

Efterbehandling av förorenad mark

Site remediation

Malin Brånemo

Examensarbete 2010
Institutionen för Teknik och samhälle
Miljö- och Energisystem
Lunds Tekniska Högskola



LUNDS UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

Efterbehandling av förorenad mark

Site remediation

Malin Brånemo

Examensarbete

December 2010

ISRN LUTFD2/TFEM--10/5045--SE + (1-118)

Förord

Denna rapport är ett examensarbete om 30 högskolepoäng vid Lunds Tekniska Högskola, institutionen för Teknik och samhälle, Miljö- och energisystem. Examensarbetet har i första hand initierats av ett egenintresse av efterbehandlingsproblematik, och har utförts i samarbete med Skanska Sverige AB - Väg & Anläggning Syd. Rapporten behandlar övergripande efterbehandling av förorenad mark från en entreprenörmässig synvinkel, med fokus på utförandeskedet.

Jag vill passa på att tacka min handledare på LTH, Eva Leire, och Björn Stuhr Olsson, projektledare på Skanska, för stöd och intressanta diskussioner, Mats Spansk, distriktschef, och Lars Lindberg, regionchef för Skanska Väg & Anläggning Syd. Ett stort tack även till alla som bidragit med information och nya frågeställningar genom intervjuer och studiebesök inför fallstudien.

Lomma, december 2010

.....

Malin Brånemo

Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från		Dokumentnamn
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA vid Lunds universitet Institutionen för teknik och samhälle Miljö- och energisystem Box 118 221 00 Lund Telefon: 046-222 00 00 Telefax: 046-222 86 44		Examensarbete
		Utgivningsdatum
		December 2010
		Författare
		Malin Brånemo
Dokumenttitel och undertitel		
Efterbehandling av förorenad mark		
Sammandrag		
Problemställningen kring förorenad mark är ett viktigt och högst aktuellt ämnesområde, inte minst på grund av marknadens tryck på nya och attraktiva områden att bebygga. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv kan det dessutom diskuteras om det är försvarbart att använda jungfrulig mark för bebyggelse, och i synnerhet istället för att använda redan exploaterade områden som dessutom lämpar sig bättre för denna typ av markanvändning. Efterbehandlingsarbetet i Sverige är fortfarande ett utvecklingsarbete och en läroprocess, som i hög grad styrs av platsspecifika förutsättningar och flexibla problemlösningar. Åtgärder inom ett förorenat område måste därför vara miljömässigt motiverade, ekonomiskt rimliga och tekniskt genomförbara. Stora svårigheter ligger ofta i en unik föroreningssituation och lokala förhållanden, varför erfarenheter och referensobjekt ofta är lika unika. Detta examensarbete syftar till att genomföra en inventering av aspekter som är av betydelse för utförandet av ett efterbehandlingsprojekt. Målet är att identifiera styrkor, svagheter, risker och möjligheter med ett efterbehandlingsprojekt ur en entreprenörmässig synvinkel. För att åskådliggöra problematiken och tydligare koppla teori till verklighet, har studiebesök genomförts på fyra efterbehandlingsprojekt i Skåne. Resultatet har sammanställts i en SWOT-analys. Sammantaget finns det normalt sett goda förutsättningar för en entreprenör att på ett ekonomiskt och miljömässigt sätt genomföra en efterbehandlingsentreprenad. Projektspecifika risker finns för varje efterbehandlingsentreprenad, men många risker utgör även möjligheter för entreprenören att optimera genomförandet, utvecklas och skapa affärsmöjligheter inom en bransch med fortsatt stort behov i Sverige.		
Nyckelord		
Efterbehandling, markresurshushållning, förorening, åtgärdsutförande		
Sidomfång	Språk	ISRN
118	Svenska Sammandrag på engelska	LUTFD2/TFEM--10/5045--SE + (1-118)

Organisation, The document can be obtained through LUND UNIVERSITY Department of Technology and Society Environmental and Energy Systems Studies Box 118 SE - 221 00 Lund, Sweden Telephone: int+46 46-222 00 00 Telefax: int+46 46-222 86 44		Type of document Master thesis
		Date of issue December 2010
		Author Malin Brånemo
Title and subtitle Site remediation		
Abstract The problematic topic concerning contaminated soil is an important and highly current subject area, even more so because of market pressure on new and attractive areas to build on. From a socioeconomic perspective it can also be discussed whether it is justifiable to use virgin land for building, and in particular instead of using already-exploited areas that are more suitable for this type of land usage. Remediation actions in Sweden are still under development and are a learning process. A remediation project is often strongly controlled by site-specific conditions and flexible solutions. Actions within a contaminated area must therefore be environmentally motivated, economically reasonable and technically possible to execute. Great difficulty often lay in a unique contamination situation as well as in local conditions, which means that experience and reference objects often are just as unique. This thesis aim to carry out an inventory of aspects that are relevant to the execution of a remediation project. The aim is to identify strengths, weaknesses, risks and opportunities of the remediation project, from an entrepreneurial point of view. To illustrate the problem and clearly link theory to reality, four remediation projects in the region of Scania, Sweden, have been studied. The results have been summarized in a SWOT analysis. To sum up, there are good prospects for a contractor to economically and environmentally execute a remediation project. Each remediation project consists of unique risks, but many risks can also be viewed as opportunities for the contractor to optimize operations, develop and create business opportunities in a sector with continued high needs in Sweden.		
Keywords Remediation, land resource management, contamination, remedial actions		
Number of pages 118	Language Swedish English abstract	ISRN LUTFD2/TFEM--10/5045--SE + (1-118)

Sammanfattning

Naturvårdsverket har identifierat närmare 80 000 potentiellt förorenade områden i Sverige, där miljö- och hälsoskadliga ämnen från verksamheter, utsläpp och olyckor i olika grad har förorenat mark- och vattenområden. Dessa områden riskerar att påverka människors hälsa och miljön negativt, varför det kan vara nödvändigt att genom åtgärder begränsa, minimera eller reducera föroreningarnas toxicitet, rörlighet och mängd.

Huvudsyftet med efterbehandling är att långsiktigt minska risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön, samt att minska mängden och halten naturfrämmande ämnen i miljön. Idealt vore att återställa förorenade områden till det skick de hade befunnit sig i utan tillskottet av föroreningar, men i praktiken är detta sällan möjligt att åstadkomma av såväl tekniska som ekonomiska skäl. Åtgärderna bör istället, på ett kostnadseffektivt sätt, reducera den risk det förorenade området utgör till godtagbara nivåer för kommande markanvändning.

Avhjälpandeåtgärder klassas som miljöfarlig verksamhet då saneringen ökar risken för spridning och exponering av föroreningar under utförandet. Vilken metod som lämpar sig bäst för det specifika projektet beror av faktorer som exempelvis typ av förorening, koncentration, markförhållanden på platsen och risken för spridning av föroreningar till omgivningen. På detta sätt styrs efterbehandlingsprojektet till stor del av lokala förutsättningar, vilket medför att saneringsprojekt ofta genomförs med större osäkerhet än övriga anläggningsprojekt. Markförhållanden, geoteknik och föroreningssituation kan snabbt växla mot vad genomförda markundersökningar visat på, och projektet kräver därför stor flexibilitet under utförandeskedet.

Att varje efterbehandlingsprojekt är unikt medför även att erfarenheter och referensobjekt ofta är lika unika, och att tidigare lärdomar från likartade projekt många gånger saknas. Men trots att föroreningstyp, markförhållanden och spridningsförutsättningar varierar mellan olika förorenade områden, bör det finnas organisatoriska och utförandemässiga likheter saneringsprojekt emellan, som kan bidra till ökad kunskap inför kommande projekt.

Fallstudien är uppbyggd som en erfarenhetsåterföring där fyra efterbehandlingsprojekt har analyserats med fokus på aspekterna entreprenadform, efterbehandlingsmetod, projektutformning, organisation samt miljökontroll och kvalitetssäkring.

De projekt som har analyserats för studien är;

- Lomma Hamn, Lomma (genomförandestadiet)
- Glasbruket, Limhamn (genomförandestadiet)
- BT-Kemi, Teckomatorp (genomfört projekt)
- Gasverket, Kristianstad (projekteringsstadiet)

Utförandet av ett efterbehandlingsprojekt är ofta mer komplext än ett traditionellt anläggningsarbete, och kräver i hög grad noggrannhet och kompetens för den specifika uppgiften. Då lokala förutsättningar och föroreningsituation varierar, är det främst rent anläggningsmässiga aspekter som på likartat sätt skall hanteras inom varje efterbehandlingsprojekt. Det gäller exempelvis schaktarbeten, hantering av massor inom arbetsområdet, logistiska och transporttekniska lösningar samt arbete med miljökontroller och arbetsmiljöfrågor. Men även olikheter är viktiga för unika och projektspecifika lösningar.

Flera parametrar kan utgöra både styrka och svaghet, möjlighet och risk för projektet, och de viktigaste aspekterna har sammanfattats i en SWOT-analys. Viktiga möjligheter för entreprenören i ett efterbehandlingsprojekt är exempelvis utvecklingspotential för projektorganisationen, kostnadsbesparingar genom optimering av arbetsmoment och möjlighet att skapa nya affärstillfällen för organisationen. En hög svårighetsgrad med unik problematik och begränsningar i underlagshandlingar och kompetens, utgör istället särskilt viktiga risker.

