

# EKA-projektet

Projekt- och erfarenhetsrapport  
över sanering av kloralkalifabriken  
på EKA-området i Bengtsfors



**BENGTSFORS  
KOMMUN**

# EKA-projektet

---

Projekt- och erfarenhetsrapport  
2015 version 1

## **EKA-projektet – projekt- och erfarenhetsrapport, 2015:1**

Tryck 2016-01-20

UTGIVARE: Boh Tivesten, Bengtsfors kommun, 0531-526000

ANSVARIG ENHET: Kommunstyrelsen

REDAKTÖRER: Joakim Schultzén och  
Peter Harms-Ringdahl, Empirikon konsult AB

FÖRFATTARE: Se respektive kapitel

FORM och REDIGERING: Ulrika Larson, Empirikon konsult AB

TRYCK: Tellogruppen AB, Västervik, 2016

OMSLAGSFOTO:

Peter Harms-Ringdahl och Ulrika Larson, Empirikon Konsult

FOTO: Johan Fogelström, Sabina Fogelström, Fredrik Hansson, Kjell Hansson,  
Peter Harms-Ringdahl, Ulrika Larson, Annelie Loberg, Anna Sandström, Åsa  
Svensson

# Innehåll

<b>Förord</b>	<b>4</b>	<b>Sanering av ett kraftigt förorenat område</b>	<b>50</b>
<b>Guldorn</b>	<b>5</b>	7.1 Utförande av entreprenader	50
Sammanfattning av särskilt viktiga händelser	5	7.2 Schaktnivåer för saneringen	58
Sammanfattning av särskilt viktiga erfarenheter	7	7.3 Omhändertagandentreprenad	59
Abstract	8	7.4 Arbetsmiljö och egenkontroll	61
		7.5 Slutbesiktning	62
		7.6 Slutlig återställning	63
<b>Från industriepok till saneringsprojekt – en översiktlig beskrivning</b>	<b>9</b>	<b>Miljökontroll</b>	<b>64</b>
1.1 Områdets belägenhet	9	8.1 Miljökontroll	64
1.2 Ett industriminne i Dalsland	9	8.2 Erfarenhetsåterföring	65
		8.3 Erfarenhetsåterföring övriga tillkommande provtagningar	70
<b>Projektförutsättningar</b>	<b>12</b>	8.4 Hantering riktvärden/gränsvärden	72
2.1 Allmänt	12	8.5 Rutiner miljökontrollen	72
2.2 Ekonomiska ramar	12	8.6 Erfarenheter av samverkan mellan projektets olika parter	72
2.3 Mål	13	8.7 Erfarenhet efterkontroll	72
<b>Projektledning</b>	<b>15</b>	<b>Resultat och effekter</b>	<b>73</b>
3.1 Strategisk ledning	15	9.1 Beräkningar av reduktionen av källtermerna kvicksilver och dioxin	73
3.2 Organisation	15	9.2 Spridningsreduktioner av kvicksilver och dioxin	76
3.3 Projektstruktur	17	9.3 Slutsatser	78
3.4 Planering	17		
3.5 Information och intressenter	18		
<b>Projektprocessen</b>	<b>23</b>	<b>Ekonomi</b>	<b>79</b>
4.1 Initiering	24	10.1 Utgångspunkter för projektets ekonomi- och tidsredovisning	79
4.2 Förstudien - Länsstyrelsens inventering och utredning	24	10.2 Omfattning	79
4.3 Projektet bemannas	24	10.3 Finansiering	79
4.4 Upphandling av experttjänster	24	10.4 Kostnader för efterbehandlingsprojektet	80
4.5 Fördjupad huvudstudie	25	10.5 Tidsåtgång	84
4.6 Förprojektering	27	10.6 Ekonomisk slutredovisning - sammanställning och slutsatser	85
4.7 Kvalitetssäkring av åtgärder	27	10.7 Erfarenheter - Arbetade timmar och kostnader	86
4.8 Naturvårdsverkets direktiv till projektet	27		
4.9 Reviderad åtgärdsutredning	28	<b>Epilog</b>	<b>87</b>
4.10 Miljöprövningen	29	11.1 EKA Miljörum – historien, en del av framtiden	87
4.11 Upphandling av entreprenader	37	11.2 Miljösaneringsprojekt i kommunal regi	89
4.12 Sammanfattning av efterbehandlings-åtgärderna.	38		
<b>Fältundersökningar &amp; utredningar</b>	<b>39</b>	<b>Dokumentation</b>	<b>91</b>
5.1 Hydrologi och sedimentologi	39	12.1 Rapporter i utredningsskedet	91
5.2 Geoteknik, geologi och geohydrologi	39	12.2 Handlingar i förberedande arbete och projekteringen	92
5.3 Byggnads- och industriteknik	40	12.3 Dokumentation i projektets slut- och uppföljningsskede	98
5.4 Projektering	42		
<b>Utredningsresultat omsätts till teknisk handling</b>	<b>43</b>	<b>Ordlista</b>	<b>101</b>
6.1 Utgångspunkter	43		
6.2 Förberedande åtgärder och temporära skyddsåtgärder	45		
6.3 Åtgärdsentreprenad, rivning av ”cellhallsbyggnaden”	48		
6.4 Åtgärdsentreprenad mark	48		
6.5 Omhändertagandentreprenader	49		

## Boh Tivesten, Bengtsfors kommun

EKA-projektet har i huvudsak finansierats av Naturvårdsverket. Efter en framställan från Länsstyrelsen i Västra Götalands län beslutade Bengtsfors kommun i februari 2001 att svara för saneringen av EKA-området. Att under 15 år driva ett så stort och komplicerat projekt har varit en stor utmaning för kommunen och alla de många samarbetspartners som medverkat och gjort det möjligt att genomföra arbetet. Kommunen vill rikta ett stort tack till Naturvårdsverket, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, berörda konsulter och entreprenörer, företagare, fastighetsägare samt övriga personer och aktörer som medverkat.

Saneringen av EKA-området har lett till ett bra slutresultat, som det nu åligger kommunen att ansvarsfullt förvalta. Arbetet inom EKA-projektet har också inneburit en betydande kunskapsuppbyggnad. Det är ytterst angeläget att den kunskapen kan föras vidare till kommande saneringsprojekt i landet. Syftet med denna rapport är just att bidra till sådan kunskapsöverföring.

Det mycket omfattande material som tagits fram i EKA-projektet kan sin helhet inte återges i denna rapport. Syftet är i första hand att skapa en överblick över materialet, redovisa huvuddragen i arbetet och ge upplysningar om hur fördjupning kan göras. En annan möjlighet att ta del av materialet är att gå in på den nyligen öppnade hemsidan [www.ekamiljorum.se](http://www.ekamiljorum.se).

I framtagningen av denna rapport har ett stort antal personer medverkat. Under varje kapitel anges vilka som haft det huvudsakliga ansvaret.

En särskild styrgrupp med företrädare från kommunfullmäktige och kommunstyrelsen har bildats för att leda arbetet. Projektledare och föredragande för styrgruppen är Kjell och Fredrik Hansson vid Empirikon AB. Kommunchef Solveig Andersson är ansvarig tjänsteman i kommunen. Kontaktperson och kommunens beställarombud är Boh Tivesten.

# Guldkorn

Boh Tivesten, Bengtsfors kommun, Kjell Hansson & Joakim Schultzén, Empirikon Konsult



Figur 0.1: EKA Miljörum juni 2010

Även en hårdhänt sammanfattning av ett så stort projekt som EKA-projektet måste med nödvändighet bli omfattande. Under den här rubriken, som vi har valt att kalla "Guldkorn", har vi samlat de viktigaste händelserna och erfarenheterna från projektet. För en mer fullständig beskrivning av EKA-projektets genomförande rekommenderas främst kapitel 4, Projektprocessen.

## Sammanfattning av särskilt viktiga händelser

### Riskvärdering i huvudstudien

Markundersökningar visade tidigt på betydande föroreningar inom ett stort område. Projektgruppen bedömde initialt att en åtgärdsstrategi baserad på en urgrävning av föroreningarna skulle medföra stora risker på grund av EKA-områdets omedelbara

närhet till Bengtsbrohöljen. En fullständig urgrävning av jordmassorna skulle dessutom innebära stora kostnader i förhållande till den ytterligare miljöeffekt som skulle vinnas med ett sådant alternativ. Vid utvärdering av undersökningsresultaten framkom också att spridningen från EKA-området var begränsad i förhållande till föroreningsgraden och föroreningstillförseln från uppströms liggande vattendrag.

I miljö- och hälsoriskbedömningen slogs fast att det var hälsofarligt att vistas i området på grund av de höga koncentrationerna av framförallt kvicksilver och dioxin. Föroreningar spreds till Bengtsbrohöljen, vilket med tanke på de stora föroreningsmängderna skulle ha varit en process som skulle pågå under mycket lång tid. Sammantaget motiverade detta åtgärder inom landområdet.

Projektet valde därför att under utredningsfasen inrikta sig på möjligheten till fastläggning av föroreningarna i undersökningsområdet. Motivet till detta var att undvika omfattande, riskfyllda och komplicerade schaktarbeten inom EKA-området med dess känsliga läge intill Bengtsbrohöljen och kraftverkskanalen. Planerade åtgärder inriktades därför mot att kraftigt reducera risken för framtida spridning och exponering av föroreningar genom en kombination av källtermsreduktion och barriärer. Utredningarna fokuserade på att lokalisera de högsta föroreningskoncentrationerna. Särskild vikt lades vid att undvika de risker som omfattande schaktningsarbeten under grundvattenytan i anslutning till strandlinjen skulle medföra.

### Kvalitetssäkring av åtgärder

Under tiden som Miljödomstolen (MD) behandlade den första ansökan tog projektet fram en kravspecifikation för vilken kunskapsprofil som behövdes för att kunna hantera de situationer som skulle kunna uppstå utifrån den begränsade kännedom om föroreningssituationen man hade då.

För att kvalitativt säkerställa åtgärdsförslaget anlitas forskare från Lunds Universitet, Olof Regnéll och Niklas Törneman. Syftet var att klargöra hur spridning av kvicksilver och dioxin påverkas av förändringar i grundvattenförhållanden och störning av komplexa biogeokemiska processer.

Detta kompletterande undersökningsprogram genomfördes parallellt med att MD studerade det ursprungliga åtgärdsförslaget och resultaten sammanföll i stort med de frågeställningar som sedan väcktes i miljöprövningen.

Inledande analyser åskådliggjorde ett behov av att delvis ändra inriktning på det ursprungliga åtgärdsförslaget till miljöprövningen. Särskilt berörde detta de planerade barriärernas inverkan på framtida grundvattennivåer samt utformningen av de vertikala barriärer mot kraftverkets utloppskanal och mot sjön Bengtsbrohöljen som föreslagits. Denna barriärkonstruktion bedömdes leda till oförutsägbara förändringar i grundvattenflödet inom området, samt öka kontakten mellan kvarvarande föroreningar och grundvattnet genom höjning av grundvattennivån. Täta barriärers beständighet över tid och deras möjlighet att effektivt reducera grundvattenflöden bedömdes som en osäkerhet. Konstruktionen av den planerade inneslutningen behövde således ändras på ett sådant sätt att områdets nuvarande grundvattensituation och markkemi så långt möjligt skulle förbli oförändrad.

### Naturvårdsverkets ambition för saneringen

I maj 2004, efter att tillståndsansökan lämnats in, meddelade Naturvårdsverket sin ambition för saneringen och verkets syn på föreslagna åtgärder. Naturvårdsverket bedömde att en lämplig ambi-

tionsnivå för reduktion av kvicksilvermängden inom åtgärdsområdet skulle vara 90 %, med motiveringen att kvicksilver är ett prioriterat ämne såväl nationellt som internationellt. Ambitionen att fasa ur kvicksilver ur biosfären ska vara hög och huvudfinansiären ansåg att staten skulle föregå som gott exempel.

Redovisat åtgärdsförslag uppfyllde inte denna ambitionsnivå. Urgrävningen behövde utökas väsentligt, vilket i sin tur skulle medföra omfattande arbeten under grundvattenytan.

Naturvårdsverkets nya ambitionsnivå för reduktion av källtermen kvicksilver i kombination med resultat från den fördjupade analysen av områdets biogeokemiska och hydrogeologiska förutsättningar medförde att projektet i avvaktan på dom från MD under våren 2005 tog fram nya åtgärdsförslag (N1-N4, avsnitt 4.9.1).

Efter utvärdering av kompletterande åtgärdsinriktade utredningar samt ytterligare studier av hydrogeologiska förutsättningar i området tog projektet slutligen fram ytterligare ett alternativ. Detta innebar en optimering och viss modifiering av förslagen N1 och N2 och benämndes N5. I N5 har samtliga slitsmurar (täta vertikala barriärer) utgått eftersom erhållna resultat verifierade att de skulle ha liten eller ingen flödesreducerande effekt. Detta bidrog till att tidigare beräknade kostnader för entreprenaden kunde sänkas.

### Miljödomstolen

I september 2004 höll Miljödomstolen huvudförhandling för den första ansökan. MD ansåg sig inte kunna bedöma ansökta åtgärder på redovisat underlag. MD tog i sitt föreläggande upp frågan om vilka hydrogeokemiska förhållanden som skulle eftersträvas. Den rådande grundvattensituationen blev således avgörande för placering och utformning av vertikala och horisontella barriärer. MD framhöll att valet av efterbehandlingsstrategi kunde vara avgörande för tillåtligheten av de ansökta åtgärderna.

Under våren 2005 inkom kommunen till MD med de efterfrågade kompletteringarna och nya åtgärdsförslag som beskrivits ovan. Genom att forcera undersökningsprogrammet avseende biogeokemiska och hydrogeologiska studier kunde kommunen besvara de frågeställningar som framkommit under huvudförhandlingen. Huvudförhandlingen avslutades i ett avstämningsmöte i april 2005 och kommunen erhöll tillstånd för efterbehandlingsåtgärder den 4 juli 2005.

### Upptäckt av kvicksilver i fri fas

I oktober 2007, ca 4 månader efter entreprenadstart, upptäcktes stora mängder metalliskt kvicksilver i schaktmassor i grunden för och nära intill

den rivna cellhallsbyggnaden. Man valde att arbeta vidare genom försiktig schaktning med granskning av schaktmassorna för fördelning till olika omhändertaganden och Sakab upphandlades för att leda arbetet med sanering av metalliskt kvicksilver. De ökade kostnaderna beräknades då till ca 40 miljoner kronor. Senare erfarenheter visar dock att siffran är betydligt högre, snarare 100 miljoner kronor.

## Sammanfattning av särskilt viktiga erfarenheter

### Samarbetet

Föreliggande rapport har ett antal författare som varit expertkonsulter eller delprojektledare. Alla har mer eller mindre reflekterat över det öppna samarbetet mellan olika expertisfält och vilka positiva effekter det haft på resultatet (kapitel 5). Detta upplägg var från början inte självklart. Konsulterna kom från en rad olika företag. Skulle deras företagslojalitet tillåta ett öppet samarbete? Det visade sig att detta fungerade utmärkt.

Flera projektdeltagare berör vikten av samarbetet både med kommunens fasta personal och också de kommunala kontrollanter som projektanställdes. Denna uppläggnings har varit gynnsam för projektets genomförande och kostnader.

Även kommunen uppskattar det samarbete som utvecklades mellan kommunen och projektets experter, som i flera avseenden ledde till bra resultat. Ett sådant område är den lyckade informationssatsningen. EKA Miljörum är dock det mest uppenbara och varaktiga resultatet av detta samarbete. Utan den mycket konstruktiva dialogen mellan kommunen och projektet hade miljörummets tillkomst inte varit möjlig.

Flera av experterna uttrycker sig uppskattande över att det skapats möjligheter att få kontakt med kommunens medborgare genom bland annat öppna hus och seminarier. För den historiska kartläggningen har detta varit väsentligt. Denna aspekt av informationsarbetet är viktig att observera. Där till kommer självfallet att det i hög grad underlättar projektets genomförande om medborgarna har möjlighet att få fortlöpande information.

Projektdeltagarna understryker också vikten av gemensamma arenor i form av databaser, projekthemsida.

### Projektets förutsättningar

En annan frågeställning är konflikten mellan att i förväg lägga upp en strikt arbetsplan eller att försöka ha ett upplägg som medger flexibilitet under hand. Tillståndsgivande och anslagsbeviljande myndigheter vill på förhand ha så precisa uppgifter som möjligt. Samtidigt är saneringsprojekt i många

fall osäkra när det gäller att förutsäga vad som kommer att hända. Att klara denna balansgång är naturligtvis grundläggande. Inom EKA-projektet valdes ett relativt öppet upplägg, vilket gav utrymme för de omorienteringar som skulle visa sig bli nödvändiga.

Närbesläktat med föregående är de förutsättningar finansören ger projektet. Flera pekar på hur projekteringen påverkades av att Naturvårdsverket under projektets gång bestämde att 90 % av kvicksilvret skulle tas bort. Projektet fick härmed ändrade förutsättningar. Det hade naturligtvis sparat en del tid och pengar om detta varit klart från början, men framförallt krävs det en flexibel projektorganisation för en sådan omställning.

Flera projektdeltagare pekar på inledande logistiska svårigheter. En stor del av arbetet måste förhandlas med den pågående verksamheten. Markprovtagning och grundvattenrör kunde inte lokaliseras till optimala platser och viss verksamhet måste ske under helger. Därtill var vinterväderleken ogynnsam. Det är viktigt att ha med dessa aspekter vid starten av projekt.

Att utföra efterbehandlingsåtgärder vintertid var dock inte bara ogynnsamt. Att det fria kvicksilvret kom i dagen under vintern var ur spridningssynpunkt mycket gynnsamt.

### Provtagning och omhändertagande av det fria kvicksilvret

Det finns två olika teorier om hur det fria kvicksilvret undgick upptäckt under provtagningen. Den ena är att kvicksilverkulorna pressats ur jordproverna vid skrubborrningen och hamnat i botten av borrhålet och därför inte fanns kvar i de prover som togs upp. Den andra teorin är att det metalliska kvicksilvret finfördelades till mikroskopiska kulor i jordprovet genom de vibrationer som uppstod när skruven pressades ner och därmed fanns kvar i jordproverna som analyserades, men undgick visuell upptäckt.

De två olika teorierna påverkar bedömningen av hur stor källtermen kvicksilver var. Den första teorin var den som dominerade under genomförandeskedet och innebar att källtermen räknades upp från 6 900 kg till ca 15 000 kg. I ett senare skede så har dock den andra teorin fått stöd, dels från personer med erfarenhet av hur metalliskt kvicksilver beter sig i jorden, och dels från de XRF-analyser som gjordes i samband med saneringen.

En annan viktig erfarenhet från hanteringen av det metalliska kvicksilvret var problematiken kring omhändertagandet. Det finns få godkända anläggningar i Europa för hantering av material med metalliskt kvicksilver. Den första som kontaktades var belägen i Tyskland och gick under projektets gång i konkurs. Den andra anläggningen som kontaktades, Batrec i Schweiz, och som sedan användes för

destilleringen, hade ej möjlighet att köra massorna från projektet separat genom sin process, något som framkom först i efterhand. Detta innebar att den exakta mängden kvicksilver i den omhändertagna jorden ej blev känd. Något som omöjliggjorde

beräkningar av en mer precis siffra på mängden kvicksilver i det material som skickats på destillering, och som även hade varit en viktig nyckel för att säkrare kunna beräkna källtermen. Dioxinerna som fanns i materialet destruerades i processen.

# Abstract

## EKA - industrial history

At the end of the 1800's, a Swedish engineer named Rudolf Lilljeqvist traveled in Europe. In connection with his work at various construction projects he came into contact with a new method of producing chlorine and other substances utilising electricity. Lilljeqvist realised that the low cost of electricity in Sweden - thanks to hydropower, costs for electricity were ten times lower than in many other European countries - would be very beneficial for the establishment of an electro-chemical industry. As soon as Lilljeqvist had returned to Sweden he advertised for a suitable waterfall. He received an offer for a site at Bengtsfors between Lelång and Bengtsbrohöljen and decided to buy the land.

Lilljeqvist needed financiers and managed to involve Alfred Nobel, which also made it easier to find other sources of funding. In September 1895 the company Elektrokemiska Aktiebolaget was founded and the construction of the hydropower plant and factory was commenced. In 1897 the turbines were running and the industrial activity was in progress.

The process used at the EKA factory is called the chlor-alkali process. The raw material utilised was potassium chloride, also a common ingredient in ordinary table salt. Using electricity, the salt was separated into chlorine gas and caustic potash (lye). Chlorine gas was used to bleach paper and pulp. One of the two electric poles (electrodes) consisted of mercury and the other of graphite. Other metals such as lead have also been used.

In 1920, the EKA factory had about 90 employees, making it one of the major industries in the county of Dalsland. It was globally renowned for its production of fine chemicals such as sodium hydroxide and potassium hydroxide, for use in pharmacies and laboratories. Later, however, business slowed down; the factory was closed in 1925 and the production was moved to Bohus north of Gothenburg, where EKA Chemicals remains to this day.

Emissions of dust, smoke and steam lead to the spreading of mercury and other substances from the EKA factory, but the electrochemical cells were the main culprit. As the electrodes used in the process were spent, sludge was formed within the cells. The cells had to be regularly cleaned out and the sludge was shovelled into wheelbarrows, which were emptied at the lake shore. Approximately 30 tonnes of electrode sludge containing mercury and dioxins were dumped during the 25 years that the EKA factory was in operation.

## The remediation of EKA

Before the remediation, high contamination levels within the EKA site presented a significant hazard to the lake Bengtsbrohöljen and the water systems downstream, including Lake Vänern. The large amounts of mercury and dioxins constituted the main hazard, but other metals such as lead, copper and zinc were also present. PAH compounds – polyaromatic hydrocarbons – had also been found in the soil, and the groundwater was contaminated with tetrachloroethene (PCE), trichloroethene and vinyl chloride.

Prior to the remediation works the contaminant emissions from the EKA site were estimated to have been approximately 400 g mercury, 6 mg dioxins and 40 kg PCE annually. These figures are based on normal conditions; in the spring at the time of snow melt the emissions may have been considerably greater. Without the remediation work, emission of pollutants to Lake Bengtsbrohöljen would have persisted for a very long time. Furthermore, various future events, e.g. changes in land use and the use of buildings, lack of maintenance, fires, road accidents, increased water flows and increased shoreline erosion, could have resulted in severe environmental impacts within Lake Bengtsbrohöljen and downstream.

During the course of the remediation project approximately 46630 tonnes of contaminated material was transported off-site. The amount of mercury in the soil has been reduced with approximately 90 %, from an estimated 7-15 tonnes before the remediation was initiated. The risk of contaminant leakage into Lake Bengtsbrohöljen and to the groundwater has been significantly reduced and is now considered to be minimal. The remediation measures are therefore considered to be sustainable in the long term.

## EKA: the 1000-year perspective

The "EKA Miljörum" in Bengtsfors tells the story of the area, once heavily contaminated, now restored through remediation. It tells of the vision to preserve the effects of the remediation for a thousand years. By making the industrial history known and telling the story of the decontamination, the vulnerability of the land, water and environment to emissions and pollutants, the goal is to increase knowledge and understanding of the impact that industry can have on the environment and of the importance of the 1000-year perspective for environmental sustainability.

# Från industriepok till saneringsprojekt – en översiktlig beskrivning

Ulrika Larson & Therese Steinholtz, Empirikon Konsult AB



Figur 1.1: EKA fabriken kring förra sekelskiftet

## 1.1 Områdets belägenhet

I Bengtsfors med omnejd finns höga naturvärden och den vackra naturen skapar lätt lust hos besökare att stanna upp och betrakta utsikten. Bengtsbrohöljen är en del av Upperudsälvens avrinningsområde (Olsson, 1993) och utgör riksintresse enligt 3 kap 6 § miljöbalken.

Bengtsbrohöljen rinner ut i Laxsjön via en kilometerlång älv. "Höljen" och dess nedströms vattensystem har höga skyddsvärden. Sjön ligger i området Dalsland – Nordmarken, som i sin helhet utgör riksintresse med hänsyn till natur- och kulturvärden enligt 4 kap 1 § miljöbalken. Nedströms Bengtsbrohöljen ligger Höljerudsforsarna, som är oreglerade och avsatta som naturreservat. Forsarna är mycket värdefulla ur naturvårdssynpunkt bland annat med hänsyn till att de är lek- och uppväxtområde för insjööring. Dessutom är forsarna av betydelse som en av länets få oreglerade forssträckor.

EKA-området ligger invid Bengtsbrohöljen, nära centrala Bengtsfors i Dalsland. Det berörda området är cirka 3 ha stort och utgjordes innan saneringen främst av mark klassad som industrimark.

## 1.2 Ett industriminne i Dalsland

### Industrisamhället i Bengtsfors

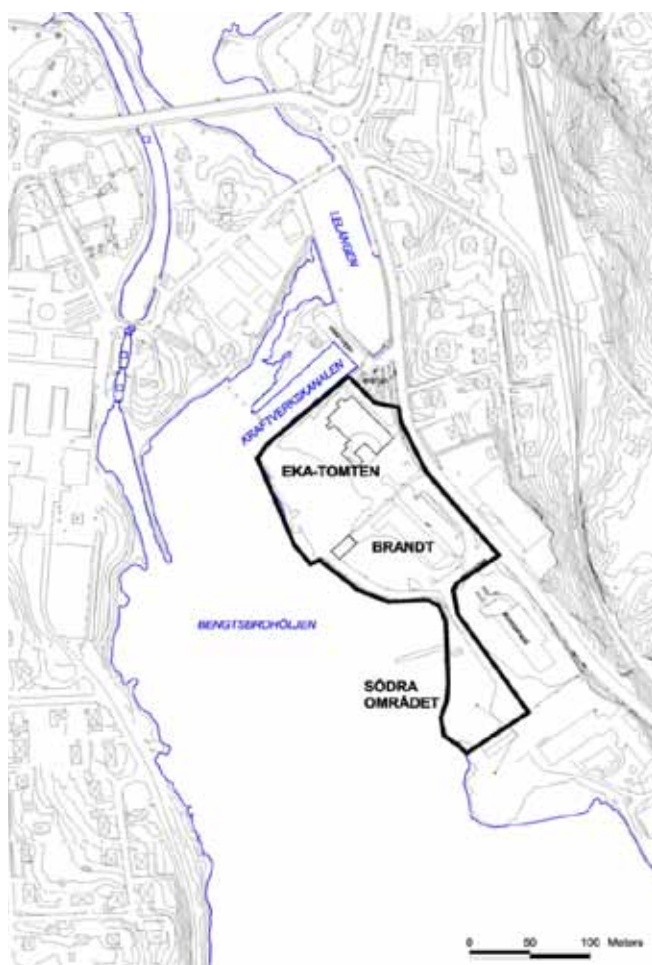
I det gamla brukssamhället anlades ofta industriverksamhet på platser med närhet till vatten och förbindelser på land. I Dalsland har det varit vanligt att nyttja forsarna som kraftkälla till bland annat järn- och papperstillverkning. Bengtsforsen, som förbinder sjöarna Lelång och Bengtsbrohöljen, hade dock inte använts till sådan industri. Fram till slutet av 1800-talet var industriverksamheten i Bengtsfors blygsam och omkring 1890-talet uppgick invånarantalet till ca 70 personer (Widmark, 2004).

Bygden förändrades mycket snabbt efter 1895 då det anlades en järnvägsförbindelse till Uddevalla. Till följd av den förbättrade infrastrukturen anlades flera större industrier i området. En av de nya fabrikerna var Elektrokemiska Aktiebolag, vars grundare, Rudolf Lilljeqvist, hade annonserat efter en plats med möjlighet till elproduktion ur vattenkraft där han kunde etablera sin industriverksamhet. Affärsidén byggde på att framställa kemikalier genom elektrolys, en vid denna tid helt ny metod. Med denna metod var företaget bland de allra för-

sta i sitt slag. Som delägare i företaget ingick Alfred Nobel och fabriken kom efter en tid att kallas EKA Nobel. Forsen byggdes ut med ett modernt vattenkraftverk med trefas motordrift, ett av de första i världen (Widmark, 2004).

EKA-fabriken byggdes 1897 och verksamheten i Bengtsfors pågick fram till 1924 – 1925 då företaget valde att flytta. Orsaken till flytten var främst att kostnaden för transporter till och från Bengtsfors blev för hög. Med tanke på den ökande konkurrensen och det faktum att företaget hade en stor internationell marknad behövde alltså företaget etablera sig på en plats med bättre transportmöjligheter. EKA Nobels verksamhet flyttades till Bohus utanför Göteborg (Widmark, 2004).

Elproduktionen vid kraftverket fortsatte under namnet Bengtsfors Kraft- och Industri AB. På området startades också med tiden nya verksamheter i form av snickeri och bageri. Bageriet, som låg i en del av det gamla kokeriet på andra våningen i den gamla EKA-byggnaden, bedrevs endast under ett par år. Snickeriverksamheten utökades något och under åren mellan 40-talet och 60-talet arrenderades sågverket ut. Mellan 60-talet och 80-talet tog firman Bengtsfors Sågverk över. Omkring 1980 sålde Bengtsfors Sågverk den del av tomten där sågen stod och fortsatte sin verksamhet genom för-



Figur 1.2: Översiktsskarta över EKA-området

säljning av byggnadsmaterial på ett trä- och byggvaruhus. I början av 1990-talet bytte verksamheten namn till Bengtsfors Trä (Widmark, 2004).

Bengtsfors Sågverk ska, enligt historiska inventeringar, ha bedrivit träimpregneringsverksamhet inom området.

Mellan 1955 och 1976 bedrev tvätteriet Bengtsfors Kem sin verksamhet i kloralkalifabrikens tidigare lokaler. Kemtvätten installerades i samma lokal som det hade bedrivits bageri tidigare samt i en lokal på bottenvåningen invid den gamla cellhallen. Perkloretylen var den enda kemtvättskemikalie som användes.

### Processen vid EKA

Vid Eka Nobels fabrik i Bengtsfors framställdes kemikalier genom elektrolys. Industrikomplexet bestod av cellhall, kokeri för beredning av elektrolysen, klorkammare med väggar täckta av bly, saltorn, förråd, lokal för indunstning, smedja, pump-hus med mera (Widmark, 2004).

Processen inleddes med att råvaran kaliumklorid löstes i vatten i kokeriet. Cellerna, som var monterade i cellhallen, fylldes med saltlösningen och genom att leda likström genom lösningen sönderdelades saltet till klorgas och alkalimetall, som i förening med kvicksilver ger alkali amalgam. Elektrolyscellerna som användes var av vagg-typ och det finns källor som berättar att de var tillverkade i cement och stål. Enstaka celler kan också ha varit gjorda av täljsten. Totala antalet celler uppskattas ha varit mellan 24-32 stycken. Anoderna var gjorda av grafit, platina eller bly och som katodmaterial användes metalliskt kvicksilver (Widmark, 2004).

Amalgamet sönderdelades sedan i en sekundär cell och från produkten bildades natronlut, kalilut och vätgas. Den klorgas som bildats leddes i sin tur till klorkammarna där gasen förenades med släckt kalk i ett rörverk varpå klorkalk bildades (Widmark, 2004).

Det fanns öppna järngrytor med rent kvicksilver (ca 7-8 liter i varje gryta) invid cellerna. Grytorna användes vid påfyllning av cellerna och kvicksilvret återvanns i viss utsträckning i processen. Vid elektrolysen bildades slam av rester från elektroder och fällningar som innehöll bland annat kvicksilver och dioxin. Cellerna tömdes regelbundet (Widmark, 2004). Lagret av kvicksilver i botten på cellerna var sannolikt någon centimeter tjockt.



Figur 1.3: Cellhallen, bild från EKA Jubileumsskrift

Det finns dokumenterat att det ska ha skett explosioner i celler vid kloralkaliprocesserna, med påföljden att cellerna skadades, vilket sannolikt har resulterat i att bl.a. kvicksilver runnit ut i stora mängder. Detta har också konstaterats i samband med rivningen av golvet i den tidigare cellhallen. Under EKA-tiden kan golvkonstruktionen i cellhallen delvis ha utgjorts av enbart stampat jordgolv.

Den fasta och kemiskt rena produkten lut framställdes genom indunstning i en särskild byggnad. Lösningen upphettades i en silverbehållare så att vätskan avgick från den fasta delen. Produkten kloralkal användes om blekmedel i framförallt pappersindustrin, kalilut användes vid tillverkning av såpa och natronlut användes bl.a. inom tvål-, textil och pappersindustrin (Widmark, 2004).

I de historiska inventeringarna som har gjorts inom ramen för projektet har man inte lyckats att få fram data som bekräftar hur mycket kvicksilver som användes i tillverkningen, men det finns uppgifter som säger att importmängden till Sverige under fabriken aktiva tid uppgick till 5-6 ton/år och EKA i Bengtsfors var en av de stora förbrukarna av kvicksilver.

### Från tillverkning till förorening i mark och vatten

Genom undersökningar har det visat sig att den föroreningsspridning som skulle kunna förväntas med hänsyn till den industri som har bedrivits stämmer väl överens, bl.a. med avseende på hur verksamheterna var lokaliserad inom området. När cellhallgolvet revs påträffades stora depositioner av metalliskt kvicksilver under och intill den tidigare cellhallsbyggnaden. Depositionerna bekräftade att hanteringen och troligen även nämnda explosioner har lett till att kvicksilver spridits i omgivningen. Det var inte heller känt vid den tiden då industrin var i drift att metallen var skadlig för människa och miljö. Att metalliskt kvicksilver användes i processen har även visat sig genom att kvicksilver har hittats vid utloppet av en avloppsledning. Ledningen har mynnat i en stenkista och i kistan och i området intill har kvicksilverpärlor påträffats. Det finns upp-

gifter som säger att rester från cellerna tippades på tomten mestadels på udden (Widmark, 2004). I samband med schaktningen bekräftades detta genom förekomst av stora mängder kvicksilver i marken där.

Dioxin, en restprodukt från kloralkaliprocessen, fanns spritt över hela området, troligen genom dumpning av dioxinhaltigt avfall. I marken fanns också spår av kemtvättsverksamheten i form av stora mängder klorerade kolväten, i synnerhet på relativt stora djup. I marken inom området har det även påträffats spån och bark som kan härledas till sågverket. Det tyder på att marken bland annat har fyllts ut med spån i det område som låg intill sågen.

Med hjälp av flygbilder kan man se att området har fyllts ut genom åren och den nuvarande strandlinjen utgjordes tidigare av sjöbotten. I samband med de miljötekniska undersökningarna och entreprenadarbetena har det visat sig att området har fyllts ut med allehanda jordmassor, block och "skräp".

Sammanfattningsvis domineras föroreningarna inom området av kvicksilver och dioxin härrörande från kloralkalifabriken. Senare verksamheter, främst träimpregnering och kemtvätt, har också bidragit med föroreningar såsom, dioxin, tungmetaller, polyaromatiska kolväten (PAH) samt perkloretylen (PCE) och dess nedbrytningsprodukter.

På motsvarande sätt som platsen en gång var av betydelse för etableringen av industrin har platsens lokalisering varit styrande vid diskussionen om betydelsen av att åtgärda det förorenade området. De stora mängder förorening inom erosionskänsliga och strandnära områden i kombination med områdets närhet till kraftverksdammen medför stora risker. Bland annat identifierades risk för eventuellt dammbrott och periodiska höga vattenflöden. Detta i kombination med att området låg i en tätort gav bedömningen att risken för människor och miljö var oacceptabel.

### Området innan sanering

Inom området finns en bilverkstad som fortfarande är i drift. Det finns även en bensinstation, bussgarage och en bilhandlare i anslutning till åtgärdsområdet. Den lokala kanalbåtstrafiken har sitt säte i området och utgår med sin båttrafik från bryggan. Det bedrivs även tillverkning av möbler i en industrilokal söder om området. Dessa verksamheter har kunnat fortsätta sin verksamhet under pågående sanering.

# Projektförutsättningar

Kjell Hansson & Joakim Schultzén, Empirikon Konsult AB



Figur 2.1: EKA-området 2005

## 2.1 Allmänt

Naturvårdsverket har i egenskap av överordnad myndighet genom särskilda bidragsbeslut finansierat EKA-projektet, undantaget kommunens egeninsats. En förutsättning för kommunen att kunna ta dessa statliga bidrag i anspråk var att Naturvårdsverkets bidragsvillkor kunde godtas. Ytterligare en förutsättning var att projektet skulle genomföras i överensstämmelse med Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för sanering av förorenade områden.

Länsstyrelsen Västra Götalands län har haft flera ansvarsområden. Länsstyrelsen var först och främst ansvarig för projektet gentemot Naturvårdsverket och beslutade om och betalade ut bidrag till projektets huvudman Bengtsfors kommun. Bland ytterligare ansvarsområden kan nämnas kulturhistorisk dokumentation av EKA-området, remissinstans i miljöprovning och tillsynsansvarig för saneringen.

Som huvudman för projektet har Bengtsfors kommun haft en avgörande betydelse för formuleringen av projektets direktiv och ramar. Ett av styrgruppen utsett beställarombud har ansvarat för att kommunicera dessa gentemot projektet, samt även varit beslutande rörande projektets arbete.

Under projektets gång är det många saker som har påverkat inriktning och arbetsätt. En viktig del har varit att ta hänsyn till projektets lokalisering till den centrala delen i en tätort och de hänsynstaganden som följer av det. Andra saker som också påverkat är ändrade direktiv från Naturvårdsverket samt ändrade regelverk kring hanteringen av kvicksilver. Ett projekt av den här storleken har också många berörda intressenter, såsom företagare och bosatta i närområdet, men också lokala föreningar vars intressen berörs av saneringen.

## 2.2 Ekonomiska ramar

2001-03-05 beslutade i Naturvårdsverket att bevilja finansiering av förberedelsefasen av efterbehandlingen. Efterhand som arbetet fortskred framkom ändrade förutsättningar beträffande utförandet av undersökningar och efterbehandling och även för EKA-områdets miljöstatus. Projektet framförde genom kvartalsrapporter till länsstyrelsen successivt behoven av utökad bidragsram för efterbehandlingen. Naturvårdsverkets objektsanpassade rekommendationer om utökad markprovtagning, skärpta direktiv om åtgärds mål med en omorientering av projektet som följd, samt förhållandet att fritt kvicksilver påträffades under schaktning hösten 2007, medförde att projektets kostnader ökade

väsentligt. Dessa omständigheter föranledde ett antal beslut om utökad bidragsram från 140 till 299 MSEK. Denna kunde i slutändan minskas något till 296 MSEK.

## 2.3 Mål

### 2.3.1 Regionala miljömål

Länsstyrelsen ansvarar för att på regional nivå anpassa, precisera och konkretisera riksdagens uppsatta miljömål till de regionala förutsättningarna.

Miljömålen uppdateras kontinuerligt, men följande miljömål, som de är formulerade nedan, har varit av vikt vid projektering och genomförande av EKA-projektet:

#### Giftfri miljö

Samtliga förorenade områden som innebär akuta risker vid direktexponering och sådana förorenade områden som i dag, eller inom en nära framtid, hotar betydelsefulla vattentäkter eller värdefulla naturområden ska vara utredda och vid behov åtgärdade vid utgången av år 2010.

Syftet med målet är att skydda människors hälsa och dricksvattenförsörjning samt värdefull natur.

#### God bebyggd miljö

Städer, tätorter och annan bebyggd miljö ska utgöra en god och hälsosam livsmiljö samt medverka till en god regional och global miljö. Natur- och kulturvärden ska tas till vara och utvecklas. Byggnader och anläggningar ska lokaliseras och utformas på ett miljöanpassat sätt och så att en långsiktigt god hushållning med mark, vatten och andra resurser främjas.

#### Grundvatten av god kvalitet

Grundvattnet ska ge en säker och hållbar dricksvattenförsörjning samt bidra till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag.

### 2.3.2 Projektets mål

#### Skydd av människors hälsa

Området ska utnyttjas som parkområde och för lättare industriändamål. För skydd av människors hälsa ska normal vistelse i området inte innebära hälsofarlig exponering utav föroreningar. För att uppfylla detta definierades följande mål för EKA-området:

- Människor ska ej komma i kontakt med förorenat byggmaterial och jord eller utsättas för emissioner därav.
- Föroreningskoncentrationen i yttlig jord ska inte överskrida Naturvårdsverkets generella

riktvärden för känslig markanvändning.

- Kvicksilver ska fasas ur biosfären och projektets bidrag är att kvicksilvermängden inom området ska reduceras med minst 90 %.

#### Skydd av omgivande miljö

Nuvarande och framtida spridning till Bengtsbrohöljen och vattensystemet nedströms ska reduceras, liksom risken för framtida skadehändelser. Åtgärderna i sig ska inte leda till långsiktigt ökade risker för förorenings-spridning. Följande mål definierades för EKA-området:

- Spridning från förorenat byggmaterial ska elimineras.
- Spridning av kvicksilver från området reduceras med minst 90 %.
- Spridning av dioxin från området reduceras med minst 85 %.

#### Lokala mål

- Saneringen får inte motverka en framtida naturlig integrering av EKA-området med övriga samhället. Kommunen fäster därför mycket stor vikt vid att den planerade gång- och cykel-förbindelsen genomförs, så att blivande park och hamn för kanalbåtarna binds ihop med centrum. Detta skapar förutsättningar för utveckling av turistnäringen och motverkar att områdets framtida skötsel eftersätts.
- Det är vidare angeläget att de utbyggnader som företag inom området planerat kan genomföras.
- Eftersom kulturhistoriskt värdefull bebyggelse måste rivas är det viktigt att den gångna industriepoken – saneringen inkluderad – ges varaktig dokumentation på platsen, vilket också långsiktigt kan motverka att olämpliga åtgärder genomförs på området. Platsen får då också en naturlig förankring med statskärnan när historisk industri inte kan vara kvar.
- Det är också viktigt att kommunen får tillräckligt stöd för de fastighetsregleringar och in-trångsersättningar som måste till för att kunna genomföra projektet.
- De specifika kraven på saneringsåtgärderna formulerades enligt följande:
  - o Kommunen förutsätter att den plane-rade barriären mot Bengtsbrohöljen kommer till stånd för att motverka spridning av förorenat vatten under och efter saneringen.

o Vid eventuell behandling av massor är det angeläget att processer undviks som kan medföra besvärande luftföroreningar under saneringstiden.

o Det är kommunens önskemål att förorenade massor inte deponeras inom området eller kommunen.

o Eftersom schaktning i mark bör undvikas efter sanering finns ett stort behov av ett övergripande kulvertsystem.

o Det är ytterst viktigt att projektet kan avslutas på sådant sätt att förnyade insatser inte behövs i ett senare skede.

o Det är också viktigt att saneringen efter projekttidens slut inte kräver extra kontrollåtgärder från kommunens sida.

# Projektleddning

Kjell Hansson, Ulrika Larson & Joakim Schultzén, Empirikon Konsult AB



Figur 3.1: Tornet och lagret (Byggnad A) 2004, strax innan rivning

## 3.1 Strategisk ledning

Kommunen har handlat upp Empirikon Konsult för projektets ledning. Företagets ledningsfilosofi kännetecknas av att projekt integreras i beställarens organisation, i detta fall Bengtsfors kommun, för att på så sätt kunna dra nytta av redan etablerade rutiner och normer i kommunen, främst inom områden som beslutshandtering, ekonomi och administration.

Således har projektet genom hela processen arbetat i nära samverkan med kommunala beslutsfattare och i projektarbetet har personal från kommunen aktivt deltagit inom miljökontroll, administration, ekonomi och information. Detta arbetssätt bidrar till att göra projektet tydligare för tjänstemännen i kommunen, förvaltningar och andra funktioner, något som leder till en högre grad av förståelse och engagemang.

## 3.2 Organisation

I de inledande kontakterna mellan kommunen och projektledaren fördes en diskussion om hur verksamheten med sanering av EKA-området som helhet kunde organiseras. Diskussionen utgick från att kommunen hade en roll som beställare och projektledaren med sin organisation var att betrakta som utförare. Det fanns sålunda initialt två organisationer, beställarens organisation och projektets organisation, båda med skilda roller som skulle definieras för att verka mot ett gemensamt mål; att sanera EKA-området.

Beställarens organisation var sammansatt av en styrgrupp som beslutande organ, bestående av kommunstyrelsens utskotts ordförande, vice ordförande och en ledamot. Adjungerade var kommunchefen, beställarens ombud, en kontaktperson från länsstyrelsen och projektledaren.

Vid projektets första möte med styrgruppen, 2001-10-23, beslutade styrgruppen om projektets organisering. Utgångspunkten var att integrera projektets arbete i den kommunala organisationen så att i kommunen etablerade rutiner kunde nyttjas i projektarbetet. Det resulterade i att projektets organisation anpassades till kommunens administrativa och ekonomiska rutiner med löpande bokföring av projektets ekonomiska transaktioner och ekonomiföljning hanterades av kommunens egen personal som med sina roller kom att ingå i projektets organisation.

Utöver det administrativa stödet behövdes initialt en utredningsgrupp/funktion för tillstånd, projektering, miljökontroll och entreprenader och slutligen en expertgrupp för stöd till projektet i särskilt svåra frågor. Under det initiala utredningsskedet ingick även funktioner för geotekniska fältarbeten och kemiska analyser direkt underställda projektledaren. Funktionen för kontroll av entreprenader beslutades men bemannades under ett senare skede i samband med upphandling av entreprenader våren 2005.

#### Beställarens organisation

Beställare och huvudman för EKA-projektet var Bengtsfors kommun.

Styrgruppen beslutade i frågor om projektdirektiv, det vill säga, projektets organisation, genomförande, omfattning, utformning, tids- och kostnadsramar, samt om projektets avslutande.

Beställarombudet har företrätt beställaren inför projektet och angett projektdirektiven, samt har utgjort kommunens ombud i entreprenadärenden enligt AB92 och ABT94.

#### Projektets organisation

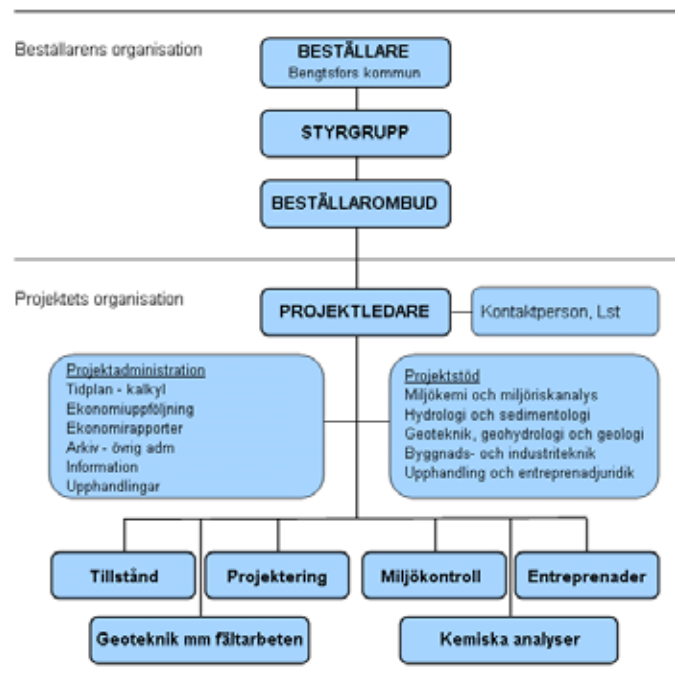
Projektledaren ansvarade inför beställarombudet för projektet i dess helhet och ledde arbetet i projektet.

