



Statens geotekniska institut

Erfarenheter från efterbehandling av förorenad mark

Ett urval av projekt som genomförts med
statliga medel 1999-2007

Paul Edebalk



SGI Publikation 3

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:

Edebalk, P (2013). Erfarenheter från efterbehandling av förorenad mark. Ett urval av projekt som genomförts med statliga medel 1999-2007. Statens geotekniska institut, SGI Publikation 3, Linköping.

Diarienummer: 2-1010-0766

Uppdragsnummer: 14397

Beställning:

Statens geotekniska institut
Informationstjänsten
581 93 Linköping
Tel: 013-20 18 04
E-post: info@swedgeo.se

Ladda ner publikationen som PDF
www.swedgeo.se



Statens geotekniska institut

Erfarenheter från efterbehandling av förorenad mark

Ett urval av projekt som genomförts med
statliga medel 1999-2007

Paul Edebalk

SGI Publikation 3

Linköping 2013

Förord

Föroreningar kan medföra risker för människors hälsa och vår miljö. I Sverige har vi miljökvalitetsmål som anger inriktningen för miljöarbetet och fokuserar på att minska dessa risker. Det finns ett stort antal förorenade områden i landet. Utredningar av vilka risker ett förorenat område kan innebära för människors hälsa eller miljön och hur man vid behov kan minska riskerna genom efterbehandling, är en viktig del av miljömålsarbetet. Statens geotekniska institut (SGI) har det nationella ansvaret för forskning, teknikutveckling och kunskapsuppbyggnad inom förorenade områden. Syftet är att SGI ska medverka till att höja kunskapsnivån samt öka saneringstakten så att miljökvalitetsmålen nås. Som ett led i detta ingår att förmedla kunskap om det arbete som utförs vid SGI till olika intressenter, såsom tillsynsmyndigheter, universitet och högskolor, konsulter, analyslaboratorier, problemägare och entreprenörer med flera.

Föreliggande rapport är i stort resultatet av ett uppdrag från Naturvårdsverket. Statens geotekniska institut, SGI, har gjort en sammanställning av erfarenheter från tolv av de efterbehandlingsprojekt som genomfördes med statliga bidragsmedel under perioden 1999-2007. Förhoppningen är att rapporten utöver att redovisa erfarenheter från några tidigt utförda projekt även ska kunna utgöra en av grunderna till ett fortsatt arbete med tillvaratagande av erfarenheter, förmedling av kunskap och förbättringar inom efterbehandlingsområdet.

Sedan 1990-talet har det skett ett systematiskt arbete vid Naturvårdsverket, länsstyrelserna och kommunerna med inventering, undersökning och efterbehandling av förorenad mark där det inte finns någon ansvarig verksamhetsutövare eller fastighetsägare. Statliga bidrag kan tilldelas sådana prioriterade efterbehandlingsprojekt. Efter att bidragssystemet hade funnits ett antal år, identifierade SGI och Naturvårdsverket år 2007 ett behov att ta tillvarata erfarenheter från några av de första genomförda projekten som genomfördes med statsbidrag. Tanken med erfarenhetsinsamlingen från genomförda projekt var att den skulle kunna vara en hjälp för framtida bidragsprojekt. Ett urval av slutförda projekt togs fram i samråd mellan SGI och Naturvårdsverket. Projektens slutrapporter studerades översiktligt och kompletterades med samtal med personer som medverkat i projekten angående positiva och negativa erfarenheter från de olika projektskedena. Även projektens ekonomi sammanställdes baserat på befintliga nyckeltal. Utöver redovisning av erfarenheter innehåller rapporten en del slutsatser och förslag till förbättringar. Arbetet med erfarenhetsinsamling och intervjuer skedde 2008-2009. Rapporten sammanställdes som utkast år 2009 och efter remiss till Naturvårdsverket och SGU slutredovisades den som en enkel uppdragsrapport från SGI i mars 2011 och delgavs samtliga länsstyrelser. Rapportens titel var då Erfarenheter från ett urval av efterbehandlingsprojekt som genomförts med statliga medel 1999-2007.

Denna SGI Publikation är textmässigt i princip densamma som den som färdigställdes 2011, men titel, inledande texter samt layout och bildmaterial har setts över. Som ett led i SGI:s arbete har SGI beslutat att publicera befintlig erfarenhetsrapport från 2011 som en SGI Publikation. SGI hyser förhoppningen att rapporten på så vis ska få en större spridning och att erfarenheterna kan komma branschen som helhet till nytta. Rapporten har utarbetats av Paul Edebalk, SGI, och kvalitetsgranskats av Mikael Stark, SGI. SGI vill framföra ett tack till alla de handläggare vid länsstyrelser samt projektledare vid kommuner och konsultföretag som delat med sig av sina erfarenheter från de aktuella projekten. Vidare riktas ett tack till Naturvårdsverket, där Kjell Färnkqvist och Inger Johansson bidrog med underlag och värdefulla synpunkter.

Chefen för avdelning Markmiljö har beslutat att ge ut publikationen.

Linköping i november 2013

Mikael Stark

Innehållsförteckning

Förord.....	5
Sammanfattning	9
1 Bakgrund	11
2 Syfte, metod och omfattning.....	11
2.1 Huvudsyfte.....	11
2.2 Syfte med aktuell utredning	11
2.3 Metodik	11
3 Efterbehandlade mängder och ekonomi.....	13
3.1 Efterbehandlade mängder	13
3.2 Ekonomi.....	16
4 Sammanställning av erfarenheter och diskussion	20
4.1 Huvudman och ekonomi.....	20
4.2 Organisation och kontinuitet.....	20
4.3 Utredningar och avgränsning av förorening	21
4.4 Åtgärdsutredning och riskvärdering.....	22
4.5 Juridik	22
4.6 Projektering och upphandling	22
4.7 Pilotstudier	23
4.8 Information.....	23
4.9 Tillsyn.....	23
4.10 Sanering av mark och sediment.....	24
4.11 Spontning och vattenhantering.....	25
4.12 Tätning, täckning samt anläggande av deponi.....	25
4.13 Återställning och miljökontrollprogram	26
4.14 Åtgärds mål och uppföljning	27
4.15 Tid och erfarenhetsåterföring	27
5 Slutsatser och förslag till förbättringar.....	28
5.1 Huvudman, ekonomi, organisation och kontinuitet	28
5.2 Utredning och avgränsning av föroreningar samt åtgärdsutredning och riskvärdering	28
5.3 Juridik samt projektering och upphandling	29
5.4 Pilotstudier, information, tillsyn och entreprenörer	30
5.5 Sanering av byggnader, mark och sediment.....	30
5.6 Spontning, vattenhantering samt anläggning av deponi	31
5.7 Återställning och miljökontrollprogram	32
5.8 Åtgärds mål och uppföljning	32
5.9 Tid och erfarenhetsåterföring	32
Referenser.....	34

Bilagor

1. Kort presentation av studerade objekt
2. Redovisning i punktform av erfarenheter baserade på slutrapporter och samtal
3. Förteckning över personer vilka samtal förts med
4. Sammanfattande tabell – Mängder
5. Sammanfattande tabell – Ekonomi

Sammanfattning

Naturvårdsverket har för avsikt att tillvarata och förmedla erfarenheter från projekt rörande efterbehandling av förorenad mark som genomförts med statliga medel. Statens geotekniska institut har här påbörjat en sådan erfarenhetsredovisning.

Huvudmål med denna utredning är att:

- Sammanställa ekonomi för ett urval av projekten
- Sammanställa erfarenheter genom översiktliga studier av ett urval av slutrapporter kompletterat med samtal med personer som medverkat i projekten.
- Ge förslag till förbättringar

Tolv genomförda och slutrapporterade efterbehandlingsprojekt från perioden 1999-2007 som finansierats med statliga medel har studerats. Projektens slutrapporter har lästs varvid erfarenheter sammanfattats punktvís och kompletterats med noteringar från telefonsamtal med projektledare och handläggare vid respektive länsstyrelse. Huvudsakliga ämnesområden vid samtalen har varit positiva och negativa erfarenheter från de olika skedena i respektive projekt samt efterbehandlingsresultat och ekonomi.

Delar av de nyckeltal som respektive projekt redovisat till Naturvårdsverket har sammanställts. Nyckeltalen är uppenbart inte helt kvalitetssäkrade, t.ex. stämmer inte summeringar av delposter. Av nyckeltalen framgår dock att storleken på de studerade efterbehandlingsprojekten varierar väldigt mycket. En enkel beräkning där den totala kostnaden divideras med den totala mängden åtgärdade massor har utförts varvid man kan dra slutsatsen att kostnaden per ton åtgärdade massor i de studerade projekten som innebar grävsanering ligger i det ungefärliga intervallet 300-3000 kr med en median på ca 1580 kr. Även budgetstorleken på de studerade efterbehandlingsprojekten varierar mycket – slutlig totalkostnad från 2 miljoner till 115 miljoner kr. Elva av de tolv studerade projekten blev dyrare än beräknat. Den lägsta kostnadsökningen var 6 % och den största innebar en trefaldig kostnadsökning. Den genomsnittliga kostnadsökningen för de tolv projekten var 33 % (median). Entreprenaderna utgör 66-95 % av den totala projektkostnaden medan projektledning och undersökningar utgör 4-28 % och miljökontrollen 2-12 %

Det är viktigt att ha rätt fokus från början i undersökningarna och att man gör en riskanalys i tidigt skede angående tänkbara problem. En grundlig historisk inventering är viktigt för att komma in rätt i projektet. Man måste avsätta tid och resurser för avgränsning av föroreningsutbredning i samtliga medier med avseende på alla tänkbara föroreningstyper senast i huvudstudieskedet. Betongkonstruktioner under markytan behöver uppmärksammas i ett tidigt skede. Kostnader för utökade undersökningar måste ställas i relation till osäkerheternas konsekvenser i entreprenadskedet. Graden av osäkerhet vad gäller mängder och ekonomi bör alltid redovisas tydligt.

En genomtänkt strategi för informationsaktiviteter är viktig. En god kommunikation med närboende kan göra att omgivningspåverkan och störningar kan upplevas som mer acceptabla. Det är viktigt att man har en dialog med dem som berörs. Det finns goda erfarenheter av att parallellt med information om efterbehandlingen även diskutera den framtida utformningen av området eftersom detta engagerar på ett positivt, framåtblickande sätt.

Det är vanligt att urgrävningar av föroreningar blir av större omfattning än planerat p.g.a. osäker avgränsning i djup- och sidled. Det är viktigt att ekonomiska risker identifieras i projekten så tidigt som möjligt och att riskanalysen diskuteras med finansören. Vid projektering är det viktigt att säkerställa att man har relevanta underlagsdata och korrekta beräkningar. Under genomförandet är det viktigt att miljökontrollen och byggkontrollen kontinuerligt samverkar och att man hela tiden

har tillgång till experter (projektstöd) för att lösa de oförutsedda händelser som alltid inträffar i efterbehandlingsprojekt. Undersökningar kan med fördel genomföras innan sanering samt anpassas till förväntade myndighetskrav med avseende på kontroll och provtagning under och efter sanering samt eventuella krav från mottagaren av de förorenade massorna. Kostnaderna för såväl provtagning som analyser hålls nere, eftersom det inte krävs t.ex. expressanalyser. Dessutom minskas risken avsevärt vad gäller stillestånd p.g.a. sena analysvar. Förutom detta minimeras risken för att det dyker upp stora mängder okända förorenade massor. Kostnaden för att handla upp entreprenadtjänsten kostnadsoptimeras också om osäkerheterna minimeras. Det borde flaggas mer för nyttan av pilotstudier och testsaneringar som kan ge värdefulla kunskaper inför genomförande.

Man bör tidigt i projektet klargöra hur återställningen ska utformas och hur den finansieras samt hur eventuell skötsel av området efter återställning ska hanteras. Relationshandlingar som upprättats måste också bevaras för framtiden, åtminstone genom att de redovisas till länsstyrelsen och/eller Naturvårdsverket, även i digitalt format. Man bör fundera över hur man bäst säkerställer att man får in användbara relationshandlingar i digitalt format avseende utförda efterbehandlingar och speciellt hur eventuella kvarvarande föroreningar dokumenteras. Hur ska information om förorenade områden bevaras för framtiden?

I flera av projekten har man haft problem med att sätta mätbara åtgärds mål som verkligen säger något om efterbehandlings resultat. För att kunna göra en riktig uppföljning efter avslutad efterbehandlingsåtgärd är det avgörande att ha en tillräckligt lång mätserie, även före efterbehandlingsstart. Åtgärds mål i jord bör vara anpassade till bakgrundshalter i området och ta sin utgångspunkt i platsspecifika riktvärden. För åtgärds mål i grundvatten bör tidsaspekten beaktas. Åtgärds mål i ytvatten kan vara svåra att följa upp eftersom små till måttliga haltskillnader i tid och rum inte kan urskiljas. Även provtagningar av bottenlevande djur kan vara svåra att utvärdera. Åtgärder som går ut på att minska emissioner till luft kan ibland kräva omfattande referensmätningar. Man bör även fundera över hur man ska få så realistiska riskvärderingar som möjligt. Föreslagen åtgärd måste fungera på den aktuella platsen med dess lokala förutsättningar.

Det är viktigt att snabbt göra slutrapportering med erfarenhetsåterföring. Händelser beskrivs ofta annorlunda i efterhand. Minst lika viktigt som tekniken är kommunikationen inom projektet och externt. Det bedöms vara viktigt att slutrapporter på något sätt görs tillgängliga för framtida projekt och att rapporterna systematiseras och görs sökbara.

Denna rapport kan utgöra en av utgångspunkterna för diskussioner om hur man bäst tar tillvara och förmedlar erfarenheter från slutförda efterbehandlingsprojekt med statliga medel. SGI föreslår att en avstämning görs av det insamlade materialet för att försöka få fram de frågor som känns mest angelägna att arbeta vidare med. Arbetet bör ske på bred basis och kan behöva vidgas till en bredare krets med utökad bemanning med t.ex. arbetsgrupper, referens- och styrgrupper.

1 Bakgrund

Naturvårdsverket har för avsikt att tillvarata och förmedla erfarenheter från projekt rörande efterbehandling av förorenad mark som genomförts med statliga medel. Naturvårdsverket har givit Statens geotekniska institut, SGI, i uppdrag att påbörja en sådan redovisning av erfarenheter.

SGI har studerat tolv genomförda och slutrapporterade efterbehandlingsprojekt från perioden 1999-2007 som finansierats med statliga medel. Projektens slutrapporter har lästs varvid erfarenheter sammanfattats punktvís och kompletterats med noteringar från telefonsamtal med projektledare och handläggare vid respektive länsstyrelse. Huvudsakliga ämnesområden vid samtalen har varit positiva och negativa erfarenheter från de olika skedena i respektive projekt samt efterbehandlingens resultat och ekonomi.

2 Syfte, metod och omfattning

2.1 Huvudsyfte

Tanken med denna rapport är att den ska kunna utgöra inledningen till en större utvärdering av gjorda erfarenheter från slutförda efterbehandlingsprojekt finansierade med statliga medel. Huvudsyftet med en sådan större utvärdering skulle kunna vara att ge förbättringsförslag och att ta till vara de erfarenheter som vunnits i de olika projekten, samt att förmedla denna information vidare det vill säga synliggöra tillgängliga verktyg och sprida information och kunskap om framkomliga vägar som medverkar till hållbarare, säkrare och ekonomiskt miljöoptimala undersökningar, utredningar och åtgärder. Preliminära mål för en sådan större utvärdering som helhet kan vara:

1. Goda exempel, exempel på framkomliga vägar
2. Bättre undersökningar
3. Bättre upphandlingar
4. Bättre utredningar
5. Bättre uppföljning
6. Sammanställa erfarenheter (fördjupad studie)
7. Sammanställa data om åtgärds mål och platsspecifika riktvärden
8. Nyckeltal (kostnader för olika delmoment)
9. Vad en slutrapport ska innehålla
10. Förslag till förändringar av kvalitetsmanualen och bidragsbeslut

2.2 Syfte med aktuell utredning

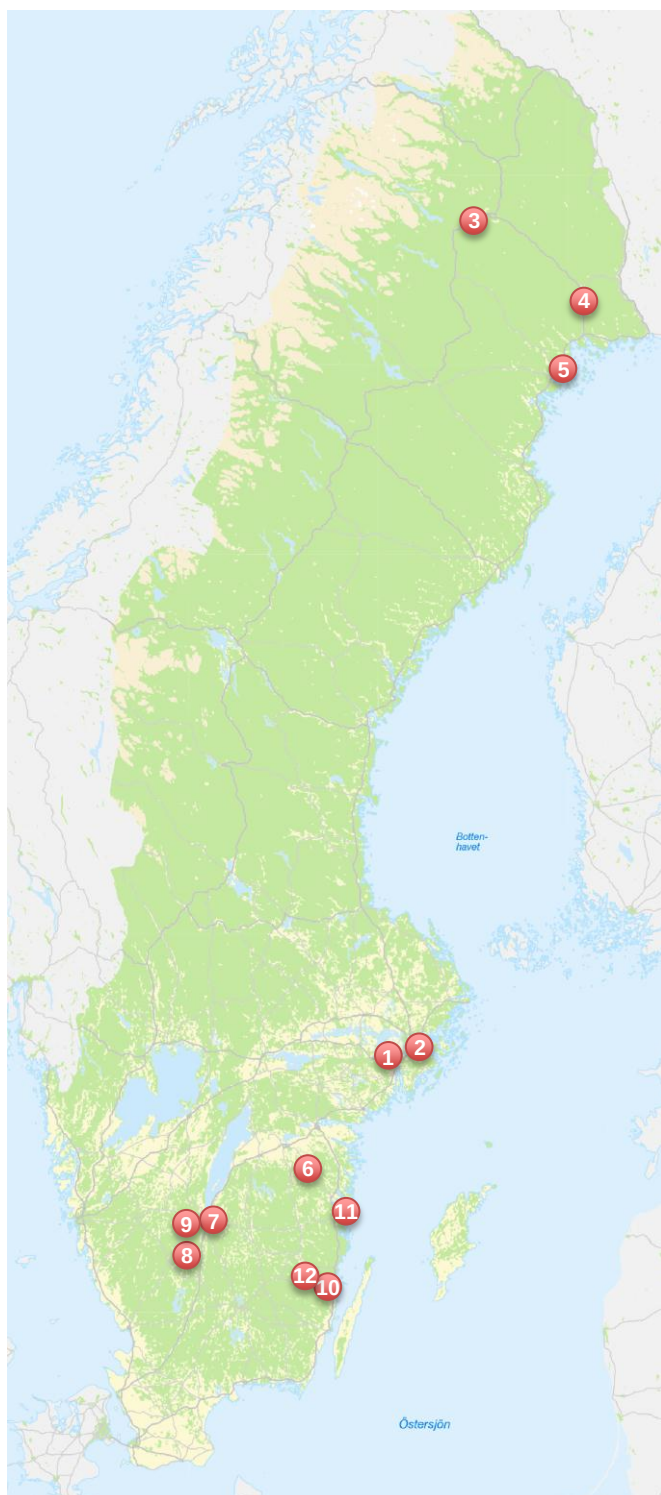
Huvudmål i denna utredning är att:

- Sammanställa ekonomi för ett urval av projekten
- Sammanställa erfarenheter genom översiktliga studier av ett urval av slutrapporter kompletterat med samtal med personer som medverkat i projekten.
- Ge förslag till förbättringar

2.3 Metodik

Samtliga åtgärdade objekt under perioden 1999-2007 framgår av Naturvårdsverkets lägesrapport till regeringen (2008-02-21). Ursprungligen togs bland dessa fram ett förslag på lämpliga projekt att studera (16 stycken) i samråd med Naturvårdsverket. Det visade sig senare att fyra av de utvalda projekten ännu inte hade slutrapporterats, varför det kvarstod tolv projekt som skulle kunna studeras.

De projekt som studerats är Turingen, Kvarteret Akterspegeln Gröndal, Tväråns såg, Svartbyns träimpregnering, Hanssons såg Gäddvik, Centrala industriområdet i Åtvidaberg, Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop), Gnosjö Eloxering, F.d. Knutssons Nickelfabrik, Jungnerholmarna, Örserumsviken och Ruda glasbruk/träimpregnering, se karta i Figur 2-1. I bilaga 1 presenteras de tolv projekten kortfattat.



1. Turingen
2. Kvarteret Akterspegeln Gröndal
3. Tväråns såg
4. Svartbyns träimpregnering
5. Hanssons såg Gäddvik
6. Centrala industriområdet i Åtvidaberg
7. Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)
8. Gnosjö Eloxering
9. F.d. Knutssons Nickelfabrik
10. Jungnerholmarna
11. Örserumsviken
12. Ruda glasbruk/träimpregnering

Figur 2-1 Karta med lokalisering av de tolv studerade efterbehandlingsprojekten.
Bakgrundskarta © Lantmäteriet

En översiktlig genomgång gjordes av de utvalda slutrapporterna. Projektens slutrapporter har lästs översiktligt varvid erfarenheter sammanfattats punktvis. Dessa erfarenheter redovisas i Bilaga 2 tillsammans med noteringar från telefonsamtal med projektledare och handläggare vid respektive länsstyrelse. Konsulter i utredningsskedet och entreprenörer har inte ingått i steg 1. Huvudsakliga ämnesområden vid telefonsamtalen har varit:

1. Allmänt, positiva och negativa erfarenheter
2. För- och huvudstudieskedena, positiva och negativa erfarenheter
3. Förberedelseskedet, positiva och negativa erfarenheter
4. Genomförandeskedet, positiva och negativa erfarenheter
5. Uppföljning, positiva och negativa erfarenheter
6. Resultat av efterbehandlingen
7. Ekonomi

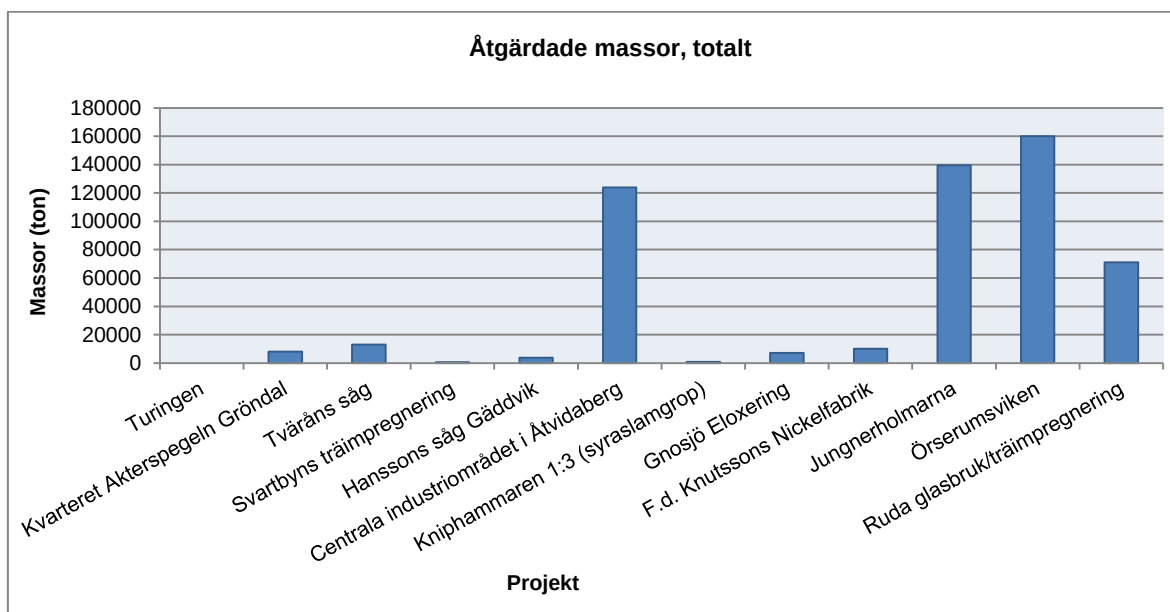
En sammanställning av projektens efterbehandlade mängder och ekonomi framgår av kapitel 3. Erfarenheter från de olika projekten har samlats under ämnesrubriker i kapitel 4. Slutsatser och förslag till förbättringar framgår av kapitel 5.

3 Efterbehandlade mängder och ekonomi

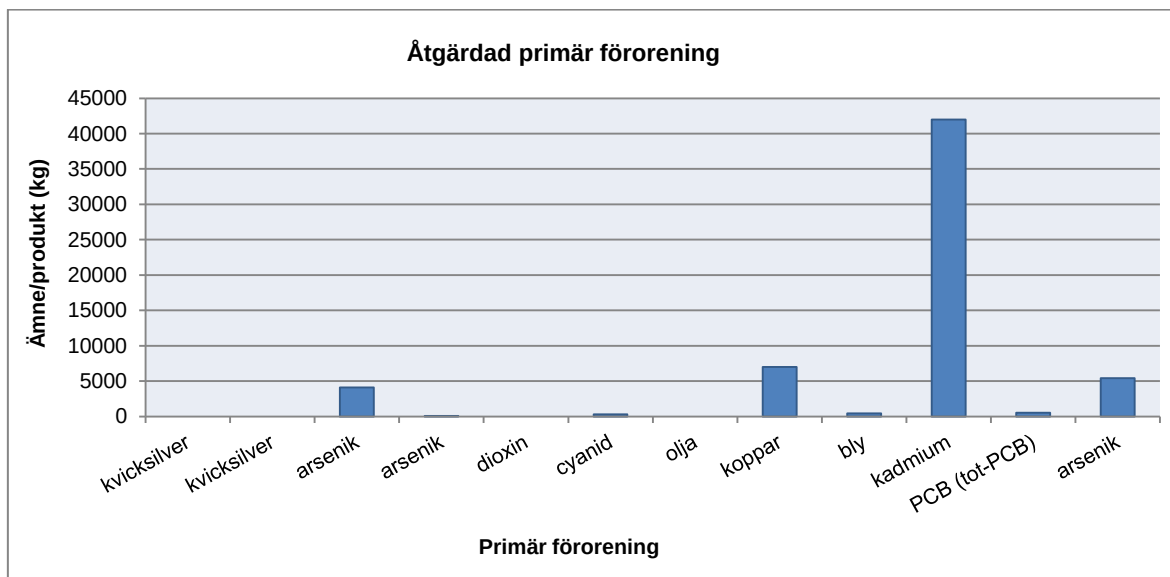
3.1 Efterbehandlade mängder

Efterbehandlade massor och ämnen framgår av de blanketter med nyckeltal som redovisats av respektive projekt till Naturvårdsverket. Delar av nyckeltalen avseende efterbehandlade mängder har sammanställts i tabellform i Bilaga 4. I vissa fall har materialet kompletterats med uppgifter från slutrapporter.