Summary

The Swedish EPA (Environmental Protection Agency) has identified almost 80 000 potentially contaminated areas in Sweden, where environmental and health hazardous substances from industrial activities, spillage and accidents to varying degrees have contaminated soils and waters. These areas represent an environmental and human health risk, which makes it necessary to minimize or reduce the pollutants toxicity, mobility and quantity through individual actions.

The main purpose of remediation of contaminated areas is to reduce the risk of harm or inconvenience to human health or the environment in a long-term perspective, as well as decrease the quantity and concentration of unnatural substances within the environment. An ideal objective would be to restore contaminated areas to the condition they would have been in without the contribution from pollution, but in practice, this is seldom possible to achieve of both technical and financial reasons. Actions shall, instead, in a cost-effective way reduce the risk to for future land use acceptable levels.

Remedial actions are classified as environmentally hazardous activities, because of the risk of spread and exposure to contaminants which increases during execution. The method that is best suited for a certain project depends on factors such as type of pollutant, concentration, ground conditions at the site and risk of pollutions spreading to the surroundings. In this way the remediation project is determined, to a great extent, by local circumstances at the site, and remediation projects are therefore often executed with greater uncertainty than other construction projects. Ground conditions, geotechnical state and contaminations situation may quickly change in relation to what the soil survey results have revealed and remediation projects therefore require great flexibility in the implementation of remedial actions.

That each remediation project is unique means that experience and reference objects often are just as unique, and that knowledge from previous similar projects many times are lacking. But despite the fact that type of pollutant as well as ground- and spreading conditions vary between different contaminated sites, there should be similarities in terms of organization and execution between them, which can contribute to superior knowledge for future remediation projects.

The case study is designed as an experience feedback in which four remediation projects have been analyzed, with focus on the aspects of contract form, remedial actions, project design, organization, environmental control and quality assurance.

Following projects in Scania, Sweden, have been analyzed for this study;

- Lomma Harbor (execution stage)
- Limhamn Glassworks, (execution stage)
- BT-Kemi in Teckomatorp (completed project)
- Kristianstad Gasworks (design stage)

The execution of a remediation project is often more complex than traditional construction works, and requires a high degree of precision and competence for the specific task. When local conditions and contamination situation varies it is mostly purely aspects linked to civil engineering which are similar between different remediation project. For example, excavation works, handling of different types of contaminates soils, logistic and transport solutions and continuous work with environmental controls as well as health and safety issues. But identification of differences is as important for project-specific solutions.

Several parameters can represent both strengths and weaknesses, opportunities and threats to the project, and the most important aspects have been summarized in a SWOT analysis. Important opportunities for the entrepreneur in a remediation project include development of project organization, cost savings due to optimization of operations and prospects for creating new business opportunities for the organization. A high degree of difficulty within unique problems and limitations in environmental investigations and competence instead represents particularly significant risks.

Ord- och begreppsförklaring

AB04	Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader
ABT06	Allmänna bestämmelser för totalentreprenader avseende byggnads-, anläggnings- och installationsarbeten
Additiv	Tillsatser i tvättvätska som binder olika typer av föroreningar
AFS	Arbetsmiljöverkets författningssamling
AML	Arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160)
Bakgrundshalt	Naturlig halt plus antropogent tillskott utan punktkällor
Betydande miljöaspekt	En miljöaspekt som har eller kan ha en betydande miljöpåverkan
Deponi	Soptipp eller annan uppsamlingsplats för förorenade massor
Ersättningsmassor	Massor för återfyll som köps in externt till projektet
Ex-situ sanering	Efterbehandlingsåtgärder genom uppgrävning av massor
Finfraktion	Den delen av ett jordmaterial som består av partiklar <0,63 µm
FMH	Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899)
Hotspot	Ett begränsat område med mycket höga föroreningshalter
Huvudman	Verksamhetsutövare, fastighetsägare eller kommun med finansiellt och juridiskt ansvar för att genomföra efterbehandlingsåtgärder inom ett förorenat område
Inert	Material som i större omfattning inte reagerar kemiskt med sin omgivning (och lakar ur)
Inhibiterande	Hämmande
In-situ sanering	Efterbehandlingsåtgärder som sker direkt i marken utan föregående uppgrävning av massor
Lakvatten	Vatten, ofta nederbörd, som passerar genom en deponi eller förorenade massor i ett upplag och måste omhändertas och renas innan utsläpp
LOU	Lag om offentlig upphandling (SFS 2007:1091)
Länshållning	Att genom pumpning hålla schakten fri från vatten

MB	Miljöbalk (SFS 1998:808)
Mellanupplag	Massor som lagras i upplag under en kortare eller längre tid, för att senare återanvändas eller borttransporteras
MKB	Miljökonsekvensbeskrivning
Muddring	Schaktning av sediment under vattenyta
Omättad zon	Ovanför grundvattenytan
On site	Behandlingsmetoder som sker inom arbetsplatsen för efterbehandlingen
Off site	Behandlingsmetoder som sker utanför arbetsplatsen, hos mottagare på deponi
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten
PBL	Plan- och bygglagen (SFS 1987:10)
Permeabilitet	Hur genomsläppligt ett jordmaterial är för exempelvis infiltration av vatten (sammankopplat med materialets porositet)
Recipient	Mottagare av utsläppt vatten, kan vara en sjö eller annat vattendrag
Schaktning	Grävning i jord
s-VOC	semiflyktiga organiska ämnen
Tensid	Ämne som har en hydrofil (vattenlöslig) och en hydrofob (vattenavstötande) del
Tungmetall	Metall med densitet $>5,0 \text{ g/cm}^3$
Toxicitet	Giftighetsgrad
Upplag	Schaktade massor som lagts på hög
VOC	Lättflyktiga organiska ämnen med förmåga att lätt förångas vid rumstemperatur
Återinfiltration	Återföra uppumpat grundvatten till marken inom arbetsområdet
Återfyll	Massor som används för att fylla ut schakthålor
Återanvändning	Användning av befintliga material utan föregående förädling

Innehållsförteckning

Förord.....	I
Sammanfattning	V
Summary	VII
Ord- och begreppsförklaring.....	IX
Innehållsförteckning.....	XI
1 Inledning	1
1.1 Syfte och mål	3
1.2 Problemformulering.....	3
1.3 Avgränsningar.....	3
1.4 Metod och genomförande	3
1.5 Rapportens upplägg	4
2 Förorenade områden – en introduktion.....	5
2.1 Bakgrund.....	5
2.1.1 Varför efterbehandla?	6
2.2 Vanligt förekommande föroreningar i Sverige	6
2.2.1 Organiska ämnen	7
2.2.2 Oorganiska ämnen	9
2.2.3 Metaller.....	9
2.3 Exponeringsvägar	9
2.4 Klassificering av förorenad jord	10
2.4.1 Klassning av förorenade områden	10
2.4.2 Riktvärden för förorenad mark	12
2.4.3 Platsspecifika riktvärden.....	12
2.4.4 Förorenad jord som farligt avfall.....	12
2.5 Hur rent behöver det förorenade området bli?	15
2.6 Nuläget i Sverige	16
2.6.1 Nuläget i Skåne.....	16
3 Relevant lagstiftning och styrmedel för efterbehandling	18
3.1 EG-lagstiftning.....	18
3.1.1 Avfallshierarkin	19
3.2 Miljöbalken	19
3.2.1 Definition av verksamhetsutövare	20
3.2.2 Hänsynsreglerna	20
3.2.3 Miljökonsekvensbeskrivning	21
3.2.4 Miljöfarlig verksamhet	22
3.2.5 Efterbehandlingsansvar	22
3.3 Miljökvalitetsmål	23
3.4 Sektorsmyndigheter	23
3.4.1 PBL och fysisk planering	24
3.5 Länsstyrelse och kommun	24
3.5.1 Anmälningsskyldighet och tillståndsskyldighet.....	24
3.6 Sammanfattning	26

4	Åtgärdestekniker.....	27
4.1	Val av behandlingsmetod.....	27
4.2	Metoder för efterbehandling	28
4.2.1	Koncentrationsmetoder.....	28
4.2.2	Destruktionsmetoder.....	30
4.2.3	Immobiliseringsmetoder	31
4.3	Typer av miljöpåverkan och effekter.....	31
4.3.1	Miljöpåverkan under efterbehandlingsarbetet	32
4.4	Sammanfattning	33
5	Hur efterbehandlingsprojektet kan genomföras.....	34
5.1	Projektets uppbyggnad.....	34
5.1.1	Upphandling och entreprenadformer	35
5.2	Riskhantering	35
5.3	Ekonomistyrning.....	37
5.3.1	Svårigheter vid kalkylering	37
5.3.2	Samband mellan kostnad och påverkan.....	38
5.4	Projektering.....	38
5.5	Utförande av ex-situ sanering	39
5.5.1	Masshantering.....	39
5.5.2	Transporter vid behandling och deponering.....	40
5.5.3	Återvinning och ersättningsmassor	41
5.6	Kvalitetssäkring	42
5.6.1	Åtgärds mål blir åtgärds krav för entreprenören	42
5.6.2	Miljökontroll.....	42
5.7	Arbetsmiljö och säkerhet på arbetsplatsen.....	43
5.7.1	Skyddsnivåer och personlig skyddsutrustning	43
5.7.2	Indelning av arbetsområde i skyddszoner	45
5.8	Sammanfattning	45
6	Projektorganisation.....	47
6.1	Krav på flexibilitet	47
6.2	Nyckelroller i projektgruppen.....	47
6.2.1	Kompetens	48
6.3	Informationshantering.....	49
6.3.1	Information till tredje man.....	49
6.4	Trovärdighet.....	49
6.4.1	Miljöledningssystem.....	50
6.5	Erfarenhetsåterföring	51
6.6	Sammanfattning	51
7	Fallstudie.....	52
7.1	Studiens efterbehandlingsprojekt.....	52
7.2	Kort om projekten	53
7.2.1	Lomma Hamn, Lomma	53
7.2.2	Glasbruket, Limhamn	57
7.2.3	BT-Kemi, Teckomatorp.....	60
7.2.4	Gasverket, Kristianstad.....	65
7.3	Sammanfattning	68