Projektadministrationen ansvarade inför projektledaren för administrationen inom projektet, samt deltog i projektarbetet med beslutsunderlag, mötesprotokoll med mera.

Projektstödet har utgjorts av specialister som stått till projektgruppens förfogande. Projektstödet roll var rådgivande, inte beslutande. Projektstödet deltog vid behov i projektets kontrollgrupp och kunde utgöra expertstöd vid besiktningar.

Delprojektledarna ansvarade inför projektledaren för sina respektive delprojekt, samt ledde och fördelade arbetet inom dessa. Delprojekten i EKA-projektet var Miljökontroll, Projektering, Entreprenader och Tillstånd. För samtliga kontroller bildades en kontrollgrupp.

- Delprojekt Miljökontroll har ansvarat för att miljökontrollen genomförts enligt beslutade miljökontrollprogram. I funktionen ingick också dokumentation av data, samt sammanställning och distribution av rapporter avseende miljökontrollen.
- Delprojekt Projektering har medverkat i projektets utredningar inom sitt fackområde och med resultaten från projektets undersökningar och utredningar som grund utarbetat det tekniska underlaget för upphandling av entreprenadtjänster.
- Delprojekt Tillstånd hade till huvudsaklig uppgift att ansvara för miljöprövning, övriga tillståndsärenden och avtal med markägare.
- Delprojekt Entreprenader har svarat för arbetsmiljö, bygglledning och kontroll med syfte att säkerställa att goda förhållanden råder inom arbetsområdet samt att arbetena med efterbehandlingen genomfördes enligt fastställda planer, arbetshandlingar och upprättande av kontrakt.
- Kontrollgruppens arbetsuppgifter omfattade besiktning och kontroll av efterbehandlingsarbetena; de kontroller som miljödomstolen och andra myndigheter föreskrivit i domar och beslut samt de kontroller som följde av arbetsmiljölagstiftningen.



Figur 3.2: Organisationsplan för förberedelseskedet

### 3.3 Projektstruktur

I projektet implementerades en projektstruktur med normer, rutiner och kvalitetsplan som låg till grund för projektets arbete. Befattningsbeskrivningar med arbetets omfattning, ansvar och roller upprättades för samtliga medverkande i projektet. Samtliga ansvariga fick varsitt exemplar av projekthandboken, vilken har fungerat som det sammanfattande dokumentet för projektstrukturen.

Projektstrukturen har kontinuerligt uppdaterats och underhållits under hela projekttiden för att möta projektarbetets behov. Möten hölls periodiskt i syfte att följa upp, leda och integrera projektets arbete. Olika formella mötestyper har tillämpats såsom styrgruppsmöten, beställarmöten, teknikmöten och informationsmöten. Alla möten har protokollförts.

### 3.4 Planering

Projektplanering utgår alltid från vad som ska åstadkommas, när det ska vara färdigställt och vad det får kosta. Genom aktivitetsanalyser erhålls underlag för att beskriva projektets planering, vilket vanligen sker i form av tidplaner. Tidplanen utgör vidare underlag för att ekonomiskt beskriva konsekvenserna av projektets genomförande. Empirikon

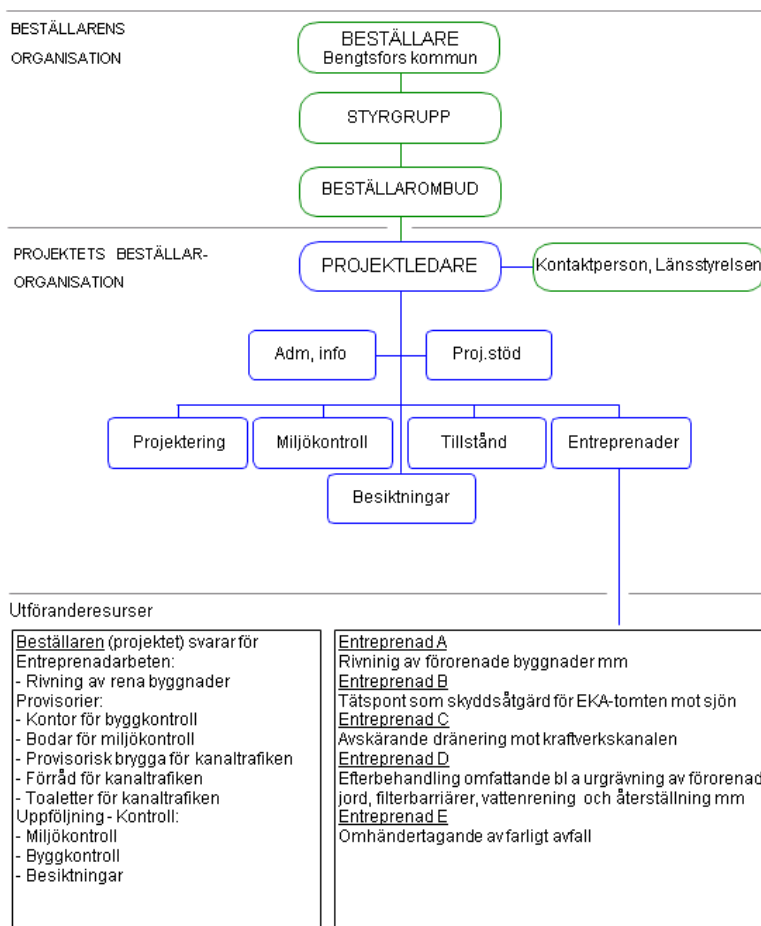
tillämpar för sina projekt en form av successiv kalkylering, utgående ifrån en bedömning över tid av troliga kostnader samt prognostiserade min/maxutfall för i kalkylen ingående poster. Efterhand som arbetet fortskrider kan kalkylen förfinas och ge säkrare prognoser för projektets slutkostnad. Förfarandet med successiv kalkylering förutsätter att projektdefinitionen inte ändras. Det visade sig att så inte skulle bli fallet i EKA-projektet.

Beträffande tidsplanering och kalkylering i projektet, se kapitel 3.

Bengtsfors kommun var upphandlande enhet i den mening som avses i 1 kap 2 § lagen om upphandling (1992:1528) (LOU). Samtliga upphandlingar i projektet skulle således ske i enlighet med de regler som anges i LOU. I 1 kap 4 § anges följande:

*Upphandling skall göras med utnyttjande av de konkurrensmöjligheter som finns och även i övrigt genomföras affärsmässigt. Anbudsgivare, anbudssökande och anbud skall behandlas utan ovidkommande hänsyn.*

För att säkerställa att upphandlingarna genomfördes i enlighet med LOU och i övrigt höll hög kvalitet ansågs det av vikt att med stor noggrannhet utforma de handlingar som låg till grund för förfrågningsunderlagen och arbetet med detta gavs hög prioritet.



Figur 3.3: Organisationsplan för genomförande



Figur 3.4: Provbörning på EKA-tomten 2004

### 3.5 Information och intressenter

Informationsinsatserna i projektet har främst syftat till att skapa stöd och förståelse för projektet från omvärlden, sprida kunskap och ta del av omvärldens syn på projektet.

För att belysa betydelsen av strategisk informationshantering ges här en sammanfattande bild av hur olika intressen berörts.

Ett miljösaneringsprojekt av den här storleken kan omöjligt genomföras utan vissa effekter på närområdet, kortvariga eller långvariga, såväl positiva som negativa. Till de mer direkta effekterna hör buller, lukt, damm och vibrationer för de boende under själva entreprenadtiden. Åtgärder vidtogs därför för att minimera dessa störningar så långt som möjligt. Villkoret från miljödomen var att inte överskrida Naturvårdsverkets allmänna råd (PU 75:5) om buller från byggplatser. Därtill kommer också risken för spridning av föroreningar till omgivningen om inte tillräckliga skyddsåtgärder vidtas.

Transporten av förorenade massor från EKA-området innebar en olägenhet i form av buller och mins-

kad framkomlighet, främst för de boende omedelbart intill området samt de personer och företag som frekvent utnyttjar Strömgatan och tillfartsvägen till orten. Då transporten av massorna gick i slutna containrar förelåg ingen risk för spridning av gifter. Däremot bör man tänka på att närboende längs transportvägarna kan känna oro för ett sådant scenario och informera om tillvägagångssättet på ett bra sätt.

Biltrafiken påverkades av avspärrningar och angöringsbryggan för kanalbåtarna behövde rivras som ett led i projektet. Under entreprenadtiden fick kanalbåtarna angöra en tillfällig brygga. Negativa effekter av den här typen är dock övergående och ersätts på längre sikt av mervärden i form av giftfri miljö, bättre hälsa och vackrare omgivningar. Båttrafiken har fått en ny kajplats och vägar som skadats av tunga maskiner har lagats.

En erfarenhet från EKA-projektet är att de närboende uppfattade vibrationer i det egna huset som det största problemet. Vid något tillfälle tillkallades inspektörer för att kontrollera så att sprickbildning och sättningar inte uppstått på vissa byggnader. Då vibrationer i samband med till exempel spontning inte går att undvika, men samtidigt oftast inte heller

utgör någon egentlig risk för skador på fastigheter, bör detta tydligt informeras om i ett tidigt skede för att undvika onödigt oro. Buller ansågs däremot vara ett mindre problem, då man vet att det är tillfälligt och inte kan orsaka skador på fastigheten. En annan olägenhet för de närboende visade sig vara att strålkastarna över arbetsområdet till en början lyste in i bostäderna om natten, något som rättades till efter påpekande.

De företag som har eller hade sin verksamhet på EKA-tomten påverkades naturligtvis i stor grad av efterbehandlingsåtgärderna. Kraftverket påverkades i och med dess omedelbara närhet till saneringsområdet. Ett exempel på detta är att det installerades mätstationer på kraftverkets mark. Det var också inledningsvis diskussioner om fallförlust som resultat av spontning i kraftverkskanalen. Genom att spontlinjen fick en annan sträckning blev denna inverkan mindre. Delar av kraftverksbolagets mark överfördes på kommunen genom en fastighetsreglering mot en så kallad, intrångsersättning. Samma förfarande nyttjades för trävaruhandeln som var hyresgäst på EKA-området. Avtal om tillträde till fastigheten upprättades även med fastighetsägarna till EKA 2 och Möbelsnickaren 1 samt berörda verksamhetsutövare. Det var kommunens avsikt att försöka träffa överenskommelser som tillfredsställde alla parter, även om förutsättningar för tvångsrätt förelåg enligt 28 kap 10 § första stycket MB.

Vad gäller bilfirman intill EKA-tomten hade de vissa problem med att projektets tunga lastbilar körde över dess mark med skador på nylagd asfalt som följd. Vidare behövde planerna för en utbyggnad av bilfirmans lokaler, som följd av den omedelbara närheten till EKA-tomten och komplicerade marksituationen på området, noga undersökas av projektet. Utjämnings- och kontrollmagasin för vattenrening anlades också i bilfirmans och möbelfabriks närhet.

Möbelfabriken hade inledningsvis problem att komma fram med varutransporter till följd av att projektets arbetsområde skar av tillfarten. Detta löste sig efter påpekande, men erfarenheten av detta är att verkligen tänka efter hur man ritar in ett arbetsområde då den egentliga fastighetsgränsen inte alltid är tillämplig i praktiken. På fastigheten Möbelsnickaren 3 anlades också ett tillfälligt upplag för tvättade massor från saneringen.

I EKA-projektet hölls utökad samråd i tillståndsprocessen där synpunkter på projektet kunde lämnas in. Skriftliga synpunkter erhöles då från Arbetsmiljöinspektionen i Göteborg, Sjöfartsverket, Bygg- och miljönämnden i Melleruds kommun, Fiskeriverket, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Skogdals Naturskyddsförening, Vänerens vattenvårdsförbund, Billingsfors amatörfiskeklubb samt från näringsliv och privatpersoner. Dessa synpunkter och yttrandena finns att läsa i EKA projektets miljöansökan respektive miljödom.

Bengtsbrohöljens fiskevårdsområdesförening och Billingsfors amatörfiskeklubb informerades i egenkap av rättighetsinnehavare tidigt om planerna för saneringen. Den sistnämnda föreningen deltog även under projektets gång i miljökontrollen genom fångst av fisk för provtagning.

Ett projekt av den här storleken leder till arbetstillfällena för orten. I EKA-projektet har lokala företag anlåtats för bland annat utförande av avskärning dränering och utformningen av EKA Miljörum. Hotell, restaurang och handel har gynnats av projektdeltagare som kommit utifrån för att arbeta med projektet. På längre sikt blir det positivt för turistnäringen att Bengtsfors nu blivit en renare plats, som dessutom genom projektet fått mycket uppmärksamhet i media.

Informationsarbetet har haft en avgörande betydelse för att skapa legitimitet för projektet, både externt och internt. Rätt information vid rätt tidpunkt har varit ett viktigt stöd för projektets målsättning.

### 3.5.1 Informationsinsatser

EKA-området är beläget centralt i Bengtsfors och många personer berörs därför direkt av det som händer inom området. I samband med att ett saneringsprojekt initieras väcks därför också en del funderingar och oro hos boende i området allt eftersom ny information om föroreningar kommer fram.

Vanliga frågor som uppstår vid uppstarten av ett saneringsprojekt är bland andra:

- Vad kommer projektet att kosta?
- Är det inte bättre att lägga mer pengar på skola och vård?
- Varför sanera, föroreningarna har funnits där så länge, är det inte bättre att låta dem ligga kvar?
- Vad händer med gifterna när ni börjar gräva, finns det risk att gifter sprids?
- Finns det risk för att närboende har exponerats för miljögifter?
- Vad gör ni med gifterna som grävts upp?
- Hur länge pågår saneringen?
- Hur kommer det att se ut efteråt?
- Kommer projektet att bidra till nya jobb i kommunen?

Med en genomarbetad informationsstrategi kan man påverka projektet i en positiv riktning. Målet med informationsplanering är att förmedla kunskap internt och externt. Alla som berörs av projek-

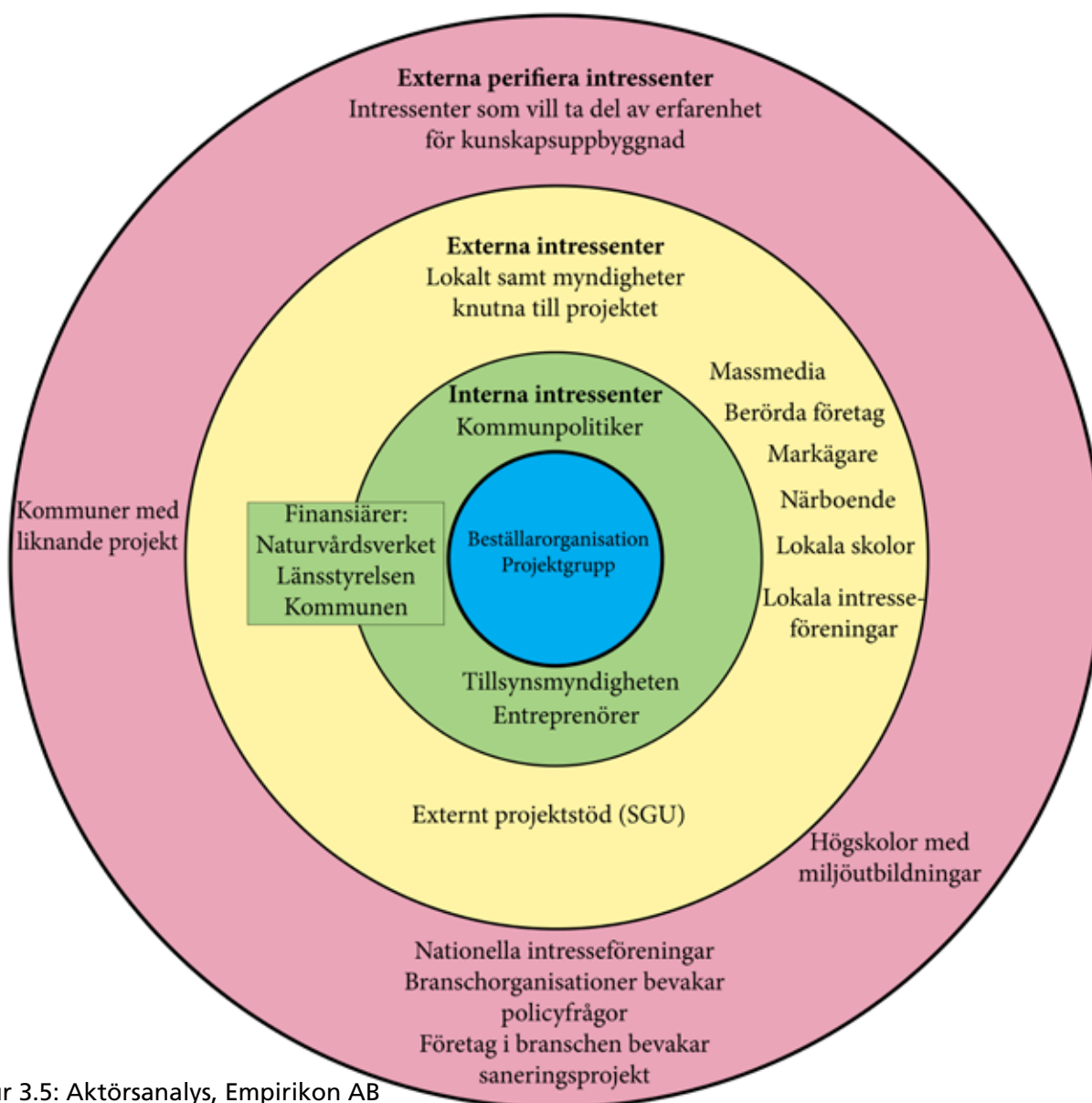
tet ska känna sig delaktiga, kunna tolka och förstå projektprocessen och därigenom sträva efter ett gemensamt mål. Frågor som hanteras i informationsstrategin är till exempel hur information utformas, hur ser målgruppen ut, vem informerar, förankring av informationsaktiviteter i projektet samt hur dokumentation och arkivering av informationsaktiviteter ska ske. Till grund för projektets informationsstrategi ligger kommunens informationspolicy. Utifrån projektets planering upprättas en aktivitetsanpassad informationsplan. Det är viktigt att identifiera interna och externa intressenter när informationsplanen upprättas. Dessa kan åskådliggöras genom en s.k. aktörsanalys. Se figur 3.5

Under projekttiden har projektet fortlöpande informerat allmänheten och särskilt berörda genom olika informationsinsatser. De olika informationskanalerna har varit:

- Nyhetsbrev
- Projektets hemsida

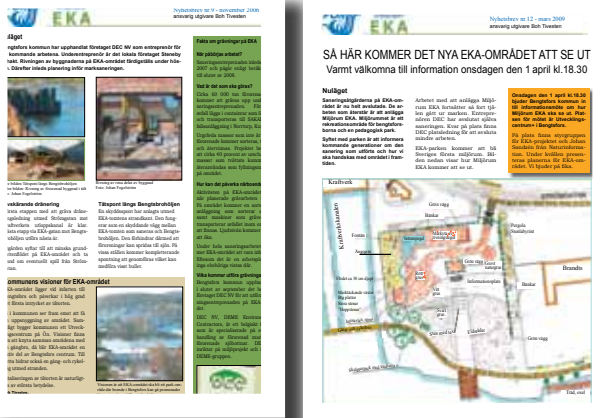
- Pressmeddelanden och annonser
- Presskonferenser
- Öppet hus
- Studiebesök och information på arbetsplatsen
- Kontinuerlig kontakt med boende och journalister
- Informationstavla
- Mediebevakning
- Seminarium
- Empirikon Projekt nät

Informationsplanen hänvisar till aktiviteter i projektets tidplan och uppdateras kontinuerligt utifrån projektets planering. Informationsplanen för EKA- byggde på projektets indelning i skeden.



Figur 3.5: Aktörsanalys, Empirikon AB

### 3.5.2 Nyhetsbrev



Figur 3.7: Texter och grafik i nyhetsbrevet: Ulrika Larson, Empirikon Konsult AB

Projektet har sammanlagt gett ut 13 nyhetsbrev från projektstart till avslut. Utgivning av nyhetsbrev har följt informationsplanen. Det första nyhetsbrevet gavs ut under projekteringsskedet i augusti 2003 och gav en allmän presentation av projektet och dess syfte. I genomsnitt har två nyhetsbrev givits ut per år. Nyhetsbrev har skickats till intresseorganisationer, företag, hushåll och särskilt berörda i Bengtsfors. Varje nyhetsbrev har tryckts i 2000 exemplar. Ulrika Larson, Empirikon Konsult har svarat för texter och layout av nyhetsbrev. Ansvarig utgivare har varit projektets beställarombud Boh Tivesten.

### 3.5.3 Projektets hemsida

En speciell avdelning för information om EKA-projektet upprättades på kommunens hemsida. Hemsidan har uppdaterats kontinuerligt under projektets gång av kommunens webbansvariga, Anna Sandström och EKA-projektets miljökontrollant Johan Fogelström. Därigenom gick det att följa saneringsarbetet via hemsidan. Hemsidan har i genomsnitt haft ca 300 besökare i månaden. 2014 publicerades även en egen hemsida för EKA-miljöforum, som beskriver projektarbetet och aktuella dokument.

### 3.5.4 Pressmeddelanden och annonser

Vid särskilda aktiviteter samt vid oförutsedda händelser i projektet har pressmeddelanden skickats ut till lokala och nationella medier.

Pressmeddelanden har planerats och skickats ut bland annat då: press och allmänhet bjudits in till Öppet Hus, projektet ansökt om bidragspengar, sanering av EKA-området påbörjats, företag för saneringsentreprenaden. Två stora oförutsedda incidenter i projektet har lett till att pressmeddelanden skickats ut, det första var när ett stort antal oljefat med okänt innehåll hittades i Bengtsbrohöljen (de

visade sig senare vara tomma) och det andra var vid entreprenadarbetet då fritt kvicksilver hittades i stora mängder under golvet då cellhallen revs.

Annonser har satts in i Dalslänningen vid inbjudan till Öppet Hus, seminarium och samrådsmöten samt vid kungörelse av ansökan om tillstånd för sanering hos Miljödomstolen.

### 3.5.5 Presskonferenser

Tre presskonferenser har anordnats i projektet. Den första hölls i augusti 2002 då kommunen lämnade förhandsinformation om de planerade insatserna på EKA-området; den andra i februari 2006 i samband med att saneringen av EKA-området påbörjades. Den tredje är planerad att hållas vid projektets avslut i november 2015.



Figur 3.8: Informationskväll på EKA-området 21 maj 2006

### 3.5.6 Öppet hus och informationskvällar

Under projektets gång har allmänheten och media kontinuerligt blivit inbjudna av Bengtsfors kommun och EKA-projektet till öppet hus och informationskvällar. Det har varit en god uppslutning till mötena med många intressanta frågeställningar. Syftet med öppet hus och informationskvällarna har varit att ge närboende, media och allmänhet som varit intresserade av projektet möjlighet att träffa styrgruppen och projektets experter för att ställa frågor de funderat över. På så sätt blir informationen mer individanpassad och det ger också projektet ett bra tillfälle att ta reda på hur omvärlden uppfattar projektet och vad som kan tänkas behöva informeras mer om.

### 3.5.7 Studiebesök

Under projektets gång har många besökare visats runt på EKA-området. Det har varit representanter från Länsstyrelsen, olika kommuner och miljöorganisationer med anknytning till projektet, men också en hel del studiebesök från t.ex. miljökonsultbranschen, andra kommuner som stått inför liknande saneringar och från journalister. Ett antal studenter med skolarbeten kopplade till EKA-projektet har besökt området.

Entreprenören underrättades alltid inför en rundvandring. Alla besökare som skulle komma in på området utrustades med varselvästar, stövlar och hjälmar. Information om saneringen och vilka säkerhetsföreskrifter som gällde gick igenom innan man gick in på området. Väl inne på området var ofta bullernivån så hög att stora besöksgrupper kunde få det svårt att uppfatta allt som sades. Detta löstes genom att använda en megafon eller en högtalarväst. Ibland delades större grupper upp på olika stationer, vilket underlättade kommunikationen. Besökare fick inte gå in i tältet på grund av de stränga säkerhetskrav som gällde där. Vid utpassage från den smutsiga zonen tvättades stövlarna noggrant.

Besökarna fick med sig ett kompendium bestående av nyhetsbrev och informationsblad. På en vägg i EKA-kontoret hade alla artiklar och nyhetsbrev rörande projektet satts upp, vilket var uppskattat av besökarna. Därtill kom senare en anslagstavla med information och karta, som användes för att visa var de olika saneringsaktiviteterna utfördes. Tavlan var något som efterfrågades då det hade saknats vid tidigare besök. Något att tänka på är att kartan behöver vara dimensionerad så att alla i en stor besöksgrupp skall kunna se ordentligt. Ett förslag för framtida projekt är att ha en skärm som visar bilder från tidigare skeden av projektet. Något som också efterfrågades av flera besökare var en demonstration av hur olika typer av provtagning går till.

Efter att arbetena på plats avslutades 2009 har det funnits ett stort intresse från både media och allmänhet att besöka EKA-miljörum. Detta har lett till ett stort antal studiebesök från föreningar, länsstyrelser och kommuner både från Sverige och utomlands.

### 3.5.8 Kontinuerlig kontakt med boende och journalister

Boh Tivesten, projektets beställarombud, har varit kontaktperson för projektet gentemot media. Han har funnits tillgänglig för att svara på medias frågor om projektet. Nästan 180 artiklar har skrivits om EKA-projektet och majoriteten av de artiklarna har varit rättvisande och inte spekulativa. Detta är ett resultat av projektets transparens och den kontinuerliga dialog som förts mellan projektet och medierna. Mediakontakterna har resulterat i TV-inslag,

radiointervjuer och artiklar i fackpress och dagstidningar.

Boende i Bengtsfors har alltid haft möjlighet att gå förbi EKA-projektets miljökontor, beläget i den gamla sjöboden vid hamnen, precis utanför saneringsområdets staket. På plats har miljö- och byggkontrollanterna Sabina Fogelström, Johan Fogelström och Annelie Loberg funnits för att svara på frågor och ta emot studiebesök.



Figur 3.9: Informationstavlan

### 3.5.9 Mediebevakning

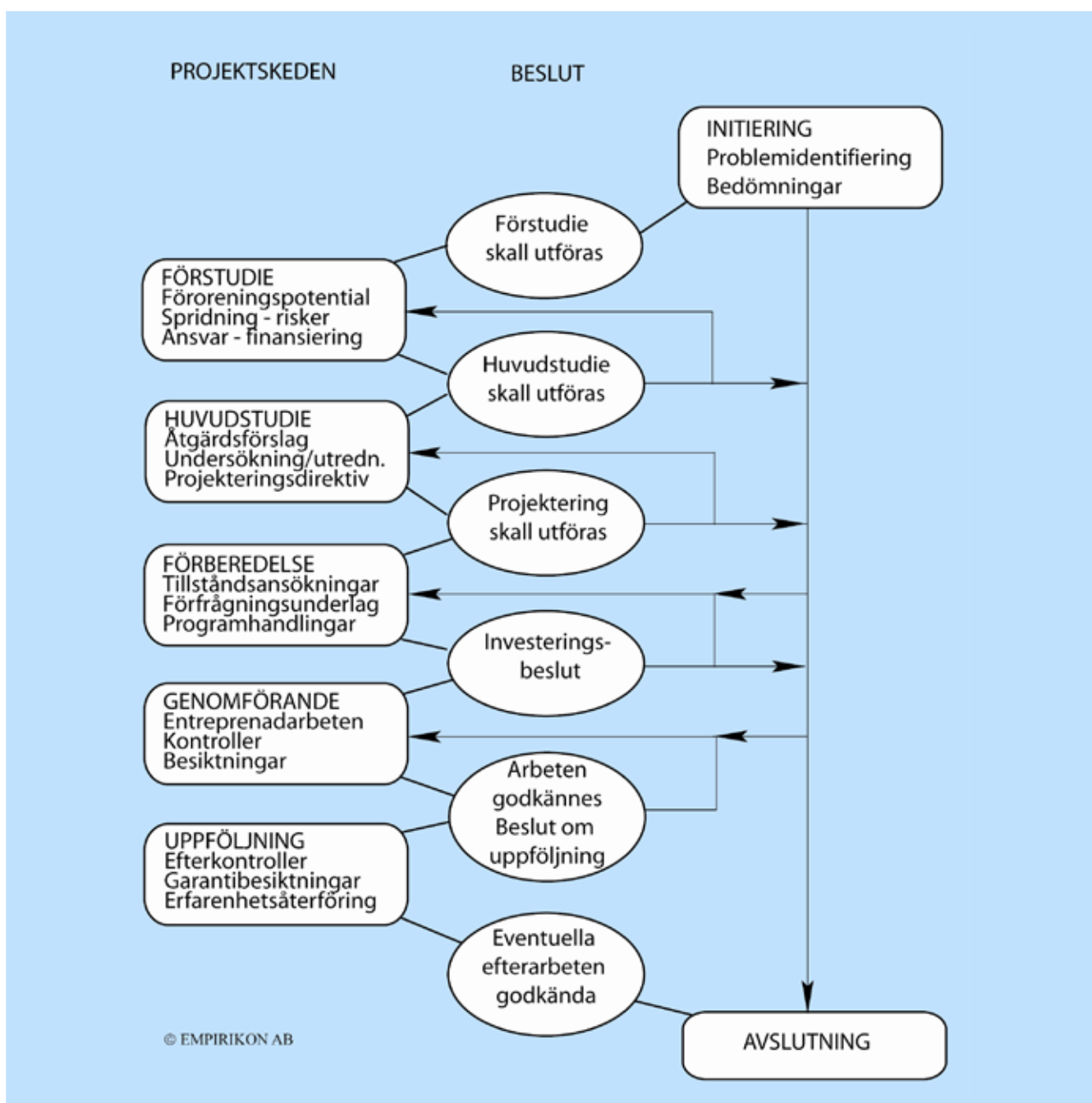
Retriever (Mediearkivet) har använts för mediebevakningen och ett pressarkiv har upprättats.

### 3.5.10 Seminarier

Under projektet har tre stycken seminarier anordnats och ett fjärde avslutningsseminarium är planerat att hållas i november 2015. Syftet med seminarierna var att dela med sig av nyvunna erfarenheter i projektet samt delge resultaten av saneringen. Seminarierna har varit välbesökta och lockat en blandning av orsbor, branschfolk, myndigheter, kommuner med liknande projekt, skolor och medier.

# Projektprocessen

Kjell Hansson & Joakim Schultzén, Empirikon Konsult AB



Figur 4.1: Schematisk beskrivning av projektprocessen, Empirikon Konsult AB

EKA-projektet har bedrivits i enlighet med Naturvårdsverkets kvalitetsmanual. Arbetet har delats in i projektskedena Initiering, Förstudie, Huvudstudie, Förberedelser, Genomförande, Uppföljning samt Avslutning. De olika stegen har i praktiken under projektets gång glidit in i varandra, medan projektledningsarbetet har fortgått genom hela projekttiden. Utöver det direkta ledningsarbetet har projektledningen hanterat uppgifter som stra-

tegisk information, kalkylering, tidsplanering, finansieringsfrågor med mera. Instruktioner för projektarbetets genomförande har successivt samlats i en projekthandbok med rutiner, beslutsordning, organisation, arbetssätt, dokumentstyrning, kvalitetsstyrning, kalkyler och tidplaner. Den viktigaste uppgiften för projektledningen har dock varit att driva processen framåt och se till att samspelet mellan projektets aktörer fungerat tillfredställande.

## 4.1 Initiering

Som ett led i Dalslands kanals vattenvårdsförbunds arbete och Naturvårdsverkets nationella kartläggning genomfördes dioxinanalyser i sedimentprover från Bengtsbrohöljen 1990. Då uppmättes de hittills högsta dioxinhalterna i Sverige (ca 10 ggr högre än i sedimentbassängen i Värö bruk). Anledningen till intresset för Bengtsbrohöljen var dels den återkommande fiskdöden där, men också ett befarat läckage från de fiberbankar som ansamlats uppströms EKA-området. Då Bengtsfors kommun fann att ingen kunde hållas ansvarig enligt gällande miljölagstiftning åtog sig kommunen, trots avsaknad av eget ansvar, att som huvudman för projektet administrera och genomföra efterbehandling av EKA-området. Huvudsyftet var att förhindra framtida skador och olägenheter för människors hälsa och miljön samt framtida spridning av föroreningarna. Hösten 2001 inleddes arbeten inom åtgärdsramen med kompletterande utredning och förprojekteringsarbeten - EKA-projektet.

## 4.2 Förstudien - Länsstyrelsens inventering och utredning

Inom förstudien genomfördes ett flertal undersökningar av mark och sediment vid det gamla industriområdet. Inom området genomfördes undersökningar av föroreningssituationen i mark 1996-1998 av Terratema AB (Sundberg et al., 1996) och SGI (Sundberg et al., 1998). Undersökningarna visade på en hög föroreningsgrad i marken och att detta spreds vidare till sjön. I undersökningarna utvärderades även utbredningen av föroreningar och förslag till möjliga åtgärder.

Föroreningssituationen i Bengtsbrohöljen har undersökts genom provtagningar vid ett flertal tillfällen (Hasselrot, 1971; Lundgren, 1985; Lundgren, 1989; Lång, 1991 och 1992 samt Sundberg et al., 1996). Undersökningarna påvisade förhöjda halter av kvicksilver och dioxin i sedimenten. Framförallt påträffades höga halter i närområdet till EKA:s f.d. klor-alkalifabrik, särskilt kring den ångbåtsbrygga som ligger strax söder om fabriksområdet.

Ett genombrott i kartläggningen var när kontakt togs med Herman Holmdahl som arbetat vid EKA-fabriken. Han kunde berätta om processen och pekade ut att grafit slammet från produktionen hade tömts ute på udden.

## 4.3 Projektet bemannas

Bengtsfors kommun inledde projektarbetet med upphandling av projektledning och konsultstöd under hösten 2001. Kommunens beslutande organ

för EKA-projektet var kommunstyrelsens utskott (KSU) med Boh Tivesten som kontaktperson, tillika beställarombud för projektet. Kjell Hansson, Empirikon AB erhöll kontrakt enligt ABK96 för projektledningsuppdraget. I avvaktan på beslut från styrande på kommunen inleddes det egentliga projektarbetet först i början av 2002.

EKA-områdets komplexa föroreningssituation och det känsliga läget invid Bengtsbrohöljen och kraftverket, med dess regleringsmagasin och utloppskanal, blev styrande för projektets fortsatta organisering. Det konstaterades att ytterligare utredningar, provtagningar m.m. krävdes för att klargöra områdets miljöstatus. Med anledning härav beslutades att projektet skulle bemannas med expertkompetens inom berörda fält.

## 4.4 Upphandling av experttjänster

En förhandlad upphandling enligt LOU 5 kap 16 § genomfördes för de olika experttjänsterna benämnda A – I (se kap 5 nedan). Man avsåg att bjuda in minst tre anbudssökande per tjänst till förhandlingar, förutsatt att tillräckligt antal anbudsansökningar skulle inkomma till kommunen. Vid förhandlingarna med anbudsgivarna lades stor vikt vid deras syn på hur de avsåg att genomföra uppdraget, bl.a. med beaktande av projektets komplexitet med många olika kompetenser involverade. Förfarandet med förhandlad upphandling valdes för att säkerställa att de experter som upphandlades skulle vara ledande inom sitt område, ha erfarenhet av projektarbete samt kunna genomföra uppdraget med genomgående hög kvalitet och med beaktande av helheten i projektet.

Upphandlingen genomfördes sommaren 2002 och bemannade samtliga tjänster med bästa tänkbara kompetens som fanns att tillgå. Tjänsten för bygglledning kunde dock ej tillsättas. Med anledning av detta genomfördes vid senare tidpunkt en separat upphandling av denna tjänst. Uppdragen tilldelades:

- AB Jacobsson & Widmark (A – miljö kemi)
- Studsvik Eco & Safety AB (B – hydrologi och sedimentologi)
- GEO Innova AB (C - geoteknik, geologi och geohydrologi)
- Golder Associates AB (D – byggnads- och industriteknik)
- Envipro miljöteknik (E – projektering)
- GF-konsult (F – miljökontroll)
- Vägverket konsult (H – geotekniska och geohydrologiska fältarbeten), SGAB Analytica (I – kemiska analyser)
- Carl Bro AB (sedermera Grontmij AB) (G – bygglledning och entreprenadkontroll).

Alla konsulter anlätades med kontrakt enligt ABK 96. I en separat upphandling tilldelades Mannheimer Swartling Advokatbyrå AB för juridiska frågor kring miljöprovningen.

## 4.5 Fördjupad huvudstudie

Den komplexa föroreningsituationen och det faktum att det inte fanns några liknande tidigare projekt att dra erfarenheter ifrån gjorde att projektledningen valde en strategi där projektgruppen gavs större frihet i utformning av frågeställningar och genomförande av undersökningar. En möjlig nackdel med en sådan strategi är att deltagarnas roller definieras under projektets gång, vilket inledningsvis kan leda till oklarheter i fråga om ansvarsfördelning. Om man inte är medveten om detta riskerar vissa delar att falla mellan stolarna.

Enligt projektdeltagarna medförde arbetsklimatet en öppen och kreativ miljö där olika kompetenser kompletterade och drog lärdom av varandra. Fördelarna med att ha en projektgrupp med bredd är just att flera infallsvinklar möts och gruppens medlemmar bjuder på sina erfarenheter så att kompetensen samtidigt ökar i hela projektgruppen, vilket är värdefullt för EKA-projektet men också för framtida efterbehandlingsprojekt. En genomgående bedömning har varit att konkreta och bra resultat uppnåtts och att en god stämning funnits i projektgruppen. Även det goda samarbetet med representanter från kommunen har framhållits som en positiv erfarenhet.

Väsentligen alla projektmöten hölls i Bengtsfors, vilket innebar långa resor för i stort sett samtliga i projektgruppen. Dock ansågs närheten till efterbehandlingsobjektet viktig, vilket även innebar att kommunens personal kunde delta, något som främjade arbetet. Det kan också bidra till högre fo-

kusering när deltagarna kan mötas under trevliga former med en hel dag reserverad för projektarbete.

### 4.5.1 Utredningar inleds – fältundersökningar och bedömningar

Markundersökningarna visade tidigt på betydande föroreningar inom ett stort område. Utredningsarbetet försvårades initialt av att tillgängligheten till området var begränsad. Uppgörelser med fastighetsägare för att kunna undersöka hela området drog ut på tiden och medförde att vissa undersökningar fick forceras fram, samt förläggas till helger för att inte störa pågående verksamhet.

Projektgruppen bedömde inledningsvis att en åtgärdsstrategi baserad på en schaktsanering skulle medföra stora risker på grund av EKA-områdets omedelbara närhet till Bengtsbrohöljen. En fullständig urgrävning av jordmassorna skulle dessutom innebära stora kostnader i förhållande till den ytterligare miljöeffekt som skulle vinnas med ett sådant alternativ. Vid utvärdering av undersökningens resultat framkom också att spridningen från EKA-området var begränsad i förhållande till föroreningsgraden och föroreningstillförseln från uppströms liggande vattendrag.

Projektet valde därför att under utredningsfasen inrikta sig på möjligheten till fastläggning och inneslutning av föroreningarna i undersökningsområdet. Motivet till detta var att undvika omfattande, riskfyllda och komplicerade schaktarbeten inom EKA-området med dess känsliga läge intill Bengtsbrohöljen och kraftverkskanalen. Planerade åtgärder inriktades därför mot att kraftigt reducera risken för framtida spridning och exponering av föroreningar genom en kombination av källtermsreduktion och skyddsbarriärer.



Figur 4.2: Bengtsbrohöljen i gryningsljus.

#### 4.5.2 Miljö- & hälsoriskbedömning samt översiktlig åtgärdsutredning

En miljö- och hälsoriskbedömning genomfördes under 2002 (Arnér, Eriksson, Carlsson: Rapport EKA 2002:15) i syfte att översiktligt beskriva föroreningsituation och spridningsförutsättningar, redovisa miljö- och hälsoriskbedömning samt åtgärdsutredning med preliminära kostnader, baserat på genomförda undersökningar och utredningar. I rapporten slogs det fast att det var hälsofarligt att vistas i området på grund av de höga koncentrationerna av framför allt kvicksilver och dioxin. Föroreningar spreds till Bengtsbrohöljen, vilket med tanke på de stora föroreningsmängderna skulle ha varit en process som skulle pågå under mycket lång tid. Sammantaget motiverade detta åtgärder inom landområdet. Flera potentiella skadehändelser, med ökade exponeringsrisker och väsentligt ökad spridning med påföljande miljörisker i recipient och nedströms vattenområden som följd identifierades. Exempel på detta kan vara vid förändrad mark- och byggnadsanvändning, eftersatt underhåll av byggnader, brand, vägolyckor eller ökad vattenföring med ökad erosion i strandområden och högre grundvattenflöde. För att uppnå åtgärdsmålen avseende spridnings- och exponeringsreduktion föreslogs kombinationer av efterbehandlingsåtgärder. Olika ambitionsnivå avseende graden av riskreduktion redovisades, bland annat:

- Vertikala partikelbarriärer mot Bengtsbrohöljen för reduktion av spridning och spridningsrisk (via grundvatten, erosion och skadehändelser) under och efter åtgärd.
- Horisontella barriärer inom området för minskning av exponeringsrisken och infiltration.
- Rivning av cellhallsbyggnaden för eliminering av exponerings- och spridningsrisken.
- Dränerande diken bl.a. för reduktion av grundvattenflöde och därmed förorenings-spridning.
- Urgrävning samt behandling/deponering av förorenade jordmassor för reduktion av föroreningskällan.
- Administrativa åtgärder i syfte att förhindra oönskad förändring av markanvändning med påföljande exponerings- och spridningsrisker.

- Etablering av nya ledningsgator inom området för reduktion av exponeringsrisk vid markarbeten.

Utifrån detta upprättades en översiktlig åtgärds-sammanställning, i vilken kända tillgängliga och tillämpbara efterbehandlingsmetoder redovisades. En kombination av att åtgärda huvuddelen av föroreningarna genom schaktning och minska spridningen av kvarstående föroreningar genom fastläggning och inneslutning bedömdes fortsatt vara intressant. Med en sådan strategi skulle en betydande positiv miljöeffekt kunna åstadkommas till en betydligt rimligare kostnad jämfört med en total schaktning av föroreningarna. Kombinationsalternativet innebar rivning av cellhallsbyggnaden, schaktning av de mest förorenade områdena, reduktion av grundvattenflöde och nivåvariationer, samt fastläggning och inneslutning av kvarlämnade föroreningar med horisontella och vertikala barriärer (inklusive filter). Utredningarna fokuserade på att lokalisera de största föroreningskoncentrationerna, samt metoder för stabilisering och inneslutning av kvarlämnade föroreningar. Särskild vikt lades vid att undvika de risker som omfattande schaktningsarbeten under grundvattenytan i anslutning till strandlinjen skulle medföra.

I syfte att skapa stabila grundvattenförhållanden med minimala nivåvariationer föreslogs även förhöjt grundvattenstånd inom området. Projektgruppen bedömde dock att det återstod osäkerheter om barriärfunktioner och eventuella negativa biogeokemiska förhållanden till följd av förhöjd grundvattenyta och minskad vattenomsättning (t.ex. syrefria förhållanden).

Tabell 4.1: Schematisk beskrivning av de olika åtgärdsnivåerna

Åtgärdsnivå	1	2	3a	3b	4	5	6	7*
Spont längshela strandlinjen			X	X	X	X	X	X
Endast spont/slitsmur längskraftverkskanalen		X						
Injekteringsmur längs med Ström-gatan		X	X	X	X	X	X	
Avskärande dränering vid Ström-gatan och mot Bengtsbrohöljen			X	X	X	X	X	
Slitsmur längshela strandlinjen				X		X		
Slitsmur i EKA-gatan			X	X	X	X	X	
Rivning av förorenade byggnader		X	X	X	X	X	X	X
Urgrävning av förorenade massor			X	X	X	X	X	X
Muddring av sediment		X	X	X	X	X	X	X
Filter och erosionskydd		X	X	X	X	X	X	
Horisontella barriärer, tätskikt		X	X	X	X	X	X	

\* Nivå 7 innefattade en total bortgrävning av samtliga föroreningar

### 4.5.3 Beskrivning av åtgärdsnivå 1-7

Baserad på den utförda miljö- och hälsoriskbedömningen presenterades initialt (år 2003) sju olika åtgärdsnivåer (Tabell 4.5) som i olika grad skulle reducera risken för framtida exponering och spridning och som i huvudsak innebar successivt ökande insatser och kostnader. I samband med detta genomfördes också en kostnadsnyttoanalys.

Sammanfattningsvis innebar:

- Åtgärdsnivå 1 upprättande av ett miljöriskområde.
- Åtgärdsnivå 2 ett minimalalternativ för att uppfylla projektets åtgärds mål avseende hälsa och risken för spridning men omfattade inte risken för potentiella skadehändelser.
- Åtgärdsnivåerna 3 till 6 omfattades av ett åtgärdepaket med olika ambitionsnivåer för urgrävning av förorenade massor. Sammanfattningsvis ingick i åtgärdsnivåerna att anlägga bl. a. vertikala och horisontella barriärer samt en avskärande dränering, utföra urgrävning av förorenad jord, anlägga filter längs strandlinjen och genomföra rivning av den förorenade cellhallsbyggnaden.
- Åtgärdsnivå 7 en fullständig urgrävning av samtliga föroreningar vilket skulle innebära att åtgärder för skydd mot spridning av föroreningar endast hade krävts under genomförandet.

### 4.6 Förprojektering

Åtgärdsförslaget redovisades i ansökan till miljödomstolen i januari 2004 (kap. 10.5 nedan). På grund av osäkerheten kring barriärfunktioner och miljökemiska förhållanden framställdes det mera som en rambeskrivning över åtgärder men med redovisad åtgärdsinriktning. Efterbehandlingen skulle genomföras i etapper med successiv uppföljning och korrigering.

