV PM 1836).

Om man reducerar transporten i Dalälven med utsläppen från Falun erhålls en ytspecifik metalltransport på ca 140 g zink och ca 9 g koppar per ha. Jämfört med motsvarande värden för andra stora vattendrag i Sverige är detta för zink fortfarande högt (ca 3 ggr högre än medelvärdet) men innebär ändå att metalltransporten begränsats till den storleksordning som förekommer i andra hårt belastade vattendrag, t.ex. i Göta Älv och andra västsvenska vattendrag. Den specifika koppartransporten i Dalälven blir, med en fullständig reduktion av uttransporten i Falun, klart lägre än medelvärdet (och medianvärdet) för de svenska vattendragen.

3.3 Begränsning av metallbelastningen

Avfallet från beredningen av sulfidmalmer innehåller ofta så mycket svavel och tungmetaller att vittring och utlakning kommer att fortgå under flera hundra år. Så är också fallet i Falun där svavelhalten i avfallet är särskilt hög samtidigt som halten buffrande kalcit är lågt. Stora delar av avfallet har också nått det stadium där vittringstakten och metallkoncentrationerna i lakvattnet ökar på grund av låga pH-värden. Så trots att gruvavfall har funnits i Falun i många hundra år bör man genomföra åtgärder i syfte att begränsa metalltransporten.

Det är vidare av vikt att de åtgärder som genomförs är bestående och helst inte är beroende av kontroll och underhåll för att fungera. Att man ändå utför sådana åtgärder av försiktighet och för att få erfarenhet av hur skyddsåtgärderna fungerar är en annan sak. Motsvarande aspekter och krav läggs på "slutförvaringen" av andra metallhaltiga restprodukter, typ slagg och aska från fastbränsleeldning trots att deponerade metallmängder och lakvattenhalter är långt mindre än ifrån sulfidmalmsavfall.

4 GRUVAVFALLET I FALUN

4.1 Gruvverksamheten

Bergshanteringen i Falun är mycket gammal, sannolikt började den utvecklas före 1000-talet. Framförallt var det koppar som utvanns men även så småningom zink och bly samt svavelkisslig. Liksom all annan gruvbrytning fram till i början av nittonhundratalet var brytningen i Falu-området koncentrerad till lokaler med mycket höga metallhalter, framförallt till malmkropparna vid Falu gruva. Den brutna malmen behövde emellertid, liksom idag, sorteras (anrikas) innan den förädlades vid någon hytta. Fram till mitten av 1800-talet tillgick detta genom handrensning av grovkrossad malm, s k skrädning. De "ofyndiga", knytnävsstora stenbitarna lades upp i högar vid gruvan, s k gruvvarp.

4.2 Avfallstyper

Huvuddelen av det avfall som finns i stor mängd vid Falun och Garpenberg är inte gruvvarp utan rester från den vidare förädlingen i hyttan, där stora mängder svavel rostades bort från malmen och där kopparn utvanns. Denna restprodukt, slaggvarpen, har gynnsammare egenskaper än gruvvarpen, kemiskt och även fysikaliskt. Den användes i stor utsträckning som utfyllnadsmaterial vid väg- och husbyggnad. I vissa fall kan även gruvvarp ha använts för dessa ändamål.

Den modernare anrikningstekniken har inriktats mot att effektivare ta tillvara metallhaltiga mineral och att kunna utgå från lågvärdigare malm. För att klara detta krävs en nedkrossning av malmen i finkornigare fraktioner så att de enskilda mineralpartiklarna friläggs. Denna teknik har lett till en tredje slags restprodukt, avfallssanden. Halterna av restmetaller är generellt betydligt lägre i avfallssand än i gruvvarp, vilket är naturligt. Istället har avfallsmängderna ökat kraftigt. Ofta blir mer än 90% av den brutna malmen avfall från anrikningsverket. Högst hälften av detta avfall kan återfyllas i gruvan. Den resterande sanden deponeras i s k sandmagasin dit den pumpas i slurryform tillsammans med processvatten. Sandmagasinen är för det mesta förlagda till naturliga depressioner, men måste i de flesta fall, åtminstone delvis, invallas. I sandmagasinet får sandpartiklarna sedimentera och vattnet avgår antingen direkt till en recipient eller recirkuleras till anrikningsverket. I Falun förekommer två sandmagasin, det gamla respektive det nya magasinet, även benämnt slamdammarna eftersom materialet kan vara relativt svåravvattnet och har en slamliknande karaktär.

I Falun förekommer en fjärde typ av gruvavfall som härrör från beredningen av svavelkismalm till framställning av järnslig och svavelsyra, s k kisbränder. Den totala mängden kisbränder och andra gruvavfallstyper i Falun framgår av tabell 2.

Tungmetallinnehållet i gruv- och slaggvarp domineras av järn, zink, koppar och bly. Dessutom förekommer svavel i betydande mängder.

Enligt genomförda analyser (Per Haglund, SNV PM 1834) uppvisar gruv- och slaggvarp ungefär samma totala tungmetallinnehåll ca 100-400 g/kg. Andelen vattenlösliga metaller är däremot betydligt större i gruvvarp i jämförelse med slaggvarp. Dock innehåller gruvvarp betydligt större mängder svavel än slaggvarpen. Gruvvarpen är därför betydligt mer vittringsbenägen än slaggvarpen. Den inom projektet genomförda fältbesiktningen av slaggvarpsupplag inom Runns avrinningsområde visar dessutom att slaggvarpsupplagen i allmänhet innehåller ca 1-5% av mer vittringsbenäget varpmaterial, vars karaktär påminner om gruvvarp.

4.3 Lokalisering

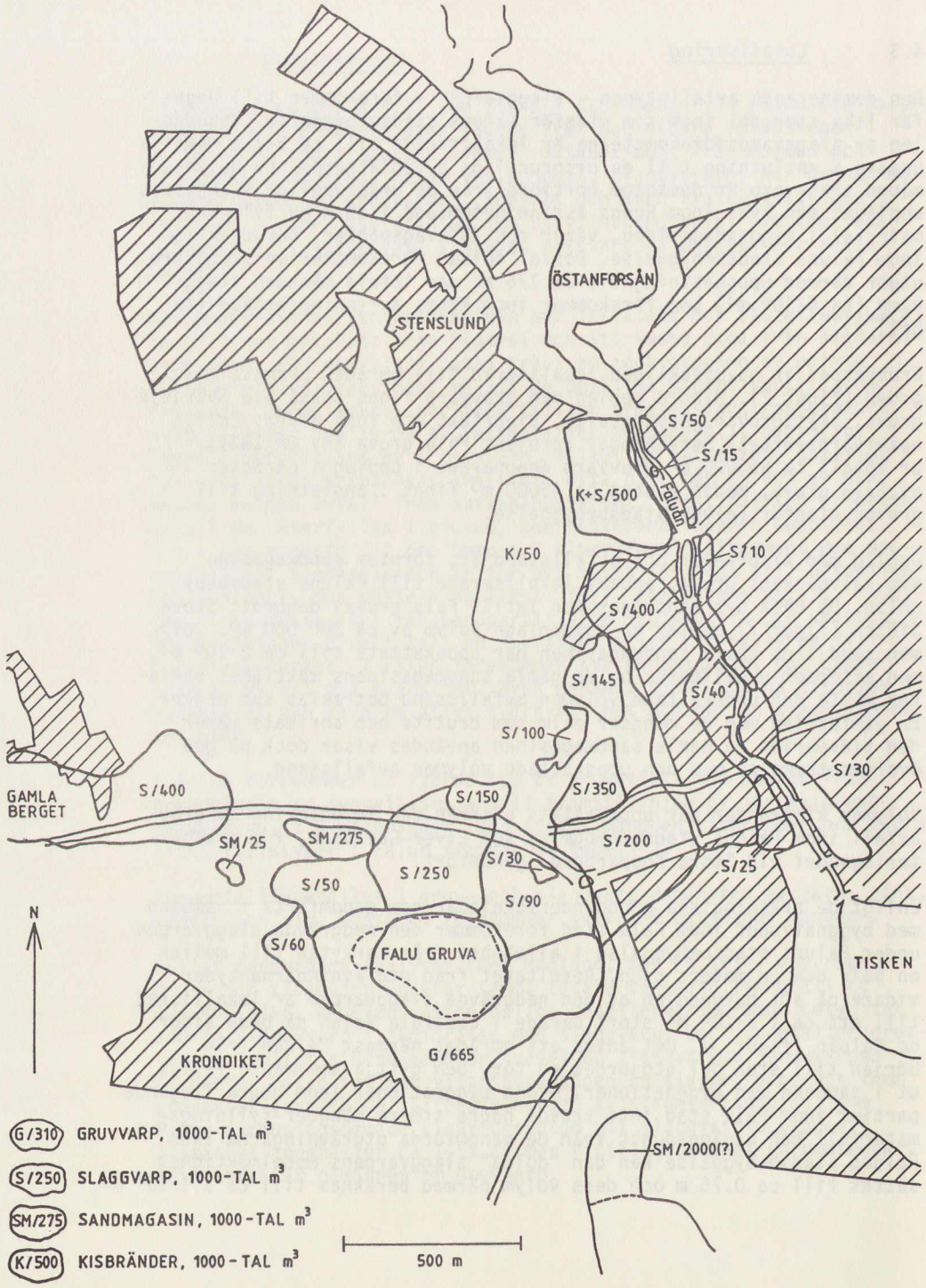
Den dominerande avfallstypen - slaggvarpen - förekommer till ungefär lika stor del inom som utanför Faluns stadsbebyggelse. Huvuddelen av slaggvarpsförekomsterna är lokaliserade till ca 5-7 m mäktiga upplag i anslutning till de ursprungliga hyttplatserna. En betydande mängd slaggvarp är dessutom bortförd från de ursprungliga slaggvarpsupplagen men kvar inom Runns avrinningsområde i form av fyllnadsmaterial i byggnadsområden, vägar och järnvägsbankar, huvudsakligen inom Faluns stadsbebyggelse. Dessa "dolda" förekomster av slaggvarp utgör därmed uppskattningsvis ca 1/6 av den totala mängden slaggvarp (ca $6 \cdot 10^6$ m^3) som förekommer inom Runns avrinningsområde (tabell 2).

Gruvvarpen är huvudsakligen lokaliserad till området närmast Falu gruva (figur 2). Mindre upplag med gruvvarp finns också vid Svärdsjö gruva, Skyttgruvan, Domängruvan, Digertäkt och Kuså gruva. Enligt naturvårdsverkets beräkningar (projekt Falu gruva SNV PM 1834) är totalt ca 665000 m^3 gruvvarp deponerade i upplag i närheten av Falu gruva, medan endast ca 45000 m^3 finns i anslutning till gruvor utanför Faluns stadsbebyggelse.

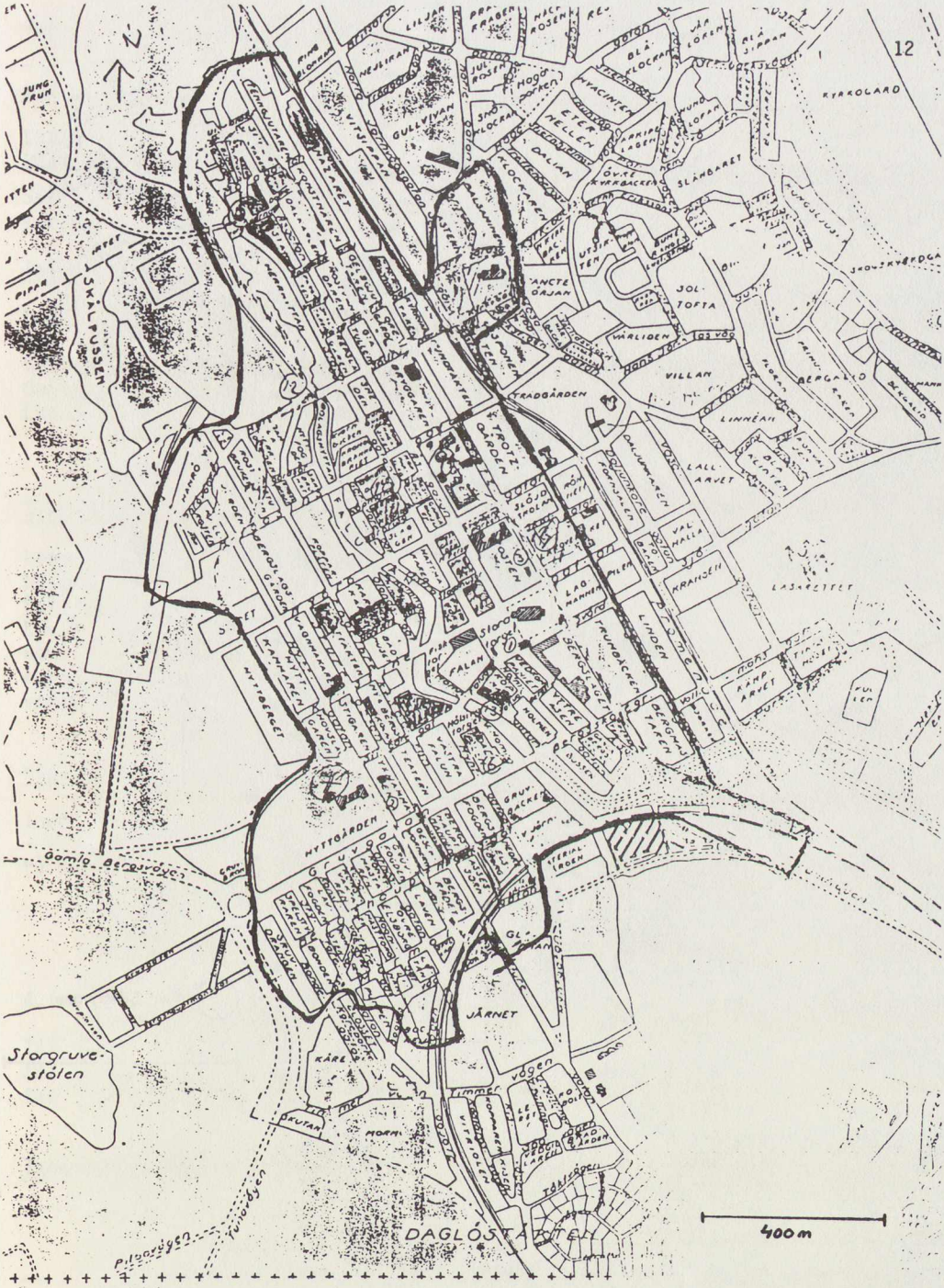
Upplag med kisbränder och avfallssand är, förutom sandmagasinet vid Kalvbäckens gruva, enbart lokaliserade till Faluns stadsbebyggelse. De båda nya sandmagasinen intill Falu gruvas dagbrott Stora Stöten (figur 2) upptar en sammanlagd volym av ca 300 000 m^3. Volymen sand i de gamla sandmagasinen har uppskattats till ca $2 \cdot 10^6$ m^3, men eftersom uppgifterna om de gamla sandmagasinens mäktighet varierar måste den uppskattade volymen avfallssand betraktas som osäker. En jämförelse med de mängder malm som brutits och anrikats under den tidsperiod de gamla sandmagasinen användes visar dock på god överensstämmelse med den uppskattade volymen avfallssand.

Volymen kisbränder har uppskattats utifrån den inventering av gruvavfall inom Faluns stadsbebyggelse som Elver Carlsson, f d prospekteringschef vid Stora Kopparberg, genomfört.

Enligt de arkeologiska grundundersökningar som genomförts i samband med byggnationer inom Falu stad förekommer den nedgrävda slaggvarpen under Faluns stadsbebyggelse i allmänhet från markytan till mellan en halv och en meters djup. Resultatet från utgrävningarna tyder vidare på att huvuddelen av den nedgrävda slaggvarpen är lokaliserad till ett ca $1.5 \cdot 10^6$ m^2 stort område i centrala Falun på båda sidor om Faluån (figur 3). Det antas att området närmast Faluån från början till stor del utgjordes av torv och gyttja som måste fyllas ut i samband med byggnationer, medan byggnationer inom högre liggande partier inom Falu stad inte krävde några större mängder fyllningsmaterial. Med utgångspunkt från de genomförda utgrävningarna inom Faluns stadsbebyggelse kan den "dolda" slaggvarpens medelmäktighet sättas till ca 0.75 m och dess volym därmed beräknas till ca $1.1 \cdot 10^6$ m^3.

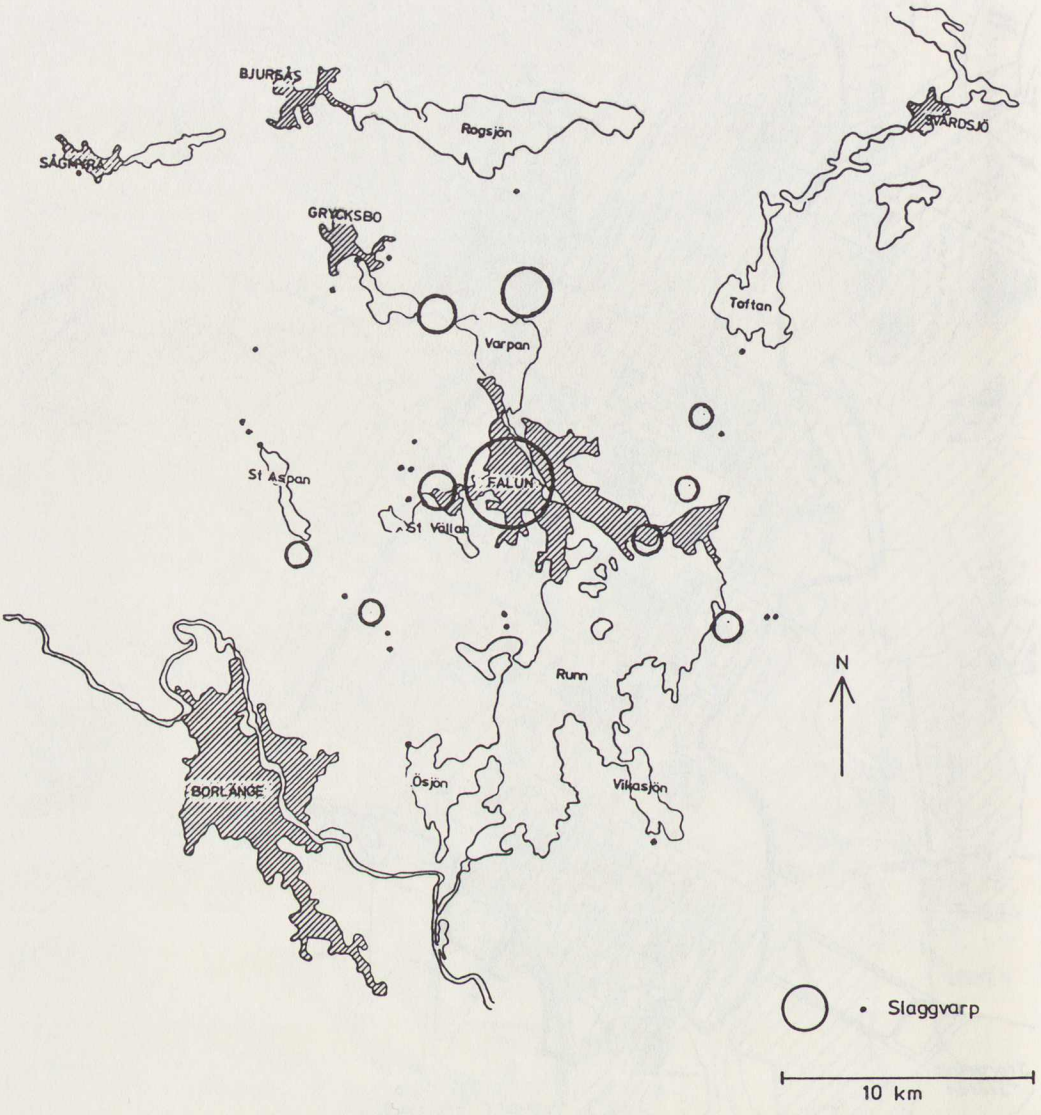


Figur 2 Förekomster av gruvvarp, slaggvarp, sandmagasin och kisbränder inom Faluns stadsbebyggelse.



Figur 3 Utbredning av gruvavfall under Falun.

Skala: 1:8000



Figur 4 Förekomster av slaggvarp inom Runns avrinningsområde.

Tabell 2 Förekomster av gruvavfall inom Runns avrinningsområde.

Gruvvarp	
Lokaliserat inom Faluns stadsbebyggelse	665 000 m^3
Lokaliserat utanför Faluns stadsbebyggelse	45 000 m^3
Sammanlagd mängd gruvvarp inom Runns avrinningsområde	710 000 m^3
Avfallssand	
Lokaliserat inom Faluns stadsbebyggelse, Nya sandmagasin	300 000 m^3
Lokaliserat inom Faluns stadsbebyggelse, Gamla sandmagasin	2 000 000 m^3*
Lokaliserat utanför Faluns stadsbebyggelse	250 000 m^3
	2 550 000 m^3
Slaggvarp	
Lokaliserat till upplag inom Faluns stadsbebyggelse	2 300 000 m^3
Fyllnadsmassor under Faluns stadsbebyggelse	1 100 000 m^3
Lokaliserat utanför Faluns stadsbebyggelse	1 935 000 m^3
Bortfört från varphögar, men kvar inom Runns avrinningsområde i form av fyllnadsmassor i vägar och järnvägsbankar	425 000 m^3
	5 760 000 m^3
Kisbränder	
Inom Faluns stadsbebyggelse	300 000 m^3

*) Eftersom upgifterna om de gamla sandmagasinens mäktighet varierar inom ett stort intervall måste volymsuppskattningen betraktas som osäker.

4.4 Tungmetalläckage

Tillförseln av tungmetaller till Runn sker till ca 90-95% via Faluån. För den övriga delen, ca 5-10%, svarar Sundbornsån för merparten (tabell 3).