8	Diskussion	69
8.1	Begränsningar innebär risker och möjligheter	69
8.2	Entreprenadform	70
8.3	Efterbehandlingsmetod	71
8.3.1	Spridningsrisken påverkas av lokala förhållanden	72
8.3.2	Sortering minskar mängden massor till deponi	73
8.4	Projektutformning	74
8.4.1	Logistik skapar möjligheter	74
8.4.2	Omhändertagande av vatten ofta dyr process.....	75
8.4.3	Säkerhet väsentlig fråga.....	76
8.5	Organisation.....	77
8.5.1	Utveckling förutsätter miljötänk.....	77
8.6	Miljökontroll och kvalitetssäkring.....	78
8.6.1	Analys i fält begränsar provtagning	79
8.7	Etik.....	80
9	Slutsatser och rekommendationer	81
9.1	Problemformulering, syfte och mål	81
9.2	SWOT-analys.....	81
9.2.1	Styrkor och svagheter	83
9.2.2	Risker.....	83
9.2.3	Möjligheter	84
9.3	Rekommendationer till entreprenören	85
10	Referenslista.....	86
10.1	Litterära källor	86
10.1.1	Elektroniska källor.....	87
10.2	Intervjuer och föreläsningar.....	90
11	Figurförteckning.....	91

Bilaga 1 Minnesanteckningar från intervju med Daniel Sennfält, Skanska Väg & Anläggning Syd, och Anders Friström, JM, för Lomma Hamn.

Bilaga 2 Minnesanteckningar från intervju med Daniel Egermayer, Skanska Väg & Anläggning Syd, för Glasbruket Limhamn.

Bilaga 3 Minnesanteckningar från intervju med Björn Andersson, Schakt & Transport, och Greger Larsson, arbetsledare, för BT-Kemi.

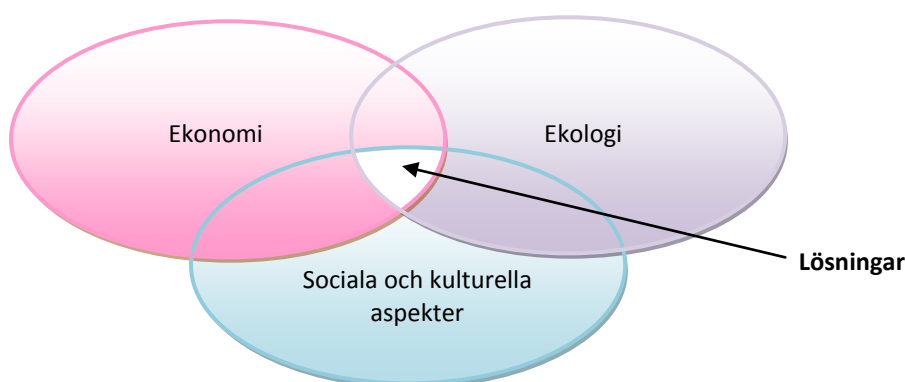
Bilaga 4 Minnesanteckningar från intervju med Susanne Weidemanis, Kristianstads kommun, för Kristianstad gasverk.

Bilaga 5 Minnesanteckningar från intervju med Joakim Bessfelt, Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen.

Bilaga 6 Minnesanteckningar från intervju med Victoria Ljungberg, Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen.

1 Inledning

Förorenad mark är ett viktigt och högst aktuellt ämnesområde tack vara samhällets ökade miljömedvetenhet, tillsammans med marknadens tryck på nya och attraktiva områden att bebygga. Ledord för Sveriges miljöarbete är naturresurshushållning och ekologiskt hållbar utveckling, något som bland annat främjar god markanvändning och återanvändning av material. Mark är dessutom en ändlig resurs, varför frågor kring markanvändning ofta medför konflikter då olika intressen vägs mot varandra. I en hållbar utveckling strålar de ekonomiska, ekologiska och social-kulturella dimensionerna ihop, som visas av figur 1-1, och aspekter inom alla dessa områden är därför viktiga att beakta även vid utförandet av ett efterbehandlingsprojekt.

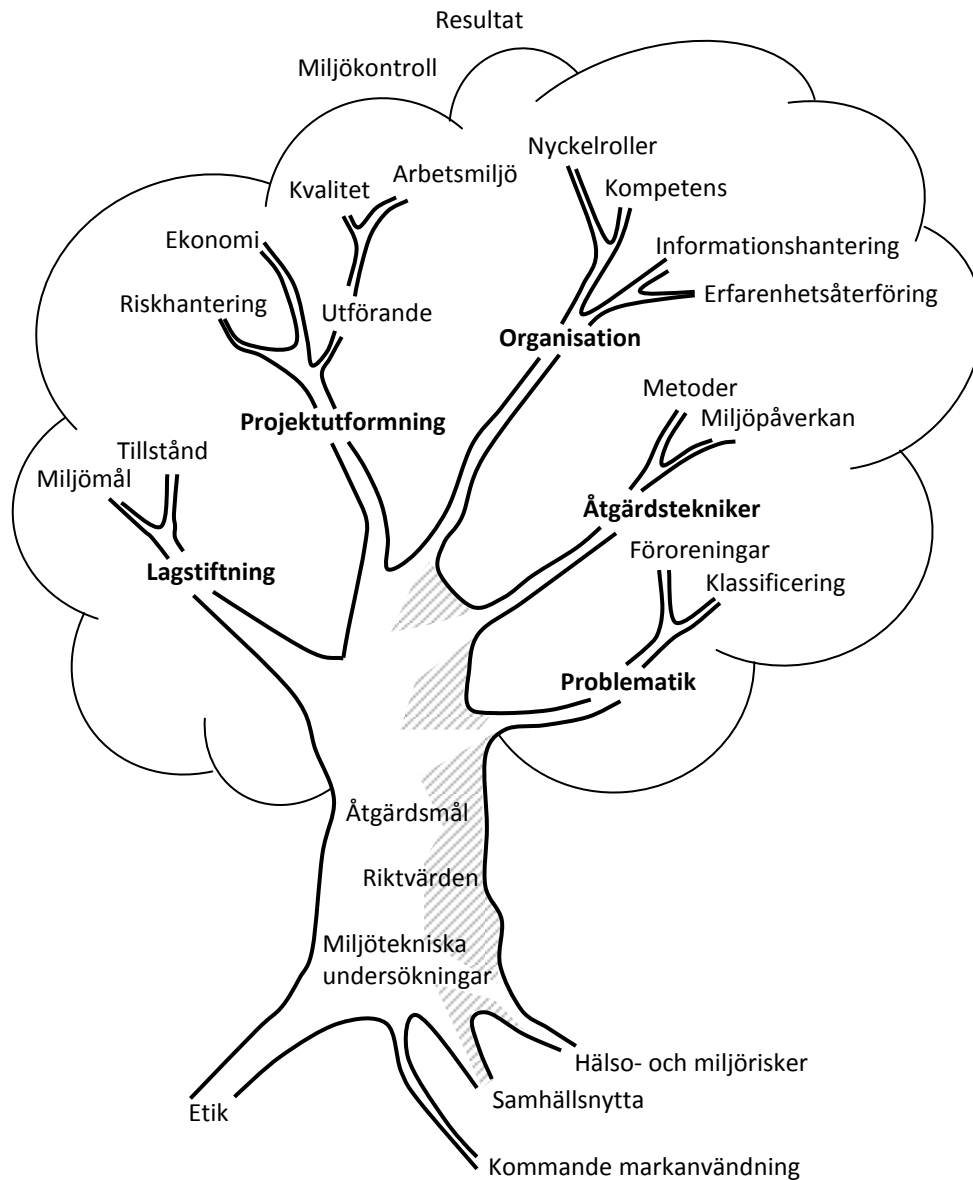


Figur 1-1. Hållbar utveckling som ett tredimensionellt begrepp, med ekonomisk, ekologisk och social-kulturell dimension (efter Söderqvist m.fl. 2004, s. 95).

Efterbehandlingsarbetet i Sverige är fortfarande ett utvecklingsarbete och en läroprocess, som i hög grad styrs av platsspecifika förutsättningar och flexibla problemlösningar. Begreppen avhjälpande, efterbehandling och sanering, syftar på åtgärder som medför att ett förorenat område inte längre utgör risk för människors hälsa eller för miljön (EU:s webportal 2010b). Begreppen omfattar förutom åtgärdsutförandet även ofta inventering, miljötekniska undersökningar, ansvarsutredningar och efterkontroll av utförda efterbehandlingsprojektet (Naturvårdsverket 1997).