Av tabellmaterialet i Bilaga 4 framgår tydligt att storleken på de studerade efterbehandlingsprojekten varierar väldigt mycket. Den totala mängden åtgärdade massor varierar mellan 675 och 160 000 ton, se Figur 3-1. Den redovisade mängden primär förorening (ämne) varierar mellan t.ex. 6 gram dioxin och 42 ton kadmium se Figur 3-2. Det är svårt att jämföra projekt med så olika förutsättningar. En enkel beräkning där den totala kostnaden divideras med den totala mängden uppgrävda massor har utförts och redovisas i Bilaga 4. Denna kostnad per åtgärdad (uppgrävd) massenhet varierar mellan 300 kr/ton och 10 000 kr/ton. Siffran säger egentligen ingenting mer än att projekten är väldigt olika vad gäller omfattning och problemställningar och har haft helt olika förutsättningar.



Figur 3-1 Total mängd åtgärdade massor (ton) i de tolv efterbehandlingsprojekten.



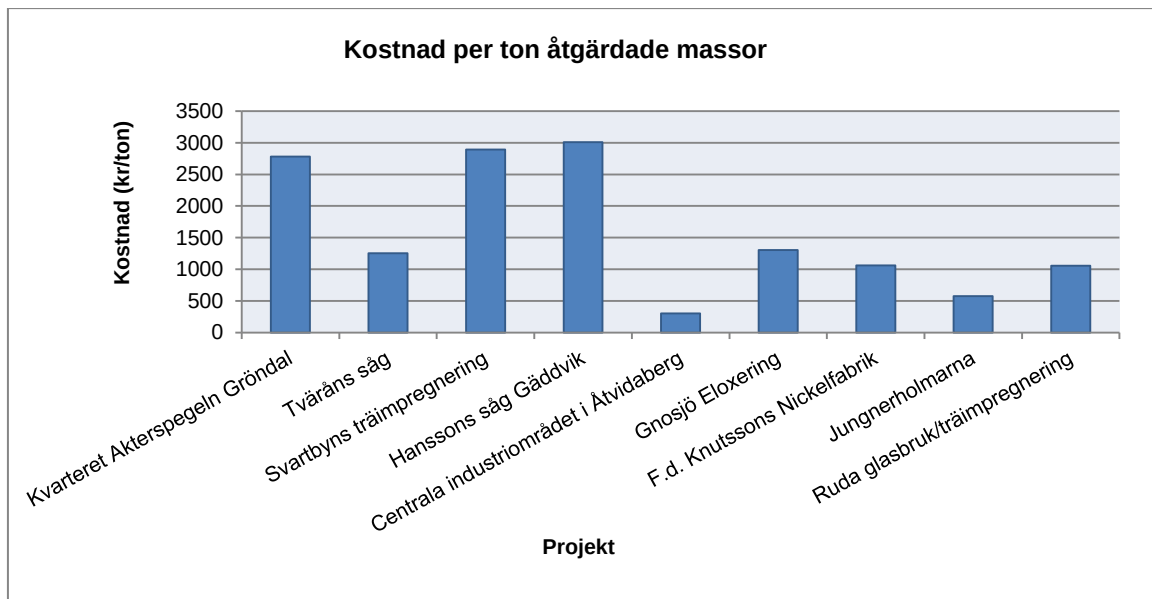
Figur 3-2 Primär mängd (kg) förorening som åtgärdats i de tolv efterbehandlingsprojekten.

En redovisning av mängder och kostnader i de tolv studerade efterbehandlingsprojekten görs i Tabell 3-1 nedan. Även statistik med avseende på kostnad per ton massor samt kostnad per kg avlägsnad primär förorening för de av efterbehandlingsprojekten (nio stycken) som kan betraktas som grävsaneringar redovisas i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Sammanställning av typ av efterbehandling och primär förorening, mängder åtgärdade massor och primär förorening samt kostnader för de tolv studerade efterbehandlingsprojekten. Kostnader redovisas som total kostnad, och som kr/ton (respektive projekts totala kostnad (kr) dividerad med total mängd åtgärdade massor (ton)) samt som kr/kg åtgärdad primär förorening (respektive projekts totala kostnad (kr) dividerad med total mängd åtgärdad primär förorening (kg)). För de nio grävsaneringsprojekten redovisas statistik. Beräkningar baseras på uppgifter i nyckeltal redovisade av länsstyrelserna och tom ruta innebär att uppgift saknas.

Projekt	Efterbehandling avser	Grävsanering?	Primär förorening	Mängd åtgärdad primär förorening (ton ämne/produkt)	Total mängd åtgärdade massor (ton)	Total kostnad (miljoner kr)	Total kostnad dividerad med mängd åtgärdade primär förorening (kr/kg)	Total kostnad dividerad med total mängd åtgärdade massor (kr/ton)
Turingen	Sediment	Nej, täckn.	Kviksilver			57,61		
Kvarteret Akterspegeln Gröndal	Sediment	Ja	Kviksilver	0,31	8 000	22,25	72 000	2 781
Tväråns såg	Mark, byggnad /anläggning	Ja	Arsenik	4,1	13 017	16,3	4 000	1 252
Svartbyns träimpregnering	Mark	Ja	Arsenik	0,060	675	1,95	32 000	2 890
Hanssons såg Gäddvik	Mark	Ja	Dioxin	0,0000056	3 682	11,08	2*10 ¹²	3 009
Centrala industriområdet i Åtvidaberg	Mark	Ja	Cyanid	4,1	124 000	37,39	9 000	302
Kniphamaren 1:3 (syraslamgrop)	Mark	Nej, täckn.	Olja		877	8,50		
Gnosjö Eloxering	Mark, byggnad /anläggning	Ja	Koppar	7	7 242	9,43	1 300	1 303
F.d. Knutssons Nickelfabrik	Mark	Ja	Bly	0,45	10 080	10,69	24 000	1 061
Jungnerholmarna	Mark, byggnad /anläggning	Ja	Kadmium	4,2	139 400	80,21	19 000	575
Örserumsviken	Sediment	Nej, muddring	PCB	0,52	160 000	115,50	222 000	722
Ruda glasbruk/träimpregnering	Mark, sediment, Byggnad /anläggning	Ja	Arsenik	5,4	71 000	74,94	14 000	1 055
Statistik avseende kostnader för de nio grävsanerarna:								
Minimum							1 300	302
Maximum							2*10 ¹²	3 009
Median							19 000	1 581
Medel								1 252

Av Tabell 3-1 framgår att kostnaden per ton åtgärdade massor i de studerade grävsaneringsprojekten ligger i det ungefärliga intervallet 300-3000 kr med en median på ca 1580 kr och ett medelvärde på ca 1250 kr, se även Figur 3-3. En generell slutsats är att de större av de studerade grävsaneringsprojekten är betydligt mindre kostsamma sett till kr/ton än de mindre projekten. De två grävsaneringsprojekt vars mängd åtgärdade massor överstiger 100 000 ton ligger på en kostnad av ca 300-600 kr/ton, medan de två projekt som understiger 5000 ton har kostat ca 3000 kr/ton. Övriga grävsaneringsprojekt har kostat ca 1000-1300 kr/ton med undantag av ett projekt (3000 kr/ton) med inslag som t.ex. spontning, grävning under grundvattenytan och ett trångt arbetsområde.



Figur 3-3 Kostnad per ton åtgärdade massor i de nio grävsaneringsprojekten.

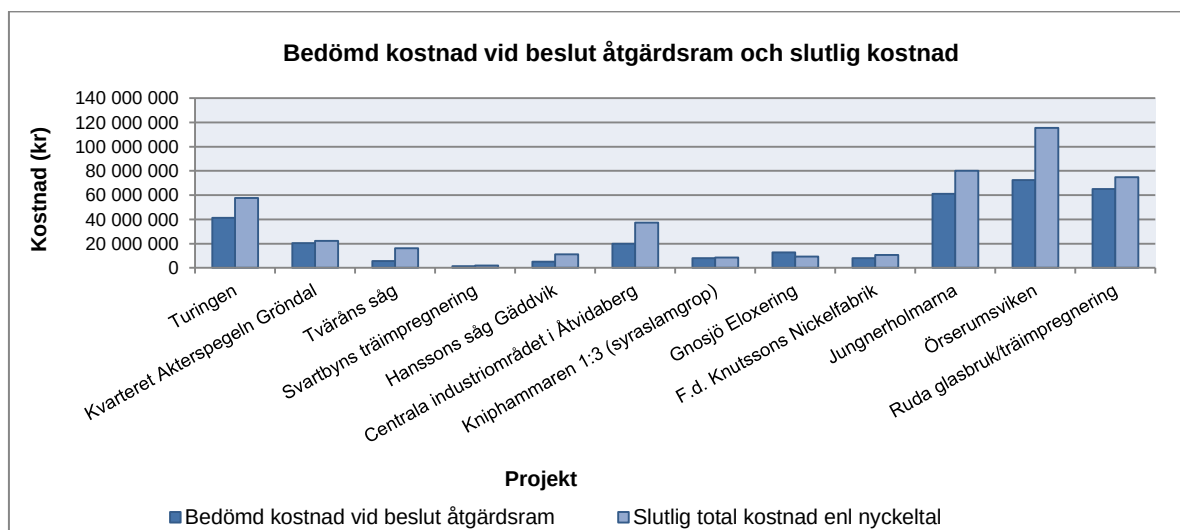
Det är däremot svårt att skönja något mönster i åtgärds-kostnad per kg avlägsnad primär förorening eftersom det råder så olika förutsättningar vad gäller bland annat markförhållanden och blandningar av föroreningar och deras farlighet. Man kan dock t.ex. konstatera att medianen för kostnad per kg avlägsnad primär förorening är 19 000 kr för de nio grävsaneringsprojekten och att de fyra grävsaneringsprojekt som haft arsenik som primär förorening har kostat 4 000-32 000 kr/kg avlägsnad arsenik.

3.2 Ekonomi

Från de blanketter med nyckeltal som redovisats av respektive projekt till Naturvårdsverket kan man utläsa projektens ekonomiska redovisning. Delar av nyckeltalen avseende ekonomi har sammanställts i tabellform i Bilaga 5. I vissa fall har materialet kompletterats med uppgifter från bi-dragsbeslut och slutrapporter.

Av tabellmaterialet med avseende på ekonomi i Bilaga 5 framgår att storleken på de studerade efterbehandlingsprojekten varierar mycket – slutlig totalkostnad från 2 miljoner till 115 miljoner kr, se även Figur 3-4. Även fördelningen mellan kostnader för delmomenten inom respektive projekt är väldigt olika beroende på projektens olika förutsättningar. Vid en jämförelse mellan den slutliga totala kostnaden för efterbehandlingsprojektet och den uppskattade kostnaden när beslutet togs att ta in objekt i Naturvårdsverkets åtgärdsram för de tolv studerade projekten kan man notera att endast ett projekt blev billigare än beräknat (74 % av beräknad kostnad), se Figur 3-4. De övriga elva

projekten blev dyrare än beräknat. Den lägsta kostnadsökningen var 6 % och den största innebar en trefaldig kostnadsökning. Den genomsnittliga kostnadsökningen (medelvärde) var för de tolv projekten 50 %. Motsvarande median var en kostnadsökning på 33 %.



Figur 3-4 Bedömd total kostnad vid beslut om införande i åtgärdsram och slutlig total kostnad.

En sammanställning, med avseende på kostnadsandel för de olika ingående arbetsmomenten, för de tolv efterbehandlingsprojekten redovisas i Tabell 3-2 nedan. I de nyckeltal som länsstyrelserna redovisat för projekten kan man utläsa total kostnad och kostnader för arbetsmomenten uppdelat på sju delposter. Dessvärre stämmer angiven total kostnad bara i ett av de tolv projekten exakt med summan av de sju delposterna. I nio av projekten är summan av delposterna 1-4 % lägre än angiven total kostnad. I ett fall är däremot summan av de sju delposterna 5 % högre än angiven total kostnad. Det är uppenbart att nyckeltalen inte är helt kvalitetssäkrade. Därtill har inte heller alla delposter alltid fyllts i, utan man har istället klumpat ihop arbetsmomenten i en grövre indelning än vad som varit avsikten i nyckeltalen, t.ex. har man i flera fall valt att inte särredovisa transportkostnader vilket kan bero på att kostnadsposten entreprenadkostnader även kan innefatta transport. En förklaring kan säkert vara att nyckeltalen har införts först efter det att projekten avslutats. Länsstyrelserna har därför försökt klämma in projektens ekonomiska redovisningar i nyckeltalsformulären i efterhand med varierande framgång.

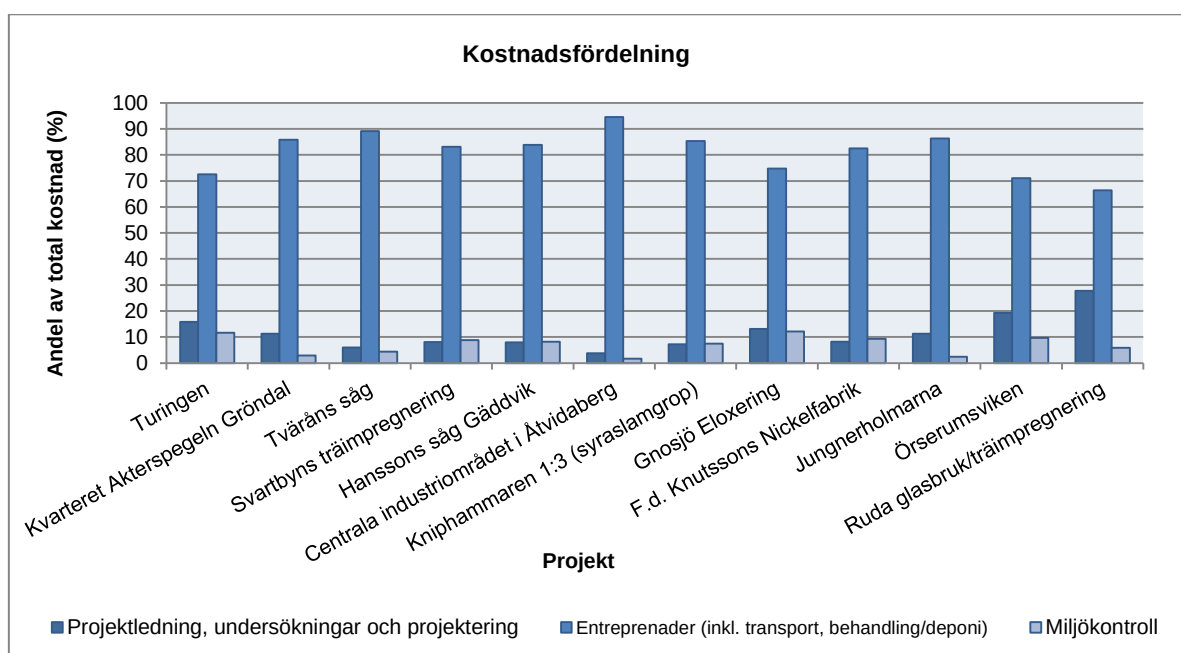
I Tabell 3-2 redovisas dock beräkningar baserade på befintliga nyckeltal. De kostnadsandelar som anges i tabellen har beräknats genom att kostnaden för det aktuella arbetsmomentet har dividerats med summan av de sju delposterna som angivits i nyckeltalen. För att möjliggöra jämförelser, trots att redovisningen är ofullständig med avseende på varje enskild delpost, baseras den statistiska redovisningen i tabellens sista rader på sammanslagna poster: projektledning, entreprenader och miljökontroll. Delposternas gruppering vid sammanslagningen framgår av Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Sammanställning av kostnadsandelar (%) för olika arbetsmoment (kostnadsposter) inom respektive efterbehandlingsprojekt. I sista kolumnen redovisas dessutom huvudmannens arbetstid. Baserat på uppgifter i nyckeltal redovisade av länsstyrelserna. Tom ruta innebär att ingen uppgift lämnats. Värdena är avrundade.

Efterbehandlingsprojekt	Projektledn, undersökn, projektering		Entreprenader (inkl transport, behandling/deponi)			Miljökontroll		Huvudmannens arbetstid (h)
	Projektledning (%)	Projektering, förarbeten, undersökningar m m (%)	Entreprenadkostnader (schakt, transport m m) (%)	Transportkostnader (%)	Omhändertagande/ behandling av massor (%)	Miljökontroll under genomförande (%)	Uppföljande miljökontroll (%)	
Turingen	10	6	73			7	5	
Kvarteret Akterspegeln Gröndal	2	10	86			3		
Tväråns såg	3	3	59		30	4		2 000
Svarthyns träimpregnering	3	5	51	6	26	9		176
Hanssons såg Gäddvik	1	7	45	13	25	7	1	500
Centrala industriområdet i Åtvidaberg	3	1	58		37		2	6 800
Kniphammaren 1:3 (syra-slamgrop)	1	6	55		30	6	1	433
Gnosjö Eloxering		13	53		22	11	1	800
F.d. Knutssons Nickelfabrik		8	82			9		500
Jungnerholmarna	11		58		28	2		
Örserumsviken	8	11	71			4	5	21 878
Ruda glasbruk/ träimpregnering	11	17	66			4	2	9 724
Minimum	1	1	45	6	22	2	1	
Maximum	11	17	86	13	37	11	5	
Median	3	7	59	10	23	5	1	
Medel	5	8	63	10	28	6	3	
Minimum	4		66			2		
Maximum	28		95			12		
Median	10		83			8		
Medel	12		81			7		

Den största andelen av projektkostnaden är entreprenader (inkl transport, behandling/ deponi) som ligger inom intervallet 66-95 % av den totala kostnaden. Kostnadsandelen för projektledning/undersökningar/projektering ligger i intervallet 4-28 % medan andelen för miljökontroll (under såväl genomförande som uppföljning) ligger på 2-12 %. Baserat på medianer kan man dra slutsatsen att efterbehandlingsentreprenaderna utgör ca 80 % av den totala projektkostnaden medan utredningar och projektledning utgör ca 10 % liksom miljökontroll inklusive uppföljning utgör ca 10 %. Det är i de studerade projekten svårt att skönja ett mönster mellan projektets storlek och kostnadsandelar för olika arbetsmoment.

Medianen för projektledningens kostnadsandel understiger 5 % och medianen för projekteringsandel, liksom miljökontroll under genomförande, understiger 10 %. I två av projekten överstiger kostnadsandelen för projektledning 10 %, nämligen i de två projekt som har störst total projektkostnad. Kostnadsandel för uppföljande miljökontroll ligger på 1-2 %. Redovisade minimi- och maximivärden visar att fördelningen mellan kostnadsposterna varierar mycket från projekt till projekt. I Figur 3-5 nedan illustreras kostnadsfördelning inom de studerade efterbehandlingsprojekten.



Figur 3-5 Fördelning av kostnader i de tolv efterbehandlingsprojekten.

4 Sammanställning av erfarenheter och diskussion

Ett urval av erfarenheterna som erhållits vid samtal med projektledare och handläggare vid länsstyrelser samt från slutrapporter redovisas nedan under ämnesrubriker. En punktvis sammanställning över slutrapporter och samtal har sammanställts i Bilaga 2. Inledningsvis var tanken att samtala med projektledare, huvudmän, handläggare vid länsstyrelsen och tillsynsmyndigheter vid respektive projekt. I huvudsak har samtal dock förts med projektledaren och handläggaren vid länsstyrelsen med anledning av att det i flera av projekten inte är helt klara gränser mellan projektledning och huvudman eller mellan handläggare och tillsynsmyndighet. Det bedöms ändå att information om huvudmannaskap och tillsyn i projekten har erhållits vid samtalen. Vilka personer som samtal förts med framgår av Bilaga 3.

4.1 Huvudman och ekonomi

Det har i de studerade projekten inte varit några bekymmer att få kommunerna att ta huvudmannaskap, initiativ till efterbehandlingen har till och med ofta kommit från kommunen själv. Kommunerna är vana entreprenadupphandlare och har administrativa system för t.ex. ekonomi, revision och diarieföring. Det är viktigt att projektet är väl förankrat på hög nivå inom kommunen för att uppnå beslutskraft. Om andra huvudmän än kommuner skulle bli aktuella i framtida statliga efterbehandlingsprojekt är det mycket viktigt att säkra den lokala förankringen. När en kommun tar huvudmannaskap är det viktigt att reflektera över framtida ansvar, med tillhörande ekonomiska konsekvenser, för det aktuella området, speciellt viktigt är det vad gäller framtida skötsel om fastigheten är herrelös.

Det är vanligt att projekten blir dyrare än förutsett t.ex. till följd av större mängd förorenade massor eller annan massfördelning än förutsett. Det är väldigt viktigt att identifiera ekonomiska risker i projekten så tidigt som möjligt, t.ex. genom en projekt- eller känslighetsanalys. Det är viktigt att länsstyrelserna och Naturvårdsverket ställer krav på att man identifierar de ekonomiska riskerna från undersökningsskedet. Osäkerhet måste också hanteras i upphandling av entreprenad så att tillkommande mängder kan hanteras utan onödiga fördyringar. Dessutom bör man budgetera (i projektbudget eller hos myndighet) för mängdökningar som upptäcks under pågående efterbehandling. Någon projektledare har erfarenheten att kostnaden sjunker för varje efterbehandlingsprojekt som genomförs i kommunen på grund av kunskapsupbyggnad hos kommuner, konsulter, entreprenörer och myndigheter.

4.2 Organisation och kontinuitet

Projektens resultat beror mycket på vilka drivande personer som finns med och att man har en kontinuitet med rätt kunskapsprofil från början till slut. Till exempel är det viktigt att ha miljökunnig kompetens från utredningsskedet med sig in i åtgärdsskedet, liksom det är väsentligt att ha entreprenadkunnande tidigt i projektet. Det är viktigt med en kunnig och erfaren projektledare och en tydlig organisationsstruktur med klar ansvarsbeskrivning. Huvudmannen har ett ansvar att processen löper på och att man inte förlorar för mycket kompetens vid skedesbyten med ny bemanning. Det är viktigt med god kommunikation mellan disciplinernas företrädare för kontinuitet och för att undvika dubbelarbete. Det är även viktigt att man inte är alltför sårbar för problem med bemanning såsom sjukdom, föräldraledighet m.m.

4.3 Utredningar och avgränsning av förorening

Det är viktigt att ha rätt fokus från början i undersökningarna och att man gör en riskanalys i tidigt skede angående tänkbara problem. En grundlig historisk inventering med bland annat studier av flygbilder och kartläggning av industriprocesser, hanterade kemikalier, avfallshantering och hantering av processvatten samt att man har riktiga kartunderlag (t.ex. korrekta nivåkurvor) är viktigt för att komma in rätt i projektet. Man måste avsätta tid och resurser för avgränsning av föroreningens utbredning i samtliga medier senast under arbetet med huvudstudien. Härvid är det viktigt att ha ett brett analysprogram så att ingen förorening missas. Ibland har man missat t.ex. trikloretylen och dioxiner. Det har visat sig att man även behöver beakta efterbehandlingsområdets omgivning, t.ex. kan även så kallade naturområden ha förorenats av den tidigare verksamheten.

Det är av vikt att kartlägga konstruktioner under mark, t.ex. är det inte ovanligt att större betongkonstruktioner under mark komplicerar efterbehandling om inte problemet uppmärksammas i tidigt skede.

Det finns alltid osäkerheter om hur stora jordvolymen som är förorenade vilket får konsekvenser för entreprenadkostnaden. Kostnad för utökade undersökningar får ställas i relation till osäkerheternas konsekvenser i entreprenadskedet. Graden av osäkerhet vad gäller mängder och ekonomi bör alltid redovisas tydligt.



Figur 4-1 Exempel på konstruktion under markytan. Foto: SGI.

4.4 Åtgärdsutredning och riskvärdering

I flera av projekten har åtgärdsutredningen inte tittat på så många alternativa lösningar. Även riskvärdering har i ett antal av de äldre studerade projekten varit summarisk. Numera har metodiken stramats upp i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden med användande av en matris m.m. Erfarenheter från nyare projekt hade varit intressant att kartlägga.

4.5 Juridik

Tillstånds- och tillsynsärenden kräver tid varför det är viktigt att påbörja den juridiska hanteringen i tid. Det kan vara en fördel att inte ha alltför detaljerade beskrivningar i projektets tekniska beskrivning för att undvika att behöva begära reviderade tillståndsvillkor för eventuellt senare modifierade åtgärdslösningar. Det är även lämpligt att endast presentera principer för miljökontroll i ansökan om miljötillstånd och att det slutliga kontrollprogrammet utformas i samråd med tillsynsmyndigheten.

4.6 Projektering och upphandling

Det är viktigt att få fram relevanta underlagsdata för korrekta beräkningar vid projektering. Det finns exempel på problem med projektering på grund av felaktiga terrängmodeller (fel höjdkurvor) samt bristfälligt geotekniskt underlag inklusive hydrogeologi, flödesuppgifter för vattendrag m.m. En tydlig och väl genomförd projektering underlättar entreprenadarbetena. Det är även viktigt att ha en lagom stor säkerhetsmarginal vid mass- och volymberäkningar. Till exempel kan en för liten marginal vid mängdberäkningen leda till fördyrning på grund av ökad mängd massor medan en för stor marginal till exempel kan leda till problem med uppbyggnad av deponi på planerat sätt på grund av brist på massor (t.ex. släntlutning/ytvattenavrinning).

Kvalitetsmanualen för efterbehandling av förorenade områden förordar utförandeentreprenader men det finns projekt som har goda erfarenheter av totalentreprenader då entreprenörerna ges möjlighet att komma med egna lösningar baserade på egna erfarenheter. Det är inte ovanligt att entreprenader delas upp i två eller flera delar t.ex. för att vidga kretsen av anbudsgivare, men man ska då betänka att delad entreprenad kan ge byggherren ett arbetsmiljöansvar som inte kan delegeras.

Om projektet innehåller en hög grad av teknisk utveckling krävs en flexibel tidsplan, kostnadsbedömning och teknisk beskrivning. Anbudsgivarna bör avkrävas en stomme till rutiner för kvalitetskontroll och tät rapportering till beställaren, detta bör ingå som utvärderingskriterier. En prekvalificering av entreprenörer kan vara en god idé när det rör sig om teknikutveckling. I kontrakten är det viktigt med kopplingar mellan teknikutveckling och betalningsplan, tidsplan samt prestationskrav.