Tabell 3 Tungmetallbidraget till Runn.

	Faluån ton/år	Sundbornsån ton/år	Övriga tillflöden ton/år
Fe	1100	170	20
Mn	-	18	2.0
Cu	29	1.7	0.70
Zn	700	6.2	1.9

Tungmetallbidraget till Faluån utgörs dels av det gruvvatten som dräneras ifrån Falu gruva och som under hela Falu gruvas verksamhetstid fram till sommaren 1987 har tillförts Faluån, dels av s k diffusa utsläpp ifrån gruvavfall inom Faluområdet. Från och med sommaren 1987 passerar gruvvattnet till det kommunala avloppsreningsverket där metallerna i vattnet binds med hjälp av kalk. Det metallhaltiga kalkslammet deponeras på ett särskilt inrättat avfallsupplag i Falun. Några åtgärder för att förhindra tungmetallutsläppen till Faluån ifrån upplagen med gruvavfall har däremot ännu inte vidtagits.

Eftersom den gruvvarp som förekommer inom Falu stad är lokaliserad till området närmast Falu gruva kommer lakvattnet från gruvvarpen att dräneras till en del via den avsänkningstratt i berggrunden som omger Falu gruvas dagbrott Stora Stöten och därmed tillföras gruvvattnet. Detsamma gäller det lakvatten som härrör från de nya sandmagasinen. En del av lakvattnet dräneras emellertid ytligt och avbördas t ex av Ingarvsdiket. Det tungmetallbidrag till Faluån som inte kan spåras till gruvvattnet måste därför huvudsakligen komma ifrån denna ytliga lakvattendränering och de upplag med kisbränder, slaggvarp respektive gamla sandmagasin som finns inom Faluns stadsbebyggelse.

Tungmetalltillförseln till Faluån från olika källor inom Falu stad har studerats i naturvårdsverkets projekt Falu Gruva och redovisats i två rapporter; "Metallbalans för Runn", SNV PM 1836 (1983)och "Metallbalans Gruvbäcken, Syrabäcken, Faluån", SNV PM 3094 (1984). I den tidigare rapporten (SNV PM 1836) redovisas resultaten av de mätningar av metallkoncentrationer och vattenflöden som utfördes under perioden 820310-830525. Mätningarna utfördes dels i länshållningsvattnet från Falu Gruva, dels vid olika mätstationer utmed Faluån. I den senare rapporten (SNV PM 3094) redovisas 1984 års mätserie utförd under mätperioden mars-juni i Faluån, Gruvbäcken och Syrabäcken.

Enligt den tidigare genomförda undersökningen (SNV PM 1836) kan det sammanlagda tungmetallbidraget från gruvavfallet inom Falu stad till Faluån vid Slussen (Tiskens utlopp i Runn) uppskattas till ca 385 ton järn/år, 430 ton zink/år och 16 ton koppar/år. Gruvvattnets tungmetallbidrag uppgår enligt samma rapport till 640 ton järn/år, 300 ton zink/år och 6.7 ton koppar/år. Med utgångspunkt från 1984 års mätserie (SNV PM 3094) kan tungmetallbidraget till Faluån från gruvavfallet inom Falun uppskattas till 272 ton zink/år och 21.3 ton koppar/år, medan tungmetallbidraget ifrån gruvvattnet enligt samma rapport uppgår till 911 ton zink/år och 19.2 ton koppar/år.

Med utgångspunkt från de mätdata som presenteras i naturvårdsverkets rapport SNV PM 1836 och SNV PM 3094 har också fördelningen av tungmetallbidraget till Faluån på olika källor inom Falu stad kunnat uppskattas. Den genomförda uppskattningen redovisas i tabell 4 nedan.

Tabell 4a Tungmetallbidraget till Faluån från olika källor inom Falu stad (1982-83 års mätning; SNV PM 1836).

Källa	Zink		Koppar	
	kg/h	%	kg/h	%
Slaggvarp och kisbränder	26	31	0.35	13.7
Gruvvatten	34	41	0.76	29.7
Nya sandmagasin	0.7	0.8	0.04	1.6
Gruvvarp och slaggvarp (Gruvdiket - Nya sandmagasin - gruvvatten)	16.3	19.5	1.26	49.1
Gamla sandmagasin	6.4	7.7	0.15	5.9
Summa	83.4	100	2.56	100

Tabell 4b Tungmetallbidraget till Faluån från olika källor inom Falu stad (1984 års mätserie, SNV PM 3094)

Källa	Zink		Koppar	
	kg/h	%	kg/h	%
Slaggvarp och kisbränder	20.3	15	0.6	12.9
Gruvvatten	104	77	2.2	47.5
Nya sandmagasin	9	7	0.7	15.1
Gruvvarp och slaggvarp (Gruvdiket - Nya sandmagasin - gruvvatten)	0	0	0.8	17.3
Gamla sandmagasin + gruvvatten	1.8	1	0.18	3.9
Summa	135.1	100	4.63	100

Metallbidraget genom utlakning från förekomster av slaggvarp, kisbränder och sandmagasin inom Falu stad kan också uppskattas med utgångspunkt ifrån uppgifter för zink- respektive kopparutlakningen från upplag med slaggvarp, vilka tagits fram inom naturvårdsverkets projekt Falu gruva (tabell 5). Utifrån de angivna maxvärdena för utlakningen av zink och koppar från de undersökta slaggvarpsupplagen, 44.8 g zink/m^3 varp och år respektive 14.1 g koppar/m^3 varp och år och kan metallbidraget från de "dolda" slaggvarpsförekomsterna under Faluns stadsbebyggelse beräknas till högst ca 50 ton zink/år respektive 14 ton koppar/år. Därmed skulle zinkbidraget från det nedgrävda avfallet högst kunna utgöra ca 1/8 av det totala zinkbidraget från andra tungmetallkällor än gruvvattnet medan kopparbidraget teoretiskt sett skulle kunna utgöra ca 65% av det sammanlagda kopparbidraget från s k övriga källor. Eftersom bara en mindre del av den nederbörd som faller inom Faluns stadsbebyggelse infiltrerar ned igenom de hårdgjorda ytor som idag täcker merparten av det "dolda" avfallet måste de i SNV:s rapport beräknade värdena för metallbidraget från slaggvarpsförekomsterna under Faluns stadsbebyggelse betraktas som överskattade.

Om motsvarande max-värden för zink respektive kopparutlakningen tillämpas för det "synliga" avfallet inom Faluns stadsbebyggelse skulle det möjliga metallbidraget från slaggvarpsupplagen inom Falun uppgå till ca 135 ton zink/år och 42 ton koppar/år.

Som framgår av tabell 4 har de maximala värdena för zink respektive kopparutlakningen erhållits vid upplag med relativt små volymer varp (500-7000 m^3). Vid upplag med varpvolymer överstigande 10 000 m^3 är som framgår av tabellen metallutlakningen betydligt mindre. Eftersom flertalet av slaggvarpsupplagen inom Faluns stadsbebyggelse innehåller mer än 50 000 m^3 varp är sannolikt de verkliga värdena för koppar- respektive zinkutlakningen betydligt lägre än de ovan angivna max-värdena. Med utgångspunkt från de värden för koppar respektive zinkutlakningen som erhållits vid varpupplag innehållande mer än 10 000 m^3 varp (tabell 5) kan zinkutlakningen beräknas till ca 5.4 g zink/m^3 varp och år och kopparutlakningen till 1.8 g koppar/m^3 och år för det synliga avfallet ovanför Faluns stadsbebyggelse samt för upplagen med kisbränder. För den slaggvarp som förekommer under Faluns stadsbebyggelse bör de beräknade lakvärdena med hänsyn till den låga infiltrationen halveras. Därvid erhålls 2.7 g zink/m^3 och år 0.9 g koppar/m^3 och år. Om dessa mer "moderata" värden för metallutlakningen från slaggvarp tillämpas på slaggvarpsförekomsterna inom Falun erhålls ett betydligt mindre metallbidrag därifrån. I tabell 6 redovisas de beräknade värdena för metallbidraget från slaggvarp, kisbränder och gamla sandmagasin inom Faluns stadsbebyggelse.

Tabell 5 Ur Naturvårdsverkets rapport "Projekt Falu Gruva", Metallbalans för Runn, delprojekt 12.

Zinkutlakning från slaggvarp inom Runns tillrinningsområde mars 1982 - februari 1983.

Vattendrag/stn		g/m^3 varp,år	Varpvolym m^3	Varphög
1	Brossån	21.6	2 000	43 Mårtanberg
4	Säpptjärnsån	35.3	2 000	44 Mårtanberghyttan
9	Svartholsbäcken	44.8	500	40 Sågmyra
17	Harmsarbäcken	7.2	4 000	
18	Nåhemsbäcken	3.8	8 000	Änkebyn
8/10	Årbosjön-Gopen	9.4	15 000	Sågmyra
T1	Faluån, inl. Varpan	4.7	180 000	Bergsgården
T4	Sundbornsån	6.7	440 000	Hosjöholmen m fl
T5	Knivån	2.3	190 000	Staberg m fl
T7	Aspån	4.0	218 000	Stråtenbo m fl
T8	Norsboån	33.9	7 000	Norsboberget

Kopparutlakning från slaggvarp inom Runns tillrinningsområde mars 1982 - februari 1983.

Vattendrag/stn		g/m^3 varp,år	Varpvolym m^3	Varphög
1	Brossån	12.2	2 000	43 Mårtanberg
4	Säpptjärnsån	14.1	2 000	44 Mårtanberghyttan
17	Harmsarbäcken	1.8	4 000	
18	Nåhemsbäcken	0.9	8 000	Änkebyn
T1	Faluån, inl. Varpan	4.2	180 000	Bergsgården
T4	Sundbornsån	1.0	440 000	Hosjöholmen m fl
T5	Knivån	1.0	190 000	Staberg m fl
T7	Aspån	1.2	218 000	Stråtenbo m fl
T8	Norsboån	3.0	7 000	Norsboberget

Tabell 6 Det beräknade tungmetallbidraget till Faluån (vid Slussen) från andra källor än gruvvattnet.

Källa	Volym m^3	Medelutlakning g/m^3 varp och år		Metallbidrag ton/år	
		Zn	Cu	Zn	Cu
Slaggvarp i upplag	2 300 000	5.4*	1.8*	12.4	4.1
Slaggvarp under stadsbebyggelsen	1 100 000	2.7	0.9	3.0	0.9
Kisbränder	300 000	5.4	1.8	1.6	0.54
Gamla sandmagasin	2 000 000	8.6**	0.65**	17.3	0.65
Summa	5 700 000			34.3	6.19

*) Beräknad med utgångspunkt från data redovisade i Naturvårdsverkets rapport: Projekt Falu Gruva; "Metallbalans för Runn", delprojekt 12, tabell 6, 7.

**) Beräknad med utgångspunkt från uppgifter redovisade i SIVV:s rapport Projet Falu Gruva; "Metallbalans Gruvbäcken, Syrabäcken, Faluån".

Som framgår av tabell 6 kan det teoretiskt beräknade metallbidraget från gamla sandmagasin, kisbränder och slaggvarp sannolikt inte förklara de ca 272-430 ton zink och 16-21 ton koppar som enligt naturvårdsverkets rapport Falu Gruva, varje år läcker ut till Faluån från andra tungmetallkällor än gruvvattnet.

Den relativt stora diskrepans som råder mellan det teoretiskt beräknade metallbidraget från andra källor än gruvvattnet (tabell 4) och de uppskattningar av motsvarande metallbidrag som gjorts med utgångspunkt från genomförda mätningar av metallkoncentrationer och vattenflöde i Faluån med tillflöden kan bl a ha följande orsaker:

1) Skillnaden i utlakning mellan olika upplag kan variera upp till en faktor 10, och de i tabell 6 angivna värdena för utlakningen av koppar respektive zink kan vara för lågt uppskattade.

2) Det råder osäkerhet i genomförda bestämningar av vattenflöden och metallkoncentrationer i Faluån med tillflöden.

3) Det kan finnas okända förekomster av kraftigt vittringsbenägen varp inom Falu stad.

4.5 Avfallets miljöpåverkan

Tungmetallutsläppens inverkan på miljön har framförallt kunnat studeras genom undersökningar av tungmetallkoncentrationerna i bottensediment i sjöar inom Runns avrinningsområde.

Tungmetallkoncentrationerna i bottensediment från sjön Runn (med Tisken) har undersökts dels inom naturvårdsverkets projekt Falu gruva ("Miljöeffekter", SNV PM 1837), dels i en forskningsrapport från geologiska institutionen vid Uppsala universitet: "The influence of mining on Lake Tisken and Lake Runn" (Ulf Qvarfort 1984. Bulletin of the geological institutions of University of Uppsala).

I naturvårdsverkets undersökningsprogram ingick också analyser av tungmetallinnehållet i bottensediment från sjöarna Varpan och Rogsjön. Enligt naturvårdsverkets undersökningar uppvisar bottensedimenten i sjön Runn tydligt förhöjda halter av framförallt tungmetallerna bly, koppar, zink, krom och järn. De högsta tungmetallhalterna i bottensediment uppvisar sjön Tisken. Tungmetallhalterna i Tisken är ofta 5-10 ggr högre än i Runn. Sjön Varpan som ligger uppströms tungmetallkällorna inom Faluns stadsbebyggelse uppvisar genomgående lägre tungmetallhalter än bottensedimenten i Runn och Tisken, men de uppmätta halterna i Varpan är ändå tydligt förhöjda i förhållande till s k bakgrundsvärden. I Rogsjön är tungmetallhalterna i allmänhet betydligt lägre än i de övriga undersökta sjöarna. Halterna av kadmium och bly är däremot ungefär desamma i Rogsjön som i Varpan.

I Runn avtar bottensedimentens tungmetallhalter med djupet. Varpans bottensediment däremot uppvisar för tungmetallerna zink, bly och kadmium stigande halter med djupet.

Medan de provtagningar som naturvårdsverket genomfört inskränker sig till de översta 20 cm av bottensedimenten behandlar Ulf Qvarforts undersökning ("The influence of mining on Lake Tisken and Lake Runn) tungmetallerna i borrkärnor ned till mellan 0.7 och 3.5 m. Undersökningen visar att tungmetallhalterna i sedimentproppar hämtade ur sjön Runn och Tisken ökar med minskat djup. En kraftig ökning av tungmetallhalterna är oftast detekterbar i de översta 50 cm av sedimenten. Dateringar av sedimenten utförda med bl a pollenanalys visar att den kraftiga ökningen av bottensedimentens tungmetallhalter kan relateras till den ökade gruvbrytningen inom Faluområdet. Sedimentpropparnas djupare delar uppvisar enligt författaren i allmänhet samma tungmetallhalter som moränen inom området. Författaren understryker dock att tungmetallfördelningen med djupet till viss del kan bero på sekundära transporter inom bottensedimenten.

5 PRINCIPIELLA MÖJLIGHETER ATT BEGRÄNSA METALLBELASTNINGEN

5.1 Inledning

Med hänsyn till vittringsprocessens betydelse för utlakningen av tungmetaller kan man hävda att de grundläggande möjligheterna man har att begränsa metallbelastningen beskrivs av två alternativ:

1) Ta hand om svavelföreningar och/eller metallerna alternativt vittrings-/lakningsprodukterna och oskadliggöra dem eller åtminstone göra dem mindre skadliga.

2) Begränsa vittringen och utlakningen av mineralen, vilket i princip medför lägre halter i lakvattnen och mindre lakvattenflöden.

Dessa två alternativ kan i sig innehålla flera praktiska lösningar. Utvärderingen av de enskilda lösningarna bör ta fasta på följande:

- Omedelbar effekt på miljön
- Utförbarhet och kontrollerbarhet
- Kostnad
- Behov av kontroll och underhåll
- Beständighet i långtidsperspektivet.

Av dessa förhållanden får beständighetsaspekten en avgörande betydelse samtidigt som den är svår att värdera. Flera tänkbara lösningar kan vara effektiva på kort sikt men är tveksamma om man tar hänsyn till vad som kan hända på hundra eller flera hundra års sikt.

De tekniska lösningar som är tänkbara och som tillhör huvudalternativ 1 beskrivs i avsnitten 5.2-5.5:

5.2 Omanrikning
5.3 Pyritseparation
5.4 Uppsamling och rening av lakvatten
5.5 Forcerad vittring/lakning

Möjligheterna att begränsa vittringen eller utlakningen av mineralen behandlas i avsnitten 5.6-5.8:

5.6 Antiseptisk behandling
5.7 Kalkning
5.8 Deponering under vattenytan
5.9 Deponering under täckskikt

5.2 Omanrikning

Forna tiders anrikning och utvinning av metaller utgick endast från de rikare delarna av malmen. Det var då alltför krävande att bearbeta ofyndigare berg än vad som motsvarade 2-3% kopparhalt. Resterna som skräddes bort för hand och lades i upplag, gruvvarpen, innehåller ofta mer än vad som idag betraktas som brytvärt. Eftersom gruvvarpen redan är bruten, uppfodrad och sönderdelad kan man t o m tänka sig att den är möjlig att bereda vid en lägre metallhalt än motsvarande malm i gruvan, s k omanrikning. En stor del av de gruvvarpshögar som funnits från sulfidmalmsbrytning i Bergslagen är redan omanrikade.

Omanrikningen eliminerar inte problemen med utläckage av tungmetaller, dels beroende på att all varp inte kan bearbetas, dels beroende på att omanrikningen skapar ett nytt avfall. Detta nya avfall är visserligen mindre rikt på koppar (samt zink och bly om dessa också utvinns) men som kan vara mer lakbart därför att den exponerade vittringsytan ökat på grund av den nedkrossning som sker i modern anrikningsteknik. Skall begränsningen av metallutsläppen bli påtagliga måste omanrikningen därför kombineras med åtgärder mot vittring/utlakning i de sandmagasin som blir resultatet av omanrikningen.

5.3 Pyritseparation

Teknik finns att frånskilja pyriten (svavelkisen) från avfallet. Därigenom erhålls ett avfall med lägre föroreningspotential och ett med högre sådan potential. För att detta skall vara ett bra alternativ krävs att det förra kan deponeras med lågt ställda krav och till betydligt reducerade kostnader och det andra (pyriten) antingen kan nyttiggöras eller utgör så liten andel att deponering med högt ställda krav ändå inte innebär så stora totala kostnader. Alternativet med deponering under vatten kan vara fördelaktigt, särskilt om pyritandelen, såsom i Falun, är stor. Robertson (1987) påpekar att kostnaderna för detta alternativ är stora i förhållande till den effekt det ger.

5.4 Uppsamling och rening av lakvatten

Att samla upp allt lakvatten, som bildas, föra det till reningsverk och där rena vatten på metaller och sulfat är en åtgärd som ligger nära till hands. Motåtgärden bygger på tre delåtgärder (uppsamling, ledning och rening av lakvatten) som alla måste vara effektiva för att man skall få ett lyckat resultat. För att uppsamlingen av lakvatten skall vara effektiv krävs att lakvattenläckagen är så koncentrerade att man kan lokalisera dem och i praktiken lyckas med uppsamlingen.

Att leda vatten till avloppsverk är gammal känd teknik. Det är emellertid också välkänt att läckagen från sådana ledningar generellt är omfattande. I detta moment krävs således både omsorg och omfattande underhåll för att det skall fungera väl.

Rening av lakvatten från metaller kräver speciella processer jämfört med konventionell behandling av avloppsvatten. I de flesta fall baseras reningen på en utfällning av metallerna med hjälp av alkaliska lösningar. Effektiviteten i dessa processer varierar beroende av process och metall. I Falun tillämpas sedan 1987 sådan rening på det metalliska grundvatten som pumpas upp ur Falu gruva. Detta vatten kan jämställas med lakvatten från gruvavfallsupplag, eftersom det bildas av nederbördsvatten och gruvvatten som bl a perkolerat ned genom rasmassor och varpmassor i Stora Stöten. Effektiviteten i reningen uppges vara uppemot 95% (Länsstyrelsen i Kopparbergs län, 1988). Restprodukten från reningen utgörs av metallhydroxidslam, som i detta fallet är rikt på gips (kalciumsulfat). Detta slam betraktas som ett miljöfarligt avfall och måste tas om hand på särskilt sätt.

Om man utgår ifrån att uppsamlingen av lakvattnet kan lyckas till 90% samt att ledningen till reningsverk och reningen där vardera är 95%-ig kommer hela åtgärdssystemets effektivitet att bli ca 80%, vilket får anses vara tillfredsställande. Det skall dock påpekas att rening av lakvatten knappast kan ses som en permanent åtgärd.

5.5 Forcerad vittring/lakning

Som redan nämnts är bakterieaktivitet en viktig förutsättning för den omfattande vittring som äger rum då pH-värdet i lakvattnet blir lågt. Mikroorganismerna, som har förmåga att bryta ned sulfidmineralen, är bakterier av släktena Thiobacillus och Ferrobacillus. Dessa bakterier lever på att oxidera järn och svavel, t ex det envärda svavlet i sulfidmineral till det två- respektive sex-värda svavlet i tiosulfat- eller sulfatjoner, vilka utgör restprodukterna i processen. Bakterierna kräver syre och koldioxid för att överleva och utvecklas. De trivs generellt bäst vid låga pH-värden och särskilt kraftig vittring anses bli resultatet då pH-värdet ligger kring 2.

Att öka vittrings-/lakningshastigheten genom att optimera bakterieaktiviteten kan vara ett sätt att förkorta tiden för omhändertagande och rening av lakvatten från sulfidhaltiga restprodukter. Det måste kombineras med någon reningsprocess för det avgående vattnet och utgör således en kompletterande åtgärd till alternativet att omhänderta och rena lakvatten.