En efterbehandling av ett förorenat område kräver ett åtgärdsförfarande som är miljömässigt motiverat, ekonomiskt rimligt och tekniskt genomförbart. Svårigheter med utförandet av ett saneringsprojekt ligger ofta i att de är starkt avhängiga lokala förhållanden, likasom att föroreningssituationen kan variera mot vad som framgått av tidigare genomförda markundersökningar. Att varje projekt är så pass unikt medför även att erfarenheter och referensobjekt ofta är lika unika. Dessa omständigheter komplicerar inte minst för kalkylering, projektering och senare också för utförandet av ett saneringsprojekt.

Figur 1-2 är en översiktlig mindmap över aktiviteter och aspekter som påverkar utförandeskedet av ett saneringsprojekt. I fallstudien diskuteras risker och möjligheter med att entreprenadmässigt utföra ett saneringsprojekt, med fokus på åtgärdsutförandet. Även förarbetena, genom kalkylering och projektering, tas delvis i beaktande då dessa är moment som låser utförandet till i förtid bestämda aktiviteter och åtaganden.



Figur 1-2. Förenklad mindmap i form av ett träd.

1.1 Syfte och mål

Syftet med rapporten är att genomföra en inventering av vilka aspekter som är av betydelse för att med största ekonomiska och miljömässiga förtjänst kunna ta sig an och utföra ett saneringsprojekt. Förhoppningen är att kunna identifiera ett antal framgångsfaktorer som styr resultatet för utförandet av ett efterbehandlingsprojekt, samt peka ut risker och möjligheter för entreprenören genom en SWOT-analys (strengths, weaknesses, opportunities, threats).

1.2 Problemformulering

Att utifrån teori och fallstudie identifiera potentiella styrkor och svagheter, risker och möjligheter med att entreprenadmässigt utföra ett efterbehandlingsprojekt.

1.3 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till att gälla utförandeskedet av en efterbehandling, och då enbart beträffande förorenade markområden och ej förorenade sediment eller i större utsträckning förorenat grundvatten. En första avgränsning har gjorts i och med genomförandet av en mindmap (figur 1-2). Fokus ligger på entreprenörens synvinkel. Litteraturstudien har även begränsats till att mer ingående behandla *ex-situ* sanering i avsnitt 5.5, *utförande av ex-situ sanering*, medan resterande delar i kapitel 5 är tillämpliga på även andra typer av efterbehandlingsprojekt.

Fallstudien har genomförts på fyra efterbehandlingsprojekt i Skåne för aspekterna entreprenadform, efterbehandlingsmetod, projektutformning, organisation och miljökontroll/kvalitetssäkring.

1.4 Metod och genomförande

Rapporten omfattar tre huvuddelar; litteraturstudie, fallstudie samt diskussion och slutsats.

Litteraturstudien är en inventering av vilka aspekter som är viktiga vid efterbehandling av ett förorenat område, med fokus på bakgrunden till Sveriges föroreningsproblematik. Studien baserar sig till stor del på skrivelser och rapporter från Naturvårdsverket, som fungerar som central samordningsmyndighet för efterbehandlingsarbetet i Sverige. Ett fåtal andra källor har använts, men information om utförandeskedet av ett efterbehandlingsprojekt har på det stora taget varit mycket begränsad. I första hand har skriftliga källor använts, och kompletterats med information från Internet. Ett problem med Internetkällor kan vara dess trovärdighet och äkthet, och i synnerhet för sidor som bygger på att gemene man kan ändra och skriva till i dem.

För fallstudien har ett antal projekt analyserats med avseende på styrkor, svagheter, risker och möjligheter, för aspekter som potentiellt skulle kunna påverka genomförandet av ett efterbehandlingsprojekt. Fallstudien har utförts genom intervjuer och studiebesök i organisationer och på projekt, samt med Kristianstads kommun som beställare för ett saneringsprojekt som för tillfället är under upphandling. Tanken är att försöka fånga upp intressanta aspekter från planerade, pågående och slutföra efterbehandlingsprojekt.

1.5 Rapportens upplägg

Rapporten börjar med en orienterande del i kapitel 2 och fördjupas därefter i två steg, först i litteraturstudien och därefter i en fallstudie som exemplifierar problematiken med några utvalda efterbehandlingsprojekt från södra Sverige. Slutligen knyter diskussionen i kapitel 8 samman dessa första delar.

Kapitel 2 ger en introduktion till föroreningssituationen i Sverige, men även en bakgrund till vanligt förekommande föroreningar, hur människan kan exponeras för dessa samt hur förorenade områden och massor kan klassificeras för att underlätta för ett fortsatt efterbehandlingsarbete.

I kapitel 3 ges en kortare genomgång av relevant lagstiftning från främst EU och Sveriges riksdag, med en inblick i Naturvårdsverkets, Länsstyrelser och kommuners arbete med förorenade områden. Kapitel 4 tar upp olika åtgärds tekniker och aspekter som kan påverka valet av behandlingsmetod.

Vidare förklaras hur projektutformningen kan se ut i kapitel 5, genom en diskussion om bland annat riskhantering, ekonomistyrning, utförande, kvalitetssäkring och arbetsmiljöfrågor. Kapitel 6 fördjupar sig i hur projektorganisationen kan se ut.

Fallstudien i kapitel 7 kan ses som en erfarenhetsåterföring, där fyra efterbehandlingsprojekt från Skåne beskrivs. En diskussion med utgångspunkt i fallstudien och tidigare teoridelar återfinns i kapitel 8, och slutsatserna sammanfattas i kapitel 9.

En ord- och begreppsförklaring återfinns på sidan IX i början av rapporten.

2 Förorenade områden – en introduktion

I kapitlet ges en bakgrund till föroreningssituationen i Sverige, samt vilka föroreningar som är vanligt förekommande och hur dessa kan spridas och exponeras för människor, djur och natur. Vidare ges en introduktion till hur förorenade massor kan klassificeras, genom generella riktvärden från Naturvårdsverket eller platsspecifika riktvärden framtagna för ett unikt projekt. Avslutningsvis ges en kort nulägesbeskrivning av föroreningssituationen i Sverige.

2.1 Bakgrund

Utvecklingen av Sverige som industrisamhälle har efterlämnat ett stort antal förorenade områden runt om i landet, där miljö- och hälsoskadliga ämnen från mänskliga aktiviteter och olyckor har läckt ut och kontaminerat omgivande mark och vatten. Föroreningarna kan exempelvis härröra från spill, läckande tankar och ledningar eller hantering av restprodukter som slagg och kasserade produkter. Många områden har senare fallit ur bruk, medan andra fortfarande hyser industriverksamheter eller har bebyggts med bostäder utan att en tanke skänkts till föroreningssituationen på platsen. Det är mindre vanligt att markföroreningar ger akuta skador på hälsa och miljö, men de bidrar ofta till en ökad föroreningsbelastning som kan hota vattentäkter eller inskränka markanvändningen. Förutom föroreningarnas skadliga inverkan på hälsa och miljö påverkas även tillgängligheten, attraktiviteten och den sociala kvaliteten i området. (Naturvårdsverket 2010c)

Problemen med förorenade mark- och vattenområden började uppmärksammas på allvar i Sverige i början av 1970-talet, då det blev tydligt att industrisamhället hade byggt upp en miljöskuld som utgjorde ett storskaligt miljöproblem (Naturvårdsverket 2003c). I början av 1990-talet gjorde Naturvårdsverket och länsstyrelserna en första kartläggning av föroreningssituationen i landet. Sedan dess har nära 80 000 potentiellt förorenade objekt identifierats i Sverige och arbetet har fortgått med undersökningar och efterbehandlingsåtgärder. (Naturvårdsverket 2010d) Sedan miljöbalken infördes 1999 och den politiska målsättningen om ett ekologiskt hållbart samhälle lagstadgades, bland annat genom miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö, har kraven på att efterbehandla förorenade områden stärkts. (Naturvårdsverket 2003a)

Allt fler bygg- och anläggningsprojekt som genomförs i Sverige föregås av efterbehandling av förorenade mark- och vattenområden. I Sverige kan utförandet av efterbehandlingsåtgärder sägas befinna sig i utvecklingsstadiet, då kunskapen om olika tekniker och metoder fortfarande är begränsad. Exempelvis har Tyskland, Nederländerna och Danmark i större utsträckning arbetat med saneringsproblematiken under en längre tid. Dessa länder är mer tätbefolkade och har en hög industrialiseringsgrad, vilket ställer höga krav på effektiv markanvändning och hushållning med naturresurser. (Miljödelegationen 1998) I Sverige har efterbehandlingsbranschen dessutom fått en prägel som återvinningsindustri där massor, som tidigare varit förorenade i viss utsträckning, kan återanvändas eller återvinnas för bygg- och anläggningsändamål, exempelvis som deponitäckning (Naturvårdsverket 2010a).