Om beställaren vill att entreprenören vid upphandlingen ska lämna egna förslag på teknik är det viktigt att endast ställa funktionskrav och inte ge exempel på teknik i förfrågan. Det är även viktigt att skriva med aktiv sats t.ex. ”entreprenören ska göra” hellre än att något ”ska göras” för att undvika ansvarsdiskussioner. Det kan också vara bra att ange att sidoanbud är tillåtna, speciellt om finansieringen har små marginaler, vilket gör att kostnadseffektivare lösningar eventuellt kan föreslås av anbudsgivaren.

Det finns förespråkare för att efterbehandlingsprojekt ska betraktas som markentreprenader och handlas upp som sådana och även att miljökontrollen skulle kunna skötas av entreprenören själv. Det vanliga är dock att beställarens egen miljökontrollant sköter kontrollen eftersom det ofta handlar om att i princip beställa ett igenfyllt hål i marken, vilket behöver kontrolleras under arbetets utförande. Åtminstone vid enklare projekt skulle dock efterbehandlingen kunna beskrivas som en markteknisk beskrivning utan överambitiösa detaljskrivningar gällande arbetsmiljö och miljö, eftersom det finns lagstiftning för de frågorna, anser en projektledare.

Ett problem är att det inte finns någon beskrivning i AMA-systemet som är generell för projekt inom efterbehandling och miljö, och inte heller för moment i entreprenaden som anläggning av deponibotten och deponering.

4.7 Pilotstudier

Det kan vara värdefullt med pilotstudier vad gäller efterbehandlingsteknik i ett tidigare skede än det slutliga genomförandet. T.ex. provschaktning för att prova utgrävningsmetod kan ge mycket kunskap såsom fördelning mellan masstyper, flytbenägenhet, grundvattenmängder, kunskap om massornas uppförande och gräv- och hanterbarhet (kornstorleksfördelning, konsistens, vidhäftning vid grävskopor, andelen grovt material) och luktproblem. Man kan även få en uppfattning om förekomst av t.ex. avfall och större betongkonstruktioner under markytan. Uppgrävt material kan även användas för efterbehandlingsförsök eller fysiska och kemiska försök i laboratorieskala. Provbekräftelse av ytor kan ge kunskap om vilka sättningar som kan förväntas i fyllning vid t.ex. övertäckning.

Vid större muddringar av sediment har det varit en fördel att kräva godkända försöksmuddringar före start av produktionsmuddring, eftersom man t.ex. uppdagade problem med mudderverk. Vid sanering av t.ex. betonggolv är det en fördel att göra åtgärdsförberedande provtagningar genom att bryta upp större betongytor för att kunna bedöma föroreningsgrad bättre än vad man kan utläsa från borrkärnor.

4.8 Information

En genomtänkt strategi för informationsaktiviteter är viktig samt att talesmannen är väl förberedd. Information måste få ta den tid som behövs. Markägare och närboende är viktiga att bjuda in till information i tidigt skede. En god kommunikation med närboende kan göra att omgivningspåverkan och störningar kan upplevas som mer acceptabla. Närboende upplever ofta efterbehandlingsprojekten som positiva – det ska bli bättre. Det är dock vanligt med en oro för föroreningsspridning i det förgångna såväl som under genomförandet av efterbehandlingen.

Det är viktigt att man har en dialog med dem som berörs. Väldigt goda erfarenheter finns av öppet hus där den enskilde kan komma till tals med experterna – det viktiga är att få en dialog med kommunens invånare. Det finns även goda erfarenheter av att parallellt med information om efterbehandlingen även diskutera den framtida utformningen av området, t.ex. detaljplanearbete, eftersom detta engagerar på ett positivt, framåtblickande sätt.

4.9 Tillsyn

I flera projekt har länsstyrelsen och kommunen haft dubbla roller, t.ex. rådgivning och tillsyn inom samma organisation, speciellt i utredningsskedena. Inget av projekten har haft några bekymmer med detta utan har haft möjlighet att renodla rollerna till olika personer om så skulle behövas. När man kommer in i åtgärdsskedet är det väsentligt att tillsynen och projektarbetet är separerade.

4.9.1 Entreprenörer

I de flesta projekt har det inte varit några större konflikter med entreprenören, i något fall har man dock fått byta ut en upphandlad underentreprenör, bl.a. på grund av kapacitetsproblem. God kommunikation mellan projektledning och entreprenör är viktig. I efterbehandlingsprojekt blir projekteringen dock i praktiken aldrig riktigt klar eftersom oväntade saker inträffar kontinuerligt, varför det är viktigt att parterna har ett juridiskt regelverk att hålla sig till. Precisa kontraktsdokument med kopplingar mellan betalningsplan, tidsplan och prestationskrav är av stor vikt. Uppföljning och entreprenörens egenkontroll är också viktig.

4.9.2 Sanering och rivning av byggnader

Erfarenheter av bortfräsning av ytlager på metallförorenade väggar av tegel och betong är goda p.g.a. ringa inträngningsdjup. Trä kan knappast saneras ytligt p.g.a. större inträngningsdjup. I praktiken är det inte möjligt att sanera förorenade betonggolv i gamla industrilokaler eftersom de ofta kan vara spruckna och därmed är förorenade på djupet och undersidan. Flera golv kan dessutom ha gjutits ovanpå varandra genom åren och dölja förorenade skikt. Åtgärdsförberedande provtagningar t.ex. genom uppbrytning av större golvytor rekommenderas.

Andra problem vid rivningar kan vara rasrisker samt förekomst av kvicksilver och asbest m.m. Vid byte av gamla spill- eller dagvattenledningar kan det vara nödvändigt att även byta massor i ledningsgravarna p.g.a. föroreningar eller att den geotekniska kvaliteten är undermålig.

4.10 Sanering av mark och sediment

Det är vanligt att urgrävningar av föroreningar blir av större omfattning än planerat p.g.a. osäker avgränsning i djup- och sidled. Även fördelningen av olika masstyper skiljer sig ofta från den förutsedda. Ett skäl till detta kan vara för få provtagningspunkter och -djup. T.ex. under en utfyllnad är det viktigt att känna till om underliggande naturlig jord kontaminerats. Det vore värdefullt med mer statistiska resonemang för att åskådliggöra hur väl ett område kartlagts på föroreningar. Det är viktigt att man har kommit överens om hur kostnadsreglering vid avvikelse från teoretisk mängd ska utföras.

Under genomförandet är det viktigt att miljökontrollen och byggkontrollen kontinuerligt samverkar och att man hela tiden har tillgång till experter (projektstöd) för att lösa de oförutsedda händelser som alltid inträffar i efterbehandlingsprojekt.

Typen av förorening styr behovet av provtagning och klassning under pågående sanering. Det finns exempel på projekt där klassningen av massor fastställts helt i förväg genom omfattande provtagningar i rutnät och andra projekt där klassningen görs under pågående utgrävning mer eller mindre okulärt kompletterat med enstaka analyser. Undersökningar kan med fördel genomföras innan sanering samt anpassas till förväntade myndighetskrav med avseende på kontroll och provtagning under och efter sanering samt eventuella krav från mottagaren av de förorenade massorna. Kostnaderna för såväl provtagning som analyser hålls nere, eftersom det inte krävs t.ex. expressanalyser. Dessutom minskas risken avsevärt vad gäller stillestånd p.g.a. sena analyssvar. Förutom detta minimeras risken för att det dyker upp stora mängder okända förorenade massor. Kostnaden för att handla upp entreprenadtjänsten kostnadsoptimeras också om osäkerheterna minimeras.

Arbetsmiljöarbetet har varit gott i de flesta projekt. Det finns goda erfarenheter av arbetsmiljöutbildning vid projektstart med entreprenörens personal för att skapa ett riskmedvetande och noggrannhet med skyddsutrustning. Damning vid hård vind har undvikits med bevattning, saltning eller geoduk/presenningar.

Vid återfyllnad av schaktgropar är det väsentligt att fundera över vilka massor man återfyller med. Till exempel kan ren grus/sand öppna upp för nya spridningsvägar för eventuella kvarvarande föroreningar. Kanske är till exempel morän bättre.

Vikten av att dokumentera område och byggnader före under och efter entreprenaden kan inte nog poängteras. Detta för att undvika motstridiga uppgifter vid slutbesiktning. Likaså är inmätning och avvägning före schakt, efter schakt samt efter återställning väsentlig liksom upprättande av relationshandlingar. Relationshandlingar är extra viktiga om oåtkomliga föroreningar lämnats t.ex. under byggnader eller i vägbankar.

Relationshandlingar som upprättats måste också bevaras för framtiden, åtminstone genom att de redovisas till länsstyrelsen och/eller Naturvårdsverket, även i digitalt format. I ett av projekten

finns inga relationsritningar i digitalt format kvar eftersom de försvunnit hos konsulten och inte heller lämnats in till länsstyrelsen. Det vore bra om information om föroreningar kunde läggas in i Lantmäteriets kartor och fastighetsregister. Det finns vissa möjligheter att lägga in föroreningsinformation i fastighetsregistret, men den säkraste möjligheten att bevara kunskap om kvarlämnade föroreningar för framtiden är upprättande av miljöriskområden, vilket dock är en långtgående administrativ åtgärd.

Vid täckning av sjösediment är en jämn lagertjocklek önskvärd för att undvika resursslöseri och lokala sättningar. En god hjälp för att åstadkomma detta är GPS-positionerade grävskopor. Härvidlag är det viktigt att entreprenören och beställaren använder samma koordinatsystem och dataapplikationer för att inte försvåra miljö- och entreprenadkontrollen.

4.11 Spontning och vattenhantering

Spontning kan t.ex. göras för att kunna gräva bort massor under grundvattenytan. Spontning i utfyllnad kan vara komplicerad vid förekomst av block och annat. Den extra kostnaden för att sponta står inte alltid i proportion till miljönyttan. Man måste utreda om det är praktiskt/tekniskt möjligt att sponta, speciellt om det rör sig om ett större område. I något projekt har man missat att ta hänsyn till geotekniska förhållanden varvid block i fyllningen avsevärt fördyrade spontning.

Vattenrening har ofta varit ett bekymmer i projekten. Dels krävs ofta någon form av lagringskapacitet, dels någon form av behandling. Det är grundläggande att rätt hydrogeologiska bedömningar har gjorts i utredningsskedet så att man inte får oväntade mängder vatten att hantera. Det är en fördel om vattenreningen har provats ut för att säkra att den fungerar vid förhållandena på platsen. Ibland kan det vara tillräckligt med ett sedimentationssteg för att avskilja partiklar vid t.ex. en metallsanering. Kemisk fällning kan innebära mycket kemikaliehantering och kan kräva en extra insats från tillsynsmyndigheten. Vattenrening kan även göras med sandfilter, kolfilter, torvfilter, jonbyte m.m. Stenmjöl och bentonit, t.ex. från en deponibottentätning kan sätta igen pumpar och filter.

4.12 Tätning, täckning samt anläggande av deponi

Täckning och tätning kan vara ett sätt att skydda från exponering av förorenad jord eller förorenat grundvatten. Förutom täckning av förorenad mark kan även tätningstäckning av inströmningsområde för grundvatten utföras. Täckning måste anpassas till förhållanden på platsen såsom topografi och markens geotekniska förutsättningar samt föroreningsgradens fysikaliska och kemiska egenskaper. Vid lokalisering av deponier är det oerhört viktigt att ha en god bild av de hydrologiska och hydrogeologiska förutsättningarna. Det är också en fördel om deponin för de förorenade massorna kan läggas i nära anslutning till efterbehandlingsområdet. Bottentätning av deponier för förorenade massor är omdiskuterat p.g.a. den korta drifttiden, men bottentätning har slutligen krävts vid de studerade projekten.

När massor ska packas in i deponin är det viktigt att inte ha för hög vattenhalt vilket kan göra massorna svårpackade och kräva stora mängder kalk eller dylikt för stabilisering. Förorenade massor med varierande kompaktdensitet kan innebära bekymmer med utförande och kontroll av packningsgrad samt att förutsäga volymer/mängder, vilket påverkar t.ex. transportupphandlingen. Vid avvikande densitet jämfört med konventionell jord måste man i förfrågningsunderlag och kontrollprogram särskilt beakta packningsförfarande och hur transporter regleras (ton eller m³).

Vid inpackning av massor kan det vara en fördel att skapa en kärna av de mest förorenade massorna innerst i deponin och sedan ha minskande föroreningsgrad på massorna ju närmare deponins

gränser (vertikalt och horisontellt) man kommer. I ett projekt kunde man minimera arean för en deponi på detta vis.

Man bör undvika alltför branta slänter i deponin, en brantare lutning än 1:3 bör inte användas enligt ett av projekten. En separat kvalitetsplan och arbetsberedning för anläggande av tätskikt rekommenderas.

4.13 Återställning och miljökontrollprogram

Det är viktigt att från början tänka på att även det estetiska slutresultatet av en efterbehandling måste bli bra. Man bör tidigt i projektet klargöra hur återställningen av markytan ska utformas och hur den finansieras. Bidragsmedel kan endast användas för själva efterbehandlingsentreprenaden och återställningen kan behöva andra finansiärer om man vill anlägga något utöver en grus- eller gräsyta.

Jordmassor för återställning av marknivå bör vara av rätt kvalitet. Förutom att de inte ska vara förorenade ska de ha lämplig geoteknisk kvalitet. Ren grus/sand är kanske inte det bästa att återfylla av naturresursskäl, men även på grund av att man riskerar att öppna för nya spridningsvägar för kvarvarande föroreningar. Krossad betong bedömdes i något projekt vara olämplig som återfyllnad på grund av att ändrade pH-förhållanden skulle kunna ge upphov till att arsenik blev mer lätrörigt.

Det är viktigt med en flexibel miljökontroll som kan anpassas till avvikelser i entreprenaden. Det kan vara bättre med ett minde antal provpunkter med kontinuerlig uppföljning som vid behov kompletteras med flera punkter. Programmet för omgivningskontroll bör utvärderas regelbundet i samråd med tillsynsmyndigheten. Rutiner för miljökontrollen är väsentlig så att man erhåller trovärdiga mätvärden och rätt datakvalitet. Ofta är miljökontrollprogrammen inriktade på recipienter som yt- och grundvatten och kanske biota och luft, men nog så viktigt kan buller och damning vara.



Figur 4-2 Provtagning av grundvatten. Foto: SGI.

4.14 Åtgärds mål och uppföljning

För att kunna göra en riktig uppföljning efter avslutad efterbehandlingsåtgärd är det avgörande att ha en tillräckligt lång mätserie, även före efterbehandlingsstart, och analyser med tillräckligt låga rapporteringsgränser under hela projektet.

Åtgärds mål i jord bör vara anpassade till bakgrundshalter i området och ta sin utgångspunkt i plats-specifika riktvärden.

För åtgärds mål i grundvatten bör tidsaspekten beaktas – urschaktning av förorenade massor leder, beroende av typ av jordart och dess mäktighet i grundvattenförande jordlager, inte alltid till snabbt förbättrad grundvattenkvalitet. Åtgärds mål i ytvatten kan vara svåra att följa upp eftersom små till måttliga haltskillnader i tid och rum inte kan urskiljas i t.ex. en å på grund av dess naturliga variationer och beroende på utspädning. Även provtagning av bottenlevande djur kan vara svår att utvärdera, eftersom t.ex. metallupptag kan bero på en mängd faktorer utöver metallbelastning.

Åtgärder som går ut på att minska emissioner till luft kan ibland kräva omfattande referensmätningar och eventuellt forskning för framtagande av mätmetoder.

4.15 Tid och erfarenhetsåterföring

Det är viktigt att avsätta tillräckligt med tid för ett efterbehandlingsprojekts aktiviteter. Förseningar i genomförande innebär även extra kostnader för administration, projektledning, kvalitetssäkring och miljökontroll.

En projektledare säger att det är väldigt ovanligt att han blir uppringd och utfrågad om erfarenheter från genomförda projekt. Nya problemägare hämtar oftast in kunskap via konsulter. Efterbehandlingsprojekten såväl som myndigheterna är duktiga på att dokumentera aktiviteter med avseende på teknik. Man missar dock ofta att dokumentera mellanliggande steg, det vill säga processen – hur man tänker. Minst lika viktigt som tekniken är kommunikationen/dialogen inom projektet och externt. Man borde bli bättre på att nedteckna erfarenheter löpande och då även beskriva hur man kommer fram till olika steg och beslut. Någon form av dagbok eller erfarenhetsmöten kan vara värdefulla. Det är viktigt att snabbt göra slutrapportering med erfarenhetsåterföring. Händelser beskrivs ofta annorlunda i efterhand.

5 Slutsatser och förslag till förbättringar

5.1 Huvudman, ekonomi, organisation och kontinuitet

Något som är grundläggande för ett bra efterbehandlingsprojekt är den lokala förankringen och att det finns drivande och engagerade personer i projektledningen, med stöd från en engagerad kommunledning, och att man har en god kommunikation mellan ämnesdiscipliner inom projektet och en god extern dialog.

En framgångsfaktor i efterbehandlingsprojekt bedöms vara att utrednings- och åtgärdsarbetet organiseras så att man har rätt kunskapsprofil genom hela projektet, t.ex. med ett entreprenadkunnande även tidigt i utredningen och att man tar med sig t.ex. miljökunnig kompetens från utredningsskedet in i åtgärdsskedet. Det är en grannlaga uppgift för huvudmannen att vid skedesbyten med ny bemanning inte förlora tempo och personal med kunskaper om projektet, samtidigt som det inför beslutet om att ta in projektet i åtgärdsramen finns ett behov från myndigheternas sida att i lugn och ro ta till sig utredningsresultat och att göra nya prioriteringar och bedömningar av projektets angelägenhetsgrad. En del projekt har upplevt det som ett problem med alltför strikt skedestänkande. En idé kan vara att se över om det finns möjligheter att mjuka upp övergången mellan skedena.

I flera av de studerade projekten har merkostnader uppstått i ett sent projektskede, ofta på grund av att man inte varit tillräckligt förutseende vad gäller projektrisker. Det är önskvärt att man tidigt i projekten identifierar ekonomiska risker och försöker motverka dem genom utredningsarbete. Osäkerheter kanske kan vara acceptabla ibland men det krävs i så fall att riskerna kan kvantifieras och vägas mot kostnader för vidare utredningar och fördröjningar. Osäkerheter måste vidare kommuniceras med länsstyrelsen och Naturvårdsverket. Det är önskvärt med någon form av systematik vad gäller projektriskanalys dels i tidigt undersökningsskede, dels i samband med beslut att ta in projekt i åtgärdsramen.

Det är viktigt att huvudmannen, finansiären, markägaren, verksamhetsutövaren och tillsynsmyndigheten avtalar om ansvar för och finansiering av eventuell framtida skötsel för att säkra en utförd efterbehandlings funktion, till exempel slyröjningar på deponitäckning, pumpdrift, översyn av filter eller annat. Ett förslag är att man upprättar en rutin så att man i varje projekt tar hänsyn till sådana faktorer.

5.2 Utredning och avgränsning av föroreningar samt åtgärdsutredning och riskvärdering

Det är ofrånkomligt att man i efterbehandlingsprojekt råkar ut för oförutsedda händelser. Det kan handla om t.ex. oväntade föroreningstyper, mängdökningar eller avvikelser från bedömd geologisk modell. Det är viktigt att man vid projektstart lägger mycket möda på att hitta rätt fokus för undersökningarna, det vill säga att man definierar vad som är väsentligt att utreda. Vidare är det viktigt att göra en riskanalys beträffande tänkbara problem som skulle kunna uppstå.

En erfarenhet från flera projekt är att det är viktigt att föroreningsutbredningen med avseende på alla tänkbara föroreningar i samtliga medier avgränsas i huvudstudien. Det är olämpligt att låta projekt gå in i åtgärdsramen före det att förorenings-, spridnings- och riskbilden är tillräckligt utredda eftersom det finns exempel på att det kan leda till stora fördröjningar i åtgärdsskedet. Utredningskostnaderna är förhållandevis små jämfört med de stora konsekvenser i form av kostnader och tidsförskjutningar som kan uppstå i åtgärdsskedet vid en bristfällig utredning. I de studerade projekten har risker för problem sällan kvantifierats. Ett förslag till förbättring är att man vid ansökan om medel till åtgärder kräver att det anges vilken grad av osäkerhet som råder beträffande till exempel massmängder och ekonomi.

Exempel på problem som angivits beträffande undersökningar är hur man ska hantera undersökningar av jord under grundvattenytan och hur man bäst undersöker befintliga deponier/utfyllnader samt vilken strategi man bör ha för att inte missa betongkonstruktioner och dylikt under mark. Beträffande åtgärdsutredningar och riskvärderingar förefaller de ha varit tämligen dåligt underbyggda i flera av de studerade äldre projekten. Något som är viktigt att säkerställa är att de åtgärder som man utreder i huvudstudieskedet verkligen är realistiska i det aktuella fallet och anpassade till lokala förutsättningar, ett hypotetiskt exempel är att det kanske är meningslöst att utreda en frys-muddring om inte energi till frysning kan erhållas till en rimlig kostnad på platsen.

5.3 Juridik samt projektering och upphandling

En erfarenhet är att tillstånds- och tillsynsärenden kan ta lång tid beroende på att ärendena är komplicerade och att överklaganden kan förekomma. Det är därför av vikt att påbörja den juridiska hanteringen tidigt i projekten. Eftersom det inte sällan finns behov att modifiera planerade åtgärds-lösningar är det lämpligt att inte ha t.ex. alltför detaljerade tekniska beskrivningar eller förslag till miljökontrollprogram i tillståndsansökan.

I de studerade projekten finns exempel på problem med felaktiga underlagsdata till projektering vilket påverkat projektet som helhet, exempelvis felaktiga höjdkurvor på karta, bristfälligt geotekniskt underlag, felaktiga hydrogeologiska bedömningar samt osäkra flödesuppgifter för vattendrag. Man måste försäkra sig om att man har korrekta indata till projektering eftersom en korrekt genomförd projektering underlättar entreprenadarbetena. Vid mass- och volymberäkningar i samband med projektering finns det exempel på fördyrningar dels till följd av för liten säkerhetsmarginal (t.ex. ökad mängd till efterbehandling) och för stor säkerhetsmarginal (till exempel problem med slänt-lutningar i deponi till följd av brist på massor). Anvisningar om hur man väljer säkerhetsmarginaler vid mängdberäkningar vore önskvärt.

Det vanligaste vid upphandlingar av åtgärder är utförandeentreprenader, men det finns även goda erfarenheter av totalentreprenader. Entreprenaderna delas ofta upp i två eller flera delar vilket vidgar anbudsgivarkretsen men även riskerar att ge byggherren ett arbetsmiljöansvar vid delad entreprenad. Om man förväntar sig att anbudsgivare ska lämna egna förslag på teknik ska man endast ställa funktionskrav i förfrågan och undvika att ange exempel på teknik i förfrågningsunderlaget. Vidare är det olämpligt att i förfrågningsunderlag skriva att något ”ska göras” utan man bör istället skriva t.ex. ”entreprenören ska ...”.

Om man till exempel upplever att finansieringen har små marginaler kan det vara bra att i förfrågningsunderlaget ange att sidoanbud är tillåtna för att eventuellt få förslag på kostnadseffektivare lösningar. När det finns osäkerheter om åtgärdsmetod, till exempel om teknikutveckling erfordras kan prequalificering av entreprenörer vara en framkomlig väg. Det vore intressant att ta fram exempel på projekt där prequalificering av anbudsgivare tillämpats och hur man då gått tillväga.

Det har framförts åsikter att man inte ska krångla till entreprenadupphandlingen eftersom den åtminstone i enklare projekt kan jämföras med en normal markentreprenad. Det finns även förespråkare för att miljökontrollen bör skötas av entreprenören själv. Mot detta kan man invända att huvudmannen mister en stor del av kontrollen över projektet. Ett problem för efterbehandlingsprojekt kan vara att det i AMA-systemet inte finns några beskrivningar som är specifikt anpassade för efterbehandlings- och miljöprojekt och inte heller för moment som till exempel anläggning av deponibotten och hur deponering ska ske. Ett förslag är att man utreder huruvida standardiserade beskrivningar är möjliga eller önskvärda i efterbehandlingsprojekt.

5.4 Pilotstudier, information, tillsyn och entreprenörer

Det finns goda erfarenheter av pilotstudier såsom provschaktningar, försöksmuddringar, testsaneringar, provbelastningar etc. som kan ge värdefulla kunskaper inför genomförandet av en efterbehandling. Det borde kunna vara aktuellt att man ställde krav på att redan i huvudstudien för större bidragsprojekt i mindre skala testa de planerade metoderna, t.ex. vad gäller jordens schaktnings-egenskaper, betonghantering, vattenrening, luktproblem etc. före fullskalesaneringen för att få en säkrare uppfattning om problem, tids- och resursåtgång samt en uppfattning om möjligheter till målluppfyllelse.

De studerade projekten ger en entydig bild av vikten av en genomtänkt informationsstrategi och en god dialog med berörda markägare och närboende samt allmänheten i övrigt, även i tidigt skede. Exempel på informationsaktivitet är möten och öppet hus. Ofta upplevs efterbehandlingsprojekt som positiva av närboende eftersom man eftersträvar en förbättring, men det kan förekomma en oro för föroreningsspredning i det förgångna och under genomförandet. Omgivningspåverkan och störningar kan upplevas som mer acceptabla om projektet har en god utåtriktad kommunikation. Det kan även vara viktigt att föra en extern dialog om framtida fysisk utformning av det aktuella området eftersom intresset för sådana frågor ofta är stort hos allmänheten och engagerar på ett positivt, framåtblickande sätt. Informationsarbetet måste ha en hög prioritet i efterbehandlingsprojekten och ingå som en naturlig del i bidragsprojekten oavsett storlek.

Det är inte ovanligt att länsstyrelsen och kommunen har dubbla roller, t.ex. rådgivning/projektarbete och tillsyn inom samma organisation i utredningsskedet. Det kan dock vara klokt att renodla rollerna till olika personer för att undvika bekymmer med misstankar om partiskhet etc. I åtgärdsskedet är det ett ovillkorligt krav att separera tillsynen från projektarbetet. På det stora hela har projekten inte haft några större konflikter med entreprenörer. Förutom noggrant utformade kontrakt framhålls vikten av en god kommunikation mellan projektledning och entreprenör eftersom stor flexibilitet krävs på grund av att oväntade händelser alltid förekommer i ett efterbehandlingsprojekt.