Hallberg (1987) anger att de sulfidoxiderande bakterierna alstrar ytaktiva substanser som underlättar kontakten med själva malmmineralen. Man anser allmänt att vittringen av sulfiderna utgörs av en hel kedja av processer och att bakteriernas inverkan kommer in efter att luftens syre skapat en inledande oxidation enligt formlerna:

$$FeS_2 + 2H_2O + 3O_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^-$$

$$CuFeS_2 + 2H_2O + 3O_2 \rightarrow Cu^{2+} + Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 4H^+ + 4e^-$$

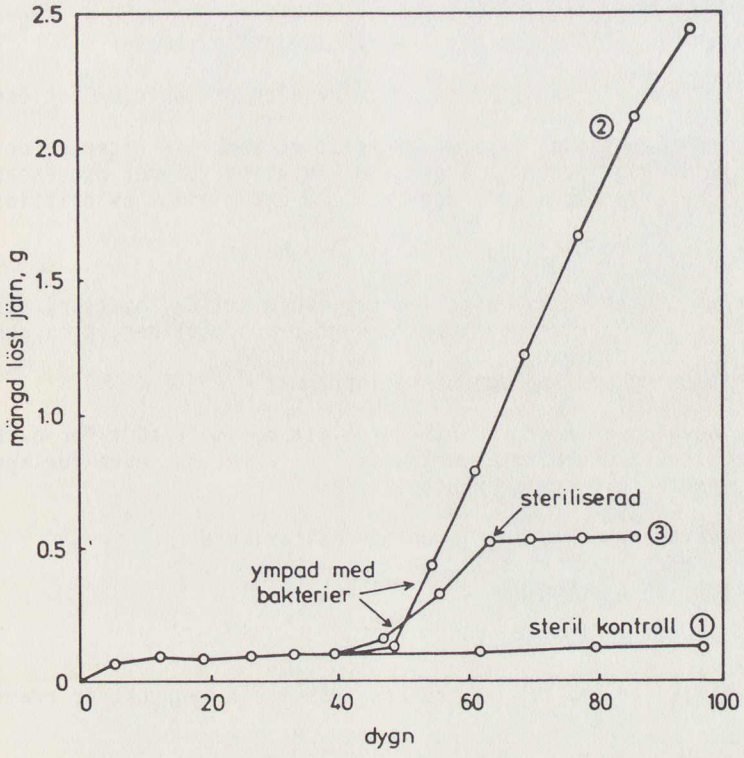
Bakterierna anses därefter fortsätta vittringen genom att oxidera tvåvärt järn till trevärt. Detta trevärda järn kan reduceras tillbaks till tvåvärt varvid ytterligare sulfidmineral, t ex pyrit, oxideras.

$$CuFeS_2 + Fe^{3+} + 2H_2O + 3O_2 \longrightarrow Cu^{2+} + 2Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 4H^+ + 3e^-$$

Oxidationen leder således till en successiv nedbrytning av sulfider, en upplösning och utlakning av metalljoner (här Cu^{2+} och Fe^{2+}) och sulfatjoner, samt - inte minst - ett ständigt tillskott av vätejoner, dvs pH sjunker, lakvattnet blir surare.

Oxidationen är en kombinerad bakteriell och kemisk process, där den bakteriella kan vara mycket effektivare än den kemiska. Hallberg (1987) anger flera kvantifierade exempel på detta, se exempelvis figur 5, men han poängterar även att processen ännu inte är helt känd. Att reduktionen av trevärt järn är en viktig delmekanism visar han med försök där molybdenglans (MoS) oxiderats och lakats på molybden både med och utan tillsats av pyrit (FeS_2). Där pyrit oxiderats tillsammans med molybdensulfiden har utlakningen av molybden blivit flera gånger större än där molybdenglans oxiderats ensam.

En viktig förutsättning för framgångsrika laboratorieförsök med bakterielakning är att restprodukterna från processen, metalljonerna, blir bortförda eftersom de utgör ett gift för bakterierna i alltför höga koncentrationer. Vidare brukar näringslösningar eller pH-justeringsmedel tillsättas lakvätskan vid laboratorieexperiment.



Figur 5 Oxidation av svavelkis med och utan bakterier. Försök (1) är en steril kontroll som visar hastigheten vid kemisk oxidation. Försök (2) ympades med bakterier efter 31 dygn. Försök (3) ympades efter 28 dygn och steriliserades åter efter 63 dygn.

En jämförelse mellan dessa tre försök visar tydligt den kraftiga ökningen av oxiderat järn vid närvaro av järn- och svaveloxiderande bakterier (Hallberg, 1987).

Den naturliga oxidations- och lakningsprocess som drabbar sulfidrika restprodukter kan utnyttjas kommersiellt. Detta sker genom att lakvattnet insamlas och metallerna utvinns. Edvardsson & Billeryd (1983) anger två metoder för metallutvinning, elektrokemisk extraktion och utfällning på järnskrot (endast metaller som är ädlare än järn). Eftersom zink och kadmium, som är viktiga att inte släppa ut i miljön, ofta kommer att förekomma i relativt höga koncentrationer i lakvattnet, kommer elektrisk extraktion att bli nödvändig i de flesta fall. Förutsättningarna för att detta skall fungera är då generellt följande:

- En viss minsta halt av ekonomiska mineral, som dock är lägre än vad som gäller för alternativa utvinningsmetoder

- Lakvattnet kan tas om hand och mineralen utvinnas ur laklösningen

- Utvinningen kan få pågå under relativt lång tid eftersom det är en långsam process. I gengäld kan stora volymer processas till relativt låga kostnader och med ett minimum av driftinsatser

- Acceptabla förhållanden från miljösynpunkt.

Utvinningsprocessen kan accellereras genom skilda insatser, vilket effektiviserar utvinningen och förkortar processtiden, t ex genom:

- Inokulering av lämpliga bakteriestammar

- Uppläggning av restprodukterna på ett optimalt sätt för oxidation, lakning och omhändertagande av lakvatten. Även förläggning i utbrutna gruvsystem kan övervägas

- Tillsättning av näringsämnen för bakterierna

- Optimering av pH-nivån

- Recirkulation av lakvatten.

De förhållanden som bör utvärderas från miljö-synpunkt är framförallt:

- Den forcerade vittringens/utlakningens och utvinningens effektivitet och beroende av optimala förhållanden och borttransport av metallhaltigt lakvatten

- Möjligheterna för läckage av lakvatten och konsekvenserna av detta

- Vad som händer med metaller som inte utvinns, t ex kadmium och zink

- Hur det mindre farliga avfallet skall behandlas då utvinningen upphör. Någon form av uppläggning och täckning blir sannolikt aktuell

- Vad som händer med sulfatjonerna i lakvattnet.

Forcerad vittring och ekonomisk utvinning av metaller från låghaltiga sulfidmalmer, s k heap leaching i stor skala är känd från Spanien och Sydamerika. Trots detta och trots att tekniken är relativt enkel, så är den ny samtidigt som processerna är komplicerade. I Sverige har man utfört lovande försök i laboratorieskala, se t ex Edvardsson och Billeryd (1983) men fältförsök borde även utföras i relativt stor skala, inte minst för att klarlägga miljöeffekterna.

De nyss nämnda laboratorieförsöken, som genomförts på gruvvarp från Grönhögsgruvan i Åtvidabergs bergslag, antyder både att utvinningsgraden kan bli hög och att processen kan bli relativt snabb. Detta innebär att lakvattnets innehåll av metaller är högt, vilket accentuerar behovet av att lakvattnet omhändertas till nära nog 100%.

5.6 Antiseptisk behandling

Desinficering av vittrande gruvavfall i syfte att begränsa eller eliminera den bakteriella processen har testats med god temporär framgång i liten skala. Metoden är dåligt utvecklad och sannolikt ännu inte tillämpad i full skala. Man använder vanligen baktericider för detta ändamål och två applikationssätt utnyttjas:

- Inblandning i avfallet
- Ytapplicering (spray)

Robertson (1987) påpekar att baktericiderna hämmar enbart den delen av vittringen som styrs av bakterier, varför effekten inte alltid är tillräcklig. Han anser sprayning på ytan vara ineffektiv och förordar en ordentlig inblandning i avfallet. På grund av att baktericidernas effekt är begränsad i tiden måste behandlingen göras om, uppskattningsvis vart 5:e år. På grund av att fullständig inblandning då erfordras bedöms metoden i längden bli kostsam. Eftersom osäkerheter råder om effektivitet samt att någon permanent lösning inte erhålls, rekommenderas inte metoden för Faluns gruvavfall.

5.7 Kalkning

Surt, metallhaltigt lakvatten brukar inte bildas från sulfidhaltigt gruvavfall om dessa innehåller tillräckligt med karbonater för att neutralisera den bildade syran. I de fall, såsom i Falun, karbonathalten inte räcker till för fullständig neutralisation ligger det nära till hands att på konstgjord väg förstärka karbonatinnehållet.

För gruvavfallet i Falun finns enbart uppgifter om svavel/kalcit (kalciumkarbonat)-förhållandet för restsanden från anrikningen, men denna torde vara representativ även för gruvvarpen. Svavelhalten är så hög som 22% medan kalcithalten endast är ca 0.5%. För att neutralisera hela svavelmängden i restprodukten som till stor del består av pyrit (svavelkis) erfordras således en mycket stor andel kalksten för att neutralisera all syra som kan bildas av storleksordningen 1/5 av hela avfallsmängden. För gruvvarpen innebär detta närmare 300 000 ton och för sandmagasinen ca 700 000 ton. Endast krossad kalksten har tillräcklig förmåga att neutralisera syran. Kostnaden för sådan kalk bedöms bli 300-400 kr/ton.

Robertson (1987) förordar en ordentlig inblandning av kalkstenen i avfallet, vilket kräver en omflyttning av restprodukterna. Kostnaderna för detta antas ligga vid ca 20 kr/m^3. Den totala kostnaden för kalkning av gruvvarpen bedöms således grovt att uppgå till storleksordningen 100-150 Mkr och för sandmagasinen till 250-350 Mkr.

Robertson anger vidare att ytlig applikation av kalksten har begränsad effekt. Detta beror på att kalkstenen löser upp sig långsammare i nederbördsvatten än i surt lakvatten. Inströmningen av infiltrerande nederbördsvatten är dessutom ofta koncentrerad till vissa skikt och kanaler (torksprickor etc) varvid kalkstenen blir ojämnt förbrukad.

5.8 Deponering under vattenytan

Tillgången på syre utgör ett avgörande villkor för vittringen av sulfidmineralen. Visserligen kan vittringen även fortgå genom reduktion av trevärt till tvåvärt järn, men efter ett tag har allt trevärt järn reducerats och bildningen av nytt kräver syre från atmosfären. Kan man begränsa tillgången på syre i restprodukterna i tillräcklig omfattning, kan man även hindra vittringen och därmed bör spridningen av tungmetaller reduceras kraftigt.

Transporten av syrgas är ineffektiv under vatten. Om vattnet har en låg omsättning och inte syresätts genom väder och vind kommer mycket lite syre att finnas tillgängligt för vittringen av sulfiderna. Den bestäms nästan uteslutande av syrets diffusionshastighet i vatten, vilken är mycket låg. Att deponera gruvavfallet under vatten, t ex i övergivna gruvschakt eller i naturliga, vattenfyllda depressioner är därför en tänkbar lösning som exempelvis tillämpas som en dellösning i Bersbo, Östergötland. För åtgärden krävs, som redan nämnts, att vattnet ej syresätts genom strömning eller vågbildning. Vidare måste åtgärden vara beständig under lång tid, dvs avfallet måste skyddstäckas och vattennivån får inte plötsligt sjunka under avfallets överyta.

Detta kräver överväganden som berör erosions- och översvämningsrisker, inverkan av landhöjningen och framtida markanvändning samt upplagets inverkan på naturmiljön och framtida möjligheter till utnyttjande av vattenområdet.

Normalt betraktas inte dammvallar som stabila konstruktioner i långa tidsperspektiv utan kräver i så fall kontroll och underhåll för all framtid (Eurenius, 1988). Därför är deponering i gruvschakt eller i naturliga bassänger, dvs sjöar att föredra från beständighetssynpunkt. Problemen med deponering i gruvschakt är praktiskt förknippade med svårigheterna att få ned avfallet ordentligt och att i förväg beräkna hur stora volymer som går ned i schakten. Ortsystemen i gruvan kan normalt inte utnyttjas av praktiska skäl. Ett annat hinder mot deponering i gruvor är att man då frånhänder sig möjligheten att i fortsättningen utnyttja de aktuella schakten för vidare brytning eller prospektering. Dessa förhållanden regleras av gruvlagen och i många fall kommer det att vara svårt att få tillstånd till igenfyllning.

5.9 Deponering under täckskikt

5.9.1 Bakgrund

Att täcka avfallsupplaget har blivit en metod att begränsa utsläppen av oönskad spridning av ämnen från upplaget. Metoden tillämpas på en rad olika avfallstyper, slagg och askor, kommunalt avfall samt miljöfarligt avfall. Avsikten med täckningen är då att den skall begränsa produktionen av sådant lakvatten som härrör från infiltrerad nederbörd. Detta ställer särskilda krav på det material som används i täckskiktet. Man räknar normalt med att tätande skikt i täckningen skall reducera lakvattenproduktionen med 50-99%. För att en sådan åtgärd skall vara meningsfull krävs då oftast att avfallet ligger ovan grundvattenytan, dvs att man kan bortse ifrån inläckande grundvatten "från sidan eller från botten".

Vid gruvavfallsupplag syftar täckningen till att, förutom att reducera nederbördsinfiltrationen, också till att reducera syretransporten till avfallet. I själva verket är förhoppningen att denna funktion skall leda till en reduktion av utlakningen som är så omfattande att också metallhalterna i lakvattnet minskar, trots att lakvattenflödet blir mindre.

Arbetet inom Naturvårdsverkets forskningsområde "Gruvindustrins restproduktupplag" har koncentrerats på teknik för och effekter av täckning av gruvavfallsupplag. Projektområdet skall avlämna sin rapport under hösten 1988. Följande redovisning är därför en preliminär sammanfattning av de resultat rörande täckningsteknik som hittills erhållits inom projektområdet.

5.9.2 Täckskiktets principiella uppbyggnad och funktion

Flera utredningar har klarlagt att alla jordarter eller motsvarande material inte har den tätande funktion som behövs för att påtagligt begränsa lakvattenproduktionen, Karlqvist & Olsson (1983), KHM (1983) och Lundgren & Kullberg (1985). Den tätande funktionen behöver emellertid i princip enbart upprätthållas av ett relativt tunt skikt (tätskiktet). Andra delar av täckskiktet skall ha dränerande och kapillärbrytande funktion eller verka skyddande mot yttre krafter, erosion, frost, uttorkning, rotpenetration etc.

Täckning av avfallsupplag med jord måste av ekonomiska skäl alltid ske med material som hämtats från platsen eller inom närliggande områden. Vissa andra avfall kan ibland vara lämpliga om de inte behöver transporteras alltför långt eller om mängdbehovet inte är så stort. I så fall används de nästan aldrig ensamma utan tillsammans med jordtäckning. De konstgjorda material som också kan få användning i tätskikt tillsammans med jord är framförallt plast- och gummidukar, bentonit (egentligen en processad, särskild lertyp), bentonitprodukter och betong. I tabell 7 förtecknas olika jordarter, restprodukter och konstmaterial samt deras viktigaste funktioner i ett täckskikt.

Tabell 7 Olika tänkbara material i ett täckskikt på ett avfallsupplag och dess specifika funktion(er).

Material	Funktion
Jordarter	
morän	skyddande
moränlera	tätande (och skyddande)
grus och sand	skyddande och dränerande
grovsilt	skyddande
finsilt	tätande (i viss mån)
lera	tätande
Restprodukter	
sprängstensfyllning	skyddande (dock ej mot frost)
schaktmassor, ospecificerade	skyddande
slagg	skyddande, ev. dränerande
rivningsavfall	skyddande
askor	skyddande
avsvavlingsprodukter och restgips	skyddande (ev. tätande)
cementstabiliserade askor (t ex Cefyll)	tätande
bark- och skogsavfall	skyddande (dock ej mot erosion)
fiberavfall	skyddande, ev. tätande
Konstprodukter	
plastdukar (PVC, PE, PP)	tätande
gummidukar (Neopren, butyl)	tätande
bentonit	tätande
bentonitpanel, -matta	tätande
betong	tätande

Tätskiktets effektivitet som syrebarriär beror till stor del av dess förmåga att behålla en hög vattenmättnadsgrad, trots inverkan av naturlig dränering och uttorkning. Denna förmåga ökar med minskande storlek på de porer som ingår i materialet. På samma sätt ökar tätheten mot vattengenomströmning med minskande porstorlek. Därför kan porösa materials genomsläpplighet eller permeabilitet för vatten användas som kvalitetsparameter både för vatten- och syrebarriärfunktionen. Resultaten av de modellberäkningar som utförts inom SNV:s gruvavfallsprojekt och som bekräftats genom laboratorieförsök och uppföljningar i fält kan sammanfattas i följande generaliserade prognos:

- För att någon betydelsefull barriäreffekt mot syretransport till avfallet skall erhållas måste tätskiktets täthet minst motsvara permeabilitetsvärdet $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

- Om tätheten hos tätskiktet är mellan 10^{-9} och 10^{-10} m/s kommer en avsevärd reduktion av syretransporten till avfallet att äga rum. Reduktionen kommer att resultera i en minskning av vittringen som motsvarar upp till nära 3 tiopotenser, dvs till nästan en tusendel av den mängd sulfider som vittrar per tidsenhet på ett icke täckt upplag.

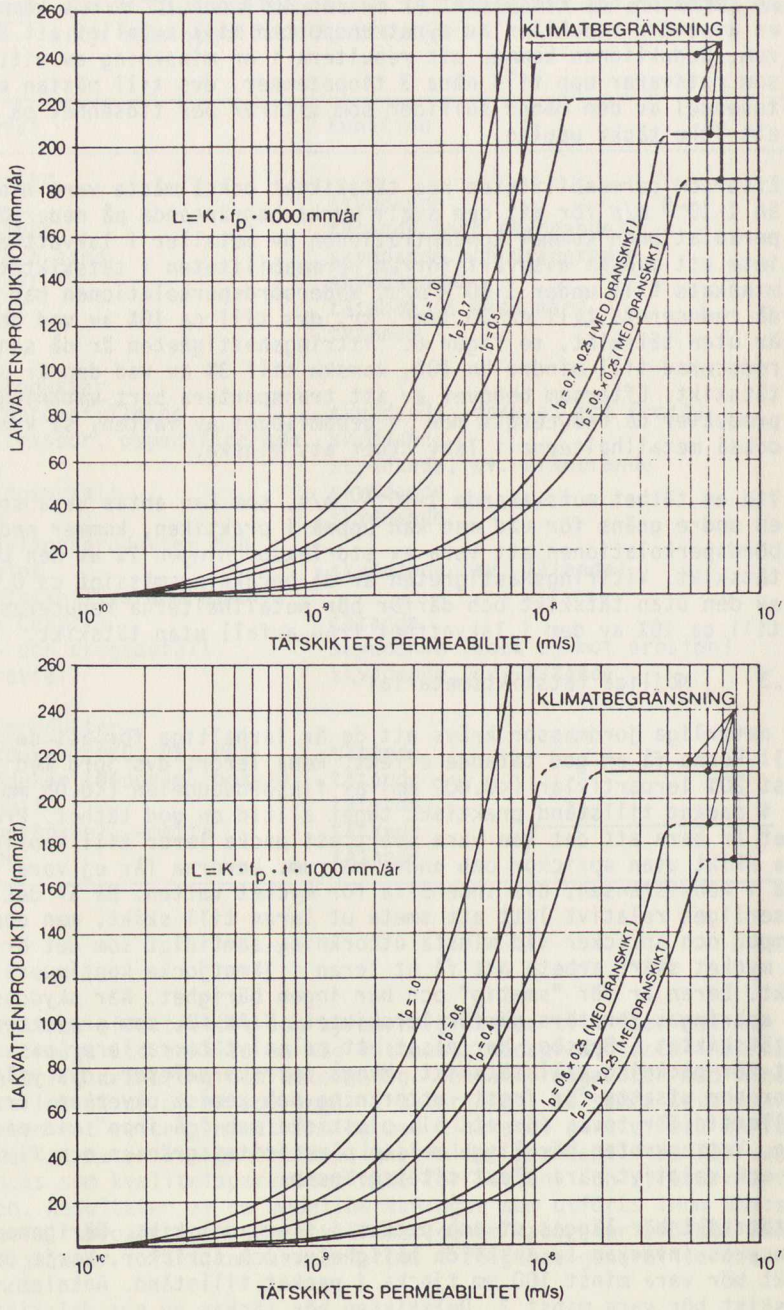
- Eftersom permeabiliteten hos tätskiktet också måste vara mindre än $1 \cdot 10^{-8}$ m/s för att den skall verka begränsande på nederbördsperkolationen kommer koncentrationen av metaller i lakvattnet inte att minska avsevärt förrän permeabiliteten i tätskiktet minskats till under $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Nederbördsperkolationen har då reducerats till ca 30 l/m^2, år, dvs till ca 10% av vad den är utan tätskikt, se figur 6. Vittringshastigheten är då sannolikt reducerad till mindre än 10%, kanske till 3% av vad den är utan tätskikt. Eftersom behovet av att transportera bort vittringsprodukter då reducerats mer än genomflödet av vatten, så kommer också metallhalterna i lakvattnet att minska.

- Vid en täthet motsvarande $1 \cdot 10^{-10}$ m/s, som kan antas vara som en undre gräns för vad man kan uppnå i praktiken, kommer nederbördsperkolationen att vara av storleksordningen 1% av den utan tätskikt. Vittringshastigheten är då beräkningsmässigt ca 0.1% av den utan tätskikt och därför bör metallhalterna reduceras till ca 10% av dem i lakvattnet från avfall utan tätskikt.