Under utredningsarbetet hade ett behov av delvis ändrad inriktning identifierats i de åtgärdsförslag som utarbetats inför miljöprövningen. Särskilt beträffande planerade horisontella och vertikala barriärers inverkan på framtida grundvattennivåer och utformning av vertikala barriärer mot kraftverkets utloppskanal och mot sjön Bengtsbrohöljen. Under tiden som MD behandlade förslaget tog projektet fram en kravspecifikation för vilken kunskapsprofil som behövdes för att kunna hantera de situationer som skulle kunna uppstå utifrån den begränsade kännedom om föroreningssituationen man hade då. Projektgruppen bedömde att föroreningssituationen var så svårtolkad att den krävde kompetens på forskarnivå.

### 4.7 Kvalitetssäkring av åtgärder

För att kvalitativt säkerställa åtgärdsförslaget anlitas forskare från Lunds Universitet, Olof Regnell och Niklas Törneman. I samverkan med projektets geohydrologiska expert Jan Sundberg, Geo Innova AB, arbetade Regnell och Törneman under 2004 med omfattande utredningar enligt ett i projektet utarbetat undersökningsprogram (Rapport EKA 2004:2). Syftet var att klargöra hur spridning av kvicksilver och dioxin påverkas av förändringar i grundvattenförhållanden och störning av komplexa biogeokemiska processer. I enlighet med ansökan till MD var undersökningsstrategin inledningsvis att löpande, inför och under genomförandeskedet, studera biogeokemiska och hydrologiska förhållanden som skulle ligga till grund för en stegvis utveckling av åtgärderna.

Detta kompletterande undersökningsprogram genomfördes parallellt med att MD studerade det ursprungliga åtgärdsförslaget och resultaten sammanföll i stort med de frågeställningar som sedan väcktes i miljöprövningen.

Inledande analyser visade att vald åtgärdsstrategi för att reducera miljö- och hälsorisker i huvudsak var lämplig men åskådliggjorde ett behov av att delvis ändra inriktning på det ursprungliga åtgärdsförslaget till miljöprövningen. Särskilt berörde detta de planerade barriärernas inverkan på framtida grundvattennivåer samt utformningen av de vertikala barriärer mot kraftverkets utloppskanal och mot sjön Bengtsbrohöljen som föreslagits. Denna barriärkonstruktion bedömdes leda till svårprognostiserade förändringar i grundvattenflödet inom området, samt öka kontakten mellan kvarvarande föroreningar och grundvattnet genom höjning av grundvattennivån. Täta barriärers beständighet över tid och deras möjlighet att effektivt reducera grundvattenflöden bedömdes som en osäkerhet. Konstruktionen av den planerade inneslutningen behövde således ändras på ett sådant sätt att områdets dåvarande grundvattensituation och markkemi så långt möjligt skulle förbli oförändrad.

### 4.8 Naturvårdsverkets direktiv till projektet

I maj 2004, efter att tillståndsansökan lämnats in, meddelade Naturvårdsverket sin ambition för saneringen och syn på föreslagna åtgärder. Naturvårdsverket bedömde att en lämplig ambitionsnivå för reduktion av kvicksilvermängden inom åtgärdsområdet skulle vara 90 %, bl.a. med motiveringen

att kvicksilver är ett prioriterat ämne såväl nationellt som internationellt. Ambitionen att fasa ur kvicksilver ur biosfären ska vara hög och huvudfinansieraren ansåg att staten skulle föregå som gott exempel.

Redovisat åtgärdsförslag uppfyllde inte denna ambitionsnivå. Schaktningen behövde utökas väsentligt, vilket i sin tur skulle medföra omfattande arbeten under grundvattenytan.

## 4.9 Reviderad åtgärdsutredning

Naturvårdsverkets nya ambitionsnivå för reduktion av källtermen kvicksilver i kombination med resultat från den fördjupade analysen av områdets biogeokemiska och hydrogeologiska förutsättningar medförde att projektet i avvaktan på dom från MD under våren 2005 tog fram nya åtgärdsförslag.

### 4.9.1 Åtgärdsnivå N1-N4

Inledningsvis tog projektet fram 4 nya åtgärdsnivåer, N1 till N4. Alternativen omfattades generellt av samma tekniska utformning men med olika detalj- och ambitionsnivåer för urgrävning av förorenade massor. Den stora förändringen mot tidigare förslag (se avsnitt 4.5.3 ovan) var bl.a. att de planerade slitsmurarna längs strandlinjen exkluderades i åtgärdsförslagen och ersattes med en filterkonstruktion. Dessutom skulle filter och erosionsskydd enligt det nya förslaget anläggas innanför sponten vilket innebar att muddring inkl. skärmar som skyddsåtgärd för fyllningsarbeten inte längre skulle behövas.

### 4.9.2 Principiella skillnader mellan åtgärdsnivåerna

Den principiella skillnaden mellan åtgärdsförslagen 1-7 och N1-N4 var den åtgärdsstrategi som ledd till grund för de olika förslagen.

Åtgärdsnivå 1-7 utgick från en fastläggning och inneslutning av föroreningarna, det vill säga att i första hand säkra området från framtida exponering och spridning utan omfattande urgrävningar. Undersökningarna inriktades således bl.a. mot att avgränsa de mest förorenade områdena och att studera spridningsrisker för kvarlämnade föroreningar.

Sammantaget var de förväntade riskerna med de ursprungliga åtgärdsnivåerna (1-7) att:

- Den kraftiga reduktionen av grundvattenflöden befarades medföra risk för syrefria förhållanden och frisättning av föroreningarna.

- De täta barriärerna förväntades leda till en höjd grundvattennivå i området vilket leder till ökad kontakt mellan föroreningar och grundvatten som kan innebära ökad spridning.
- Det inte kunde uteslutas att täta barriärer skulle medföra förändringar i grundvattnets flödesriktning inom området med påföljande ökad risk för spridning av föroreningar till mindre kontaminerade områden.
- Slitsmurars beständighet över tid är begränsad vilket innebär en osäkerhet för framtida spridning när föroreningar kvarlämnas.

För att minska dessa osäkerheter inleddes kompletterande studier. Resultat från undersökningarna och den ökade ambitionsnivån avseende kvicksilverreduktion innebar ändrade förutsättningar för åtgärderna. En reduktion av källtermen skulle minska behovet av skyddsåtgärder. Undersökningarna visade på vikten att inte förändra de biogeokemiska förhållandena i marken, men också att metyleringspotentialen var mindre än befarad.

### 4.9.3 Beskrivning av det slutliga åtgärdsförslaget N5

Efter utvärdering av kompletterande åtgärdsinriktade utredningar samt ytterligare studier av hydrogeologiska förutsättningar i området tog projektet slutligen fram ytterligare ett alternativ. Detta innebar en optimering och viss modifiering av förslagen N1 och N2, ett förslag som benämndes N5. I N5 utgick samtliga slitsmurar (täta vertikala barriärer) eftersom erhållna resultat visade att de skulle ha liten eller ingen flödesreducerande effekt. Detta bidrog till att tidigare beräknade kostnader för entreprenaden kunde sänkas. Åtgärdsnivå N5 omfattade huvudsakligen följande åtgärder:

- Rivning av rena byggnader
- Installation av tillfällig spont under arbetstiden
- Rivning av den förorenade cellhallen
- Dränering och avledande av vatten
- Beredskap för rening av förorenat vatten på området
- Urgrävning av förorenade massor
- Sortering och eventuell tvätt av utsorterade fraktioner
- Omhändertagande av förorenade massor och rivningsavfall på godkänd anläggning
- Installation av filter med avsedd funktion att begränsa in- och utflöde mot Bengtsbrohöljen

- Återfyllning samt horisontella barriärer
- Återställningsarbeten.
- Administrativa föreskrifter

För att beskriva restriktioner för verksamheter, som kan påverka utförda skyddsåtgärder inom området, upprättades administrativa föreskrifter som bilades detaljplanen för området. I åtgärden ingick att på området, genom miljörum eller liknande, informera om EKA-områdets historia och den saneringen som genomförts.

## 4.10 Miljöprövningen

Mikael Hägglöf, Mannheimer & Swartling

### Miljöprövning – processbeskrivning

Miljöprövningsprocessen inleds med att sökanden definierar och avgränsar den planerade åtgärden och lämnar uppgifter till länsstyrelsen och enskilda berörda. Därefter sker samråd mellan dessa och sökanden enl. MB kap 6 § 4. Sökanden upprättar samrådsredogörelse att bifoga ansökan. Därefter fattar länsstyrelsen beslut om verksamheten kan antas medföra en betydande miljöpåverkan, i vilket fall ett utökad samråd där allmänheten bjuds in tillsammans med berörda kommuner, myndigheter och organisationer.

Efter att ansökan lämnats in till Miljödomstolen remitteras den till berörda myndigheter (Naturvårdsverket, Länsstyrelsen, miljö- och hälsoskyddsnämnden m.fl.), som då får tillfälle att begära kompletteringar. Efter eventuella kompletteringar har lämnats in och Miljödomstolen har beslutat att ta upp ansökan till prövning sker kungörelse i lokala media.

En kungörelse innehåller bl.a. en kortfattad redogörelse för ansökan och information om när synpunkter på ansökan senast kan lämnas till Miljödomstolen. EKA projektet kungjordes i tidningen Dalslänningen.

Ansökan går ut på remiss till berörda myndigheter och ägare till direkt berörda fastigheter. Efter beredning av ansökan i form av skriftväxling kallar domstolen normalt till huvudförhandling. Efterförhandlingen meddelar Miljödomstolen dom, dvs. beslut i frågan om huruvida kommunen får tillstånd att sanera samt villkor för arbetenas genomförande. Överklagande måste ske inom tre veckor från domens datum.

### 4.10.1 Samrådsfasen

Inför upprättandet av ansökan och MKB genomfördes samråd enligt 6 kap. miljöbalken. Tidigt samråd hölls med Länsstyrelsen i Västra Götaland, Miljö- och räddningsnämnden i Bengtsfors kommun och allmänheten. Inbjudan till samrådet skickades direkt till berörda och annonserades i tidningen Dalslänningen. Samrådsmöte med länsstyrelsen hölls den 3 september 2003 och samrådsmöte med allmänheten ägde rum den 26 augusti 2003.

Samrådsmötet med allmänheten rönade ett relativt stort intresse i Bengtsfors. Vid mötet deltog 13 personer utöver projektdeltagare och berörda myndigheter. Bl.a. diskuterades riskerna med de föroreningar som fanns inom EKA-området, påverkan på befintliga verksamheter samt efterbehandlingsbehovet.

En samrådsredogörelse gavs in till Länsstyrelsen den 5 september 2003. Den 2 oktober beslutade länsstyrelsen att EKA-projektet kunde antas medföra en betydande miljöpåverkan. Samråd i utökad krets inleddes den 29 oktober 2003, inför vilket ett reviderat samrådsunderlag upprättades. Skriftligt samråd genomfördes med bl.a. dåvarande Fiskeriverket, Räddningsverket, Arbetsmiljöverket, Kammarkollegiet och Sjöfartsverket samt med Naturvårdsverket.

De synpunkter som framfördes under samrådet beaktades senare vid upprättande av miljökonsekvensbeskrivning och tillståndsansökan.

### 4.10.2 Tillståndsansökan

Ansökan om tillstånd till efterbehandlingsarbetena färdigställdes och gavs in till miljödomstolen vid Vänersborgs tingsrätt den 20 januari 2004. Ansökan omfattade följande:

#### Vattenverksamhet

1a) Anläggande av en ca 500 meter lång vertikal barriär (mot kraftverkskanalen och längs övriga strandlinjen) i sjön Bengtsbrohöljen till skydd mot spridning av föroreningar från EKA-området samt utförande av ny kajanläggning i anslutning till skyddsbarriären.

1b) Uppgrävning av högst 3 000 ton (genomsnittlig TS 20 %) förorenade sediment från Bengtsbrohöljens botten.

1c) Uppgrävning av högst 2 000 ton förorenade massor i anslutning till den sydöstra sidan av kraftverkskanalen på fastigheten Bengtsfors 4:49.

1d) Fördjupning av kraftverkskanalen med i genomsnitt ca 20 cm (motsvarande uppgrävning av högst 1 000 ton av kanalens bottenmaterial).

1e) Bortledande av grundvatten från och i anslutning till EKA-området till en mängd av högst 30 000 m<sup>3</sup> i medeltal per år och utförande av anläggningar för detta.

1f) Lagligförklaring enligt 17 § lagen (1998:811) om införande av miljöbalken av befintlig ångbåtsbrygga inom fastigheten Bengtsfors 4:50, utrivning av nämnda brygga samt anläggande av ny brygga som ersättning för den utrivna bryggan.

#### Miljöfarlig verksamhet

2a) Utsläpp i Bengtsbrohöljen efter behandling av lakvatten från avvattning av sediment som avses i punkt 1b ovan, vatten från tvättning av de jordmassor som avses i punkt 2c nedan och annat förorenat överskottsvatten som uppkommer till följd av entreprenadarbetena.

2b) Uppgrävning av högst 50 000 ton förorenade jordmassor.

2c) Tillfällig lagring och behandling genom avvattning, sortering och tvättning av de uppgrävda sediment och jordmassor m m som avses i punkterna ovan, det rivningsmaterial som avses i punkt 2d nedan och övrigt rivningsmaterial.

2d) Rivning av den förorenade cellhallsbyggnaden.

2e) Anläggande av en ca 25 meter lång vertikal barriär (slitsmur eller annan tätning) på fastigheten Bengtsfors 4:49 för skydd mot inträngande vatten från den uppströms belägna sjön Lelången.

#### 4.10.3 Kompletteringsrundan

Vissa remissmyndigheter begärde att ansökan skulle kompletteras i fråga om omfattningen av efterbehandlingen, bl.a. ställdes krav på att yrkandet om uppgrävning av sediment skulle göras mer omfattande. Kommunen anförde att omfattningen av efterbehandlingen skulle avgöras inom ramen för den s.k. finansieringsprocessen, som hanterades av Naturvårdsverket. Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken avsåg endast kommunens rätt att vidta de av verket finansierade åtgärderna. Enligt kommunen kunde kommunen inte åläggas att utöka

efterbehandlings omfattning inom ramen för tillståndprocessen. Inte desto mindre redovisade kommunen tämligen ingående information om grunden för sitt och Naturvårdsverkets ställningstagande.

Räddningsverket efterlyste uppgifter om skyddsåtgärder mot brand som påverkar PCE-förekomsten inom området och risker för brand i kvicksilverkontaminerat material. Kommunen lämnade kompletterande uppgifter i enlighet med verkets begäran. Länsstyrelsens begäran om komplettering berörde, förutom ansökans omfattning, bl.a. följande:

- Förekomst kvicksilver och dioxin i fisk,
- risk för spridning av förorenade sediment,
- reningskapacitet hos jordtvätt och närmare tekniska uppgifter om denna samt uppgifter om kriterier för återföring av reade massor,
- teknisk beskrivning av avvattningsanläggning samt förslag till villkor beträffande utsläpp av suspenderade ämnen från denna till Bengtsbrohöljen,
- teknisk beskrivning av reningsanläggningen för överskottsvatten,
- närmare uppgifter om föroreningsituationen i jord och kopplingen till planerade åtgärder,
- uppgift om hur barriärerna längs strandlinjen förblir beständiga på lång sikt, samt
- kvalitetssäkring av arbetet.
- Kommunen lämnade kompletterande uppgifter i enlighet med länsstyrelsens begäran.
- Dåvarande Fiskeriverket begärde att ansökan skulle kompletteras med:
- närmare uppgifter om de absorberande/reaktiva filtertyperna.
- närmare uppgifter om en planerad oljeavskiljare,
- mer preciserade uppgifter om saneringsmålet,
- volym av och föroreningsinnehåll i överskottsvatten,
- närmare uppgifter om reningssystemet för överskottsvatten,
- närmare beskrivning av planerad luftning,
- försiktighetsåtgärder i samband med rivningen av befintlig brygga, försiktighetsåtgärder vid anläggningen av den nya bryggan, samt en analys av eventuella spridningseffekter av båtrafik i och invid bryggan,
- skyddsåtgärder mot grumling vid fördjupningen av kraftverkskanalen,
- närmare beskrivning av vattenbiologin i Bengtsbrohöljen och nedströms liggande vattenområdet,

- förslag till villkor för utsläpp av berörda miljögifter till luft,
- strängare riktvärden för utsläpp av överskottsvatten till Bengtsbrohöljen,
- närmare uppgifter om bästa tillgängliga teknik för vattenrening,
- uppgift om möjligheten att ytterligare reducera halterna av perkloretylen i vatten, och
- närmare uppgifter om kontrollprogrammet.

Kommunen kompletterande ansökan huvudsakligen i enlighet med Fiskeriverkets begäran men medgav inte någon justering av föreslagna villkor.

En samlad komplettering av ansökan gavs in till Miljödomstolen den 15 mars 2004.

Den 2 april 2004 förelade Miljödomstolen att komma in med ytterligare uppgifter om den planerade efterbehandlingen huvudsakligen enligt följande:

- Närmare uppgifter om den planerade bryggan,
- utförda geotekniska utredningar,
- närmare uppgifter om de hydrologiska förhållandena i Bengtsbrohöljen och Lelång,
- de överväganden som ligger till grund för utformningen av horisontella barriärer,
- de överväganden som ligger till grund för sedimentupptagningen,
- närmare uppgifter om filtermaterial mellan spont och slänt,
- förslag till villkor beträffande utsläpp till luft,
- uppgift om risken för PCE-fynd vid bortgrävning och skyddsåtgärder i samband därmed,
- konkreta brandskyddsåtgärder i cellhallsbyggnaden,
- uppgift om hur geotextilbarriärens funktion skulle säkerställas vid arbeten i Bengtsbrohöljen,
- inställning till tillämpning av generella föreskrifter för deponering vid återfyllnad med rena massor,
- bästa tillgängliga teknik för behandling av överskottsvatten,
- utsläppspunkt för överskottsvatten, samt
- uppgifter kvarstående miljö- och hälsorisker efter åtgärd.
- Kommunen besvarade Miljödomstolens kompletteringsbegäran den 17 maj 2004 och föreslog följande villkor med anledning av föreläggandet:
- Utsläppet av gasformigt kvicksilver och damm

från frånluftskanalerna får som riktvärde och veckomedelvärde inte överskrida 0,03 mg respektive 10 mg per normalkubikmeter luft.

I de tekniska frågorna framhöll kommunen att val av teknik ännu inte hade gjorts och att ett flertal likvärdiga alternativ kunde komma i fråga. I övrigt klargjordes att Naturvårdsverket i finansieringsprocessen som villkor för EKA-projektets finansiering hade krävt att uppgrävning och bortskaffande av ca 90 % av kvicksilverföreningarna.

#### 4.10.4 Remissrundan

Miljödomstolen godtog kommunens kompletteringar och kungjorde ansökan den 7 juni 2004. Samtliga remissmyndigheter och sakägare tillstyrkte kommunens ansökan. Länsstyrelsen lämnade vissa synpunkter på efterbehandlingen omfattning (sedimentsanering). I villkorsfrågor framfördes sammanfattningsvis följande synpunkter:

- Länsstyrelsen ansåg att uppgifter om dioxin- och kvicksilverhalter i konsumtionsfisk i Bengtsbrohöljen och Höljerudsforsarna borde redovisas innan saneringsåtgärderna påbörjades. Kommunen angav att kompletterande provfiske hade utförts och aviserade att uppgifterna skulle redovisas vid huvudförhandlingen.
- Länsstyrelsen ansåg att kommunen tydligare borde ange skälen för att endast sanera de sediment som finns i EKA-områdets absoluta närhet. Kommunen justerade yrkandet om sedimentsanering till att avse 6 000 förorenade sediment och förklarade att sedimentupptagningen inte avsågs utgöra en efterbehandlingsåtgärd i egentlig mening. Syftet angavs i stället vara att undvika att den fyllning som behövdes för den planerade strandkonstruktionen skulle tränga undan och omlagra sedimenten.
- Länsstyrelsen ansåg att det av kommunen föreslagna villkoret beträffande utsläpp till luft borde skärpas så att riktvärdet för damm begränsas till 5 mg per normalkubikmeter luft. Vidare föreslog länsstyrelsen att villkoret skulle kompletteras med en föreskrift om att det vid rivning skulle säkerställas att undertryck råder. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor enligt vilket lagring av förorenade massor och rivningsmaterial endast skulle få ske på täta ytor och under nederbördsskydd om inte tillsynsmyndigheten medger annat. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag.

- Länsstyrelsen ansåg att det borde föreskrivas att behandlade massor skulle återanvändas inom området så långt som möjligt. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag och anförde att ansökningshandlingarna är tydliga i fråga om vad som kan respektive inte kan återföras till området. Ett villkor enligt länsstyrelsens förslag skulle därför skapa oklarhet.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörd att tvättanslagningar för jord- och rivningsmassor skulle placeras under nederbörds-skydd eller på tät yta med uppsamling och behandling av lakvatten. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag i princip.
- Länsstyrelsen ansåg att det borde föreskrivas att fordon för transport av förorenade jordmassor skulle vara täckta och att fordonens däck skulle rengöras före utfart från området. Kommunen föreslog ett villkor som sedan blev det slutliga villkor 14.
- Länsstyrelsen ansåg att de av kommunen föreslagna riktvärdena för perkloretylen, kvicksilver och dioxin borde skärpas till 0,5 mg/l, 0,001 mg/l respektive x ng TEQ/l. Vidare ansåg länsstyrelsen att riktvärden för kadmium (0,001 mg/l), zink (0,1 mg/l) och suspenderat material (10 mg/l) borde föreskrivas. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag och anförde att de av länsstyrelsen föreslagna riktvärdena skulle kräva rening med omvänd osmos eller indunstning, vilket enligt kommunens mening var orimligt. Kommunen föreslog ett villkor som, med undantag för suspenderade ämnen, blev det slutliga villkor 10.
- Länsstyrelsen ansåg att krav på minimering av mängden överskottsvatten borde föreskrivas. Kommunen delade länsstyrelsen uppfattning i sak, men ifrågasatte behovet av ett villkor.
- Länsstyrelsen ansåg att ett villkor borde föreskrivas med innebörden att överskottsvatten skulle avledas till tätad uppsamlings-, utjämnings- och sedimentationsbassäng och därefter via en reningsanläggning till en utjämningsbassäng med provtagningsbassäng. Vidare ansåg länsstyrelsen att förslag till detaljutformning av behandlingsanläggningen skulle godkännas av tillsynsmyndigheten innan efterbehandlingsarbetet påbörjades samt att tillsynsmyndigheten skulle bemyndigas att meddela ytterligare föreskrifter i fråga om behandling av överskottsvatten. Kommunen godtog i princip första ledet i länsstyrelsens villkorsförslag. Däremot kunde kommunen inte godta det andra ledet i länsstyrelsens förslag (tillsynsmyndighetens godkännande av detaljutformning av behandlingsanläggningen) eftersom detta skulle försvåra upphandlingen.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att processvatten som uppkommer vid tvättning av jordmassor m.m. skulle samlas upp i ett slutet system och inte avledas till reningsanläggning för överskottsvatten om inte tillsynsmyndigheten så medgav. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag och förklarade att anläggningen inte kunde slutas helt.
- Länsstyrelsen ansåg att Naturvårdsverkets riktlinjer för nyetablerad industri borde föreskrivas för verksamheten. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag, men åtog sig att dimensionera fläktar och jordtvätt så att dessa kunde uppfylla sistnämnda riktlinjer.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att område 1 och 2 skulle sluttäckas på sådant sätt att en högsta vattengenomsläpplighet av 5 l/m<sup>2</sup> och år uppnås samt att sluttäckningen skulle ha en mycket god beständighet mot yttre påverkan och bestå av tätskikt, dräneringsskikt och skyddsskikt. När det gäller vertikala barriärer föreslog länsstyrelsen ett villkor med innebörden att anläggande av vertikala barriärer skulle utföras mot kraftverkskanalen och längs övriga strandlinjen till skydd mot förorenings-spridning samt på fastigheten Bengtsfors 4:49 för skydd mot inträngande vatten. De vertikala barriärerna skulle enligt länsstyrelsens förslag utformas så att de uppfyllde funktionen på mycket lång sikt och skulle innehålla täta slitsmurar. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag, som till stora delar avsåg omfattningen/utformningen av den planerade efterbehandlingen. I sak menade kommunen att efterbehandlingen måste ske stegvis med utvärdering av varje steg. Det ansågs därför inte vara lämpligt att i villkor ange exakt hur barriärerna skulle utformas.
- Länsstyrelsen föreslog en variant av ett standardvillkor för kemikaliehantering. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag men förespråkade en något ändrad lydelse.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att ett aktuellt kontrollprogram för saneringsarbetet och uppföljande kontroll efter sanering skulle redovisas till tillsynsmyndigheten minst två månader före arbetenas igångsättande. Kommunen föreslog att villkoret skulle begränsas till att avse själva utförandet av efterbehandlingen.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att en sakkunnig och oberoende miljökontrollant skulle ansvara för att övervaka att sane-

ringen utförs och kontrolleras i enlighet med gällande handlingar och beslut. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag och menade att det saknades ett behov av en utomstående kontrollant.

- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörd att tillsynsmyndigheten skulle informeras minst två veckor innan arbeten påbörjades och därefter kontinuerligt underrättas om arbetets fortskridande. Kommunen motsatte sig länsstyrelsens förslag men åtog sig att hålla tillsynsmyndigheten informerad om efterbehandlings fortskridande.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att kommunen senast två månader efter avslutad sanering till tillsynsmyndigheten skulle redovisa hur efterbehandlingen utfallit. Kommunen motsatte sig inte att redovisa de uppgifter länsstyrelsen efterfrågade, men ifrågasatte behovet av ett villkor.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att åtgärder skulle vidtas om störande lukt för omgivningen uppkommer. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att transporter till och från samt inom anläggningen skulle ske på lämpligt sätt från hälso- och miljösynpunkt. Kommunen ansåg att länsstyrelsens förslag var oklart och motsatte sig bifall till yrkandet.
- Länsstyrelsen föreslog ett villkor med innebörden att allmänheten skulle förhindras tillträde till saneringsområdet i erforderlig omfattning. Kommunen godtog länsstyrelsens förslag.
- Bengtsfors Kraft och Industri AB och Bengtsfors Trä AB (nedan BKI) befarade att ansökt vattenverksamhet kunde komma att påverka kraftverkskanalens avbördningsförmåga negativt och ansåg att kommunen borde åläggas att klargöra hur sådana negativa effekter skulle kompenseras. Kommunen angav att förhandlingar inletts i denna fråga och att kommunen vid behov skulle erbjuda ersättning vid huvudförhandlingen.
- BKI angav att det i området för den planerade vertikala barriären fanns ett gammalt vattenintag och elkablar och att det därför var viktigt att utföra markundersökningar för att förhindra att området översvämmas under arbetets utförande. Kommunen delade BKI:s uppfattning och anförde att markundersökningar hade påbörjats.
- BKI ansåg att arbetstiden borde förkortas och tiden för anmälan av oförutsedd skada förlängas. Kommunens motsatte sig yrkandet.

Kommunens bemötande gavs in den 17 september 2004. Den 22 september hölls huvudförhandling i målet. Efter huvudförhandlingen, den 27 oktober 2004, förelade Miljödomstolen kommunen att inkomma med ytterligare kompletteringar i fråga om dels den slutliga efterbehandlingsstrategin, dels vilka sluttäckningar och horisontella barriärer som var miljömässigt motiverade som långsiktigt och beständigt skydd mot omgivningsexponering av förekommande föroreningar.

Kommunen redovisade efterfrågade kompletteringar den 2 mars 2005 samt återkallade samtidigt yrkandet om uppgrävning av sediment och justerade yrkandet om uppgrävning av förorenade massor till att avse totalt 70 000 ton.

För att besvara frågan om efterbehandlingsstrategi tidigare hade kommunen vissa av de undersökningar och analyser som krävdes för ett slutligt ställningstagande i fråga om efterbehandlingsstrategi. Kommunen fokuserade analysen på de inom EKA-området rådande biogeokemiska och hydrologiska förutsättningarna och dessas påverkan på risken för spridning av kvicksilver och dioxin. Analysen visade sammanfattningsvis följande.

Genom att kraftigt reducera källtermen minskas risken för framtida spridning av föroreningar.

Utläcket av kvicksilver och dioxin från EKA-området var vid undersökningstillfället litet. Risk för större utläckage förelåg vid erosion av strandnära områden. Högkontaminerade strandnära områden måste därför saneras så att källtermen i dessa områden i allt väsentligt avlägsnas.

Risk för metylering av kvarlämnade kvicksilverföroreningar ansågs kunna uppkomma vid ändrade förhållanden inom EKA-området. Denna risk ansågs kunna reduceras genom att minska vattenflödet genom kontaminerade massor och genom att skapa förhållanden som bidrar till att hålla grundvattentan så konstant som möjligt. Effektiviteten hos tätande och vattenavledande åtgärder borde anpassas så att de biogeokemiska förhållandena kunde bibehållas eller förbättras i förhållande till dagens situation.

Mot denna bakgrund redovisade kommunen följande huvuddrag i efterbehandlingsstrategin:

- a) De mest kvicksilverförorenade massorna avlägsnas från EKA-området. I enlighet med vad Naturvårdsverkets krävt skulle minst 90 % av källtermen avlägsnas.

- b) Vattentillförseln till EKA-området skulle minska genom tätande och vattenavledande åtgärder.
- c) Partikeltransport från EKA-området skulle motverkas med ett filter på EKA-områdets nedströmssida. Filtret skulle förses med ett utanpåliggande erosionsskydd.
- d) Direktexponering av föroreningar mot människor och omgivande miljö skulle motverkas genom utskiftning av ytliga förorenade massor.

För att uppnå ovanstående redovisades fyra olika åtgärdsalternativ som ansågs vara likvärdiga.

Frågan om de horisontella barriärerna besvarades med tekniska uppgifter om barriärernas beskaffenhet inom olika delområden.

Miljödomstolen skickade kommunens komplettering på ytterligare en kompletteringsrunda och kommunen besvarade inkomna förfrågningar om kompletteringar den 12 april 2005. Kompletteringarna kungjordes av Miljödomstolen som också kallade till ytterligare en huvudförhandling i målet. Efter viss ytterligare skriftväxling och huvudförhandling var parterna väsentligen ense om tillståndets utformning, bl.a. reducerades de fyra åtgärdsalternativen till tre, ett villkor beträffande målsättningen med efterbehandlingen föreslogs och vissa yrkanden justerades på sätt som framgår av avsnitt 2 ovan.

#### 4.10.5 Miljödomstolens dom

Efter en andra huvudförhandling den 13 april 2005 meddelade Miljödomstolen dom den 4 juli 2005. Miljödomstolen biföll samtliga yrkanden i ansökan. Villkor föreskrevs huvudsakligen i enlighet med vad parterna enats om under processens gång. Domen överklagades inte och vann således laga kraft.



Figur 4.4: Provfiske på Bengtsbrohöljen 2003

#### Tillståndets omfattning

Genom dom 2005-07-04, mål M 3015-04, lämnade dåvarande Miljödomstolen vid Vänersborgs tingsrätt Bengtsfors kommun (kommunen) tillstånd enligt miljöbalken att i samband med efterbehandlingsåtgärder på fastigheterna Bengtsfors 4:49, 4:50, EKA 1 och 2 samt Möbelsnickaren 2 och 3;

1. gräva upp högst 70 000 ton förorenade massor inom EKA-området;
2. gräva upp ytterligare högst 20 000 ton förorenade jordmassor utmed EKA-områdets gräns mot kraftverkskanalen i norr och Bengtsbrohöljen i väster samt anlägga erosionsskydd i de utgrävda områdena;
3. riva den förorenade cellhallsbyggnaden;
4. tillfälligt lagra och genom sortering och tvättning behandla de uppgrävda massor m.m. och det rivningsmaterial som avses ovan samt övrigt rivningsmaterial;
5. till Bengtsbrohöljen efter behandling släppa ut vatten från tvättning av massor liksom annat förorenat överskottsvatten som uppkommer till följd av entreprenadarbetena;
6. i sjön Bengtsbrohöljen, utmed den sydöstra stranden av kraftverkskanalen i sjöns norra del samt längs EKA-området i sjöns östra del, utföra en ca 500 meter lång vertikal barriär till skydd mot spridning av föroreningar från EKA-området samt slutligen
7. leda bort grundvatten från och i anslutning till EKA-området till en mängd av högst 60 000 m<sup>3</sup> i medeltal per år och utförande av anläggningar för detta.
8. Tillståndet förenades med 23 slutliga villkor som sammanfattningsvis ställde följande krav på de efterbehandlingsarbeten som skulle utföras:
9. Arbetena skulle utföras huvudsakligen enligt ansökan.
10. Efterbehandlingsåtgärderna skulle dimensioneras utifrån målsättningen att reducera minst 90 procent av kvicksilverföroreningarna inom EKA-området.
11. Äldre byggnader inom EKA-området skulle dokumenteras.
12. Slutlig utformning av barriärer till skydd mot föroreningsspridning (horisontella och vertikala) skulle ske i samråd med länsstyrelsen.
13. Rivning av cellhallsbyggnaden skulle ske i ett för ändamålet uppfört tält med filter-försedda frånluftskanaler varvid utsläppet av gasformigt kvicksilver och damm från frånluftskanalerna som riktvärde och veckomedelvärde inte fick överskrida 0,03 mg respektive 5 mg per normal-

- kubikmeter luft. Vid rivning skulle undertryck säkerställas.
14. Effektiva motåtgärder skulle vidtas vid störande lukt.
  15. Hantering och förvaring av jordmassor, sediment och rivningsavfall skulle ske så att spridning av föroreningar och damm till omgivningen minimerades.
  16. Mängden överskottsvatten skulle minimeras.
  17. Överskottsvatten skulle avledas till en tätad bassäng för sedimentering och därefter till en annan bassäng för provtagning. Om provtagningen visade på ett behov av ytterligare rening skulle sådan ske i samråd med tillsynsmyndigheten.
  18. Utsläpp av överskottsvatten fick inte överskrida följande riktvärden:
    - o Perklöretylen 1 mg/l
    - o Dioxin 0,1 ng I-TEQ/l
    - o Kvicksilver 0,001 mg/l
    - o Kadmium 0,005 mg/l
    - o Bly 0,01 mg/l
    - o Zink 0,3 mg/l
    - o Koppar 0,01 mg/l
    - o Suspension 20 mg/l
    - o pH mellan 6 och 9
  19. Processvatten från tvättning av jord- och rivningsmassor skulle samlas upp i slutet system och behandlas enligt tillsynsmyndighetens anvisningar.
  20. Regler om skyddsåtgärder vid lagring av olika typer av förorenade massor och rivningsmaterial föreskrevs.
  21. Tvättningsanläggningar för jord- och rivningsmassor skulle placeras under nederbördsskydd eller på en tät yta från vilken dagvatten kunde samlas upp för behandling.
  22. Transport av förorenade massor skulle ske i täckta fordon arbetsområdet skulle upp i en "smutsig" och en "ren" del varvid maskiner och fordon inte fick passera mellan delarna utan föregående rengöring av däck.
  23. Hälso- och miljöstörningar från transporter skulle minskas i skäligen utsträckning.
  24. Buller skulle i huvudsak begränsas enligt Naturvårdsverkets allmänna råd (NFS 2004:15) om buller från byggplatser.
  25. Kemiska produkter och avfall skulle hanteras på sådant sätt att risken för förorening av mark och vatten minimeras. Lagring av kemikalier fick endast förekomma på nederbördsskyddad, invallad och tät yta. Invallningen skulle inrymma det största förvaringskärlets volym samt 10 % av den samlade volymen av övriga förvaringskärl. Lagringen skulle vara skyddad mot påkörning. Användning av kemikalier som tillsats vid tvättning av jordmassor fick ske efter tillsynsmyndighetens godkännande.
  26. Ett kontrollprogram skulle upprättas.
  27. Okontrollerat tillträde till saneringsområdet skulle förhindras.
  28. Efter arbetenas slutförande skulle Sjöfartsverket underrättas om eventuella behov av att rätta sjökort och nautiska publikationer.
  29. Arbetena skulle vara utförda inom tio (10) år från det att domen vunnit laga kraft i tillståndsdelen.
  30. Anspråk i anledning av oförutsedd skada orsakad av vattenverksamhet får framställas inom fem (5) år från arbetstidens utgång.
  31. Peglar skulle installeras i kraftverksdammen, i kraftverkskanalens utlopp omedelbart nedströms kraftverket samt i Bengtsbrohöljen för bedömning av fallförlust i kraftverkskanalen i samband med arbeten i denna.

#### 4.10.6 Viktiga erfarenheter från tillståndsprövningen

Utifrån tillståndsprövning av ett flertal statligt finansierade efterbehandlingsprojekt kan numera vissa generella slutsatser dras.

I det s.k. Svartsjöprojektet (muddring av kvicksilverförorenade sediment) påverkades utformningen av tillståndsansökan av huvudmannens beslut att genomföra projektet som en totalentreprenad. För detta ändamål var det nödvändigt att bibehålla ett stort mått av flexibilitet för genomförandefasen. Tekniska beskrivningar av verksamheten och dess skyddsåtgärder fick därför i ansökningsmålet en underordnad betydelse i förhållande till miljöfrågorna. För såväl tillståndsprövning som upphandling utarbetade huvudmannen genomtänkta funktionskrav. Utgångspunkten för arbetet var recipientens höga skyddsvärde och dess känslighet (bl.a. beroende på förekomst av flodpärlmusslor). Miljöbalken förutsätter vid tillståndsprövning att man utgår ifrån den planerade verksamhetens lokalisering och tekniska förutsättningar. Därefter prövas om verksamheten är tillåtlig och vilka försiktighetsmått och skyddsåtgärder som fordras för denna. Tillämpningen av miljölagstiftningen har under årens lopp utvecklats från villkor och föreskrifter om olika tekniska skyddsåtgärder till att handla om en bedömning av vilka funktionskrav (ofta utsläppskrav) som ska uppfyllas av verksamheten. Utgångspunkten är dock alltjämt (oftast) viss teknik och dess funktion. Att kraven sedan uttrycks som en funktion snarare än en viss teknik beror på

att prövningsmyndigheten anser det vara lämpligt att verksamhetsutövaren och tillsynsmyndigheten ges frihet att tillämpa annan teknik om detta senare skulle visa sig vara möjligt. Funktionskrav kan dock också utformas utifrån vilken miljöpåverkan som kan anses godtagbar i den aktuella situationen. Så skedde i Svartsjöprojektet och strategin var där framgångsrik.

En annan strategi tillämpades i EKA-projektet eftersom det där var svårt att definiera annat än tämligen allmänt hållna miljökrav, utifrån vilka det var svårt att dimensionera funktioner för arbetstiden. Målet sattes slutligen så att miljöpåverkan från det förorenade området inte skulle öka under efterbehandlings genomförande samt att miljöpåverkan efter åtgärdernas genomförande skulle minska avsevärt. I syfte att visa att så skulle kunna ske redovisades efter hand ett relativt detaljerat tekniskt underlag i ansökningshandlingarna. Detta medförde att remissmyndigheternas och Miljödomstolens synpunkter på ansökan blev mer detaljerade än i Svartsjöprojektet, vilket också medförde en viss tidsutdräkt och jämförelsevis detaljerade krav i tillståndsvillkoren. Hur detta gick till framgår av beskrivningen av tillståndsprocessen i avsnitt 3 ovan.

Samtidigt belystes de miljötekniska aspekterna på ett mer ingående sätt i EKA-projektet än i Svartsjöprojektet, vilket var betydelsefullt för den slutliga utformningen av efterbehandlingsåtgärderna. Miljödomstolens slutliga omdöme var att det fick anses vara ”uppenbart att ansökt saneringsverksamhet är tillåtlig”. Av domskälen framgår att domstolen ansåg att efterbehandlingen var genomtänkt och ambitiös.

I efterföljande saneringsprojekt har ambitionen att så långt möjligt tillämpa den metod som användes i Svartsjöprojektet och detta har ofta varit framgångsrikt. Det framstår emellertid som osannolikt att det hade varit möjligt att beskriva EKA-projektets genomförande med funktionskrav på det sätt som gjordes i Svartsjöprojektet. Inom EKA-projektet fanns en ambition att uttrycka sig så i de ursprungliga ansökningshandlingarna. Denna ambition resulterade emellertid i att ansökan delvis blev alltför allmänt hållen. Detta, i kombination med en redovisning av vissa tekniska krav, kan ha skapat en viss oklarhet kring hur efterbehandlingen skulle genomföras. Med hänsyn till åtgärdernas karaktär kom de kompletterande uppgifter som småningom redovisades att bli tämligen tekniska till sin natur, vilket skapade underlag för ingående tekniska diskussioner såväl i inlagor som under huvudförhandlingstillfällena. Erfarenhetsmässigt är det i sådana

diskussioner svårt att fullt ut beakta alla osäkerheter på ett tillräckligt sätt, vilket kan få till följd att tillståndet blir onödigt begränsande. Detta kan i sin tur medföra att entreprenaden för genomförande av projektet blir dyrare än vad den skulle ha varit om entreprenören hade getts en större frihet. Det ska emellertid åter understrykas att en sådan frihet endast kan ges om miljö- och hälsoskyddsfunktionen kan garanteras genom generella – men inte allmänt hållna – krav. (Huruvida tillståndet faktiskt har varit begränsande för genomförande av EKA-projektet är inte känt för oss.)

Sammantaget kan konstateras att den valda strategin för miljöprövningen i EKA-projektet kan ha medfört en viss tidsutdräkt och något för detaljerade tekniska krav i tillståndet. Samtidigt var det på grund av aktuella åtgärders karaktär inte möjligt att utföra prövningen på något annat sätt.

Kommunens ansökan omfattade samtliga åtgärder i projektet – även de som formellt sett inte var tillståndspliktiga, t.ex. uppgrävning av förorenade massor och återfyllnad m.m. Den viktigaste erfarenheten av miljöprövningen av EKA-projektet kan således vara att det inte alltid är lämpligt att ansöka om tillstånd till åtgärder som inte är tillståndspliktiga. Anledningen till att åtgärder, som uppgrävning av förorenade massor, inte är tillståndspliktiga är att deras miljöpåverkan anses vara jämförelsevis begränsad. Det kan i sin tur innebära att det är svårt att i kvantitativa termer ange hur mycket åtgärderna kan tillåtas påverka miljön och människors hälsa, vilket i de allra flesta fall riskerar att leda till diskussioner om hur skyddsåtgärder och försiktighetsmått ska vidtas rent tekniskt. I en tillståndsprövning måste sådana diskussioner mynna ut i ställningstagande från prövningsmyndighetens sida. Inom ramen för tillsynen enligt miljöbalken kan osäkerheter hanteras successivt och på ett mer flexibelt och praktiskt sätt än vid en tillståndsprövning.

Om ett efterbehandlingsprojekt innehåller både tillståndspliktiga och icke tillståndspliktiga åtgärder kan således övervägas att begränsa tillståndsansökan till att avse endast tillståndspliktiga delar. Det bör emellertid noteras att en sådan avgränsning kan göra det svårt för prövningsmyndigheten att förstå projektet i dess helhet, vilket kan försvåra prövningen. Det ska också beaktas att möjligheten att vidta åtgärder som inte prövas i tillståndsärendet inte skyddas av tillståndets rättskraft. Beslut om vad tillståndsansökan ska omfattas bör därför fattas utifrån förutsättningarna i det enskilda fallet, varvid möjligheten att beskriva efterbehandlings effekter med funktionskrav särskilt bör beaktas.

## 4.11 Upphandling av entreprenader

Entreprenadupphandlingen inleddes med att utarbeta förfrågningsunderlag för samtliga ingående entreprenader;

- Entreprenad 0: Etablering/avetablering av beställarens byggplatskontor, båtbygga och rivning av rena byggnader m.m.
- Entreprenad A: Rivning av förorenade byggnader.
- Entreprenad B: Utförande av tätspont.
- Entreprenad C: Avskärning dränering mot kraftverkskanalen.
- Entreprenad D: Åtgärdsentreprenader.
- Entreprenad E: Omhändertagande av förorenat byggnadsmaterial och förorenade jordmassor.

Arbetet med entreprenadupphandling löpte parallellt med miljöprövningen.

**0: Anläggande av tillfällig bygga, ombyggnad av båthus m.m.**

Upphandlingen annonserades under våren 2005 och avslutades i maj samma år. Peab i Sverige AB (lokalkontoret i Bengtsfors) vann upphandlingen.

**0: Rivning av rena byggnader**

Visning av området annonserades 2005-01-14 i syfte att undersöka intresset lokalt för demontering och bortforsling av rena byggnader.

**A: Rivning av förorenade byggnader (cellhallen)**

Upphandlingen annonserades 2005-04-05 som en öppen upphandling enligt 3 kap LOU. Anbudstiden gick ut den 15 juni 2005. Vid anbudstidens utgång hade inga anbud inkommit.

Mot bakgrund av detta beslutades att upphandlingen skulle övergå till förhandlad upphandling enligt 3 kap 17 § andra punkten LOU. Den upphandlade parten är då i princip fri att vända sig till vilken entreprenör man vill. Förhandlingar inleddes därför med PEAB Bengtsfors. PEAB vann kontraktet med ett kostnadseffektivt anbud och förtroende för att kunna genomföra entreprenaden.

**B: Skyddsspont**

Miljödomstolens dom angav bland annat att skyddsspont skulle installeras innan efterbehandlingsåtgärderna påbörjades då den utgjorde en skyddsåtgärd. Anläggande av sponten var därför av sådan vikt att den behövde komma på plats snarast möjligt. Upphandlingen annonserades 2005-09-13 och genomfördes som en förenklad upphandling enligt 6 kap LOU. Beställaren beslutade att anta Vägverket Produktions anbud.

**C: Avskärning dränering**

Upphandlingen annonserades 2005-10-07 och genomfördes som en förenklad upphandling enligt 6 kap LOU. Beställaren beslutade att anta Steneby Schakt AB:s anbud.