En central fråga utgörs ofta av vilken miljönytta en efterbehandling kan leda till i förhållande till investeringen. Saneringskostnaderna kan ibland finansieras av kommande exploateringar inom området, och efterbehandling av förorenade områden utgör många gånger en förutsättning för regional tillväxt. Ofta är förorenad mark som tidigare använts för exempelvis industri, järnväg och hamn centralt placerad i staden och attraktiv för nya bostäder, kontorslokaler eller grönytor. (Naturvårdsverket 2003a)

2.1.1 Varför efterbehandla?

Ett förorenat område är ett område där mark, grundvatten eller sediment är så förorenat att halterna påtagligt överskrider lokala och/eller regionala bakgrundshalter. Föroreningarna kommer vanligtvis från en eller flera lokala punktkällor, varifrån spridning sedan sker eller har skett. (Naturvårdsverket 1999) Ett begränsat område med mycket höga föroreningshalter kallas för en hotspot, och många gånger sätts efterbehandlingsåtgärder in för att rena främst sådana hotspots inom ett förorenat område.

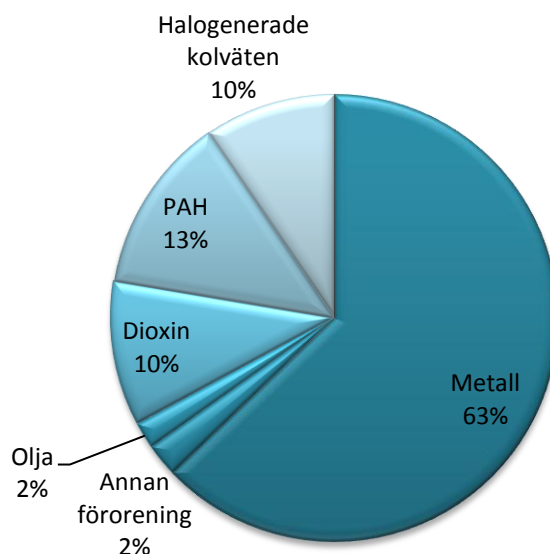
Huvudsyftet med att efterbehandla förorenade områden är att långsiktigt minska risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön, samt att minska mängden och halten metaller och andra naturfrämmande ämnen i miljön (Naturvårdsverket 2009a). Ytterligare anledningar till att rena förorenade områden är att skydda naturresurser som exempelvis viktiga grund- och ytvatten, samt att göra mark användbar för nya användningsområden, i form av till exempel bebyggelse eller möjlighet till rekreation (Naturvårdsverket 1997).

Ett allvarligt förorenat mark- eller vattenområde kan av länsstyrelsen begränsas i framtida markanvändning om riskerna för människors hälsa och miljön anses betydande. Området förklaras då som miljöriskområde, för att undvika stora hälso- och miljörisker. Även andra försiktighetsmått kan bli aktuella för ett miljöriskområde. (Grundfelt m.fl. 2008)

2.2 Vanligt förekommande föroreningar i Sverige

Föroreningar är ämnen vars närvaro kan leda till skada på människors hälsa och på omgivande natur- eller kulturmiljöer. På förorenade områden återfinns föroreningar som är typiska för de verksamheter som har varit aktiva på området. Vissa branscher genererar generellt värre föroreningsslag eller högre föroreningsgrad än andra. (Naturvårdsverket 2003b) De vanligaste föroreningarna kan delas in i två huvudgrupper efter ämnenas sammansättning och karaktär, nämligen organiska ämnen och oorganiska ämnen. I gruppen för oorganiska ämnen återfinns exempelvis metaller. (Jones & Atkins 2002)

I Sverige har ett stort antal miljöfarliga ämnen använts inom olika verksamheter. I Naturvårdsverkets lägesbeskrivning av arbetet med avhjälpande av föroreningsskador 2009, listas de tio mest prioriterade objekten per länsstyrelse. En sammanställning av vilken typ av förorening som är primär för respektive objekt (se figur 2-1), visar på att olika typer av metallföroreningar i stor utsträckning utgör den främsta föroreningen i Sverige. (Naturvårdsverket 2009a)



Figur 2-1. Fördelning av de primära föroreningarna vid länsstyrelsernas prioriterade objekt 2009 (efter Naturvårdsverket 2009a).

2.2.1 Organiska ämnen

Organiska ämnen omfattar de kemiska föreningar som innehåller grundämnet kol. Organiska föreningar har olika funktionella grupper, som ger dem sina specifika egenskaper. (Jones & Atkins 2002) Det finns flera föroreningar med hög farlighet som innehåller organiska ämnen, som exempelvis stenkolkstjära (som kan förekomma i äldre asfaltlager), kreosot (från trä- eller stenkolkstjära), petroleumprodukter samt lösnings- och bekämpningsmedel. Ofta talas det om VOC, lättflyktiga organiska ämnen med förmåga att lätt förångas vid rumstemperatur, exempelvis aromatiska föreningar som BTEX (bensen, toluen, etylbensen och xylen). VOC ger hälso- och miljöeffekter, som påverkan på det centrala nervsystemet, men kan även vara cancerframkallande. (Arbetsmiljöverket 2002)

PAH, polycykliska aromatiska kolväten, är en sammanfattande benämning på hundratals olika föreningar innehållande två eller flera bensenringar. Dessa föreningar kan vara cancerogena, ekotoxiska och/eller mutagena. (Arbetsmiljöverket 2002) Tidigare delades PAH in i cancerogena och övriga, men sedan 2008 delas de istället in efter molekylvikt i PAH-L (PAH med låg molekylvikt), PAH-M (medelhög molekylvikt, ingick tidigare i övriga PAH men klassas nu som cancerogena) och PAH-H (hög molekylvikt, de PAH som tidigare ingick i gruppen cancerogena PAH). Den nya indelningen beskriver bättre PAH-föreningarnas effekter på människors hälsa och miljön. (Naturvårdsverket 2010a)

Klorerade kolväten är kolväten där en eller flera väteatomer ersatts av klor, exempelvis DDT som tidigare använts som insekticider (Nationalencyklopedin 2010a). Halogenerade kolväten innehåller halogenatomer (fluor, brom, jod eller klor) som ersatt en eller flera väteatomer. De halogenerade kolvätena är klimatpåverkande växthusgaser som orsakar globala miljöproblem, som till exempel förtunning av ozonskiktet. (Nationalencyklopedin 2010b)

Tennorganiska föreningar har en organisk del i form av en alkylkedja eller en aromatisk ring, bunden till en tennatom. Tributyltenn, TBT, användes förr flitigt i båtbottnfärg för bekämpning av alger, då ämnet har stor giftverkan på vattenlevande organismer även i små doser. TBT kan binda till partiklarna i jord, och bryts ned biologiskt till DBT, MBT och slutligen fria tennjoner, med halveringstider på 15-20 veckor. I syrefattig miljö är TBT istället nästan stabilt, med halveringstider på 2-3 år, och binder starkt till sediment. (WSP 2004) Vid muddringsarbeten kan TBT röras upp och fortsätta vara giftigt.

Tabell 2-1. Sammanställning av organiska ämnen som kan förekomma på förorenade områden i Sverige (efter Jones & Atkins 2002 och Arbetsmiljöverket 2002).

Gruppnamn	Exempel	Påträffas bl.a.	Främsta exponeringsvägar
Alifatiska kolväten	Alkaner, alkener, alkyner	Bensin, diesel, olja	Inandning Hudkontakt
Aromatiska kolväten	Enkla aromatiska kolväten BTEX – bensen, toluen, etylbenzen, xylene	Motorbensin, lösningsmedel	Inandning Hudkontakt
	Fenol, kresol, xylenol	Stenkolstjära	
Polycykliska aromatiska kolväten, PAH	Icke-cancerogena men ekotoxiska PAH	Stenkolstjära	Hudkontakt Inandning av damm
	Cancerogena PAH	Kreosot Stenkolstjära	
Klorerade kolväten	Metylenklorid, tri- och tetrakloretylen	Avfettnings- och lösningsmedel	Inandning Förtäring Hudkontakt
Klorerade polycykliska kolväten	Polyklorerade bifenyler PCB	Äldre färger, fogmassa, plaster	Förtäring
	Dioxiner	Tillverkning och förbränning av klorföreningar	Förtäring Inandning
Halogenerade kolväten, HFC	Freon CFC, klorerade fluorkolväten HCFC, haloner	CFC/HCFC köldmedium, lösningsmedel, brandskyddsmedel	Inandning
Pesticider	Insekticider	Insektsmedel	Inandning Förtäring Hudkontakt
	Herbicider	Ogräsmedel	
	Fungicider	Svampmedel	
Tennorganiska föreningar	Tributyltenn TBT, dibutyltenn DTB, momobutyltenn MTB	Biocider, båtbottnfärg	Inandning Förtäring Hudkontakt

2.2.2 Oorganiska ämnen

Till oorganiska ämnen med hälsoskadliga och miljöfarliga effekter räknas exempelvis starka syror och baser, cyanider, flourider, svavel- och bromföreningar samt metaller. Cyanid förekommer främst i form av olika cyanidsalter vid bland annat gasverk och ytbehandlingsindustri. I sur miljö eller vid brand kan cyanider reagera till cyanväte, som är mycket lättflyktig. Fri cyanid och cyanväte är akut toxiska då de lätt tas upp genom hud och slemhinnor, och cyanväte kan i svåra fall hindra syresättningen av blodet och medföra syrebrist och kvävning. (Arbetsmiljöverket 2002)

Stora mängder svavel i marken kan leda till att starkt frätande svavelsyra bildas, och vid nedbrytning under anaeroba förhållanden kan svavelväte avgå och vid mycket höga koncentrationer hindra syresättningen av blodet så kraftigt att syrebrist och kvävning blir följden (Arbetsmiljöverket 2002).