5.9.3 Möjliga tätskiktsmaterial

För naturliga jordmassor krävs att de är lerhaltiga för att de skall kunna få en god tätande effekt. Rena leror, dvs jord med minst 20% lerpartiklar (<0.002 mm) av finjordsandelen (<0.06 mm), har i packat tillstånd praktiskt taget alltid en god täthet. Problemet är bara att det kan vara svårt att packa leror till kontinuerliga skikt utan sprickor och andra hålrum. Lerorna får ej vara lösa i konsistensen, dvs innehålla för mycket vatten. Då är det visserligen relativt lätt att smeta ut leran till skikt, men den krymper och spricker vid minsta uttorkning samtidigt som det är ett mycket svårt arbete att få ut leran i jämntjocka kontinuerliga skikt. Leran är för "smetig" och har ingen bärighet. När skyddsskiktet anbringas förstörs därför lerskiktet. VIAK AB, som projekterat lertätskiktet i Bersbo, har visat att relativt torra leror passar bäst för packning till tätskikt. Många torrskorpeleror, dvs ytliga leror som utsatts för frost, uttorkning och kemisk påverkan, är emellertid för torra för att bli plastiska och "gå ihop" vid packning. Vattenkvoten bör ligga mellan plasticitetsgränsen och flytgränsen och relativt nära plasticitetsgränsen.

Lertätskikt bör läggas ut och packas i flera delskikt. Därigenom reduceras inverkan av enskilda håligheter och sprickor. Varje delskikt bör vara minst 100 mm tjocka i packat tillstånd. Antalet delskikt bör vara minst 3. Delskikten bör täckas av nya delskikt eller av skyddstäckning inom ett dygn. Vid torr och blåsig väderlek kan det bli nödvändigt att täcka tidigare, eventuellt med tillfälliga plastdukar eller pressening alternativt att försiktigt sprinkla vatten över.



Figur 6 Lakvattenproduktionen som funktion av tätskiktets permeabilitet och perkolationstidsfaktor. Ett dränskikt ovan tätskiktet reducerar perkolationstidsfaktorn med 75%.

Dynamisk packning är inte lämplig vid packning av lertätskikt. Vid stora arbeten kan istället s k fårfotsvält vara användbar. På grund av risken för uttorkning av lerytan kan det emellertid vara olämpligt att arbeta på stora ytor, särskilt när man arbetar med flera delskikt. Ett bra sätt kan vara att använda tunga bandgående fordon för packningsarbetet, t ex samma schaktbladsmaskiner som används för att lägga ut leran med i delskikt.

Antalet överfarter som erfordras vid packningen måste bestämmas i varje enskilt fall och efter lerans egenskaper. För mycket torra leror kan mer än 10-20 överfarter erfordras innan leran blir så plastisk att den "går ihop" ordentligt.

Organiska jordarter eller restprodukter som skall användas som tätskiktsmaterial bör vara finfibrösa. Dåligt nedbrutet material såsom bark- och skogsavfall och låghumifierad torv har generellt för hög genomsläpplighet och för dåligt vattenhållande egenskaper för att ge någon betydande verkan som syrebarriär.

Det är nödvändigt att komprimera organiska material ganska ordentligt innan en hög täthet erhålls. Komprimerbarheten är ofta väldigt stor och, eftersom tätheten ökar med densiteten hos de flesta porösa material, blir också tätheten mycket hög vid ordentlig komprimering. Problemet är att i praktiken åstadkomma detta packningsarbete. Det är mycket vatten som skall drivas ut, vilket kan gå långsamt.

Det är naturligtvis viktigt att det packade tätskiktsmaterialet inte sväller efter packningen, t ex till följd av regn. Därvid förloras en del av tätheten. Denna benägenhet hos organiska material och den tyngd som erfordras för att behålla en tillräcklig komprimeringsgrad bör klarläggas i varje enskilt fall genom fältförsök eller särskilda laboratorieförsök då fiberartade tätningsmaterial används.

Flygaskan från förbränning av kol har börjat användas som tätningsmaterial på bl a avfallsupplag. Denna aska erhålls som ett torrt, fast stoft från reningen av rökgaserna. Ibland är flygaskan uppblandad med avsvavlingsprodukter som erhålls genom tillsättning av kalkstoft eller kalkmjölk i rökgaserna. Flygaskan har i sig själv för hög genomsläpplighet för att få någon betydande täthetseffekt. En del flygaskor, speciellt de från förbränning av kolpulver, har emellertid självhårdnande egenskaper (med vatten) eller hårdnar tillsammans med avsvavlingsprodukter, kalk eller cement. Tätheten ökar då, särskilt om kalk eller cement används, och tillräckligt hög barriäreffekt kan då erhållas mot syre och vatten.

Flygaskor från torv- och vedeldning liksom de från rosteldning kräver i allmänhet en hög inblandning av kalk eller cement. En god kolpulverflygaska däremot kräver endast ett par procent cement för att ge ett bärkraftigt och tätt skikt. Problemet med cement och kalkstabiliserade flygaskor är att materialet i likhet med betong krymper vid härdningsprocessen. Även om det sedan sväller vid fukttillträde uppkommer lätt sprickor i materialet, vilket naturligtvis sätter ned tätheten. Detta kan i princip avhjälpas på två sätt:

1) Den cementstabiliserade flygaskan blandas med vatten och tillsatsmedel i ett blandarverk och pumpas ut i en grötliknande konsistens (Cefyll) som får rinna ned i ett lager av ensorterad makadam. Makadamen bygger upp ett bärande stenskelett som inte kan krympa. Detta tvingar Cefyll-matrixen att krympa i varje enskilt porutrymme mellan stenarna. Krympsprickorna blir då korta och fördelas jämnt över hela materialet och påverkar tätheten marginellt. Denna teknik utnyttjas vid täckningen av ett av gruvavfallsupplagen i Bersbo.

2) Den cementstabiliserade flygaskan blandas med vatten i ett blandarverk till en packningsbar konsistens. Konsistensen skall vara sådan att pastan blir plastisk men inte flytbenägen vid packning efter utbredningen. I likhet med tillverkningen av lertätskikt packas denna typ av Cefyll-skikt omsorgsfullt med ett flertal överfarter och i minst 3 delskikt. I detta fallet kan vibrovält vara ett bra packningsredskap.

Bentonit, som är en processad, särskild lertyp, kan inblandad med jord ge permeabilitetsvärden mellan 10^{-5} och 10^{-11} m/s beroende av jordart, bentonittyp och bentonitinsats. Jordarter lämpliga för inblandning av bentonit är framförallt: sand, silt och morän. Om sanden och silten är mångraderad, dvs sammansatt av flera kornstorleksgrupper är detta en stor fördel. Så är ju automatiskt fallet med morän, där istället förekomsten av sten och block kan motverka blandningsoperationen. Lämplig skikttjocklek är 0.3 m vid utläggning.

Jordmaterialet bör vara så torrt som möjligt vid inblandning med bentonit. Har det nyligen regnat klumpar sig gärna bentoniten och blir inte jämnt fördelad. Blandningen kan göras i blandarverk eller direkt på plats med redskap av typ jordbrukskultivator. Ett flertal överfarter erfordras, minst 6.

Ett flertal bentonittyper förekommer på marknaden. Bland tätningsbentoniterna finns det i huvudsak 4 typer:

- Naturliga ("högsvällande") natriumbentoniter av Wyoming-typ
- D:o, kemiskt behandlade för att motstå salthaltigt och förorenat vatten
- Natriumaktiverade kalciumbentoniter
- Naturliga ("lågsvällande") kalciumbentoniter.

De två förstnämnda bentoniterna är de dyraste, särskilt den kemiskt behandlade. Med undantag för bentoniter för andra ändamål än som tätningsmaterial brukar kalciumbentoniter vara betydligt billigare än natriumbentoniter. De kan vara ett alternativ om man "överdimensionerar" sin insats. Natriumaktiverade bentoniter har praktiskt taget lika goda tätningsegenskaper som naturliga natriumbentoniter, men brukar vara billigare. Man bör värdera risken att natriumbentonit på sikt övergår till kalciumbentonit om den kemiska miljön är kalciumrik, i så fall kan det vara bäst att använda en kalciumbentonit från början.

Vid användning av bentonitinblandad jord är packningsarbetet lika viktigt som blandningsarbetet. Följande bör då iakttas:

1) Vattenkvoten skall vara den optimala för packning, bestäms genom packningsförsök i laboratoriet

2) Packningsredskap och antal överfarter väljs efter jordmaterial och skikttjocklek enligt Mark AMA

3) Packning får ej ske vid eller strax efter kraftiga regn

4) Packning i branta eller normalbranta slänter är problematiska. Särskilda anordningar kan krävas.

Om packningen utförs riktigt kommer ytan att ha fått en betongliknande karaktär. Den bör genast skyddas mot utsvällning av bentonit genom ett filterlager av finjord eller lämplig fiberduk och däröver ospecificerad jord till 1-2 m mäktighet.

Plastdukar för tätningsändamål förekommer i en mängd kvaliteter. Vanligaste plasttypen är dock polyeten och PVC. Plastdukar har inte blivit så populära i Sverige som tätningsmaterial på avfallsupplag. Anledningen är sannolikt myndigheternas krav på långtidsbeständighet. Plastfabrikanterna har svårt att garantera längre beständighet än 50 år och man har inte samma möjligheter att göra analoga jämförelser som med geologiska material och t ex betong. Trots allt är nog hållbarheten längre än 50 år, men det är svårt att göra en rättvis bedömning av hur mycket längre den är.

Tätheten hos plastdukar är vid riktig utläggning betydligt större än det krav man normalt ställer på tätskiktet på gruvavfall. Här är det snarare utförandet än materialet som bestämmer den uppnådda tätheten. Svaga punkter i utförandet är skarvningen av dukarna och risken för penetration vid läggningen och skyddstäckningen. För att motverka penetration vid läggningen rekommenderas en minst 0.1 m mäktig bädd av sand under och över duken. Duken måste i vissa lägen förankras väl och läggas så att inte onödiga svackor bildas där vatten samlas och kan frysa eller tränga in i skarvar etc.

Särskilda problem uppkommer vid tätning av branta slänter. De flesta här nämnda tätskiktstyper ger då problem, vilka varierar från fall till fall. Ofta är det svårt att köra med maskiner på ytorna särskilt på ler- och bentonitytor som lätt blir hala. Det kan också vara svårt att få materialet att ligga kvar, t ex tätningsmaterialet (som vid Cefyll) eller skyddsmaterialet (som jord ovan plast). En elegant, men relativt kostsam, metod att lösa detta baseras på särskilda "madrassvar" av fiberduk som normalt fylls med betong men som kanske lika gärna skulle kunna fyllas med annat tätningsmaterial som är pumpbart och som hårdnar.

6 MÖJLIGHETERNA ATT ÅTGÄRDA FALUNS GRUVAVFALL

6.1 Omanrikning

De fyra viktigaste faktorerna för bedömning av alternativet med omanrikning är, som tidigare nämnts, metallhalter, variationer i metallhalter och sådana egenskaper som kan störa anrikningsprocessen, transportavstånd samt möjligheter och kostnader för att deponera restsanden. För gruvvarpen vid Falu gruva gäller att transportavståndet är kortast möjliga och att materialets egenskaper bör motsvara dem som anrikningsverket är inkört på. Därför bör den genomsnittliga metallhalten samt de miljömässiga och ekonomiska effekterna av restsandsdeponeringen här vara avgörande. Enligt uppgift (Haglund, SNV PM 1834) är metallhalterna i gruvvarpen inte högre än 14 g Cu/kg, 40 g Zn/kg och 17 g Pb/kg. Detta motsvarar ett totalt värde för metallerna i gruvvarpen på ca 1 miljard kr varav allt naturligtvis inte kan utvinnas. Enligt uppgifter i SNV PM 1834 omfattar endast ett av gruvvarpupplagen varp med relativt höga metallhalter. Upplaget innehåller ca 205 000 m^3. Övrig varp betecknas som metallfattig och kan sannolikt inte beredas med vinst.

Trots den lägre metallhalten i restsanden än i gruvvarpen bör den deponeras med i stort sett samma krav som gruvvarpen. Om den kan inrymmas helt under nuvarande sandmagasin blir deponeringskostnaden relativt låg, men om ett nytt magasin erfordras blir dessa kostnader höga. En ordentlig kostnadsanalys kan förmodligen inte göras förrän alternativkostnaden klarlagts ordentligt, d v s främst vad skyddsåtgärderna kommer att kosta samhället och om bidrag kan påräknas för omanrikningen.

Det är viktigt att påpeka att omanrikning i praktiken endast är möjlig för gruvvarpen och att därför detta alternativ löser problemen med t ex slaggvarpen. Ett annat problem med detta alternativ är att det kan vara svårt att genomföra under en kort tidsperiod. Den totala mängden gruvvarp i upplag motsvarar nämligen drygt 3 års produktioner av malm. Om det är möjligt att höja produktionen av metallslig eller minska malmproduktionen har inte kunnat klarläggas här, men sannolikt innebär alternativet problem om det inte kan genomföras på längre sikt.

6.2 Forcerad vittring/lakning

I sin sammanfattande redovisning av utvecklingstendenserna inom geobiotekniken - d v s tillämpningen av mikroorganismers förmåga att upplösa och utfälla mineral - har Hallberg (1987) använt just Falu gruva som ett exempel på hur en forcerad vittrings/lakningsprocess kan gå till, figur 6. Stora Stöten, den stora gropen i centrum av gruvområdet är redan till större delen fylld med rasmassor från det stora raset 1687 då gropen bildades. Dessa rasmassor utgör egentligen också ett slags gruvavfall eftersom de är sulfidhaltiga och är utsatta för vittring. Ovanpå rasmassorna kan man deponera annat gruvavfall, företrädesvis gruvvarp.

Hallbergs förslag förutsätter att lakvattnet som bildas kan tas om hand. I Falu gruva sker detta redan idag genom den pumpning

som äger rum på 312- och 350 m nivåerna. Det uppumpade vattnet har antingen runnit igenom rasmassorna eller igenom berggrunden (eller både och). I båda fallen är de förorenade eftersom en viss vittring också äger rum i den luftade delen av berggrunden. Ett problem är att tillrinningen till gruvan är stor, ca 600 m^3/dygn. Som Hallberg själv antyder kommer avlopp för överskott av återgående vatten att krävas.

Även om bergmassan tätas så långt det är tekniskt/ekonomiskt möjligt bedöms vattenöverskottet bli av storleksordningen 100-300 m^3/dygn, dels på grund av ofullständigheter i tätningen i kombination med höga tryckgradienter, dels på grund av infiltrationen av nederbörd direkt i gropen. Rening av gruvvattnet måste således fortsätta även om kopparhalterna genom utvinningen blir låga i det ingående vattnet till reningsverket. I figur 7 är inte markerat någon elektrokemisk avskiljning av t ex zink vilken i princip bör vara möjlig. Hur stor effektiviteten av en sådan process är i verkligheten måste klarläggas genom särskilda försök.

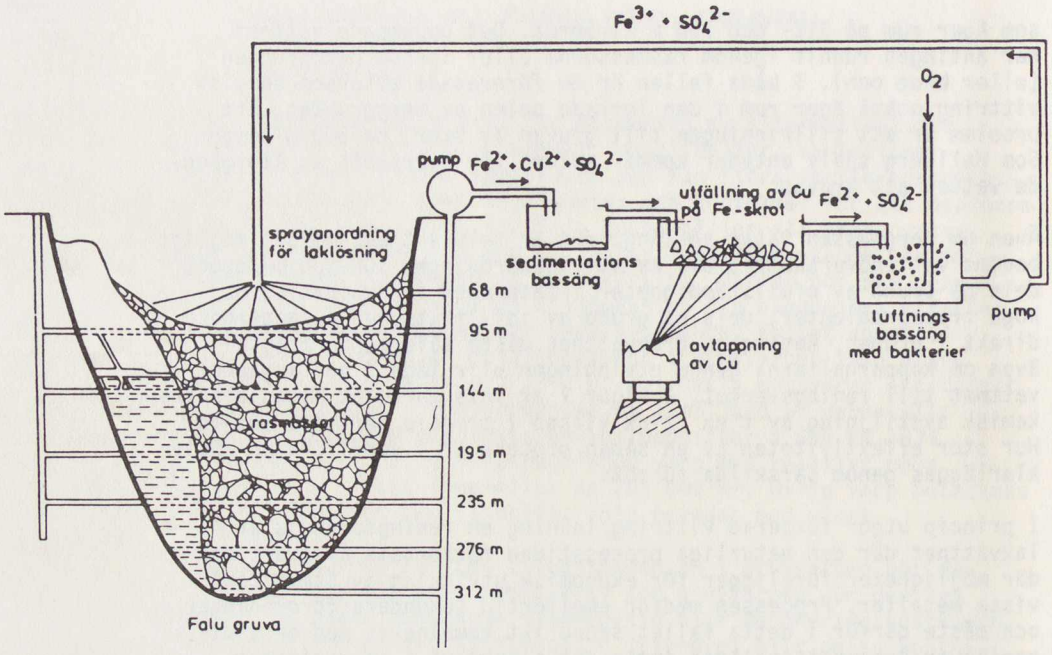
I princip utgör forcerad vittring/lakning en reningsprocess av lakvattnet där den naturliga processtiden förkortats avsevärt och där möjligheter föreligger för ekonomisk utvinning av åtminstone vissa metaller. Processen medför emellertid sekundära föroreningar och måste därför i detta fallet sannolikt kombineras med en slutrening av överskottsvattnet innan det släpps ut i en recipient. Processen kan med fördel kombineras med en deponering av slutprodukterna under grundvattennivån i gruvan. På grund av sprayningen av laklösning över rasmassorna och den därmed ökade vattenomsättningen är det tveksamt om metoden kan förenas med fortsatt malmbrytning i åtminstone rasmassorna.

6.3 Deponering under vattenytan

Deponering under vatten innebär att gruvavfallet permanent (långtidsperspektiv) måste ligga under en vattenspegel. Detta kan i princip tänkas ske på något av följande tre sätt:

- I en gruva väl under grundvattenytan
- I en sjö
- I en konstgjord damm eller ett uppdämt magasin med täta dammvallar.

Deponering av gruvavfallet i sjöar innebär generellt stark påverkan på fisk och bottenfauna, framförallt på grund av att bottenförhållandena störs drastiskt. Inverkan av tungmetaller och svavelsyra bedöms enbart bli tillfällig och betingad av de vittringsprodukter som redan bildats i materialet men ännu ej hunnit lakas ut. Mängderna gruvavfall är så stora att deponering under vatten sannolikt också betyder att man måste ta en hel sjö eller en stor del av den i anspråk vilket påverkar markanvändning och rekreationsmöjligheter m.m.



Figur 7 Schematisk framställning av en s k "Kennecott" process tillämpad på Falu gruva (Hallberg, 1987).

Deponering i en konstgjord damm (uppdämd dalgång eller liknande) betyder att dammvallarna inte bara måste ha en viss täthet, de måste vara beständiga mot erosion, jordbävningar, frostpåverkan samt växter och djurs påverkan under mycket lång tid. Detta kan man normalt inte räkna med utan ett fortlöpande underhåll. Därför anses inte dammkonstruktioner vara ett lämpligt alternativ vid deponering under vatten.

Inom Naturvårdsverkets rapport "Projekt Falu gruva" har framförallt möjligheten att deponera gruvavfallet i Stora Stöten behandlats. Efter avslutad versamhet vid Falu Gruva tänks Stora Stöten vattenfyllas till en nivå ungefär mittemellan sjön Runns vattennivå och markytan. Volymen vatten i Stora Stöten skulle i så fall uppgå till $2 \cdot 10^6$ - $2.5 \cdot 10^6$ m^3. Det innebär att i stort sett all den slaggvarp som idag förekommer i upplag inom Falu stad, totalt ca 3 milj. m^3 skulle kunna deponeras i Stora Stöten och därmed helt hamna under grundvattenytan. Vattendjupet i Stora Stöten skulle efter avslutad deponering uppgå till ca 75 m, och djupet till vattenytan till ca 15 m.

Utanför Faluns stadsbebyggelse - inom ca 25 km radie - förekommer ytterligare ett 40-tal gruvor där brytverksamheten upphört och som därför skulle kunna användas som deponeringsplatser för åtminstone lokalt gruvavfall. I tabell 7 redovisas uppgifter om tillgänglig beräknad volym, djup och närliggande mängder gruvavfall för sammanlagt 14 gruvor utanför Faluns stadsbebyggelse. Volyms- och

djupuppgifter för de olika gruvorna har erhållits ur gruvkartor från Bergmästarämbetet i Falun. Uppgifter om förekomsten av gruv- och slaggvarp vid respektive gruva har hämtats ur den inventering av varpförekomster inom Runns avrinningsområde som Elver Carlsson (f d prospekteringschef vid Stora AB) genomfört.

Tabell 7 Uppgifter om djup och volym samt tillhörande varpförekomster inom Runns avrinningsområde.

Gruva	Djup (m)	Volym (m^3)	Slagg-varp (m^3)	Gruv-varp (m^3)	Övrigt
Karlsgruvan	80	600			Ingen ortdrivning
Skyttgruvan (s)	190	120000	1000	25000	Mycket komplicerat med ett flertal orter
Bjursås (s)	25	1825	-	50	Endast provbrytningar
Långtjärn 1	29	600	-	50	Två schakt utan för-
2	15	300	-	"	bindelse
Harmsarvet 1 (Myrgruvan)	86	8000	-	4000	Finns dessutom flertal mindre schakt
Harmsarvet 2 (Aldergruvan)	228	23000	-		
Enmyregruvan (Fe)	28	1000	-	-	
Sommarbergsgruvan (Fe)	21	2500	-	-	
Sjögruvan (s)	87	19500	2500		
Svärdsjö (s)	350	265000	3000	1000	I drift
Lövås (s)	193	100000	-	-	
Hornbergsgruvan	100	8000	700	-	
Kalvbäcksgruvan	490	185000	-	-	
Kuså	35	4000	-	2000	

6.4 Deponering under täckskikt

6.4.1 Behovet av täckningsmassor

Som framgår av avsnitt 5.5 tjänar täckning av gruvavfall till att hindra transporten av luftens syre till avfallet. Denna syrebarriär fås endast om man har ett tätande delskikt som har förmågan att hålla en ständigt hög vattenmättnadsgrad.