5.5 Sanering av byggnader, mark och sediment

Flera av projekten har hanterat stora mängder förorenad betong och tegel men även stora mängder ej förorenade rivningsmaterial. Det finns goda erfarenheter av att ytligt sanera metallförorenade väggar av betong och tegel, men betonggolv i äldre byggnader är mer bekymmersamt eftersom de ofta är förorenade på djupet, spruckna och kanske gjutna i flera lager. Vid rivningar är det viktigt att inventera förekomst av farliga material såsom kvicksilver och asbest. Andra bekymmer vid rivning av äldre byggnader är risken för ras i samband med efterbehandling. Om spill- eller dagvattenledningar behöver bytas bör man vara uppmärksam på att även massor i ledningsgravar kan behöva bytas på grund av föroreningar eller undermålig geoteknisk kvalitet. Det förekommer även att det finns dolda större betongkonstruktioner under marken vilka kan bli problematiska om de upptäcks i sent skede.

Vid efterbehandling av förorenad mark uppkommer ofta större mängder massor än beräknat på grund av osäker avgränsning i djup- och sidled. Även fördelningen av olika masstyper kan bli anorlunda än vad som bedömts. I en del projekt hade provtagningar baserat på statistiska resonemang med fler provtagningspunkter och djupare prover givit ett bättre projekteringsunderlag, men ofta kan man ändå inte förutse allt som kan hända under åtgärdsarbetet. Av den anledningen är det viktigt att miljökontrollen och byggkontrollen kontinuerligt samverkar med projektledningens representant och att man har tillgång till experter/projektstöd för att kunna lösa uppkomna problem och nya förutsättningar.

Det rekommenderas att alltid hålla en arbetsmiljöutbildning vid projektstart för att skapa ett riskmedvetande och att inskräpa vikten av att följa arbetsrutiner och att använda anvisad skyddsutrustning. Beredskap för damningsrisk är viktig. Besiktning med dokumentation av område och byggnader före, under och efter entreprenaden är nödvändigt för att undvika motstridiga uppgifter angående skador från andra verksamheter (t.ex. sprängning, pålning, packning, åldersrelaterade skador) vid slutbesiktning. Inmätningar och avvägningar före och efter efterbehandlingen är grundläggande för att kunna upprätta relationshandlingar samt reglera volymerna. Huvudmannen och länsstyrelsen måste se till att relationshandlingar, även i digital form, upprättas samt diarieförs och bevaras för framtiden. Detta görs självklart i de flesta projekt, men det finns exempel på projekt där digitala relationsritningar inte lämnats in till länsstyrelsen och dessutom förlorats hos konsulten.

5.6 Spontning, vattenhantering samt anläggning av deponi

För att möjliggöra bortgrävning av förorenad jord under grundvattenytan har man i ett par projekt installerat spont vilket i något fall varit tekniskt svårt och därmed mycket kostsamt. I framtida projekt rekommenderas att man före beslut noga utreder om det är geotekniskt möjligt att installera spont.

Vattenrening är det vanligt att man får problem med, såväl vad gäller lagringskapacitet som reningsteknik. Kemisk fällning kan ge problem med kemikaliespill. Det är i framtida projekt viktigt att nog utreda de hydrogeologiska förhållandena för att inte oväntat få stora mängder vatten att hantera i åtgärdsskedet. Den planerade vattenreningen bör provas ut i pilotförsök för att kontrollera att den fungerar vid de förhållanden som råder på platsen.

En viktig erfarenhet vid deponianläggning är att massor med varierande kompakt densitet och/eller hög vattenhalt kan leda till bekymmer med utförande och kontroll av packningsgrad liksom svårigheter att förutsäga volymer/mängder vilket kan påverka transportupphandling och deponins utformning såsom släntlutningar etc. Ett projekt kunde minimera deponiarean genom att skapa en kärna av de mest förorenade massorna innerst i deponin och sedan ha minskande föroreningsgrad på massorna ju närmare deponins gränser (vertikalt och horisontellt) man kommer.



Figur 5-1 Sluttäckning av deponi. Foto: SGI.

5.7 Återställning och miljökontrollprogram

Det som syns efter utförd efterbehandling är landskapsutformningen och det är oftast det som definierar hur allmänheten bedömer resultatet av efterbehandlingen, t.ex. uppfattas en grusyta som mindre attraktiv än ett trevligt rekreationsområde. Ett problem för de efterbehandlingsprojekt som utförs med statliga medel kan vara att bidraget främst får användas till själva efterbehandlingen och lämnar ett litet utrymme för extravaganser avseende det estetiska slutresultatet. Ett råd till framtida huvudmän är att man tidigt i projektet klargör hur man utformar och finansierar den slutliga återställningen och att man är medveten om att återställningen är viktig för allmänheten. Man bör även vara noga med att vid återfyllning/återställning välja jordmassor med lämpliga geotekniska egenskaper, med tanke på t.ex. bärighet och hydraulisk konduktivitet, samt lämpliga geokemiska egenskaper (t.ex. pH). På så vis kan man även undvika ökad spridning av eventuellt kvarlämnad förorening.

Ett råd till kommande projekt är att man regelbundet, i samråd med tillsynsmyndigheten, bör utvärdera och vid behov justera programmet för omgivningskontroll. Det är viktigt med en flexibel miljökontroll som kan anpassas till avvikelser i entreprenaden. Upprättande av rutiner för miljökontrollens utförande är väsentligt så att man erhåller kvalitetssäkrade mätdata.

5.8 Åtgärds mål och uppföljning

Av de studerade projekten kan man dra slutsatsen att det inte är lätt att ställa upp mätbara åtgärds mål som verkligen säger något om hur bra efterbehandlingen lyckats. Baserat på de problem som uppstått med åtgärds mål i de studerade projekten kan man ge följande råd. Man måste ha en tillräckligt lång mätserie före efterbehandlingsstart om åtgärds målet rör en recipient för att känna till vilka haltintervall föroreningen varierar inom. Åtgärds mål i jord får naturligtvis inte vara lägre än den lokala bakgrundshalten, vilket har förekommit i enskilda projekt. Vad gäller åtgärds mål i ytvatten ska man betänka att en urschaktad förorening inte alltid snabbt förbättrar grund- och ytvattenkvaliteten utan det kan gå lång tid innan åtgärds målet uppnås beroende på de hydrogeologiska förhållandena. Åtgärds mål i ytvatten är svårt att följa upp eftersom det ofta handlar om små minskningar av halter och stor utspädning i ytvattnet, därtill kan de naturliga variationerna vara mycket stora. Inte heller åtgärds mål vad gäller biota, t.ex. bottenlevande djur, är lätt att följa upp eftersom upptag av ämnen i biomassa beror på en mängd faktorer utöver enbart belastningen av det aktuella ämnet. Om man väljer åtgärds mål avseende emissioner till luft bör man välja parametrar och mätmetoder som är väl etablerade annars riskerar man att behöva göra omfattande referensmätning och metodutveckling med forskningsinslag.

5.9 Tid och erfarenhetsåterföring

I de studerade projekten har man som regel underskattat vilken tid som behövs för de olika aktiviteterna och har inte alltid organiserat sig så att projektet enkelt kan gå ner på sparlåga i samband med skedesbyten och myndighetsbeslut. Förseningar i utredningar och genomförande kan även leda till extra administrativa kostnader av varierande storlek beroende på hur omfattande projektorganisation man byggt upp. En medvetenhet om dessa faktorer borde kunna leda till mer realistiska tidplaner och mer flexibla projektorganisationer. Problemet härvidlag är dock att behålla erforderlig kompetens och projektkunskap vid t.ex. skedesbyten eller väntan på miljötillstånd. Det upplevs som ett problem att projekten kan ta lång tid och att de bromsas upp vid varje skedesbyte, samtidigt som det är ofrånkomligt eftersom projekten måste prioriteras på regional och nationell nivå och myndigheternas tillgängliga resurser ibland kan leda till att handläggningstiden blir lång.

Ambitionsnivån i slutrapporteringen av de olika projekten varierar väldigt mycket, det finns exempel på såväl mycket bra och uttömmande slutrapporter som alltför summariska sådana. I nyare projekt än de här studerade har man dock fått mer preciserade anvisningar angående hur ett avslutat

projekt ska rapporteras och vilka nyckeltal man ska redovisa. Några tips för att framtida slutrapporter ska vara till större nytta för efterföljande projekt följer här. Man måste förutom att dokumentera tekniska beslut även prioritera att beskriva de mellanliggande stegen, det vill säga hur man tänker och beslutar liksom vad man väljer att prioritera bort. Förutom teknikfrågor är det viktigt att dokumentera kommunikation inom projekten och externt. Projekten, såväl projektledning som myndigheter, måste i framtiden hitta ett sätt att nedteckna erfarenheter löpande, inklusive hur man kommer fram till olika mått och steg samt beslut. Någon form av erfarenhetsdagbok eller -databas behövs för att man senare utan dröjsmål ska kunna skriva en slutrapport som faktiskt berättar hur projektet verkligen fortlöpte. I flera fall har slutrapportering dröjt och man riskerar att viktiga beslutsparametrar fallit i glömska och att händelser beskrivs annorlunda i efterhand. En snabb och uttömmande erfarenhetsåterföring måste vara ett krav. Man måste också ovillkorligen lämna in relationshandlingar, även i digitalt format, till myndigheterna.

Det är även viktigt att slutrapporterna blir tillgängliga för framtida projekts huvudmän och myndigheter så att man förhoppningsvis inte behöver göra samma misstag som andra projekt. Slutrapporterna skulle också, som ett led i att göra insamlad information mer användbar, kunna systematiseras och göras sökbara beträffande till exempel olika föroreningsförhållanden, åtgärdslösningar, åtgärds mål, tekniska lösningar och nyckeltal/tumregler, kontrollprogram etc. Stora summor har lagts ner i de statliga bidragsprojekten och de erfarenheter som gjorts måste komma de nya projekten till del för att bidra till att öka efterbehandlingstakten och ge mesta möjliga miljönytta.

Referenser

Efterbehandling av förorenade områden, Kvalitetsmanual för användning och hantering av bidrag till efterbehandling och sanering, Utgåva 4, Naturvårdsverket 2008.

Efterbehandling av Jungnerholmarnas industriområde, Slutrapport och erfarenhetsåterföring, juni 2004, Mönsterås kommun.

Projekt Örserumsviken Västervik, Projekt- och erfarenhetsrapport, april 2007, Empirikon AB.

Preliminär slutrapport Högsby – Ruda November 2005, Projektrapport, 2005-11-26.

Projekt Högsby-Ruda, Projekt- och erfarenhetsrapport över efterbehandling av förorenad industri- mark vid glasbruk och träimpregneringsanläggning, 2009:version 1.

Gnosjö kommun, Slutrapport avseende efterbehandling av f d Gnosjö Eloxering inom del av fastig- heterna Töllstorp 1:380 respektive Töllstorp 1:220 i Gnosjö kommun, PM 2004-12-08.

Länsstyrelsen i Jönköpings län, Slutredovisning av erhållna bidrag till sanering av fastigheten Kniphammaren 1:3 (Syraslamgropen) i Jönköpings kommun, 2006-02-16.

Länsstyrelsen i Jönköpings län, Slutredovisning av erhållna rambidrag avseende sanering och ef- terbehandling av fastigheten Hålan 2:3 i Jönköping, Jönköpings kommun (f d Knutssons Nickel- industri AB), 2003-02-27.

Projekt Turingen – Etapp II, Isolering av kvicksilverförorenade sediment, Slutrapport 28 maj 2004, Nykvarns kommun, Stockholms län.

Stockholms Stad, Exploateringskontoret, Slutredovisning av efterbehandlingsåtgärd invid kv Ak- terspegeln, 2007-03-21.

Bodens kommun, Slutrapport för efterbehandling av f d träimpregneringsverksamhet i Norra Svart- byn, Bodens kommun, 2002-11-22.

Luleå kommun, Slutrapport, Gäddvik Sanering Hanssons såg 2003-2004, 2006-03-02.

Gällivare kommun, Slutrapport, Sanering av f d Tväråns såg 2002, inte daterad.

Länsstyrelsen Östergötland, Slutrapport och erfarenhetsåterföring avseende förberedelser och åtgärder för efterbehandling av centrala industriområdet i Åtvidaberg, 2006-09-11.

Ansökningshandlingar och beslut till ovanstående projekt.

Nyckeltal till ovanstående projekt.

Bilaga 1

Kort presentation av studerade objekt

Nedan följer en sammanfattning av fakta angående projekten som hämtats direkt från Naturvårdsverkets Lägesbeskrivning av efterbehandlingsarbetet i landet 2006 (skrivelse 2007-02-22).

1 Turingen

Län: Stockholms län

Kommun: Nykvarn

Åtgärdsperiod: 1995-2003

Förorening: Hg

1.1 Bakgrund

Nykvarns Bruk använde mellan åren 1946 och 1966 kvicksilver (Hg) i produktionen. Turingeån fick ta emot Hg-haltiga fiberrester från bruket varav en del stannade i botten-sedimenten medan en del fördes vidare till sjön Turingen. Ca 350 kg Hg har påträffats i sjösystemet och fisken i sjön svartlistades 1968.

1.2 Åtgärds mål

Målsättningen med projektet var att isolera åtminstone 90 % av Hg-förrådet i sedimenten i ån och sjön från den akvatiska miljön och därmed:

- Reducera Hg-halten i fisk till en nivå som inte hindrar mänsklig konsumtion, det vill säga på sikt till < 0,5 mg/kg våtvikt.
- Förhindra utsläpp från Turingen som kan försämra vattenkvaliteten i Mälaren.
- Möjliggöra ett genetiskt utbyte och därmed ett säkerställande av den biologiska mångfalden i vattensystemen mellan den uppströms belägna, riksintressanta sjön Yngern och Mälaren.
- Bidra till större frihet vid användning av Turingen för rekreatiönsändamål.

1.3 Saneringsinformation

Under åren 1995-1996 genomfördes etapp 1 av Projekt Turingen med efterbehandling av Turinge-sjöns tillflöde Turingeån. Turingeån fick ny åfåra och vattnet leds nu förbi två dammar där betydande mängder Hg isolerats i sedimenten. Transporten av Hg via ån har genom saneringen minskat med mer än hälften.

Ettapp 2 startade 1999 med muddring av ca 1 000 m³ förorenade sediment utanför åmynningen. Mynningsområdet, ca 4 ha, täcktes ned till drygt 5 meters vattendjup med en geotextil samt ett i genomsnitt 0,4 m tjockt lager av mosand och krossmaterial. I ett andra åtgärdsstadium (2002-2003) övertäcktes sjöns förorenade bottenar med ett konstgjort sediment i form av en gel.

1.4 Erfarenhet

Goda erfarenheter av ny teknik. Den övergripande målsättningen om isolering av åtminstone 90 % av Hg-förrådet har uppfyllts. Det är för tidigt att dra slutsatser om långsiktiga delmål. Saneringen har genomförts bl a genom LIP-bidrag, bidrag från Naturvårdsverket och från EU:s Lifefond.

2 Kvarteret Akterspegeln Gröndal

Län: Stockholm

Kommun: Stockholm

Åtgärdsperiod: 2005-2006

Förorening: As, Cr, Cu m fl

2.1 Bakgrund

Föroreningarna härrör från en svavelsyrafabrik som var lokaliserad på platsen från ca 1880 till 1940. Restprodukter från tillverkningen användes som utfyllnadsmaterial i den del av området som ligger i direkt anslutning till Mälaren. Materialet bestod av s.k. kisbränder med höga metallhalter av framförallt arsenik, bly, koppar och zink. Föroreningarna utgjorde en potentiell risk för både människor som bor i närområdet och vattenlevande organismer i Mälaren.

2.2 Åtgärds mål

- Eliminera risken för exponering av boende i närområdet. Det aktuella området är en mindre park som närboende använder för rekreation.
- Minska läckaget av metaller till Mälaren. Fyllnadsmassorna står i direkt kontakt med recipienten och de uppmätta metallhalter i sedimenten utanför fastigheten är mycket höga.

Efterbehandlingen av förorenade massor skall reducera risker så att inga ytterliga åtgärder i framtiden behöver vidtas och att den utvalda åtgärdstekniken kräver ett minimum av underhåll och skötsel. Den valda åtgärdstekniken skall inte medföra begränsning för närboende att i framtiden utnyttja området för rekreation etc.

Saneringsinformation

Området sanerades genom bortschaktning av förorenade massor ner till berg eller lera. Då arbetet utfördes till stor del under grundvattenytan konstruerades en tätskärm av stålspons i kombination med jetpelare kring schaktgropen. Det förorenade området hade en area av ca 900 m² och den totala volymen massor uppgick till ca 4 000 m³. Saneringen resulterade i att ca 5 ton arsenik, 21 ton koppar, 23 ton bly, 14 ton zink och 82 kg kvicksilver schaktades bort. De förorenade massorna transporterades med båt till Langöya i Norge för slutligt omhändertagande.

2.3 Erfarenhet

Arbetet med tätskärmen försvårades genom förekomst av block högre upp i fyllningen än förutsatt. Satsningen på information till närboende och andra berörda var viktig.

3 Tväråns såg

Län: Norrbotten

Kommun: Gällivare

Åtgärdsperiod: 2000-2004

Förorening: As (Cr, Cu)

3.1 Bakgrund

Industriell verksamhet pågick inom området under större delen av 1900-talet. På området fanns en äldre tegelbyggnad, transformatorbyggnaden, som fram till tidigt 50-talet stod för kraftförsörjning till järnvägen. Verksamheten ändrades 1953 och fram till 1984 har i huvudsak Tväråns såg impregnerat trä med ett medel som innehöll arsenik, koppar och krom. Området var kraftigt förorenat och vissa ytliga prover visade på arsenikhalter över 20 000 mg/kg.

3.2 Åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål:

- Marken ska kunna utnyttjas för lättare industriändamål eller naturmark/grönområde med lågt utnyttjande.
- Risken för negativa effekter på människor och miljö ska minimeras.
- Närliggande recipient, Vassaraträsket, Vassaraälven ska skyddas från påverkan av miljö- och hälsofarliga ämnen.
- Mätbara åtgärds mål:
- Minst 90 % av mängden arsenikföroreningar, som överskrider 40 mg/kg TS i jord, inom området ska avlägsnas.

3.3 Saneringsinformation

Saneringen genomfördes genom schaktning, borttransport och deponering av det farliga avfallet. Genom grundvattenprovtagning konstaterades att arsenikhalten i grundvattnet minskade från 1 300 µg/l till 148 µg/l under arbetets gång. Transformatorbyggnadens väggar, tak och golv var kraftigt förorenade och sanerades innan huset revs. Asbest hittades i byggnadens takplattor och auktoriserad personal tillkallades för omhändertagande av dessa.

3.4 Erfarenhet

Totalt bortfördes 1 677 ton material från huset och området. Av detta återvanns 21 ton metaller samt 5,5 ton trä. Totalt deponerades 13 017 ton förorenade jordmassor, innehållande totalt 4,1 ton arsenik. Idag är området återställt och grönytor och grillplatser har anlagts. Efterföljande miljökontroll i juni 2005 visade att arsenikhalten i grundvattnet minskat kraftigt ned till 12 µg/l. Under ett antal år framöver kommer fortsatta provtagningar att genomföras för att säkerställa att inga skadliga halter av arsenik återfinns i grundvattnet i området.

4 Svartbyns träimpregnering

Län: Norrbotten

Kommun: Boden

Åtgärdsperiod: 2002

Förorening: As (Cr, Cu)

4.1 Bakgrund

Under åren 1960-1961 bedrevs träimpregneringsverksamhet på området. Under verksamhetsperioden användes ca 100 kg träskyddsmedel av typen Bolidensalt K33. Denna impregneringsvätska bestod i huvudsak av arsenik, koppar och krom där arsenik var den dominerande beståndsdel. Exponeringsrisken för människor och djur bedömdes som hög eftersom föroreningarna återfanns ytligt inom ett detaljplanelagt bostadsområde med många barnfamiljer.

4.2 Åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål:

- Området ska vara återställt så att ingen risk för negativa effekter på människors eller djurs hälsa förekommer vid vistelse på fastigheten i framtiden.
- Mätbart åtgärds mål:
- As < 15 mg/kg TS.

4.3 Saneringsinformation

Föroreningar återfanns på ett ca 1 100 m² stort område ned till ca 0,5 m under markytan. Arsenik påträffades i halter upp till 755 mg/kg TS medan medelhalten arsenik i området var 50-80 mg/kg TS. Vid saneringen schaktades de förorenade massorna bort och transporterades i täckta och täta lastbilar för att hindra spridning till omgivningen. Den förorenade jorden deponerades sedan på en klass 1 deponi.

4.4 Erfarenhet

Totalt har mer än 60 kg As och ca 650 ton förorenade jordmassor avlägsnats från området. Efter sanering har området fyllts igen med rena massor. För att säkerställa att återfyllnadsmassorna var rena från föroreningar analyserades dessa med avseende på metall- och oljeförekomst.

5 Hanssons såg Gäddvik

Län: Norrbotten

Kommun: Luleå

Åtgärdsperiod: 2002-2004

Förorening: Dioxin, Cu

5.1 Bakgrund

Hanssons såg, vid Luleälvens södra strand, bedrev mellan åren 1961-1975 impregnering av virke. Impregneringen utfördes med cuprinol (KP) och pentaklorfenol (KY5), vilket ledde till dioxin- och kopparförorening av området. Varje år impregnerades ca 200 m³ timmer. Företaget försattes i konkurs 1987. En förstudie år 2002 visade att föroreningen på området var koncentrerad till ett 600 m² stort område där dioxin fanns till ett djup av ca 0,5 meter. Kopparföroreningen nådde grundvattnet ca 2 meter från ytan och följde vattnet ut mot älven.

5.2 Åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål:

- Obegränsad markanvändning med undantag för uttag av grundvatten.

Detaljerade åtgärds mål:

- Marken ska kunna användas utan restriktioner ned till 2,5 meter under markytan.
- Belastningen av koppar till Luleälv ska understiga 1 kg/år.
- För dioxiner sattes åtgärdsnivån till < 10 ng/kg TS uppmätt som TEQ ned till 2,5 meters djup.
- För koppar sattes åtgärdsnivån till < 100 mg/kg TS ned till 2,5 meters djup.

En revidering av åtgärds målet för dioxin var nödvändig då utbredningen visade sig vara större än beräknad, det reviderade åtgärds målet sattes till 110 ng/kg TS

5.3 Saneringsinformation

Saneringen genomfördes under sommaren/hösten 2003 genom schaktning, borttransport och deponering av den förorenade jorden. För rening av det kopparförorenade grundvattnet placerades tre brunnar ut från vilka vattnet pumpades till en brunn med ett torvfilter. Under saneringen hittades nedgrävda plastpåsar med rödaktig massa som visade sig vara klorfenol. Dessa skickades till SAKAB för omhändertagande.

5.4 Erfarenhet

Totalt kördes 580 ton kopparförorenade massor bort samt 2 984 ton dioxinförorenade massor innehållande totalt ca 5 g dioxin. Resthalten dioxin inom det sanerade området understiger det uträknade platsspecifika riktvärdet på 110 ng/kg. Den kalkylerade kostnaden överskreds med ca 100 % eftersom föroreningen var mer utbredd än väntat. Noggrann utredning av föroreningens utbredning innan sanering är viktig för att undvika fördröjning och fördyrning av projektet.

6 Centrala industriområdet i Åtvidaberg

Län: Östergötland

Kommun: Åtvidaberg

Åtgärdsperiod: 2002-2003

Förorening: PAH, dioxin, cyanid m fl

6.1 Bakgrund

I Åtvidabergs centrala delar har det bedrivits industriell verksamhet under flera hundra år. I mitten av 1700-talet anlades ett kopparsmältverk som efter en brand byggdes om till en såg. Detta blev början till en fortsatt industrialisering med kontorsmöbeltillverkning, tryckeri och omfattande mekanisk industriproduktion på 1900-talet. Vid undersökning framkom att det område som fyllts med industriavfall under åren 1930-1967, kunde utgöra en betydande föroreningskälla.

6.2 Åtgärds mål

Målet med saneringen var att ta bort avfall som är potentiellt skadligt för omgivande miljö och människors hälsa, d.v.s. de organiska miljögifter, (cyanider, PAH, klorerade dioxiner och dibensofuraner) som dumpats inom området samt huvudparten av de metallförorenade massorna som lätt lakas med vatten. Målet var också att minska föroreningstransporten till Kanalen och Håcklasjön.

6.3 Saneringsinformation

Det sanerade områdets yta är ca 19 000 m² och den totala mängden avfall som grävdes upp under saneringen uppskattas till 72 000 m³. Av de massor som grävdes upp sorterades 823 ton (590 ton metallhaltiga massor, 170 ton cyanidhaltiga massor, 52 ton bitumen/PAH-haltig jord, 11 ton petroleumförorenad fyllning och 55 tunnor med koncentrerat avfall) som farligt avfall och transporterades till SAKAB. 54 000 m³ massor från saneringen transporterades till lokal deponi i Åtvidaberg.

Saneringen innebär att en stor mängd miljöskadliga ämnen som tidigare utgjorde en potentiell risk för hälsan och miljön har tagits bort och deponerats på ett säkert sätt.

7 Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)

Län: Jönköping

Kommun: Jönköping

Åtgärdsperiod: 2000-2001

Förorening: Olja och tungmetaller

7.1 Bakgrund

På den aktuella fastigheten deponerade Skandinaviska Oljecentralen AB, under perioden 1956-1972 bl a syraslam i en tidigare grustäkt. Mellan 1963-1993 genomfördes ett flertal utredningar och undersökningar inom och i anslutning till deponin. Det konstaterades bl a att ca 10 000 m³ avfall deponerats. Föroreningar i jorden fördes med nederbörden ned till grundvattenytan och spreds vidare till Hällstorpsån, som avvattnas via Tabergsån till Vättern. Det årliga läckaget uppskattades till 30-40 kg kolväteföreningar samt några kilo tungmetaller.

7.2 Åtgärds mål

Övergripande åtgärds mål:

- Undanröja eller väsentligt minska risken för skadlig exponering genom vistelse inom deponi- och utströmningsområdet.
- Efterbehandlingsåtgärderna skall genomföras på sådant sätt att de inte ökar miljöbelastningen, t.ex. genom spridning av föroreningarna.
- Efterbehandlingsåtgärderna skall vara säkra sett i ett mycket långt tidsperspektiv.
- Utläcket av föroreningar till Hällstorpsån skall minimeras.