2.2.3 Metaller

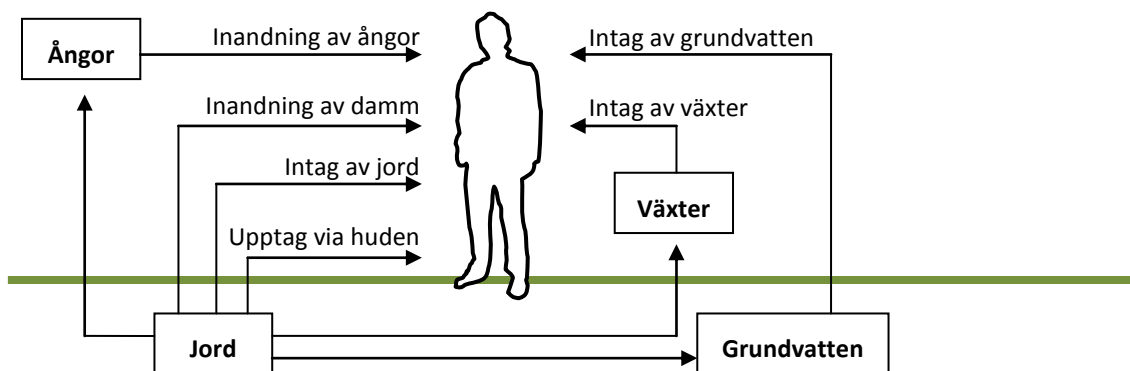
Metaller är grundämnen som inte kan brytas ner, utan de cirkulerar ständigt i naturen genom luft, vatten, jord och berg i ett geokemiskt kretslopp. Flera metaller ingår även i växter och djurs näringsupptag och är livsnödvändiga. Vatten kan transportera metaller som lösts ut ur jord- och bergmaterial eller släppts ut från industrier, och särskilt i surare vatten kan metaller hållas lösta som joner längre och spridas över stora områden. (SGU 2010)

Främst tungmetaller (densitet $>5,0 \text{ g/cm}^3$) har skadlig inverkan på hälsa och miljö, exempelvis arsenik (halvmetall), bly, kadmium, kvicksilver, koppar, krom, nickel och zink. Andra metaller som kan klassas som miljöfarliga är selen, tenn, vanadin, tallium, kobolt, silver, barium och antimon. Metallföreningar återfinns främst vid gruvor, deponier, kemiska industrier och träskyddsanläggningar. (Arbetsmiljöverket 2002)

2.3 Exponeringsvägar

Saneringsarbeten eller andra arbeten inom förorenade områden innebär ökad risk för hälsa och miljö. En efterbehandling leder till att människor i mindre utsträckning exponeras för de hälsoskadliga ämnen som finns inom det förorenade området, och resulterar i en minskad hälsorisk efter saneringen. Under genomförandet av saneringsåtgärder ökar dock risken för föroreningsspridning temporärt, vilket ställer särskilda krav på exempelvis skyddsåtgärder eller spridningsreducerande åtgärder. (Rosén m.fl. 2006) Föreningar och hälsofarliga ämnen kan nå människan via olika exponeringsvägar, främst genom direktkontakt, intag av föreningar knutna till vatten och livsmedel samt inandning av föreningar (se figur 2-2); (Arbetsmiljöverket 2002)

- Röra; direktkontakt via hud eller slemhinnor
- Äta/dricka; intag av jord eller intag via dricksvatten, fisk eller grödor odlade på platsen
- Andas; inandning av partiklar, ånga och gas, vid damning eller flyktiga ämnen i gasform



Figur 2-2. Möjliga exponeringsvägar (efter Naturvårdsverket 2009a, s. 27).

En tidsrelaterad exponering av hälsofarliga ämnen kan indelas i akut exponering och långvarigt upprepad exponering. Den akuta exponeringen avser en exponering för relativt höga koncentrationer under en relativt kort tid, där effekterna ofta märks omgående. Till akuta effekter räknas exempelvis irritation på slemhinnor, frätskada på hud samt lungskada, som kan ske vid olyckor som spill eller utsläpp, eller då oskyddad personal kommer i kontakt med föroreningar via damm, stänk eller inandning av gasutsläpp. Den långvariga exponeringen sker istället under en längre tid, med föroreningskoncentrationer som kan vara relativt låga men ändå orsaka exempelvis lungsjukdomar, skada på inre organ eller cancer. Långvarig exponering förknippas ofta med inandning av gaser eller partiklar. Effekterna av en exponering kan vara av antingen reversibel eller bestående karaktär, beroende på vilka substanser eller skadliga ämnen som är involverade. (Arbetsmiljöverket 2002)

2.4 Klassificering av förorenad jord

För att underlätta för arbetet med förorenade områden har Naturvårdsverket tagit fram olika klassificeringsgrunder, främst bestående av branschklassning och riskklassning av förorenade områden samt generella riktvärden för föroreningshalter. En så kallad fördjupad riskbedömning kan även genomföras för att ta fram platsspecifika riktvärden för ett visst område. Bransch- och riskklassningen ger en indikation på hur stort behovet av efterbehandling är inom ett visst område, och riskklassningen ligger till grund för vilka saneringsprojekt som prioriteras ur hälso- och miljösynpunkt. Riktvärdena ligger till grund för vilka föroreningsnivåer som efterbehandlingen skall genomföras till, och med det vilka restnivåer som tillåts finnas kvar inom området.

2.4.1 Klassning av förorenade områden

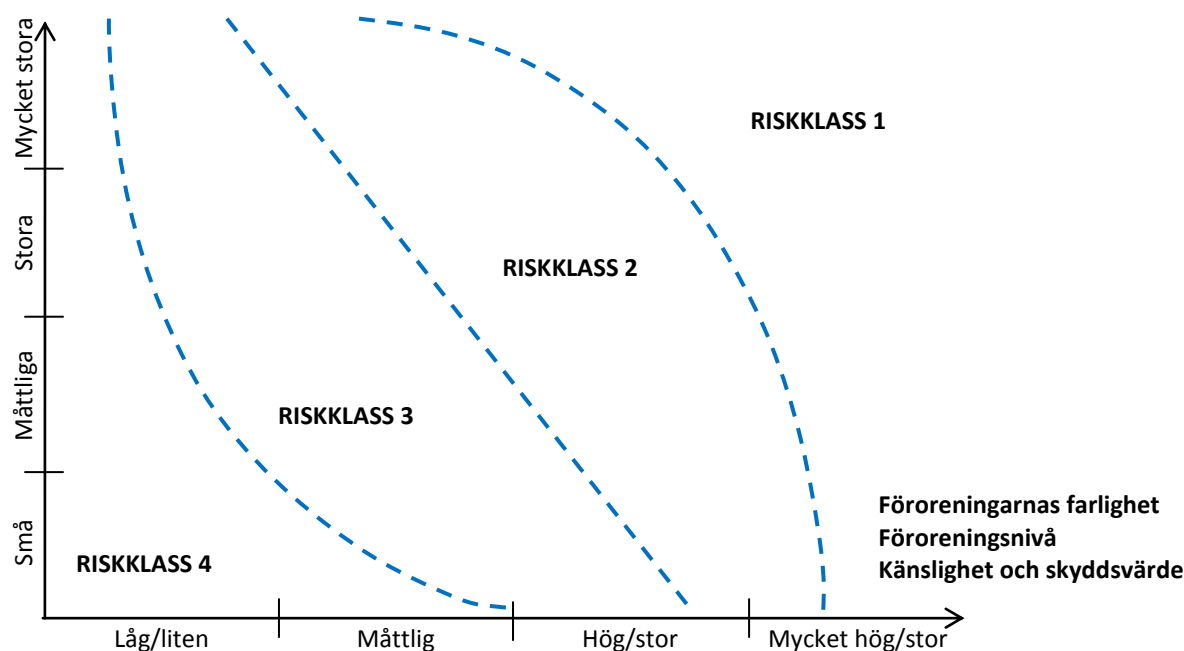
Naturvårdsverket och landets länsstyrelser har sedan början av 1990-talet genomfört en kartläggning av föroreningssituationen i landet, och identifierat potentiellt förorenade områden. En branschklassning av dessa objekt har påbörjats, där varje typ av industri och verksamhetsbransch tilldelats en generell riskklass. För klassningen används faktorer som exempelvis produktionsprocess, råvaror, produkter och avfall som skapats, föroreningar förknippade med branschen samt föroreningarnas mängd, hälso- och miljöfarlighet. På detta sätt har vissa branscher fått en hög riskklassning och andra en

lägre. Branscher som tillhör riskklass 1 är massa- och pappersindustrier, metallverk samt kemiindustrisektorn med främst kloralkali- och oorganisk industri. (Naturvårdsverket 1999)

Riskklassning enligt MIFO (Metodik för inventering av förorenade områden, enligt Naturvårdsverket 1999, rapport 4918) i klass 1, 2, 3 och 4, är tänkt att underlätta för prioriteringar och beslut om exempelvis fortsatta undersökningar eller åtgärder. Klass 1 och 2 innebär mycket stor respektive stor risk, klass 3 och 4 måttlig respektive liten risk. Många områden är så förorenade att de kan utgöra mycket stor eller stor risk för att skada människors hälsa eller miljön. (Naturvårdsverket 1999)

Klassningen bygger på indata för fyra huvuddelar som sedan vägs samman till en samlad riskbedömning. Delarna består av föroreningarnas farlighet, föroreningsnivå, spridningsförutsättningar samt känslighet/skyddsvärde av att människor, växter och djur inte exponeras för föroreningarna på objektet. Grafen i figur 2-3 nedan visar hur risken för dessa delar påverkar bedömningen av riskklass, där exempelvis mycket stora risker för spridning i kombination med mycket hög farlighet och föroreningsnivå samt ett stort skyddsvärde för objektet, utgör förutsättningar för en riskklassning 1. (Naturvårdsverket 1999)

Spridningsförutsättningar



Figur 2-3. Grafen åskådliggör riskerna för respektive klass 1-4 vid en samlad riskbedömning (efter Naturvårdsverket 1999, s. 48).