Mängderna och volymerna av gruvavfall inom Faluns tätort framgår av tabell 8. Slaggvarpen i upplag förekommer i sammanlagt 18 separata upplag. Enligt genomförda provgrävningar varierar medelmäktigheten i dessa upplag mellan 5 och 7 m. Små upplag är inte önskvärda vid täckning, varken med tanke på effekten av åtgärderna eller med hänsyn till kostnaderna. En översiktlig bedömning är att det är möjligt att koncentrera slaggvarpen till 10 st upplag varav 5 i storleksordningen 100 000 - 200 000 m^3 och 5 i storleksordningen 200 000 - 600 000 m^3. I många fall krävs omfattande massförflyttningar inom befintligt upplagsområde för att upplaget skall bli väl avgränsat och få täckningsbara slänter.

Tabell 8 Sammanställning av volymer och täckningsbara ytor för olika avfallstyperna inom Falun.

Avfallstyp	Volym (m^3)	Täckningsbar yta (m^2)
Slaggvarp i upplag	2 300 000	725 000
Fyllning av slaggvarp	1 100 000	1 100 000
Gruvvarp vid Stora Stöten	665 000	150 000
Kisbränder	300 000	200 000
Sandmagasin	2 300 000	175 000
Totalt	6 665 000	2 750 000

Den totala ytan av slaggvarp i upplag som kan täckas beräknas till 725 000 m^2. Motsvarande yta för täckning av gruvvarp uppgår till 150 000 m^2 och för sandmagasinen till sammanlagt 175 000 m^2. Den totalt täckningsbara ytan är således drygt 1 miljon m^2 stor. Behovet av tätskiktsmaterial uppgår i så fall till mellan 250 000 och 500 000 beroende av val av materialtyp. Behovet av skyddstäckningsmassor uppgår till mellan 1 och 2 miljoner m^3 beroende av ambitionsgrad vid val av mäktighet. En meters täckning bör betraktas som minimum och två meter som önskvärt. Kostnaden för en sådan täckning beror i hög grad av transportavstånd för de olika massorna. Ett schablonvärde är 100 - 150 kr/m^2 färdigt skikt vilket ger en totalkostnad mellan 100 och 150 Mkr, d v s ca 40 - 60 kr/m^3 gruvavfall.

Täckningen av slaggvarpen inom Falu stadsbebyggelse är svår att utföra. För att inte "skorstenseffekter", dvs möjligheter till

konvektiv transport av luft genom "hål" i tätskiktet, skall uppkomma måste detta ansluta tätt mot både byggnader och omgivande, varpfri och tät mark. Anslutningarna måste även utföras frostskyddade vilket kräver att de anläggs en bit under mark, eventuellt med isolerskivor över. Detta är kostsamt och med tanke på den mycket långa sammanlagda sträckan av anslutningar kommer ett sådant utförande att bli orimligt dyrt.

Den del av slaggvarpen under stadsbebyggelsen som är täckt av byggnader, gator och andra hårdgjorda och någorlunda täta ytor bedöms uppgå till minst 80 % av den totala ytan. Den täckningsbara ytan är således högst 300 000 m^2 totalt. Utgår man ifrån 0,75 m mäktighet motsvarar detta 225 000 m^3 varp. För att undvika problem med utskiftning av material, anslutningar mot hus etc. samt skorstenseffekter, vore det bästa att injicera en Cefyllslurry i hela denna volym och låta den tränga in så långt under hus och gator den kan. Då skulle den obehandlade slaggvarpen under gator och hus utgöra isolerade och tätade enheter. Åtgången på Cefyll-slurry beräknas maximalt till 100 000 m^3 för denna insats. Kostnaden för insatsen beror kraftigt av transportavstånd och pris för flygaskan men bör ligga kring 25 Mkr totalt.

6.5 Tillgång på tät- och täckskiktsmassor

6.5.1 Moränförekomster

Lämpliga täckskiktsmassor i form av morän har framförallt kunnat lokaliseras till ett område ca 10-15 km nord-nodväst om Falun (figur 8). I den moränförekomst som påträffats närmast Falun (M710, figur 8) finns, enligt den fältbesiktning som genomförts, sammanlagt ca $1.5 \cdot 10^6$ m^3 moränmaterial varav åtminstone 500000 m^3 kan klassificeras som sandig-moig morän med måttlig stenhalt. Delar av moränförekomsten utgör naturvårdsområde av länsintresse. De båda övriga moränförekomsterna (M690, M720) rymmer uppskattningsvis ca 0.7-$1 \cdot 10^6$ m^3 uttagbar morän. I M690 dominerar en hårt packad bottenmorän, med mycket sten och block i ytan, medan moränmaterialet i M720 är av ungefär samma kvalitet som i M710.

6.5.2 Finkorniga sediment

Schaktmassor innehållande silt och varvig lera kommer under 1988 och 1989 att produceras vid två kraftverksbyggen utmed Dalälven. De första schaktarbetena kommer att utföras i Forshuvud ca 6 km norr om Borlänge. Vid schaktningsarbetena vid Forshuvud som påbörjas under maj-juni 1988 kommer enligt uppgift från Stora Kraft AB ca 225000 m^3 jordmaterial att schaktas upp. Vid det andra kraftverksbygget som genomförs vid Bullerforsens kraftstation kommer schaktmassorna att omfatta ca 70000 m^3 jordmaterial. Enligt uppgift från länsstyrelsens naturvårdsenhet finns det vid dessa båda lokaler skärningar med varvig lera. Enligt borrdata framtagna vid gatukontoret vid Borlänge kommun utgörs de varviga sedimenten huvudsakligen av silt med inslag av lera. Förekomster av mäktig lera har enligt uppgifter från gatukontoret inte påträffats någonstans i sedimentområdena inom Borlänge kommun. Bedömningen är att dessa schaktmassor

inte lämpar sig som tätningsmaterial. De kan däremot användas i skyddstäckning. De bör dock inte ingå i den övre delen eftersom de är mycket erosionsbenägna.

6.5.3 Restprodukter

Den största producenten av restprodukter inom det inventerade området är Kvarnsvedens pappersbruk i Borlänge. Restprodukterna därifrån utgörs huvudsakligen av bark och bioslam, samt flygaska från kol och vedeldning. Totalt produceras ca 60000 ton avfall per år. Vid Grycksbo pappersbruk ca 11 km NV om Falun produceras årligen ca 2000 ton slam bestående av lera och fibermaterial. Lerhalten i slammet uppgår till ca 70%. Det lerhaltiga slammet deponeras idag på en industritipp utanför Grycksbo. Vattenhalten i det deponerade slammet uppgår till ca 40%.

Förutom Kvarnsvedens och Grycksbo pappersbruk, som båda ägs av Stora AB finns enligt uppgifter från Länsstyrelsens naturvårdsenhet inga större producenter av restprodukter inom det inventerade området.

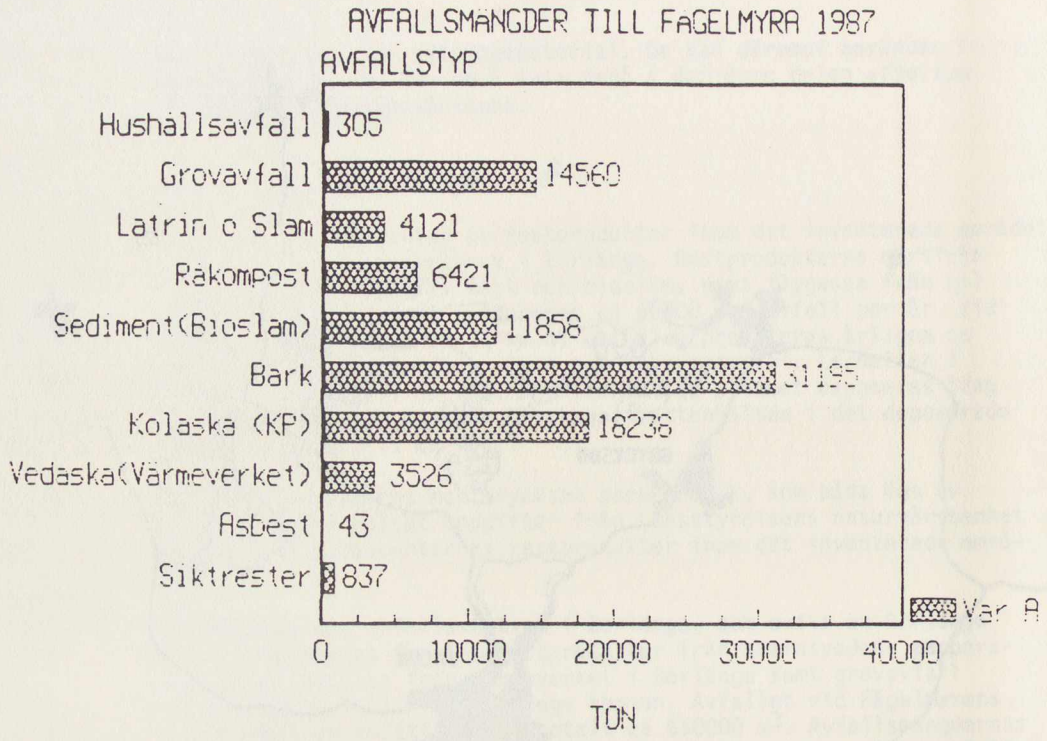
Vid Fågelmyrens avfallsstation i Borlänge, som drivs av Borlänge Energi, deponeras förutom restprodukter från Kvarnsvedens pappersbruk också vedaska från värmeverket i Borlänge samt grovavfall och hushållsavfall från Borlänge kommun. Avfallet vid Fågelmyrens avfallsstation omfattar idag totalt ca 650000 m^3. Avfallsmängdernas fördelning under 1987 framgår av figur 9. Eftersom de olika avfallstyperna är deponerade tillsammans är det svårt att separera enskilda restprodukter som kan vara lämpliga som tät- eller täckskiktsmaterial. För etablering av växlighet har delar av deponin täckts med råkompost.

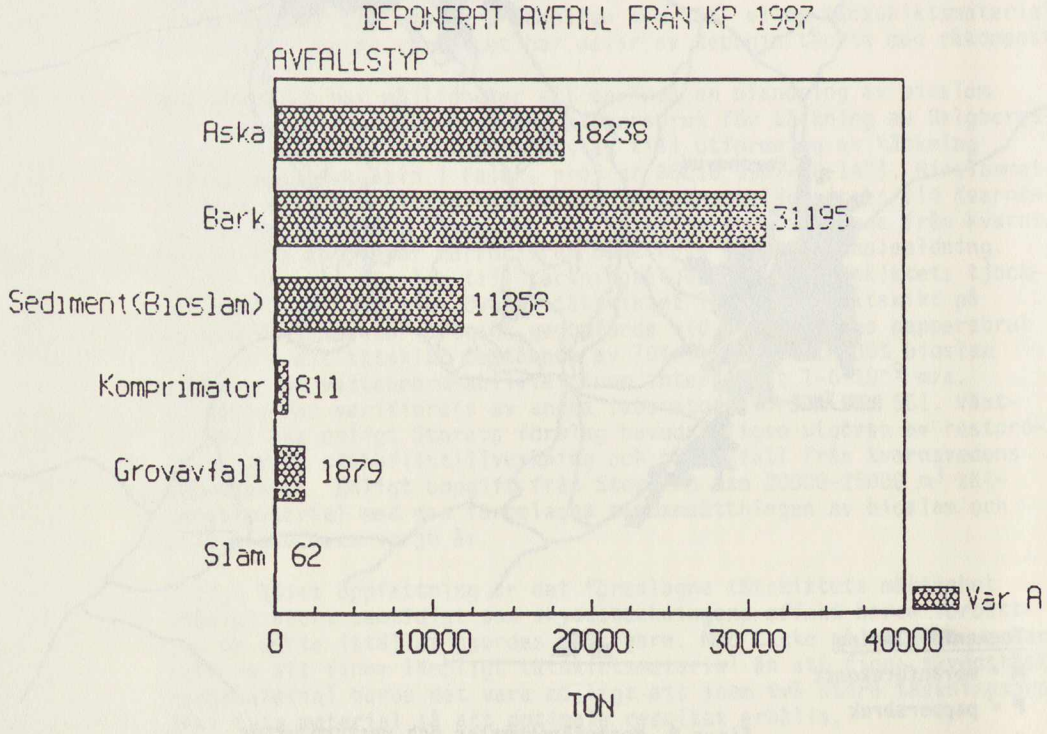
Vid Stora AB har möjligheter att använda en blandning av bioslam och flygaska från Kvarnsvedens pappersbruk för täckning av Galgbergsmagasinen i Falun utretts ("Förslag till utformning av täckning för Galgbergsmagasin i Falun, proj.nr 85016 1987-12-14"). Bioslammet erhålls från den biologiska delen av reningsanläggningen vid Kvarnsvedens pappersbruk. Flygaskan som avskiljs ur rökgaserna från Kvarnsvedens tre ångpannor härrör från både kol- och träbränsleeldning. Enligt Stora:s förslag till täckningsåtgärder ska tätskiktets tjocklek uppgå till ca 1 m. Ovanpå tätskiktet läggs ett växtskikt på ca 0.5 m. Laboratorieförsök genomförda vid Kvarnsvedens pappersbruk visar att ett tätskikt bestående av 70% flygaska och 30% bioslam erhåller en vattenpermeabilitet inom intervallet $1\text{-}5 \cdot 10^{-9}$ m/s. Försöken har verifierats av andra laboratorieförsök vid SGI. Växtskiktet ska enligt Stora:s förslag huvudsakligen utgöras av restprodukter från stubbflistillverkning och barkavfall från Kvarnsvedens pappersbruk. Enligt uppgift från Stora AB kan 20000-25000 m^3 tätskiktsmaterial med den föreslagna sammansättningen av bioslam och aska produceras varje år.

Enligt SGI:s uppfattning är det föreslagna tätskiktets mäktighet onödigt stort samtidigt som skyddstäckningens effekt borde förbättras om detta istället gjordes mäktigare. Med tanke på att det verkar svårare att finna lämpligt tätskiktsmaterial än att finna skyddstäckningsmaterial borde det vara möjligt att inom två stora täckningsprojekt byta material så att optimala resultat erhålls.



Figur 8 Moränförekomster och restprodukter inom Falun-Borlängeområdet.





Figur 9 Avfallsmängder vid Fågelmyra avfallsstation, 1987.

7 SYNPUNKTER OCH REKOMMENDATIONER

7.1 Val av åtgärdsteknik

I avsnitt 5 har de principiella möjligheterna att begränsa metalläckaget från gruvavfall redovisats. Med hänsyn till vad som framhållits i detta avsnitt om möjligheterna och begränsningarna för respektive metod samt förutsättningarna i Falun (avsnitt 6) framstår täckning eller deponering under vatten som de viktigaste möjligheterna. Allt gruvavfall får inte plats i Stora Stöten. Med hänsyn till att det inte är möjligt att exakt beräkna blivande grundvattenstånd bedöms försiktigtvis endast 2-2.5 Mm^3 få plats. Deponering under vatten förutsätter här att detta sker i Stora Stöten. För att åtgärden skall bli genomförd på 10 år krävs emellertid att gruvdriften snarast upphör eftersom gruvan skall hinna fyllas med vatten. Detta bedöms inte vara realistiskt, varför täckning eller varianter av täckning (avskärmning) anges som huvudalternativ. Anrikningssandens täckning ombesörjs av STORA AB under förutsättning att bolagets ansökan om detta till Koncessionsnämnden godkänns. Gruvvarpen, som liksom anrikningssanden måste anses ha en hög föroreningspotential, ligger upplagd nära Stora Stöten och anrikningsverket. För denna varp bör omanrikningsalternativet komma i första hand. Följande åtgärder föreslås således komma i första rummet för de olika avfallsslagen:

Avfallstyp	Volym (m^3)	Åtgärdsmetod
Gruvvarp	670 000	Omanrikning
Slaggvarp och kisbränder i upplag	2 300 000	Täckning eller deponering i gruvan
Slaggvarp i fyllning under stadsbebyggelse	1 100 000	Avskärmning
Avfallssand	2 300 000	Täckning

7.2 Uppläggning av åtgärdsprogram

Att genomföra åtgärder i Falun i syfte att på 10 års sikt reducera metallbelastningen på Dalälven kräver att man snarast bestämmer sig för vilka åtgärder som skall vidtagas. Erfarenheterna från motsvarande arbeten i Bersbo, Östergötland, vilka har en betydligt mindre omfattning än dem i Falun, visar att det tar flera år innan motåtgärderna är fullt genomförda. Därefter dröjer det sannolikt flera år innan effekterna upplevs i form av reducerat metalläckage. För att inte någon tid skall förloras ges här ett första förslag till fortsatt åtgärdsprogram, vilket utgår ifrån de huvudalternativ som redovisas i föregående avsnitt.

För gruvvarpen utreds möjligheterna för omanrikning närmare. Både de tekniska möjligheterna, de ekonomiska förutsättningarna och effekten på anrikningsverkets normala produktion skall då klarläggas. Vidare skall en bedömning göras av hur restprodukten, anrikningssanden, skall deponeras. En viktig fråga är hur snabbt omanrikningen kan ske i praktiken och hur stor andel av gruvvarpen som passar för omanrikning.

För att kunna genomföra en beskrivning av hur täckningen av slaggvarpen skall gå till och en beräkning av kostnaderna för detta, krävs en ingående kartering av slaggvarpsupplagen. Karteringen bör omfatta slaggvarpens areella utbredning och mäktigheter samt förekomsten av hinder för omflyttning eller täckning. Framförallt är det hinder i form av gator, vägar, byggnader och ledningar av olika slag (vatten, avlopp, el, tele etc.), men även administrativa hinder i form av markägarförhållanden, utmål samt antikvariska och naturskyddande intressen bör kartläggas. Vidare måste det klarläggas vilken typ av tätskikt som bör användas. Denna förstudie har visat att tätskiktsmaterial i tillräcklig utsträckning sannolikt inte finns att tillgå inom området. Därför blir det aktuellt att bedöma kostnad för och effekter av tätskikt som baseras på t.ex. bentonitblandad jord eller cementstabiliserad flygaska alternativt fiberrestprodukter från framställningen av cellulosa- och pappersmassa.

Alternativet med avskärmning av slaggvarp i fyllning under stadsbebyggelsen i gamla Falun bör utredas med avseende på teknisk genomförbarhet. Går det att injicera Cefyll i denna typ av slaggvarp? Hur stora ytor (volymer) kan man komma åt att injektera och var är de belägna? Hur inverkar ledningar och annan infrastruktur under mark på möjligheterna? Finns tekniska lösningar som kan övervinna sådana hinder? Vilka intressemotsättningar finns i anslutning till denna teknik - antikvariska?

När det gäller täckningen av sandmagasinen kan den fortsatta utredningen begränsas till att omfatta ett klarläggande av möjligheterna att framledes täcka det nya sandmagasinet successivt. Därigenom bör vittringen av avfallssanden reduceras och metalläckaget begränsas även under tiden som detta magasin byggs upp.

7.3 Behov av fortsatta undersökningar

Även om man med det underlag som nu funnits att tillgå konkret kan peka på en eller två rimliga återställningsmöjligheter för vardera avfallstypen så föreligger det oklarheter som berör behovet och prioriteringen av åtgärderna, avfallstypernas förekomst, fördelning och vittrings/lakningsegenskaper samt tungmetalläckagens fördelning i terrängen. Därför är det svårt att på grundval av dagens kunskap prioritera åtgärderna eller avgöra om kostnaderna för dem står i rimlig proportion till nyttan. Risk finns även att väsentliga tungmetallkällor som borde begränsas inte blir åtgärdade därför att deras utsläpp inte blivit ordentligt kartlagt. Därför förslås följande kompletterande undersökningar:

- Noggrann kartering av de olika avfallstypernas förekomst. Användandet av termisk kartläggning från luften bör övervägas.

- Kompletterande provtagning/analys av yt- och grundvatten inom berört område för att ge en bättre och mer fullständig bild av spridningen.

- Geohydrologisk kartläggning av Falun i syfte att klarlägga utsläppsmöjligheterna från de olika avfallsupplagen via grundvattnet samt att klarlägga möjligheten att dränera lakvatten från alla dessa separata upplag till gruvan för eventuell rening via ordinarie gruvvatten.

- Undersökning av de olika avfallsslagens vittrings- och lakningsegenskaper.

I syfte att förbättra underlaget för beslut om åtgärdsteknik bör detta kompletteras med utredning av följande frågor:

- Klarläggande av möjligheterna och kostnaderna för att pyritseparera avfallssand.

- Klarläggande av behovet av massförflyttningar och nivelleringsarbeten för täckning av även gruvvarp.

- Kostnadsberäkning för alternativet med forcerad vittring/lakning.

- Analys av effekten vid och kostnaderna för reningen av gruvvattnet, på kort och lång sikt.

8 REFERENSER

Ahl, T., Melin, A. och Wilander, A. 1983: Metallbalans för Runn, Statens Naturvårdsverk PM 1836.

Ahl, T. och Wiederholm, T. 1983: Projekt Falu Gruva - Miljöeffekter, Statens Naturvårdsverk PM 1837.