**D: Åtgärdsentreprenad**

Upphandlingen publicerades i TED/ Europeiska Gemenskapernas Officiella Tidning den 1 februari 2006 som öppen upphandling enligt 3 kap lagen (1992:1528) om offentlig upphandling (LOU). Anbud skulle lämnas till Bengtsfors kommun senast den 1 maj 2006. Intresset från entreprenörer under anbudstiden var relativt stort. Vid anbudstidens utgång hade fyra anbud inkommit till kommunen. De företag som lämnade anbud var Skanska Sverige AB, NCC Construction Sverige AB, DEC NV och Peab Sverige AB. Vid granskning och utvärdering av anbuderna framkom relativt snart att samtliga anbud var ofullständiga och krävde mer eller mindre omfattande kompletteringar och förtydliganden. Ingen anbudsgivare svarade dock mot förfrågningsunderlagets krav på vattenrening. Bengtsfors kommun beslutade att övergå till förhandlad upphandling i syfte att alla anbudsgivare skulle få möjlighet att lämna kompletteringar så att anbuderna svarade upp mot de krav som angavs i förfrågningsunderlaget. En mycket viktig upphandlingsprincip som följdes strikt vid förhandlingarna var att inte frångå förutsättningarna i förfrågningsunderlaget. Förhandlingen avsåg samtliga koder i mängdbeskrivningen med klagörande av arbetsmoment, priser, tider för entreprenadarbetenas genomförande och vattenreningsmetod. Förhandlingen hölls en arbetsdag för respektive anbudsgivare. Förhandlingsprotokoll upprättades för var och en som skrevs under av projektets projektledare och leverantörernas ombud. Kommunen fattade efter förhandlingarna tilldelningsbeslut i slutet av september 2006. Ingen av leverantörerna överklagade upphandlingen hos länsrätten. DEC NV anbud antogs och kontrakt skrevs den 27 september 2006 i Bengtsfors kommun.



Figur 4.5: Kraftverkskanalen vid högvatten, januari 2005

E: Omhändertagande av förorenat byggnadsmaterial och förorenade jordmassor

Upphandlingen annonserades 2004-06-26 och avslutades i april 2005. Flera bolag lämnade anbud. Sakab AB vann upphandlingen med bästa anbud både avseende kostnader och genomförande.

#### 4.12 Sammanfattning av efterbehandlingsåtgärderna

Här följer en kort sammanfattning av efterbehandlingsentreprenaden. Se kapitel 7 för en utförlig beskrivning.

Rivningen av byggnader på EKA området som klassificerats som rena påbörjades i februari 2005. De rena byggnaderna såldes, demonterades och kunde på så sätt återanvändas. De första byggnaderna var rivna i mitten av mars 2005. Därefter var det uppehåll till april året där på, då PEAB AB rev de återstående "rena" byggnaderna och etablerade inför sanering och rivning av de förorenade byggnaderna. PEAB genomförde även ombyggnad av befintlig sjöbod till kontor, nybyggnad av toalett, ett förråd, samt en tillfällig brygga för passagerartrafik. Därefter installerade Vägverket Produktion AB under april till juli 2006 en tillfällig skyddsspont längs med EKA-områdets strandlinje. Syftet med sponten var att hindra förorenade jordmassor från att spridas till Bengtsbrohöljen under de kommande schaktningsarbetena. Delar av skyddssponten har lämnats kvar som en ytterligare permanent skyddsåtgärd.

Under maj 2006 reste PEAB AB det tält som skulle täcka de kontaminerade byggnaderna under rivningsarbetet. I slutet på augusti samma år inleddes rivningen och saneringen av den svårt förorenade

cellhallen. Efter att sanerings- och rivningsarbetet avslutades i november 2006 rengjordes tältet noggrant varefter det slutligen demonterades under april 2007.

Marksaneringsarbetet utfördes av DEC NV och påbörjades i juni 2007. För marken under cellhallsbyggnaden genomfördes schaktning ned till lägsta grundvattenyta. På den starkt förorenade EKA-udden schaktades till ca 2 meter under lägsta grundvattenytan, vilket innebar en utgrävning av totalt ca 6 meter från den ursprungliga marknivån. Inom övriga områden grävdes ut till olika nivåer beroende på föroreningarnas utbredning. Identifierade "hot spots" med extra höga halter föroreningar schaktades bort i sin helhet.

Grundvattenavskärande dränering anlades i två etapper. En dränering anlades ut mot kraftverkskanalen och den andra med utlopp i Bengtsbrohöljen.

I oktober 2007 ca 4 månader efter entreprenadstart upptäcktes stora mängder metalliskt kvicksilver i schaktmassor i marken intill den rivna cellhallsbyggnaden. Man valde att fortgå med försiktig schaktning med granskning av schaktmassorna för fördelning till olika omhändertaganden och Sakab upphandlades för att leda arbete med sanering av metalliskt kvicksilver.

Efter att schaktningsarbetet avslutats i september 2008 återfylldes området upp till den planerade terrasseringsnivån. Därpå anlades en bentonitmatte på ett skyddsskikt av stenmjöl och till sist ett halvt meter mäktigt dräneringslager.

Totalt levererades under projektets gång ca 46 700 ton förorenat material till Sakab inom ramen för efterbehandlingen.

# Erfarenheter från fältundersökningar och utredningar



Figur 5.1: Utrustning för provtagning av vatten.

## 5.1 Hydrologi och sedimentologi

Per Björinger, Studsvik RadWaste AB

### 5.1.1 Utvärdering och slutsatser

Inom få andra projekt har problemställningar och möjligheter genomlysts och samordnats på samma sätt som inom EKA-projektet. Den öppna organisationen har sannolikt starkt bidragit till detta. Förbrukad tid för respektive aktivitet (planering, möten/samordning, utredning, rapportskrivning samt övrigt) visar att nära 20 % av förbrukad tid lagts på möten och samordning. Den valda metodiken har resulterat i att projektgruppen upplever resultaten till stora delar som "gemensamma".

## 5.2 Geoteknik, geologi och geohydrologi

Elke Myrhede & Jan Sundberg Geo Innova AB

### 5.2.1 Erfarenheter

För att nå en effektivitet i arbetet är det viktigt att alla som är med i projektet och påverkas av det till exempel markägare är införstådda med arbetenas omfattning, syfte och påverkan på annan verksamhet i området. Det är även mycket viktigt att markägarna är införstådda med de intrång en undersökning kan ha på befintlig verksamhet. Ett markägaravtal bör vara undertecknat innan undersökningen sätts igång. Att överenskommelser med berörd markägare inte var klart försenade projektet och försvårade genomförandet.

## Viktiga erfarenheter:

- De utredningar som genomförts har tillfört ny kunskap som inte fanns tidigare gällande bland annat föroreningarnas utbredning och mängder, geologi, hydrogeologi och spridning av förorening.
- Värdefulla erfarenheter har erhållits avseende provtagning av kvicksilver i vatten och dioxin i vatten.
- Åtgärderna var inte bestämda innan åtgärdsförberedande undersökningar påbörjades. Åtgärdsundersökningarna fick utföras samtidigt som åtgärdsalternativen utreddes.
- Förutsättningarna ändrades efter att åtgärdsförslagen och riskbedömningen presenterades. Finansiären ställde krav på att 90 procent av kvicksilverföroreningen skulle avlägsnas från området. Hade projektet haft de förutsättningarna från början hade undersökningarna utformats annorlunda och fokus hade t.ex. istället för avgränsning av "hot spots", varit på bestämningar av föroreningsmängder. Det innebär att projektet haft bättre data som underlag för beräkning av hur stora mängder som måste avlägsnas från området.
- Avtal med fastighetsägare var inte klart när arbetena skulle starta vilket fördröjde starten.
- Tillgängligheten till EKA-fastigheten var mycket begränsad under undersökningstiden. Begränsningarna var omfattande i både tid och möjlighet att fritt välja plats för installation av mätutrustning och provtagning.
- Konsekvenserna av att tillgängligheten var starkt begränsad innebar att hela projektet försenades och att tidspressen ökade ytterligare. Vissa kvalitetsförsämringar inträffar då tillgängligheten till området styrde provpunkters placering.
- Förseningarna innebar att fältundersökningarna fick utföras under besvärliga vinterförhållanden som innebar att vi inte kunde erhålla alla data som var tänkta att samlas in.
- Huvuddelen av undersökningarna fick genomföras i kyla vilket innebär kostnadsökningar jämfört med arbeten under mer gynnsamma förhållanden.

Kunskapen om kvicksilver i mark och provtagning av kvicksilver i grundvatten har ökat under projektet. Dock har det också visat på stora kunskapsluckor avseende kvicksilvers kemi i mark och då industrimark med heterogen fyllning. Det pågår en hel del forskning om kvicksilverkemi i sediment

och i skogsmark men kunskaperna om hur kvicksilverkemin påverkas av en industrimark som den på EKA-området är begränsad. De antaganden som gjordes under delar av projektet bygger framförallt på erfarenheter och forskning om kvicksilverkemi i sediment.



Figur 5.2: Markradarundersökning.

## 5.3 Byggnads- och industriteknik

Mats Torring & Anders Bank, Golder Associates AB

### 5.3.1 Erfarenheter

Dialogen med fastighetsägaren och kommunen om hur byggnader skulle kunna användas i framtiden var konstruktiv, även om åsikterna varierade mellan parterna. Eventuell ombyggnad av den kraftigt förorenade cellhallen till annan användning (som exempelvis bowlinghall) framkom som ett önskemål från kommunen men möjligheten förkastades när det stod klart vilka halter av föroreningar som fanns i byggnaden, (samt framförallt vad som bedömdes finnas under byggnaden).

Det var bra att det upprättades en central hälso- och säkerhetsinstruktion för provtagning. Framförallt gav den en bra och snabb översikt över risker när externa företag anlätades för speciella uppdrag. Inför projektering var det bra att provtagning/provsanering genomfördes av entreprenör med samma typ av utrustning som var tilltänkt att användas vid framtida sanerings- eller rivningsarbeten. Detta medför att det finns stöd för att projekterad åtgärd kommer fungera.

En konstruktiv diskussion fördes med brandmyndigheter bl.a. med frågeställningarna: Vad händer om det börjar brinna? Skall det släckas med vatten då? Denna typ av frågor borde ha funnits svar på även med tidigare kända kunskaper om föroreningar. Det är dock en knivig fråga och innebär en balansgång. Släckvatten skulle innebära utlakning av kvicksilver till sjö inklusive bortspolning av det som ligger under golv. Att låta det brinna skulle innebära att kvicksilver skulle spridas med luft över ett stort område. Det var ett bra samspel med representanter för Tjänst A som var sammanhållande för riskbedömningen. Det bör observeras att det f.n. inte finns några svenska eller internationella rikt- eller gränsvärden för föroreningshalter i byggnadsmaterial.

Det var en god idé att tidigt och kontinuerligt distribuera utkast med den historiska information som fanns tillgänglig till övriga i projektgruppen. Historisk information var av betydelse för all provtagning (val av provpunkter också i mark) modellering av vattenströmning m.m., samt uppskattningar om t.ex. hur mycket kvicksilver och PCE det kan finnas i mark och vatten.

Det var också en god idé att samla allt material hos Bengtsfors kommun i anslutning till undersökningsområdet. Detta gjorde att materialet var tillgängligt för övriga medverkande i projektet (exempelvis gamla ritningar och flygbilder). Det faktum att historisk dokumentation samlats på ett ställe gjorde det möjligt att bl.a. snabbt identifiera foton som kunde bekräfta att flytbryggor funnits i området när tunnor påträffades vid dykning.

En konstruktiv dialog fördes med Läns museet och ett nyetablerat EKA museum där representanterna var en viktig kunskapskälla samtidigt som de själva passade på att skaffa information för historisk dokumentation till det kommande museet.

Annons i dagspress samt inte minst ”öppet hus” bidrog till att kontakt skapades med personer som hade bra information (eller som visste vem som

hade information) om historiken kring EKA. Det informella ”Öppet hus” som arrangerades gjorde det möjligt att få kontakt med personer med betydelsefull kunskap som kanske annars inte vågat ta kontakt.

Gamla årsböcker var en mycket bra informationskälla.

Besök på Riksarkivet gav vissa pusselbitar till historiken, bl.a. underlag för att via importdata för Sverige och bokfört kvicksilvervärde vid flytt kunna genomföra kvalificerade gissningar av vilka mängder kvicksilver som hanterats på platsen.

### 5.3.2 Avvikelser och störningar

Det tog mycket lång tid att få rapport från provtagning av byggnadsmaterial, vilket gjorde att preliminär delgivning av slutsatser fick delges över ett halvår innan redovisning av provtagningsresultat förelåg för att inte tidplanen för projektet skulle påverkas. När flera parter ingår i ett projekt är det av största vikt att lämna ifrån sig information i tid. Även ifall man vet vad det i stora drag kommer att stå i en annan konsults rapport, så kan inte rapporter (som beror av andra rapporter) färdigställas eftersom ansvaret för den rapporten hör hos en annan konsult och att innehållet kan komma att ändras.

Att projektgruppen inledningsvis inte hade tillträde till det aktuella undersökningsområdet försvårade arbetsprocessen betydligt. Projektmöten hölls endast ett par hundra meter från undersökningsområdet. Arbete var tvunget att genomföras på helger för att inte störa trävaruhandeln som hade verksamhet i de aktuella byggnaderna under dagtid.

Uppdelningen i ansvar för utredning respektive provtagning gjorde att steget från iakttagelser till rapportering och konklusion var omständlig. Åtgärder för att hantera denna situation var många antaganden, snabba ritningsskisser och betydande fotografering när man väl fick tillträde till lokalen. Det saknades byggnadsritningar och processritningar för de byggnader som uppfördes under EKA-tiden. Det var därför svårt att lokalisera exakt var olika processer förekommit. Flytt av industriverksamhet medför naturligt att saker försvinner. Med anledning av att verksamheten på plats avslutades på 1920 talet var det också (inte helt oväntat) svårt att finna personal som befunnit sig i byggnaderna när de användes under EKA-tiden. Många antagande om hur det kunde se ut fick göras vilka

inte kunde bekräftas förrän efter att provtagning avslutats.

## 5.4 Projektering

Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

### 5.4.1 Erfarenheter

Projektets uppläggning har karaktäriserats av stor öppenhet och diskussion. En icke obetydlig del av arbetet har omfattat granskning, diskussion och förslag till andra experters tjänster i projektet; ett arbete som varit till stor fördel inför fortsatt projektering.

Den i projektet använda databasen med sin stora mängd information (undersökningsresultat, rapporter mm) har varit ett utmärkt hjälpmedel i arbetet. Liknande databaser bör införas i flera efterbehandlingsprojekt; mycket tid sparas och man får vid varje tidpunkt en god bild av projektets status. Miljöprövningshandlingarna (teknisk beskrivning och MKB) beskriver vad som slutligen tillåts utföras på området. Dessa handlingar ska efter avkunnad dom omformas i projekteringen till entreprenadhandlingar. Det är en fördel om miljöprövningshandlingarna kan upprättas av projektören (eller förprojektören), eftersom kopplingen till entreprenadhandlingarna är uppenbar. Vidare utgör åtgärdsförslagen i projektrapport I och II, tekniska beskrivningen och MKB samt entreprenadhandlingarna en "röd tråd" som kan tas tillvara om projektören upprättar eller åtminstone deltar aktivt i nämnda aktiviteter. Även i detta hänseende upplevs uppläggningsen av EKA-projektet som lyckad.

### 5.4.2 Avvikelse och störningar

Avvikelse och störningar har främst bestått i förseningar av undersökningsresultaten som i sin tur till stor del berott på svårigheter att få tillträde till området. Ett datum för inlämning av ansökan till miljödomstolen var fastställt och förseningarna innebar att teknisk beskrivning och MKB fick upprättas under endast några veckor och dessutom innan projektrapport I och II var färdigställda. Situationen upplevdes som ytterst otillfredsställande. En komplikation i arbetet med efterbehandlingsåtgärderna, som projektet inte råar över, är de delvis motsägande direktiven som finns dels i deponeringsförordningen och dels i Naturvårdsverkets policy kring hanteringen av kvicksilverhaltigt avfall. Det har inte gått att få klarhet i hur projektet ska hantera frågan, t.ex. om djupförvaring ska utredas eller inte. Tankarna kring detta finns utvecklade

i underlaget till tidigt samråd, där olika alternativ analyserats, men inga synpunkter har framförts från vare sig tillsynsmyndigheten, länsstyrelsen eller Naturvårdsverket.

# Utredningsresultat omsätts i teknisk handling

Göran Nilsson, Hifab AB



Figur 6.1: EKA-området i juli 2005.

## 6.1 Utgångspunkter

I projekteringsarbetets inledning beslutades att entreprenaderna skulle indelas i 3 huvuddelar:

- Åtgärdsentreprenad rivning ”Cellhallsbyggnaden”
- Åtgärdsentreprenad marksanering
- Omhändertagandeentreprenad

I början var förutsättningarna att begränsa urgrävningar och bygga skyddsbarriären som exempelvis vertikala slitsmurar runt hel EKA-området. Åtgärdsförslagen byggde på den riskvärdering som gjorts. Olika schaktplaner upprättades för att beskriva

olika saneringsscenarier. Konstruktionsförslag för olika åtgärder såsom slitsmurar, övertäckning med tätskikt, vattenavledande åtgärder av området redovisades.

Hösten 2004 bestämde Naturvårdsverket att saneringen av EKA-området inte skulle baseras på riskvärderingen utan på att miljömålet för saneringen skall vara att ta bort minst 90 % av källtermen. Ändringen av miljömålen föranledde en omvärdering av föreliggande åtgärdsförslag samt att kunskapen om totalmängden kvicksilver var bristfällig för att kunna beräknas på ett bra sätt.

För att kunna utföra saneringsschaktningen på ett bra sätt och för att kunna beräkna källtermen Hg

krävs en ökad kännedom om hur kvicksilvret är fördelat över området. För planering av sanerings- och schaktplaner och för att kunna beräkna när åtgärds- målen uppnåtts utfördes därför en förtätad provtagning. Provtagningen utfördes i ett rutnät var 10:e meter med skruvprovtagare. Provtagningen skulle ske ned tom 0,5 m i naturliga jordlager. Provtagningen och analyserna fokuserade på kvicksilver men också en utökad provtagning för dioxin. Analyser för övriga metaller utfördes också.

För att effektivisera och minska kostnaderna för omhändertagande av förorenade massor planerades att sikta ut och tvätta material större 20 mm. Provsiktningar och tvättningsförsök utfördes i full skala. Det grova materialet tvättades rent från finpartiklar, vilket gjorde materialet återanvändningsbart. Det konstaterades att en sådan åtgärd var fullt genomförbar och som då också skulle spara mycket pengar både för lägre omhändertagandekostnader med mindre behov av inköp av återfyllningsmassor. Förorenade jordmassor och rivningsmaterial indelades i omhändertagandeklasser i första hand med avseende på kvicksilver och delvis för dioxin. Avsikten var att omhändertagandekostnaden för de olika klasserna skulle kunna vara variabel. Samma

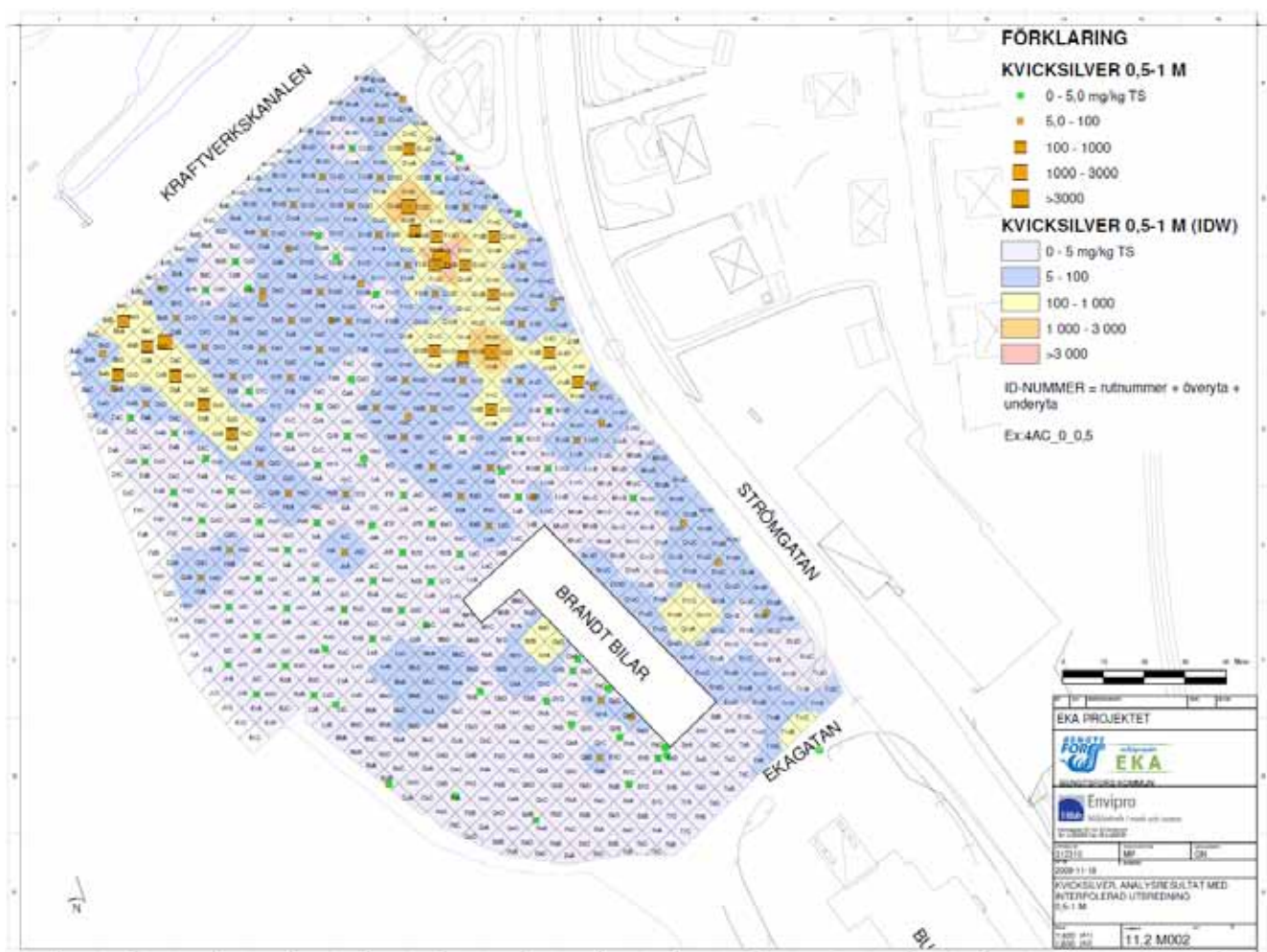
klassindelning låg sedan till grund för utformningen av schakt- och förklassificeringsplaner.

Nedan visas den tabell som användes vid upphandling av omhändertagandeentreprenör. Den entreprenör som upphandlades var Sakab i Kumla.

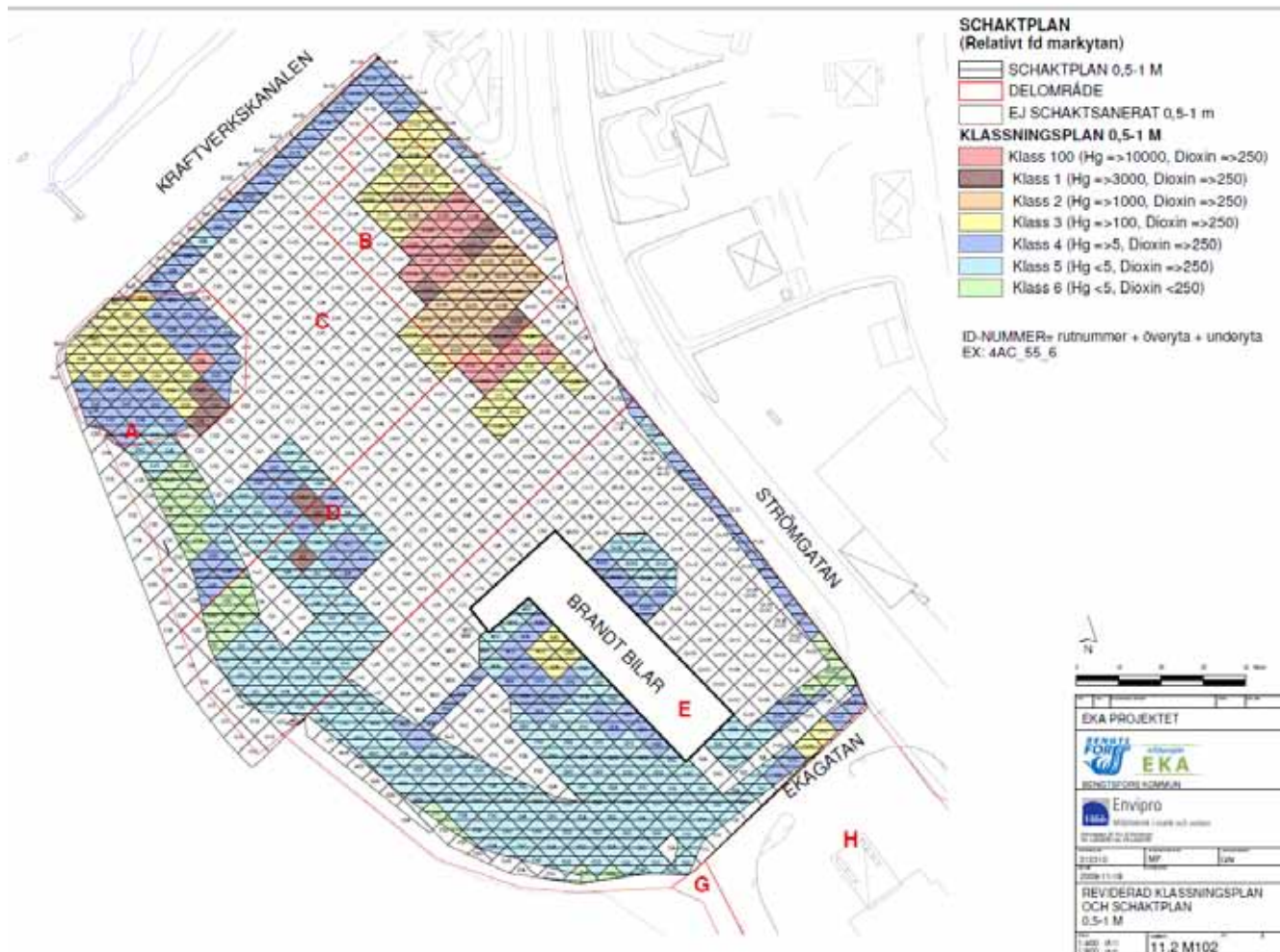
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:red; border:1px solid black;"></span>	Klass 100 (Hg =>10000, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:darkred; border:1px solid black;"></span>	Klass 1 (Hg =>3000, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:orange; border:1px solid black;"></span>	Klass 2 (Hg =>1000, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:yellow; border:1px solid black;"></span>	Klass 3 (Hg =>100, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:blue; border:1px solid black;"></span>	Klass 4 (Hg =>5, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:cyan; border:1px solid black;"></span>	Klass 5 (Hg <5, Dioxin =>250)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:15px; background-color:lightgreen; border:1px solid black;"></span>	Klass 6 (Hg <5, Dioxin <250)

Tabell 6.1: klassindelning för förorenade jordmassor. För Hg gäller mg/kg TS och för dioxin TEQ, ng/kg TS.

Klassindelningen förändrades något efter att metalliskt kvicksilver påträffats i relativt stor omfattning. Det tillkom då en klass 100 som står för en Hg-halt större än 10 000 mg/kg.



Figur 6.2: Exempel på en förklassificeringsplan för nivån 0,5 – 1,0 m med interpolerade kvicksilverhalter



Figur 6.3: Exempel på en schaktplan för nivån 0,5 – 1,0 m

Förklassificeringsplaner upprättades med ett rut-system 5 x 5 m. Förklassificeringen följer inte direkt rutsystemet utan ger mer kurvig bild av föroreningsfördelningen (se figur 6.2). En förklassificeringsplan upprättades för varje 0,5 m nivå ned till naturliga jordlager.

Vid utformningen schaktplaner blir dock varje ruta en specifik schaktenhet där varje ruta har en färg som representerar omhändertagandeklass (se figur 6.3). En schaktplan görs för varje 0,5 m nivå ned anvisad schaktbottennivå. Varje schaktenhet om ca 13 ton lastas i en container. Bilar med växelflak och släp som kan ta tre flak hämtar containern för transport till Sakab i Kumla.

## 6.2 Förberedande åtgärder och temporära skyddsåtgärder

### 6.2.1 Kompletterande undersökningar

Den första förberedande verksamheten var att gräva ett antal provgropar för att analysera föroreningar, jordartsklassificera fyllningsmaterialet,

bereda lysimetrar för perkolationsförsök samt att mäta Hg i luft vid schaktning.

Nästa förberedande åtgärd var att utföra den kompletterande provtagningen. Provtagning med skruvborr utfördes i ett utsatt rutnät om 10 x 10 m. All borrhning utfördes genom fyllningen och 0,5 m ned i naturliga jordlager. Totalt borrhades 164 punkter och samlingsprover uttogs per 0,5 meter, vilket resulterade i ca 860 prover. Utöver analyser av Hg och dioxin analyserade även övriga metaller. Avsikten med undersökningen var att bättre kunna beräkna totalmängden kvicksilver och bättre kunna avgränsa områden med höga eller mycket höga halter kvicksilver. Tre borrhbandvagnar och en provtagningspersonal per borrhbandvagn blev engagerade under ca två veckor för att genomföra undersökningen.

Det sista steget av förberedande undersökningar var att i full skala testa om siktning och tvättning av material större 20 mm var ett realistiskt alternativ. Som entreprenör för försöksarbetet anlätades Västfrakt AB. Vid grävningen av provgroparna togs prov för analyser och Hg-halten i luft mättes. Schaktmas-

sorna siktades utan några problem, det grova materialet tvättades med manuell högtryckstvätt i en något lutande container med ett avstängningsbart utlopp i lågpunkten. Grus och sten analyserades och befanns rena från föroreningar. Tvättvattnet togs också omhand för analys som resulterade i mycket låga halter Hg under tillämpbara riktvärden. Tvättvattnet hade en relativt hög halt suspenderat material, vilket kan förväntas vid tvätt av jordmaterial oavsett sammansättning.

Med utgångspunkt från den kompletterande undersökningen kunde totalmängden (källtermen) kvicksilver beräknas till 6,9 ton.

### 6.2.2 Skyddsspont

En temporär åtgärd var att installera en skyddsspont omgärdande hela EKA-tomten som en spridningsbarriär under schaktning och saneringsarbeten. Spontens läge planerades så att inga sediment skulle påverkas under drivningsarbetet. För att säkra spridningsrisken vid spontdrivningen föreskrevs en geotextilskärm som tillfällig barriär vid drivningsmomenten utmed en sträcka på minst 30 m. Spontens drivningsdjup beräknades för att tillräcklig stabilitet skulle uppnås. Entreprenören förutsattes i förfrågningsunderlaget kunna bedöma behovet av eller utföra förborring för att uppnå stipulerat drivningsdjup.

Spontens planerade (önskade) sträckning lades in på ritning. För udden (område A) skulle en dubbelspont installeras för att ge ett extra skydd vid grävsaneringen. Den inre spontens sträckning drogs ca 20 m in på land.

Förfrågningsunderlaget upprättades med administrativa föreskrifter, mängdbeskrivning och teknisk beskrivning av förutsättningarna, bl.a. dimensionering.

### 6.2.3 Förklassificering och schaktplaner

Schaktplaner med förklassificering upprättades för varje 0,5 m schaktnivå. Schaktplanen var uppdelad i schaktenheter 5 x 5 x 0,5 m. Varje schaktenhet motsvarade ca en fylld container efter bortsiktning av material större än 20 mm. Varje schaktenhet hade ett ID-nummer som angav rutnummer, nivå överyta under markyta och nivå underyta under markyta. Se exempel i Figur 6.4 gällande schaktplan G11A\_0\_05. Varje schaktenhet var koordinatsatt i X, Y och Z, vilket möjliggjorde styrning och kontroll av schaktningen med GPS.



Figur 6.4: Exempel på schaktplan med förklassificering

### 6.2.4 Skyddsåtgärder och återställning

Källtermen kvicksilver skulle reduceras med 90 % vilket innebär att relativt stora schaktmängder skulle behöva avlägsnas. Totalt beräknades att 60 000 ton (ca 33 000 m<sup>3</sup>) fyllningsmassor skulle schaktas, varav ca 35 000 ton skulle transporteras för slutligt omhändertagande på Sakab. Resterande del skulle tvättas och återföras. Totalt planerades att ca 2 960 schaktenheter (rutor 5 x 5 x 0,5 m) skulle schaktas.

Permanent skyddsåtgärder planerades i form av en filterfyllning utmed hela strandzonen mot Bengtsbrohöljen, grundvattenavskärande dränering, täckning med tätskikt av EKA-tomten samt geotextil som gräns mot förorenad fyllning inom området för Brandts.

### 6.2.5 Saneringsåtgärder

#### Containeruppställningsplats

Innan iordningställning av de planerade rena ytorna skulle den förorenade fyllningen schaktas bort och läggas i upplag för att senare behandlas genom siktning och tvättning. Området för containeruppställningsplatsen skulle återfyllas till ursprunglig nivå och beläggas med asfalt. Vid asfalten ytterkanter skulle sedan betongsuggor placeras för att ingen av misstag skulle köra på fel sida.

Saneringsschakten skulle utföras efter upprättade schaktplan i schaktenheter (rutor) 5 x 5 x 0,5 m som var förklassificerade enligt klassindelningen ovan. De slutliga schaktnivåerna bestämdes utifrån att mesta möjliga mängd kvicksilver skulle schaktas bort. Schakten planerades att i första hand utföras inom områden med "hot spots", vilka var "stenkistan", område A (udden) samt grunden för den rivna cellhallen. Metalliskt Hg hade ännu inte identifierats i mer än ett prov, taget inom område A. Någon bedömning om omfattningen kunde därför inte göras, vilket också är orsaken till att hantering av metalliskt kvicksilver inte kom med i förfrågningsunderlaget. Schakten optimerades med utgångspunkt från kravet på att avlägsna minst 90 % av källtermen. För att installera filterkonstruktionen skulle stora schaktmängder erfordras trots att halterna kvicksilver var relativt låga in dessa delar vilket också då skulle få mindre betydelse för borttagande av källtermen Hg.

### Siktning och tvättning

Siktning och tvättning av material >20 mm föreskrevs i handlingarna då stora fördelar förelåg med att kunna återanvända schaktat material och minimera mängden förorenade massor för omhändertagande. Fyllningen som skulle siktas beskrevs som en blandkorning jordart typ sandig morän. Utifrån den uppgiften förutsattes anbudsgivare förstå vilka konsekvenserna skulle bli vid t.ex. omhändertagandet av slamhaltigt vatten.

Slamsugning av förorenat återsedimenterat material vid schaktning under grundvattennivån, "stenkistan" och "Udden område A".

Eftersom djupa schaktningar skulle komma att utföras under grundvattennivån planerades att rensning av återsedimenterat förorenat material skulle slamsugas för att säkerställa att huvuddelen av kvicksilvret verkligen avlägsnades. Att denna åtgärd var möjlig kontrollerades genom kontakt med bolag som utför den typen av uppdrag. Man kunde dock räkna med att en större mängd slamhaltigt vatten skulle behöva renas. Att utföra dessa schaktningar med pumpning och länshållning bedömdes kräva avancerade tätningsåtgärder med mycket stora kostnader som följd. Sådana åtgärder bedömdes inte som rimliga och även tveksamt möjliga inom ramen för projektbudgeten.

Möjligheten för vattenrening var ett krav enligt miljödomen. Utredningar gjordes om vilka typer av vatten som skulle kunna förekomma. Resultaten sammanställdes och bifogades förfrågningsunderlaget. Vattenmängden som skulle kunna komma ifråga beräknades till ca 22 000 m<sup>3</sup>. Halterna Hg i det vatten som analyserades var relativt låga. Förekomsten av PCE i vattnet, speciellt vid schakterna under grundvattennivån vid område A, ansågs vara problematisk då man inte hade någon kännedom om vilka mängder man kunde vänta sig. Om stora mängder PCE skulle frigöras hade det kunna innebära spridning i luften (stark lukt) till samhället eller antändning nära schaktområdet om t.ex. schaktgropar täcktes. Något som bedömdes vara ett annat problem vid vattenreningen bedömdes var en hög halt suspenderat material eller slamhalt då vattnet i stor omfattning skulle komma från schaktning under grundvattnet.

För att ge möjlighet till uppsamling av vatten och en buffert för utsläpp planerades två stycken magasin. Ett utjämningsmagasin för lagring av ca 2 000 m<sup>3</sup> vatten samt ett kontrollmagasin för ca 1 000 m<sup>3</sup> vatten. Magasinen skulle byggas på plan mark, vilket krävde byggnation av kantvallar och tätning med ett syntetiskt geomembran av LLDPE 1,5 mm.

### 6.2.6 Permanenta skyddsåtgärder och återställning

#### Grundvattenavskärande dränering

För att minska genomströmningen av grundvatten genom EKA-området planerades en grundvattenavskärande dränering längs Strömgatan och hela norra sidan om området. Dräneringen skulle anläggas horisontellt i nivå med medelgrundvattennivån och med utsläpp i kraftverkskanalen samt i Bengtsbrohöljen nedanför Brandts tomt. Dräneringen beräknades kunna leda bort ca 20 000 m<sup>3</sup> grundvatten per år. Dräneringen skulle förses med ett slitsat dräneringsrör med diametern 160 mm kringfyllt med makadam. Innan utloppet mot Bengtsbrohöljen planerades en oljeavskiljare, dels för samla in oljeförorenat vatten från Strömgatan, dels så att allt avrinningsvatten från Brandts yttre ytor (tak och asfaltsytor) skulle kopplas på innan avskiljaren. Oljeavskiljaren skulle vara försedd med nivåalarm för slam och vätska. Utloppsledningarna försågs även med backventiler så stigande vattennivåer i Bengtsbrohöljen inte ska ledas upp bakvägen i ledningen.

## Filter

Ett filter planerades för EKA-området utmed hela strandzonen mot Bengtsbrohöljen. Filtrets funktion skulle vara att fastlägga partikelbundna föroreningar. Utanför Brandts planerades filtret även förses med aktivt kol för att adsorbera bl.a. dioxin, som bedömdes finnas i större utsträckning inom denna del av EKA-området. Filtret skulle anläggas genom fyllningsmaterialen ned till naturliga jordlager. Schakten för filterkonstruktionen skulle bli stora, beräknade till ca 16 000 m<sup>3</sup>, vilket är nära ¼ av den totala schaktmängden för hela saneringsarbetet.

Konstruktionen är ett enkelt utförande i en anläggningsentreprenad förutom att filtersanden skulle bestå av en natursand med kornstorleksfördelningen 0,06 – 2 mm (Baskarpssand). Installationen av filtersanden skulle också utföras vertikalt med en jämn tjocklek på ca 1 m. kringfyllningen för filtersanden skulle vara samkross 0 - 64 mm. Filtersand med kolpulver skulle placeras i en geotub innan installation under vattennivån.

## Jordtäckning och geotextil

Inom området för Brandts bilar var kvicksilverhalterna betydligt lägre än inom EKA-tomten varför kravet begränsades till att schakta bort de översta 0,5 m och några "hot spots". Dessutom skulle en ny avloppsledning anläggas ut från huset. Gränsen mellan eventuell förorenad schaktbotten och ny fyllning skulle markeras med en geotextil i bruksklass N4. Geotextilen skulle fungera som markering att schaktning därunder inte fick utföras utan kontroll av föroreningshalter, samt beslut om hur förorenade massor ska omhändertas. Ovan geotextilen placerades ett bärlager av samkross 0-32 mm och samkross 0-16 mm varpå beläggning med asfalt kunde utföras.

## Jordtäckning med tätskikt

Redan tidigt bestämdes att området för EKA-tomten skulle täckas med ett tätskikt och täckning motsvarande deponiförordningens krav på täckning av icke farligt avfall. Konstruktionen som behövde projekteras var då ett tätskikt bestående av ett lergeomembran (bentonitmatta) med ett ovanliggande dräneringsskikt och skyddstäckning med en minsta mäktighet av 1,5 m.

## Höjning av överytan inom EKA-tomten

Områdets nivå beräknades bli ca 2 m ovan ursprunglig, vilket betyder att överytan skulle komma

att vara näst intill densamma som Strömngatan i slutligt skede.

## 6.3 Åtgärdsentreprenad, rivning av "cellhallsbyggnaden"

Det blev tidigt tydligt i projektet att det skulle bli problematiskt att riva den s.k. cellhallen, som konstaterats innehålla mycket höga halter metalliskt kvicksilver i väggar och golv. Beslutet togs relativt snart att byggnaden skulle förses med ett omgärdande tält för att säkra att ingen spridning av kvicksilver i luft skulle förekomma. Tältet skulle bli en stor kostnad men var enda möjligheten att säkra förhindrandet av förorenings-spridningen under rivningsarbetet.

Handlingar upprättades på ett specifikt sätt så att anbudsgivare kunde bedöma omfattningen av mängden av de olika rivningsmaterialen samt de svårigheter som förelåg för själva rivningsarbetet. Ett tält skulle monteras kring hela byggnaden för att säkerställa en minimal spridning av damm och Hg till omgivningen. Den viktigaste delen för rivningen bedömdes vara arbetsmiljön i en försluten volym med höga halter Hg i luften. Tältet skulle förses med undertrycksutrustning för att förhindra utsläpp samt att filter kunde installeras för att adsorbera kvicksilver i luften.

Förfrågningsunderlaget upprättades med administrativa föreskrifter, mängdbeskrivning och teknisk beskrivning av rivningsmaterialen.

## 6.4 Åtgärdsentreprenad mark

Förutsättningen för sanering var, som tidigare nämnts, att schakta bort minst 90 % av totalmängden kvicksilver. Miljömålet innebar stora schaktmängder och att de täta vertikala barriärerna inte längre var aktuella.

De planerade åtgärderna skulle därför även omfatta att minska inströmningen av grundvatten till området, minska mängden perkolationsvatten från nederbörd samt begränsa utflödet av föroreningen genom bygga en filterbarriär i utströmningsområdet mot Bengtsbrohöljen.

Det var också viktigt att tänka på logistiken under utförandet. En del som planerades i projekteringen var en containeruppställningsplats där området först sanerades och sedan belades med asfalt. Den specifika ytan betraktades sedan som rent område. Inga maskiner eller personal från förorenade områden där sanering pågick fick föras över till den rena ytan utan att först rengöras.



Figur 6.5: Provbörning med skruvborr

## 6.5 Omhändertagandeentreprenader

För att beskriva omhändertagandet av förorenade schaktmassor och rivningsmaterial upprättades en teknisk beskrivning med redogörelse för de olika massorna sammansättning och föroreningsgrad.

De förorenade materialen delades in i klasser så att anbudsgivaren kunde differentiera sina å-priser beroende på föroreningsinnehåll beskaffenhet. En liknande beskrivning gjordes för byggnadsmaterial men utan en speciell klassindelning.

I förfrågningsunderlaget fanns också med en beskrivning och klassindelning för sediment. Någon sedimentborttagning blev dock aldrig aktuell varför indelningen inte heller visas här.

Förfrågningsunderlaget omfattade administrativa föreskrifter, mängdbeskrivning och en teknisk beskrivning.

I anbuden erhöles en differentierad kostnad beroende på föroreningsgrad och vilken typ av material som skulle tas om hand. Förhållandet gav projektet incitament för att mycket noggrant bestämma material med mängder och föroreningshalt för att optimera kostnaderna så långt som möjligt.

# Sanering av ett kraftigt förorenat område

Göran Nilsson, Hifab AB & Joakim Schultzén, Empirikon Konsult AB



Figur 7.1: Bilder från rivning av byggnader inom EKA-området

Under detta kapitel beskrivs i korthet vad som hände och vilka ändringar som genomfördes under entreprenadutförandet för de olika åtgärderna.

Utgångspunkten för allt entreprenadarbete var att utföra saneringen på ett miljömässigt sätt, ta bort erforderliga föroreningar för att klara miljömålen, utföra entreprenaden enligt föreskrivning i arbetshandlingar så att uppsatta miljömål kan uppnås, samt verka på ett yrkesmässigt sätt.

## 7. 1 Utförande av entreprenader

### 7.1.1 Etablerings-/ avetableringsentreprenad

Entreprenaden omfattade ombyggnad av befintlig sjöbod till kontor, nybyggnad av toalett, ett förråd, samt en tillfällig brygga för passagerartrafik. I uppdraget ingick också avetablering och återställande av sjöbod efter genomförd sanering på EKA-tomten. Arbetet utfördes av PEAB AB, i samarbete med

NVS Installation AB, under perioden juli 2005 till september 2006, med avetablering under november/december 2008. Bland de ÅTA-arbeten som utfördes kan nämnas anläggandet av en vändplan för bussar, en tillfällig bod till Storholmens Rederi och ett förråd till Rederi Dalslandia.

### 7.1.2 Rivningsentreprenad

Rivningen av byggnaderna på EKA-området påbörjades i februari 2005. I en första fas revs de byggnader som klassificerats som rena, d.v.s. kontrollerat fria från kvicksilver.

Rivningen av byggnad D, samt byggnaderna E(a-h) var klar i mitten på mars 2005. Därefter var det uppehåll i rivningarna till april året därpå, då PEAB AB rev de återstående "rena" byggnaderna C, E(i) och F, samt etablerade inför sanering och rivning av de förorenade byggnaderna.

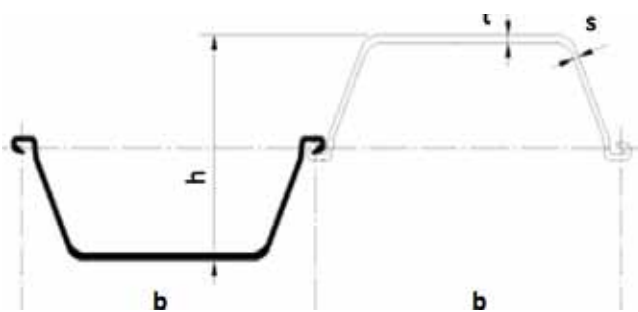
Byggnad A – lager. Byggnaden var sammansatt av olika delar uppförda under fabriken tidigaste år (ca 1896). Lagret hade inhyst flera verksamheter, förutom just lager bl.a. saltberedning och bageri. Mellan 1950 och 1975 huserade en kemtvätt i byggnaden. Utöver inslag av asbest och oljeföroreningar betraktades allt konstruktionsmaterial i byggnad A som förorenat. Vissa senare tillkomna innerväggar kunde dock behandlas som rent trä.

Byggnad B – Cellhallen/Indunstningen. Cellhallen användes ursprungligen som lokal för de celler som användes i elektrolytprocessen vid framställning av kloralkalier, i vilken kvicksilver användes som katodmaterial. I delen som kallades "Indunstningen" skedde inkokning till fasta alkalier. Byggnaden anses vara uppförd under åren 1895-1905. Allt byggnadsmaterial i den ursprungliga fabrikskonstruktionen var att beteckna som förorenat. Senare tillbyggnader i form av paneler, innertak och skiljeväggar, hanterades som rent trä, men med restriktionen att det skulle brännas på anläggning som kunde hantera en viss del metallföroreningar i träet. Här fanns också kvarlämnade kemikalier och maskiner, samt ett par varmluftaggregat som behövde saneras för asbest. Dessutom beräknade man att ca 50 kg fågelträck behövde avlägsnas från taket.