2.4.2 Riktvärden för förorenad mark

Naturvårdsverket har även utfärdat generella riktvärden för bedömning av förorenad mark, vilka representerar den föroreningshalt under vilken risken för negativa effekter på människor eller miljö normalt är acceptabel i efterbehandlingssammanhang. Föroreningshalter som överskrider riktvärdena behöver emellertid inte innebära att en negativ effekt uppstår. Värdena är framtagna utifrån generella förutsättningar, för att kunna gälla nationellt för ett stort antal områden, varför spridningsförutsättningarna för ett specifikt område inte nämnvärt bör avvika från antaganden gjorda i riktvärdesmodellen. (Naturvårdsverket 2009a)

De generella riktvärdena är framtagna för två typer av markanvändning, så kallad känslig markanvändning, KM, och mindre känslig markanvändning, MKM. Med föroreningsvärden inom KM begränsas inte valet av markanvändning, utan marken kan nyttjas för exempelvis bostadsändamål, daghem, odling, grundvattenuttag och naturmark. För MKM begränsas markanvändningen till industriområden, kontor, vägar och deponitäckning. Riktvärdena är inte juridiskt bindande men används i mycket stor utsträckning vid efterbehandlingsarbeten. (Naturvårdsverket 2009a)

2.4.3 Platsspecifika riktvärden

Ett alternativ till Naturvårdsverkets generella riktvärden för förorenade områden är att genomföra en fördjupad riskbedömning som resulterar i platsspecifika riktvärden. Dessa riktvärden anpassas till förhållanden på platsen avseende exponering, spridning, känslighet och skyddsvärde, och kan således inte implementeras vidare till andra saneringsobjekt. För de flesta områden tas de platsspecifika riktvärdena fram för olika typer av markanvändning och ofta inkluderas även en indelning i djupled. Förutom Naturvårdsverkets kategorier KM och MKM, används ytterligare tre typer av markanvändning frekvent; ”hårdgjorda ytor” som parkeringsplatser, vägar och andra asfalterade ytor, ”under byggnader” samt ”naturmark” eller ”gårds- och parkmark”. Platsspecifika riktvärden kan dock tas fram för annan markanvändning än de ovan nämnda. (Lundgren m.fl. 2006)

Användning av de generella riktvärdena kan ofta leda till orimliga krav saneringsmässigt, och konsekvensen att endast bortschaktning av de förorenade massorna med efterföljande ersättning av rena massor kan bli aktuellt. Det finns därför starka miljöargument för, och även ekonomiska värden i, att dels slippa transportera stora mängder förorenade massor till avlägsna deponier, dels främja naturresurshushållning genom att inte använda jungfruliga material som återfyll. (MarksaneringsInfo 2010a) Användning av olika riktvärden på olika djup bör dock ske med försiktighet, då djupare liggande föroreningar exempelvis har kortare väg till grundvattnet och med det större risk att spridas över stora områden (Naturvårdsverket & Boverket 2006).

2.4.4 Förorenad jord som farligt avfall

Förorenad jord med särskilt höga föroreningshalter kan klassas som farligt avfall, och omfattas då av regelverket för farligt avfall i avfallsförordningen (SFS 2001:1063). Farligt avfall kräver bland annat tillstånd från länsstyrelsen för mellanlagring och

transport. (Naturvårdsverket 2003b) Den vanligaste lösningen är att innesluta eller deponera starkt förorenade massor, även om det finns tekniker för att rena eller behandla även dessa. Generellt är det dock dyrare att behandla massorna än att deponera dem, samtidigt som det krävs särskild miljöprövning för rening av farligt avfall on site. (Naturvårdsverket 2003b)

Naturvårdsverkets generella riktvärden samt Avfall Sveriges rekommenderade haltgränser för där förorenade massor övergår till att klassas som farligt avfall, återfinns i tabell 2-2 och 2-3 för några vanliga organiska och oorganiska föroreningsämnen. Massor som har en föroreningshalt överstigande MKM, men under gränsvärde för FA, kallas icke-farligt avfall, IFA.

Tabell 2-2. Riktvärden för KM och MKM samt rekommenderade haltgränser för FA, för några vanliga organiska föroreningsämnen (efter Naturvårdsverket 2010h och Avfall Sverige 2007).

Organiska föroreningar	KM	MKM	FA-gräns
Alifat >C5-C8	12	80	1 000 (Alifat >C6-C10)
Alifat >C8-C10	20	120	
Alifat >C10-C12	100	500	1 000 (Alifat >C10-C16)
Alifat >C12-C16	100	500	
Alifat >C16-C35	100	1 000	10 000
Aromat >C8-C10	10	50	1 000
Aromat >C10-C16	3	15	1 000 (Aromat >C10-C35)
Aromat >C16-C35	10	30	
Bensen	0,012	0,04	1 000 (Σ BTEX)
Toulen	10	40	
Etylbensen	10	50	
Xylen	10	50	
Σ fenol och kresol	1,5	5	10 000 (fenoler)
PAH L	3	15	2 500 (naftalen) 100 (cancerogena PAH, gammal indelning) 1 000 (övriga PAH, gammal indelning)
PAH M	3	20	
PAH H	1	10	
PCB-7	0,008	0,2	50 (PCB total) (PCB-7 antas vara 20 % av PCB total)
Dioxiner	0,00002	0,0002	0,015 (inkluderar dioxinliknande PCB)

Tabell 2-3. Riktvärden för KM och MKM samt rekommenderade haltgränser för FA, för några vanliga oorganiska föroreningsämnen (efter Naturvårdsverket 2010h och Avfall Sverige 2007).

Oorganiska föroreningar	KM	MKM	FA-gräns
Arsenik	10	25	1 000
Bly	50	400	2 500
Kadmium	0,5	15	1 000 (icke lösligt) 100 (lösligt)
Kvicksilver	0,25	2,5	1 000 (oorganiskt) 500 (organiskt)
Koppar	80	200	2 500
Krom tot.	80	150	10 000 (Förutsatt att andel krom VI > 1 % av totala kromhalten)
Nickel	40	120	1 000 (icke lösligt) 100 (lösligt)
Zink	250	500	2 500
Vanadin	100	200	10 000
Kobolt	15	35	2 500 (icke lösligt) 100 (lösligt)
Barium	200	300	10 000
Antimon	12	30	10 000
Cyanid (total)	30	120	1 000 (lösligt)

2.5 Hur rent behöver det förorenade området bli?

Idealt vore att återställa förorenade områden till det skick de hade befunnit sig i utan tillskottet från av människan skapade och utsläppta föroreningar, vilket innebär att halterna skulle sänkas till samma nivå som bakgrundshalterna av ämnen i mark och sediment. I praktiken är detta sällan möjligt att åstadkomma, av såväl tekniska som ekonomiska skäl (se tabell 2-4). (Naturvårdsverket 2003b)

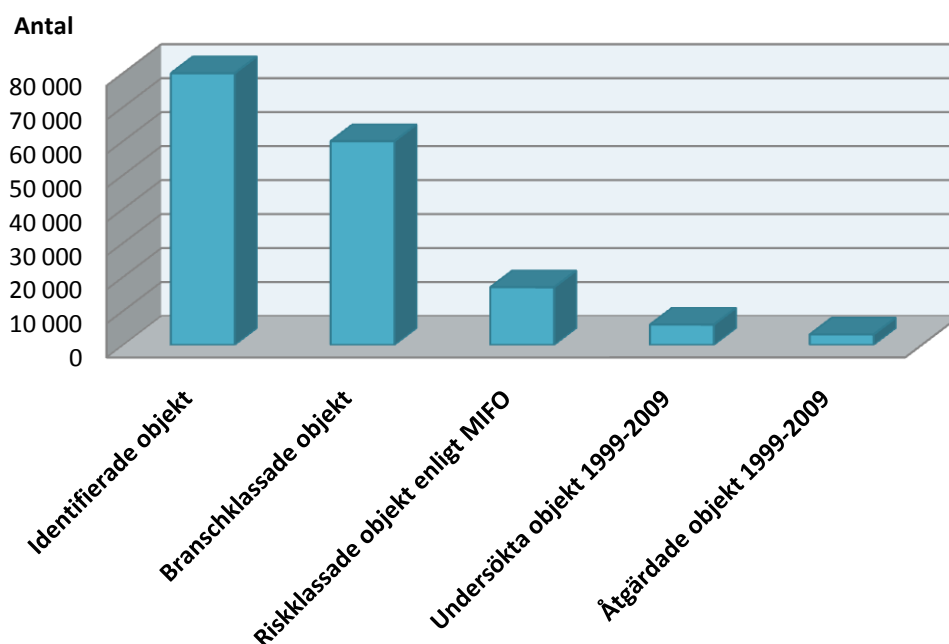
Målet för efterbehandlingen måste vara tillräckligt ambitiöst för att området aldrig mer skall behöva efterbehandlas, men anpassas för bland annat kommande markanvändning. Det är därför inte alltid rimligt och ekonomiskt försvarbart att sanera ett område till att uppfylla riktvärden för fri markanvändning (halter < KM). (Naturvårdsverket 2003b)

Tabell 2-4. Exempel på samband mellan miljöförbättring, åtgärd och kostnad för ett efterbehandlingsprojekt beroende av åtgärds mål (efter Naturvårdsverket 1996, s. 35).