Ahl, T. och Måhlstedt, S. 1983: Projekt Falu Gruva - Slutrapport, Statens Naturvårdsverk PM 1938.

Bäckman, L. och Wichmann, C. 1985: Sulfidhaltiga materials påverkan på miljön i och omkring vägar, VTI Meddelande nr 438, Linköping.

Edvardsson, U. och Billeryd, E. 1983: Bakteriell lakning av Grönhögsgruvans varpmaterial, Stockholms universitet, Geologiska institutionen, Avd. för mikrobiell geokemi.

Eurénius, J. 1988: Dammar för gruvors sandmagasin, VBB AB, Kraftavd.

Haglund, P. 1983: Gruvavfall i Runns avrinningsområde, Statens Naturvårdsverk PM 1834.

Hallberg, R.O. 1987: Geobioteknik - utvecklingstendenser, Ur Biomiljö, Bioteknik och miljövårdstillämpningar samt miljöeffekter. Statens Naturvårdsverk.

Karlqvist, L. och Olsson, T. 1983: Hydrogeologiska förutsättningar för reduktion av lakvattenbildningen vid avfallsupplag, Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1647.

Länsstyrelsen i Kopparbergs län, Naturvårdsenheten, 1988: Diffus metalltillförsel från gamla gruvavfallsupplag i Falun. PM, 1988 03 01

Lundgren, T. och Kullberg, S. 1985: Laboratoriestudie över vattenbalansen i täckskikt på sandmagasin, Statens geotekniska institut, stencilerad rapport.

Lundgren, T. och Elander, P. 1986: Deponering av avfall från kol- och torveldning, Statens geotekniska institut, rapport nr 28.

Melin, A. 1986: Metallbalans Gruvbäcken, Syrabäcken, Faluån, Naturvårdsverket rapport 3094.

Qvarfort, U. 1979: Sulfidmalmsupplag som miljöproblem, Naturvårdsverket, Rapport SNV PM 1152.

Qvarfort, U. 1984: The influence of mining on Lake Tisken and Lake Runn, Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala, NS, Vol 10, pp 111-130, Uppsala.

Qvarfort, U. 1987: Sandmagasin från sulfidmalmsbrytningen, En kartläggning och inventering, Kvartärgeologiska Avd. Uppsala universitet.

Robertson, A. MacG., 1987: Alternative measures for acid mine drainage abatment at Norwegian mines, Steffen, Robertson and Kirsten Inc., Vancouver, Canada, Report 64701/1

Södermark, B. 1983: Åtgärder för att förhindra metalläckage från gruvavfall, Statens Naturvårdsverk PM 1825.

Bilaga 4

Dalälvsdelegationen
Sekretariatet

INFORMATIONSSYSTEM DALÄLVEN

RAPPORT

INFORMATIONSSYSTEM DALÄLVEN

Innehållsförteckning

1 Syfte och idé med Informationssystem Dalälven

2 Bakgrund, krav, mål

2.1 Bakgrund
2.2 Dagens situation när det gäller tillgängliga data och system för bearbetningar
2.3 Förutsättningar, krav
2.4 Mål, strategi

3 Behov av bearbetningar

3.1 Behov
3.2 Befintliga system för bearbetning
3.3 Behov jämfört med befintliga system för bearbetning
3.4 Förslag till handlingsplan

4 Behov av data

4.1 Utgångspunkter
4.2 Behov av och tillgång på data
4.3 Övrigt
4.4 Förslag till handlingsplan

5 System- och distributionsstruktur

5.1 Bakgrund
5.2 Dator- och systemmiljöer
5.3 Överväganden
5.4 Förslag till handlingsplan

6 Sammanfattning av förslag

6.1 Inledning
6.2 Förslag
6.3 Sammanfattande förslag

1. SYFTE OCH IDÉ MED INFORMATIONSSYSTEM DALÄLVEN

Information som rör miljöförhållandena i Dalälven och information som är av intresse bl a när det gäller att bedöma effekterna av åtgärder för förbättringar mäts och samlas in i olika sammanhang. Datainsamling sker i samband med myndigheternas prövning och tillsyn enligt miljöskyddslagen, i recipientkontrollprogram och annan liknande verksamhet. Insamling av data som är intressant i detta sammanhang sker vidare t ex hos SMHI, SNV, SGU och LMV. Merparten av informationen samlas i databaser hos respektive huvudman.

För att hantera denna information i Dalälvsdelagationens fortsatta arbete och som ett led i förbättrad informationsförsörjning för Dalälven behövs ett informationshanteringssystem, som fortsättningsvis kallas Informationssystem Dalälven.

Med utgångspunkt i den datainsamling och databasuppbyggnad som sker hos olika huvudmän idag bygger Informationssystem Dalälven på att:

* öka tillgängligheten på befintlig och tillkommande information som berör vattenkvaliteten i Dalälven

* möjliggöra att data från olika databaser och huvudmän kan bearbetas och analyseras tillsammans

* signifikanta data samlas in

* erforderliga bearbetnings- och analyssystem finns tillgängliga

Realiserandet av idén utgår från att använda ADB-teknik och olika typer av distribution av datorlagrad information.

Mera konkret uttryckt handlar det om

* att enkelt kunna hämta data från existerande databaser (t ex MI-01(KRUT), SVAR, PMK, GSD)

* att, trots att baserna ovan finns i olika dator- och systemmiljöer ändå, kunna samarbeta data från olika baser och på så vis möjliggöra olika typer av analyser och simuleringar

* att klarlägga vilka typer av data som behöver samlas in och när, var, hur samt att med utgångspunkt i detta komplettera/förändra nuvarande datainsamling

* att ha tillgång till ADB-system som möjliggör analyser och simuleringar för ett helt vattendrag; t ex transport av metaller, effekter vid utloppet av planerade åtgärder uppströms.

Kortsiktigt handlar Informationssystem Dalälven om att tillgodose de behov som Dalälvsdelegationen har för sitt arbete.

Informationssystemet bör kunna tillfredställa behov av kunskapsunderlag även hos andra t ex bör det kunna nyttiggöras som en del i kunskapsunderlaget i länsstyrelsernas, kommunernas, andra myndigheters m fl arbete med miljöövervakning, resurshållning och fysisk planering. Näraliggande intressenter är t ex berörda länsstyrelser och kommuner samt det planerade vattenvårdsförbundet för Dalälven.

För att ge möjlighet till en vid användning av Informationssystem Dalälven är det viktigt att berörda intressenter ges möjlighet att på lämpligt sätt följa och ta del i det fortsatta arbetet.

Erfarenheterna från utvecklingen av Informationssystemet Dalälven bör även kunna vara till nytta vid uppbyggnad av liknande system för andra vattendrag. Det är därför viktigt att på lämpligt sätt informera om arbetet, dess utveckling och resultat.

2 BAKGRUND, KRAV, MÅL

2.1 Bakgrund

En förutsättning för att vattenvårdande åtgärder skall kunna optimeras är god kunskap om föroreningskällorna och de olika föroreningarnas koncentrationer och effekter på vattensystemet. Kunskap om hur olika ämnen transporteras resp fastläggs är också nödvändig. Vidare erfordras bearbetnings-, analys- och simuleringsmodeller som, med acceptabel signifikans, kan ange effekter av planerade åtgärder. Slutligen behövs mätdata som kan ge information om effekterna av vidtagna åtgärder.

Arbetet hitills i Dalälvsdelegationen visar att
- det finns mätdata för många olika företeelser som påverkar vattenkvaliteten
- mätdata finns lagrad i både databaser och på annat sätt
- mätdata insamlas av olika huvudmän
- det är resurskrävande och svårt att för olika typer av analyser samla in erfordeliga data
- önskvärda sambearbetningar av olika huvudmäns information är inte sällan mycket svåra att genomföra
- analys- och simuleringsmodeller för att kunna bedöma alternativa åtgärders effekter kommer inte till användning idag, åtminstone inte samlat för ett helt vattendrag.

Mot bakgrund av ovanstående konstateras att idag finns inte något informationssystem för att hantera vattenkvalitetsfrågor på ett samlat sätt för ett helt vattendrag.

Dalälvsdelegationen behöver för sitt arbete ställa samman och utvärdera uppgifter om utsläppskällor och vattenkvalitet i olika delar av Dalälvens avrinningsområde. För detta behöver information samlas in på ett systematiskt sätt och göras tillgänglig i ett för hela avrinningsområdet samordnat informationssystem.

2.2 Dagens situation när det gäller tillgängliga data och system för bearbetningar

Det finns mätdata för många parametrar som rör vattenkvaliteten i Dalälven. Data insamlas huvudsakligen i databaser vars innehåll och huvudmän grovt anges nedan

"aktiviteter"	"databas"	huvudman
-utsläppskontroll	MI-01*	resp
	länsstyrelse	
-recepientkontroll	laboratorier*	-"-
-kalkning	kalkningsreg*	SNV
-PMK-data vatten		Mk-lab(SNV)
-PMK-data luft		
-atmosfärsvattenarkiv	SVAR	SMHI
-markvattenarkiv	SVAR	SMHI
-sjöarkiv	SVAR	SMHI
-vattendragsarkiv	SVAR	SMHI
-grundvattenarkiv	SVAR	SGU
-digitalt kartunderlag	GSD	LMV

Under avsnitt 4 beskrivs dessa data och databaser närmare.

Till de olika huvudmännens databaser finns knutna olika bearbetningssystem t ex SVAR, MIMER, HYPOS, FINGIS, PULS(SMHI); MI-01, KRUT, PROGRESS(SNV); CAMPUS, MIMER(SGU); INFO, ARC-INFO, AUTOKA(LMV). Systemen beskrivs närmare i avsnitt 3.

Databaser och bearbetningssystem är hos huvudmännen inplementerade i olika dator- och systemmiljöer.

Till en beskrivning av dagsläget hör också följande

- det planeras att bildas ett vattenvårdsförbund för Dalälvens avrinningsområde
- arbete pågår med att ta fram ett samordnat recepientkontrollprogram för Dalälven
- som ett resultat av "Dammsäkerhetsutredningen" pågår arbete för att tillskapa en "Älvcentral Dalälven".

2.3 Förutsättningar, krav

Som framgått ovan finns idag betydande investeringar gjorda både vad gäller insamling och lagring av data samt system för bearbetning. Vidare har, i skilda sammanhang, ansvarsfördelning gjorts mellan olika

---

* Föreslås av SNV överföras till KRUT-systemet.

huvudmän. Ett Informationssystem Dalälven måste bygga på att redan gjorda investeringar tas till vara och att inte ansvarsfördelningen störs utan att tvärtom arbetet med Informationssystem Dalälven istället kan medverka till ökad samverkan och samordning mellan olika huvudmän. Informationssystemet i sig får heller inte ge som bieffekt att konservera dagens struktur utan måste medge en flexibilitet både vad gäller data och huvudmän.

Befintliga investeringar i databaser och system för bearbetningar är gjorda i olika dator- och systemmiljöer. Utgångspunkten för arbetet är att så kommer det att vara även i fortsättningen.

Dalälvsdelegationens uppgift är tidsbegränsad. Tillkommande datainsamling och bearbetningssystem som kan bli resultat av Inforamtionssystem Dalälven behöver ansvarsmässigt läggas hos huvudmän som är "varaktiga". Motsvarande gäller ansvaret för Informationssystem Dalälven.

En annan innebörd av att delegationens arbete är tidsbegränsat blir att arbetet när det gäller delegationens behov måste ske raskt och gå fram stegvis för att delegationen så snabbt som möjligt ska kunna dra nytta av det som görs.

Teknikutvecklingen är mycket kraftfull när det gäller tele- och datakommunikation. Utvecklingen ger nya möjligheter att distribuera data, att för en bred användarkrets ge kostnadseffektiv tillgänglighet till data på ett helt annat sätt än tidigare.

Datamognaden hos en användare kan naturligtvis variera. En rimlig ansats bör dock vara att användarens sakområdeskompetens är hög medan datamognaden är låg. Dvs Informationssystem Dalälven måste vara användarvänligt.

Det tidigare nämnda kan sammanfattas i följande krav

* grunda sig på tidigare gjorda investeringar i data och bearbetningssystem
* inte störa nuvarande ansvarsfördelning mellan huvudmännen för information men samtidigt medge förändringar.
* att relevanta data angående vattenkvaliteten i Dalälven finns
* att effektiva och flexibla system för bearbetning och analys finns
* ge kostnadseffektiv tillgänglighet till data och bearbetnings/analyssystem
* ge möjlighet till sambearbetning av data från olika databaser

* att ansvar för system och ev kompletteringar/förändringar när det gäller datainsamling läggs ut på huvudmän med "varaktighet".
* stor flexibilitet vad gäller användning av olika typer av datorer och system.

2.4 Mål, strategi

Målet för Informationssystem Dalälven sammanfattas enligt följande:

a att mot bakgrund av Dalälvsdelegationens uppgifter så snabbt som möjligt förse delegationen med förbättrade hjälpmedel för att föreslå miljöförbättrande åtgärder och för att följa upp resultatet av vidtagna åtgärder.

b att arbetet bedrivs så att Informationssystem Dalälven även kan bidra till att tillfredställa behov av kunskapsunderlag hos berörda statliga och kommunala myndigheter och organ m fl.

c att arbetet bedrivs så att erfarenheterna av utvecklingsarbetet kan vara till nytta vid uppbyggnad av informationssystem för andra vattenområden.

Strategin för att nå målen grundas på följande (littrering ansluter till målen).

a att utifrån en grundstruktur, och relativt höga ambitioner, arbeta stegvis med koncentration på praktiska tillämpningar kopplade till Dalälvsdelegationens arbete.

b att sådana grupper som kan ha nytta av Informationssystem Dalälven på lämpligt sätt får följa och påverka arbetet.

c att i olika sammanhang informera om arbetet, dess utveckling och resultat.

3 BEHOV AV BEARBETNINGAR

3.1 Behov

Dalälvsdelegationens behov av bearbetningar av data och information om vattenkvaliteten är primärt kopplade till det samlade vattensystemet Dalälven. För vissa delar av vattensystemet är det nödvändigt med särskilt bra uppfattning om vattenkvaliteten t ex utsläpp från industrierna i Borlänge, metallurlakning från Falutrakten och Garpenberg. Behoven av att ha möjlighet att bedöma effekter nedströms av åtgärder vidtagna längre upp i älven bör också poängteras. Motsvarande gäller också effekter vid mynningen - i havet - av vidtagna åtgärder uppströms.

Med hänsyn till Dalälvsdelegationens uppgifter kan följande allmänna beskrivning göras av behoven:

Informationssystemet skall ge underlag för att föreslå miljöförbättrande åtgärder och för att följa upp resultaten av vidtagna åtgärder. I informationssystemet måste därför finnas möjligheter att

- redovisa, i såväl text, tabeller och kartor, tillförsel av förorenande ämnen i olika delar av vattenområdet
- övervaka vattenkaliteten och de förändringar som sker
- prognosticera vilka effekterna på vattenkvaliteten blir om tillförseln av föroreningar från olika källor förändras

Behoven kan exemplifieras enligt följande:

* tillförsel av diffusa föroreningar från olika områden med hänsyn till bakgrundsnivåer för olika typer av berggrund och markslag

* tillförsel av föroreningar från olika områden pga nedfall

* transporter av olika ämnen i vattensystemet med hänsyn till tillförsel och retention

* "totalbudgetar" för olika ämnen

* trender och genomsnitt för halter och mängder av olika föroreningar

* påverkansgrad enligt naturvårdsverkets bedömningsgrunder för olika ämnen (föroreningstillstånd i förhållande till naturlig bakgrundsnivå)

* samband mellan föroreningstillförsel och vattenkvalitet

* simulering av ämneskoncentrationer vid alternativa åtgärder

* uppföljning av vidtagna åtgärder

* ta fram uppgifter och förteckningar från utsläppskontrollprogram på t ex anläggningar inom en grupp i miljöskyddsförordningen eller anläggningar inom olika branscher och/eller geografiska områden

* beräkningar, statistik, trendanalys m m av mätvärden i anslutning till mätprogram t ex för utsläpps-, recepientkontrollprogram och kalkningsverksamhet

* sambearbetning t ex av data från MI-01 (KRUT), SVAR, PMK, GSD och valfria analyser av komplexa samband, med underlag i form av tematiska kartor

* redovisning av genomförda bearbetningar i t ex tabeller, diagram, kartor

Ovanstående behov kan struktureras på följande sätt

a) Sammanställning, urval av administrativa data från utsläppskontrollprogram

b) Beräkning, statistik, analys av mätvärden i anslutning till mätprogram för utsläpp-, recepientkontroll och kalkning

c) Sambearbetning av data från olika databaser och analys av tematiska kartor

d) Beräkningsmodell för avrinningssimulering, hydrokemisk simulering, beräkning av ämnestransport, simulering av ämneskoncentrationer vid alternativa åtgärder

e) Uppföljning

f) Redovisning och presentation av bearbetningar

3.2 Befintliga system för bearbetning

Mot bakgrund av vad som tidigare sagts angående grundidén med Informationssystem Dalälven tecknas här inte någon total bild av marknaden för bearbetningssystem utan endast de system, som kan vara aktuella för Dalälvsdelegationens arbete och som finns hos de myndigheter som primärt är tänkta att hålla databaser inom Informationssystem Dalälven dvs: SNV,

Länsstyrelserna, SMHI, SGU och LMV. I detta ligger att om man har tillgång till resp huvudmans databas bör man också kunna ha möjlighet att med hjälp av resp huvudmans bearbetningssystem ta fram de beslutsunderlag som olika system ger möjlighet till.

MI-01	SNV	Lagring och bearbetning av data från utsläppskontroller
Kalknings-reg.	SNV	Lagring och bearbetning av data från kalkningsverksamheten
KRUT	SNV	Planerat system för lagring och bearbetning av data från utsläpps- och recepientkontroll samt kalkningsverksamhet. KRUT ersätter MI-01 och Kalkningsregistret
PROGRESS	SNV	4GL-verktyg med relationsdatabas som används i KRUT-utvecklingen
PULS	SMHI	Numerisk modell för vattenbalans och avrinning som även inkluderar modellering av hydrokemiska förhållanden.
PHOENICS	SMHI	Numerisk modell för spridning och transport i sjöar och hav
HYPOS	SMHI	System för hydrologisk positionsangivelse
BÅK	SMHI	Bassystem för lagring, åtkomst och kontroll
MIMER	SMHI	4GL-verktyg med relationsdatabas
FINGIS	SMHI	System för digital karthantering (planerat införande under 1988)
MIMER	SGU	4GL-verktyg med relationsdatabas
CAMPUS	SGU	System för digital karthantering
INFO	LMV	4GL-verktyg med relationsdatabas
ARC-INFO	LMV	Geografiskt informationssystem med generella analysverktyg
AUTOKA	LMV	System för digital karthantering

3.3 Behov jämfört med befintliga system för bearbetning

Under förutsättning att Informationssystem Dalälven realiseras så att tillgång erhålls till ovan upprräknade system erhålls följande kravuppfyllelse (krav litterade enligt 3.1)

Krav	Uppfylls genom
a) Sammanst, urval av adm data från utsläppskontrollprogram	KRUT (MI-01)
b) Beräkning m m i anslutning till mätprogram för utsläpp-, recepientkontroll, kalkning	KRUT (MI-01 utsläpp) (Kalkningsreg)
c) Sambearbetning av data från olika databaser och analys av tematiska kartor	Relationsdatabaser och ARC-INFO
d) Beräkningsmodell för avrinningssimulering, ämneskoncentrationssimulering ämnestransportsimulering simulering av effekter av alternativa åtgärder	PULS
e) Uppföljning	KRUT (MI-01, Kalkningsreg.) PULS m fl
f) Redovisning	KRUT, HYPOS, ARC-INFO digitala kartsystem

Ovanstående ger intryck av fullständig behovsuppfyllelse. Följande kommentarer behöver dock göras. Förslag om införande av KRUT planeras att tas upp i SNV:s anslagsframställning 1988. Ett positivt beslut innebär en start på införandet i sept 1989. För punkten c) erfordras ett antal hjälpprogram för att kunna flytta data från ett system till ett annat. Se även under avsnitt 5. PULS-modellen (liksom andra liknande modeller) måste kalibreras för Dalälven för att uppfylla behoven. Kalibrering sker med hjälp av uppmätta serier, befintliga eller nya. Mera om detta finns i avsnitt 4. Modellen kan tillämpas för att beskriva föroreningskällor och transportförhållanden, beräkna blandning av vatten och ämneshalter från olika områden och hela områden, identifiera källor, simulera åtgärder t ex stänga av läckage och se

effekter på transporten nedströms, följa upp åtgärder. För metalltransporter i låga koncentrationer har PULS-modellen hittills inte tillämpats på ett så stort vattensystem som Dalälven. När det gäller transport av organiskt material är modellen ännu i utvecklingsstadiet. Vid högskolor och institutioner pågår forskning och vidareutveckling av hydrologiska modeller. Det är av vikt att dessas erfarenheter och kunnande tas tillvara vid arbetet med den hydrologiska modellen för Dalälven. Som en slutsats kan konstateras att Dalälvsdelegationen för sitt arbete behöver tillgång till en hydrologisk modell för hela Dalälven och för vissa strategiska delar av vattensystemet.

3.4 Förslag till handlingsplan

Handlingsplanen kan sammanfattas i följande punkter

* Arbeta för att KRUT-systemet introduceras så fort som i C-,U-,W-och X-län

* Kalibrering av PULS-modellen för utvalt delområde av Dalälven påbörjas så snart som möjligt.
  En arbetsplan för användning av modellen tas fram.
  Därefter kalibreras modellen för hela Dalälven.