### 7.1.3 Utförande av skyddsspont

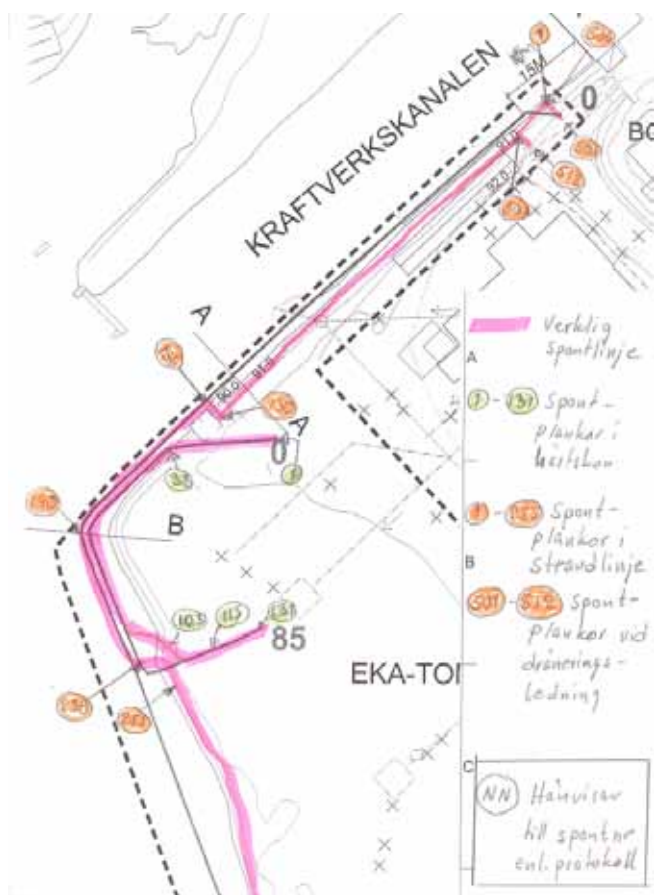
Under april till juli 2006 installerade Vägverket Produktion AB en tillfällig skyddsspont längs med EKA-områdets strandlinje. Syftet var att hindra förorenade jordmassor från att spridas till Bengtsbrohöljen under de kommande schaktningsarbetena. En skyddsskärm av geotextil lades först ut i vattnet utanför den planerade sträckningen i syfte att skydda mot grumlade bottensediment och jordmaterial under anläggningen.

Spontningsarbetet utsattes direkt för svårigheter beroende på mycket kompakta jordmassor (fast Morän och block) som också varierade i spontens sträckning. Förhållandena föranledde också vissa ändringar i spontens sträckning. Att som alternativ förprojektera spontens drivningsdjup och läge i en planerad sträckning hade dock troligen ökat kostnaderna jämfört med än att göra detta i utförandeskedet.



Figur 7.2: Till vänster är den färdiga skyddssponten med slang till pump. Nere till höger anläggs dränering längs Strömgatan och skissen ovanför visar spontens profil

Spontningen påbörjades i kraftverkskanalen. Det avsedda läget för sponten var precis i vattnet nära strandlinjen. Här konstaterades att sponten inte kunde föras ner mellan stenarna och blocken. Man testade att driva sponten inne på land i slänten vilket lyckades. Sponten fick en rak linje ända fram till gamla brofästet. Sponten skulle sedan dras förbi brofästet och runda udden ut i vattnet ca 2 - 5 m ut. Innanför den första sponten som rundar udden skulle ytterligare en spont drivas runt de extremt förorenade delarna i udden och in på land för att fungera som ett grävskydd vid saneringen. Spontningen runt udden fungerade relativt väl även om ett par spontplank inte kunde drivas till avsett djup. Efter påpekande om inte uppnådda drivningsdjup gjordes nya försök och de flesta spontplank kunde drivas ytterligare lite, så att stabiliteten ansågs vara tillfredsställande. Spontningen efter udden utmed strandlinjen fungerade betydligt sämre. Det var svårt att driva sponten i avsett läge på grund av mycket grovt material som sten och block. Det beslutades att flytta in spontsträckningen på land och förschakta innan spontslagning. Metoden fungerade och sponten kunde drivas till acceptabla nivåer. Man kan konstatera att det inte blev många spontplank som installerades i avsett läge. Sponten runt brofäste och delarna in på land var man också tvungen att förankra med dragstag.



Figur 7.3: Handritad skiss över nytt läge för spontlinjen och numrering av spontplank

Skyddssponten har delvis lämnats kvar och kan sägas ingå som del av framtida skyddsåtgärder. Den kvarlämnade sponten är utmed kraftverkskanalen fram till gamla brofundamentet samt den "inre" sponten runt område A (udden).

Den kvarlämnade sponten beräknas kunna fungera som skyddsåtgärd i mer än 100 år. Sponten kommer i första hand börja rosta av i normalvattnenlinjen.

Byggnad C – matsalsbyggnad vars äldsta delar förmodligen uppfördes någon gång 1895-1905 och därefter tillbyggd under 50- och 60-talet. Byggnaden hade klassificerats som ren från Hg, men där förväntades andra hälso- och miljöfarliga ämnen finnas, såsom asbesthaltigt byggnadsmaterial och kvarlämnade kemikalier från senare tiders verksamhet. Där fanns också en hel del oljeförorenat material att omhänderta.

Byggnad D – ursprungligen använt som pannrum, sedermera kontor. I denna byggnad fanns risk för asbesthaltigt byggnadsmaterial, samt vissa oljeföroreningar.

Byggnader E(a-i) – diverse förrådsbyggnader. Här fanns en del eternitmaterial att ta hand om, samt vissa oljeföroreningar. Även en del kemikalier, såsom lösningsmedel och tjära, bensin och bilbatterier, fanns kvarlämnade i de olika förrådsbyggnaderna.

Byggnad F – transformatorbyggnad från 60-talet. Själva transformatorn innehöll olja som behövde omhändertas och behandlas som farligt avfall.

Dessutom fanns i de flesta hus lysrörsarmaturer, vilka omfattas av såväl PCB- som kvicksilversanering.

#### 7.1.4 Rivning av "Cellhallsbyggnaden"

Innan tältet uppfördes revs det s.k. "Tornet", silon och övervåningen på byggnad A. "Tornet" hade tidigare använts som vattentorn, varav namnet, men därefter hade de översta våningarna kapats och sista tiden användes byggnaden endast som trapphus. Under tiden som tältet uppfördes revs också transformatorn.

Under maj 2006 började PEAB AB att resa det tält som skulle täcka de kontaminerade byggnaderna under rivningsarbetet. Tältet bestod av stålstomme med vävförstärkt PVC som tältduk. Det skulle vara dimensionerat för snö och vindlast och med hjälp av sugfläktar skapades ett undertryck inne i tältet som skulle förhindra att kontaminerat damm kom ut. Ventilationssystemet var försett med filter



Figur 7.4: Rivning av Cellhallen och Indunstningen i tält 2006

för att hindra damm och kvicksilverångor från att passera. En sluss upprättades mellan ”smutsig” och ”ren” zon där personalen kunde tvätta av sig efter saneringsarbetet. Avvattnings- och avloppssystem av tältets tak skedde genom ett separat system med hängerännor och stuprör och avledes till Bengtsbrohöljen.

I slutet på augusti samma år inleddes rivningen och saneringen av de svårt förorenade delarna av byggnad A och B (se faktabeskrivning), som båda varit del av den ursprungliga EKA-fabriken.

En incident som kan nämnas var när en av väggarna på cellhallsbyggnaden rasade och skadade en fläkt samt delar av tältduken. Detta innebar en viss försening eftersom arbetet måste stå still tills fläktsystemet fungerade igen. Något överskridande av gränsvärden utanför tältet till följd av detta kunde dock ej konstateras.

Efter att sanerings- och rivningsarbetet avslutades i november 2006 rengjordes tältet medels spolning av insidan. Det förorenade spolvattnet avledes ned i de massor som skulle saneras härnäst. Inom ramen för Entreprenad A ingick inte rivning av golv och grundläggning, eftersom dessa skulle hanteras i samband med omgivande jordmassor i entreprenad D. Därför lämnades majoriteten av husgrunder och betongplattor kvar. Tältet demonterades under april 2007 samtidigt som bottenplattan täcktes över i väntan på att schaktarbetena skulle komma igång.

### 7.1.5 Marksanering



Figur 7.5: Schaktningsarbeten på EKA-tomten 2007/2008

Den första delen av saneringsschaktningen syftade till att förbereda en ren yta för uppställning av containrar. Massorna från detta område lades på upplag för att senare sikta och tvättas eftersom den maskinella utrustningen ännu inte var etablerad. Ytan asfalterades och betongsuggor placerades i gränsen mellan förorenat område och rent område så att ingen av misstag skulle passera ut från förorenat område utan saneringstvätt. En sluss för tvättning av personalstövlar och byte av kläder etablerades.

Saneringsarbetet av marken och de bottenplattor som lämnats in situ utfördes av DEC NV och påbörjades i juni 2007, efter att etablering av dammar, arbetsbodar och containeruppställning genomförts. Under cellhallsbyggnaden planerades schaktning ned till lägsta grundvattennivå. På den starkt förorenade EKA-udden schaktades till ca 2 meter under lägsta grundvattenytan, vilket innebar en schaktning av totalt ca 6 meter från den ursprungliga marknivån.

Inom övriga områden genomfördes schaktning till olika nivåer beroende på föroreningarnas utbredning. Identifierade "hot spots" med extra höga halter föroreningar schaktades bort i sin helhet. För att minimera damning under saneringsarbetet användes vattendusch och övertäckning av de kontaminerade massorna.



Figur 7.6: Containeruppställningsplats

### 7.1.6 Grundvattenavskärande dränering med oljeavskiljare



Figur 7.7: Installerad oljeavskiljare typ MIRI OAM BP21/15s försedd med larm, "bypass-funktion" och backventil



Figur 7.8: Grundvattenavskärande dräneringssträckning med spolbrunnar, oljeavskiljare och avstängningsventiler

Anläggande av dräneringen utfördes i två etapper. Den första etappen ut mot kraftverkskanalen utfördes av Steneby schakt som är en lokal entreprenör. Utloppet förseddes med backventil för att förhindra att stigande vattennivåer i kanalen tränger in bakvägen i dränledningen. Ledningen försågs också med två avstängningsventiler.

Den andra etappen utfördes av DEC som var utförandeentreprenör för marksaneringsarbetet. Den delen av dräneringen installerades utmed Strömgatan vinklad utmed EKA-gatan och utlopp ut i Bengtsbrohöljen nedanför Brandts bilar.

Ca 20 meter innan utloppet installerades oljeavskiljaren vars funktion var att ta hand om slam och oljeprodukter från eventuellt spill på Strömgatan eller vatten från Ytorna inne på Brandts där ytvattenavledande ledningssystem var anslutet på samma ledning vid oljeavskiljaren. Ledningen nedanför oljeavskiljaren var en tät ledning.

### 7.1.7 Siktning och tvättning av schaktmassor för återföring av rena grövre massor genom kontrollerad schaktning.



Figur 7.9: Borttagning av återsedimenterade förorenade sediment

Enligt föreskriften i arbetshandlingarna skulle nästan alla schaktmassor, utom eventuell lera och massorna inom område A, siktas så att material större än 20 mm separerades från det finkornigare. Det grova materialet skulle sedan tvättas för att kunna användas i återfyllningen. DEC etablerade ett kombinerat verk för både siktning och tvättning samt omhändertagande av slamhaltigt tvättvatten. Efter en del justeringar började siktningen fungera bra. DEC menade dock att materialet hade för hög finjordshalt, något som ledde till högre slamhalt i vattnet och snabbt igensatta filter, vilket i sin tur medförde att vattenreningen inte kunde utföras (Beställaren instämde inte med DEC:s bedömning med avseende på jordmaterialets beskaffenhet, utan ansåg att det är väl beskrivet i handlingarna). Siktningen med det kombinerade verket avbröts därmed. DEC etablerade istället en separat sikt för att genomföra siktningen. Det grova materialet blev dock inte tvättat och kunde därför inte direkt användas för återfyllning. En del av de massor som låg i upplag på EKA blev sända direkt till Sakab utan siktning och tvättning på grund av platsbrist för nya upplag, vilket annars skulle ha bromsat schaktsaneringen.

### 7.1.8 Stenkistan

Under schakterna för ”stenkistan” upptäcktes stora mängder bark. Barken blev ett annat omhändertagande eftersom det var organiskt material med kvicksilver. I ”stenkistan” förekom även grovt material som sprängsten och dylikt. Stenkistan var under drifttiden för fabriken utsläppspunkten för mesta delen av avloppet från cellhallen. Det fanns

även andra utsläppspunkter som inte har kunnat lokaliseras.

Entreprenören kunde inte klara vattenreningen vid slamsugning, vilket skulle betyda stora omhändertagandekostnader för vatten. Det beslutades därför att slamsaneringen skulle utföras genom kontrollerad schaktning. Efter grovschaktningen tilläts suspensionen i vattnet att sedimentera varpå vattendjupet i gropen och sedimentens mäktighet mättes i förberedelse för den slutliga schaktningen av sedimenten. Utifrån mätresultaten kunde sedan mängden sediment beräknas och därmed också totalmängden kvicksilver i sedimenten för bedömning om hur stor mängd sediment som kunde kvarlämnas. Schaktningen utfördes ned till naturliga jordlager.

Entreprenören ålades att mäta och dokumentera följande:

- Vattenytans nivå vid mätillfället
- Bottennivåer i ett rutnät 1 x 1 m
- Sedimentmäktighet i ett rutnät 1 x 1 m
- Karta med nivåer
- Karta med sedimentmäktighet



Figur 7.10: Återfyllning av ”stenkistan” med rent utsorterat grovt material

Halterna Hg i vattnet (ofiltrerat) analyserades efter en vecka för återsedimentering. I slutskedet för sedimentschaktningen togs prov ut för analysering av kvarvarande Hg-halter. Halterna befanns tillräckligt låga för att återfyllning skulle kunna utföras.

Återfyllning utfördes bland annat med rent grovt utsorterat material som kompletterades med samkross 0-63 mm upp till ursprunglig nivå.

Med den ändrade tekniken behövde inte något vatten renas.

### 7.1.9 Sanering och återfyllning "Udden, område A"



Figur 7.11: Urgrävning av förorenade sediment i stenkistan



Figur 7.12: Utläggning av geotextil vid udden

Vid förberedelserna för att sanera den s.k. udden kunde det konstateras att schakta till planerat djup intill sponten kunde vara riskabelt avseende spontens stabilitet. Kontrollberäkningar gjordes av extern konsult och man kunde konstatera att sponten var stabil men med låg säkerhetsfaktor. Slamsugning blev inte heller här aktuell då bland annat vattenreningsanläggningen inte var i funktion. Nya förslag framarbetades; bl.a. så diskuterades frysmuddring.

Eftersom schaktningen inte kunde utföras på fullständigt sätt nära sponten i bottendelarna måste en del föroreningar lämnas innanför spontens nedre delar. Efter att grovschaktning genomförts i hela området skulle bottennivån och sedimentmängden mätas in. En ramp av sprängsten fick byggas för att schaktmaskinerna skulle nå ända ut till sponten och schakta på tillräckligt djup.

Under schaktningsarbetena pumpades vatten ur området mellan skyddssponten och stranden, så att vattennivån innanför sponten hölls 5 cm under Bengtsbrohöljens nivå. Syftet med detta var att minimera läckage av förorenat vatten ut i Bengtsbrohöljen genom att öka trycket från den sidan. Det uppumpade vattnet fördes vidare till reningsanläggningen innan det släpptes ut i sjön.

För att ta upp så mycket förorenade sediment som möjligt utfördes arbetet på samma sätt som för stenkistan. Suspenderat material sedimenterar och ny mätning görs för beräkningar av de mängder förorenat material som tas upp och de som måste lämnas kvar. För att inte kontaminera filtermaterialet vid återfyllningen beslutades att en filtergeotextil som var sammansatt till en enhet (hopsydd) skulle sänkas ovanpå de kvarlämnade sedimenten. Dukens storlek behövde vara ca 2 500 m<sup>2</sup> för att täcka botten och avsluta i gropens överkant i vattenlinjen. Arbetet för att utföra dessa skyddsåtgärder visade sig vara relativt svårt varvid nya verktyg (ett ramverk av stål för lyft av den sammansydda geotextilen, ramverket var ca 20 x 20 m) och mycket planering krävdes innan själva utförandet kunde påbörjas. Bottennivåerna fylldes först med stensmjöl och sedan med 0-63 mm precis som för övriga filterdelar. Filtermassan för udden hänger samman med filterkonstruktionens övriga delar. Medräknat konstruktionen för udden bildas en sammanhängande barriär filtermaterial från kraftverket förbi udden samt ut på södra området förbi nya bryggan.



Figur 7.13: Uppställda fyllda plasttunnor med jord och metalliskt kvicksilver med högst halter föroreningar



Figur 7.14: Filterschakt som ordningställs för återfyllnad

### 7.1.10 Filterkonstruktion

Schaktarbetena för filterkonstruktionen skulle utföras till relativt stora djup, ca 6 m under markytan och ca 4 m under grundvattennivån. Inom delen för Brandts var stora block aviserade. När arbetet påbörjades visade det sig dock vara mer block än förväntat. Schaktningen kunde ändå genomföras utan större problematik. Då ett mycket speciellt sandmaterial var förskrivet uppkom diskussion om filterkonstruktionen.

Nya beräkningar för fastläggning gjordes. Konstruktionen ändrades genom att ta bort det aktiva kolet och byta filtersanden mot en samkross 0-63 mm för hela filterkonstruktionen.

Filtret var planerat att anläggas på naturliga jordlager, vilket också genomfördes. Den första metern i botten fylldes med stensmjöl 0-4 mm. Eftersom fyllningsmaterialet var så grovt befarade man att filtersanden skulle rinna ut i hålrum vid installationsarbetet. En vävd geotextil lades därför i schakterna innan återfyllning som separation och förstärkning, se figur 7.12.

Den reviderade filterkonstruktionen innebar en stor förenkling som underlättade arbetet för entreprenören. Arbetet utfördes därefter på löpande räkning enligt självkostnadsprincipen, vilket troligen gjorde utförandet billigare.

### 7.1.11 Metalliskt kvicksilver



Figur 7.15: Handjagning av metalliskt kvicksilver

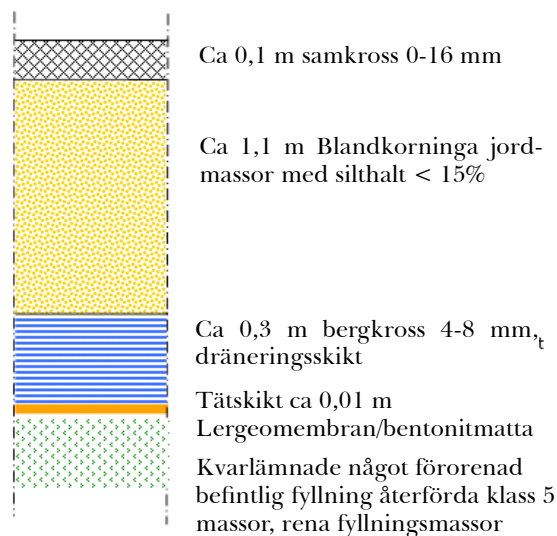
I oktober 2007, ca 4 månader efter entreprenadstart, upptäcktes stora mängder metalliskt kvicksilver i schaktmassor i grunden för och nära intill den rivna cellhallsbyggnaden. Kviksilverret uppträdde som silverkulor väl spridda i jordmassorna. Hur stora mängder det rörde sig om var omöjligt att bedöma. Många olika tekniker utreddes; bland annat frysschaktning, vattensortering, försiktig schaktning med granskning av schaktmassorna för fördelning till olika omhändertaganden. Valet föll på den senare tekniken och Sakab upphandlades för att leda arbetet med sanering av metalliskt kvicksilver.

Med anledning av det fria kviksilverret gjordes nya beräkningar (bedömningar) av mängder och kostnads kalkyler för att upprätta budget över de ökade saneringskostnaderna. De ökade kostnaderna beräknades till ca 40 miljoner kronor. Projektets bedömning är dock att om mängden metalliskt kvicksilver varit känd under utredningsskedet skulle kostnaderna ha varit ännu högre i ett anbuds-förfarande på grund av den okunskap som finns för att sanera denna typ av förorening i så stor omfattning. Något liknande har inte tidigare utförts i Sverige. Arbetet utfördes därefter på löpande räkning enligt självkostnadsprincipen.



Figur 7.16: Utbredning av skyddstäckning. Geotextilen som syns på bilden fungerar som materialskiljande lager mellan dräneringsskiktet och den slutliga skyddstäckningen

Ytans lutning > 5% hela ytan buktar mot Bengtsbrohöjden i varierande lutning



Figur 7.17: Princip för tättskikt inom jordtäckta markområden inom EKA-tomten

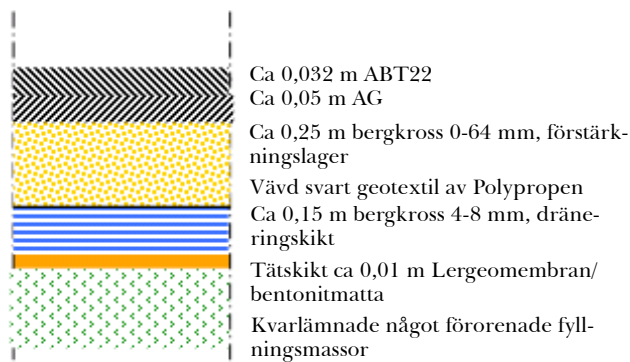
Hög säkerhet krävdes vid sanering av det metalliska kviksilverret för att förhindra spridning till luft och för arbetande personal vid kontroll av schakterna. Personal för schaktkontroll bar overall, handskar och andningsmask. Arbetet utfördes under vinterhalvåret varför avdunstningen under arbetsfasen ändå var minimal. Då arbeten inte pågick täcktes schaktgroparna med presenningar. Under saneringsarbetet fylldes groparna med grundvatten. För att kunna utföra kontroll av schaktbotten var detta vatten tvunget att pumpas bort. Vattnet pumpades mellan groparna för att undvika att allt skulle gå till vattenrening. En del överskottsvatten blev dock tvunget att pumpas till utjämningsmagasinet för rening innan utsläpp. Den totala mängden blev ca 1 000 m<sup>3</sup>.

## 7.2 Schaktnivåer för saneringen

För installation av filterkonstruktionen utfördes all schaktning ned till naturliga jordlager, vilket alltså styrde både schaktvolymen och omfattning. Detsamma gällde för anläggningen av den grundvattenavskärande dräneringen. För saneringsschakterna gällde den förplanerade schaktplanen med förklassificerade halter. Schakterna för sanering eller borttagande av minst 90 % av totalmängden kvicksilver koncentrerades där det mesta av kvicksilverföroreningarna fanns.

### 7.2.1 Resterande fyllning, tätskikt och skyddstäckning

Hela EKA-tomten (del av fastigheten Bengtsfors 4:50) var planerad att täckas med tätskikt och skyddstäckning för att minska perkolation av nederbördsvatten intill underliggande jordmassor som ändå hade en del kvarlämnade föroreningar kvar. Täckningen skulle klara perkulationskravet på max 50 l/m<sup>2</sup> år, vilket motsvarar deponiförordningens krav på deponier för icke farligt avfall.



Figur 7.18: Reviderad konstruktion för täckning med bentonitmatta som tätskikt under asfaltsyta

Efter schaktningsarbetet avslutats i september 2008 återfylldes området med utsorterat grov material, en del Klass 5 och 6 massor samt resterande fyllning med samkross 0-63 mm upp till planerad terrasseringsnivå. Området var planerat att bli något högre än ursprunglig nivå. Efter återfyllning till planerad nivå installerades bentonitmattan på ett skyddsskikt av stensmjöl. Ovan anlades ett dräneringslager ca 0,5 m mäktigt. Det var väsentligt att dräneringsskiktets funktion säkerställdes och att avrinningsvatten leddes ut i randzonen utanför tätskiktet. Tät- och dräneringsskiktet lutar därför mot Bengtsbrohöljen strandzon.

### 7.2.2 Tätskikt under asfaltsytor

Under entreprenadtiden övertogs delar av EKA-tomten av grannfastigheterna (Eka 1 och Bengtsfors 4:49). De delar som överfördes var planerade att ingå i täckningen med tätskikt. Dessa ytor skulle nu asfalteras, vilket betydde att konstruktionen med tätskikt och ytskiktet med asfalt fick ändras till en något tunnare skyddstäckning.

## 7.3 Omhändertagandeentreprenad

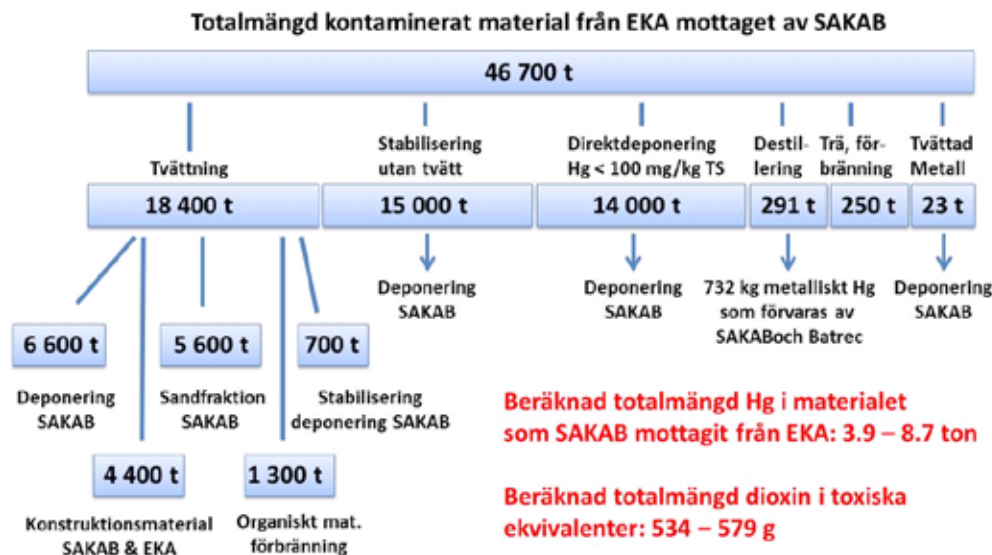


Figur 7.19: En försluten container lastas på för transport till Sakab

Omhändertagandeentreprenören Sakab (numera Ekokem) skulle tillsammans med SITA Sverige AB leverera och borttransportera containrar för lastning. Varje container kunde lasta ca 13 ton och entreprenaden dimensionerades för hantering av minst 300 kubikmeter avfall per dag. Behovet av containrar avropades efter hand. Det kontaminerade materialet lastades i stängda containrar inne i tältet. I varje container fick bara en typ av avfall med avseende föroreningshalt och mängd fyllas. Under lastningen av massor från cellhallen var Sakab på plats för förkontroll av massorna i syfte att om möjligt förhindra korskontaminering.

Till varje container bifogades en transportsedel som sedan också skulle användas vid invägningen på Sakabs anläggning i Kumla. Allt material skulle dokumenteras vid avgång från EKA och vid ankomst till Sakab. Inget material fick komma bort på vägen. Det slutliga dokumentet från Sakab skulle därför verifiera att allt avsänt material också har kommit fram. En sådan handling föreligger. Omhändertagandeentreprenaden startades samtidigt med att rivningen påbörjades.

Efter invägning på Sakab placerades massorna i en tältbyggnad eller övertäckta på hårdgjord yta. Halten kvicksilver i massorna bestämdes med hjälp av XRF teknik (röntgenfluorescensdetektor). Utifrån provresultatet sorterades massorna för den behandling som var lämpligast.



Figur 7.20: Sakabs uppdelning av förorenat material från EKA-tomten i olika behandlingsklasser. Sakabs beräknade totalmängder kvicksilver och dioxin i det omhändertagna materialet framgår av den röda texten. Angivna mängder massor är hämtade från Sakabs slutredovisning

Massor som testats inom gränsvärdena för kvicksilver harpades försiktigt över en plåt- eller lineryta och storstyckigt material separerades från finfraktionen. Det storstyckiga materialet placerades därefter i en stabiliseringscell samt fick genomgå en solidifiering för att ytterligare säkerhetsställa en låg lakbarhet.

Stabilisering/solidifiering är en behandlingsmetod för avfall där föroreningen utgör en mindre del av totala massan. I detta fall stabiliseras de förorenade kvicksilvermassorna genom en kraftig utdragen tvångsblandning med sulfid samt efterföljande inblandning med cement för erhållande av en solid kropp med minimal kontaktyta mellan förorening och eventuellt förekommande vatten. Den solida kroppen provtas därefter och placeras i en stabiliseringscell i deponi för farligt avfall.

Större stycken med fritt kvicksilver eller hög kvicksilverhalt avskildes från övrigt material och borstades eller dammsögs. Finfraktionen kontrollerades genom utbredning på plåt- eller lineryta medels okulärbesiktning samt analys med bärbar XRF. Under projektets gång hade ett tyskt bolag och underleverantör till Sakab utvecklat en teknik för stabilisering av metalliskt kvicksilver. Tanken var att det upparbetade kvicksilvret från Bengtsforsprojektet skulle omhändertas med den tekniken. Våren 2014 gick dock det tyska bolaget i konkurs varefter man anlätade Batrec, ett Schweiziskt bolag med teknik att destillera kvicksilvret. Massorna med fritt kvicksilver transporterades i plastfat till Batrec i Schweiz där kvicksilvret destillerades och dioxinet

förbrändes. Det destillerade kvicksilvret skickades därefter tillbaka till Sakab för tillfälligt förvar till dess att slutförvar har ordnats. I dagsläget finns inget godkänt slutförvar för kvicksilver i Sverige.

Totalt levererades ca 5 300 flak innehållandes 46 700 ton förorenat material till Sakab inom ramen för efterbehandlingen.



Figur 7.21: Siktade jordmassor med det tvättade grova materialet till vänster, bilden är från Sakab

En erfarenhet från saneringen av jordmassorna med kvicksilver i fri fas var att vinterkylan underlättade vid schaktningen, eftersom den låga temperaturen förhindrade förångning av kvicksilvret, men medförde samtidigt att vattentvättning av massorna inte kunde genomföras.

## 7.4 Arbetsmiljö och egenkontroll

### 7.4.1 Arbetsmiljö

Det stod tidigt klart att saneringen av EKA-området skulle kräva extraordinära skyddsåtgärder för utförande personal. Särskilt rivningen i tält av den kvicksilverkontaminerade cellhallsbyggnaden ställde höga krav på skyddsåtgärder. Arbetsmiljöprogrammen som togs fram för de olika delentreprenaderna visar tydligt på de utmaningar som skulle mötas.

Utöver de vanliga arbetsmiljöriskerna, som fall, klämskador m.m. var det nödvändigt att ta fram åtgärder för kemiska risker. Denna uppgift ålåg tjänst F (se kapitel 8 Miljökontroll) och utfördes av Norconsult AB (före detta GF Konsult) i samarbete med Bengtsfors kommun.

De hårdaste kraven ställdes på Entreprenad D, som skulle riva cellhallen. I golv och byggnadsmaterial fanns höga koncentrationer av föroreningar som kunde spridas med rivningsdammet. Som ett minimum krävdes att de som arbetade med rivningen hade heltäckande arbetskläder, skor med stålhätta, hjälm och reflexväst. Under genomförandet av de farligaste momenten (kod röd) krävdes, utöver det som ingick i lägre nivåer, även täckande ansiktsmask eller andningssystem med filterförsedda lufttuber, nitrilhandskar och engångsoveraller.

För att mäta exponeringen av luftburna föroreningar bar personalen luftprovtagningssystem som visade mängden partiklar man blev exponerad för under ett arbetspass. Hg mättes med en s.k. ”sniffer” och med detektionstuber (s.k. Gastec tuber). Flyktiga organiska föreningar (VOC) i gasform mättes med en PID mätare. Även bullernivån övervakades med en särskild mätare.

Entreprenaden förflöpte utan allvarliga tillbud. Utöver ett par halkolyckor vintertid blev ingen skadad till följd av saneringsarbetena.

### 7.4.2 Egenkontroll

Kontroll av avlett vatten under åtgärder

Allt överskottsvatten som uppstod vid schaktarbeten och som avleddes från arbetsområdet renades innan det släpptes ut till recipienten. Efter kontroll av föroreningsnivåer leddes vattnet till Bengtsbrohöljen. Halterna i vattnet fick ej överskrida larmnivåerna enligt tabell 7.1.

Parameter	Larmvärde	Riktvärde*
Perkloretylen	600 µg/l	1000 µg/l
Dioxin	80 pg TEQ/l	100 pg TEQ/l
Kvicksilver	0,8 µg/l	1 µg/l
Kadmium	4,2 µg/l	5 µg/l
Bly	8,3 µg/l	10µg/l
Zink	250 µg/l	300 µg/l
Koppar	6,5 µg/l	10 µg/l
Susp.	17 mg/l	20 mg/l

Tabell 7.1: Haltkrav i avlett överskottsvatten till recipient

Allt vatten avlett till kontrollmagasin kontrollerades okulärt samt med avseende på perkloretylen med nedbrytningsprodukter, kvicksilver, kadmium, bly, zink, koppar, suspenderade ämnen och pH. Analys på dioxin gjordes vid igångsättning av reningsanläggningen. Mängden avlett vatten dokumenterades. Samtliga analyser utfördes på ofiltrerade prover. Inget vatten släpptes till recipienten innan resultat från dessa parametrar erhållits.



Figur 7.22: Mätning av spridning av föroreningar i luft ut från tältet

För utsläpp av överskottsvatten som uppkommit under entreprenadtiden gällde att pH på utgående vatten från reningsanläggning skulle ligga mellan 6 och 9. Vid avvikelse skulle rening av vatten upprepas fram till dess att halterna nått under larmvärdena. Vid överskridande av larmvärdet skulle rapportering omedelbart ske till projektledaren och beställaren. En rapport med förslag till korrigerande åtgärder skulle upprättas.

## Mätning av damm under åtgärder

Mätningar av damm utfördes i anslutning till schaktarbeten och rivning av cellhallen. Förebyggande åtgärder för att minska damningen vidtogs. Mätningarna utgjorde underlag för beslut om ytterligare dammbindande/dammbegränsande åtgärder.

Mätningarna inom miljökontrollen omfattade en stationär pump för analys av dammhalterna inom området. En mätstation uppfördes i dominerande vindriktning från EKA-området.

Mätningarna av damm intensifierades vid rivningen av cellhallsbyggnaden och schaktning vid udden (område A). Som gränsvärde för miljökontrollen gällde samma värden som för arbetsmiljön, se nedan.

Det hygieniska nivågränsvärdet (NGV) för totaldamm är  $10 \text{ mg/m}^3$  (AFS 2000:3). Om dammet innehåller både oorganiskt och organiskt damm, får den organiska delen ej överstiga  $5 \text{ mg/m}^3$ .

Halten i luft av damm inom arbetsområdet skulle ej överskrida följande gränsvärden:

- Totaldamm:  $5 \text{ mg/m}^3$  (8 timmar)
- Respirabelt damm:  $5 \text{ mg/m}^3$  (8 timmar)

Dammförebyggande åtgärd skulle omedelbart ske om gränsvärdena överskreds.

### Luftmätningar, klorerade alifater och vinylklorid under åtgärder

Mätningarna gjordes i första hand för att säkerställa arbetsmiljön vid åtgärder men fungerade även som en miljökontrollmätning.

Mätning av klorerade alifater och vinylklorid inom EKA-området (utomhusluft) genomfördes under åtgärdsskedet. Mätningar utfördes vid schaktning inom område A och C, se figur 9.20.

För miljökontrollen gällde samma halter inom arbetsområdet som för arbetsmiljön:

- Hygieniska nivågränsvärdet (exponering under en arbetsdag)
- tetrakloreten (perkloretylen) är  $70 \text{ mg/m}^3$
- vinylklorid  $2,5 \text{ mg/m}^3$
- Korttidsvärdet (medelvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter)
- tetrakloreten (perkloretylen)  $170 \text{ mg/m}^3$
- vinylklorid  $13 \text{ mg/m}^3$

För mätning användes passiva diffusionsprovtagare, alternativt aktiv mätare samt personburna mätare.

## Bullermätningar

Bullermätningarna skulle kontrollera att tillåtna bullernivåer ej överskreds. Buller mättes fortlöpande av entreprenören under åtgärderna. Tillåtna bullernivåer för entreprenadarbetena reglerades av krav definierade i projektets miljöplan. Buller mättes vid spontning och andra ljudintensiva åtgärder.

## Vibrationsmätningar

Vibrationsmätningar utfördes för att kontrollera och förebygga att ej skadliga vibrationer uppstod som följd av entreprenadarbeten. Vibrationsmätningar utfördes av entreprenör i anslutning till vibrationskänsliga byggnader.

## Kontroll av utgående luft från tält

Rivning av cellhallsbyggnaden gjordes i ett för ändamålet uppfört tält med filterförsedda frånluftskanaler. Syftet med tältet var att undvika spridning av föroreningar från rivningsarbetena. Utgående luft kontrollerades för att säkerställa att fastställda krav i miljöplanen ej överskreds.

Mätning genomfördes utanför frånluftskanalens filter. Mätningarna omfattade mängden luft (luftflödet), kvicksilver och damm. I det inledande skedet gjordes mätningar av kvicksilverhalter varje dag. Därefter bestämdes den fortsatta mätfrekvensen utifrån de erhållna resultaten.

Se kapitel 8 Miljökontroll för mer information.

## 7.5 Slutbesiktning

Under slutbesiktningarna framkom inga allvarliga avvikelser och alla entreprenader godkändes mot plan för avhjälpande av de fel som noterats.

## 7.6 Slutlig återställning

### 7.6.1 Avlämning av ytor och Installationer i skyddstäckningen

Anläggningen av en miljöpark innefattade ett antal installationer i markskiktet ovan skyddstäckningen för geomembranet. Det ansågs viktigt att saneringsentreprenören utförde detta arbete eftersom denne har garantiansvaret för utförandet av skyddstäckningen och tätskikten. Efter att dessa installationer genomförts överlämnades den färdiga ytan såsom i figur 7.23.

### 7.6.2 Det gamla brofästet

Brofästet är byggt av granitblock ca 30 x 30 x 60 cm. Stenarna är murade med inborrade stift (dessa var delvis avrostade) som låsning mellan blocken. Brofästet befanns efter besiktning vara i sämre skick än vad man tidigare trott. Stenar hade förskjutits och fogningen var dålig, varför det beslutades om att förstärkning skulle ske. Vid denna justerades blockens läge och blocken fixerades med stålband på insidan av fundamentet. Som avslutning göts en topp för att hålla ihop översta delen och förankra fundamentet till land.

### 7.6.3 Ny brygga

Ny sträckning av filterkonstruktionen innebar att den gamla bryggan behövde rivras. Filterkonstruktionen flyttades ut i vattnet förbi EKA-gatan och ut mot södra området. Ändringen gjordes för att inte ta för mycket mark i anspråk i böjen vid EKA-gatan och oljeavskiljaren samt för att leda förbi filtret utanför sjöboden. En ny brygga anlades istället längsgående med strandlinjen.

### 7.6.4 EKA miljörum

För återställningen av EKA-tomten var ett långsiktigt säkerställande av avgörande betydelse. I ett tusenårigt perspektiv är det angeläget att skyddsanordningarna förblev intakta. Detta gällde inte minst den horisontella bentonitmattan. Det var därför nödvändigt att undvika framtida grävningar som kunde skada detta skyddsskikt. Av samma anledning måste växtligheten kunna kontrolleras så att trädrötter inte penetrerar bentonitmattan. Det innebär att växtlighet enbart tillåts i avgränsade planteringsutrymmen. Det långsiktiga säkerställandet innefattar också ett pedagogiskt krav. Kommande generationer måste vara medvetna om de särskilda hänsyn som krävs. Dessa förutsättningar ledde fram till en pedagogisk park som vi kallat EKA Miljörum. Parken beskrivs utförligare i kapitel 11.



Figur 7.23: Inspektion av EKA-området efter genomförd sanering 2009. Med på bilden är Johan Sandzén, Boh Tivesten, beställarombud på Bengtsfors kommun, samt Kjell Hansson och Fredrik Hansson från Empirikon Konsult AB

# Miljökontroll

Annelie Loberg, Norconsult AB



Figur 8.1: Provtagning för dioxin i recipientvatten

## 8.1 Miljökontroll

Norconsult AB (före detta GF Konsult) har varit ansvarig delprojektledare för miljökontrollen under projektet. Ansvarig på Norconsult var Åsa Granath (2001-2005) och därefter Katarina L Parkkonen (2006-2010).

Personal från Norconsult har utfört miljökontrollen tillsammans med fyra projektanställda på kommunen; Åsa Svensson, Sabina Fogelström, Annelie Loberg samt Johan Fogelström.

Miljökontrollen syftade till att följa upp projektets påverkan på omgivningen i faserna innan, under och efter åtgärd. Miljökontroll, som en del av utförandet, syftade till att styra saneringsarbetet så att detta skedde enligt plan.

Genomförda efterbehandlingsåtgärder inom EKA-området har följts upp med ett miljökontrollprogram. I programmet ingår ett antal parametrar

som kontrollerades innan, under och efter utförda åtgärder. Tyngdpunkten i programmet låg på kontroller av vatten (ytvatten, grundvatten, avlett vatten), luft, sediment och biota. En del av kontrollerna ingick i verksamhetsutövarens egenkontroll och har utförts av anlitade entreprenörer.

Inför efterbehandlingsåtgärder inom EKA-området har omfattande undersökningar utförts inom och i anslutning till området. Undersökningarna har omfattat provtagning av jord och grundvatten samt byggmaterial och inomhusluft i utvalda byggnader. Undersökning av sediment och ytvatten har utförts i Bengtsbrohöljen och Lelången. Ekologiska undersökningar med kontroll av biologiska parametrar har dessutom utförts i Bengtsbrohöljen och Lelången. Resultaten från de utförda undersökningarna finns redovisade i rapportserien EKA för åren 2002 och 2005. Utvalda undersökningar som utförts inom ramen för dessa undersökningar ingår i ett löpande miljökontrollprogram för EKA-området.

De utförda undersökningarna utgjorde underlag för miljöriskbedömning och för projektering av efterbehandlingsåtgärder. I projektrapport 1, 2 och 3 redovisas miljö- och hälsoriskbedömningen samt planerade åtgärder. I projektrapport 3 redovisas även mål, åtgärder och måluppfyllelse i detalj.

Syftet med ett övergripande miljökontrollprogram för EKA-projektet var att:

- Erhålla data som gav en samlad bild av förhållandena innan efterbehandlingsarbeten påbörjats (referensundersökningar).
- Säkerställa att relevanta kemiska, fysikaliska och biologiska referensdata fanns för att utvärdera effekterna av utförda efterbehandlingsåtgärder (utförandekontroll, efterkontroll).
- Kontrollera att ingen ökad föroreningsspredning av exempelvis kvicksilver och dioxin till vatten och luft skedde till omkringliggande områden och nedströms liggande vattenområden under åtgärdsskedet.

Resultaten från olika kontrollpunkter/stationer i referenskontrollen skulle ge underlag för beslut om lämpliga åtgärder. Miljökontroll under utförande hade främst som syfte att kontrollera att mätbara villkor enligt, för projektet, gällande Domslut (Mål nr M 3015-04) uppfylldes. De olika kontrollmomenten utfördes med bestämd omfattning och utvärderades fortlöpande under projektets gång. På så sätt kunde nödvändiga åtgärder sättas in innan skadliga följdverkningar uppkom.

Miljökontrollprogrammet indelades i tre projektfaser:

1. Referenskontroll (R)  
Undersökningar i förskedet fram till dess att efterbehandlingsåtgärderna påbörjades, dvs. tiden fram till och med 2005. Referenskontrollen innebar ytterligare insamling av data och dokumentation av befintliga förhållanden. Referensundersökningarna skulle representera de naturliga årstidsvariationer som kan påverka mätresultaten.
2. Miljökontroll (M)  
Miljökontroll under entreprenadarbetena, 2006-2008.
3. Efterkontroll (E)  
Efterkontrollen utfördes i projektets regi de första två åren efter slutförda efterbehandlingsåtgärder. Därefter övergick miljökontrollen till Bengtsfors kommun t.o.m. 2019.

Nedan följer en beskrivning av syftena med provtagning och mätningar samt redovisning av de parametrar som undersöktes. Förkortningarna som används i rubrikerna står för R=Referenskontroll, M=Miljökontroll under entreprenadarbetena och E=Efterkontroll.

## 8.2 Erfarenhetsåterföring

Inom ramen för miljökontrollprogrammet togs provtagningsplaner och anvisningar fram för att kvalitetssäkra provtagningen. Detta visade sig vara mycket bra då projektet pågick under flera år och involverade olika personer som utförde provtagningen.

Erfarenhetsåterföring bör genomföras kontinuerligt varje år för att inte vissa erfarenheter ska glömmas bort och för att vissa problem skall kunna uppmärksammas och åtgärdas omgående.

Vid långa projekt som detta bör analysmetoder och övriga förändringar hos underleverantörer följas upp kontinuerligt.

För att samla alla provtagningsresultat skapades i inledningskedet en databas för registrering av mätdata. Genom att Eka-databasen funnits har kunskap kunnat vidarebefordras på ett hanterbart sätt vid byte av personal. Vid införande av en databas är det dock viktigt att man noggrant tänker igenom hur prov-ID skall anges. För data från samma provpunkt, t.ex. filtrerat/ofiltrerat vatten, har det i projektet ej gått att lägga resultaten under samma prov-ID utan måst läggas under flera prov-ID vilket försvårat sökbarheten.

Många provtagningar som skulle ha utförts av byggkontrollen har utförts av miljökontrollen. Det har funnits en viss flytande gräns mellan de olika delarna. Vid ett framtida projekt bör kanske tydligare gränser fastställas eller ännu hellre ska all provtagning utföras av miljökontrollen för att få en kontinuitet med provtagningen.

Problem med att erhålla tillstånd att utföra undersökningar inom området har inneburit att arbetena var svåra att planera och blev ryckiga. Detta har sannolikt inneburit en viss merkostnad för projektet, då arbeten förlades till helger, och påverkat tidshållningen.

Under vissa perioder hade det varit bra med avlastning och en kollega för miljökontrollanten på plats. Miljökontrollanten har periodvis upplevt att det varit svårt att prioritera vad som är viktigast vilket har varit en stressfaktor. Överlag har dock arbetet varit

givande och utvecklande med stora möjligheter till egna initiativ och problemlösning.