Mätbara åtgärds mål:

- Ca 600 m³ ytligt beläget syraslam skall grävas ur och skickas för destruktion.
- Deponiytan skall tätas och täckas för att minska grundvattenbildningen genom deponin med minst 90 %. Detta innebär att infiltrationskapacitet skall uppgå till maximalt 21 l/m² och år.

7.3 Saneringsinformation

Saneringen har finansierats till största del med LIP-bidrag och till en mindre del av Naturvårdsverkets anslag 34:4. Återställningsarbetena påbörjades 2000 och under perioden maj-juni schaktades totalt 877,44 ton ytligt liggande syraslam ur och skickades till SAKAB för destruktion. Avlägsnandet av slammet innebär att ca 20 % av föroreningarna har avlägsnats från området. Den urschaktade volymen utgör ca 5 % av den totala volymen förorenade jordmassor. Sluttäckning utfördes under perioden augusti-oktober 2001. Totalt har 5 823 m² tätats med bentonit eller plastduk. Under 2001 inhägnades utströmningsområden inom del av fastigheten Hällstorp 4:1.

7.4 Erfarenhet

Destruktionen av syraslammet pågår ännu idag genom högtemperaturförbränning. Enligt SAKAB är syraslammet reaktionsbenäget och kapaciteten har därför endast uppgått till 1 ton/vecka. I början av 2005 uppskattades att endast 50 ton av totalt 877 ton förbränts.

Resultaten från omgivningskontrollen visar bl a förhöjda halter av olja och metaller i grundvattnet i samtliga fem provpunkter nedströms deponin och att det inte kan urskiljas någon tydligt avtagande tendens av halterna i grundvattnet. Beräkningar visar att spridningen är en långvarig process och att det ännu är för tidigt att se någon tendens att föroreningshalterna från åtgärdsområdet klingar av. Länsstyrelsen bedömer att åtgärds målen, i allt väsentligt, är uppfyllda. Kontrollen av yt- och grundvatten kommer att fortgå med provtagning två gånger per år fram till utgången av år 2007.

8 Gnosjö Eloxering

Län: Jönköping

Kommun: Gnosjö

Åtgärdsperiod: 2004

Förorening: Cu (X-HC)

8.1 Bakgrund

Under drygt 40 år har man sysslat med metallisk ytbehandling inom fastigheterna och när företaget gick i konkurs i början av 1990-talet upptäcktes utsläpp av tungmetaller och klorerade kolväten. Därutöver konstaterade man spridning av bl a zink, nickel och trikloretülen inom området och till omgivningen. De aktuella fastigheterna gränsar till ett bostadsområde och till ett mindre vattendrag.

8.2 Åtgärds mål

Området skall användas för industriändamål och saneringen har skett med utgångspunkt från detta användningssätt. Målen sattes till:

- Markområdet ska kunna användas utan risk för hälsoeffekter.
- Byggnation ska kunna ske utan speciella restriktioner avseende tätskikt och liknande.
- Växtlighet och djurliv ska kunna etablera sig i linje med den tänkta markanvändningen.
- Belastningen på Götarpsån från det förorenade markområdet ska minska till acceptabel nivå.

8.3 Saneringsinformation

Golv, väggar och tak i fastigheterna innehöll föroreningar. Träavfall från fastigheten transporterades till SAKAB i Norrtorp. Totalt fraktades dessutom ca 7 200 ton förorenad jord bort från området. Huvuddelen transporterades till kommunens avfallsanläggning i Gynnås. Höga halter av lösningsmedel i vatten påträffades under eloxeringsbyggnaden. Vilket resulterade i att all jord under byggnaden avlägsnades ner till berg. Totalt pumpades ca 65 m³ vatten upp i cisterner och sedan vidare genom ett kolfilter. Filtret bestod av aktivt kol med en kapacitet på omkring 23 l/min.

8.4 Erfarenhet

I samband med saneringen beräknas ca 7 ton koppar, 0,4 ton nickel, 12 ton zink och 7,4 kg klorerade kolväten ha tagits omhand. Redan i slutskedet av saneringsarbetena kunde en förbättring av föroreningssituationen i Götarpsån konstateras.

9 F.d. Knutssons Nickelfabrik

Län: Jönköping

Kommun: Jönköping

Åtgärdsperiod: 2000-2001

Förorening: Metaller, cyanid

9.1 Bakgrund

På fastigheten anlades i början av 1890-talet ett gjuteri för tillverkning av föremål i britanniametall (innehåller ca 90 % tenn, 8 % antimon och 2 % koppar). Gjuteriverksamheten lades ned i mitten av 1930-talet. Ytbehandlingsverksamhet startade 1961 och drevs fram till 1993-12-03 då företaget Knutssons Nickelindustri försattes i konkurs. I tillverkningsprocessen förekom bl a avfettning, betning, kromatering, förzinknings- och förkromningsprocesser. För avfettning har metylenklorid och eventuellt trikloretylen använts.

9.2 Åtgärds mål

Fastigheten ska kunna användas för normal bostadsbebyggelse och kvaliteten på grund- och ytvatten i närområdet ska skyddas. Följande restriktioner gäller dock: grävarbeten på större djup än 2 meter under markytan skall regleras och grundvatten för dricksvattenändamål får ej tas ut närmare än 50 meter nedströms fastigheten Hålan 2:3.

9.3 Saneringsinformation

Saneringsarbete har omfattat rivning av byggnader, urgrävning av metall- och cyanidförorenad jord, rening av grundvatten samt kontroll, borttransport och deponering. Arbetet påbörjades i augusti 2000 och avslutades under december 2000. Finplanering och övrig återställning (bl a täckning med matjord och grässådd) utfördes under sommaren 2001. Föroreningar har inom tre schaktrutor kvarlämnats på stora djup p.g.a. stabilitetsproblem, stora djup och/eller tekniska svårigheter vid schakt.

9.4 Erfarenhet

Ett offentligt informationsmöte hölls i god tid innan genomförandet av marksaneringen, vilket enligt huvudmannen var bra för att skapa en positiv opinion för saneringen och dämpa eventuell oro.

För att undanröja tolkningstvister mellan beställare och utförare bör det i förfrågningsunderlaget framgå att t.ex. ”E ska göra ” istället för ”ska göras”.

10 Jungnerholmarna

Län: Kalmar

Kommun: Mönsterås

Åtgärdsperiod: 1999-2002

Förorening: Cd (Pb, Ni)

10.1 Bakgrund

På Jungnerholmarna skedde den första tillverkningen av nickel-kadmium (Ni-Cd) batterier i landet. Senare kompletterades verksamheten med återvinning av råmaterialet i Ni-Cd batterier och blybatterier. Verksamheten pågick i 65 år till 1974.

10.2 Åtgärds mål

Som åtgärds mål för saneringen sattes:

- Människor ska kunna vistas på området och i byggnader utan restriktioner.
- Läckaget till Emån av Cd får maximalt vara maximalt 0,01 mg/l som årsmedelvärde
- Minst 90 % av mängden kadmium inom industriområdet skall avlägsnas

10.3 Saneringsinformation

Projektet omfattade tre delar; sanering och rivning av byggnader, behandling av mark och befintliga deponier samt anläggande av en klass 1 deponi i Mörkeskog. En genomgripande kulturhistorisk inventering av området genomfördes då det på grund av Jungnerholmarnas långa och unika industrihistorik var viktigt att så mycket som möjligt av områdets karaktär bevarades.

10.4 Erfarenhet

Kommunen anger de viktigaste erfarenheterna av projektet som:

- Avlastning av Emån från miljögifter i form av tungmetaller, främst Cd och Pb.
- Tillgång till ett område rikt på natur och kulturvärden.
- Ökad medvetenhet och kunskap om miljögifter samt möjligheter till åtgärd.
- Miljögifter i form av tungmetaller deponerade med bra kontrollmöjligheter.

Totalt har 1 000 ton Pb, 42 ton Cd och 94 ton Ni tagits bort. För alla de tre metallerna beräknas mer än 95 % av den ursprungliga mängden som fanns i området ha avlägsnats.

11 Örserumsviken

Län: Kalmar

Kommun: Västervik

Åtgärdsperiod: 2001-2004

Förorening: PCB (Hg)

11.1 Bakgrund

I den inre delen av Örserumsviken låg Westerviks Pappersbruk, som startades 1915 och lades ned 1980. Stora mängder kvicksilver (Hg) hade använts på bruket och förorenat sedimenten. Åren 1978-79 muddrades därför fibersediment från botten i den inre delen av viken och lades upp på land inom fabriksområdet. Under slutet av 1980-talet befarade Länsstyrelsen förekomst av PCB i Örserumsviken eftersom bruket använt returpapper som ofta innehöll självkopierande papper. Analysresultaten visade höga halter av PCB och farhågorna besannades.

11.2 Åtgärds mål

Mål för saneringsåtgärderna:

- Att transporten av PCB och kvicksilver i vatten från viken till utanförliggande kustområde skall minskas med 90 % respektive 70 %.
- Att avgången av såväl PCB och kvicksilver till luft från landområdena skall minskas med 99 %.

11.3 Saneringsinformation

Örserumsviken delades upp i olika muddringsområden vars storlek och muddringsdjup baserades på föroreningsspridningen i området. Generellt har muddring skett ned till 0,6-0,8 m djup under befintlig botten i den inre viken. I den yttre viken låg inte föroreningarna lika djupt och där har muddring skett till mellan 0,2 och 0,6 m under befintlig botten. Muddring har också skett inom vissa strandnära områden. Parallellt med muddring och avvattning har uppbyggnaden av deponin skett inne på fabriksområdet.

11.4 Erfarenhet

Den uppskattade spridningen av PCB och Hg från vikens vatten till Östersjön har minskat med 80 % respektive 55 %, vilket kan ställas i relation till de uppsatta projektmålen om en 90-procentig minskning av spridningen av PCB till Östersjön och en 70-procentig minskning av transporten av Hg till Östersjön. Avgången från mark till luft av PCB har minskat med drygt 99 %, och för avgången av Hg från mark beräknas ha minskat med 85 %. Totalt har 115 kg PCB, 94 kg Hg och 125 kg PAH tagits bort, det vill säga ca 96 % av de ursprungliga mängderna.

12 Ruda glasbruk och Ruda träimpregnering

Län: Kalmar

Kommun: Högsby

Åtgärdsperiod: 2004-2005

Förorening: As (Cr, Cu)

12.1 Bakgrund

I Ruda har det funnits träindustri under största delen av 1900-talet. Det pågick tryck- och doppimpregnering från början av 1960-talet fram till slutet av 1980-talet. Vid tryckimpregneringen användes ett metallsalt som innehöll koppar, krom och arsenik. För doppimpregneringen har olika kemikalier använts.

På grannfastigheten har det funnits glasindustri mellan 1920 och 1970. Produktionen har varierat, men i huvudsak tillverkades hushållsglas, hårdglas och i viss mån prydnadsglas. Tungmetaller och arsenik har använts i glasmassan för att uppnå olika egenskaper som formbarhet, hållfasthet och färg.

12.2 Åtgärds mål

- Markområdet skall kunna användas för antingen industriändamål eller som strövområde utan hälsorisker.
- Inom området skall växtlighet och djurliv kunna etablera sig utan att drabbas av allvarliga negativa effekter.
- Läckaget från området av föroreningar skall reduceras såväl kortsiktigt som långsiktigt för att förebygga framtida risk för påverkan på grundvatten i åsen och ytvatten (bäcken/diket som avvattnar området samt Emån).
- Föresattnings skall finnas för ett framtida grundvattenuttag i anslutning till åsen som går genom Ruda samhälle utan risk för negativa hälsoeffekter.
- Omhändertagande av uppgrävda förorenade massor skall ske på ett miljömässigt motiverat sätt utifrån ett ekologiskt hållbart perspektiv.

12.3 Saneringsinformation

Arbetet med att sanera fastigheterna påbörjades under sommaren 2004 och slutfördes i november 2005. Totalt grävdes ca 37 000 m³ jord bort och ca 5,4 ton As har tagits bort från de båda områdena. Den anlagda deponin är helt täckt och området är färdigsanerat.

12.4 Erfarenhet

I projektet pågår ett systematiskt arbete med att nedteckna projektspecifika erfarenheter, viktiga händelser och aktiviteter. Arbetet med en erfarenhetsrapport indelas i huvudsakligen två rapporter, en för projektet som helhet och en för glasbrukets sanering.

Bilaga 2

Redovisning i punktform av erfarenheter baserade på slutrapporter och samtal

Ett urval av erfarenheterna från slutrapporter har sammanställts nedan under ämnesrubriker och har även kompletterats med upplysningar som erhållits vid samtal med projektledare och handläggare vid länsstyrelser. Under respektive ämnesrubrik nedan anges i rubrikform huruvida kommentaren härrör från skrivningar i slutrapporten eller från samtal med personer involverade i efterbehandlingsprojekten. Samtalen redovisas inte projektvis nedan utan finns endast samlade under ämnesrubriker, eftersom det intressanta inte är vem som sagt vad i vilket projekt utan att kommentarerna kan läsas i ett samlat sammanhang. Vilka personer som samtal förts med redovisas i Bilaga 3.

Innehållsförteckning - Bilaga 2

1	Huvudman	4
2	Ekonomi.....	4
2.1	Kommunal andel.....	4
2.2	Administration	4
2.3	Budgetöverskridanden.....	5
2.4	Ekonomisk osäkerhet	5
2.5	Ansvar för diskussion om osäkerheter	6
2.6	Budgetreserv	6
3	Organisation.....	6
3.1	Struktur	6
3.2	Möten.....	7
4	Kontinuitet	8
5	Utredningar.....	9
5.1	Rätt inriktning från början	9
5.2	Provtagnings teknik	9
5.3	Avgränsning.....	10
5.4	Deponi- och transportutredning	11
5.5	Kontinuitet mellan för- och huvudstudie	11
5.6	Förankring hos myndigheter.....	11
6	Avgränsning av förorening	11
6.1	Avgränsning och osäkerhet.....	11
6.2	Efterbehandlingsområdets storlek.....	11
6.3	Metodutveckling undersökning deponier.....	12
6.4	Betong	12
7	Åtgärdsutredning/riskvärdering	12
8	Juridik	13
9	Detaljplan/bygglov	13
9.1	Detaljplan.....	13
9.2	Bygglov.....	14
10	Projektering	14
11	Upphandling	15
12	Pilotstudier	18
13	Information	18
14	Tillsyn	19
15	Entreprenör	20
16	Sanering och rivning av byggnader	20
17	Marksanering.....	21
17.1	Mängder	21
17.2	Förseningar	21
17.3	Upphandling	21
17.4	Teknikstöd	22
17.5	Terrassering	22
17.6	Transporter	22

17.7	Siktning	22
17.8	Kontroll med fältinstrument eller laboratorieanalyser	23
17.9	Arbetsområdets storlek.....	23
17.10	Provtagning/klassning	23
17.11	Arbetsmiljö	24
17.12	Damning	25
17.13	Dokumentation	25
17.14	Tillbud/olyckor.....	26
17.15	Statistisk bearbetning	26
17.16	Sediment /muddring	26
17.17	Täckning av sjösediment med geotextil och geologiskt material	26
17.18	Byggande av ny teknisk utrustning för utläggande av konstgjort sediment	26
17.19	Täckning av sjösediment med konstgjort sediment	27
18	Spontning	28
19	Vattenhantering.....	29
20	Tätning/täckning	30
21	Anläggande av deponi.....	31
21.1	Lokalisering/tillstånd	31
21.2	Bottentätning	31
21.3	Packning av massor i deponi	31
21.4	Utformning deponi	32
22	Återställning	32
23	Miljökontrollprogram	33
23.1	Kvalitet provtagning	33
23.2	Bemannning	33
23.3	Omfattning av omgivningskontroll	33
23.4	Metodutveckling.....	34
23.5	Biologisk provtagning	34
23.6	Buller.....	34
23.7	Damning	35
23.8	Vatten	35
23.9	Tillsynsmyndighet	35
24	Åtgärds mål/uppföljning.....	35
24.1	Rapporteringsgränser	35
24.2	Mark.....	35
24.3	Grundvatten.....	35
24.4	Ytvatten	36
24.5	Bottenfauna	36
24.6	Sediment	36
24.7	Luft.....	37
24.8	Tydighet angående åtgärds mål vid projektering	37
24.9	Restriktioner i markanvändning.....	37
24.10	Referensmätningar	37
25	Tid	37
26	Erfarenhetsåterföring	38

1 Huvudman

Samtal

- Inga av projekten har haft bekymmer med att få kommunerna att ta på sig huvudmannaskap för efterbehandlingen. Ofta har efterbehandlingarna kommit till stånd på grund av kommunala initiativ. En kommunal projektledare säger att kommunerna absolut inte ska vara rädda för efterbehandlingsprojekt. Kommunerna har kunskap att handla upp entreprenader och hjälp med miljöfrågorna kan man alltid få.
- En projektledare framhåller att det är grundläggande med en kommunledning som engagerar sig i efterbehandlingsprojektet. Det är vansinne att driva projekt utan beslutskraft i kommunen. Det blir inga bra projekt utan förankring/beslutskraft på hög nivå inom kommunen. Efterbehandlingsprojekten är ofta känslomässigt knepiga inom kommunen. I framtida projekt med eventuell annan huvudman än en kommun måste man vara mycket noga med att säkra den lokala förankringen.
- I ett fall tog kommunen tog på sig huvudmannaskap för åtgärd fast den aktuella fastigheten var herrelös. Kommunen har alltså inget ansvar efter genomförd efterbehandling. Detta är nu ett problem för länsstyrelsen som tillsynsmyndighet eftersom man inte har någon att vända sig till med krav vad gäller skötsel (t.ex. röjning av sly och träd) och övervakning av deponin. Det är väldigt viktigt för framtida efterbehandlingsdeponier att man funderar över vem som ska förvalta området i framtiden – detta klargjordes aldrig i det aktuella projektet

2 Ekonomi

2.1 Kommunal andel

Slutrapporter

- En huvudman som fått den kommunala insatsen för projektarbetet avgränsad till ett känt belopp har upplevt det som betryggande för kommunen.
- Huvudmannaskap är positivt enligt en kommun, men uttrycker oro angående ansvarsfrågan om en sanering skulle misslyckas.

2.2 Administration

Slutrapporter

- Det underlättar för huvudmannen att man kan använda befintliga kommunala system för ekonomi, diarieföring, kommunal revision etc.
- I projekt med flera finansiärer (t.ex. EU-kommissionen utöver Naturvårdsverket) har det krävts parallella bokföringssystem och rapportformat p.g.a. olika krav från finansiärerna, d.v.s. tidslukande administration.

2.3 Budgetöverskridanden

Slutrapporter

- Det finns exempel på såväl fördyrade projekt som projekt som kostat mindre än beräknat. Det vanligaste är dock fördyrade projekt, ofta till följd av en ökning av mängden massor.

Samtal

- Det vanliga är att projekten blir dyrare än vad man kunnat förutse när de togs in i åtgärdsramen. Orsakerna kan vara många, men det är vanligt att mer förorenade massor påträffades. Masstyperna kan vara fördelade på ett annat sätt än vad som förutsetts. Följden blir att projekten får ansöka om kompletterande finansiering.
- Ett projekt ställde vid något tillfälle ultimatum att avbryta pågående efterbehandlingsarbetena om inte kompletterande medel kunde tillföras projektet omedelbart.
- Vid en efterbehandling som blev billigare än beräknat berodde det på mindre mängd massor och framförallt att fördelningen av masstyper slog mot det billigare hållet.
- En projektledare konstaterar att kostnader sjunker för varje efterbehandlingsprojekt som man utför i kommunen. Alla inblandade (kommuner, konsulter, entreprenörer, myndigheter) lär sig mer och mer och blir säkrare vad gäller utredningar och genomförande. Utvecklingen går framåt.

2.4 Ekonomisk osäkerhet

Slutrapporter

- Det är av största vikt att kunna identifiera ekonomiska risker i ett tidigt skede. I ett studerat projekt utfördes tidigt en projektanalys och känslighetsanalys (förenklad finansiell riskbedömning) i projektet varvid man kom fram till att projektet måste söka betydligt mer pengar och förlänga projekttiden för att kunna uppfylla uppsatta mål. Flera alternativ studerades innan slutsatsen att en utökad budget och förlängd projekttid var det optimala.
- I ett annat projekt gjordes ett medvetet val att påbörja efterbehandlingsåtgärden trots osäkerheter i omfång eftersom man uppfattade att finansiären föredrog åtgärder framför undersökningar. Osäkerheten fanns dock inte dokumenterad. Om åtgärder startas på osäkert underlag rekommenderas i framtida projekt:
 - Kommunicera osäkerheter (mängder eller annat) tydligt till bidragsgivare och beslutsfattare.
 - Bidragsgivaren måste tydligt uttala sina krav på säkerhet från undersökningsskedet.
 - Osäkerhet bör finnas i åtanke när entreprenadupphandling genomförs så att en eventuell kostnadsökning kan budgeteras och inte entreprenaden fördyras i onödan. T.ex. val av entreprenadform.
 - Det kan eventuellt vara motiverat att starta åtgärder före det att föreningen är väl avgränsad eftersom nödvändiga undersökningar kostar tid och pengar och kan ha ett tveksamt mervärde. Detta kräver dock tydlig kommunikation av osäkerheter till beslutsfattare och finansiärer.
 - En ekonomisk riskvärdering kan vara ett verktyg för att kommunicera osäkerheter.

2.5 Ansvar för diskussion om osäkerheter

Slutrapporter

- Det är en viktig fråga vem som har ansvar för att en diskussion om osäkerheter i beslutsunderlag kommer till stånd. Prognoser om förorenad mängd och föroreningsklasser går inte att garantera däremot finns ett behov att diskutera vilka osäkerheter som kan accepteras.

2.6 Budgetreserv

Slutrapporter

- Budget behöver ha utrymme för stora kostnadsökningar.
- I framtida efterbehandlingsprojekt finns ett behov att någonstans i kedjan budgetera för mängdökningar som upptäcks under sanering. Detta kan göras i varje projektbudget alternativt övergripande på länsstyrelser eller Naturvårdsverket.

3 Organisation

3.1 Struktur

Slutrapporter

- Tekniskt komplicerade projekt med många inblandade kräver bra styrning från beställaren och en tydlig organisationsstruktur och klar beskrivning av roller och ansvar.
- Det är vanligt att beställarens ledningsfunktion formaliseras i en styrgrupp med förtroendevalda samt tjänstemän administrativt och beslutsförmåga integrerat i kommunens ordinarie organisation. Detta uppges underlätta planering, uppföljning och avstämning. Det är av vikt med en kunnig och erfaren projektledare i ett tidigt skede som adjungeras till möten med styrgruppen.
- Projektstruktur är viktigt, t.ex. normer, rutiner, kvalitetsplan. Kontinuerlig uppdatering, underhåll, förändring efter behov.
- Normalt sker utredningar särkopplade inom projektskedena förstudie, huvudstudie och projektering. I ett projekt beskrivs att man försökt genomföra skedena integrerat och med kontinuitet mellan projektfaserna i syfte att erhålla en högre kvalitet och ökad kostnadseffektivitet.
- Det är inte ovanligt att miljöförvaltningen arbetar aktivt i utredningsskedet medan kommunens tekniska avdelning då är mer inriktad på att följa utredningen, administrera och redovisa ekonomiskt. Under projekteringsskedet däremot ligger oftast ansvaret helt på tekniska avdelningen. Övergång från utredning till projektering och genomförande beskrivs oftast ha gått relativt friktionsfritt trots ändrat arbetssätt och ansvar.

3.2 Möten

Slutrapporter

- Periodiska möten behövs för att följa upp, leda och integrera projektets arbete.
- Exempel på formella mötestyper: styrgruppsmöten, beställarmöten, teknikmöte, informationsmöten. Protokollfört.
- Utöver byggmöten mellan beställare och entreprenörer har i en del projekt med goda erfarenheter genomförts informationsmöten med möjlighet till information och frågor. Deltagare: t.ex. fastighetsägare, länsstyrelsen, miljökontoret, miljökontrollanten, beställarstödet, entreprenörer.

4 Kontinuitet

Slutrapporter

- Utredningar och undersökningar med en mängd olika syften under en lång tid medför att kommunikation mellan disciplinernas företrädare är oerhört viktig för kontinuitet och för att undvika dubbelarbete.
- I ett projekt beskrivs hur en och samma miljökonsult anlitas genom hela projektet. Erfarenheter från utredningsskedet har därmed tagits tillvara och underlättat arbetet.
- Ett efterbehandlingsprojekt redovisar hur man drabbats av problem med bemanning p.g.a. sjukdom och föräldraledighet. Man bör ställa krav på att utförande företag har möjlighet att från början bedriva arbetet med mer än en person som är väl insatt i projektets delmoment. En projektbudget baserad på ensamarbetande konsulter är en billig lösning ända tills man får en diskontinuitet i bemanning, vilket kan spräcka både tidsplan och budget.

Samtal

- Det är viktigt med kontinuitet genom projektskedena. Något att tänka på är att man försöker ha kontinuitet genom projektet t.ex. genom att miljökonsult följer projektet in i åtgärdsskedet, åtminstone som rådgivare/projektstöd.
- I ett projekt anger projektledaren att man hade en väldigt god kommunikation med länsstyrelsen varför skedena i viss mån kunde glida in i varandra. T.ex. hade man klartecken till genomförandet redan innan projekteringen var slutförd. Formellt sett ska man ha särkopplade skeden i ett efterbehandlingsprojekt, men man ska ha klart för sig att befintlig organisation kostar pengar och att man förlorar mycket av bl a historik i samband med skedesbyten med ny bemanning. Det är viktigt för huvudmannen att processen löper på, man har ett ansvar gentemot invånare och närboende.
- Utredarna lever i sin värld och entreprenörerna i sin värld. Det är viktigt att ha rätt kunskapsprofil i projektet från början. Entreprenadkunnande behövs t.ex. redan i förberedelseskedet. Allt är inte förutsägbart. Därför viktigt med genuin projektgrupp med kontinuitet och höga krav på kunskap – LOU kan då vara ett problem. Det är viktigt med kontinuitet, rätt kunskapsprofil från början till slut.
- En projektledare menar att det kan vara en nackdel att alltid använda samma konsult. Det rekommenderas att använda en konsult för projekteringen och låta en annan konsult sköta miljökontrollen. Detta uppskattar dock inte konsulterna.
- I dagens projekt är betydligt fler personer involverade i efterbehandlingsprojekten än i de tidigare projekten då man kunde ha en liten men mycket engagerad grupp. Projektens resultat beror mycket på vilka drivande personer som finns med.
- I ett projekt säger man att den viktigaste faktorn för ett bra resultat är vikten av ett bra samarbete mellan alla parter. Det var dessutom bra att ett uppehåll gjordes mellan skedena för att hinna diskutera med Naturvårdsverket. Efterbehandlingsprojekt måste få ta tid och hinna sätta sig.