4 BEHOV AV DATA

4.1 Utgångspunkter

Behoven av data utgår primärt från de olika typer av bearbetningsbehov som anges i avsnitt 3. En annan utgångspunkt är att inte mäta mer än vad som är nödvändigt. En hypotes därvidlag är att en välkalibrerad hydrologisk modell för Dalälvens avrinningsområde bör ge god hjälp med att hålla ner mängden av mätning, att klarlägga vad som är viktigt att mäta i Dalälven, att få mätningarna på strategiska platser och vid strategiska tidpunkter. Dvs mätningarna behöver vara relevanta och väl representera de reella skeendena. Motsvarande gäller även data från recipientkontroller och motsvarande där kravet är att laboratorieresultat t ex från olika tidpunkter och olika platser i älven med tillräcklig signifikans måste kunna jämföras med varandra. Denna problematik är inte ny och den lösning som ligger närmast till hands är att använda samma laboratorium för alla analyser.

4.2 Behov av och tillgång på data

Ett övergripande krav är att data är lägesbestämda, dvs mätplats, utsläppspunkt etc anges med koordinater i rikets nät eller med koordinater som kan transformeras till rikets nät. Data kan då relateras till de hydrologiska förhållandena inom olika delar av Dalälvens avrinningsområde. T ex kan data relateras till delavrinningsområden (702 st för Dalälven, se 4.2 Basdata) som i många sammanhang torde vara lämpliga analysenheter.

Behoven av data för Informationssystem Dalälven kan grupperas i ; basdata, periodiska mätdata, data av "tillfällig natur" och data om tillstånd till utsläpp. Vissa data erfordras för kalibrering av den hydrologiska modellen medan andra data har direkt koppling till vattenkvaliteten, ytterligare andra behövs för presentationer osv. Nedanstående sammanställningar inkluderar alla dessa data. Nedan görs en mera detaljerad genomgång av behoven och en jämförelse med idag tillgängliga data som huvudsakligen finns hos länsstyrelser, SNV, SMHI, SGU och LMV. Befintliga data finns grovt lagrade enligt följande

Data	Databas	Huvudman
. utsläppskontroll	MI-01	Länsstyrelse kommun
. recepientkontroll	"konsultlab"	Länsstyrelse
. kalkning	kalkn.reg KRUT	SNV
. PMK-vatten		MK-lab (SNV)
. PMK-luft		
. atmosfärsvatten	SVAR	SMHI
. markvatten	SVAR	SMHI
. sjöarkiv	SVAR	SMHI
. vattendragarkiv	SVAR	SMHI
. grundvattenarkiv	SVAR	SGU
. dig. "kartdata"	GSD	LMV
. viss hydrologisk dig. "kartdata"	HYPOS	SMHI

Basdata

Med basdata avses data om geografiska, hydrologiska och geokemiska förhållanden samt naturskydd o dyl i digital form

Behov	Register-ansvarig	Anmärkning
- Vattendrag, sjöar (1:250 000)	LMV	Digital lägesredovisning LMV. SMHI Gemensam databas
- Vattendrag, sjöar (1:50 000)		Under 1988/89 planerar LMV prel. att inom GSD starta uppbyggnad av hydrologisk bas från 1:50 000. SMHI behöver därefter göra hydrologisk kodsättning av denna bas.
- Vattendelare för delavrinningsområden (1:50 000)	SMHI	Denna bas beräknas bli klar hösten 1988
- Sjö och vattendragsregister	SMHI	Förteckning
- Administrativ indelning (läns, kommun-, församlingsgränser)	LMV	
- Översiktlig markanvändning (skog, jordbruk, sjöar, våtmark, tätorter	LMV	Under 1988/89 planerar LMV prel att inom GSD producera denna bas

övrig mark)		
- Höjdinformation	LMV	
- Hushållningsbest och naturskydd enl PBL/NRL och NVL	(LMV)	Finns delvis inom GSD
- Bakgrundshalter av olika ämnen i jordlager, berggrund och grundvatten inom olika delavrinningsområden	SGU	Finns delvis hos SGU enligt följande Hydrogeologisk karta C, U klart X påbörjat (W el. S står på tur Geokemisk karta finns idag inte för någon del av Dalälvens avrinningsområde
- Dig. kartdata att använda som bakgrund för olika typer av redovisningar och presentationer	LMV	Finns delvis hos LMV inom ramen för SGU. För 1988/89 finns prel. planer att ta fram digital bakgrundskarta specifikt för redovisningar på läns- och kommunnivå

Stora delar av behoven finns redan tillgodosedda och andra planeras tillgodoses 1988/89. När det gäller SGU:s hydrogeologiska och geokemiska kartläggning ligger det i Dalälvsdelegationens intresse att ta upp prioriteringsdiskussioner med SGU.

Periodiska mätdata

Delegationens arbete hittills har visat att det inte är särskilt lätt att klarlägga vilka parametrar som är särskilt representativa för Dalälvens vattenkvalitet. Motsvarande gäller var mätningar lämpligen sker samt när och med vilken periodicitet. Utgångspunkten för det fortsatta arbetet i dessa frågor är att arbetet med att kalibrera den hydrologiska modell som föreslås (se avsnitt 3) skall ge svar på ett antal av ovannämnda frågor och åtminstone signaler till inriktning i andra. Dvs kalibrering av den hydrologiska modellen är ett tungt inslag i arbetet med att klarlägga innehållet i ett mätprogram. I sammanhanget bör också påpekas att arbetet med ett samordnat recepientkontrollprogram för Dalälven lämpligen bör samordnas med kalibreringen av den hydrologiska modellen.

I nuläget kan således inte detaljerade behov på periodiska mätdata för Dalälvsdelegationens behov anges. Nedan redovisas de mätdata som samlas in idag.

Ämnesområde	Parametrar	Databas/ Huvudman
- Hydrologisk balans	. meteorologi lufttryck lufttemp nederbörd snödjup	/SMHI
	. hydrologi vattenstånd vattenföring vattentemp sedimenttransport	SVAR/SMHI
- Tillförsel av förorenande ämnen (punktkällor utsläppskontr.)	beroende av resp kontrollprogram	MI-01/resp länsstyrelse kommun
- Tillförsel av förorenade ämnen (nedfall)	luft- och nederbördskemi (PMK)	
- Mängder och halter av förorenande ämnen	. vatten-, grundvattenkemi (PMK)	/MK-lab (SNV)
	. kemi, biologi i kustvatten (PMK)	/MK-lab (SNV)
	. "recepientkontrollprogram"	/resp länsstyrelse
	. "kalkning"	kalkreg/SNV

Data om tillstånd till utsläpp av föroreningar

Vad som här är av primärt intresse är tillståndsgiven verksamhet enligt miljöskyddslagen (inkl äldre dispenser) med uppgifter om:

- beslutstidpunkt
- utsläppsvillkor i tillståndsbeslut
- kontrollprogram och kompletterande villkor i detta.

Ovanstående data finns i MI-01 (fullständigheten varierar dock för de fyra länen) och kommer att finnas i KRUT. Man bör dock räkna med att det inte går att få fullständighet när det gäller äldre dispenser.

Det kan också vara intressant få tillgång till data om tillstånd och villkor enligt annan lagstiftning än miljöskyddslagen. Möjligheten att tillfredsställa ett sådant behov har ännu inte studerats närmare. Det kan dock noteras att SMHI föreslagit Vattendomstolarna att vattenboken överförs till databas.

Data av "tillfällig natur"

Under denna rubrik döljer sig behov av t ex data om förorenande ämnen i sediment och biota och annan övrig data (rapporterna om iakttagna effekter på vattnet och biotan. Möjligheten att tillfredsställa behovet (och att konkretisera behovet) har ännu inte studerats närmare. Det kan dock noteras att t ex sedimenten är historiska dokument vad gäller vattenkvaliteten och att studium av t ex kiselalger i sediment kan ge en historik ang föroreningar och vattenkvalitet.

4.3 Övrigt

Komplettering eller förändring av mätdata för Dalälven kan komma att ske pga aktiviteter vid sidan om Dalälvsdelegationens arbete. Här kan följande nämnas

* Älvcentral. Sannolikt blir ett av resultaten av Dammsäkerhetsutredningen att en Älvcentral för Dalälven kommer till stånd. När det gäller mätdata torde en älvcentral innebära förändringar men kanske framförallt komplettering av mätningar vad gäller vattenstånd och vattenföring. Vad som ur Dalälvsdelegationens synpunkt är än mer intressant är att i planerna för älvcentralen ingår att göra flödesberäkningar med PULS-modellen (dvs HBV-modulen. Innebörden är att behov av att kalibrera den hydrologiska modellen vad avser flödesberäkningar finns inte bara hos Dalälvsdelegationen utan minst lika påtagligt hos den planerade älvcentralen.

* Samordnat recepientkontrollprogram för Dalälven. Ett aktivt arbete har bedrivits under senare tid för att få till stånd ett program för samordnad recepientkontroll. Ett sådant arbete och program tjänar självklart Dalälvsdelegationens arbete. Mot bakgrund av vad som framförts tidigare är det dock svårt att idag åstadkomma ett bra beslutunderlag för vilka parametrar som är särskilt representativa för vattenkvaliteten i Dalälven. Arbetet med ett samordnat recepientkontrollprogram bör kunna dra nytta av kalibreringen av en hydrologisk modell för Dalälven.

Resultatet från av den hydrologiska modellen kan vad gäller t ex transport av metaller också ge behov av kompletterande mätningar. Särskilt intressant därvidlag kan sannolikt vara sådana punkter där det fortsättningsvis finns särskilt intresse av att följa upp effekterna av vidtagna åtgärder (t ex utlopp från

Borlängeområdet, utloppen för metallurlakningen från Falu- och Garpenbergområdet).

En annan erfarenhet under Dalälvsdelegationens arbete är att det krävs lite ansträngning för att få en uppfattning om vilka speciella undersökningar, forskning, utvecklingsarbete etc som gjorts för olika företeelser som berör vattenkvaliteten i Dalälven. Frågeställningen har ännu inte studerats närmare. Noteras skall dock att SGU arbetar med att åstadkomma en databas -GeoRegister-. GeoRegister blir en referensdatabas för publicerade och opublicerade dokument med uppgift att ge information om vilka dokument som finns beträffande Sveriges geologi och var dessa finns åtkomliga eller arkiverade.

4.4 Förslag till handlingsplan

Allmänt kan konstateras att underlaget idag är otillräckligt för att föreslå större kompletteringar/förändringar vad gäller insamling av mätdata. Kalibreringen av den hydrologiska modellen förväntas dock ge ett bättre beslutsunderlag i detta avseende. Vissa åtgärder har dock redan nu fullgott beslutsunderlag och det som föreslås nedan bör snarast möjligt komma till genomförande.

Basdata

- Hydrologisk databas insamlad av LMV från topografiska kartan 1:50 000 och försedd med hydrologisk kodning av SMHI. Prioriteringsdiskussion tas upp med LMV och SMHI

- Översiktlig markanvändningsdatabas insamlad av LMV. Prioriteringsdiskussion tas upp med LMV

- Digitala bakgrundskartor inom ramen för GSD för redovisningar och presentationer inom Dalälvens avrinningsområde. Prioriteringsdiskussioner tas upp med LMV

- Geokemisk och hydrogeologisk kartläggning är av intresse. Prioriteringsdiskussion startas med SGU.

Periodiska mätdata

- Arbetet med att etablera KRUT-databaser för C-, W-, U och X län påbörjas och slutförs så snabbt som möjligt. I första skedet överförs sådana data som idag finns i databaser. Överföring av data från andra medier får ske efter diskussion om vad som behövs och när.I arbetet ingår överföring av data till KRUT från

- MI-01
- Kalkningsregister
- PMK
- Recepientkontrolldata (OBS här är det av extra värde att data normeras och kvalitetsdeklareras)

- Mätdata för kalibrering av hydrologisk modell för Dalälven tas ställning till under hand

- För mätdata som kräver laboratorieanalyser är det en absolut nödvändighet är analysdata från vilka olika tidpunkter, platser etc görs med sådan noggranheter och medelfell som möjliggör jämförelser och analyser.

Data av "tillfällig natur"

- Det bör vara intressant med någon form av undersökning av sedimenten i Dalälven bl a för att få en bild av hur vattenkvaliteten och föroreningarna historiskt sett ut. Frågan studeras vidare.

Övrigt

- Om möjligt få till stånd en samverkan med "Älvcentral Dalälven" vid kalibrering av den hydrologiska modellen för Dalälven.

5 SYSTEM- OCH DISTRIBUTIONSSTRUKTUR

5.1 Bakgrund

Mot bakgrund av grundidén med Informationssystem Dalälven - att bygga på befintliga databasaer och system; KRUT, SVAR, PMK etc - handlar system- och distributionsstruktur om att med hjälp av modern kommunikations- och distributionsteknik kraftigt öka tillgängligheten till redan gjorda investeringar i datainsamling och system. Det gäller att finna varaktiga och bra teknik- och organisationslösningar för att

* få åtkomst av databaser och bearbetningssystem som är av intresse för Dalälven

* data från olika databaser (och olika huvudmän) skall kunna sambearbetas.

När det gäller teknikdelen är det i stort två typer av frågor som behöver kostnadseffektiva och användarvänliga lösningar

- datakommunikation och distribution
- transferering av data mellan olika system

Teknikutvecklingen är mycket kraftfull när det gäller tele- och datakommunikation. Här bör nämnas standardiseringsarbetet OSI (Open Systems Interconnections - Datautbyte mellan öppna system). Denna väldiga internationella standardiseringssatsning är särskilt intressant därför att inriktningen är att åstadkomma informationsutbyte mellan olika datasystem dvs det som är en av de grundläggande idéerna i Informationssystem Dalälven.

Ett annat (svenskt) standardiseringsarbete, som är av intresse i sammanhanget, berör digital landskapsinformation och sker inom ramen för ULI (Utvecklingsrådet för landskapsinformation).

Som exempel på utveckling inom tele- och datakommunikation som också stöder idéerna i Informationssystem Dalälven kan följande nämnas; Inom ramen för det kommande ISDN-nätet (Integrated Services Digital Network dvs möjlighet till samtidig överföring av tal, text, data och bild från ett enda "jack") kommer inom ett år att startas fältprov för ett "företagsinternt" kommunikationsnät (IWAN - Integrated Wide Area Network) med hjälp av det publika kopplade nätet. En sådan lösning ger goda möjligheter

till att för ett större antal användare realisera vad som ligger i Informationssystem Dalälven och rimligtvis till en rimlig kostnad i och med att man inte behöver hyra "egna" ledningar.

Vid sidan av tele- och datakommunikation ger t ex CD-ROM en möjlighet att distribuera stora datamängder av mer "statisk" natur.

En allmän kommentar till ovanstående är att mycket större idéer i Informationssystem Dalälven och att målen när det gäller informationsutbyte mellan olika system och användarvänlighet bör kunna sättas relativt högt. Målen ger inriktningen på arbetet som får ske stegvis och med en stark koncentration på de praktiska tillämpningar som Dalälvsdelegationen behöver för sitt arbete.

5.2 Dator- och systemmiljöer

Om man ser till de huvudsakliga databashållarna som är intressanta för Dalälvsdelegationen finns översiktligt följande dator- och systemmiljöer

	dator	operativ-system	databas-system
SNV-länsstyrelser	basdatorer	UNIX	Progress (för KRUT)
SMHI	VAX	VMS	MIMER
LMV	PRIME	PRIMOS	KASOF INFO
SGU	PRIME		MIMER

Det kan vidare noteras att bland myndigheterna ovan finns självklart olika typer av samarbete/samverkan. Intressant i sammanhanget är bl a följande

- LMV och SMHI har i samarbete producerat den huvud- och biflödesdatabas (från skala 1:250 000) som nämns bland basdata under avsnitt 4.2

- SNV och SMHI har påbörjats diskussion om samverkan mellan KRUT och HYPOS/SVAR

Ovanstående visar att respektive myndighet åtminstone har viss information och kunskap om närstående myndigheters ADB-system, vilket bör underlätta ett genomförande av Informationssystem Dalälven.

5.3 Överväganden

Under den relativt korta tid som arbetet pågått med att penetrera Informationssystem Dalälven har det av praktiska skäl inte varit möjligt att "djupdyka" i analyser och förslag vad avser kommunikations- och systemstruktur. Det arbete som gjorts visar dock inte något som kullkastar de grundläggande idéerna. En djupare genomgång av speciellt systemstrukturen bör genomföras snarast möjligt. Erfarenhetsmässigt når man därvidlag goda resultat med hjälp av s k konceptuell modellering (eller begreppsmodellering). I ett sådant modelleringsarbete är det av största vikt att ha deltagare från miljöövervakande myndigheter m fl som inom Dalälvens avrinningsområde bör kunna nyttiggöra sig systemet. Även om det kortsiktiga system arbetet i huvudsak kommer att ske för att tillfredsställa Dalälvsdelegationens behov är det självklart nödvändigt att det kortsiktiga arbetet utgår från en modell som ger möjlighet till bred användning av systemet. Modelleringsarbetet bör vidare ge en uppfattning om frekvensen av behov av att överföra data mellan olika system, vilket i sin tur blir styrande för i vilken mån det behövs gränssnitt för överföring av data mellan olika system och hur användarvänliga de behöver göras. Även arbetet med kalibreringen av den hydrologiska modellen för Dalälven kommer att ge prioriteringssignaler när det gäller behov av att överföra data mellan olika system. I samband med modelleringsarbetet bör även ansvarsfördelningen mellan olika huvudmän klarna t ex vad gäller insamling av data, registerhållning o s v. Erfarenheterna av Dalälvsdelegationens hittillsvarande arbete tyder vidare på att sambearbetning av HYPOS/SVAR-data med ett "färdigt" KRUT för Dalälven samt tillgång till digitala kartor för redovisning-presentation bör få hög prioritet.

När det gäller kommunikation/distribution ger bl a frekvensen av överföring av data signaler om vilket överföringsmedium som är rationellast, men det handlar också om vilket typ av data det rör sig om. Data som inte ändras (eller åtminstone förändras sällan) kan säkerligen distribueras konkurrenskraftigt med hjälp av t ex flexskivor, CD-ROM jämfört med datakommunikation. De möjligheter som ligger i tidigare nämnda ISDN och IWAN motiverar utan tvekan att nära kontakt upprätthålls med Televerket för att ha möjlighet, att om så anses önskvärt när det är dags, att kunna få bli en av provkunderna i fältförsöket av IWAN hösten 1989.

5.4 Förslag till handlingsplan

Handlingsplanen kan sammanfattas i följande punkter

* Systemstruktur

  - En konceptuell modell tas fram

* Kommunikationsstruktur

  - Med anslutning till arbetet med den konceptuella modellen studeras distributionsformer och möjligheter till praktiska test tillvaratas.

6 SAMMANFATTNING AV FÖRSLAG

6.1 Inledning

Arbetet hittills med Informationssystem Dalälven visar att de antagna behoven är reella, idén ligger rätt och är möjlig att genomföra. Arbetet med informationssystemet bör således fortsätta för att ta fram ett fullständigt beslutsunderlag med kostnader för utveckling, drift, tidplan etc. Förslagen D och E som förs fram nedan är i och för sig delar i ett Informationssystem för Dalälven men innebär ändå inte ett ställningstagande till att realisera idén i sin helhet. Förslagen bygger på behov som behöver tillgodoses oavsett om Informationssystem Dalälven realiseras eller inte.

6.2 Förslag

A, Mål och strategi

Målet för Informationssystem Dalälven sammanfattas enligt följande:

a att mot bakgrund av Dalälvsdelegationens uppgifter så snabbt som möjligt förse delegationen med förbättrade hjälpmedel för att föreslå miljöförbättrande åtgärder och för att följa upp resultatet av vidtagna åtgärder.

b att arbetet bedrivs så att Informationssystem Dalälven även kan bidra till att tillfredställa behov av kunskapsunderlag hos berörda statliga och kommunala myndigheter och organ m fl.

c att arbetet bedrivs så att erfarenheterna av utvecklingsarbetet kan vara till nytta vid uppbyggnad av informationssystem för andra vattenområden.

Strategin för att nå målen grundas på följande (littrering ansluter till målen).

a att utifrån en grundstruktur, och relativt höga ambitioner, arbeta stegvis med koncentration på praktiska tillämpningar kopplade till Dalälvsdelegationens arbete.

b att sådana grupper som kan ha nytta av Informationssystem Dalälven på lämpligt sätt får följa och påverka arbetet.

c att i olika sammanhang informera om arbetet, dess utveckling och resultat.

B, System- och kommunikationsstruktur

* En konceptuell modell för Informationssystem Dalälven arbetas fram
* Med anslutning till arbetet med den konceptuella modellen studeras distributionsformer och möjligheter till praktiska test tas tillvara.

C, Intressenter i systemet

* I det fortsatta arbetet med Informationssystem Dalälven ges tänkbara intressenter möjlighet att på lämpligt sätt följa och delta i arbetet

D, Behov av bearbetningar

* Arbeta för att KRUT-systemet introduceras så fort som möjligt i C-,U-,W- och X-län
* Kalibrering av PULS-modellen för Dalälven påbörjas så snabbt som möjligt

E, Behov av data

Basdata

* Hydrologisk databas (1:50000).
* Översiktlig markanvändningsbas.

* Digitala bakgrundskartor.
* Geokemisk och hydrogeologisk kartläggning

Periodiska mätdata

* Etablering av KRUT-databaser för C-,U-,W-och X-län påbörjas och slutförs snarast möjligt

* Eventuell komplettering av mätdata för kalibrering av den hydrologiska modellen tas ställning till under hand.

Data av tillfällig natur

* Frågan om någon form av undersökning av sediment i Dalälven studeras vidare.

Övrigt

* Arbeta för att få ett samarbete med "Älvcentral Dalälven" vid kalibrering av den hydrologiska modellen.

En stor del av förslagen ovan ingår i myndigheternas normala arbete och har redan finansiering över stadsbudgeten till respektive myndighet.