Det har varit till stor nytta att ha ett program med definierade detektionsgränser och krav på provkärn för laboratorieanalyser, systematiska fel har troligtvis kunnat undvikas.



Figur 8.2: Provtagning av grundvatten

### 8.2.1 Grundvattennivåer (R, M, E)

Syftet med mätningarna av grundvattennivåer var att kontrollera hur nivåerna påverkades under och efter slutförda åtgärder. Mätningarna syftade även till att erhålla mätdata för att utföra en hydrogeologisk modellering för kontroll av grundvattennivåer. Grundvattennivåer kontrollerades i grundvattenrör inom EKA-området och angränsande områden i utvalda stationer. Mätningarna utfördes med ljusalternativt ljudlod. Kontinuerlig mätning utfördes dessutom i representativa stationer för området (divers med logger).

#### Erfarenheter från Miljökontroll

En viktig erfarenhet av miljökontrollen har varit att ha ett tillräckligt stort antal grundvattenmätningar för bedömningar av eventuella förändringar i samband med åtgärd.

Under utförandeentreprenaden kom vissa av grundvattenrören inom arbetsområdet att skadas alternativt att helt förstöras. Om det finns möjlighet att utforma ett kontrollprogram med grund-

vattenrör enbart utanför arbetsområdet så är det att föredra. Att rören låg inom arbetsområdet orsakade även extremt höga halter i vissa rör då de låg i direkt samband med schakterna under entreprenadtiden. Grundvattenrören gav även upphov till en kontinuerlig tvist mellan miljökontrollanter



Figur 8.3: Station för mätning av atmosfärisk deposition av kvicksilver

och entreprenör, vilket också i vissa fall kan ha fördröjt entreprenören med långsam schaktning för att undvika skada på rör.

#### Erfarenheter från referenskontroll

Det har varit mycket bra att grundvattenrören har varit täckta med dexlar av metall för att under snö och sand kunna lokalisera dessa med metalldetektor.

### 8.2.2 Grundvattenkvalitet (R, M, E)

Undersökningarna av grundvattenkvaliteten omfattade provtagning av grundvatten för laboratorieanalyser och fältmätningar. Undersökningarna genomfördes för att dokumentera halterna innan, under och efter utförda åtgärder. Resultaten var även underlag för beräkning av uttransport av föroreningar från EKA-området. Fältmätningarna var till för att se om fysikaliska/kemiska avvikelser uppstod och som skulle kunna leda till en ökad transport av lösta föroreningar.

## Provtagning av grundvatten för laboratorieanalys

Grundvattenkvaliteten undersöktes i utvalda grundvattenrör inom EKA-området. Vatten från dessa rör analyserades med avseende på fysikaliska/kemiska parametrar som metaller, totalkvicksilver, metylkvicksilver, TOC/DOC, dioxiner och furaner, klorerade alifater med nedbrytningsprodukter inkl. vinylklorid samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Laboratorieanalys av metaller har utförts både på ofiltrerat och på filtrerat vatten. Filtrering av metallprover utfördes i fält. Övriga analyser utfördes på ofiltrerade prover.

### Fältmätningar

Fältmätning av konduktivitet, pH, syre och redox utfördes i antal representativa grundvattenrör.

### Erfarenheter från Miljökontroll

För att kunna göra korrekta bedömningar av eventuell spridning av föroreningar under saneringsarbetet måste man ha en tillräckligt stor omfattning av grundvattenmätningar. Utförda analyser har även bidragit till att kunna göra en bedömning av förväntade halter i vattnet vid öppna vattenfyllda schakter under saneringen.

Vid fältmätningarna erhöles varierande resultat av halter i grundvattnet. Vid vissa tillfällen var variationen onaturligt stor och extra fältmätningar utfördes direkt för kontroll. Variationen tros ha berott på en kombination av instabilitet hos WTW-instrumentet samt att det tidvis var olika personer som utförde mätningarna och kalibrerade elektroderna. Genom att marknivån höjdes i entreprenadens slutskede krävdes även en förlängning av vissa befintliga grundvattenrör. För förlängningen använde entreprenören en annan modell av rör, vilket har gjort provtagningen svårare att genomföra eftersom det nu finns skarvar invändigt i rören.

### 8.2.3 Nedfallsmätningar, deposition av kvicksilver (R, M, E)

Syftet med mätningarna var att erhålla värden på kvicksilverdepositionen (vått + torrt) i anslutning till EKA-området innan, under och efter utförda åtgärder. Mätningar utfördes på udden vid kraftstationen samt på taket av fältlokalen. Värdena jämfördes med bakgrundshalter från mätstationen på Onsalahalvön (EMEP station).

Under saneringsarbetena nyttjades en depositionsmetod som visade sig vara mest lämplig att använda

vid områden där tillgång på en fast station med uppvärmning inte fanns att tillgå. Provtagningen utfördes med så kallad bulkprovtagare som bestod av en öppen specialflaska som kunde placeras på representativa ställen. Övriga analyser utfördes på samma sätt och samma plats/punkt som referensprovtagningen. Direktvisande resultat erhöles ej vilket dock medgav att dessa mätningar endast blev ett "kvitto" på hur mycket som tillförts luften och fallit ner i anslutning till området.

### Erfarenheter från referenskontroll

Kontrollmätningarna som utfördes innan saneringen påbörjades har varit till nytta både under åtgärdsfasen och vid efterkontrollen. Det har direkt varit möjligt att se påverkan från saneringens olika delentreprenader. Det har även gått att utvärdera efterkontrollen och se att nedfallsdepositionen har minskat.

### Erfarenheter från miljökontroll

Genom tillgång till referensmätningarna kunde ett direkt samband med en korrekt täckning av de förorenade massorna och sjunkande halter i deposition påvisas.

### 8.2.4 Luftmätningar, kvicksilver i gasfas (R, M, E)

Mätningarna utfördes för att erhålla värden på kvicksilverhalten i gasfas (TGM) inom EKA-området (utomhusluft) innan, under och efter utförda åtgärder. Mätning utfördes som pumpad provtagning i tre stationer. Mätvärdena jämfördes med bakgrundshalter, mätstation på Onsalahalvön (EMEP-station). Under åtgärden genomfördes även mätning av kvicksilver med passiva provtagare.

### Erfarenheter från referenskontroll

Kontrollmätningarna innan saneringen påbörjades har varit till nytta under åtgärdena men framförallt var de till nytta vid efterkontrollen. Det gav möjlighet att utvärdera efterkontrollen och påvisa huruvida påverkan har minskat eller ej.

### Erfarenheter från miljökontroll

Under entreprenaden utfördes även luftmätningar av arbetsmiljöskäl. Det visade sig att högre halter endast erhöles mycket nära schakt/källa. För kontroll av arbetsmiljön användes normalt ett direktvisande instrument vid mätningar i luft. Det har varit ett gott samarbete med entreprenören under saneringen och miljökontrollen har även fått ta del av entreprenörens mätresultat.

### 8.2.5 Luftmätningar, partikulärt bundet kvicksilver (R, M, E)

Syftet med mätningarna var att erhålla mätvärden på partikulärt bundet kvicksilver (TPM) i utomhusluft inom EKA-området innan, under och efter utförda åtgärder. Mätningen utfördes som aktiv mätning med insamling av partiklar på filter. Provtagning gjordes i samma lägen som TGM.

#### Erfarenheter från referenskontroll

Kontrollmätningarna som genomfördes innan saneringen påbörjades har varit till nytta under åtgärderna men framförallt vid efterkontrollen. Det har gått att utvärdera efterkontrollen och påvisa att påverkan har minskat.

#### Erfarenheter från miljökontroll

Under entreprenaden nyttjades även depositionsprovtagningsapparater för att se spridning av partikulärt bundet kvicksilver.

### 8.2.6 Luftmätningar, dammpartiklar

Denna provtagning inleddes strax innan entreprenad arbetena påbörjades.

#### Erfarenheter

Vid luftmätningar är det lätt hänt att annan verksamhet såsom trafik med damm från närliggande vägar etc. påverkar mätningarna.

Det finns inga direkt användbara riktvärden för damm. Damm kan vara rent damm eller förorenat damm. Riktvärdet för förorenat damm bör inte vara detsamma som riktvärdet för rent damm. Det bästa är att vidta förebyggande åtgärder och att förhindra damning genom täckning och eventuellt vattenbegjutning eller dylikt.

### 8.2.7 Hydrologiska förhållanden i Bengtsbrohöljen samt metrologiska förhållanden (R, M, E)

De hydrologiska mätningarna syftade till att dokumentera Bengtsbrohöljens variationer av vattennivå och flöden. Mätningarna användes vid beräkning av masstransport och hydrogeologisk modellering och utvärdering av åtgärder. Vattennivåvariationer och flöden mättes vid kraftstationen och i Lelången.

En klimatstation fanns placerad på fältlokalens tak, strax söder om EKA-området. Mätstationen regist-

rerade kontinuerligt temperatur, nederbörd och vindriktning. Data användes som underlag för vattenbalansberäkningar och utvärdering av åtgärder mm.

#### Erfarenheter från referenskontroll

Mätsationen har varit bra vid många tillfällen när data har behövts för andra provtagningar. Sista året under efterkontrollen köptes även liknande mätdata från SMHI vilket både har varit smidigt och tillförlitligt.

### 8.2.8 Ytvatten

#### Erfarenheter från referenskontroll

I referensundersökningen togs ytvattenprover på olika djup. Det var bra att slå ihop referensundersökning med förundersökningar för att dra ned på kostnaderna vid de första undersökningarna för spridningsberäkningar.



Figur 8.4: Provtagning med sedimentfällor

## 8.2.9 Ekologiska undersökningar och sedimentprovtagningar

Provtagning av bottenfauna (profundalfauna) utfördes i enlighet med den standardiserade metoden BIN RR 01 och Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning (Ekmanhuggare, 5 hugg per provpunkt).

Sedimentprovtagning utfördes med rörprovtagare. Sedimenten skivades i skikt om 1 cm, vilket motsvarar ca 5-10 års sedimentationspåbyggnad. Preliminärt analyserades skikten 0-1, 1-2, 5-6, 10-11 och 20-21 med avseende på kvicksilver, dioxiner, TS (torrsubstans) och GF (glödförlust).

Datering hade visat att relativt ostörda sediment fanns i anslutning till EKA-området och i sjöns södra och västra djuphålor (6007 respektive 6008). Eventuell påverkan från EKA-området borde tydligast kunna ses i station B2101 och B2106, medan djuphålorna visar en mer integrerad bild som även påverkas av förhållanden i vattendragen uppströms.

### 8.2.10 Deposition av sediment, sedimentfällor

Erfarenheter från miljökontroll

För att utvärdera av depositionen från partiklar i vattenmassan har det krävts mycket beräkningar.

### 8.2.11 Provfiske och kontroll av kvicksilver- och dioxinkoncentration i fiskmuskel (R, M, E)

Fiskundersökningarna syftade till att:

- Kvantifiera förekomst av olika fiskarter och fiskbeståndens storlek
- Bedöma art- och individrikedom, relativ förekomst, enskilda arters beståndsstruktur och längdsammansättning och frekvens av yttre missbildningar.
- Erhålla underlag för bedömning av mellanårsvariation i Bengtsbrohöljen samt underlag för jämförelse med liknande sjöar.
- Undersöka nivåer och ev. förändring av halterna av kvicksilver och dioxiner i mindre och större abborre (konsumtionsstorlek) samt öring.

Arbetet omfattade undersökningar av fiskpopulationerna i Bengtsbrohöljen (provfiske) samt förekomst av miljögifter i fiskmuskel inför, under och efter efterbehandlingsåtgärder inom EKA-området.

Provfisket utfördes enligt Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning (Provfiske i sjöar, version 1:2 010820, [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)). Provfisket utfördes i augusti/september och på tidigare undersökta lokaler i Bengtsbrohöljen.

Resultaten utvärderades i enlighet med riktlinjerna i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 1999). För att bedöma föroreningskoncentrationerna i fetare konsumtionsfisk analyserades även öring från Höljerudsforsarna var 3:e år.

Erfarenheter från Miljökontroll

Undersökningar utfördes både med nät och med pimpelfiske. Detta visade sig vara behövligt för att få upp de storlekar som önskades. Vidare bör beaktas att tidpunkten för fisket anpassas efter en viss storlek, t.ex. små abborrar. 1-årsfiskar bör till exempel fiskas i augusti-september. Fisket bör utföras vid samma tidpunkt varje gång och bör även omfatta referensfiske i närbelägen sjö. Det har varit bra att endast koncentrera sig på ettårs fisk under entreprenadarbetena för att se eventuell direktpåverkan. Större fisk påverkas under längre tid och kan ha mycket mer varierad kost vilket inte visar påverkan direkt från entreprenadarbetena.

### 8.2.12 Kontroll av vatten mellan EKA-området och spont (E)

För att minska påverkan från saneringsarbetena på land installerades en spont utanför strandlinjen. För att kontrollera eventuell spridning från saneringsområdet krävdes regelbunden kontroll av vatten mellan EKA-området och spontan.

Erfarenheter

Okulär kontroll av grumlingen visade sig efter hand och vid jämförelse med analys svar vara tillräckligt för översiktlig kontroll. I samband med installering av spontan utfördes en mer noggrann mätning med turbiditetsmätare och laboratorieanalyser.

### 8.2.13 Kontroll av utgående luft från tält (E)

För att minimera spridning av luftburna föroreningar hölls ett viss undertryck i tältet. Mätningarna utfördes med ett direktvisande fältinstrument för Hg(gas) och verifierades med laboratorieanalyser. Provtagning skedde innan kolfiltret för utgående luft samt efter utsläppet. En reningsgrad på mer än 90 % uppmättes. Provtagning utfördes även utanför portarna där fyllda och tomma containrar transporterades ut respektive in i tältet.

## 8.2.14 Provtagning av jord i dike för anläggande av sandfilter vid kraftverkskanalen (E)

Provtagning av jord utfördes vid schaktning för anläggande av sandfilter. Syftet med provtagningen var att klargöra föroreningssituationen nära strandkant vid kraftverkskanalen.

Denna provtagning krävde att kommunikationen med entreprenörerna skedde kontinuerligt då den skulle utföras under en enda dag, när arbete bedrevs just i denna del. En sådan "tajming" är lätt att missa i ett stort projekt och denna typ av provtagning bör företrädesvis utföras före saneringsstart.

## 8.3 Erfarenhetsåterföring övriga tillkommande provtagningar

### 8.3.1 Innanför grumlingskydd

För att förhindra oönskad spridning av grumling utfördes kontroll enligt en upprättad rutin för daglig kontroll. Kontrollen utfördes med en direktvisande turbiditetsmätare innanför och utanför grumlingskyddet. Instrumentet inhyrdes för varje provtagningstillfälle vilket kunde vara svårt att planera då detta var avhängigt enskilda entreprenadmoment, och att dessa inte alltid startade vid utsatta tider.

Vid några tillfällen inhyrdes ett annat mätinstrument, något som tyvärr orsakade problem då värdena inte överensstämde med det instrument som i huvudsak användes. Att utvärdera mätinstrumenten mot varandra var inte möjligt.

### 8.3.2 Dräneringen

Vid högvatten december 2006 proppades den avskärande dräneringen mot Strömgatan. Innan dräneringen återöppnades gjordes vattenanalyser. Under saneringen år 2007 uppmättes förhöjda halter av kvicksilver i dräneringens utlopp mot kraftverkskanalen. Det uppmärksammades även att kvicksilverhalter i filtrerade vattenprover var i samma storleksordning som i de ofiltrerade vattenproverna. Ledningen stängdes då och innan öppnandet av dräneringen utfördes en spolning av dräneringsledningen. Provtagning av spolvattnet utfördes innan utsläpp. Material som sedimenterad i ledningen omhändertogs.

För att följa utvecklingen och utreda källan till de förhöjda halterna i dräneringen upprättades ett kontrollprogram för dräneringen. Föreslagna kontroller utfördes sedan från maj 2009 till juni 2010.

### 8.3.3 Område A

Under saneringsåtgärderna visade det sig att entreprenören hade viss svårighet att rena uppkommet länsvatten inom området. Av denna anledning undersöktes vattnet i område A för att utreda i vilken fas föroreningarna befanns. Kunde det vara möjligt att undvika omsättning av vattnet med rening som följd och istället låta föroreningarna i vattnet sedimentera? Undersökningarna visade att huvuddelen av föroreningarna befann sig bundet till partiklar som sedimenterade.

Entreprenören säkerställde nivåskillnaden mellan vattnet innanför spont och utanför spont vid område A med en egenkontroll. Detta för att säkerställa att sponten var tät. I entreprenaden skulle det även installeras en yttre spont vid område A. Entreprenörens egenkontroll slutade att fungera vilket gjorde att miljökontrollanterna fick genomföra provtagning utanför den inre sponten. Nivåskillnaden var högre innanför. Det skulle underlätta kontrollarbetet om vissa viktiga omgivnings- och kontrollmätningar var specifikt angivna i AF och/eller mängdbeskrivningen.

### 8.3.4 Klass 5 massor

För att få ned kostnaden för omhändertagandet av förorenade massor användes en stor del utsorterade klass 5 massor (dioxin >250<1000 ng/kg TS) som återutfyllnad inom området under tätskiktet. En rutin upprättades därför för kontroll av dessa. Här bör jämförelse av kostnaden mot vinsten göras. Lärdom till andra projekt är att materialvinsten kan ätas upp av de extra konstader som uppstår. Därför bör kostnaden för extra hantering för entreprenör och provtagning med laboratorieanalyser medräknas.

### 8.3.5 Kompletterande provtagning i cellhallen, utanför och vid udden

Denna provtagning utfördes under tidspress i december i tältet efter att cellhallen rivits. En kompletterande provtagning utfördes även utanför före detta cellhallen och vid område A. Arbetet utfördes med håltagning i bottenplatta och efterföljande borrhovtagning av jorden. Kontrollerna genomfördes under ljusmässigt svåra arbetsförhållanden och proverna var svåra att bedöma i fält. Uttagna prover sändes omgående för analys. Arbetsmiljömässigt visade det sig i en utredning att det kunde finnas risk för explosion (vinylklorid i kombination med hetta och metall). Detta kontrollerades med

peroxidstickor och en GC/FID, PID. Innan arbetet utfördes gjordes en utredning för att kontrollera om miljön var gynnsam för bildandet av explosiva peroxider och även andra föreningar. Ingen konstaterad risk förelåg.

### 8.3.6 XRF i schaktrutor

Schaktrutorna och den totala förorenade jorden som skulle transporteras bort var förbestämd. De förutbestämda schaktrutorna följdes konsekvent förutom vid förekomst av fritt kvicksilver, då anpassning gjordes för att avlägsna fritt kvicksilver. Eftersom det inte utfördes laboratorieanalyser under entreprenaden har XRF-instrument varit bra för översiktlig kontroll vid slutprovtagning i schaktbotten. Vid beaktande av osäkerheten i mätmetoden

med XRF, som kan påverkas av andra metaller samt av TS-halt, har ändå dokumentationen varit till nytta.

### 8.3.7 Arbetsmiljön i tältet

I samband med rivningsarbetet inne i tältet genomfördes utförliga kontroller av arbetsmiljön. Positivt var tillgång till direktvisande mätinstrument. Resultaten kunde direkt kommuniceras med entreprenadansvarig samt arbetare på plats. Detta skedde på en Whiteboard i arbetarnas omklädningsrum. Diskussioner avseende föroreningar samt skydd mot dessa förekom kontinuerligt. Detta medförde att gällande föreskrifter angående skyddsutrustning efterföljdes relativt väl. Även rengöring och byte av filter efterföljdes.



Figur 8.5: Dubbel regnbåge över Bengtsbrohöljen

## 8.4 Hantering riktvärden/gränsvärden

Vid projektets start fanns inte riktvärden/gränsvärden framtagna för alla parametrar som skulle utvärderas under projektet. Värden fick tas fram under projektets gång vilket var både positivt och negativt. Negativt då det krävdes tid men positivt då förhållanden förändras under projektets gång. Det finns inga relevanta värden för varken grumling (NTU) eller damning ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Båda parametrarna har en svårighet i definition när det gäller förorenade områden. Det är på grund av att föroreningens utsläpp/påverkan på omgivningen kan vara oberoende av halten av grumling/damning. Är halten av förorening stor kan påverkan bli stor även om mängden grumling/damning är liten, och omvänt.

## 8.5 Rutiner miljökontrollen

Kommunen anställde personal som skötte stora delar av miljökontrollen på plats med stöd av ansvarig konsult. Detta var positivt, speciellt under saneringsentreprenaden då ständig närvaro krävdes. Att ha egen personal innebar en lägre kostnad för kommunen. Mellan parterna upprättades kvalitetsdokument avseende provtagning vilket gjorde att kvaliteten på arbetet blev god.

## 8.6 Erfarenheter av samverkan mellan projektets olika parter

Då det under entreprenaden regelbundet uppstod frågeställningar avseende resultat från miljökontrollen var det bra att expertstöd var kopplade till projektet. Detta gällde framförallt spridningsförhållanden och arbetsmiljö.

Det är viktigt att miljökontrollen får närvara och framföra sina synpunkter på byggmötena. Detta underlättar planeringen av kommande arbeten och förbereder både miljökontrollanter och entreprenör. Viktigt var också att byggkontrollen fick information och återkoppling till provtagning kontra arbetsmoment.

Kommunen har i projektet varit ständigt närvarande på möten och medverkat vid frågeställningar som uppstått. Detta har varit mycket positivt. Kommunen har även anställt miljö- och dag(bygge)kontrollanter vilket har varit positivt eftersom det har varit möjligt att ständigt ha personal på plats. Ett gott samarbete och god kommunikation med Länsstyrelsen under hela projektet har gjort att frågeställningar som uppstått kunnat lösas relativt omgående.

## 8.7 Erfarenhet efterkontroll

I projektet togs ett program fram för efterkontroll. Dock framkom svårigheter avseende begränsningen av hur länge denna skulle pågå. Framst på att projektet önskades ha ett angivet avslut vilket ur efterkontrollshänseende är svårt att tillmötesgå.

Detta hanterades genom att Länsstyrelsen delade upp efterkontrollen i två delar, ett avslut 2015 då omhändertagande entreprenaden avslutades och ett separat avslut för efterkontrollen 2020.

# Resultat och effekter

Olof Regnéll, Lunds Universitet

I detta avsnitt ställs de uppnådda resultaten av schaktningarna och övriga åtgärder på EKA-området mot de målsättningar som formulerats för projektet. Målsättningarna var:

1. Reduktion av källtermen kvicksilver med minst 90 %
2. Reduktion av spridningen av kvicksilver från EKA-området med minst 90 %
3. Reduktion av spridningen av dioxin (TEQ) med minst 85 %

Av dessa målsättningar är den första oproblematiserad på så vis att den inte ger utrymme för olika tolkningar. Vad som avses med en viss reduktion av spridningen uttryckt i procent är inte lika självklart, något som diskuteras i EKA-rapport 2012:2. Reduktionen av spridningen till följd av åtgärderna kan nämligen inte vara oberoende av de förhållanden som råder på området samt i kringliggande vatten (kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen). Exempelvis skulle utförandet av ett visst åtgärdsprogram kunna ha resulterat i en minskad spridning med 90 % under "normala" vattenstånd och flödesförhållanden men inte nödvändigtvis under perioder med extremt höga vattenstånd och vattenflöden. Man skulle kunna ha förtydligat målsättning 2 och 3 i listan ovan genom att lägga till "oavsett vilka hydrologiska förhållanden som råder". I vilket fall som helst är det omöjligt att verifiera med mätningar om man har uppnått målen, eftersom mätningar före och efter inte täcker alla typer av tänkbara hydrologiska förhållanden.

Problemet med målsättningarna beträffande spridning är större för dioxin än för kvicksilver. För kvicksilver kan man resonera att en reduktion av källtermen med 90 % i kombination med övriga åtgärder (anläggningar av filter, förbättrade erosionsskydd, borttagning av ledningar, utläggning av horisontella barriärer med ovanliggande skyddssikt) under alla hydrologiska förhållanden leder till en reduktion av spridningen av kvicksilver med 90 %. På grund av avsaknaden av målsättning för reduktion av källtermen dioxin, kan inte samma resonemang föras för dioxin.

Målsättningarna ovan indikerar att Naturvårdsverket ansåg att spridningen av dioxin från EKA-området före åtgärd var ett något mindre problem än motsvarande spridning av kvicksilver. Så var troligen också fallet, eftersom dioxin har låg vattenlöslighet och också är mindre benäget att avges till luf-

ten, i synnerhet jämfört med metalliskt kvicksilver. Kraftig erosion i samband med höga vattenflöden skulle emellertid kunna leda till omfattande spridning även av dioxin.

Två EKA-rapporter behandlar spridningen av kvicksilver och dioxin före och efter åtgärd, delvis med olika utgångspunkter (EKA-rapporterna 2012:2 och 2012:3). En av dessa rapporter (2012:3) behandlar dessutom halter av kvicksilver i grundvatten på EKA-området under åtgärd och jämför dessa med de som uppmättes före åtgärd. Nedan inleds emellertid diskussionen om måluppfyllelse med beräkningar av reduktionen av källtermerna kvicksilver och dioxin med stöd av EKA-rapport 2015:1. Denna rapport bygger i sin tur till stor del på EKA-rapport 2012:1 samt Sakabs slutrapport gällande sitt omhändertagande av förorenade massor från EKA-området. Valet att gå igenom reduktionen av källtermerna först motiveras av att dessa är viktiga för beräkningarna av reduktionen av kvicksilver- och dioxinspridningen.

Hur föroreningsbilden har förändrats för övriga föroreningar på EKA-området tas inte upp nedan. Helt kort kan här nämnas att mängden PCE (perkloretylen) troligen inte har förändrats mer än marginellt, att mängderna av PAH (polyaromatiska kolväten) ungefär har halverats (cancerogena PAH från 1060 till 572 kg, övriga PAH från 1497 till 797 kg) och att mängderna av andra tungmetaller än kvicksilver har reducerats med 31- 88 %. För metallerna koppar och bly som efter kvicksilver hade högst kontamineringsfaktor (kvoten mellan uppmätt medelhalt och bakgrundshalt) av tungmetallerna på området har källtermen reducerats med 88 respektive 87 %, motsvarande en minskning för bly från 28,3 till 3,7 ton och för koppar från 29,3 till 3,4 ton.

## 9.1 Beräkningar av reduktionen av källtermerna kvicksilver och dioxin

### 9.1.1. Kviksilver

För att bestämma mängden kvicksilver på EKA-tomten i Bengtsfors togs under förberedelseskedet sammanlagt 1060 jordprover som analyserades med avseende kvicksilver på laboratorium. Jordvolymen delades upp i delvolymmer av 5 x 5 x 0,5 m för vilka kvicksilverhalten interpolerades fram med

metoden Inverse Distance Weight Interpolation (IDW). Den sammanlagda kvicksilvermängden beräknades till 6 900 kg. Denna beräkning innefattade bedömningar av massornas densitet ( $1,7 - 1,9 \text{ g/cm}^3$ ) samt andel finfraktion ( $< 20 \text{ mm}$ ) i massorna, det senare för att kvicksilver hade befunnits vara associerat uteslutande med denna finfraktion. Här skall noteras att inget fritt kvicksilver (metalliskt kvicksilver) hade observerades under provtagningen.



Figur 9.1: Områden inom vilka metalliskt kvicksilver hittades i schaktmassorna. Dessa låg inom A-området ("Udden"), B-området ("Fabriksområdet") och vid gränsen mellan C- och D-området ("Stenkistan")

Under schaktarbetena upptäcktes emellertid fritt kvicksilver i form av kvicksilverdroppar i varierande mängd inom delområdena "Fabriksområdet", "Stenkistan" och "Udden" (Figur 9.1). Det antogs att fritt kvicksilver hade skakats av borrhskruven under provtagningen, som utfördes med en maskinellt driven skruvborr. Följaktligen fann man anledning att räkna upp källtermen kvicksilver. Uppräkningen av denna kunde inte baseras på annat än okulär inspektion av mängden kvicksilverkuler i massorna, något som utfördes av en och samma person under pågående schaktning. Halten kvicksilver i massor med förekomst av fritt kvicksilver bestämdes till 1 000, 3 000 eller 10 000 mg Hg/kg finfraktion beroende på förekomsten av kvicksilverkuler och oberoende av tidigare bestämd halt i jordvolymen i fråga, utom när den tidigare bestämda halten var högre än den som uppskattades genom okulär besiktning (fåtal fall). Detta resulterade i att källtermen kvicksilver reviderades upp till 15 065 kg.

I efterhand har framkommit att fritt kvicksilver trots allt kan ha kvantifierats i de ursprungliga analyserna, detta på grund av att det metalliska kvicksilvret kan ha finfördelats som ett resultat av vibrationer under provtagningen och därmed undgått observation. Man kan därför anta att källtermen kvicksilver låg i intervallet 6 900 – 15 065 kg. Genomförda XRF-mätningar av kvicksilverhalter i schaktbottnar gav vid en jämförelse med modellberäknade halter inget stöd åt antagandet att fritt kvicksilver skakades av proverna under provtagningen. Någon säker slutsats kan emellertid inte dras från denna jämförelse.

Utifrån uppgifter från Sakab, som ansvarade för omhändertagandet av allt förorenat material från EKA, beräknades de bortschaktade jordmassorna ha innehållit 7 200 – 12 000 kg kvicksilver. Detta är en uppräknings i förhållande till Sakabs egen

beräkning på 3 900 – 8 700 kg Hg (Figur 7.20). Uppräkningen motiverades av att kvicksilverhalten i de mest kontaminerade massorna som gick till ett schweiziskt företag (Batrec) för avdestillering av kvicksilver måste ha underskattats kraftigt av företaget i fråga. Enligt de antaganden som gjordes i projektet utifrån observation av metalliskt kvicksilver (se ovan) borde dessa massor ha innehållit mer än 5 600 mg kvicksilver/kg. Sakabs egna mätningar av kvicksilverhalt i samlingsprover från dessa massor resulterade i medelhalten 4 900 mg/kg (1 100 – 12 000 mg Hg/kg,  $n=5$ ). Batrec å sin sida angav medelhalten 887 mg/kg ( $n = 26$ ), baserat på sina analyser av kvicksilverhalten i de mottagna massorna med XRF. Just för sådana haltnivåer det var fråga om här har det konstaterats att XRF-mätningar underskattar kvicksilverhalten. Eftersom Sakab utgick från Batrecs mätningar i sin mängdberäkning av omhändertaget kvicksilver (T. v. Kronhelm 2015), valdes i EKA rapport 2015:1 att räkna upp Sakabs angivna mängdintervall med en ökad mängd från de mest kontaminerade massorna baserad på kvoten av Sakabs och Batrec haltberäkningar. Detta resulterade i mängdintervallet 7 200 – 12 000 kg kvicksilver. Det kan i sammanhanget nämnas att förhoppningar hade ställts att Batrecs separation av kvicksilver i metallisk form skulle ge exakt information om kvicksilverinnehållet i massorna helt enkelt genom att väga avskilt kvicksilver. Angivet skäl till att så ej skedde var att upparbetningen var en kontinuerlig process och att därför avskilt kvicksilver inte kunde tillskrivas ett visst källmaterial.

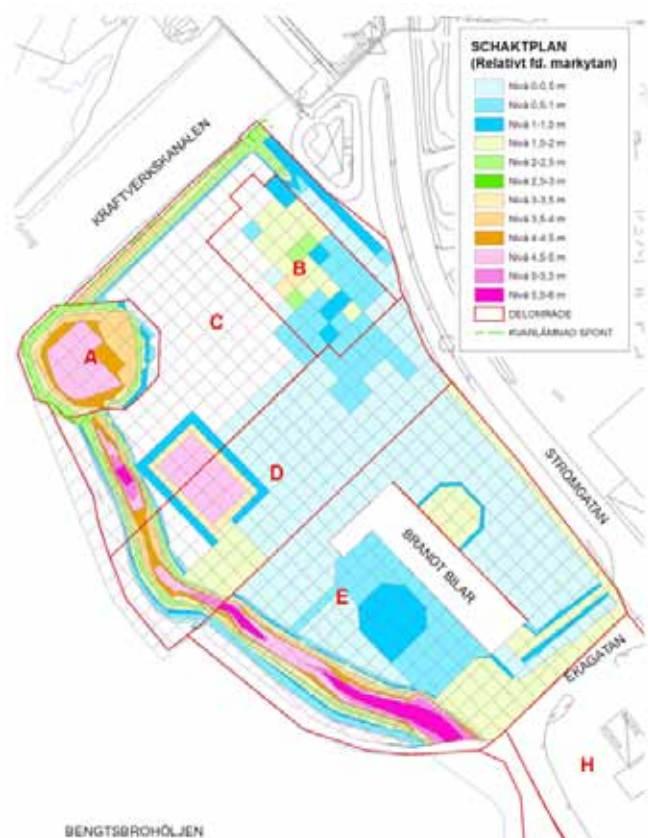
Ett rimligt sätt att beräkna reduktionen av källtermen kvicksilver är att välja mittpunkten i det beräknade intervallet för källtermen (6 900 – 15 000 kg) och mittpunkten för det beräknade intervallet för hur mycket kvicksilver som har tagits bort och

omhändertagits baserat på Sakabs uppgifter (7 200 – 12 000 kg). Detta beräkningssätt ger att källtermen kvicksilver har reducerats med 88 %, att jämföra med det uppställda målet på 90 %. Det finns skäl att anta källtermen kvicksilver var närmare 6 900 än 15 000 kg (se ovan) och även att den borttagna mängden var närmare 12 000 än 7 200 kg, det senare för att Sakab mätte kvicksilverinnehållet i de olika kategorierna massor (Figur 7.20) företrädesvis med XRF. Således är det en rimlig slutsats att målsättningen att 90 % av källtermen kvicksilver på EKA-området skulle avlägsnas är uppfylld. Dock framgår av ovanstående genomgång att osäkerheten är stor i beräkningarna av både källtermen och

### 9.1.2. Dioxin

För dioxin uppställdes inget mål för reduktion av källterm. På grund av detta och för att dioxinanalyser är dyra togs färre prover för dioxin- än för kvicksilveranalys, endast 120 stycken och företrädesvis från nivån 0 – 1 m (n = 75). Resterande prover togs nästan utelutande från nivå 1 – 2 m och inga prov togs under nivån 3 m. Källtermen beräknades liksom för kvicksilver med metoden IDW. Beräkningen gav att källtermen dioxin var 520 g TEQ. Av denna mängd beräknades att 336 g TEQ fördes bort med förorenade massor, vilket innebär en reduktion av källtermen med 65 %. Sakabs beräknade att mängden dioxin i de erhållna massorna från EKA-området innehöll 534 – 579 g TEQ (Figur 7.20), vilket indikerar att både källterm och borttagen mängd dioxin tidigare hade underskattats.

Både kvicksilver- och dioxinförekomster på EKA-området förklarades av den elektrokemiska processen i kloralkalifabriken. Metalliskt kvicksilver användes som katodmaterial och dioxin bildades på grafitelektroder som utnyttjades för rening av kvicksilvret i den elektrokemiska omvandlingen av natriumklorid och vatten till klorgas, vätgas och natriumhydroxid. Elektrodslam som dumpades på EKA-tomten innehöll därför höga halter av både kvicksilver och dioxin. Följaktligen borde kvicksilver och dioxin förekomma på samma platser. Detta visade sig bara delvis vara fallet, troligen på grund av att flera verksamheter på området var källor till dioxin. Antagandet stöds av att dioxinet uppvisade olika kongenmönster på olika delar av området. Höga halter av både kvicksilver och dioxin förelåg på två av de tre platser där kvicksilverhalterna var som högst: "Udden" och "Stenkistan". Från dessa platser borde den procentuella reduktionen av mängden dioxin ha varit ungefär den samma som för kvicksilver. På "Fabriksområdet" var kvicksilverhalterna de högsta på EKA-området, samtidigt som dioxinhalterna generellt sett var lägre än på "Udden" och i "Stenkistan". Höga dioxinhalter fanns dessutom på en del platser (Brandt-området) där kvicksilverhalterna inte var särskilt höga. Även vid dessa platser utfördes schaktning, men inte djupare ner än 2 m (Figur 9.2). Således är det rimligt att anta att den procentuella reduktionen av källtermen dioxin var något lägre än den för kvicksilver.



Figur 9.2: Utförd schaktning med schaktningsdjup för olika delar av EKA-tomten. A: "Udden", B: Fabriksområdet D: "Stenkistan" E: Brandtsområdet

borttagen mängd kvicksilver.

Från de tre identifierade delområdena med högst kvicksilverförekomst ("Udden" (A-området), "Fabriksområdet" (B-området) och "Stenkistan" (C/D-området) avlägsnades så mycket förorenade massor som var möjligt genom grävarbeten utan att riskera ras och spridning av föroreningar (Figur 9.2). Dessa områden var dessutom belägna på platser från vilka risken för spridning av kvicksilver och andra föroreningar var stor. Det är tveksamt om ökad schaktning på övriga platser med lägre kvicksilverhalter hade lett till signifikant mindre framtida spridning av kvicksilver från området.

Tabell 9.1 Olika beräkningar av spridningen av kvicksilver, metylkvicksilver och dioxin från EKA-området till Bengtsbrohöljens vattenmassa (BBH) före åtgärd

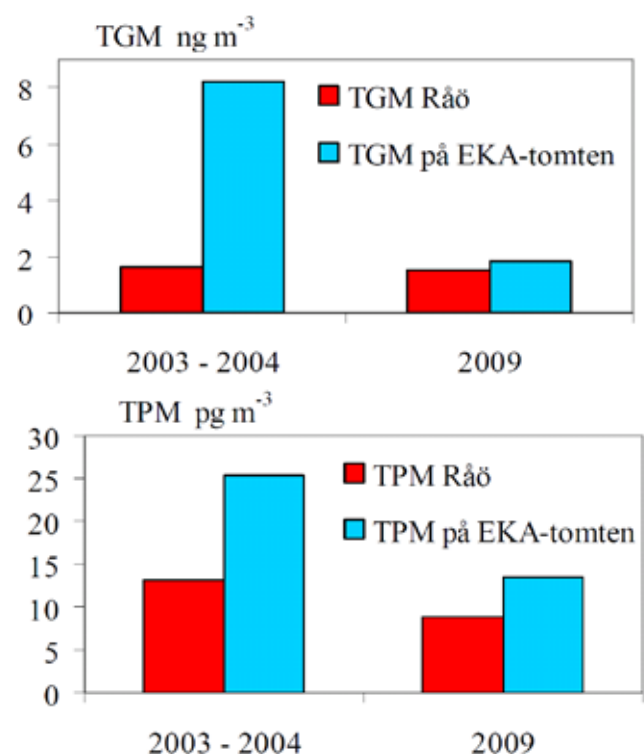
Beräkning utförd i	Typ av beräkning	Kvicksilver från EKA till BBH		Metyl kvicksilver från EKA till BBH		Dioxin från EKA till BBH	
		g/år	% av all tillförsel	g/år	% av all tillförsel	g TEQ/år	% av all tillförsel
EKA rapport 2012:2	Sedimentprofiler BBH	< 500				< 0.02	
EKA rapport 2012:2	Massbalans	340 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	0.2	0.25	0.016 <sup>a*</sup>	71 <sup>a*</sup>
Elert och Fanger 2001	Mätningar på EKA	200 <sup>b</sup>	20			0.03 <sup>b</sup>	42
EKA rapport 2002:3	Mätningar på EKA	400				0.006 <sup>c</sup>	
EKA rapport 2002:3	Mätningar i BBH	550 <sup>d</sup>					

a) Enbart partikelbundet. Värdena är beräknade genom att balansera budgeten för BBH. I värdet ingår även eventuell resuspension från Bengtsbrohöljens sediment. b) Tidigare beräknade värden baserade på mätningar på EKA-området. c) Sundberg et al. (2003) angav att värdet skulle kunna vara 5 – 10 gånger högre. d) Värde baserat på nettoutlöde från Bengtsbrohöljen + ackumulation i sediment. \* Beräkning baserad på massbalans för kongenen 2,3,7,8-TCDF

## 9.2. Spridningsreduktioner av kvicksilver och dioxin

Försök har gjorts att beräkna spridningsreduktion baserade på mätningar i grundvatten och luft på EKA-området före och efter åtgärd. Man har även försökt att jämföra halter i vatten uppströms EKA-området med halter i vatten i Bengtsbrohöljens utlopp före och efter åtgärd. Båda dessa angreppssätt försvaras av stora haltvariationer i tid och rum. En viktig spridningsprocess som är ytterst svår att kvantifiera genom direktmätningar är erosion och export av partiklar från strandlinjen. Olika beräkningar av spridningen före åtgärd av kvicksilver och dioxin från EKA-området till Bengtsbrohöljen har emellertid utförts, bland annat för partikelbundet kvicksilver och dioxin (Tabell 9.1). Problemet är att det utifrån befintlig data inte gick att särskilja spridningen av partikelbundna föroreningar från EKA-området från resuspension av föroreningar från sediment i Bengtsbrohöljen.

Halter i vatten påverkas av flöden, vattenstånd och temperatur, medan halter i luft påverkas av vind, luftfuktighet och temperatur. En förändring i förorenings-spridningen med grundvatten vore svår att fastställa även om de uppmätta halterna väl representerade situationen före respektive efter åtgärd, eftersom halter är svåra att tillskriva olika grundvattenflöden. Dessutom kan kvicksilver och dioxin fastläggas eller tillföras innan grundvattnet når ytvattnet. Försöken att beräkna hur spridningen av kvicksilver och dioxin från EKA-området har förändrats utifrån mätningar i grundvatten och luft samt mätningar i Bengtsbrohöljens in- och utflöden bedöms därför som så osäkra att de inte refereras till här. Beträffande kvicksilver i luft indikerar dock mätningar före och efter åtgärd att halterna



Figur 9.3: Medelhalter av gasformigt kvicksilver (TGM) och partikelbundet kvicksilver (TPM) i luft på EKA-tomten och på en referenslokal före (2003-2004) och efter åtgärd (2009)

sjunkit ner till bakgrunds nivåer (Figur 9.3).

Ett möjligt sätt att komma fram till hur mycket spridningen av kvicksilver och dioxin har reducerats utöver de beräknade procentuella reduktionerna av källtermerna är att i bedömningarna väga in effekterna av främst installerade horisontella och vertikala barriärer, ändrade grundvattenflöden samt reduktionen av metalliskt kvicksilver när det gäller kvicksilverspridningen. Nedan beskrivs hur spridningsreduktionerna har beräknats utifrån dessa utgångspunkter och vilka resultat beräkningarna har lett till.

## 9.2.1 Beräkningar av spridningsreduktioner

Reduktionen av spridningen i procent ges av uttrycket

$$\{1 - [(Källterm_{\text{efter}}/Källterm_{\text{före}}) \times (k_{\text{efter}}/k_{\text{före}})]\} \times 100$$

där  $k_{\text{före}}$  och  $k_{\text{efter}}$  är de övergripande spridningshastigheterna för källtermerna före respektive efter åtgärd.

Eftersom  $Källterm_{\text{efter}}/Källterm_{\text{före}}$  för Hg har bedömts till 0,1 (reduktion av källtermen med 90 %) behövs således bara att  $k_{\text{efter}}$  inte är större än  $k_{\text{före}}$  för att kravet om en reduktion av Hg-spridningen på minst 90 % skall vara uppfyllt. Reduktionen av källtermen dioxin var troligen mindre än den för kvicksilver: ca 65 % enligt EKA rapport 2012:1. Om vi utgår från denna procentsiffra krävs att  $k_{\text{efter}}/k_{\text{före}} < 0.43$  (motsvarande en minskning av spridningshastigheten med minst 57 %) för att kravet om en reduktion av dioxinspridningen med 85 % eller mer skall vara uppfyllt.

Det mest kritiska scenariot är extrema flöden och översvämningar av EKA-området som leder till omfattande erosion och utlakning av föroreningar. Under sådana förhållanden är det av stor vikt att horisontella och vertikala barriärer har installerats i form av förbättrade erosionsskydd, partikelfilter längs strandlinjen innanför erosionsskydden samt horisontella tätskikt med ovanpåliggande skyddsskikt. Helt klart har både kvicksilvrets och dioxinets spridningsbenägenhet minskat till följd av dessa åtgärder. Detta gäller även för mer normala förhållanden under vilka spridningen sker i mindre dramatisk omfattning genom erosion längs strandlinje och grundvattenutflöden, samt för kvicksilver även genom förångning av metalliskt kvicksilver.

Värdena i Tabell 9.1 indikerar att spridningen av både kvicksilver och dioxin till Bengtsbrohöljen

sker främst i partikelbunden form. För dioxin överensstämmer detta med iakttagelsen att en övervägande del av dioxinet i de av Sakab omhändertagna massorna var associerat med mycket beständiga grafitpartiklar. Kolonnförsök med filtermaterial har visat att halterna av olika dioxinkongenerer i förorenat grundvatten från EKA minskade med mellan 55 och 94 % vid passage genom kolonnerna. Därmed är det rimligt att anta att de installerade barriärerna mot spridning, och då främst partikelfiltret längs strandlinjen och det förstärkta erosionsskyddet utanför, har minskat spridningen av dioxin från EKA-området med minst så mycket som krävs för att uppnå en reduktion av spridningen med 85 %. Till dessa effekter skall läggas effekterna av borttagning/injektering av ledningar och ledningsbäddar och det faktum att även andra kanaliserade flöden (exempelvis orsakade av sprängsten) har eliminerats genom anläggningen av partikelfiltret. Även för kvicksilver har rimligen partikelfiltret och de förstärkta erosionsskydden minskat spridningsbenägenheten avsevärt.

Modelleringar har utförts av grundvattenflöden från EKA-området samt genom separata delar av området före och efter åtgärder. I Tabell 9.2 anges dessa flöden samt de delar av dessa flöden som rinner/rann ut i Kraftverkskanalen/Bengtsbrohöljen.

Totalt sett har grundvattenutflödena från EKA-området minskat med ca 16 %, vilket till stor del beror på minskad infiltration. Infiltrationen (grundvattenbildningen) har emellertid minskat betydligt mer än med 16 %, medan inströmningen från en underliggande akvefär har ökat. Grundvattenflödena till Kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen har emellertid ökat marginellt. För Brandtområdet där troligen huvuddelen av kvarlämnat dioxin ligger har grundvattenutflödet till Bengtsbrohöljen minskat, vilket talar för en minskad snarare än en ökad spridningsbenägenhet för dioxin som en följd av

Tabell 9.2: Modellberäknade grundvattenutflöden från indikerade områden före och efter åtgärderna på EKA-området, samt de delar av dessa flöden till Kraftverkskanalen/Bengtbrohöljen anges också

Område	Totalt utflöde (m <sup>3</sup> /år)		Utflöde (m <sup>3</sup> /år) till Kraftverkskanalen/BBH	
	Före	Efter	Före	Efter
Hela EKA-området	14040	11810	10660	10770
EKA-tomten	9830	10170	8300	9220
Brandt	4850	2120	2360	1550
Udden	480	1130	300	300
Fabriksområdet	830	740	230	0*

\* Inget utflöde på grund av sponten längs kraftverkskanalen

förändringarna i grundvattenflöden.