5 Utredningar

5.1 Rätt inriktning från början

Slutrapporter

- Ett projekt redovisar goda erfarenheter av ett inledande seminarium.
- Det är viktigt med rätt fokus vid utredningarna. Kartläggningen av ett industriområde hade inledningsvis fokus på slagg och dess lakning av metaller inom området. Denna lakning visade sig dock vara begränsad och problemet bedömdes snarare vara metallutsläpp från en annan del av området och särskilt en avfallstipp.
- Vid utredningarna i ett annat projekt var fokus från början halter i jord nära markytan. Sagt med facit i hand borde fokus snarare ha varit på metalläckage till recipienten via grundvatten. Provtagningen hade då varit mer inriktad på uppskattning av total mängd mobila föroreningar.
- I ett projekt konstateras att ingen riskanalys utfördes i tidigt skede angående tänkbara problem och att det bör göras i framtida projekt, bl a för att kunna strukturera möjliga förändringar i projektet.
- Ett projekt anger att MIFO fas 1-utredningen kunde ha varit mer strukturerad innan fas 2 tog vid.

Samtal

- Oerhört lyckat med en grundlig historisk utredning. Letande i riksarkivet och genomgång av produktionsdata m.m. ledde till att man kunde hitta hotspots.
- En viktig lärdom till kommande projekt är att den historiska inventeringen inte får vara bristfällig när undersökningarna påbörjas. I ett projekt studerades flygbilder i ett väldigt sent skede.
- I ett projekt hade en fördjupning av de hydrogeologiska utredningarna varit värdefull för att kunna bedöma spridning bättre.
- Man insåg tidigt i ett sedimentprojekt att det var ett stort och mycket komplicerat projekt. Redan från början var direktiven att studera alternativa tekniker hellre än att muddra på traditionellt sätt. Naturvårdsverket ville prova ny teknik. Fokus var övertäckningstekniker.
- I ett tidigt skede i ett projekt koncentrerade man sig på att skaffa in alla grunddata, omfattande undersökningar visade sig krävas och att projektet var underfinansierat stod snart klart.
- I ett projekt användes grundkartan som underlag. Man borde ha gjort en ny inmätning tidigare. Man ska inte lita på nivåkurvor.

5.2 Provtagningsteknik

Slutrapporter

- Ett projekt konstaterar att provgropar fungerade bra ovan grundvattenytan men inte under.
- I ett projekt bedömer man att det är svårt att ta representativa prover med konventionell borrh-teknik. Idag hade konsulten rekommenderat vibrationsdriven kärnbörning (true sonic drilling).

5.3 Avgränsning

Slutrapporter

- Man måste avsätta tid och resurser för avgränsningen av föroreningens utbredning i för- och huvudstudieskedet. Vid ett projekt borde avgränsning ha gjorts noggrannare. Det förorenade området visade sig ha en större utbredning i plan och profil än beräknat, vilket ledde till fördyrning och tidsspill.
- Faktisk mängd jord och beräknad stämde inte i ett projekt. Man borde ha lagt större insats i huvudstudien och kartlagt förorening bättre och därmed fått en bättre kostnadsbedömning.
- Bra kartunderlag och inmätning av provpunkters koordinater är viktigt.
- Ett rutnät för provtagning skapades i ett projekt på papper i provtagningsskedet och visade sig bli svårt att återskapa i projekteringsskedet. CAD och GIS användes senare.

Samtal

- I ett projekt visade det sig att klorfenoler och dioxiner förekommit vid dopningen. Hade missats, endast enstaka prover. Arsenik hade varit helt i fokus.
- I ett projekt fick man relativt sent i utredningsskedet komplettera med en utredning angående trikloretylen. Här var strategin att gräva och se vad man skulle göra efter hand, blev pumpgrop och pumpning av vatten till kolfilter så småningom.
- Under för-/huvudstudieskede av ett utfyllnadsområde kom man fram till att maxdjup till naturlig mark var 4 m. Vid efterbehandlingen visade sig djupet ställvis vara ner till 10 m. Kostnads-kalkyl sprack. När projektledaren ser på undersökningsskedet så här i efterhand borde man kanske ha gjort fler borrhål, men man tyckte att man hade avgränsningarna klara. Mycket bakgrundsstudier och intervjuer hade genomförts. Mycket diskussioner om hur länge man ska hålla på och undersöka en heterogen jord och när man istället ska börja gräva bort massorna. Vad är mest kostnadseffektivt? Projektledaren tror att även om man hade perforerat området är det inte säkert att man hade hittat de djuphål (sättningar) som gjorde att mängderna ökade. Det var bättre i detta projekt att börja gräva skopa för skopa och provta. Det finns en gräns för hur mycket man ska undersöka.
- En projektledare säger att den viktigaste lärdomen är att dokumentera området väl med provtagningar. För att bättre kunna bedöma kostnaden lönar det sig att lägga extra pengar i tidigt skede för mätningar och provtagningar.
- Det är väl värt att kosta på breda analysprogram i några provpunkter. Till en början utfördes i ett projekt inga metallanalyser, det gjordes så småningom varvid koppar påträffades.
- I upphandlingen av en entreprenad gjordes vissa antaganden vad gäller schaktningens omfattning. Så här i efterhand kan man säga att området skulle ha avgränsats bättre i undersökningsskedet. Även en okänd hotspot påträffades. Mängden massor ökade liksom projektets kostnader. Det hade lönat sig med fler undersökningar. En lärdom är att det är väldigt viktigt att förundersöka dioxin ordentligt. Kan bli en utdragen entreprenad om inte dioxin är ordentligt undersökt.
- I ett projekt visade sig blyhalterna i ett närliggande naturområde överskrida platsspecifika riktvärden, varför efterbehandlingen omfattning blev mer omfattande.

5.4 Deponi- och transportutredning

Slutrapporter

- Det bedöms i ett projekt att det hade varit bättre om transport och deponi utretts vid projekteringen och inte i samband med upphandlingen (varje anbudsgivare fick lämna förslag).

5.5 Kontinuitet mellan för- och huvudstudie

Slutrapporter

- Att man hade olika konsult i för- respektive huvudstudie var bra enligt kommunen i ett projekt, medan projektstödet i samma projekt menar att information förlorats, t.ex. blev den kompletterande undersökningen inte optimal.

5.6 Förankring hos myndigheter

Slutrapporter

- Tillsynsmyndigheten måste ges tid att konsultera egna experter.
- Platsspecifika riktvärden bör diskuteras med länsstyrelsen och Naturvårdsverket i ett tidigt stadium för att undvika omarbetning.

6 Avgränsning av förorening

6.1 Avgränsning och osäkerhet

Slutrapporter

- I framtida projekt rekommenderas avgränsning av samtliga sidor (över, under, kanter). Avgränsning bör vara ett tydligt mål senast i huvudstudien.
- Vid undersökning av en befintlig deponi kunde inte mängden avfall bedömas utgående från det fåtal jordprover som tagits. Osäkerheter angående mängden förorenade massor presenterades dock inte.
- Om bättre avgränsning av massorna görs kan risken för ökad mängd massor minskas, men ökad massmängd kan inte alltid förutses även om man gör omfattande undersökningar.
- Osäkerhet finns alltid om förorenade jordens volym, vilket kan få konsekvenser för entreprenadkostnad. Kostnad för utökade undersökningar får ställas i relation till osäkerheternas konsekvenser i entreprenadskedet. Graden av osäkerhet vad gäller mängder och ekonomi bör alltid redovisas tydligt.

6.2 Efterbehandlingsområdets storlek

Slutrapporter

- Viktigt att uppmärksamma angränsande områden i tid. T.ex. i ett sent skede, i samband med detaljplaneläggningen, startade diskussionen om vilket område som egentligen skulle åtgärdas. Omgivande naturmark visade sig också behöva åtgärdas.

6.3 Metodutveckling undersökning deponier

Slutrapporter

- Utveckling av metoder för undersökning av befintliga deponier behövs. En lärdom är att metodik för undersökningar och provtagningar bör utvecklas, t.ex. en anpassning för undersökning av avfallstippar där det inte alltid är viktigast med provtagning av själva avfallet utan snarare att avgöra var avgränsningen till rent material går.

6.4 Betong

Slutrapporter

- Efterbehandling som stöter på grundläggning under markytan eller andra större betongkonstruktioner/-klumpar i marken kan bli komplicerad, speciellt om inte problemet uppmärksammas i undersökningsskedet.

7 Åtgärdsutredning/riskvärdering

Samtal

- Behandling på plats uteslöts i ett projekt p.g.a. att massorna var så heterogena. Inte heller täckning på plats var aktuell eftersom det inte hade gått att avskärma grundvattnet.
- I ett projekt tittade åtgärdsutredningen inte på så många alternativ eftersom området hade vissa begränsningar: Hela området var förorenat, alla massor måste bort, intilliggande trafik skulle inte störas och vatten ledde till att båtar behövdes. Många förundersökningar gjorda och trångt område mellan bostäder, trafikled och sjö innebar att det stod klart att enda möjligheten var grävning innanför tätspont och borttransport sjövägen.
- Vad gäller åtgärdsutredning var det i ett projekt mer eller mindre självklart att grävsanera och transportera bort massorna eftersom det bedömdes som mest kostnadseffektivitet. Det rörde sig om små mängder och behandling på plats lönade sig inte. Alternativ till deponering fanns 25 mil bort eller betydligt längre bort. Man hade bra kontakt med den närliggande deponin och är nöjda med att massorna kunde rymmas inom deras tillstånd.
- Vid en åtgärdsutredning kom man fram till att deponering var det bästa alternativet. Det förekom diskussioner om var en sådan deponi bäst anlades. Det blev slutligen en nyanlagd deponi vid den befintliga kommunala avfallsanläggningen. Det diskuterades även angående transporterna och trafiksituationen.
- Vid en annan åtgärdsutredning kom man fram till att massorna skulle siktas så att större fraktioner skulle kunna användas för återfyllnad på plats. Det resonades också om huruvida förorenade massor skulle kunna mellanlagras vid ett annat pågående projekt, men slutligen valdes omhändertagande vid kommunal deponi och delvis Sakab.

8 Juridik

Slutrapporter

- God tid krävs för tillstånds- och tillsynsärenden. Tar tid.
- Det är lämpligast att endast presentera principer för miljökontroll i ansökan om miljötillstånd och att det slutliga programmet utformas i samråd med tillsynsmyndigheten. Miljödomstolen bör alltså delegera omfattning och ändringar av miljökontrollprogrammet till tillsynsmyndigheten. I ett projekt har kommunens förslag till miljökontrollprogram fastställts av miljödomstolen och därmed låsts vilket försvårat ändringar i kontrollprogrammet.
- Det kan vara en fördel att inte ha alltför detaljerade beskrivningar i projektets tekniska beskrivning för att undvika att behöva begära reviderade tillståndsvillkor för eventuellt senare modifierade åtgärdslösningar. Ett exempel på en sådan ändring är muddermassor som enligt teknisk beskrivning skulle ha återdeponerats på djupare vatten men den modifierade lösningen blev deponering på ett grundare område.

Samtal

- Man ville i ett projekt ha ett undantag och slippa anlägga bottentätning under deponin med hänvisning till att täckningen av deponin var kvalificerad. Deponin skulle egentligen kunna fungera bra utan bottentätning, men Naturvårdsverket ville i miljödomstolen att deponin skulle ha en bottentätning vilket ledde till viss upprördhet hos länsstyrelse och kommun. Miljötillståndet krävde en bottentätning och den finansierades också av Naturvårdsverket. En konsekvens av bottentätningen kan på lång sikt bli ett ökat underhållsarbete. Ett reningsverk har förberetts men bedöms inte behövas
- I ett projekt anger länsstyrelsen att ansvarsutredningen kanske hade gjorts noggrannare i dagsläget.

9 Detaljplan/bygglov

9.1 Detaljplan

Slutrapporter

- Detaljplan fick ändras i ett projekt efter önskemål från närboende och fastighetsägare att permanenta tillfällig in- och utfart från området.
- Detaljplanarbetet och samråd med närboende gjorde i ett projekt att omställningen till grönområde blev en viktig fråga. Kostnad för återställning blev därmed högre.

9.2 Bygglov

Slutrapporter

- För att i framtiden förhindra problem att bygglov lämnas i anslutning till förorenade områden bör kända markföroreningar skrivas in i planbestämmelserna.
- Vid bygglovsansökan ska man utgå från att föroreningar kan ha en större utbredning än vad som är känt.
- Man bör inte medge bygglov om infarten till nybyggnation sker över förorenad mark (risk för spridning).

10 Projektering

Slutrapporter

- Vid projektering är det en fördel att alla är med från början och är delaktiga i de val som görs.
- Tydlig och väl genomförd projektering underlättar entreprenadarbeten.
- Det är viktigt, men kan ibland vara svårt, att få fram relevanta underlagsdata för korrekta beräkningar. Ett exempel är t.ex. flödesberäkningar av betydelse för dimensionering av skyddsskärm vid en muddring. Skärmen havererade vid två tillfällen och fick konstrueras om.
- Det är viktigt att ha en viss säkerhetsmarginal vid mass- och volymberäkningar. Säkerhetsmarginalen visade sig dock i ett exempel vara för stor vid volymberäkning för en deponi. P.g.a. mindre volym förorenade massor än beräknat avvek slutlig utformning från teknisk design. Externa massor fick tillföras för att klara krav på släntlutningar för ytvattenavrinning.
- Projekteringen fick i ett projekt delvis göras om eftersom man i ett sent skede upptäckte felaktigheter i terrängmodellen. Höjdkurvor visade sig vara brantare än vad man tidigare utgått från vilket kunde leda till stabilitetsproblem. Gränser för täckning/tätning fick flyttas in och den planerade täckta ytan fick minskas.
- I ett projekt var det en brist att inga geotekniska studier gjorts före projekteringen. En planerad undervattensdeponi fick flyttas och en större yta behövde täckas p.g.a. ofördelaktiga geotekniska egenskaper i området.
- Projektering med otillräckliga resurser parallellt med uppbyggnad av ny teknisk utrustning ledde i ett projekt till ett års försening.

11 Upphandling

Slutrapporter

- Ett projekt framhåller fördelar med att en administrativ konsult och en miljökonsult fick samverka för att ta fram förfrågningsunderlag och myndighetshandlingar till entreprenader, vilket ställde höga krav på samarbetsförmåga och aktivt engagemang från huvudmannen.
- Ett projekt genomförde entreprenaderna i form av totalentreprenader, vilket man är mycket nöjda med. Entreprenadföretagen anges då ges möjlighet till egna lösningar utgående från egen erfarenhet, och tvingas redan i anbudsskedet förbereda en strategi för genomförande – är mer förberedda.
- Ett annat projekt som hade problem med att förfrågningsunderlagets beräknade mängder var en underskattning har funderat på hur man gör förfrågningsunderlag mindre känsliga för störningar vad gäller mängder som inte stämmer. Är totalentreprenad lösningen? D.v.s. risker överförs till entreprenör men entreprenaden blir dyrare.
- En uppdelning i två entreprenader ökade i ett fall anbudsgivarkretsen. Ett projekt beskriver att deponiavtal träffades före upphandling av efterbehandling vilket ledde till renodlade entreprenader.
- I ett projekt beskrivs hur upphandlingen av entreprenader delades upp i en grävningsdel och en kontrollidell. Uppdelningen gjorde att även mindre entreprenörer kunde vara med och konkurrera.
- Väl genomarbetade entreprenadhandlingar utan ovidkommande information är viktigt eftersom man då får få diskussioner om tolkning.
- Upphandling med reglerbara mängder uppges i ett fall inte ha påverkat projektekonomi negativt.
- Efterbehandlingsprojekt med hög grad av teknisk utveckling kräver flexibel tidsplan, kostnadsbedömning och teknisk beskrivning.
- I ett projekt där man tänkt sig en generalentreprenad inkom endast ett anbud och då till löpande räkning.
- I ett projekt med utförandeentreprenad med flera specialdiscipliner, vilka alla var kvalitetskritiska, valdes förenklad upphandling. Det visade sig vara svårt att utforma utvärderingskriterier som skulle precisera erfarenhet/kunskap inom varje specialområde – utvärderingsmall blev alltför komplicerad och kommunens jurister plockade bort det mesta av utvärderingskriterierna. Kvar blev endast en kontroll av erfarenhet hos nyckelpersoner, i övrigt endast ekonomiska kriterier och en bedömning av huvudentreprenörens personal med avseende på ledning och samordning. Lagen om offentlig upphandling sägs begränsa tekniskt avancerade projekt av mindre och medelstorlek. För att kunna ställa tekniska krav på anbudsgivare krävs ett annat upphandlingsförfarande än det förenklade. En prekvalificering av entreprenörer med erforderlig erfarenhet är att föredra framför en förenklad upphandling som medför risker för giltiga anbud från oseriösa entreprenörer.

- I ett projekt gav bytet av vattenreningsprocess anledning till problem vid tolkning av förfrågningsunderlaget angående vem som hade ansvar för att processen fungerade. En slutsats är att det är viktigt att skriva med aktiv sats istället för passiv i förfrågningsunderlag/entreprenadhandlingar, t.ex. ”Entreprenören ska göra” hellre än ”ska göras”.
- Om det är tänkt att entreprenören ska lämna egna förslag på teknik ska endast funktionskrav ställas i förfrågan – inga exempel på teknik ska anges i förfrågan.
- Vid upphandling, speciellt i projekt med ny teknik, bör stor vikt läggas vid att utarbeta ett program för uppföljning och egenkontroll. Sådant ska utarbetas av entreprenörerna och bör innehålla detaljerade rutiner för kvalitetskontroll och tät rapportering till beställaren. Stomme till ett sådant program bör krävas redan i anbud och ingå som utvärderingskriterier. I kontraktsdokumenten måste kopplingarna preciseras mellan betalningsplan, tidsplan och prestationskrav.
- I ett projekt planerade man att handla upp huvudstudie och projektering i en upphandling (för att spara tid). Anbudsutvärderingen blev svår och slutligen valdes två olika konsulter i alla fall.

Samtal

- En länsstyrelse har väldigt goda erfarenheter av att man vid upprättande av förfrågningsunderlaget anlitar en konsult som var duktig på bygg och anläggning och en miljökonsult.
- Vid en upphandling inkom endast ett anbud. Orsaker kan vara att det ställdes krav i förfrågan på vana vid att hantera förorenad mark, jobbet var inte så stort och skulle ske snabbt. En lokal entreprenör handlades upp på löpande räkning.
- Projektledning anade vid en upphandling av muddring att underentreprenören i valt anbud skulle kunna få kapacitetsproblem, men det fanns inga formella grunder att inte välja detta anbud. Projektet startade och så småningom fick underentreprenören bytas ut. Gick bra p.g.a. goda avtal och disciplin i projektledningen. En negativ följd var försening, vilket dock inte hade några allvarliga effekter.
- Vid ett projekt inkom inga överklagningar av tilldelningsbeslutet vid upphandlingen av entreprenaden. Däremot kom en begäran om skadestånd ett par år senare baserat på att den entreprenör som gjorde anspråk på skadestånd inte hade tilldelats entreprenaden. Detta blev en fråga för kommunens försäkringsbolag med förlikning som följd.
- En projektledare trycker på att en efterbehandling egentligen är en markentreprenad och ska handlas upp som en sådan. Miljökonsulter har en alldeles för stor ambition beskriva detaljer. Det går t.ex. inte att handla upp med detaljbeskrivningen ”gräv försiktigt”. En entreprenör vill tjäna pengar. Det utreds mycket utan egentligt värde för entreprenaden. Entreprenörerna har oftast lösningar hur en efterbehandling bäst går till.
- En projektledares vision för efterbehandlingar är att man i förfrågan beskriver det resultat man vill uppnå och att entreprenören får göra som han vill. Naturligtvis inom lagens gränser vad gäller arbetsmiljö och miljö – svensk lag gäller alltid, det är överambitiöst att beskriva detaljer angående arbetsmiljö och miljöskydd m.m. Målet bör i normala saneringar vara att efterbehandlingen ska kunna beskrivas som en markteknisk beskrivning, ibland vid komplicerade objekt kan det dock naturligtvis vara motiverat att beskriva mer detaljerat angående utförande och kontroll.

- Vid några efterbehandlingar har man delat entreprenaden i två eller flera delar för att få in fler anbud. En projektledare påpekar dock att nyligen gjorda ändringar i arbetsmiljölagstiftningen har medfört att man i framtiden måste tänka sig noga för vid delad entreprenad eftersom byggherren har arbetsmiljöansvaret vid en delad entreprenad. Vid en generalentreprenad kan man däremot som byggherre delegera arbetsmiljöansvaret till generalentreprenören, varför en samordnad entreprenad kan vara att föredra med tanke på ansvaret för arbetsmiljön.
- Det är vanligt att man i efterbehandlingsprojektet handlar upp miljökontrollant separat. En projektledare tycker att man i framtiden ska se till att entreprenören åläggs att verifiera uppnådda resultat t.ex. vad gäller föroreningsnivå, d.v.s. entreprenören ska ha en egen miljökontrollant så att man slipper en separat kontrollorganisation. Man kan t.ex. föreskriva att entreprenören ska provta vart 10:e lass. Entreprenören kan oftast handla upp en billigare miljökontroll än vad beställaren kan göra. Vidare försvinner projektets samordningsproblem mellan grävning och miljökontroll. Stillestånd kan undvikas.
- I ett projekt hade man planerat en delvis muddring, vilket blev alldeles för dyrt vid upphandlingen. Ett sidoanbud föreslog en övertäckningslösning med periodvis sänkning av sjön under utförandet så att mer arbeten kunde utföras från land. Fick lämna kompletterande ansökning till vattendomstolen – juridiken var inget bekymmer. Lösningen blev betydligt billigare än muddring enligt förfrågan. Det rekommenderas därför att ange i förfrågningsunderlag att sidoanbud är tillåtna, speciellt om finansieringen har små marginaler.
- Det är lurigt med upphandling när det rör sig om teknikutveckling. Långa diskussioner i ett teknikutvecklande projekt ledde till en bred teknisk förfrågan – prekvalificering. Ett antal anbudsgivare anmälde sig. Slutligen kom dock inga anbud in. Efter förfrågan utan inlämnade anbud får man lov att göra en förhandlad upphandling. Ett patentinnehavande företag med små resurser handlades upp. Viktiga pusselbitar i kontraktet var betalningsplan (betalning för utfört jobb) och vilka krav man ställde.
- I framtida projekt med mycket teknikutveckling/teknisk osäkerhet rekommenderas att man vid upphandlingen inte fastställer för mycket – det krävs vissa frihetsgrader eftersom helt ny teknik kräver ändringar efter hand. Det är bra om man kan få insyn i teknikutvecklingen, viktigt reda ut patentsvårigheter.

12 Pilotstudier

Slutrapporter

- Vid ett projekt genomfördes en pilotstudie med provschaktning för att prova utgrävningsmetod och ge en uppskattning av fördelning mellan olika typer av massor. Vid provschakten kunde man konstatera att massorna var heterogena och innehöll mycket avfall, bl a stora betongkonstruktioner som senare visade sig bli problematiska för att komma åt underliggande föroreningar.
- I ett annat projekt utfördes inledande undersökningar avseende materialets gräv- och hanterbarhet i provgropar för att få kunskap om mäktighet/konsistens, vidhäftning vid grävskopor och luktproblem. Materialprover sparades och kunde användas till analys inför behandling av massorna. Det utfördes även provbelastning av ytor för att ge kunskap om vilka sättningar som kan uppstå i fyllningen vid täckning. Utläggning av sandhögar och installation av peglar. Uppföljning av sättningar efter 3-4 månader.
- Vid saneringar av betonggolv rekommenderar ett projekt att man i framtiden gör åtgärdsförberedande provtagningar genom att större golvytor bryts upp för att kunna bedöma föroreningsgrad bättre. Det är svårt att göra bedömningar endast på borrhärdar.
- Problem med ett mudderverk uppdagades i ett projekt i samband med undersökningsmuddring. Godkänd undersökningsmuddring var ett krav för att kunna starta den stora produktionsmuddringen. Efter ett antal modifieringar och påföljande förnyad undersökningsmuddring kunde klartecken ges.

13 Information

Slutrapporter

- En väl genomtänkt strategi för planering av informationsaktiviteter är viktig – rätt information vid rätt tidpunkt. Viktigt med en bra, väl förberedd, talesman vid massmediekontakter.
- Alla informationsaktiviteter måste ges den tid som krävs.
- I inledning av projektarbetet är det viktigt att i tidigt skede bjuda in markägare och sakägare till informationsmöte. Det kan vara praktiskt och rationellt att samordna informationsaktivitet med eventuell samrådspåbudsplikt (miljölagstiftningen).
- En stor satsning på information kan ge en positiv inställning hos allmänhet/massmedier och därmed arbetsro.
- Det är positivt om informationen kan utökas med hemsida, informationsblad samt anslag på saneringsplatsen och anslagstavlor i närområdet.
- Omgivningspåverkan och störningar kan upplevas som mer acceptabla om man har god kommunikation med fastighetsägare och närboende.
- Det upplevs som positivt med ett uppföljande möte efter avslutat projekt där erfarenheter presenteras.

Samtal

- Alla anger att information är oerhört viktigt. Endast i ett fall har de närboende tyckt att det varit för mycket information.
- Målgruppen för information kan t.ex. vara närboende, nedströms belägna djurhållare, allmänheten, studiebesök.
- Närboende upplever oftast projekten som positiva – man gör något åt problemen. Inte sällan finns en oro bland närboende angående historisk spridning av föroreningar. I ett projekt uppstod dock en högröstad opinion mot anläggandet av en deponi.
- Vanliga typer av information är nyhetsbrev, hemsida, anslagstavlor, annonser, möten, studiebesök.
- Vad gäller information kunde man t.ex. i ett projekt se en utveckling av tidningsartiklars rubriker från negativa omdömen till positiva. En sådan utveckling sköter inte sig själv, framhåller projektledaren, det räcker inte att sanera man måste även informera. Framförallt måste informationen ske i form av en dialog. Något som starkt rekommenderas är öppet hus där det för den enskilde är lättare att prata med/fråga experterna i projektet. I större församlingar är det svårare att komma till tals. Förutom förankring i kommunledningen var det genom dialog med kommuninvånarna man kunde få acceptans för en deponis placering.
- Ett projekt framhåller vikten av att detaljplanearbetet pågick i samtidigt som projektet startade. Det var klokt eftersom man engagerade folk lokalt. Först kunde man prata en stund om föroreningarna men sedan diskuterade man hellre hur bra området skulle kunna bli. Inte bara elände alltså.
- Det kan även vara viktigt för projektet att göra studiebesök vid andra projekt varvid man kan få en hel del givande tips. En projektledare framhåller det som den viktigaste lärdomen: att lära av andra projekt.