6.3 Sammanfattande förslag

Med utgångspunkt i förslagen ovan och i rapporten angivna motiv och bakgrund tar Dalälvsdelegationen fram förslag till operativt program för arbetet med att realisera Informationssystem Dalälven. Programmet skall innehålla aktiviteter, mål, tidplaner, kostnader, ev förslag till försöksverksamheten mm och vara klart under 1988. Programarbetet inleds med att tänkbara intressenter i Informationssystem Dalälven på lämpligt sätt får lämna synpunkter på denna rapport.

Bilaga 5

Referensförteckning

Publicerat material vid sekretariatet

Referens	Innehåll
1. Miljöpolitiken inför 90-talet Regeringens prop. 1987/88:85.	Regeringens förslag till inriktning av miljöpolitiken inför 1990-talet samt förslag till på kort och lång sikt.
2. Miljöförbättrande åtgärder i jordbruket m.m. Regeringens prop. 1987/88:128.	Regeringens förslag till åtgärder i syfte att minska jordbrukets negativa miljöpåverkan.
3. Aktionsplan mot havsföroreningar, Naturvårdsverket informerar Maj 1987.	Naturvårdsverkets beskrivning av de allvarliga miljöhot som havsområdena runt Sverige är utsatta för. Förslag till föroreningsbegränsande åtgärder nationellt och internationellt.
4. Bakgrundsmaterial till Aktionsplan mot havsföroreningar, SNV Rapport 3320–3322.	Beskrivning av miljökvalitet i haven runt Sverige avseende näringsstatus, syreförhållanden, tungmetaller, stabila organiska ämnen och olja. Åtgärder inom jordbruket för att minska dess bidrag till havsföroreningar. Åtgärder inom kommuner och industrier avseende stabila organiska ämnen, metaller och närsalter vid olika typer av anläggningar.

5. Gruvavfall, Naturvårdsverket informerar.	Allmän beskrivning av gruvavfallets uppkomst och art, miljöproblem och åtgärder.
6. Gruvavfall i Runns avrinningsområde – Projekt Falu Gruva, SNV PM 1834, Per Haglund.	Inventering av mängden gruvavfall i Runns avrinningsområde samt undersökning av kvarvarande vittringspotential.
7. Åtgärder för att förhindra metallläckage från gruvavfall – Projekt Falu Gruva, SNV PM 1835, Björn Södermark.	Beskrivning av teknik och kostnad för täckning av gruvavfallsupplag.
8. Metallbalans för Runn–Projekt Falu Gruva, SNV PM 1836, Thorsten Ahl, Anders Melin, Anders Wilander.	Beskrivning av metallbidragen från gruvavfall och gruvvatten till samt uttransporten ur sjön Runn.
9. Miljöeffekter – Projekt Falu Gruva, SNV PM 1837, Thorsten Ahl, Torgny Wiederholm.	Redovisning av undersökningsresultat från bottensediment, bottenfauna och fisk i Ösjön, Vikasjön, Runn, Rogsjön och Varpan. Metaller i gäddlever.
10. Slutrapport – Projekt Falu Gruva, SNV PM 1838, Thorsten Ahl, Sven Måhlstedt.	Sammanfattning av Projekt Falu Gruva med miljöeffektbeskrivning.
11. Metallbalans Gruvbäcken, Syrabäcken, Faluån–Falu Gruva, SNV Rapport 3094, Anders Melin.	Kompletterande redovisning till Projekt Falu Gruva avseende bl. a. Gruvbäckens metallbelastning på Faluån.
12. Sulfidmalmsupplag som miljöproblem, Maj 1979, SNV PM 1152, Ulf Qvarfort.	Beskrivning av sulfidmalmfyndigheter och avfallsupplag i landet. Resultat från viss vattenprovtagning med kvantifiering av läckage av svavelsyra och metaller. Riskbedömning av avfallsupplag.

13. Metalltransport i Garpenberg, ett område rikt på äldre gruvavfall, Institutet för Vatten- och luftvårdsforskning, B 603 Mars 1981, Lennart Lindeström m. fl.	Resultat från undersökningar (maj 1979–april 1980) i Garpenbergsgruvans recipientområde avseende metaller i vatten, sediment och biota. Transport och omsättning av metaller.
14. Metaller i mark och vatten inom Garpenbergsområdet – en metallbalansstudie, MiljöForskarGruppen, MFG S 8501, Lennart Lindeström, Ulf Qvarfort.	Redovisning av metallbidrag till Garpenbergsåns vattensystem från olika källor inom Gruvsjöns avrinningsområde under 1983. Undersökningar av yt- och grundvatten samt sediment. Metallbudget för Gruvsjön.
15. Zink i miljön, SNV Rapport 3429, Lennart Lindeström, Ullmar Nordén, Germund Tyler, (Under tryckning).	Kunskapssammanställning angående zinkhalten i sötvatten, saltvatten, sediment och vattenorganismer samt upptag, omsättning och utsöndring av zink hos vattenorganismer. Riskbedömning.
16. Kroniska oljeutsläpp från floder, IVL Rapport B 837, November 1986, Lennart Kaj, Carola Lehtinen.	Redovisning av mätningar av halter och transporter av petroleumkolväten (PHC) i tio svenska floder.
17. Miljökvalitetsbeskrivning av Bottniska viken och dess kustområden, SNV Rapport 3363, Staffan Thorman.	Sammanställning av kunskaper och resultat om miljöförhållandena i Bottniska viken.
18. Koppar i miljön, SNV PM 1424 Maj 1981, Anna-Maj Balsberg, Göran Lithner, Germund Tyler.	Kunskapsöversikt över koppar i främst yttre miljö med tonvikt på svenska förhållanden. Översikt över kemiska egenskaper, förekomstformer, halter i mark, vatten, sediment, organismer och organ, emission, deposition, utlakning, biologisk funktion samt toxicitet för olika organismer.

19. Kadmium i miljön, Bedömningsgrunder, SNV Rapport 3317, Jan Nilsson, Björn Wallgren.	Kunskapsredovisning av halter och flöden av kadmium i miljön, kritiska halter för olika organismer, förekommande gränsvärden, människans kadmiumintag och möjliga hälsoeffekter. Underlag för SNV:s Miljöprogram för kadmium.
20. Miljöprogram för kadmium, Naturvårdsverket Informerar, April 1987.	Naturvårdsverkets sammanfattning av åtgärder som verket anser böra vidtas under det närmaste decenniet för att motverka såväl spridning av kadmium i miljön som människans exponering för kadmium.
21. Bakgrundshalter av spårmetaller i svenska sötvatten, SNV Rapport 1817 Maj 1984, Hans Borg.	Redovisning av resultat från provtagning och analys i sötvatten från ett 40-tal sjöar och vattendrag i Sverige. Litteraturförteckning.
22. En kartläggning av sandmagasin från sulfidmalmsbrytning, SNV PM 1699 Maj 1983, Ulf Qvarfort.	Redovisning av resultat från kartläggning av sandmagasin i Sverige med undersökning av vittringens och metalltransportens beroende av magasinens fysikaliska, kemiska och hydrauliska egenskaper.
23. Tillsyn av kemikalieanvändningen vid industrier och andra anläggningar, SNV PM 1888, November 1984, Ulla-Britta Fallenius, Anna-Lena Rosengardten.	Anvisningar för arbete med kemikalietillsyn enligt miljöskyddslagen.
24. Jordbrukets inverkan på luft- och vattenmiljön, Lantbrukarnas Riksförbund, Rapport, Januari 1988, Magnus Enell, IVL, Sven-Olof Ryding, IVl, Lena Wennberg, IVL.	Kunskapssammanställning om växtnäringsförluster – källor, effekter och åtgärder vid jordbruksdrift.

25.
Recipientkontroll vatten, SNV Allmänna råd 86:3.

Anvisningar för provtagning, analys, utvärdering och presentation vid fysikalisk-kemisk och biologisk kontroll av sjöar, rinnande vatten och kustområden.

26.
En metod för att beskriva vattenbeskaffenheten i inlandsvatten som underlag för översiktlig fysisk planering. Kommittén för Mälarens Vattenvård, Publ nr 35, Juli 1986, Sture Larsson, Ingvar Lundqvist, Lise-Lotte Norin, Lars Edenman.

Metoder för redovisning av undersökningsresultat avseende näringstillstånd, försurningstillstånd, syretillstånd, metallförekomst i ytsediment, vattenmossa och fisk samt färgtillstånd i sötvatten.

27.
Storskalig spridning av organiskt bunden klor – AOX, Halvårsrapport oktober 1987–mars 1988, Institutet för Vatten- och Luftvårdsforskning, Rapport nr B 895, Magnus Enell, Lennart Kaj, Lena Wennberg, (Under tryckning).

Redovisning från ett branschgemensamt IVL-projekt 1987/88 avseede provtagning och analys av adsorberbar klororganisk substans vid 47 stationer i 32 svenska vattensystem (PMK-stationer).

28.
Dalälvens vatten 1965–1985, Vattenkvalitet och ämnestransport, April 1988, Curt Forsberg, Stefan Löfgren.

Sammanfattning och utvärdering av vattenkontroll såväl vid PMK-stationer som från övriga recipientundersökningar inom avrinningsområdet.

29.
Bedömningar och riktvärden för fosfor i sjöar och vattendrag. Underlag för försöksverksamhet, SNV PM 1705, Torgny Wiederholm, Eugene Welch, Gunnar Persson, Lars Karlgren, Ulf von Brömssen.

Underlag och vägledning för bedömning av fosforutsläpp i sjöar och vattendrag. Redovisning av effekter av förhöjda fosforkoncentrationer. Förslag till försöksverksamhet.

30.
Svenska vattenkvalitetskriterier – eutrofierande ämnen, SNV PM 918, Thorsten Ahl, Torgny Wiederholm, (Saknas vid sekretariatet, slutsåld).

Beskrivning av tillförsel av de eutrofierande ämnena, deras koncentrationsvariationer och eutrofierande effekter. Internationella riktvärden och rekommendationer med principiella synpunkter på sådana för svenska förhållanden.

31. Utsläpp och miljö, Åtgärdsgrupp Nord, Etapp I del I-II.	Kunskapssammanställning över föroreningssutsläpp och effekter i Bottniska viken. Åtgärdsgruppen är sammansatt av representanter från länsstyrelserna i Norrlands kustlän och Uppsala län samt från naturvårdsverket.
32. Toxiska effekter av metaller på fisk, SNV Rapport 3166, Åke Larsson, Carl Haux, Maj-Lis Sjöbeck.	Beskrivning av fysiologiska testmetoder för att upptäcka och diagnosticera subletala toxiska effekter hos fisk i metallförorenade sjöar och kustområden.
33. Luft- och nederbördskemiska stationsnätet inom PMK, Stockholms universitet, meteorologiska institutionen, Rapporter från verksamheten 1985–1986, SNV Rapport 3232, 3328, Lennart Granat.	Redovisning av resultat från bestämning av sulfat, nitrat, ammonium, klorid, natrium, kalium, magnesium, kalcium samt konduktivitet och pH vid 40 nederbördsstationer i Sverige.
34. Statistik på avrinningsområden 1980–1981, SCB Na 11 SM 8501.	Tabellarisk redovisning av areal, folkmängd, tätorter, markanvändning, djurhållning, industri, m. m. för avrinningsområden i Sverige.

Opublicerat material vid sekretariatet

Referens	Innehåll
50. Förbättrad vattenkvalitet i Dalälven, probleminventering 880215 med komplettering 1988-04-22 av bilaga 7. Skrivelse till statens naturvårdsverk 1988-03-28 angående omprövning av ytbehandlingsindustrier, Länsstyrelsen i Kopparbergs län, naturvårdsenheten, Carl Sundt, Stefan Löfgren.	Kunskapssammanställning om Dalälvens vattenkvalitet, föroreningsutsläpp och påverkan på biotan. Länsstyrelsens bedömning samt förslag till åtgärder.

51. Diffus metalltillförsel från gamla gruvavfallsupplag i Falun, 880301, Länsstyrelsen i Kopparbergs län, naturvårdsenheten.	Redovisning av diffus metalltillförsel till Faluån och sjön Tisken med länsstyrelsens slutsatser och bedömning.
52. Angående SSAB, Domnarvets och Fors Kartongbruks ökade utsläpp i Dalälven, Länsstyrelsen i Kopparbergs län.	Kommentarer till de aktuella koncessionsbesluten vilka bilagts.
53. Eutrofierade sjöar inom Dalälvens avrinningsområde (Kopparbergs län), Länsstyrelsen i Kopparbergs län 880418, Tore Jacobs.	Tabell över 17 eutrofierade sjöar med sjönummer, namn och kommuntillhörighet.
54. Årliga utsläppsmängder av totalfosfor och BOD_7 från kommunala avloppsreningsverk, 1987-10-26, Länsstyrelsen i Kopparbergs län, naturvårdsenheten, Per-Erik Persson.	Utsläpp åren 1975, 1980 och 1986 från länets samtliga kommunala avloppsreningsverk, redovisade i tabellform.
55. Sammanställning av underlagsmaterial inför arbetet med ett åtgärdsprogram för Dalälven, PM 880219, Länsstyrelsen i Uppsala län, naturvårdsenheten, Barbro Grönberg, Ingemar Olofsson.	Probleminventering avseende föroreningar och effekter i Dalälven och vid kusten. Kartering av utsläppskällor samt förslag till åtgärder.
56. Utsläpp av metaller, kemikalier och olja till Dalälven i Uppsala län, 880329, Länsstyrelsen i Uppsala län, Ingemar Olofsson.	Redovisning av utsläpp av föroreningar från industrier och kraftverk, kemikalieinventering samt vissa förslag till åtgärder.
57. Sammanställning av material som underlag för Dalälvsdelegationens arbete med ett åtgärdsprogram för Dalälven 880210, Länsstyrelsen i Västmanlands län, naturvårdsenheten, Lise-Lotte Norin.	Probleminventering avseende effekter i miljön, utsläppskartering samt förslag till åtgärder och kompletterande undersökningar.

58. Kunskapssammanställning: Dalälven – Gävleborgs län 880210, Länsstyrelsen i Gävleborgs län, naturvårdsenheten, Anna-Helena Lindahl.	Beskrivning av miljöeffekter, utsläppskartering samt förslag till åtgärder, kompletterande undersökningar och utredningar.
59. Förslag till samordnad recipientkontroll i Dalälven, Länsstyrelsen i Kopparbergs län, naturvårdsenheten.	Förslag till fysikalisk-kemiska undersökningar i sjöar och rinnande vatten, sedimentundersökningar, samt biologiska undersökningar avseende växtplankton, bottenfauna, fiskundersökningar med fysiologiska kontroller, kvicksilver i gäddmuskulatur. Toxicitetstestning av sediment. Kostnader och finansiering.
60. Vattendelarkarta med tabeller, SMHI, Torbjörn Lindkvist, Christina Thoms-Järpe.	Karta i skala 1:250 000 med 702 delavrinningsområden färglagda i biflödesordning. Tabell med delområdenas namn och beteckningar.
61. Bakgrundskoncentrationer för ytvatten i Dalälvsområdet, 880330, Laboratoriet för miljökontroll, Uppsala, Andes Wilander.	Bakgrundskoncentrationer och typvärden för metaller och totalfosfor.
62. Resultat av Sportfiskarnas enkät till sportfiskeklubbar utefter Dalälven, 880428, Ulf Pierrou.	Enkätresultat med författarens reflektioner över situationen i Dalälven.
63. Miljöpåverkan i Dalälven – bedömning av omfattning, troliga orsaker och möjliga åtgärder, 880428, MiljöForskarGruppen, Lennart Lindeström.	Haltnivåer av föroreningar i vatten, sedimentförhållanden, konstaterade effekter och troliga orsaker för Dalälvens huvudfåra, Garpenberg – Forsån, Grycken och Runn. Genomförda åtgärder samt förslag till kommande åtgärder.

64. PM. Några kunskapsluckor rörande miljösituationen i Dalälven, 880505, MiljöForskarGruppen, Lennart Lindeström.	Redovisning av behov av undersökningar avseende metallbelastning och effekter på sjön Runn. Övriga kunskapsluckor avseende fiskfysiologi, kvicksilverläckage från sediment i Grycken m.m.
65. PM angående synpunkter på kunskapssammanställningar och förslag till miljöförbättrande åtgärder inom Dalälvens avrinningsområde, MiljöForskarGruppen, 880318, Lennart Lindeström.	Synpunkter på länsstyrelsernas underlagsmaterial för Dalälvsdelegationens arbete.
66. Provtagningsresultat från programmet för övervakning av miljökvalitet, PMK, vid Älvkarleby, Näs Bruk, Mockfjärd och Gråda 1966–1986.	Analysresultat i tabellform.
67. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag, Arbetsmaterial, Statens Naturvårdsverk, Torgny Wiederholm.	Underlag för bedömning av näringstillstånd/eutrofiering, syretillstånd och syretärande ämnen, ljusförhållanden, surhetstillstånd/försurning och metaller i vatten, sediment och vattenmossa samt kvicksilverhalter i gädda (muskel).
68. Inventering av träimpregneringsverksamhet i Kopparbergs län, 1987-09-09, Länsstyrelsen i Kopparbergs län, Sven Göthlin.	Resultat från inventering av 16 träimpregneringsanläggningar avseende bl. a. ägare, impregneringsmetod och förorening av mark och vatten.
69. Kreosot i och vid Långviken i Vansbro, Förekomst och saneringsalternativ, 1987-11-09, IVL-Rapport.	Resultat från undersökningar av jord, vatten och sediment samt beskrivning av möjliga åtgärder.

KUNGL. BIBLIOTEKET STOCKHOLM

Statens offentliga utredningar 1988

Kronologisk förteckning

1. Översyn av utlänningslagsstiftningen. A.
2. Kortare väntan.A.
3. Arbetsolycka - "olycka" eller arbetsmiljöbrott? A
4. Kunskapsöverföring genom företagsutveckling. UD.
5. Samerätt och sameting. Ju.
6. Provning och kontroll i internationell samverkan. I.
7. Frihet från ansvar. Ju.
8. En ny skyddslag. Fö.
9. Sverigeinformation och kultursamarbete. UD.
10. Rätt adress. Fi.
11. Öppenhet och minne. U.
12. Civil personal i försvaret. Fö.
13. Handel med optioner och terminer. Fi.
14. Översyn av bostadsrättslagen. Bo.
15. Medborgarkommissionens rapport om svensk vapenexport. SB.
16. SÄPO-Säkerhetspolisens inriktning och organisation. Ju.
17. Reklamskatten. Fi.
18. Rapport av den parlamentariska kommissionen med anledning av mordet på Olof Palme. Ju.
19. U-lands- och biståndsinformation. UD.
20. En förändrad ansvarsfördelning och styrning på skolområdet. U.
21. Ny taxeringslag - Reformerad skatteprocess. Del 1. Fi.
22. Ny taxeringslag - Reformerad skatteprocess. Del 2. Fi.
23. SIIESTA - Ett internationellt institut för värdering av miljöriktig teknik. UD.
24. Lotteri i radio och TV. U.
25. Förnyelse och utveckling. C.
26. Frikommunförsöket. C.
27. Lönegarantin och förmånsrättsordningen - om lönegarantins betydelse för det ökade antalet företagskonkurser. A.
28. Videovåld II - förslag till åtgärder. U.
29. Förnyelse av kreditmarknaden. Fi.
30. Arbetsdomstolen. A.
31. Översyn av upphovsrättslagstiftningen. Delbetänkande 4. Ju.
32. Läge för vindkraft. Bo.
33. Släpp kopiorna fria. Fi.
34. Dalälven - en miljösatsning. ME.

Statens offentliga utredningar 1988

Systematisk förteckning

Statsrådsberedningen

Medborgarkommissionens rapport om svensk vapenexport. [15]

Justitiedepartementet

Samerätt och sameting. [5]
Frihet från ansvar. [7]
SÄPO-Säkerhetspolisens inriktning och organisation. [16]
Rapport av den parlamentariska kommissionen med anledning av mordet på Olof Palme. [18]
Översyn av upphovsrättslagstiftningen. Delbetänkande 4. [31]

Utrikesdepartementet

Kunskapsöverföring genom företagsutveckling. [4]
Sverigeinformation och kultursamarbete. [9]
U-lands- och biståndsinformation. [19]
SIIESTA - Ett internationellt institut för värdering av miljöriktig teknik. [23]

Försvarsdepartementet

En ny skyddslag. [8]
Civil personal i försvaret. [12]

Finansdepartementet

Rätt adress. [10]
Handel med optioner och terminer. [13]
Reklamskatten. [17]
Ny taxeringslag - Reformerad skatteprocess. Del 1. [21]
Ny taxeringslag - Reformerad skatteprocess. Del 2. [22]
Förnyelse av kreditmarknaden. [29]
Släpp kopiorna fria. [33]

Utbildningsdepartementet

Öppenhet och minne. [11]
En förändrad ansvarsfördelning och styrning på skolområdet. [20]
Lotteri i radio och TV. [24]
Videovåld II - förslag till åtgärder. [28]

Arbetsmarknadsdepartementet

Översyn av utlänningslagstiftningen. [1]
Kortare väntan. [2]
Arbetsolycka - "olycka" eller arbetsmiljöbrott?[3]
Lönegarantin och förmånsrättsordningen - om lönegarantins betydelse för det ökade antalet företagskonkurser. [27]
Arbetsdomstolen. [30]

Bostadsdepartementet

Översyn av bostadsrättslagen m.m. [14]
Läge för vindkraft. [32]

Industridepartementet

Provning och kontroll i internationell samverkan. [6]

Civildepartementet

Förnyelse och utveckling. [25]
Frikommunförsöket. [26]

Miljö- och Energidepartementet

Dalälven - en miljösatsning. [34]



ALLMÄNNA FÖRLAGET

ISBN 91-38-10180-7
ISSN 0375-250x