Således bör åtgärderna på EKA-området sammantaget ha lett till en minskad spridningsbenägenhet hos det kvarlämnade dioxinet som är tillräcklig för att uppfylla målet att spridningen av dioxin minskas med 80 %.

Metalliskt kvicksilver har betydelse inte enbart för kvicksilveravgång till luft, utan även för kvicksilverhalterna i grundvatten. Hur grundvattnet flödar i förhållande till förekomsterna av metalliskt kvicksilver är en faktor som kan ha stor inverkan på kvicksilverspridningen (se nedan).

De högsta halterna av löst kvicksilver som har uppmätts i grundvatten på EKA-området (i storleksordningen 10 µg/L) har varit inom och i närheten av fabriksområdet där stora mängder metalliskt kvicksilver förekom. Dessa höga halter kan troligen förklaras av att metalliskt kvicksilver lätt oxideras på ytan och att det oxiderade kvicksilvret sedan lätt löser sig i vatten. Det hålls sedan i lösning genom att det komplexbinds av lösta och kolloidala ämnen i vattnet. Oxiderat kvicksilver som sedan länge funnits i marken är mer hårt bundet och därmed mindre rörligt än oxiderat kvicksilver som nyligen bildats på ytan av metalliskt kvicksilver. Dessutom kan metalliskt kvicksilver lösa sig direkt i vatten utan föregående oxidation och teoretiskt ge upphov till kvicksilverhalter på upp till 50 µg/L. Följaktligen är det av vikt i vilken utsträckning mängden metalliskt kvicksilver har reducerats. Några säkra uppgifter om detta finns inte, men man kan konstatera att den mest omfattande schaktningen utfördes inom de tre områden där metalliskt kvicksilver upptäcktes (Figurerna 9.1 och 9.2). Dessutom indikerar luftmätningarna att mängden metalliskt kvicksilver har reducerats avsevärt (Figur 9.3). Halterna av gasformigt kvicksilver kan emellertid ha sjunkit även som ett resultat av anlagda horisontella tätskikt. Grundvattenutflödet till Kraftverkskanalen från "Fabriksområdet" har eliminerats till följd av spontningen. Även det totala utflödet av grundvatten från "Fabriksområdet" har minskat. Detta talar för en minskad rörlighet för det kvarlämnade kvicksilvret till följd av förändringarna i grundvattenflöden, eftersom huvuddelen av kvarlämnat metalliskt kvicksilver troligen ligger inom "Fabriksområdet". Sammantaget förefaller det rimligt att anta att mängden metalliskt kvicksilver har reducerats i högre grad än totalmängden kvicksilver. Detta, tillsammans med minskad grundvattenutströmning från "Fabriksområdet" bör ha lett till att det kvarlämnade kvicksilvret har lägre spridningsbenägenhet än den ursprungliga källtermen kvicksilver, och därför följaktligen till att spridningen av kvicksilver

har minskat med mer än 90 %.

För metylkvicksilver finns inte tillräckligt mycket data för att kunna göra någon realistisk bedömning av spridningsförändringen. Dock gäller att spridningen av metylkvicksilver från EKA-området var ringa redan före åtgärderna (Tabell 9.1). Detta förklaras av att den totala metyleringspotentialen var liten i förhållande till den stora mängden kvicksilver som fanns på området. Vad som talar för att kvicksilvermetyleringen har minskat är att metalliskt kvicksilver har tagits bort. Det är nämligen oxidation av kvicksilver på ytan av metalliskt kvicksilver som troligen leder till uppkomst av kvicksilverföreningar som kan metyleras både abiotiskt och av mikroorganismer.

### 9.3. Slutsatser

- Källtermen kvicksilver har genom schaktningen på EKA-området minskat med ca 90 %.
- Metalliskt kvicksilver, som är mer spridningsbenäget än markbundet oxiderat kvicksilver, har reducerats procentuellt sett mer än den totala mängden kvicksilver.
- Källtermen dioxin har reducerats i något mindre grad än källtermen kvicksilver.
- Ändrade grundvattenflöden och installation av vertikala och horisontella barriärer har tillsammans inneburit en lägre spridningsbenägenhet för både kvicksilver och dioxin.
- Sammantaget har man genom åtgärderna på EKA-området uppnått målen med en 90 % reduktion av källtermen kvicksilver och en reduktion av spridningen av kvicksilver och dioxin från området med 90 respektive 85 %.

# Ekonomi

Agneta Källberg & Fredrik Hansson, Empirikon Konsult AB



## 10.1 Utgångspunkter för projektets ekonomi- och tidsredovisning

Projektets ekonomiska slutredovisning grundar sig på aktuell kvalitetsmanual daterad 2014-06-30.

Den administrativa hanteringen har skett med utgångspunkt från de ekonomirutiner som implementerats vid projektstart och som finns dokumenterade i projektets rutiner. Data som hanterats i redovisningen har som syfte att tillgodose de krav och önskemål om innehåll som finansiären kräver enligt bidragsvillkor, och är samtidigt viktig för projektets planering och uppföljning.

Redovisning av intäkter, kostnader och nedlagd tid i EKA-projektet har integrerats i kommunens redovisning i det befintliga kommunala datasystemet med kodning genom projektkonton i kommunens ekonomisystem, nedan kallade verksamheter, samt aktiviteter för projektets uppföljning. En verksamhet inom projektet utgör en funktion som består av upphandlade tjänster och kommunens personal, t ex juridiskt stöd, projekteringsjänster och miljökontroll.

Aktivitetskoderna avspeglar vad för typ av arbete som utförts oavsett verksamhet. Exempel på aktiviteter är konsult, entreprenadarbete och provtagning.

## 10.2 Omfattning

Kostnads- och tidsredovisningen omfattar hela åtgärdsdelen av EKA-projektet, samt arbeten med kompletterande utredningar och projekteringsarbeten. Projektet initierades hösten 2001 av Bengtsfors kommun, bemannades 2002 och omfattar perioden fram till och med 2015.

Under 2015 har åtgärdsfas i marginell omfattning löpt parallellt med nästa skede, den efterföljande miljökontrollen.

Kostnader för den efterföljande miljökontrollen som uppkommit under året har särredovisats, och kommer att redovisas mot beslutade bidrag för avsett arbete. Bokförd kostnad för efterföljande miljökontroll uppgår till 305 940 kr per 31/12 2015 och ingår inte i redovisningen för projektet.

Nedlagda kostnader före 2001 redovisas inte inom ramen för detta bidrag.

Viktigt att ta hänsyn till, för att kunna använda siffrorna i jämförelser, är de poster som av olika anledningar är svåra att härleda till endast en typ av aktivitet. Exempel på det är en konsult som utför provtagning och kan redovisas både som konsult och som provtagning. Vår redovisning visar diagram och utfall med förklaring av innehållet.

## 10.3 Finansiering

### 10.3.1 Finansiering och erhållna bidrag

Projektet är huvudsakligen statligt finansierat. Naturvårdsverket har bidragit med 287,8 Mkr till EKA-projektets åtgärdsfas från 2002 till och med 2015. Tillsammans med kommunens egeninsats, 2,5 Mkr, har EKA-projektet en intäkt om totalt 290,3 Mkr.

Tabell 10.1: Erhållna bidrag i kr över tiden från 2002 till och med 2015

EKA - Bengtsfors			
	Erhållna bidrag	Egen insats	Summa året
År 2002	5 313 625	565 530	5 879 155
År 2003	15 440 000	474 740	15 914 740
År 2004	13 500 681	590 476	14 091 157
År 2005	14 041 190	630 798	14 671 988
År 2006	27 785 612	238 456	28 024 068
År 2007	44 366 234	-	44 366 234
År 2008	107 265 942	-	107 265 942
År 2009	14 300 000	-	14 300 000
År 2010	10 500 000	-	10 500 000
År 2011	25 800 000	-	25 800 000
År 2012	-	-	-
År 2013	2 990 000	-	2 990 000
År 2014	5 909 315	-	5 909 315
År 2015, kvartal 4	550 000	-	550 000
<b>Totalt erhållna bidrag</b>	<b>287 762 599</b>	<b>2 500 000</b>	<b>290 262 599</b>

Bengtsfors kommun har rekviderat 1 000 000 kr för att täcka de kostnader som beräknats för sista kvartalet 2015. Av dessa medel är 550 000 kr vikta för projektets avslutande rapportering m.m. i åtgärdsfas, och resterande medel för den efterföljande miljökontrollen.

#### 10.4 Kostnader för efterbehandling projektet

EKA-projektet har, perioden 2001-2015, förbrukat 290,3 Mkr. Kostnaderna är fördelade mellan följande funktioner/verksamheter:

Kostnader för den efterföljande miljökontrollen åren 2015 till 2020 beräknas uppgå till 6,2 Mkr. EKA-projektets kostnad totalt beräknas uppgå till ca 296 Mkr.

Inom varje summa, verksamhet, återfinns deltjänster som ingår för en mer detaljerad kostnadsmissig uppföljning mot kalkyl och för rapportering till bidragsgivaren. Här framgår exempelvis hur kostnaderna för entreprenader är fördelade mellan de olika delentreprenaderna, samt hur stor del av de juridiska kostnaderna som avser ersättningar enligt avtal med markägare etc.

Tabell 10.2: Utfall per funktion/verksamhet

EKA - Bengtsfors		
Åtgärder för avhjälpande av föroreningsskador	2001 - 2015 summa utfall	%
Summa projektledning	31 903 401	10,99%
Summa projektering	13 964 678	4,81%
Summa miljökontroll	25 351 951	8,73%
Summa juridik	10 333 453	3,56%
Summa entreprenader inkl byggledning	194 169 097	66,89%
Summa erfarenhetsåterföring	1 316 237	0,45%
Summa utredningar	13 241 584	4,56%
<b>SUMMA TOTALT</b>	<b>290 280 400</b>	

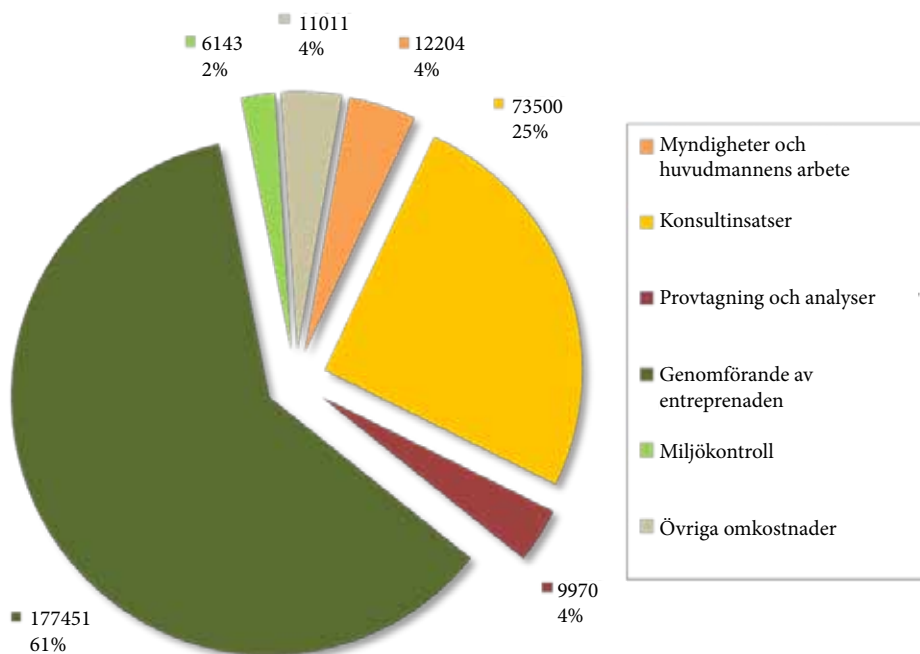
Tabell 10.3: Utfall och prognos per deltjänst

<b>EKA - Bengtsfors</b>		<b>2001 - 2015</b>
<b>Åtgärder för avhjälpande av föroreningskador</b>		<b>summa utfall</b>
<b>Projektledning</b>		
8811	Projektledning	21 340 985
8813	Möten, ekonomi och adm huvudmannen, konsultinsats	4 516 335
8814	Upphandlingar	3 559 964
8815	Information huvudmannen, konsultinsats, rapporter	2 486 117
<b>Summa projektledning</b>		<b>31 903 401</b>
<b>Projektering</b>		
8821	Projekteringsledning konsultinsats	395 180
8822	Undersökningar (förprojektering, projektering inkl undersökning klassificering)	5 491 747
8823	Förprojektering konsultinsats	1 002 638
8824	Detaljprojektering	5 687 919
8825	Revideringar m.m. konsultinsats	1 387 194
<b>Summa projektering</b>		<b>13 964 678</b>
<b>Miljökontroll</b>		
8831	Planering och ledning	4 956 648
8832	Referensundersökningar /recipientundersökningar 2001 ingår	5 245 623
8835	Analyskostnader referensundersökningar	2 757 845
8833	Miljökontroll under entreprenad	4 433 771
8836	Analyskostnader miljökontroll	1 576 440
8834	Efterföljande miljökontroll	4 908 929
8837	Analyskostnader efterföljande miljökontroll	1 472 696
<b>Summa miljökontroll</b>		<b>25 351 951</b>
<b>Juridik</b>		
8841	Ersättningar	6 758 000
8842	Ombudskostnader miljöprovning, tillstånd, tillträde till mark	3 575 453
<b>Summa juridik</b>		<b>10 333 453</b>
<b>Entreprenader, genomförande</b>		
8851	Bygglledning, arbetsmiljö, egenkontrollprogram inkl entr. förberedelse	11 442 384
8858	ENTREPRENAD O	319 836
8852	ENTREPRENAD A	12 087 011
8853	ENTREPRENAD B	5 741 668
8854	ENTREPRENAD C	383 563
8855	ENTREPRENAD D	77 836 162
8856	ENTREPRENAD E	81 244 614
8857	Kontroller, provningar och besiktningar	4 550 347
8861-8862	Entreprenader övrigt; omhändertagande av tunnor	563 511
<b>Summa entreprenader inkl bygglledning</b>		<b>194 169 097</b>
<b>Erfarenhetsrapport./kunskapsuppbygg/slutrapport</b>		
8871	Erfarenhetsrapport inkl tryck	1 189 209
8872	Slutrapport inkl tryck	127 029
<b>Summa erfarenhetsåterföring</b>		<b>1 316 237</b>
<b>Utredning</b>		
	Förstudie	-
	Huvudstudie konsultinsats	-
8881	Huvudstudie - komplettering konsultinsats	6 741 249
8882	Utredningar - entreprenadetapper konsultinsats, projektstöd	3 772 704
8883	Verifiering av måluppfyllelse, dräneringsledning	2 727 630
<b>Summa utredningar</b>		<b>13 241 584</b>
<b>SUMMA TOTALT</b>		<b>290 280 400</b>

#### 10.4.1 Kostnader per aktivitet

I projektet redovisas även kostnader som styrs av aktivitet. EKA-projektet har 6 olika aktiviteter som oberoende av verksamhet fördelats utifrån vilken aktivitet som utförts. Exempel på aktiviteter är konsultinsatser samt arbete utfört av myndigheter och huvudmannen.

## Förbrukade medel (kr) fördelade per aktivitet



Figur 10.1: Kostnader i kr och % per aktivitet

För huvudmannen och konsulter står nästan uteslutande kostnaderna i direkt relation till antal nedlagda timmar. För övriga aktiviteter avser kostnaderna både nedlagd tid och andra kostnader utan någon koppling till tid, exempelvis analyser och mängdreglering inom entreprenaderna, som istället regleras med hjälp av å-priser.

### 10.4.2 Kostnader för huvudmannen

Bengtsfors kommun har bidragit till saneringsprojektet med en egen insats om 2.500.000 kr som erlagts som värde av egen tid. Summan hade upparbetats i mitten av 2006.

Huvudmannens arbete kan till största delen räknas som projektledningsresurs inom ledning, ekonomi- och administration samt information. 86% av huvudmannens kostnader, miljökontrollen exkluderad, återfinns inom projektledningsfunktionen.

Under projektets återställningsskede, 2009-2010, kunde Bengtsfors kommun nyttja resurser i AME-åtgärd. Kostnad för detta uppgick till ca 899 000 kr, vilket motsvarar ca 7,5% av huvudmannens kostnader. Kostnaderna för tjänsten ingår i funktionen Entreprenadkostnader.

Cirkeldiagrammet till vänster redovisar resursåtgång i tusentals kronor i förhållande till totalt redovisad medelsförbrukning i EKA-projektet under 2001-2015.

Som diagrammet visar utgörs de största kostnadsposterna av konsult- och entreprenadkostnader som tillsammans utgör hela 86% av den totala projektkostnaden.

Kostnad för miljökontroll ingår även inom aktiviteterna konsultinsatser, provtagning och analyser och redovisas mer korrekt i kontona för miljökontroll.

Resterade del av huvudmannens och myndigheternas arbete i åtgärd motsvarar främst kostnader för myndigheternas nedlagda tid inom övriga verksamheter, särskilt omkostnader för utredningar, undersökningar och tillståndsärenden.

Bengtsfors kommun har förutom funktionen som huvudman även tillhandahållit stor del av miljökontrollresursen inom projektet, dels mellan 2002 och oktober 2008, och dels med början under 2014 för den del av den efterföljande miljökontrollen som påbörjades då.

### 10.4.3 Konsultkostnader

Konsulttjänsterna avser:

- projektledning utom kommunens arbete inom projektledning,
- projektering med inriktning på tekniska undersökningar och dokumentation,
- miljöstyrning under hela projekttiden, samt miljökontrollstöd tom oktober 2008 - därefter fullständig kontrollfunktion fr.o.m. slutet av 2008 till 2014,
- juridiska tjänster
- projektets byggledning inom entreprenaden och besiktningssuppdrag samt
- kompletterande utredningar, målverifiering och kunskapsuppbyggnad m.m.

Konsultinsatser förekommer inom alla verksamheter, men mest frekvent inom projektledning samt inom miljökontroll och entreprenadstöd. Nedan redovisas kostnadsfördelningen i tusentals kronor mellan de fyra mest resurskrävande verksamheterna:

Projektledning;	25 303 (34,5%)
Ledning, ekonomi, information mm*	
Miljökontroll;	13 232 (18,0%)
Ledning, referensundersökningar, miljökontroll mm	
Entreprenader;	12 932 (17,6%)
Byggledning, kontroll, besiktning	
Projektering;	10 218 (13,9%)
Ledning, undersökningar, projektering mm	

Övriga verksamheter står tillsammans för resterande del av ca 16% av konsultkostnaderna.

\*) 5,1 Mkr av projektledningskostnaderna (20,3%) består av utredningskostnader.

### 10.4.4 Entreprenadkostnader

Kostnad för efterbehandlingsentreprenaderna är i kontoplanen uppdelade mellan olika verksamheter, d.v.s. de olika delentreprenaderna m.m. Nedan redovisas kostnadsfördelningen i tusentals kronor där emellan:

Förberedelser, rivningar rena byggnader m.m.....	1521 (0,8%)
- Entreprenad A; Sanering och rivning av byggnader .....	12 087 (6,2%)
- Entreprenad B; Anläggande av tätspont .....	5 742 (2,9%)
- Entreprenad C; Anläggande av grundvattenskarande dränering ...	384 (0,2%)
- Entreprenad D; Åtgärdsentreprenaden .....	77 836 (40,1%)
- Entreprenad E; Omhändertagande av farligt avfall .....	81 245 (41,8%)

Under åren 2005-2008 har Bengtsfors kommun tillvaratagit egna resurser för arbetet med miljökontroll, som i kontoplanen fördelats mellan olika ansvarsområden och verksamhetsområden. Arbetet har då bedrivits både före och under efterbehandlingsåtgärd, under ansvarsområde Miljökontroll, samt som en form av entreprenadkontroll, under ansvarsområde Entreprenader. Arbetet har utförts självständigt med stöd och backup av miljö-

ledningskonsult. I november 2008 överlämnas miljökontrollfunktionen till konsulttjänsteföretag och redovisas följaktligen som en aktivitet utförd av en konsult. Siffrorna som visar redovisning av Miljökontroll kan därför inte anses vara representativ för projektet i helhet genom enbart aktivitetsredovisningen utan återges mer korrekt inom utfallsredovisningen och uppföljning mot kalkyl.

## 10.4.5 Övriga kostnader

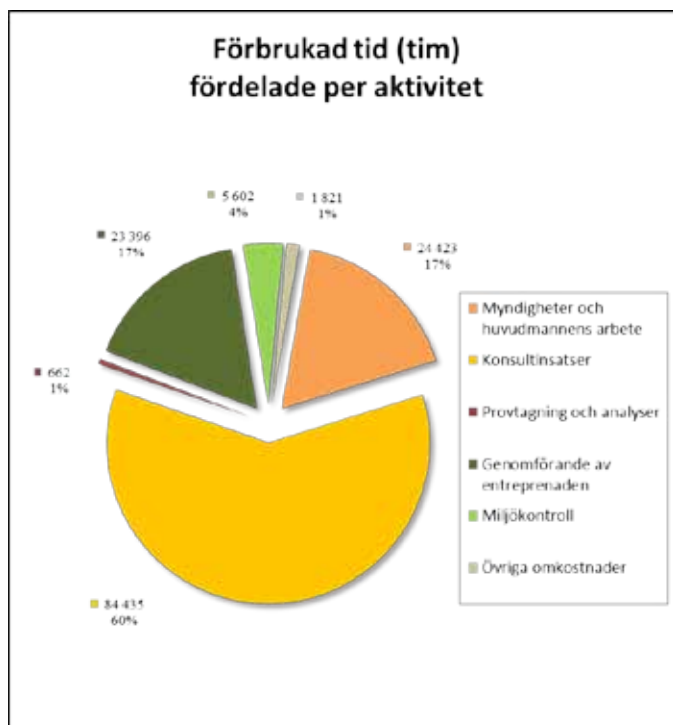
Övriga omkostnader omfattar alla kostnader som inte kan hänföras till någon av de andra aktiviteterna. Av projektets totala övriga kostnader om 11 011 kkr består 58%, motsvarande 6 419 kkr, av kostnader för markersättningar som varit nödvändiga för att kunna genomföra efterbehandlingen. Exempel på övriga kostnader är resekostnader, logi, hälsokontroller och övriga omkostnader, och förekommer inom alla verksamheter inom projektet enligt följande fördelning:

- Entreprenader 1.966 kkr motsvarande (18%)
- Projektledning 1.056 kkr (10%)
- Miljökontroll 1.018 kkr (9%)
- Projektering 409 kkr (4%)
- övriga funktioner 141 kkr (1%)

## 10.5 Tidsåtgång

Tabell 10.4: I tabellen nedan redovisas den totalt nedlagda tiden för genomförande av EKA-projektet.

EKA - Bengtsfors		Ack per 2015-12-31
Åtgärd		
Tid per aktivitet, timmar		
Myndigheter och huvudmannens arbete för förberedelse, ledning och uppföljning/ utvärdering m.m.		24 423
Konsultinsatser		84 435
Provtagning och analyser		662
Genomförande av entreprenaden		23 396
Miljökontroll		5 602
Övrigt		1 821
<b>SUMMA</b>		<b>140 339</b>



Cirkeldiagrammet till vänster redovisar resursåtgång i timmar i förhållande till totalt redovisad tid i EKA-projektets åtgärdsfas, 2001- 2015.

Som diagrammet visar utgör konsulternas arbetade tid hela 60% av projektets totala tidsåtgång.

Av dessa aktiviteter har myndighet/huvudman, konsulter och entreprenör löpande lämnat uppgift om tidsåtgång.

Figur 10.2: åtgång i tid per aktivitet

### 10.5.1 Tidsåtgång för huvudmannen

Omkring 21 000 timmar, motsvarande ca 86% av huvudmannens arbete i tid har producerats inom ledning, ekonomi och administration samt informationsarbete.

Ytterligare 2 900 timmar, ca 12%, av arbetet har huvudmannen producerat inom entreprenadfunktionen, där resurser i AME-åtgärd kunde nyttjas för områdets återställningsskede, 2009-2010.

Kommunen har förutom ledningsfunktionen även tillhandahållit stor del av miljökontrollresursen inom projektet, dels mellan 2002 och oktober 2008 och dels med början under 2014 för den del av den efterföljande miljökontrollen som påbörjades då.

Kommunens resurs för efterföljande miljökontroll har ännu inte följts upp tidmässigt.

Resterade del, som är en försvinnande liten del motsvarar kostnader för myndigheternas nedlagda tid inom plan- och lantmäteriåtgärder.

### 10.5.2 Konsulttid

Konsultinsatser förekommer inom alla verksamheter, men mest frekvent inom projektledning samt inom miljökontroll och entreprenadstöd. Nedan redovisas nedlagd tid i timmar fördelade mellan de fyra mest resurskrävande aktiviteterna:

- Projektledning; Ledning, ekonomi, information mm	30 739 (36,4%)
- Miljökontroll; Ledning, referensundersökningar, miljökontroll mm	16 203 (19,2%)
- Entreprenader; Byggledning, kontroll, besiktning	14 636 (17,3%)
- Projektering; Ledning, undersökningar, projektering mm	11 561 (13,7%)

Övriga verksamheter står tillsammans för återstående knappt 13% av konsulttid, varav kompletterade utredningar och verifiering av måluppfyllelse står för merparten, 10,8%

### 10.5.3 Entreprenadtid

Tid rapporterad inom aktivitet entreprenad är främst maskintid i den mån den uppgiften framgått av underlagen. Huvuddelen av kostnaden för entreprenaderna består av mängder enligt anbud varför tid för aktiviteter i detta sammanhang inte är helt rättvisande.

### 10.5.4 Förbrukad tid för miljökontroll

Funktionsmässigt har dessa kostnader förts som miljökontroll under hela åtgärdstiden fram t.o.m. 2015, medan tiden enbart registrerats de första tre åren. Från november 2008 och därefter är timmarna redovisade inom gruppen konsultinsatser, i samband med att kommunen inte själv längre hade möjlighet att utföra tjänsten.

## 10.6 Ekonomisk slutredovisning - sammanställning och slutsatser

Rapportering av projektets kostnader ger läsaren en uppfattning om hur resurserna fördelas inom ett projekt, men även i jämförelse med andra liknande projekt. Utfallen bidrar till att bilda statistik som i ett större perspektiv kan användas för rimlighetsjämförelser och erfarenheter i form av nyckeltal m.m.

För styrning av ett saneringsprojekt är kostnadsuppföljningen inom projektets olika verksamheter av stor vikt. Kalkylen har av praktiska skäl samma struktur som kontoplanen på verksamhetsnivå, vilket även möjliggör utfallsrapportering mot aktuell budget på samma nivå.

Trots bristen på exakta uppgifter om nedlagd tid för kommunens egna resurser för miljökontroll kan man dra en viktig slutsats – att genom möjliggöra användning av interna kompetenser till så stor del har projektets slutkostnad för ansvarsområdet hamnat betydligt lägre än om man hade behövt använda konsulter till tjänsten.

Sammanfattning:

- konsultkostnaderna är förhållandevis jämnt fördelade över tiden och varierar endast delvis i relation till det arbete som läggs ned, en miniminivå måste upprätthållas i projektet oavsett hur aktivt projektet är
- projektets genomförandetid är helt avgörande för den totala kostnaden avseende konsultinsatser
- entreprenadarbetena i projektet svarar för 2/3 av kostnaderna, och som faller ut under en begränsad tid

Vi ser att disposition av nedlagd tid kontra kostnader mellan de olika ansvarsområdena överensstämmer väl mellan ansvarsområdena.

Om man jämför andelar tid och andelar kostnader kan man därför se en omfördelning mellan aktörerna som är ganska intressant, mest synligt inom de två stora blocken; konsulter och entreprenader, där konsulterna står för 60% av tiden, men endast 25% av den totala kostnaden och entreprenörerna för 17% av tiden, men 61% av kostnaderna.

Kommunen har bytt kontoplan för verksamhet 3 gånger och aktivitet 2 gånger under projektiden vilket har försvårat uppföljning och erfarenhetsrapportering, det är dock en följd av att projektet genomförts under så lång tid.

## 10.7 Erfarenheter – Arbetade timmar och kostnader

Genom uppföljning av arbetad tid i projektet har en ökad medvetenhet erhållits för hur mycket tid som faktiskt används inom olika delar av projektet samt i vilka faser detta sker. Statistiken bidrar till större förståelse för kostnader och säkrare underlag för framtida kalkyler i form av uppdaterade nyckeltal.

Ett projekt av denna storleksordning upptar en hel del resurser från den politiska ledningen, kommunledningen och förvaltningen. Projektet har såvitt avser beslutsprocesser (inriktning och ramar) och ekonomiredovisning integrerats med kommunens ordinarie verksamhet och har på så sätt kommit att utgöra en integrerad del av Bengtsfors kommun. Att driva ett efterbehandlingsprojekt kräver engagemang och resurser från huvudmannen vilket synliggörs genom projektets redovisning av nedlagd tid. Den kunskap och erfarenhet som kommunen tillgodogjorts under tiden för detta och tidigare genomfört projekt har betydelse för hur kommunen kan komma att se på och engagera sig i nya miljöprojekt på regional nivå samt som referens för andra kommuner som överväger att genomföra liknande miljösaneringar.

### 10.7.1 Projektets styrning kontra finansiärens krav på tid- och ekonomiredovisning

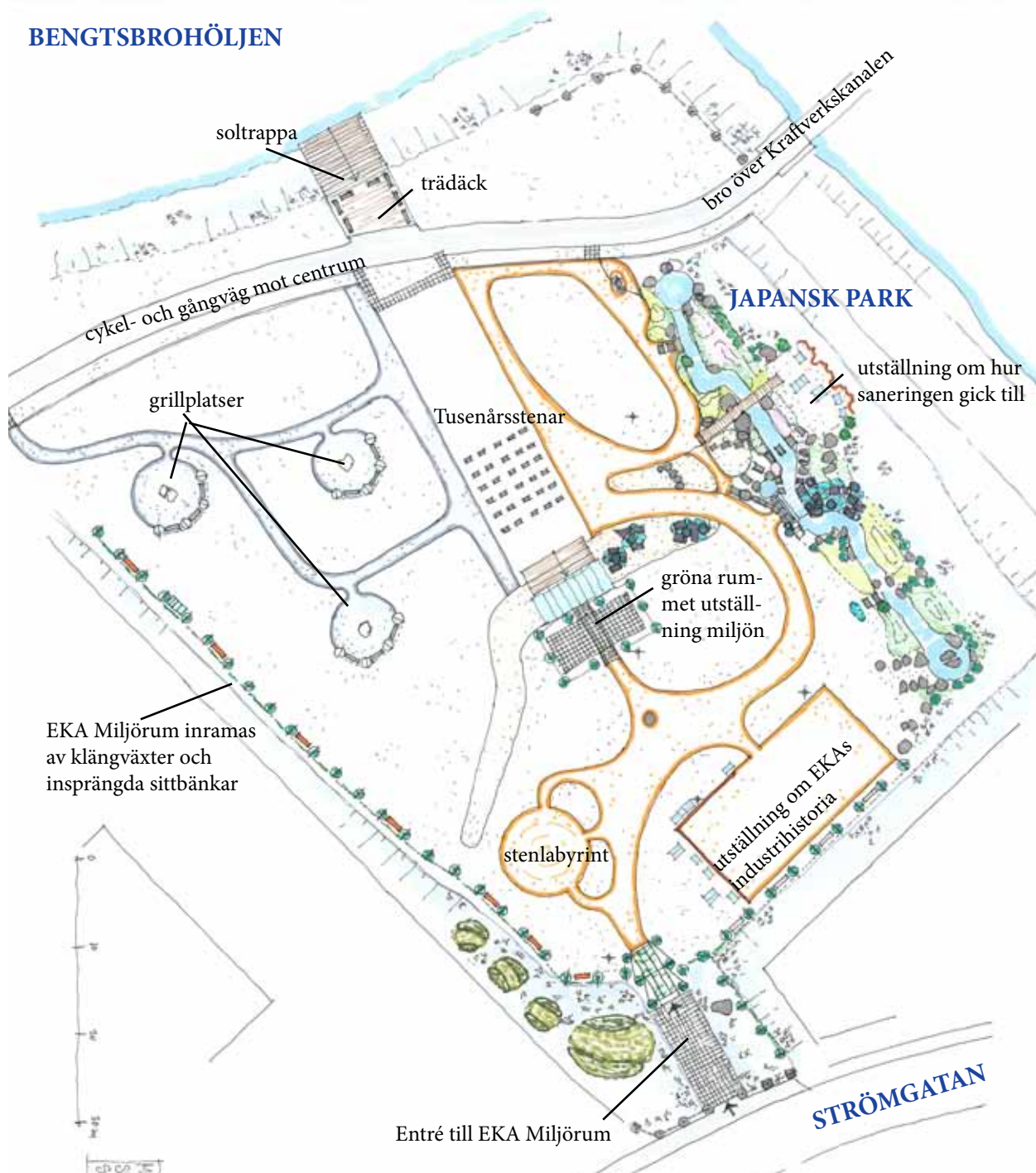
Naturvårdsverkets struktur i kvalitetsmanualen för fördelningen av nedlagd tid och upparbetade kostnader stämmer inte direkt överens med projektets behov av system för styrning. Projektet är unikt designat för att lösa en specifik uppgift. Ett projekt är därför vanligen funktionsindelad i huvudaktiviteter

(t ex projektledning, projektering, miljökontroll, entreprenader osv.) och delaktiviteter inom respektive huvudaktivitet (t ex projektledning kan delas in i ledning, ekonomi, information, upphandling och erfarenhetsåterföring). Projektets behov av planering och uppföljning styr kontoplanens indelning huvudaktiviteter och delaktiviteter.

Den indelning som har valts innebär att t ex huvudmannens nedlagda tid och kostnader redovisas på samma aktivitet som exempelvis konsulter. Att ytterligare i redovisningen särskilja kostnadsarterna huvudmannen och konsulten kräver därför ytterligare en kod i kontoplanen. Det kräver vidare att huvudmannens ekonomisystem klarar av en sådan konstruktion, vilket var fallet i EKA-projektet. Det är vidare en fördel om ekonomisystemet klarar av att redovisa även nedlagd tid; vilket var fallet i projektet. Rent tekniskt utgör detta inget hinder i teorin för de flesta ekonomisystem. I praktiken måste projektets redovisning följa beslutade bidragsvillkor och en anpassning av ekonomisystemens rutiner kan bli för omfattande för ett enstaka projekt. Denna erfarenhet skulle kunna utgöra en förutsättning för omprövning av bidragsvillkoren vad gäller tids- och ekonomirapportering.

# Epilog

## BENGTSBROHÖLJEN



Figur 11.1: Plan över EKA Miljörum i Bengtsfors. Illustration: Boh Tivesten

### 11.1 EKA Miljörum – historien, en del av framtiden

Mycket stora resurser har satsats på saneringen av EKA-området för att undanröja framtida miljöhot. För att säkerställa saneringsresultatet utformas olika typer av administrativa bestämmelser. I det mycket långa perspektivet kommer säkerligen de administrativa regelverken att i grunden förändras. För ett område som har ett centralt och strategiskt läge i en tätort dyker det ofta upp önskemål om förändringar. Risken finns att kunskapen om området i det långa loppet går förlorad. Det fanns där-

för en osäkerhet om vi hittat en långsiktigt hållbar lösning. De fortsatta diskussionerna ledde fram till att det var viktigt att långsiktigt vidmakthålla kunskaperna om området. Detta är det främsta syftet med EKA Miljörum Bengtsfors. På plats finns en permanent utställning om områdets industrihistoria, miljögifter och hur saneringen har genomförts.

Inspirationen till pedagogiken för EKA Miljörum har hämtats från Naturvårdsverkets Naturum-koncept, japanska parken och hållristningarna i Tisselskog. Information finns på hemsidan: [www.ekamiljorum.se](http://www.ekamiljorum.se).

### 11.1.1 Gestaltning av bäckområdet på EKA Miljörum i Bengtsfors

Den 60 meter långa anläggningen är uppbyggd som flera olika avlånga "tittskåp". Tanken är att man ska gå efter ena långsidan och titta in och se lite olika tankar om vad svensk trädgårdskonst kan vara.



Figur 11.2: Översikt av Bäckträdgården i EKA Miljörum. Illustration: Einar Hessman Larsson

Allra längst upp i bäckträdgården är det som torrast och soligast, vattnet springer som en källa ur en sprucken sten, det är där allting börjar. Tittar

man historiskt på vad som varit utgångspunkten för hur många trädgårdar formats så är det just vattendraget som har varit utgångspunkten. Det var också från vattendraget som Einar Hessman Larsson tog sitt avstamp från när han formgav bäckträdgården på EKA Miljörum – det svenska vattendraget, en stilla porlande skogsbäck.

Där det är torrt och soligt trivs malört, kungsmynna, martorn m.fl. Därifrån ser man tvärs över bäcken till ett blått fält av två olika sorters stäppsalia som symboliserar den blommande ängen. Genom det här fältet rinner bäcken som en nordisk skogsbäck. Det torra och soliga rummet övergår i en fuktig skuggig plats omgärdad av lövbuskar.

Ovanför slussen/fallet finns en grund damm. På ena sidan av den bryter en bergsformation igenom bäckområdet och går ut i en vild klippformation där det växer tre olika städsegröna barrväxter. Ska man inspireras av naturen måste man göra det på dess villkor. Naturen är inte tämjbar. Stenarna i det här stråket bryter sig igenom det pastoralala lugnet. Växtligheten har plockats ut i tre olika former. Den upprättstående formen visas med enen. Den kompakta formen illustreras av kubistiska stenar och den runda bolltallen. Bredvid den växer den låga platta krypenen, den är blå för att kontrastera mot den gröna bolltallen.

Barrväxterna står på vänster strandsida av dammen och på den högra sidan finns en lund i miniformat som inramas av buskar i olika höjd och form (liten rönn, häggmispel, olvon). Lundens är tänkt att ge skugga åt perennerna som är en blandning av olika skogsväxter, till exempel slingrande stormhatt, ormbunkar, aklejruta och liljekonvalj.

Går man nedströms bäcken kommer man till nästa rum som är av helt annan karaktär. Det är det deltagande rummet där man inbjuds att känna på vattnet, hoppa på stenarna över bäcken – delta i bäckens färd. Det är en inbjudan till lek. Den delen är inspirerad av Bengtsfors slussar, kanaler och forsar.

I nästa rum kommer den lilla bron över till informationen om saneringen – en tambur över till informationsrummet. Den inramas av stora buskar som skapar en lugn fond för att man ska kunna få ro att gå och titta på utställningen.

I det nedersta rummet är dammen lugn. Där finns det en blandning av växter som tycker om fukt och håller sig nära vattendrag. Dammen för tankarna till den lilla sjön – tjärnen. Runt dammen finns en blandning av perenna blommande växter och ormbunkar. Till den ansluter en lugn och bred bevattningskanal där vattnet flyter stilla fram på en botten av skiffer.



Figur 11.3: EKA Miljörum invigs 3/9 2010

## 11.2 Miljösaneringsprojekt i kommunal regi

Boh Tivesten, Bengtsfors kommun

Saneringen av EKA-området har varit ett mycket omfattande och komplicerat arbete. För en liten kommun som Bengtsfors på knappt 10 000 invånare är det självfallet en stor utmaning att hantera Sveriges då största saneringsprojekt. Projektet ligger långt ifrån vad man normalt hanterar i den kommunala vardagen. Detta leder till en osäkerhet om vilka problem som kan uppstå och hur arbetet bör läggas upp.

För att undvika missförstånd är det viktigt att påpeka att staten och kommunen i grunden har samma mål med saneringen. Från det lokala perspektivet finns dock en rad frågor som är viktiga att belysa.

Kommunledningen har varit mycket uppmärksam på risken att oplanerade kommunala kostnader

skulle kunna uppstå som en följd av projektet. Den kommunala ekonomin kan mycket lätt allvarligt rubbas av sådana oförutsedda kostnader.

Saneringen av EKA-området är en stor händelse i kommunen. Information och dialog med kommuninvånarna har därför varit och är fortfarande en mycket viktig kommunal uppgift. Redan vid de studiebesök kommunen gjorde i andra kommuner innan projektet startade framkom att denna verksamhet är avgörande för hur projektet skall lyckas.

Sett från kommunal synpunkt har projektet varit framgångsrikt. Några större oförutsedda kommunala kostnader har inte uppstått. Information och dialog med kommunmedborgarna har fungerat bra. Kommunal kompetens från bland annat ekonomi-enhet, tekniska området inklusive räddningstjänst, IT-enhet, kommunkansli och arbetsmarknadsenhet har underlättat projektets genomförande. Den pedagogiska japanska parken – EKA Miljörum – har blivit ett positivt tillskott och en del av det offentliga rummet i Bengtsfors tätort.



Figur 11.4: Landshövding Lars Bäckström placerar ett USB-minne med hela projektets dokumentation i en av tusenårsstenarna

Det största kommunala åtagandet återstår dock, nämligen att förvalta den stora investering staten gjort genom att sanera EKA-området. Även om kommunen bidragit med sin kompetens under projektiden finns den samlade kunskapen inom projektet. När kommunen nu skall överta ansvaret måste denna kunskap överföras till den kommunala förvaltningen.

Den framtagna dokumentationen är mycket omfattande. Kommunen har därför lagt ner stor omsorg på att ordna detta material på ett överskådligt och lättillgängligt sätt. Det är också viktigt att skötseln och kontrollen organiseras på ett effektivt och säkert sätt.

Handledning för tillgång och tillämpning av den samlade kunskapen har samlats i ett kommunalt policydokument som antagits av kommunfullmäktige – ”Riktlinjer för tillsyn och skötsel av EKA-området”. För att ytterligare öka tillgängligheten till EKA-material har kommunen startat en ny hemsida – [www.ekamiljorum.se](http://www.ekamiljorum.se).



Figur 11.5: Miljörummet idag

## 12.1 Rapporter i utredningskedet

Följande utredningar rörande miljöproblematiken kring EKA-tomten har utförts i regi av, eller på beställning av Länsstyrelsen Västra Götalands län, tidigare Älvsborgs län samt Bengtsfors kommun:

Henriksson, L., Nyman H. och Oscarsson H. (1984) "Dalslands kanal – en utvärdering av recipientundersökningar 1958-81." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Rapport 1984:4.

Henriksson L., Nyman H. och Oscarsson H. (1986) "Bottenfaunan i Laxsjön och Östebosjön 1984 – Två metallbelastade sjöar i Dalslands kanal." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Rapport 1986:3.

Olsson L. (1991). "Undersökning av örning med leverskador i Bengtsbrohöljen, Upperudsälven." Länsstyrelsen i Älvsborgs län, Miljövårdsenheten. 1991-01-07.

Lång, L-O (1991). "Sedimentundersökning i Dalslands kanal avseende nedlagd industriell verksamhet i Bengtsfors tätort." Dalslands kanals vattenvårdsförbund.

Lång, L-O (1992) "Dioxin i Bengtsbrohöljen – Undersökning av sediment nedströms nedlagd kloralkalifabrik, Bengtsfors tätort." Bengtsfors kommun 1992-04-21.

Bengtsfors Kommun m.fl. (1992). "Virvlar passerararbåtarna upp sediment vid angörning av bryggan i Bengtsbrohöljen?" Länsstyrelsen i Älvsborgs län, Dalslands kanals vattenvårdsförbund, Bengtsfors Kommun. 1992-06-15.

Carlsson B. (1992). "Dioxinförorenade sediment vid Bengtsfors- diskussion kring åtgärder." Terratema AB. 1992-06-15.

Steiner E. och Henriksson-Fejes J.(1992). "Miljögifter i Älvsborgs län. Bakgrundshalter i källsjöar 1991." IVL. Länsstyrelsen i Älvsborgs län, rapport 1992:11.

Olsson L. (1993). "Bengtsbrohöljen- Dalslands kanal. Bakgrund och förslag till kompletterande undersökningar avseende dioxin mm." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Version 1. 1993-03-02.

Hasselrot B. och Carlsson U. (1994). "Sedimentundersökning i Dalslands Sjösystem 1993 - Metaller och PCB." Melica miljökonserter. Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Meddelande 1994:3.

Lindeström L, Sangfors O. "Metaller i abborre från fem källsjöar i Älvsborgs län 1991-94. En utvärdering och underlag för fortsatt övervakning." MiljöForskarGruppen. Länsstyrelsen i Älvsborgs län meddelande 1995:8.

Balk L. et al. (1995). "Investigation of sediment toxicity in the Dalsland channel lake system." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Rapport 1995:13

Anonymous (1996). "Flerårsplan för efterbehandling av förorenad mark i Älvsborgs län 1997-2001." Länsstyrelsen i Älvsborgs län.

Sundberg J. och Hammar M. (1996). "Förorenings-situationen i mark och sediment vid f.d. kloralkalifabriken i Bengtsfors." Terratema AB.

Noaksson E., Tjärnlund U. och Balk L. (1997). "Inledande undersökningar på abborre och örning från Bengtsbrohöljen." Miljö och planerheten, Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Meddelande 1997:12.

Sundberg J et al. (1998). "Bengtsfors-Bengtsbrohöljen, f.d. klor-alkalifabrik. Kompletterande undersökning samt förslag till efterbehandlingsåtgärder." SGI. 1998-06-11.

Grahn, O., Sangfors, O. (2000). "Fiskdöd i Bengtsbrohöljen – en sammanfattning av utförda undersökningar och diskussion kring möjliga orsaker." ÅF-Miljöforskargruppen. 2000-05-16.

Torstensson H., Abrahamsson I. och Jarlman A. (2000). "Upperudsälven 1981-1998. Förändringar av vattenkvalitet och belastningar inom avrinningsområdet samt analysresultat från 1999." Länsstyrelsen Västra Götaland. Rapport 2000:37.

Anonymous (2000). "Efterbehandling av f.d. EKA industriområde samt Bengtsbrohöljen i Bengtsfors Kommun." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Förslag till projektplan. 2000-08-01.

Anonymous (2001). "Efterbehandling av f.d. EKA industriområde samt Bengtsbrohöljen i Bengtsfors Kommun." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. Förslag till projektplan. 2001-06-21.

Anonymous (2000). "Efterbehandling av f.d. EKA industriområde samt Bengtsbrohöljen i Bengtsfors Kommun." Länsstyrelsen i Älvsborgs län. PM avseende nuläge och förslag till handlingsplan. 2000-10-19.