14 Tillsyn

Samtal

- I ett projekt upplevde en person på länsstyrelsen det som lite svårt i relationen till kommunen att länsstyrelsen var både tillsynsmyndighet och rådgivare. Blev aldrig några problem i projektet, men om så hade varit hade man lätt kunnat renodla rollerna till olika personer.
- I ett annat projekt var en miljöinspektör vid miljökontoret tillsynsmyndighet medan den person som normalt var miljöchef fränkopplades det ansvaret och blev renodlat projektledare för det aktuella projektet. Enligt en person på länsstyrelsen ska man i framtida projekt nog tänka på att man löser tillsynen på något annat sätt. Nu blev det i och för sig inga bekymmer eller något tillspetsat läge och allt var formellt rätt. Men det kan se lite konstigt ut att en miljöinspektör på kommunen sköter tillsynen i ett kommunalt projekt där projektledaren till vardags är chef för miljöförvaltningen (dock inte under genomförandetiden, skilda roller).

15 Entreprenör

Samtal

- I de flesta projekt har det inte varit några större konflikter med entreprenörer. Dock uppstod små problem i det dagliga men de kunde oftast lösas baserat på god kommunikation mellan projektledning och entreprenör. Man måste dock tänka på att en projektering aldrig blir klar, varför det är viktigt i kontakten med entreprenören att man har ett juridiskt regelverk att hålla sig till.
- En projektledare framhöll vikten av att ha en lokalt förankrad entreprenör som kände till samhället och dess rytm. T.ex. tog entreprenören upp att det var olämpligt att transportera massor på fredagar på sommaren eftersom turisttrafiken var väldigt stor på landsvägen och man ville inte skapa trafikolyckor. Hela tiden hände oväntade saker som entreprenören kunde hantera.

16 Sanering och rivning av byggnader

Slutrapporter

- Ett projekt konstaterar att bortfräsning av ytlager på metallförorenade tegel- och betongväggar fungerar bra eftersom inträngningsdjupet i allmänhet är ringa. Inträngningsdjup kan dock vara betydande i tegel i ventilationskanaler och skorstenar. Kostnad anges vara 150-200 kr/m², vilket skulle göra metoden lönsam vid en materialtjocklek på ca 30 cm och kvittblivningskostnad överstigande ca 400 kr/ton.
- Inträngningsdjup i trä kan vara betydande och trä kan därför inte saneras ytligt.
- Ett projekt anger att det i praktiken inte är möjligt att sanera förorenade betonggolv i gamla industrilokaler eftersom de ofta kan vara spruckna och därmed förorenade på djupet och undersidan. Fräsning på ovansidan är därför ofta inte tillräckligt. I äldre industrilokaler kan flera golv vara gjutna på varandra med risk för flera föroreningsskikt, varför man rekommenderar att åtgärdsförberedande provtagningar görs genom att större golvytor bryts upp för att kunna bedöma föroreningsgrad bättre.
- Vid rivning av en byggnad fick borttagning, genom slipning och dammsugning, av puts på tegel vid ett tillfälle avbrytas p.g.a. spricka i vägg – rasrisk.
- Asbest i takplattor påträffades och fick omhändertas i särskild ordning i något projekt.
- Vid byte av spill- och dagvattenledningar blev det i ett projekt tvunget att byta ledningsmassor p.g.a. att de befintliga var av dålig geoteknisk kvalitet.

17 Marksanering

17.1 Mängder

Slutrapporter

- Det är vanligt att urgrävning blir av större omfattning än planerat, på grund av osäker avgränsning i djup- och sidled. Det är även vanligt att fördelningen av olika masstyper skiljer sig från den som beräknats.
- I ett projekt överskred mängden förorenade massor de förväntade på grund av att naturlig jord hade kontaminerats i högre grad än vad förundersökningarna indikerade. Fler provtagningar borde ha gjorts där man inte förväntade sig förorening, det vill säga i de naturliga jordlagren under förorenad fyllning.
- Vid sanering av en befintlig deponi visade det sig att underliggande jord (naturlig tät lera, lermorän) endast var förorenad i mycket begränsad omfattning varför urschaktning och transport kunde göras mycket snabbt.
- I ett projekt var det gynnsammast att reglera enligt à-prislistan eftersom de ökade mängderna hade låg kontamineringsgrad. Det rekommenderas att framtida projekt funderar över kostnadsreglering vid avvikelse från teoretisk mängd och hur det bäst hanteras.
- I ett projekt förekom avvikelser från projektering vilket upptäcktes vid grävning, t.ex. att jorden bestod av mer grovsten/block än beräknat och att förekomst och läge för ledningar stämde mindre bra mot ritningar (baserat på äldre bygglovshandlingar).

17.2 Förseningar

Slutrapporter

- Skäl till att urgrävning tar längre tid kan vara logistikproblem vid provtagning i schaktbotten och -vägg.
- Arbetena kan bli fördröjda när vinterperioden kommer. Köld hindrar arbetena men även milda vintrar kan vara ett problem, t.ex. kan det leda till mer vatten i urgrävda massor än önskvärt.

17.3 Upphandling

Slutrapporter

- I ett projekt dras erfarenheten att det uppstår vissa svårigheter om funktions- och utförandekrav blandas i för stor omfattning.
- Det finns ingen beskrivning i AMA-systemet som är generell för projekt inom efterbehandling och miljö. Inte heller för moment i entreprenaden som anläggning av deponibotten och deponeering.
- I ett fall gav sammanläggning av två objekt med likartade föroreningssituationer och samma recipienter till ett projekt goda samordningsvinster.

17.4 Teknikstöd

Slutrapporter

- Teknikmöten för att utreda komplicerade entreprenadfrågor har underlättat byggkontrollen och varit ett effektivt styrmedel för entreprenaden. Det är viktigt att miljökontrollen och byggkontrollen har samverkat och kommunicerat i det dagliga arbetet.
- Ett flertal händelser som inträffade kunde inte ha identifierats i förväg hur noga man än planerat. Det är därför av största vikt med kontinuerlig tillgång till projektstöd (experter).
- Oförutsedda händelser och problem löstes vid möten och täta platsbesök.
- Beställarens erfarenhet, kunskap och önskemål medförde direkta relativt snabba beslut avseende uppkomna valmöjligheter och projekteringsinriktning
- Det är i projekt med stort inslag av teknikutveckling viktigt med noggrann förgranskning av entreprenörens procedurbeskrivningar (hur olika arbetsmoment ska utföras) för att i möjligaste mån undvika avvikelser, följdproblem och förseningar. Utförande av efterbehandlingsåtgärd är ofta invecklat med många överraskningar, vilket kräver kontinuerlig entreprenadledning och – kontroll.

17.5 Terrassering

Slutrapporter

- Terrassering kan visa sig krävas för att få erforderlig lutning mot gasbrunnar. Upp till 2 m terrassfyllning krävdes i ett projekt.

17.6 Transporter

Slutrapporter

- I något projekt fick man till en början problem med överlast på lastbilar p.g.a. att de slagghaltiga massorna visade sig ha högre densitet än vanlig jord.
- Fordonstvätt vid utpassage från arbetsområde har förekommit i många projekt.
- Läckage från transportfordon avhjälpes med tätning av flak.
- För att minska transporterna genom staden valdes i ett projekt att transportera massorna sjövägen.

17.7 Siktning

Slutrapporter

- Siktning av vissa massor blev ett problem i ett projekt varför man fick ändra maskvidd för att underlätta siktningen.

17.8 Kontroll med fältinstrument eller laboratorieanalyser

Slutrapporter

- I ett projekt drar man vid en jämförelse mellan klassning av massor med XRF (fält) och ICP (lab) slutsatsen att man bör väga risken för ökad jordvolym till efterbehandling (XRF) mot längre tid och högre kostnad för efterbehandlingsarbetet (ICP). Fördelen med XRF är att den är billigare men innebär högre detektionsgränser och osäkerhet. Klassning baserat på XRF-mätningar kräver därför större säkerhetsmarginal än ICP.

17.9 Arbetsområdets storlek

Slutrapporter

- I ett projekt var utrymmet för masshantering för snålt tilltaget. Arbetsområdet visade sig vara för litet, man fick flytta staketet flera gånger. Spolplattan hamnade därmed inom området varför lastbilarna inte kunde använda den som planerat.
- För att vid ett sjönära objekt erhålla tillräckligt stort arbetsområde trots platsbrist användes ponton och pråmar.

17.10 Provtagning/klassning

Slutrapporter

- I något projekt var klassningen av massor fastställd i förväg genom omfattande provtagningar i ett rutnät.
- I något fall har klassningen av massor vid utgrävningen skett okulärt i schakt och vid enstaka tillfällen med provtagning och laboratorieanalyser.
- Friklassning av förmodat ren schaktbotten utförs ofta på ytor om max 10x10 m alternativt 15x15 m.
- Ett projekt beskriver att schaktmängderna kunde minimeras genom att kontinuerlig provtagning i schaktväggar och -bottnar utfördes vid saneringen. Det var lönsamt att genomföra ett stort antal analyser för att friklassa områden och därmed avgränsa föroreningen. Provhantering samt analys utfördes kontinuerligt och analysvar levererades snabbt. Muntlig kommunikation provtagare/analysansvarig lab med förhandsbesked om proverna direkt till provtagaren – tidsbesparing.
- I ett annat projekt var analystiden på lab betydligt längre (dioxin) – fjorton dagar varför man utförde marksaneringen i sex schaktetapper med fjorton dagars intervall. I slutskedet fick schakten forceras för att slippa ha förorenade massor i upplag över vintern.
- Vissa dagar levererades i ett projekt fler prover än vad laboratoriet kunde hantera varför analysvar inte kunde levereras enligt plan. För att undvika stillestånd fortsatte schaktningen i intilliggande områden varvid geotextil användes för att täcka områden där fordon körde för att hindra spridning.

- Vid en sanering beskrivs hur miljökontrollanten fick arbeta ett antal extra timmar varje kväll för att hinna med planering och dokumentation.
- I ett projekt hade man problem med damning vid siktning och torkning av prover inför XRF-mätning. XRF-mätning kunde ta 2-3 timmar. I väntan på analysvar uppstod stundtals kortare väntetider för entreprenör. Vanligtvis görs dock XRF-mätning direkt på materialet i provpåse.

Samtal

- Om ett projekt säger en person att så här i efterhand blev det lite märkligt med schaktning i enskilda strikta rutor som i förväg klassats med lab-prover. I dag hade man nog använt en XRF och tolkat föroreningarna lite annorlunda och tänkt mer flexibelt.
- Vid genomförandet av ett annat projekt flöt det på bra sedan miljökontrollanten fick upp systematik vad gäller provtagningar och XRF.
- Entreprenören schaktade i etapper med fjorton dagars intervall (analystid för dioxin). Entreprenören hade andra jobb i närheten, men viss stilleståndstid blev det – viktigt beskriva i förfrågningsunderlaget.

17.11 Arbetsmiljö

Slutrapporter

- Ett projekt upplevde det som positivt med startmöte med entreprenörens anställda varvid risker vid exponering och behandlingskostnad per kubikmeter jord presenterades. Detta medförde noggrannhet under projektet från entreprenörens anställda.
- Arbetsmiljöutbildning av personal utfördes vid flera projekt.
- Några projekt hade problem med att anvisningar om skyddskläder inte alltid följdes. T.ex. beskrivs i ett projekt att personal på arbetsområdet delvis hade en slapp attityd till föroreningar och exponeringsrisker. Enskilda individer hade ett visst motstånd mot personlig skyddsutrustning och renhållningen av saneringsboden (rengöringssluss) var bristfällig, vilket ständigt fick påpekas.

Samtal

- De flesta projekt verkar ha haft ett bra och seriöst arbetsmiljöarbete.
- Projekt som har haft information för entreprenörens personal angående typ av massor och förklarat behov av skyddsutrustning har goda erfarenheter av det. I något projekt har sådan information givits av Arbetsmiljöverket.
- I ett projekt upptäckte projektledaren vid ett tillfälle att en miljökontrollant hanterat cyanidhaltiga massor på ett fikabord. All mat fick kastas och man fick ha en ny utbildningsinsats avseende arbetsmiljö för att inskräpa allvaret.

17.12 Damning

Slutrapporter

- Damning kunde minimeras med hjälp av geotextil i ett projekt.
- Torrt och blåsig väder medförde i ett annat fall dammspridning varför saltning och presenningar användes för dammbekämpning.
- I ett projekt fick arbetena avbrytas (endast få timmar) p.g.a. hård vind med risk för damning.
- Projekt med schaktning under ursprunglig grundvattenyta eller vid långvariga regn kan inte sällan rapportera minimal dammalstring.

17.13 Dokumentation

Slutrapporter

- Det är viktigt att området och byggnader dokumenteras i detalj innan entreprenaden påbörjas, under entreprenadens gång och efter avslutad entreprenad. Detta för att undvika motstridiga uppgifter vid slutbesiktning.
- I ett projekt beskrivs att inmätning och avvägning utfördes före schakt, efter schakt samt efter återställning. Relationshandlingar upprättades.
- I något projekt har vissa oåtkomliga föroreningar lämnats kvar för att inte äventyra byggnaders grundläggning och en vägbank. Kvarlämnade föroreningar är dokumenterade på ritning.

Samtal

- En viktig lärdom i ett projekt är att göra en nollägesbeskrivning som beskriver området före start på entreprenaden. Vid schaktning intill byggnad blev man anklagade för att ha spräckt fasaden. Då var det bra att ha dokumentation på att sprickorna fanns där före schaktstart. Dessutom utfördes vibrationsmätningar kontinuerligt.
- En person reflekterar över hur snabbt saker glöms bort. Folk byter arbete/flyttar. Man minns inte. Dokumentation försvinner. På bara några få år kan så mycket information gå till spillo. Även på tillsynsmyndigheten glömmar man. Dokumentation är oerhört viktig. Det mesta av natur- och myndighetsinformation digitaliseras numera och läggs in på olika kartor, Lantmäteriet är väldigt framåt. Därför är det konstigt att inte förorenade områden bevaras på kartor. Verkar ligga långt fram i tiden tyvärr.
- En länsstyrelse funderar på att upprätta ett miljöriskområde så att en övertäckt utfyllnad inte glöms bort. Det är egentligen det enda sättet som finns att bevara sådan information för framtiden.
- I ett fall har länsstyrelsen problem med att inga relationsritningar i CAD-format finns kvar (digitalt material). Försvunna hos konsulten. Numera står det i länsstyrelsens beslut att material ska lämnas in digitalt efter avslutat projekt. Ett problem är dock att länsstyrelsen inte har tillgång till CAD-program och dylikt.

17.14 Tillbud/olyckor

Slutrapporter

- Exempel på mindre tillbud som inträffat var att elkabel grävdes av, nedsmutsning av en pool med dammande återställningsmassor, traktorhaveri med läckande olja.

17.15 Statistisk bearbetning

Slutrapporter

- I ett projekt har man beräknat sannolikhet att efter avslutad sanering påträffa förorening under åtgärds målet till 98-99 %.

17.16 Sediment /muddring

Samtal

- En länsstyrelse berättar om en upphandlad underentreprenör som hade stora problem med etablering/införsel av utrustning på grund av att man kom från en icke EU-stat. Mudderverket hade dessutom alldeles för liten kapacitet vilket påvisades vid undersökningsmuddringar, varför underentreprenören fick lämna projektet. I projektet var även avvattning ett stort problem. Allt fler silbandspressar införskaffades, till slut hela nio st. Projektet hade även problem med en tätskärm som skulle skydda från grumling. Mycket bekymmer i början, t.ex. ingen anslutning mot botten. Fungerade bra sedan.

17.17 Täckning av sjösediment med geotextil och geologiskt material

Slutrapporter

- Arbeten med lösa förorenade bottensediment är tekniskt svårt och kräver stor noggrannhet, d.v.s. stor kapacitet och väl fungerande maskinell utrustning. Positionering av maskiner och utläggning täckningsmaterial med GPS-positionerad skopa är viktig för tillfredsställande resultat och mindre materialåtgång och jämnare lagertjocklek.
- Vid alltför stora variationer i lagertjocklekar uppstår lokala brister i täckning, lokala sättningar och resursslöseri p.g.a. att material används i onödan på andra platser.

17.18 Byggande av ny teknisk utrustning för utläggande av konstgjort sediment

Slutrapporter

- Projektering/konstruktion av utläggsenhet skedde parallellt med dess montage vilket ledde till sena beställningar och att leveranstider inte kunde hållas. Beställaren erbjöd ytterligare kvalificerade konstruktionsresurser vilket entreprenören avböjde p.g.a. affärssekretess.
- Utläggsevenheten monterades på plats men arbetet försenades p.g.a. resursbrist hos entreprenör och längre leveranstider än beräknat, varför utprovning och intrimning försenades. Materialflödet för montage var dåligt tidsstyrt och väntetider uppstod.

17.19 Täckning av sjösediment med konstgjort sediment

Slutrapporter

- Arbetena komplicerades av att entreprenören vid positionsbestämning med GPS använde andra koordinater än projektledningens miljö- och entreprenadkontroll. Dessutom bearbetades kartdata i olika dataapplikationer.
- Referensprov på sediment uttogs av projektledningen.
- Före produktionsläggningen utfördes testläggning i omgångar i totalt sex testfält. Återkommande förseningar ledde till ökade kostnader och kort tid mellan lägningsförsök och produktionsläggning.
- Vissa hinder i form av grund på sjöbotten och sjunktimmer påträffades trots ekolodning.
- Kontroller av arbetena i såväl testfält som produktionsläggning utgjordes av kärnprovtagning, sedimentfällor (hink-/rörkors) och videofilmning.
- Sekretesskrav i entreprenadkontrakt tolkades snävt av entreprenören vilket fick till följd att beställaren inte hade någon insyn processuppbyggnaden och inte fick någon verifiering av konstruktionen. Vidare försvårades entreprenadkontrollen p.g.a. svårigheter att få ut uppgifter om råmaterialförbrukning och utlagda mängder.
- Sjöns botten var lös med lättrörliga sediment varför det var att svårt lägga konstgjort sediment ovanpå. De naturliga sjösedimenten innehöll mycket organiskt material med produktion av metangas och svavelväte varför en omblandningszon av konstgjort och naturligt sediment kan ha uppstått. Det första utläggningsskiktet var extra känsligt för inblandning naturliga sediment varför flera överfarter med läggaren fick göras.
- Halt av pH4-Al användes för att se om sedimentskivor var konstgjorda eller naturliga. Man kom fram till att 15 000 mg/kg TS innebar ett helt konstgjort sediment medan < 250 mg/kg TS innebar ett helt naturligt sediment.
- Sammanlagt användes 50 % mer råvaror än ursprunglig beräkning. En tänkbar förklaring kan vara sammanblandning av konstgjorda och naturliga sediment. Utläggning av konstgjort sediment skedde även i vändsvängar (24 % av den totala råvaruförbrukningen). Verkningsgrad (råvaror – sedimentmängd) var ca 60 %.

Samtal

- Den färdiga utrustningen testades i fält, täckning kontrollerades. Stor vindkänslighet (hög farkost), svår navigering. Begränsningar i tillåten vindstyrka, speciellt i grundområden.
- Utfallet av tester inte så bra, flera testfält krävdes. Materialet lade sig inte så fint som man trott. Orsak blåst/navigering samt närhet till utloppsdel mellan sjöarna. Det gick betydligt bättre på en annan testplats bakom en ö.
- Filmkamera. Fällningen tog en bra stund innan alla flockar landade. Först stora, sen allt mindre – de allra minsta spreds hipp som happ. En mix av aluminiumhydroxid och natriumhydroxid (snabb flockbildning) och små pappersfiber ("armering"). Stenmjöl tillsattes för att höja densiteten och uppnå optimal fallhöjd. Okulärt lätt att besikta läggningen – väldigt ljust sediment.

- Sedimenten blev omblandade på djupare vatten – ingen enhetlig kaka på djupare botten. Fler tester gjordes på djupare vatten.
- Överläggningar med Naturvårdsverket gav förstärkta medel som ledde till nya tester. Blev bra skiktade lager, åtminstone momentant, såg bra ut. Sedimenten fick olika färg p.g.a. reducerande miljö vilket även gav gasutveckling. Labförsök hade visat att gas bara gav en liten krater men inte mer. Rörelse/strömning på botten var liten.
- Eftersom aluminium förekommer naturligt i sedimenten utvecklade man en ny mätmetod som mätte pH4-Al för att kunna mäta det aluminium som fanns i aluminiumhydroxidskiktet.

18 Spontning

Slutrapporter

- I ett projekt installerades en kombinerad tätskärm, med tätspont och jetpelare med tätning mot berget, och grundvattnet sänktes temporärt så att sedimenten kunde grävas bort. Urschaktningen gick relativt snabbt och utan större komplikationer trots begränsad framkomlighet p.g.a. tätskärmens stag och förankring.

Samtal

- I ett mindre projekt upplevde man spontning mot en å som ganska komplicerad.
- En väldigt viktig erfarenhet, enligt projektledaren, från ett större projekt är problem med spontdrivning p.g.a. stora block i fyllningen. Fungerade trots allt eftersom området var relativt litet och man kunde gräva eller flytta sponten något. Men kostnadsökningen blev stor. En geoteknisk miss att bortse från blocken i fyllningen. I senare projekt har kommunen avstått från spontning i utfyllnader. Den extra kostnaden att sponta för att kunna gräva under grundvattenytan har inte stått i proportion till miljönyttan. En fråga man ska ställa sig är om det är praktiskt möjligt att sponta. Måste utredas om det är praktiskt/tekniskt möjligt. Speciellt om området är stort.

19 Vattenhantering

Slutrapporter

- Problem med vattenrening p.g.a. omblandning av massor vid uppgrävning ledde i ett projekt till att bor urlakades och störde vattenreningen.
- I samma projekt hade man även problem med vattenreningen p.g.a. att vatten rann på överytan av blandning av bentonit/stenmjöl i deponibotten, efter transport fälldes materialet i små fina partiklar ur vattnet och satte igen pumpar och filter samt ändrade vattnets alkalinitet.
- Exempel på en första skyddsåtgärd vid problem med vattenrening är utökad lagringskapacitet (anlägga fler dammar).
- I ett projekt engagerades en mobil vattenreningsanläggning med effektiv filtrering och hantering av partiklar. Komplettering med kemisk fällning (relativt hög ekonomisk kostnad för funktion vintertid). En mobil vattenreningsanläggning bedömdes dock innebära lägre kostnader för projektet. Intermittent pumpning från utjämningsmagasin till reningsverk fungerade bra, metaller avskiljdes effektivt. Små mängder utsläpp.
- I ett projekt var schaktvatten inget problem, eftersom nederbörden var ringa. Projektet erkänner dock att det annars hade funnits dålig kapacitet att ta hand om schaktvatten i området.
- I ett projekt fungerade inte filtrering och jonbyte tillräckligt effektivt, varför en fällningsprocess fick sättas in istället.
- I ett projekt påträffades klorerade kolväten. För att undersöka om fri fas förelåg grävdes all jord bort ner till berg varpå allt ansamlat vatten renades med kolfilter. Klorerade kolväten finns dock sannolikt kvar i berg (oåtkomligt i sprickor)
- Vattenreningen med utjämningsmagasin (pråm) sedimentation, sandfilter och kolfilter fungerade bra. Ingen pH-justering behövdes i detta projekt p.g.a. att jetpelare med kalk- och cement-innehåll installerats.
- Goda erfarenheter finns från ett projekt där man pumpade förorenat grundvatten till torvfilter. Filtret var dock ur funktion i 3-4 månader, troligen till följd av köld.
- I ett projekt ledde större grävdjup än planerat till andra krav på utförande. I djuphålen krävdes grävning under grundvattenytan varför grundvatten fick pumpas bort och renas.

Samtal

- I ett projekt hade väldigt hårda krav på halt av As i utgående vatten från vattenrening. Svårt att klara, riktvärde höjdes senare.
- Bentonit från deponibotten satte i ett projekt igen pumpar och filter.
- Stora mängder vatten behövde hanteras i ett projekt p.g.a. extremt regnig höst. Vädret och teknikbekymmer med reningsutrustning medförde att hela tre dammar fick anläggas efterhand.

- En viktig lärdom för en länsstyrelse från ett projekt är att vid metallsanering räcker det vad gäller vattenrening oftast med partikelavskiljning, t.ex. genom sedimentation. Fällningsprocesser kan innebära mycket slabb och kemikaliehantering. Om fällningssteg väljs måste tillsynsmyndigheten noga bevaka kemikaliehanteringen.
- Vattenrening är ofta en källa till förtret och upplevs som svårt att få till menar en länsstyrelse-representant.
- I ett projekt anlades en damm med torv och oljesaneringsbark anlades p.g.a. de stora mängderna grundvatten som fick pumpas ur vid de oplanerat djupa schakterna. Fungerade nog bra.
- I ett projekt ifrågasatte projektledning en föreslagen lösning med barkfilter men entreprenören menade att det skulle fungera. Efter en tid visade sig att det inte fungerade och man fick byta metod. Det blev även diskussioner om vem som var ansvarig för den valda tekniken p.g.a. skrivningar i entreprenadhandlingarna. Projektledaren säger så här i efterhand att filtret borde ha provats ut för att säkra att det fungerade vid förhållandena på platsen.
- Grävningen var i ett projekt knepig med mycket lera och djupa schakter. En stor avvikelse var att man träffade på ett utströmningsområde för grundvatten med närmast artesiskt vatten från åsen – rena kvicksanden. Stora mängder grundvatten fick avledas för att kunna schakta. Schakterna blev oväntat djupa eftersom utredningarna inte hade träffat på de stora sättningarna i utfyllnaden. Hade man kunnat förutse djupen och grundvattenproblematiken med fler undersökningar? Det hade varit intressant att kolla med lite statistik hur många prover som egentligen hade behövts för att kunna förutsäga problemen.