Kemakta Konsult AB (2000). "Biologiska undersökningar." Kemakta Konsult AB. 2000-12-14

Elert M. (2000). "Förslag till undersökningsprogram för förorenade sediment i Bengtsbrohöljen, Bengtsfors Kommun." Kemakta Konsult AB. 2000-04

Elert M., Fanger G. (2001). "Kompletterande undersökningar i Bengtsbrohöljen samt förslag till efterbehandling och kontrollprogram." Kemakta Konsult AB. Huvudrapport 2001-05-28

Inklusive följande delrapporter:

- Delrapport 1: Sediment och vattenundersökningar - dokumentation av kartering, provtagning och analys.
- Delrapport 2: Provfiske i Bengtsbrohöljen och Fillingsjön
- Delrapport 3: Miljögifter i fisk
- Delrapport 4: Undersökning av bottenfauna
- Delrapport 5: Sedimentationshastighet och föroreningshistorik i Bengtsbrohöljen utifrån sedimentdatering med <sup>137</sup>Cs.
- Delrapport 6: Förslag till kontrollprogram

Nyholm, M. (2001). "Remediation alternatives for Mercury & Dioxin contaminated soil at a Chlor-Alkali plant." Umeå universitet 2001.

## 12.2 Handlingar i förberedande arbete och projekteringen

"Bengtsbrohöljen: Kompletterande vattenanalyser 2001."

Författare: Marie Arnér(2002). J & W Energi och Miljö. 2002-02-19.

**EKA 2002:1 Mark och grundvattenförhållanden vid EKA området i Bengtsfors**

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB, Elke Myrhede, Geo Innova AB

Undersökningarna syftar till att kartlägga området uppbyggnad, stabilitet och geohydrologiska funk-

tion som underlag för bedömning av förorenings-spridning och genomförande av åtgärder.

Rapporten omfattar mark- och grundvattenförhållanden och innefattar områdets uppbyggnad, geoteknik, geohydrologi och fysikaliska egenskaper, bl.a. jordlagerförhållanden.

**EKA 2002:2 Föroreningssituationen i mark och grundvatten**

Författare: Maria Carling, Geo Innova AB, Pär-Erik Back, Geo Innova AB, Elke Myrhede, Geo Innova AB, Jan Sundberg, Geo Innova AB

Syftet med rapporten är att den ska bilda underlag för en förnyad riskbedömning och riskvärdering samt utgöra underlag för val och design av åtgärder.

I rapporten redovisas kartläggning av förorenings-arnas utbredning i framförallt landområdet och strandlinjen. Här beskrivs föroreningssituationen i mark och grundvatten och en uppskattning av den totala föroreningsmängden görs.

**EKA 2002:3 Föroreningsspridning från EKA-området i Bengtsfors**

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB, Marie Arnér, WSP, Per Östlund, Studsvik RadWaste

Syftet är att klargöra spridningsvägarna för föroreningar, kvantifiera spridningen samt bedöma framtida risker.

**EKA 2002:4 Åtgärder för att begränsa föroreningsspridning.**

Författare: Jan Sundberg, GeoInnova AB

Syftet är att exemplifiera, värdera och kvantifiera effekten av några in-situ åtgärder för att begränsa föroreningsspridningen från EKA-området. Vidare ingår bedömning av risker för dessa åtgärder.

**EKA 2002:5 Lakbarhet av jord, sediment och byggnadsmaterial.**

Författare: Marie Arnér, WSP Environmental, Mikael Eriksson, WSP Environmental, Elke Myrhede, Geo Innova AB, Jan Sundberg, Geo Innova AB

Syftet med undersökningarna är att inför beräkning av spridning, riskbedömning och utformning av åtgärder bedöma:

- lakbarhet av oorganiska och organiska ämnen på kort och lång sikt
- effekter av förhöjda koncentrationer av PCE

på lakbarhet av kvicksilver respektive organiska föreningar

- potentiella effekter på lakbarheten vid olika efterbehandlingsåtgärder som kan leda till bl. a. förändrade pH- och redoxförhållanden
- bedömning av potentialen för partikulär föroreningstransport samt olika barriärers/partikelstorlekars potential att motverka föroreningstransport

**EKA 2002:6 Historisk inventering av möjliga källor till bl.a. kvicksilver och dioxin i Bengtbrohöljen.**

Författare: Per Östlund, Studsvik RadWaste AB

Det övergripande målet för utredningen är att identifiera och om möjligt kvantifiera de källor utöver EKA-området som bidrar till spridningen av vattenburna föroreningar till och från Bengtbrohöljen. Den ökade förståelsen syftar till att utgöra underlag för att föreslå åtgärder riktade mot spridningen av föroreningar från EKA samt för att utgöra ett underlag för att följa upp effekter av genomförda åtgärder.

**EKA 2002:7 Resultat från markundersökningar inom EKA – området. Sammanställning av resultat från fältundersökningar och laboratorieanalyser**

Författare: Märta Ländell, Geo Innova AB, Elke Myrhede, Geo Innova AB, Åsa Granath, GF Konsult AB, Åsa Svensson, Bengtsfors kommun

Syftet med resultatrapporten är att samlat redovisa framtagna data från markundersökningar på och kring EKA-området. I rapporten redovisas samtliga resultat framtagna i tjänst C (geoteknik, hydrogeologi och geologi) i projektet.

**EKA 2002:8 Arbetsmiljöplan**

Författare: Katarina L Parkonen, GF Konsult AB, Åsa Granath, GF Konsult AB

Rapporten omfattar projektets upprättade arbetsmiljöplan avseende arbete med miljökontroll inom ramen för EKA-projektet.

**EKA 2002:9 Miljökontroll. Riktlinjer för provhantering och laboratorieanalyser för fördjupade undersökningar/referensundersökningar.**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult AB

Rapporten omfattar riktlinjer för provhantering och laboratorieanalyser för undersökningar som utförs under november och december år 2002.

**EKA 2002:10 Miljöteknisk undersökning av klorerade alifater i grundvatten, porluft och ytvatten inom norra och nordvästra delen av EKA-området.**

Författare: David Engdahl, Golder Associates AB, Anders Bank, Golder Associates AB

Syftet med utförd undersökning var att identifiera källområdet eller källområden till i tidigare undersökningar upptäckta föroreningen av klorerade alifater, främst tetrakloreten, samt även att grovt avgränsa föroreningen i grundvatten inom de norra och nordvästra delarna av EKA-området.

**EKA 2002:11 Efterbehandlingsåtgärder**

Författare: Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

Syftet med denna rapport är att ge en allmän översikt av åtgärder för efterbehandling av EKA-området i Bengtsfors. Vidare är syftet att värdera åtgärderna mot bakgrund av de förutsättningar som gäller för EKA-området samt att synliggöra viktiga parametrar/faktorer som är styrande för entreprenadarbetena.

**EKA 2002:12 Projektstatus EKA-Bengtsfors 2001-2006, projektrapport 1**

Författare: Fredrik Hansson, Empirikon AB, Theres Steinholtz, Empirikon AB

Rapporten syftar till att ge en sammanfattad rapportering till Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Naturvårdsverket av projektstatus 2002-11-22 vad avser hittills genomfört arbete samt planerat arbete år 2003.

**EKA 2002:13 Kompletterande miljöteknisk undersökning av byggnader**

Författare: Mats Törning, Golder Associates AB, Anders Bank, Golder Associates AB, David Engdahl, Golder Associates AB, Marie Arnér, WSP Environmental

Syftet med den kompletterande undersökning av byggnader som presenteras i denna rapport har varit att ta fram underlag för en riskbedömning och i förlängningen för om åtgärder erfordras. Rapporten omfattar huvudsakligen kvarvarande byggnader från EKA-tiden. Avsikten har i detta skede inte varit att ta fram ett tillräckligt underlag för att detaljprojektera åtgärder.

## EKA 2002:14 Kompletterande åtgärdsinriktad historisk inventering av EKA:s gamla industriområde i Bengtsfors, rapport nr EKA 2002:14

Författare: Mats Torring, Golder Associates AB, Åsa Svensson, Bengtsfors kommun

Syftet med denna rapport är att ge en kompletterande åtgärdsinriktad historisk översikt för EKA-området i Bengtsfors. Med åtgärdsinriktad avses att detaljer av enbart historiskt intresse, som påträffats i de källor som använts, inte presenteras utan endast de upplysningar som bedöms vara av betydelse för riskbedömning och som kan förenkla vid planering och utförande av åtgärder. Informationen som presenteras bygger på en blandning av muntliga upplysningar och uppgifter från litteratur. Vissa av de upplysningar som presenteras har kunnat bekräftas exempelvis genom provtagning.

## EKA 2002:15 Projektrapport del I

Författare: Marie Arnér, WSP Environmental, Mikael Eriksson, WSP Environmental, Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

Syftet med rapporten är att:

- Översiktligt ge en bakgrund till och beskrivning av området (historisk och nuvarande verksamhet, mark- och grundvattenförhållanden, föroreningsituationen, spridningsförutsättningar).
- Redovisa miljö- och hälsoriskbedömningen.
- Presentera åtgärdsalternativ och preliminära kostnader.

## EKA 2002:16 Bottenfaunaundersökning

Författare: Marie Arnér, WSP Environmental

I denna rapport redovisas resultaten av kompletterande undersökningar av profundal (djuplevande) bottenfauna samt föroreningshalter i sediment och fisk från recipienten Bengtsbrohöljen.

## EKA 2002:17 Provfiske i Bengtsbrohöljen

Författare: Marie Arnér, WSP Environmental

I denna rapport redovisas resultaten av nätprovfiske i Bengtsbrohöljen. Undersökningen syftar till att besvara följande frågeställningar avseende fiskpopulationernas struktur och sammansättning:

- Avviker fiskpopulationen i Bengtsbrohöljen med avseende på art- och individriktad, frekvens av yttre missbildningar och diversitet med förväntad i jämförbara vattensystem?

- Kan tidigare erhållna resultat verifieras?

Därutöver syftar undersökningen till att erhålla referensdata för miljökontroll.

## EKA 2002:18 Riskvärdering av åtgärdsalternativ

Författare: Marie Arnér, WSP Environmental

Syftet med rapporten är att redovisa en värdering av åtgärdsalternativen avseende riskreduktion, teknik, enskilda och allmänna intressen samt ekonomi. Värderingen ligger till grund för beslut om åtgärder för efterbehandling av EKA-området samt förslag till mätbara åtgärdsåtgärder och åtgärdskrav.

## EKA 2002:19 Provtagningsmanual. Vägledning för kvalitetssäkrad provtagning.

Författare: Åsa Granath, GF Konsult

Provtagningsmanual för att erhålla en kvalitetssäkrad provtagning av jord och vatten.

## EKA 2002:20 Transport av kvicksilver och dioxin inom, till och från Bengtsbrohöljen.

Författare: Per Östlund, Studsvik RadWaste AB

Det övergripande målet för föreliggande rapport är att öka förståelsen av den pågående föroreningstransporten genom sjön samt att jämföra bidraget från olika källor och processer. Förståelsen syftar dels till att utgöra underlag för beslut om åtgärder riktade mot spridningen av föroreningar, samt att utgöra underlag för uppföljning av effekter efter genomförda åtgärder.

I rapporten sammanfattas resultaten från tidigare resultat genererade inom den pågående miljöövervakningen i området samt en kompletterande undersökning, vilken i sin tur har som målsättning att beskriva förekomsten av vattenburna föroreningar och andra komponenter till, genom och från Bengtsbrohöljen.

## EKA 2002:21 Föroreningar i Bengtsbrohöljens sediment - förekomst och spridningsförutsättningar.

Författare: Per Östlund, Studsvik RadWaste AB

Med syftet att komplettera resultaten från tidigare undersökningar har nya undersökningar initierats och genomförts. Målsättningen har varit att kartlägga förekomst, fördelning samt spridning av föroreningar till sedimenten i Bengtsbrohöljen, med tonvikten på EKA:s närområde. Sedimenten har undersökts med avseende på påbyggnadshastighet, föroreningar i plan och djup samt spridnings-

förutsättningar vid förändrad kemisk miljö. Med målsättningen att förklara förekomsten av dioxin i närområdets sediment så har fördelningen av dioxinkongener i sedimenten jämförts med fördelningen i markmaterialet på EKA samt i det vatten som rinner in och ut från sjön Bengtsbrohöljen.

#### **EKA 2003:1 Resultat av XRF-mätningar jämförda med laboratorieanalyser för jord**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult, Jimmy He, GF Konsult, Elisabet Pennman, GF Konsult

Syftet med det nu utförda arbetet är att jämföra resultat från XRF-mätningar av kvicksilver och bly i jord som utfördes under hösten och vintern år 2002 och se hur dessa samstämmer med resultat från utförda laboratorieanalyser. En jämförande studie av resultat från undersökning av byggnadsmaterial i november 2002 och maj 2003 har även utförts.

Syftet är även att undersöka om det är möjligt och lämpligt att använda XRF-instrument för att avgränsa exempelvis höga kvicksilverhalter i efterbehandlingskedet samt att klassificera jord och byggnadsmaterial. Resultaten kan ligga som underlag för att ta fram riktlinjer för hur XRF-instrumentet kan och skall användas inom projektet.

#### **EKA 2003:2 Provtagning i byggnader**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult

Som en del i undersökningen av EKA-anläggningen och området kring denna har GF Konsult AB utfört provtagning av byggnadsmaterial, provtagning under byggnad samt utfört undersökningar i inomhusluften i byggnader. Avsikten med de här redovisade undersökningarna har varit att klargöra i vilken mån de verksamheter som bedrivits i de olika byggnaderna under skilda tider kontaminerat byggnadsdelarna. Undersökning av jordlagren under f.d. cellhallen ingår som del i undersökning av jordlagren inom hela EKA-området. Föreliggande handling redovisar utförda undersökningar samt resultat av fältmätningar och laboratorieanalyser. Utvärdering av och kommentarer till utförda undersökningar redovisas i särskild handling, rapport 2002:13.

#### **EKA 2003:3 Ansvarsutredning**

Författare: Helena Rudin, Mannheimer Swartling

På uppdrag av Bengtsfors kommun har Mannheimer Swartling Advokatbyrå utfört en juridisk analys av ansvaret enligt miljöbalken för undersökningar och efterbehandlingsåtgärder avseende markområdet runt Elektrokemiska Aktiebolagets tidigare kloralkalifabrik samt sedimenten i sjön Bengtsbro-

höljen i Bengtsfors kommun (EKA-området).

Denna ansvarsutredning grundas på sakförhållanden som redovisas i genomförda miljöutredningar samt intervjuer med personer som har arbetat med utredningarna. I syfte att kartlägga vilka verksamheter som har bedrivits på området har även efterforskningar gjorts i myndighetsarkiv m.m.

#### **EKA 2003:4 Redovisning av flottjobb**

Författare: Maria Carling, Geo Innova AB, Elke Myrhede, Geo Innova AB

Syftet med provtagningarna från flotte i Bengtsbrohöljen var att undersöka strandsläntens och bottenens beskaffenhet med avseende på vattendjup, sedimenttjocklekar, geotekniska egenskaper och föroreningsgrad. Syftet med föreliggande rapport är att komplettera tidigare redovisade rapporter avseende detta.

#### **EKA 2003:5-10 Erfarenhetsrapportering delrapport Tjänst A - F**

Författare: Samtliga ansvariga för utredningstjänster (A - D) samt operativa tjänster (projektering samt miljökontroll, Tjänst E och F).

Underlag för erfarenhetsrapportering tas fram löpande i projektet. Dessa rapporter utgör underlag för att beskriva utredningsfasen.

#### **EKA 2003:11 Fältlokalen för EKA-projektet i Bengtsfors**

Författare: Åsa Svensson, Bengtsfors Kommun

För det intensiva fältarbete som påbörjades i samband med att EKA-projektet startades hösten 2002 upprättades en fältlokal för ombyte, förvaring av prover och provkärl samt fältlaboratorium. Rapportens syfte är att utreda huruvida den ska finnas kvar för den resterande projekttiden

#### **EKA 2003:12 Projektstatus EKA – Bengtsfors 2001-2006, projektrapport 2**

Författare: Therese Steinholtz, Empirikon AB

Föreliggande rapport syftar till att ge en sammanfattad rapportering till Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Naturvårdsverket av projektstatus 2003-11-27 vad avser hittills genomfört arbete samt planerat arbete år 2004.

#### **EKA 2003:13 Teknisk beskrivning**

Författare: Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

Denna tekniska beskrivning omfattar de efterbe-

handlingsåtgärder som planeras genomföras i det så kallade EKA-projektet i Bengtsfors. Åtgärdernas förutsättningar, funktioner och tekniska utförande beskrivs.

#### **EKA 2003:14 MKB**

Författare: Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

Syftet med Miljökonsekvensbeskrivningen är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan medföra på:

- människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö
- hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt och annan hushållning med material, råvaror och energi.

Vidare ska en MKB möjliggöra en samlad bedömning av dessa effekter på människors hälsa och miljö.

#### **EKA 2003:15 Miljökontrollprogram**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult AB

Miljökontrollprogrammet innehåller förslag till kontrollpunkter, provtagningsmedia, provtagningsfrekvens, laboratorieanalyser samt villkor för halter för vissa parametrar. Dessutom redovisas hur datahantering och datasäkring skall utföras.

Miljökontrollen är inriktad på undersökning, provtagning och mätning av ytvatten, grundvatten, luft, sediment och biota. Provtagning inom ramen för projektet omfattar även jord och byggnadsmaterial.

#### **EKA 2003:16 Kompletterande undersökning för avgränsning av föroreningar i EKA – området**

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB

Syftet med denna kompletterande undersökning har varit att skapa ett bättre underlag för avgränsningen av förorenad jord i södra delen av EKA-området, samt att få en bättre bild av föroreningssituationen i grundvattnet.

#### **EKA 2003:17 Tillståndsansökan**

Författare: Mikael Hägglöf, Mannheimer Swartling

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken till efterbehandlingsåtgärder vid EKA-området.

#### **EKA 2004:1 Miljökontroll – rapportering av utförda referensundersökningar 2003**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult AB, Åsa Svensson, Bengtsfors kommun

I detta PM redovisas undersökningar som är utförda under år 2003 och ej är redovisade i andra dokument. En del av de redovisade undersökningarna ingår i det övergripande miljökontrollprogram för EKA-projektet som löper under hela projektiden.

#### **EKA 2004:2 Modellering av grundvatten- och spridningsförhållanden av olika åtgärdsalternativ, program**

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB

Rapporten inaktuell från 2007 p.g.a. ändrad uppföljning av åtgärder, ersätts med nytt program

#### **EKA 2004:3 Kvicksilvret på EKA-området, Bengtsfors – en syntes om förekomstformer och spridningsbenägenhet**

Författare: Olof Regnéll, Lunds Universitet

Rapporten fokuserar på att bedöma risken för kvicksilverspridning till Bengtsbrohöljen samt de risker som är förknippade med att så sker.

#### **EKA 2004:4 Lakförsök i kolonner - program och resultat**

Författare: Karsten Håkansson, Geo Innova AB

Olof Regnell, Lunds Universitet, Niklas Törneman, Lunds Universitet, Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB

Undersökningen syftar till att klarlägga de kvarstående osäkerheterna från lakförsöken i laboratorium (EKA 2002:5) och få mer kunskap om effekter av olika biogeokemiska förhållanden. Kompletterande större lakförsök i halvskala görs på material taget på plats i Bengtsfors. För att efterlikna en verklig situation utfördes kolonnförsök, d.v.s. vatten tillfördes underifrån eller ovanifrån utan omblandning av jorden.

#### **EKA 2004:5 Avrapportering Niklas Törneman, april 2004-juni 2005**

Författare: Niklas Törneman, Lunds Universitet

Huvudsyftet med denna undersökning har varit att utreda de möjliga biogeokemiska förändringar som de föreslagna åtgärderna skulle kunna leda till och vilka effekter detta skulle kunna ha på lösligheten/mobiliteten av dioxin. I detta uppdrag ingick också att beskriva hur dioxin beter sig i mark

och grundvatten och vad som styr deras mobilitet och transport. Ett stort arbete har också varit planering och utvärderingen av det lakförsök som genomfördes under hösten 2004 med syfte att få empiriska underlag för en bedömning av vad som styr mobiliteten av dioxin specifikt inom EKA-området.

#### **EKA 2004:6 Upphandlingsstrategier**

Författare: Jan Andersson, Empirikon AB

Rapporten anger riktlinjer för upphandlingen av entreprenadarbetena.

EKA 2004:7 Plan för egenkontroll (inledande arbete ersatt med EKA 2006:1)

Författare: Therese Steinholtz, Empirikon AB

Ersatt med 2006:1

#### **EKA 2004:8 Beställarens arbetsmiljöplan för entreprenader (ingår förfrågningsunderlag)**

Författare: Åsa Granath, GF Konsult AB, Maria Kristensson, GF Konsult AB

Denna handling utgör beställarens underlag till entreprenörer och bygglidare för att ta fram arbetsmiljöplaner som ska gälla under byggskedet och gäller för alla som bedriver arbeten som ingår i efterbehandlingsåtgärder av EKA-området.

#### **EKA 2004:9 Projektstatus EKA - Bengtsfors 2001-2007, projektrapport nr 3**

Författare: Therese Steinholtz, Empirikon AB

Rapporten syftar till att ge en sammanfattad rapportering till Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Naturvårdsverket av projektstatus 2004-12-17 vad avser hittills genomfört arbete samt planerat arbete år 2005.

#### **EKA 2005:1 Åtgärdsförberedande undersökningar - provtagningsprogram**

Författare: Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB, Göran Nilsson, Envipro Miljöteknik AB

Inför saneringsarbetet i EKA-projektet beslutades det att utföra åtgärdsinriktade undersökningar. Dessa undersökningar omfattade provborrningar och provschakter med påföljande analyser. Enbart jord/fyllnadsmassor har analyserats. Analyser har utförts dels på enskilda prover och dels på samlingsprover.

Samlingsprover valdes ut efter sammanställning av de enskilda analyserna. Därefter utfördes lakförsök av de utvalda samlingsproverna. Syftet var att utföra

en förklassificering av befintliga jordmassor och upprätta en schaktplan inför kommande grävsa-neringen. Syftet har också varit att utvärdera både schaktmassor och kvarlämnade jordmassor utifrån Naturvårdsverket föreskrift, NFS 2004:10, om deponering, kriterier och förfarande för mottagning av avfall vid anläggning för deponering av avfall.

#### **EKA 2005:2 Åtgärdsförberedande undersökningar - provschakt, siktning, tvättning och analyser**

Författare: Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB , Göran Nilsson, Envipro Miljöteknik AB

Dessa undersökningar omfattade provschaktning, siktning och tvättning av jordmaterial som bedöms komma att avlägsnas och omhändertas i sanerings-schakterna. Målsättningen var att förutbestämma vilka eventuella mängder av grövre fraktioner som kan innehålla lägre halter och som kan tvättas för att avlägsna föroreningar. Undersökningen ligger till grund för en utvärdering i förhand på hur mycket grovt material som kan sorteras ut för eventu-ell återvinning, återföring i schaktgropar inom EKA eller omhändertas med lägre kostnader. I undersökningen ingick även provtagning för klas-sificering enligt Naturvårdsverkets mottagningskri-terier för deponering (NFS 2004:10).

#### **EKA 2005:3 Beredskapsplan**

Författare: Sabina Kolodynska, Bengtsfors kom-mun, Johan Fogelström, Bengtsfors kommun

Utgått, ersatt av egenkontroll

#### **EKA 2005:4 Manual till schaktdatabas - använ-darhandbok**

Författare: Mikael Pyyny, Envipro Miljöteknik AB

EKA 2005:5 Projektrapport III, Komplettering av miljö- och hälsoriskbedömning samt åtgärdsutred-ning med riskvärdering av åtgärdsalternativ

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB, Olof Regnéll, Lunds Universitet, Niklas Töreman, Lunds Universitet, Bo Carlsson, Envipro Miljötek-nik AB, Marie Arnér, WSP Environmental AB, The-rese Steinholtz, Empirikon AB, Karsten Håkans-son. Geo Innova AB, Elke Myrhede, Geo Innova AB, Göran Nilsson, Envipro Miljöteknik AB

Denna rapport utgör tillsammans med projektrap-porterna 1 och 2 EKA-projektets huvudstudierap-port. Den ger en samlad bild och skall kunna läsas som en fristående rapport. Rapportens första del omfattar en vetenskaplig genomlysning samt gjor-da bedömningar beträffande rådande förutsätt-

ningar och föroreningsituation (nollalternativet), miljö- och hälsorisker, förslag till åtgärds mål, lämpliga åtgärder som reducerar risker, åtgärdsutredning samt förslag till efterbehandlingsåtgärdens omfattning.

Del II beskriver genomförd riskvärdering, vilken riskreduktion som uppnås om det förordade alternativet genomförs och arbetet i efterföljande projektskeden.

#### **EKA 2005:6 Beskrivning av hydrogeologisk konceptuell modell**

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB

Denna undersökning har haft som övergripande syfte att fördjupa förståelsen om platsen hydrologiska förhållanden och upprätta en hydrogeologisk konceptuell modell. Genomförda delundersökningar har haft följande specifika syften:

- undersöka jordlagren hydrogeologiska egenskaper, främst för att lokalisera de tätaste lagren/skikten i det naturliga jordtäcket samt för att undersöka de djupbelägna jordlagren.
- bestämma grundvattnets flödesbanor genom området, främst från Lelång.
- undersöka hur en inducerad grundvattensänkning i djupa respektive grunda jordlager påverkar flödet till den mest förorenade delen av området.

#### **EKA 2005:7 Projektstatus EKA - Bengtsfors 2001-2010, projektrapport nr 4**

Författare: Kjell Hansson, Empirikon AB

Rapporten syftar till att ge en sammanfattad rapportering från kommunen till staten som huvudfinansier genom Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Naturvårdsverket som del av underlag för beslut om finansiering.

EKA 2005:8 Förtydligande av platsspecifika riktvärden samt åtgärdskrav för halter i jord samt rättelse av Projektrapport 3

Författare: Jan Sundberg, Geo Innova AB, Olof Regnéll, Lunds Universitet, Niklas Törneman, Lunds Universitet, Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB, Marie Arnér, WSP Environmental AB, Therese Steinholtz, Empirikon AB

Rapporten är ett förtydligande av Projektrapport 3 (EKA 2005:5) avseende projektets framtagna platsspecifika riktvärden och bedömningar i projektets riskreduktionsanalys för reduktion av hälso- och exponeringsrisker.

#### **EKA 2006:1 Plan för egenkontroll i enlighet med förordningen (1998:901) om verksamhetsutövarens egenkontroll**

Författare: Therese Steinholtz, Empirikon AB

Plan för egenkontroll syftar till att ge riktlinjer för hur verksamhetens egenkontrollarbete skall utföras så att uppsatta krav enligt Miljöbalken, föreskrifter som meddelas med stöd av miljöbalken, domar och beslut rörande verksamhetens bedrivande och kontroll som beslutats med stöd av miljöbalken följs.

#### **EKA 2006:2 Kemiska arbetsmiljörisiker vid rivning av cellhallsbyggnad**

Författare: Niklas Törneman, Sweco Viak

Syftet med föreliggande arbete är att identifiera de arbetsmiljörisiker som förekommer av dioxin, kvicksilver klorerade kolväten i och under byggnadsmaterial innebär, beskriva i vilka delar av byggnaden som dessa risker förekommer och ange vilka åtgärder som bör tas för att minimera dessa risker.

#### **EKA 2007:1 Kompletterande miljöteknisk markundersökning ute på udden samt under och i anslutning till den före detta cellhallsbyggnaden**

Författare: Katarina L Parkkonen, GF Konsult AB

Syftet med denna kompletterande miljötekniska markundersökning har varit att ta upp och analysera de jordprover som man ej lyckades med under den systematiska provtagningen. Analysresultaten från undersökningen har sedan använts av Envipro Miljöteknik för att färdigställa schaktbottennivå samt uppdatera klassificeringen av schaktvolymerna.

## **12.3 Dokumentation i projektets slut- och uppföljningskede**

#### **EKA 2009:1 Sammanfattning av grundvattensituationen under entreprenadtiden, EKA, Bengtsfors kommun**

Författare: Fredrik Mossmark, Jan Sundberg, Geo Innova AB

Syftet med föreliggande rapport är att sammanställa de förändringar av grundvattennivåer och strömningssvårigheter som skett till följd av de åtgärder som utförts på området.

**EKA 2010:1 Utvärdering av kvicksilvermätningar i luft och nederbörd i samband med EKA-projektet i Bengtsfors.**

Författare: Ingvar Wängberg, IVL, Annelie Loberg, Norconsult AB

I rapporten redovisas resultatet från en utvärdering av de kvicksilvermätningar som ingick i EKA-projektets arbetsmiljö- och omgivningskontroll. Syftet med utvärderingen är att dokumentera den miljöpåverkan som saneringen gav upphov till. Dessutom diskuteras arbetsmiljöaspekter i avseende på kvicksilver.

**EKA 2010:2 Riktlinjer för tillsyn och säkerheten kring miljöskyddande åtgärder och miljöförhållanden inom EKA-området.**

Författare: Göran Nilsson, Faveo Projektledning AB

Rapporten beskriver riktlinjerna för framtida tillsyn och säkerhet kring EKA-området.

**EKA 2011:1 Modellering av grundvattenflöde, före och efter sanering.**

Författare: Fredrik Mossmark, Vectura AB

Modelleringen syftar till att bedöma effekter av genomförda åtgärder ur ett hydrogeologiskt perspektiv och ska utgöra underlag för att kvantifiera spridning av föroreningar.

**EKA 2011:2 Metodbeskrivning och analysresultat - Dräneringsledning vid EKA, Bengtsfors kommun.**

Författare: Annelie Loberg, Norconsult AB.

Syftet med rapporten är att samla alla provtagningsmetoder och resultaten från Kontrollprogrammet för dräneringen i ett översiktligt dokument. I dokumentet redovisas även historik, val av provpunkter samt utvärdering av osäkerheter.

**EKA 2012:1 Kvarlämnade mängder föroreningar och deras utbredning inom EKA-området**

Författare: Göran Nilsson, Mikael Pyynty Faveo projektledning AB

Denna handling ger beräkningar av totalmängden kvarlämnade mängder kvicksilver(Hg), dioxin, polyaromatiska kolväten (PAHer), perkloretylen (PCE) samt övriga tungmetaller kadmium (Cd), krom (Cr), Nickel (Ni), Bly (Pb), zink (Zn) och arsenik (As).

**EKA 2012:2 Föroreningsspridning från EKA-området i Bengtsfors före och efter åtgärd – en samlad bedömning av åtgärdernas omedelbara och mer långsiktiga effekter.**

Författare: Olof regnell, Cinnobex-MBC, Niklas Törneman, Sweco

Föreliggande rapport ger en samlad bedömning av vilken reduktion i föroreningsspridning som åtgärderna på området kan förväntas ha lett till. Bedömningar görs också av vilka effekter miljöförändringar (förändrade flöden, vattenstånd och temperatur) kan ha på den framtida spridningen av kvarvarande föroreningar.

**EKA 2012:3 Föroreningsspridning efter åtgärd - EKA-området i Bengtsfors.**

Författare: Jan Sundberg, Karsten Håkansson, Vectura AB

Syftet är att beskriva och kvantifiera spridningen av föroreningar, främst kvicksilver och dioxin efter att åtgärder har genomförts. Vidare är syftet att jämföra med spridning före åtgärd och bedöma om den förväntade reduktionen är i paritet med de mål som ställts upp för saneringen.

**EKA 2012:4 Värdering av föroreningsspridning via dränledning, EKA, Bengtsfors kommun.**

Författare: Jan Sundberg, Vectura AB

Syftet med föreliggande rapport är att värdera föroreningsspridningen via dränledningen. Att försöka utreda varifrån föroreningen härrör är en viktig del i utvärderingen.

**EKA 2012:5 Nätprovfiske i Bengtsbrohöljen 2012.**

Författare: Annelie Loberg, Norconsult AB

En del av miljökontrollen är att bedöma fiskpopulationens status i sjön och eventuella förändringar på denna. Standardiserade provfisken har utförts vid två tillfällen tidigare, 2000 och 2003. Provfisket som beskrivs i denna rapport är det första sedan själva saneringen utfördes.

**EKA 2013:1 Fiskens status i Bengtsbrohöljen - Påverkan av miljögifter 2002-2012.**

Författare: Annelie Loberg, Norconsult AB

**EKA 2013:2 Analysresultat och metoder 2002-2010 - Eka-projektet, Bengtsfors kommun.**

Författare: Annelie Loberg, Norconsult AB

EKA 2015:1 Borttagna och kvarlämnade mängder kvicksilver och dioxin – uppskattningar och osäkerheter.

Författare: Olof Regnéll, Cinnobex-MBC/Empirikon, Peter Harms-Ringdahl, Empirikon

Rapporten tar upp de osäkerheter som föreligger kring bedömningen av föroreningarnas källterm och hur mycket som åtgärdats. Rapporten behandlar även de teorier som ligger bakom tidigare beräkningar och undersöker vilka av dessa verkar troligare.

# Ordlista

## ABK

Allmänna bestämmelser för konsultuppdrag.

## Alkalinitet

Vattens förmåga att neutralisera syror. Den neutraliserande förmågan (alkaliniteten) utgörs av karbonat- och vätekarbonatjoner som kan binda två respektive en vätejon och uttrycks normalt i milliekvivalenter eller mikroekvivalenter.

## Amalgam

Fast eller flytande legering av kvicksilver och en eller flera andra metaller.

## Bailerrör/Bailerhämtare

Långsmala rör med backventil i botten för hämtning av vattenprov i grundvattenrör.

## Biosfär

Den del av jorden inklusive jordens atmosfär där förekommer.

## Biota

Den levande faunan och floran inom ett område.

## Dibensofuran

Skiljer sig från dibensodioxin genom att bara ha en syrebrygga mellan bensenringarna (dioxin har två). När man talar om dioxiner som miljögift avser man normalt klorerade dibensodioxiner och dibensofuraner och i vissa fall så kallade plana PCB-föreningar.

## Dioxin

Polyklorerade dibensodioxiner, PCDD, och dibensofuraner, PCDF, utgör två grupper nästan plana tricykliska aromatiska föreningar med liknande egenskaper. Teoretiskt finns 75 olika kongener (varianter) av PCDD och 135 av PCDF. Dessa skiljer sig åt med avseende på antal kloratomer och deras placering. Den mest toxiska är 2,3,7,8-tetraklor-dibenso-p-dioxin. Dioxiner är lipofila persistenta föreningar som bildas oönskat vid tillverkning av t.ex. klorfenoler, blekning av pappersmassa och i kloralkaliprocessen. De bildas även vid bl.a. skogsbränder och vid ofullständig förbränning av sopor.

## Diver

Används för att automatiskt registrera grundvattennivå/ -lufttryck (D) och vattentemperatur (T) i t.ex. grundvattenrör.

## DNAPL

”Dense Non-Aqueous Phase Liquid”, vätskeförening som är tyngre än vatten och bara delvis löslig i vatten, exempelvis PCE (perkloretylen) och kloroform.

## DOC

Organiskt kol ingående i lösta organiska föreningar (Dissolved Organic Carbon).

## Drägerrör

Dräger Rör™ används för att enkelt mäta gaser i omgivningsluft. Tillsammans med handpumpen Accuro kan man mäta upp till femhundra olika gaser. Dräger Rör™ kan användas för momentan mätning, för provtagning samt för kontroll av trycksatt luft.

## Efterbehandling

Efterbehandling är ett mer omfattande begrepp än sanering, och innefattar bl. a. det juridiska ansvaret, utförande enligt bestämda normer och kvalitetsmanualer, samt uppföljning av åtgärden i form av efterkontroll.

## Ekmanhuggare

Bottenprovtagare av skopmodell. Ekmanhuggaren passar bäst för bottnar av tämligen lös karaktär.

## Elektrolys

Elektrokemisk process där tillförd elektrisk energi framkallar kemiska reaktioner. Vid den negativa elektroden (katoden) sker en s.k. reduktion (t.ex. vätgasutveckling) och vid den positiva elektroden (anoden) en s.k. oxidation (t.ex. klorgas- eller syrgasutveckling). Elektrolys är industriellt mycket viktig vid framställning och raffinering av metaller (t.ex. aluminium och koppar), framställning av klor, vätgas och ammoniak och vid ytbehandling av metallföremål m.m.

## EMEP-station

EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) är ett internationellt program inom UNECE:s konvention om långväga gränsöverskridande luftföroreningar. Verksamheten inom EMEP omfattar övervakning av luftkvalitet och nederbördskemi, inventering av utsläpp till luft och modellering för att kartlägga och utvärdera den långväga gränsöverskridande transporten och depositionen av föroreningar i Europa.

## Flödescell

Flödescellen används för att öka noggrannheten vid analys av vattenprover. Mätning sker direkt i flödescellen genom vilken vattnet som skall analyseras strömmar kontinuerligt.

## Geomembran

Tätskikt som tillverkas av polymermaterial kallas med ett gemensamt namn för geomembran. Membranen kombineras ibland med bentonit. Geomembran används bl.a. för att skydda grundvatten från föroreningar och för att hindra vatten från att tränga in i t.ex. tunnlar.

## Geotextil

Geotextil är en vävd duk eller matta av polyester med eller utan glasfiberförstärkning beroende av användningsområde. Geotextiler används vid vägbyggen och anläggningsarbeten för att skilja olika ballastmaterial ifrån varandra, vid utförande av grundläggning eller vid infiltrationsanläggningar i mark.

## Glödrest/Glödförlust

Viktandel av provet som blir kvar/avgår då provet glödgas vid 550°C i minst 2 h (Provet skall först ha torkats i 105°C).

## GMS

Groundwater Monitoring System. Systemet används bl.a. för att ta grundvattenprover och att göra pumptester och tryck- och permeabilitetsmätningar i olika isolerade zoner i ett borrhål. När fler system i olika borrhål kopplas samman kan man erhålla en detaljerad 3D-bild av viktiga parametrar som beskriver grundvattnets rörelser och kemiska och fysikaliska egenskaper.

## Grundvattenrör

Ett rör trycks eller borrar ner till grundvattenförande lager för att man skall kunna studera grundvattennivå, flöde och vattenkemi. Det finns olika typer

av grundvattenrör. Om enbart nivåmätning ska göras används ofta ett enkelt järnrör. För provtagning och analys av vattnets kemiska innehåll används så kallade miljörör av tungmetallfri PVC-plast.

## Indunstning

Ett sätt att koncentrera ämneskoncentrationer i en vätska genom förångning av lösningsmedlet (t.ex. vatten). En vanlig anledning är att erhålla mätbara koncentrationer.

## Immobilisering av föroreningar

Innebär att föroreningarnas rörlighet begränsas genom att de binds till en orörlig fast fas och/eller att de innesluts av någon typ av diffusionsbarriär

## JB-sondering

En standardiserad metod för att främst mäta markens borrhållstånd. Används i samband med geotekniska undersökningar.

Metoden innebär att man först borrar sig ner genom jordlagren till fast berg. Därefter fortsätter borrarngen ett antal meter för att säkerställa att det verkligen är berg man träffat på och inte ett block.

## Kolloid

Liten vattenburen partikel som påverkas i ringa grad av gravitationen och vars transport i vatten därför skiljer sig i ringa grad från lösta ämnen. Vattenburet oxiderat kvicksilver är ofta bundet till organiska kolloider. Det samma gäller troligen vattenburna hydrofoba organiska molekyler.

## Kolrör

Adsorbentrör fyllt med aktivt kol eller annan adsorberande material avsett främst för provtagning av gasformiga kolväten, men kan även användas för provtagning av kvicksilver. I det senare fallet är adsorbentmaterialet vanligtvis guld.

## Konduktivitet

Term som vanligen används för elektrisk ledningsförmåga. Vanlig enhet: milliSiemens per meter (mS/m). Termen används även för värmeledningsförmåga (termisk konduktivitet) och markens vattenledningsförmåga (hydraulisk konduktivitet).

## Kongener

Beteckning för varianter inom en och samma grupp av halogenerade organiska föreningar. Olika kongener har samma grundläggande molekylstruktur men olika halogeneringsgrad och/eller olika placering av halogenatomerna.

## Källterm

En avgränsad förekomst av ett ämne från vilken spridning av ämnet kan ske.

## Lakning

Extraktion av en eller flera beståndsdelar ur ett fast material med ett lösningsmedel, exempelvis vatten. I naturen sker lakning av ämnen från bergytor med regnvatten. Förorenat lakvatten från t.ex. avfallsupplag kan spridas och ge miljöproblem. Lakförsök med olika typer av lakvätskor utförs för att avgöra risk för läckage av miljöstörande ämnen från förorenat fast material.

## LOU

Lagen om offentlig upphandling reglerar hur en upphandling med anbudskonkurrens ska genomföras. Grundprincipen i lagen är att upphandlingen ska göras affärsmässigt, i konkurrens och på ett icke-diskriminerande sätt. Lagen styr hur en upphandling ska göras med hänsyn till formerna för anbudskonkurrens, tidsperioder och annonsering, val av anbudsgivare m.m.

## Lysimeter

Provtagningsinstrument som används för att mäta vattenbalanser, men också för att mäta läckage av olika ämnen från marken, exempelvis löst organiskt material (DOC).

## Metylkvicksilver

Metylkvicksilver (MeHg) är en giftig organisk kvicksilverförening som anrikas i organismer. En gädda kan innehålla 1 - 10 miljoner mer MeHg än samma vikt mängd vatten. Metyleringen av kvicksilver sker främst när nedbrytning av organiskt material leder till syrebrist och anaeroba förhållanden. Ett stort antal undersökningar har visat att sulfatreducerande bakterier orsakar kvicksilvermetylering.

## Miljökonsekvensbeskrivning (MKB)

Syftet med en miljökonsekvensbeskrivning för en verksamhet eller åtgärd är att identifiera och beskriva de direkta och indirekta effekter som den planerade verksamheten eller åtgärden kan ha på miljön.

## Mäktighet

Mäktighet är en term inom geologin som avser tjockleken på ett skikt eller lager av till exempel en bergart eller jordart. Termen avser tjockleken vinkelrätt på lagret.

## Nollalternativ

Alternativ till åtgärd, d. v. s. att inget görs för att minska risken för en oönskad händelse, exempelvis spridning av miljöstörande ämnen från ett förorenat område. Nollalternativet kan väljas efter en "cost – benefit analys som visar att riskreduktionen inte är värd åtgärdskostnaden, eller för att risker är förknippade med åtgärden, exempelvis risk för spridning av föroreningar under muddringsarbeten.

## Peristaltisk pump

Används för provtagning av små vattenvolymer. Kan även kallas slangpump eller rullpump.

## Perkolationsförsök

Lakningsförsök som utförs genom att vätska tillsätts uppifrån och sedan får rinna igenom exempelvis ett jordprov. Lakbarheten av det aktuella ämnet beräknas genom att analysera koncentrationen av det i både jordprovet och lakvätskan. Perkolationsförsök imiterar läckage av ämnen från jord som orsakas av nederbörd.

## PID

Fotojonisationsdetektor. Används för att mäta lättflyktiga kolväten i jord eller vattenprov vid miljötekniska markundersökningar.

## Redoxpotential

Begreppet redoxreaktioner står för en stor grupp kemiska reaktioner i vilka överföring av elektroner sker mellan ämnen. När ett kemiskt grundämne/förening oxideras lämnar det ifrån sig elektroner till ett annat grundämne/förening som då reduceras. När, det vill säga vid vilken energinivå, en viss reaktion kan äga rum avgörs av den elektriska spänningsskillnaden, eller redoxpotentialen (Eh), i ett medium (exempelvis vatten). Eh kan ses som ett mått på drivkraften för reaktionen. Redoxpotentialen är en indikator på vilka redoxreaktioner som sker. Ett Eh-värde lägre än 200 mV indikerar att miljön är reducerande, vilket bland annat kan innebära att grundämnena järn och mangan går i lösning, att sulfat reduceras till svavelväte, och att koldioxid omvandlas till metangas.

## Ruttnerhämtare

I Sverige ofta använd provtagare för vatten. Den används för att hämta upp vattenprover från olika djup. Ruttnerhämtaren stängs på avsett djup genom att ett lod skickas ner längs provtagningslinan.

## Semivolatila

Medelhög flyktighet (benägenhet att avges till luften).

## Slitsmur

En slitsmur är en vertikal vägg, vanligtvis av betong, utförd från markytan. Inledningsvis schaktas en djup och smal slits i jorden. Slitsen stabiliseras under schakten med stödvätska, vanligtvis bentonit-suspension, för att undvika kollaps av slitsväggarna. När slitsen är färdig installeras vid behov armering varefter betonggjutning sker genom rör med undervattensgjutningsteknik.

## Sorptionsfilter

Filter för lösta ämnen som kemiskt eller fysikaliskt binds till en fast fas (t.ex. partiklar). Principiellt kan sorption även innefatta fastläggning av icke lösta ämnen, t.ex. oljor på sågspån.

## Susp-halt

Mängd partikulärt material i vikt per volymenhet vatten (mg/l). Ofta används filter med porstorlek 0,45 µm för att separera lösta ämnen från partikelbundna.

## TEQ

Står för "Toxic Equivalents" och är ett mått på den sammanlagda toxiciteten hos de klorerade dioxinföreningar som förekommer i ett prov. Den mest toxiska klorerade dioxinföreningen TCDD ges toxiciteten ett (Toxic Equivalent Factor = 1). Andra dioxinföreningar har TEF-värden < 1. Toxiciteten baseras på i vilken utsträckning dioxinföreningen inducerar enzymsystemet cytokrom p450 monooxygenas som ofta mäts som EROD-aktivitet. TEF-värdena för de olika dioxinföreningarna skiljer sig något åt mellan olika sätt att beräkna TEQ. I praktiken ger dock de olika beräkningssätten oftast samma eller nästan samma TEQ-värde.

## TOC

Summan av allt organiskt kol i något medium, exempelvis, vatten, jord eller sediment (Total Organic Carbon).

## Torrsubstans (TS)

Vikten av ett prov efter torkning vid 105 °C.

## Totalkvicksilver

Summan av allt kvicksilver i ett medium.

## VOC

Flyktiga organiska föreningar (Volatile Organic Compounds).

## WTW-instrument

Portabla eller stationära instrument som bl.a. mäter temperatur, konduktivitet, syre, pH, m.m.

## XRF

Instrument för snabb bestämning av grundämneshalter i olika material. XRF står för X-Ray Fluorescence. Ger indikativa värden som bör korreleras mot laboratorieanalyser och kan ej användas när hög precision krävs.



På det sanerade EKA-området växte en japansk park fram, EKA-miljörum, med syfte att berätta en historia som bevarar EKA-området intakt i 1000 år.



[www.ekamiljorum.se](http://www.ekamiljorum.se)