20 Tätning/täckning

Slutrapporter

- I ett projekt fick omfattningen (ytan) av tätningstäckning av förorenad utfyllnad minskas p.g.a. stabilitetsskäl (höjdkurvor på ursprungligt underlag stämde inte).
- En lösning för att minska exponering via utläckande grundvatten blev i ett fall tätning av uppströms liggande inströmningsområde och inhägnande av ett utströmningsområde för att skydda från exponering av förorenat grundvatten.
- Lysimetrar har i något projekt anlagts i täckning i syfte att kontrollera tätskiktets funktion. Lysimetrar kan i sig innebära en liten risk för försämrad täthet. Även om lysimetrarna är helt torra, går det dock inte att helt utesluta läckage inom övriga området utanför lysimetrarna.

Samtal

- Ett projekt hade problem med att området var så oerhört brant och att utfyllnaden (syraslam) var i ett mer eller mindre flytande tillstånd. Problem med täthet i täckning i en lysimeter kunde åtgärdas.

21 Anläggande av deponi

21.1 Lokalisering/tillstånd

Slutrapporter

- Oerhört viktigt att noggrant klarlägga ytvattenavrinningen och grundvattnets strömningsriktning i jord och berg i samband med lokalisering av deponier.
- Referensanalyser på närliggande brunnar och vattendrag. Detta för att klarlägga lakvattnets influens på omgivningen i samband med tillståndprocessen.

Samtal

- Ett projekt nämner svårigheter med deponitillstånd på annan plats än efterbehandlingsområdet. Numera lägger man i det länet hellre deponier nära efterbehandlingsområdet om så är möjligt – blir mindre bekymmer med långdragna rättsprocesser och överklaganden.

21.2 Bottentätning

Slutrapporter

- För en deponi med kort aktiv fas (fylls under kortare tid i samband med en efterbehandling) bör man överväga om krav på bottentätning verkligen behövs. Bottentätningen medför kostnader och kan även innebära problem med ackumulation av vatten i deponins nedre del/lakvatten som måste behandlas under mycket lång tid. Miljötillstånd kan dock kräva bottentätning.
- Utläggning deponibotten – konstgjord geologisk barriär, 0,5 m BES (bentonitblandat stenmjöl). Försenades p.g.a. kraftiga regn under sommaren.

Samtal

- Krav på tät botten i en deponi med kvalificerad övertäckning ansågs onödig av konsulter och projektledning i ett par projekt. Miljötillstånd och policyfrågor gjorde det dock nödvändigt att anlägga en ordentlig bottentätning.

21.3 Packning av massor i deponi

Slutrapporter

- Relativt stor mängd naturlig jord problem vid omhändertagande – p.g.a. hög vattenhalt svårpackat. Stora mängder kalk åtgick för stabilisering.
- Material med varierande kompaktdensitet – problem med utförande och kontroll (packningsgrad) och att förutsäga volymer/mängder (påverkar transportupphandling).
- Rekommendation om massornas densitet misstänks avvika från konventionella jordmassor: särskilt beakta vid upprättande av förfrågningsunderlag och kontrollprogram:
 - Packningsförfarande med tillhörande kontroll
 - Hur transporter lämpligtvis regleras (ton eller m³)

Samtal

- Cementinblandning med lastmaskiner fungerade bra i ett projekt.
- Pistmaskiner fick användas i ett projekt för packning på grund av dålig bärighet och stor lutning.
- Ett projekt startade under en årstid som inte var optimal, vilket var ett medvetet val. Det blev en del bekymmer bl a med deponins konsolidering till följd av nederbörd och kall årstid. Höst-/vinterperioden innebar dock vissa fördelar, bl.a. mindre damning vilket var bra ur miljö- och arbetsmiljösynpunkt. Huvudmannen upplevde det som bekymmersamt att inte veta när projektet kunde slutföras på grund av väderberoendet.

21.4 Utformning deponi**Slutrapporter**

- Separat kvalitetsplan/arbetsberedning för själva installationen/anläggandet av tätskikt rekommenderas.
- Släntlutning vid anläggning av deponi. Brantare slänt än 1:3 bör inte användas, utan en flackare (t.ex. 1:3,5) är sannolikt mest optimal.

Samtal

- Ett projekt har väldigt goda erfarenheter av sättet man valde att bygga upp deponin som blev väldigt bra. Arean minimerades. Avfallet lades in i deponin på så vis att en kärna med de smutsigaste massorna skapades och med minskande föroreningsgrad ju längre ut man kommer från kärnan.

22 Återställning**Samtal**

- Det är viktigt att fundera över vilka massor man återfyller med. Ren grus/sand är kanske inte det bästa dels av resursskal dels med tanke på att man eventuellt öppnar nya spridningsvägar för kvarvarande föroreningar.
- I ett projekt anser projektledaren att det var olyckligt att bidraget endast gällde saneringen och inte återställning av den ursprungliga parkanläggningen. Kommunen fick till största delen själv finansiera återställningen. Man måste redan från början tänka på återställningen av området. Man kan inte lämna en öken, utan man måste återställa området och göra något bra av det. Annars ger det en konstig signal till de kringboende.
- En viktig lärdom i ett projekt var att användande av krossad betong från ett antal husrivningar i kommunen som återfyllnad vid efterbehandlingen skulle vara olämpligt. pH-förhållanden skulle kunna ändras i marken så att arsenik blev mer lätttrörligt varför kommunen skippade betongen och använde andra återfyllnadsmassor. Projektledaren anser att det var bra att man kom på det och slapp göra bort sig.

23 Miljökontrollprogram

Slutrapporter

- Miljökontrollen i beskrivs i ett projekt vara inriktad på att registrera omedelbara effekter vid efterbehandlingsåtgärd samt långtidseffekter, d.v.s. naturliga/andra händelser, som kunde inverka på eller påverkas av efterbehandlingsåtgärderna.

23.1 Kvalitet provtagning

Slutrapporter

- Betydelsefullt att utarbeta rutiner för miljökontroll. Viktigt att provtagningarna utförs med stor noggrannhet – trovärdig mätdata – rätt datakvalitet.
- Utförda provtagningar för miljökontroll av grundvatten befaras i ett projekt inte vara representativa under perioden då förorenade massor hanterades. Risker för förorening av provtagningsutrustning (filter, vattenhämtare, provtagningskärl) av förorenade luftburna partiklar var uppenbar. Provtagningen kunde ha skett på annat sätt, t.ex. under helger och med extremt noggrann hygien.

23.2 Bemanning

Slutrapporter

- Ett projekt beskriver det som en stor fördel att miljökontrollen sköts av kommunal personal – lokal förankring – hög tillgänglighet – enkla att kontakta – personal på plats dagligen – bra kontakt med allmänheten. Andra projekt har goda erfarenheter av konsulter.
- Ett projekt påpekar att man vid upphandling av miljökontroll bör ha med ett erfarenhetskriterium och inte enbart se till lägsta pris.

23.3 Omfattning av omgivningskontroll

Slutrapporter

- Program för omgivningskontroll bör utvärderas regelbundet inom projekt och i samråd med tillsynsmyndigheten. Det kan vara bättre med ett mindre antal provpunkter med kontinuerlig uppföljning som vid behov kompletteras med flera punkter.
- I ett projekt visade sig kontrollprogrammet ha fler stationer och parametrar än vad som egentligen behövdes. I det aktuella fallet var det dock bra med fler stationer eftersom sedimentfällor vid upprepade tillfällen utsattes för skadegörelse.
- Miljökontrollen måste anpassas till avvikelser i entreprenad. Flexibilitet är viktigt, men är tidskrävande och kostsamt. Förutom avvikelser kan även förseningar innebära att miljökontrollen överskrider de planerade insatserna med bred marginal.
- GIS-databas kan vara användbart för att behandla mätdata.

- I ett projekt beskrivs att omgivningskontrollen bestod av dagliga miljökontroller och miljöronder tillsammans med entreprenörerna varje vecka. Inom arbetsområdet låg fokus på hantering av förorenade massor och förorenat vatten, medan man utanför arbetsområdet fokuserade på att förhindra spridning av förorenad jord (vägar och vändplan). Anmärkningar rörde t.ex. täckning av material, rutiner för inhägnad, renhållning av saneringsbod samt rengöring av fordon som lämnade området. Spill förekom inledningsvis men upphörde efter information till entreprenadpersonalen och efterhand som man blev mer vana att arbeta på de trånga ytorna.

Samtal

- En viktig prioritering i flera projekt var att inte sprida föroreningar via vatten, transporter, damning eller dylikt. Löstes t.ex. med en ren och en smutsig sida vid arbetsområdet eller med fordonstvätt.
- En reflektion som en projektledare gör är att i efterbehandlingsprojekt har miljökontrollens kostnadsandel av total projektbudget minskat genom åren. Detta beror troligen på att kunskap fångats in och återförts på ett bra sätt. Även tillsynsmyndigheterna lär sig efterhand vilka kontrollparametrar som är de riktigt viktiga. Projektledaren resonerar också om att även processindustrin borde ha samma problem och skulle kunna lära sig av erfarenheter på liknande sätt och effektivisera sin egenkontroll.

23.4 Metodutveckling

Slutrapporter

- Utveckling av bottenstående hinkkors för att kunna provta och mäta fallande sediment.

23.5 Biologisk provtagning

Slutrapporter

- Något projekt har haft omfattande mätningar i åsystem med avseende på biota: djurplankton, bentiska/litorala bottenlevande djur, fisk (abborre och gädda).

23.6 Buller

Slutrapporter

- I ett projekt utfördes mätning av bakgrundsljud före efterbehandlingsstart. Inga bullermätningar behövdes göras under genomförandet. Vid ett tillfälle inkom dock klagomål på buller från ett transportfartyg som öppnat lastluckorna mitt i natten.

Samtal

- I ett projekt var kontrollprogrammet helt inriktat på vatten. Buller som inte fanns med i kontrollen visade sig bli ett problem.

23.7 Damning

Samtal

- Dammbekämpning har förekommit i form av bevattning eller med fiberduk/geotextil. Som lades ut på marken som körytor för fordon inom området för att minska spridning. Fungerade bra, fiberduken fick bytas några gånger. Duk fungerade även som skydd mot damning.

23.8 Vatten

Samtal

- I ett projekt utfördes omgivningskontrollen med passiva provtagare Ecoscope månadsvis samt även provtagning (ögonblicksbild) i vattendraget. Ecoscope fungerade på det stora hela bra men viss liten andel sabotage/förlust av Ecoscope – trist eftersom en månads mätdata försvann.

23.9 Tillsynsmyndighet

Slutrapporter

- Det händer att det råder oklarhet angående vilken instans som är tillsynsmyndighet. I ett projekt rapporteras ett planerat övertagande av tillsyn som aldrig genomfördes, vilket fick till följd att t.ex. anmälan om efterbehandling hanterades av fel aktör på tillsynssidan.

24 Åtgärds mål/uppföljning

24.1 Rapporteringsgränser

Slutrapporter

- För att kunna göra en riktig uppföljning efter avslutad åtgärd är det viktigt att man har anlitat laboratorier med låg rapporteringsgräns under hela projektet.

24.2 Mark

Slutrapporter

- Bakgrundshalt för dioxin i ett område visade sig under pågående efterbehandling vara högre än den beslutade åtgärdsnivån. Åtgärds mål ändrades från 10 ng/kg TS till 110 ng/kg TS (motsvarande det platsspecifika riktvärdet) för att undvika en fyrfaldig kostnadsökning som inte bedömdes vara rimlig.

24.3 Grundvatten

Slutrapporter

- Åtgärds mål rörande grundvattenkvalitet, spridning m.m. bör beakta tidsaspekten. Urschaktning av förorenade massor leder inte alltid till snabba förbättringar av grundvattenkvaliteten. Om underliggande mark utgörs av mäktiga grundvattenförande jordlager kvarstår de föroreningar som under lång tid tillförts grundvattnet konstateras i ett projekt.

Samtal

- Några år efter en sanering kan man i ett projekt konstatera att metallerna är borta från området, men dessvärre ökar nu klorerade lösningsmedel i området enligt kontrollprogrammet trots den pumpning som gjordes vid saneringen. En ny riskbedömning ska göras nu. En industri uppströms det sanerade området har tri i marken under byggnaden. Problemet är att man vid efterbehandlingen återfyllde med sand, vilket kan ha ökat spridningen, återfyllning med tät morän hade kanske varit bättre. Industrin uppströms är nu ålagda att göra en undersökning.
- I ett annat projekt kan man se en tydlig haltminskning i grundvattenrör beläget nära recipienten. Detta p.g.a. en mycket snabb grundvattentransport i den grusiga marken.

24.4 Ytvatten**Slutrapporter**

- Ett projekt påpekar att uppföljning av åtgärds mål i ett stort strömmande ytvattendrag är svårt och förenat med osäkerheter. Små-måttliga haltskillnader i tid och rum kan inte urskiljas och kvantifieras med stor säkerhet på grund av naturliga variationer i t.ex. en å.
- I ett projekt hade man olika riktvärden beroende på aktuellt flöde i ån.

24.5 Bottenfauna**Slutrapporter**

- Integrerande metoder som provtagning och analys av bottenlevande djur i en å kan vara svårt att utvärdera. Upptag av enskilda metaller verkar enligt ett projekt bero på en mängd faktorer utöver metallbelastning.
- Vad gäller bottenlevande djur uppmättes inga uppenbara trender som kan relateras till efterbehandlingsåtgärderna. Bottenfauna sägs i en slutrapport kanske vara olämplig som indikator för studier av förorenade områden.

24.6 Sediment**Samtal**

- Uppföljning av täckning av sjösediment med konstgjort sediment har gjorts till och med 2008. Därefter hölls en genomgång/workshop angående att kvicksilverhalterna inte betett sig som man trott de skulle göra. Ett utredningsarbete med förnyad provtagning genomförs vid tidpunkten för samtalet. Uppföljningen till och med 2008 visar att projektet inte uppnått en säker förbättring av Hg-halter. Nya medel erhålls och en ny ambitiös satsning görs för att förklara vad som hänt. Nya mättekniker testas. Profiler kartläggs. Man utvecklar en kammare för att uppmäta direkt avgång från botten. Åldringseffekter i aluminiumhydroxiden misstänks. En kristallisering med hårdare struktur än de ursprungliga flockarna har iakttagits i sparade fällningar i rör. Kanske bildas aluminiumoxid.

24.7 Luft

Slutrapporter

- Det kan vara svårt att ha åtgärds mål som går ut på att reducera förorenad mark/sediment så att emission till luft minskar. I ett projekt krävde detta omfattande referensmätningar och forskning för framtagande av mätmetoder.

24.8 Tydlighet angående åtgärds mål vid projektering

Slutrapporter

- Erfarenhet från genomförandeskedet i ett projekt har visat att åtgärds kraven borde ha förtydligats i samband med projekteringen.

24.9 Restriktioner i markanvändning

Slutrapporter

- I ett projekt var åtgärds målen satta på en sådan nivå att man var tvungen att ställa krav på att man i framtiden inte utför grävning djupare än 2 m under markytan. Inte heller får grundvattenuttag för dricksvattenändamål ske närmare än 50 m nedströms.

24.10 Referensmätningar

Slutrapporter

- Åtgärds effekt (minskad metalltillförsel till ett vattendrag) har i ett projekt inte kunnat mätas med större precision. Metallkoncentrationen varierar kraftigt med tiden och referensmätningarna före åtgärden var av för liten omfattning för att med säkerhet kunna göra jämförelser mellan före och efter åtgärd.

25 Tid

Slutrapporter

- Det är viktigt att avsätta tillräckligt med tid i efterbehandlingsprojekt för alla projektets aktiviteter, både projektering och genomförande, kvaliteten är det viktiga.
- Förseningar i genomförandet innebär även extra kostnader för administration, byggledning, kvalitetssäkring och miljökontroll.
- Det är viktigt att känna till att fasta nationella tidsramar för bidrag och ekonomiska ramar kan innebära vissa begränsningar vid upphandlingar och genomföranden.

26 Erfarenhetsåterföring

Slutrapporter

- Aktiviteter dokumenteras väl i projekt, däremot saknas oftast information om de olika steg som företas från en aktivitet till en annan. Projektspecifik kunskap förlöms och händelser beskrivs annorlunda i efterhand.
- I några projekt har man samlat samtliga involverade i projektets genomförande till en workshop för erfarenhetsåterföring för att nedteckna de viktigaste erfarenheterna och lärdomarna.

Samtal

- Helhetsbedömningen av de inblandade i samtliga projekt är på det stora hela att man är nöjda med sina efterbehandlingsprojekt. Man har tagit bort stora mängder föroreningar, hindrat spridning. Upplevs som positiva och lärorika erfarenheter. Det uppges också som lärorikt och roligt att arbeta med något som avvek från det dagliga arbetet på kommunen.
- Det är generellt väldigt ovanligt att någon ringer och ställer frågor om erfarenheter från genomförda projekt säger en projektledare. Nya projektägare hämtar in kunskap via konsulter. En del information hämtas nog från slutrapporter men av dem framgår inte allt, t.ex. verksamhetslogiken, processen, vad som genomsyrar tänkandet. Idag är efterbehandlingsprojekt väldigt tekniskt fokuserade, liksom myndigheterna. Av större vikt för genomförandet (förutsätter naturligtvis att tekniska beslut är rätt) är hur man lägger upp dialogen internt hos huvudmannen och även externt.
- En länsstyrelse uppger att det är viktigt att alltid göra en aktiv erfarenhetsåterföring – att hålla ett erfarenhetsmöte. Det är även viktigt att nedteckna erfarenheter löpande.
- Det är olyckligt om slutrapportering av projektet blir avsevärt fördröjd.
- Viktigaste lärdom till kommande projekt är hur viktigt det är med ett förtroendefullt samarbete mellan alla parter i projektet inklusive entreprenören för att projektet ska fungera bra trots svårigheter. Hur skapar man ett sådant förtroende? Det handlar om vilka personer som deltar och deras grundinställning att lösa problemet med föroreningarna, ett engagemang.

Bilaga 3

Förteckning över personer vilka samtal förts med



Turingen

Birgitta Swahn, Länsstyrelsen i Stockholms län
Ronald Bergman

Kvarteret Akterspegeln Gröndal

Birgitta Swahn, Länsstyrelsen i Stockholms län
Hans Söderström, Stockholms stad

Tväråns såg

Mats Aunes, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Jan-Erik Eriksson, pensionär, tidigare Gällivare kommun

Svarthbyns träimpregnering

Mats Aunes, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Håkan Nordin, Bodens kommun

Hanssons såg

Mats Aunes, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Michael Öhman, Luleå kommun

Centrala industriområdet i Åtvidaberg

Ola Sundin, Länsstyrelsen i Södermanlands län (tidigare Länsstyrelsen i Östergötlands län)
Susanne Karlsson, Länsstyrelsen i Östergötlands län
Bernt Persson, Åtvidabergs kommun

Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)

Anna Paulsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Lars Wennberg, Jönköpings kommun

Gnosjö Eloxering

Anna Paulsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Per Nilsson, PNN Ingenjörer AB

F.d. Knutssons Nickelfabrik

Anna Paulsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Seth Möllås, Jönköpings kommun

Jungnerholmarna

Anders Svensson, Länsstyrelsen i Kalmar län
Lars Blomgren, HIFAB

Örserumsviken

Anders Svensson, Länsstyrelsen i Kalmar län
Kjell Hansson, Empirikon

Ruda glasbruk/träimpregnering

Anders Svensson, Länsstyrelsen i Kalmar län
Fredrik Hansson, Empirikon
Kjell Hansson, Empirikon

Bilaga 4

Sammanfattande tabell - Mängder

Tabell B4-1 Mängder. Uppgifter från av projekten redovisade nyckeltal, i viss fall kompletterade med uppgifter från slutrapporter.

Objekt	Total mängd	Borttransport, återfyllning				Borttransporterade massor förda till ...				Förorening			
		Borttransporterat (ton)	Behandlat och borttransporterat (ton)	Behandlat och återfyllt (ton)	Återfyllt (ton)	Deponi FA (ton)	Deponi IFA (ton)	Deponi inert (ton)	Behandlingsanläggning (ton)	Annan användning (ton)	Primär förorening	Sekundär förorening	Annan/övrig förorening
Turingen											Hg		
Kvarteret Akterspegl'n Gröndal	8 000	8 000									Hg		
Tväråns såg	13 017	13 017				7 843	5 174				As		
Svartbyns träimpregnering	675	675				675					As		
Hanssons såg Gäddvik	3 682	3 682									dioxin	Cu	
Centrala industriområdet i Åtvidaberg	124 000	97 833	0	0	26 167	833	97 000	0	0	0	cyanid	PAH	Cu, Zn, Pb
Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)	877	877							877		olja	tungmet	
Gnosjö Eloxering	7 242	7 208	0	0	0	808	3 570	0	0	2 864	Cu	Ni	Zn
F.d. Knutssons Nickelfabrik	10 080	7 794			2 286	954	5 940			900	Pb	Ni	Zn
Jungnerholmarna	139 400	112 000			27 400	112 000			10		Cd	Pb	Ni
Örserumsviken	160 000										PCB (tot-PCB)	Hg	PAH
Ruda glasbruk/ träimpregnering	71 000	5 189			9 000	231			4 808		As	klorfenol	Cd

Tabell B4-2 Mängder. Uppgifter från av projekten redovisade nyckeltal, i viss fall kompletterade med uppgifter från slutrapporter

Objekt	Primär förorening, mängder		Sekundär förorening, mängder		Annan/övrig förorening, mängder		Behandling av vatten	Kostnader	
	Massor (ton)	Ämne/ produkt (kg)	Massor (ton)	Ämne/ produkt (kg)	Massor (ton)	Ämne/ produkt (kg)	Volym vatten (m ³)	Total kostnad för efterbe-handlingsprojektet (kr)	Tot kostnad för ehh-projektet / tot åtgärdade massor (kr/ton)
Turingen								57 610 000	(Täckning av ca 80 ha sjöbotten)
Kvarteret Akterspegeln Gröndal								22 250 000	2 781
Tväråns såg	13 017	4 100						16 300 000	1 252
Svartbyns träimpregnering	675	60						1 950 476	2 890
Hanssons såg Gäddvik	3 102	0,0056	580	210				11 078 000	3 009
Centrala industriområdet i Åtvidaberg	170	300	52	540	97 000	Cu 100 t, Zn 200 t, Pb 17 t		37 393 000	302
Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)								8 503 590	9 696
Gnosjö Eloxering	7 242	7 000	7 242	500	7 242	11 000	65	9 435 627	1 303
F.d. Knutssons Nickelfabrik		450		600		2 200	7 500	10 692 366	1 061
Jungnerholmarna	122 000	42 000	122 000	1 000 000	122 000	94 000	4 000	80 208 000	575
Örserumsviken		520		738		545		115 500 000	722
Ruda glasbruk/ träimpregnering	70 000	5 400						74 936 927	1 055

Bilaga 5

Sammanfattande tabell - Ekonomi



Tabell B5-1 Ekonomi. Uppgifter från projekten redovisade nyckeltal, i vissa fall kompletterade med uppgifter från slutrapporter.

Objekt	Totalt		Huvudmannen			Länsstyrelsen	
	Uppskattad kostnad vid beslut att ta in objekt i Naturvårdsverkets åtgärdsram (kr)	Total kostnad för genomfört efterbehandlingsprojekt (kr)	Huvudmannens arbetstid (tim totalt)	Kostnader för huvudmannen, egeninsats (kr)	Andel egeninsats av totalkostnad (%), enligt nyckeltal	Länsstyrelsens arbetstid (tim)	Länsstyrelsens arbete (kr)
Turingen	41 190 000	57 610 000		1 300 000	-		
Kvarteret Akterspegeln Gröndal	20 400 000	22 250 000		5 635 000	-	120	
Tvåråns såg	5 500 000	16 300 000	2 000	815 000	5		
Svartbyns träimpregnering	1 500 000	1 950 476	176	195 048	10		
Hanssons såg Gäddvik	5 000 000	11 078 000	500	1 107 800	10		
Centrala industriområdet i Åtvidaberg	20 000 000	37 393 000	6 800	5 853 000	16	600	360 000
Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)	8 000 000	8 503 590	433	722 233	4,7		0
Gnosjö Eloxering	12 720 000	9 435 627	800	213 000	11		0
F.d. Knutssons Nickelfabrik	8 000 000	10 692 366	500	250 000	0	0	0
Jungnerholmarna	61 000 000	80 208 000		375 000	0,5		
Örserumsviken	72 500 000	115 500 000	21 878	3 925 000	3,4		
Ruda glasbruk/ träimpregnering	65 000 000	74 936 927	9 724	1 800 000	2,4		

Tabell B5-2 Ekonomi. Uppgifter från av projekten redovisade nyckeltal, i viss fall kompletterade med uppgifter från slutrapporter.

Objekt	Arbetsmoment (kostnadsposter)							Totalt
	Total kostnad för genomfört efterbehandlingsprojekt (kr)	Projektedning (kr)	Projektering, förarbeten, undersökningar m.m. (kr)	Entreprenadkostnader (schakt, transport m.m.) (kr)	Transportkostnader (kr)	Omhändertagande/ behandling av massor (kr)	Miljökontroll under genomförande (kr)	
Turingen	57 610 000	6 160 000	3 430 000	43 900 000			4 120 000	Uppföljande miljökontroll (kr) 2 910 000
Kvarteret Akterspegeln Gröndal	22 250 000	350 000	2 150 000	19 100 000			650 000	
Tväråns såg	16 300 000	779 100	567 800	6 503 200		6 864 000	1 003 700	109 300
Svartbyns träimpregnering	1 950 476	87 000	138 000	551 144	170 000	709 138	245 193	0
Hanssons såg Gäddvik	11 078 000	237 300	1 182 000	1 263 300	2 350 800	4 498 300	1 264 300	193 500
Centrala industriområdet i Åtväddaberg	37 393 000	1 495 200	747 600	12 579 800		21 609 200		961 200
Kniphammaren 1:3 (syraslamgrop)	8 503 590	81 900	770 000	3 031 100		3 560 300	721 800	170 590
Gnosjö Eloxering	9 435 627		1 537 200	3 679 878		2 551 473	1 279 876	143 600
F.d. Knutssons Nickelfabrik	10 692 366		849 302	8 533 186			967 169	
Jungnerholmarna	80 208 000	11 555 000		31 155 000		28 565 000	2 500 000	
Örserumsviken	115 500 000	9 400 000	12 045 000	78 910 000			4 753 000	5 927 000
Ruda glasbruk/ träimpregnering	74 936 927	7 691 900	12 434 100	48 163 700			2 653 200	1 578 900



Statens geotekniska institut

Postadress: 581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 00

E-post: sgi@swedgeo.se

www.swedgeo.se