Miljöförbättring	Åtgärdsalternativ	Kostnader
Ingen	Ingen åtgärd	Inga
Måttlig	Bortschaktning av massor inom hotspots. Resthalt > MKM	Måttliga
Måttlig	Bortschaktning av alla förorenade massor med halter > MKM. Resthalt < MKM	Måttliga
Stor	Bortschaktning av alla förorenade massor med halter > KM. Resthalt < KM	Stora
Maximal	Bortschaktning av alla förorenade massor med halter > bakgrundshalt. Resthalt < bakgrundshalt	Mycket stora

2.6 Nuläget i Sverige

Naturvårdsverket har, tillsammans med landets länsstyrelser, identifierat nära 80 000 potentiellt förorenade områden i Sverige. Av dessa objekt hade runt 60 000 branschklassats och cirka 17 000 riskklassats fram till år 2009, se figur 2-4. Av de riskklassade objekten återfinns omkring 850 objekt i riskklass 1 och 4 300 objekt i riskklass 2, men länsstyrelserna uppskattar att siffran kommer att öka till närmare 1 400 objekt i riskklass 1 och 15 000 objekt i riskklass 2 när inventeringen är slutförd. (Naturvårdsverket 2010b)

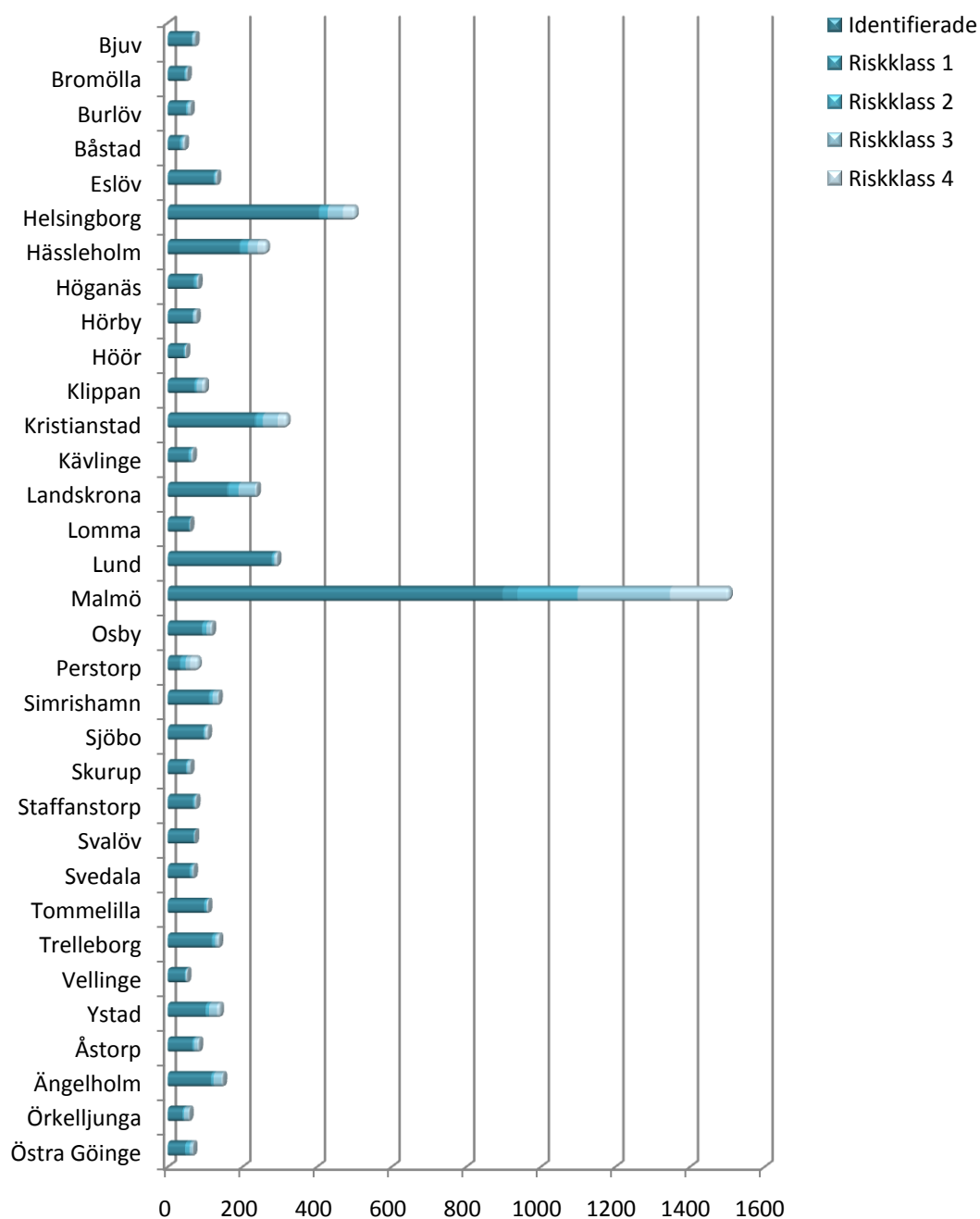


Figur 2-4. Antal identifierade, branschklassade, riskklassade, undersökta och åtgärdade förorenade områden i Sverige (efter Naturvårdsverket 2010b, s. 3).

I flera länder, där efterbehandlingsarbetet inom förorenade områden har pågått under längre tid än i Sverige, har ekonomiska värderingar av hälso- och miljörisker i större utsträckning kommit att vägas in vid bedömning av vilka efterbehandlingsåtgärder som är försvarbara (Rosén m.fl. 2006).

2.6.1 Nuläget i Skåne

Figur 2-5 illustrerar nuläget i Skåne, genom antalet identifierade och riskklassade objekt uppdelade efter kommun. Totalt har omkring 6000 potentiellt förorenade objekt identifierats i Skåne län. Flest förorenade områden återfinns i och omkring större orter, som Malmö, Helsingborg och Kristianstad. Detta har delvis att göra med respektive kommuns engagemang med att identifiera potentiellt förorenade områden, men även att större orter generellt haft en mer utbredd industrihistoria. Industriområden i Skåne län omfattar ca 92 km², motsvarande ca 0,8 % av Skånes landareal. (Länsstyrelsen i Skåne 2010)



Figur 2-5. Fördelning av antalet identifierade och riskklassade objekt i Skåne uppdelat efter kommun (efter Länsstyrelsen i Skåne 2010, s. 11).

3 Relevant lagstiftning och styrmedel för efterbehandling

Miljölagstiftningen är omfattande och komplex. Detta gäller inte minst för efterbehandlingsprojekt som bland annat innebär särskilda ansvarsutredningar och, under arbetets gång, en ökad risk för spridning av föroreningar. Efterbehandlingsarbetet i Sverige utgår från miljöbalken och av riksdagen fastställda miljömål. I kapitlet ges därför en sammanfattning av de myndigheter, riktlinjer och lagar som styr och kan påverka utförandet av ett efterbehandlingsprojekt.



Figur 3-1. Flödesschema över lagstiftning och instanser som styr efterbehandlingsarbetet i Sverige.

3.1 EG-lagstiftning

Sveriges lagstiftning bottnar generellt i EG-rätten, genom direktiv och förordningar från Europaparlamentet. Europeiska kommissionen kan även ge ut riktlinjer, som finns för exempelvis avfallshantering, vilka ej är rättsligt bindande men ändå ofta får stor juridisk genomslagskraft i medlemsländerna. (Eklöf 2010) Inom EG-lagstiftningen finns, för förorenade områden, främst ett direktiv om miljöansvar samt en strategi och ett därtill hörande förslag om rambestämmelser för markskydd;

- Direktiv om miljöansvar för att förebygga och avhjälpa miljöskada, 2004. Direktivets huvudmål är bland annat att fastställa en ram för miljöansvar enligt principen om att förorenaren betalar ("polluter pays" principle, som nämns i EG-fördraget), med syfte att förebygga och avhjälpa miljöskador på djur, växter, naturliga livsmiljöer, vattentillgångar och markskador. (EU:s webbportal 2010a)
- En temainriktad strategi för markskydd, 2006, samt förslag om rambestämmelser och gemensamma mål för markskydd. I strategin med tillhörande direktivförslag ingår bland annat tillvägagångssätt för kartläggning av riskområden och förorenade områden, samt åtgärder för att förhindra markförstöring och återställning av förorenade områden. Då markproblem kan ge effekter över nationsgränserna och återställande av förorenade områden kan skapa snedvridning på den inre marknaden, har samordnade åtgärder på gemenskapsnivå på detta sätt ansetts nödvändiga. (EU:s webbportal 2010b)
- Avfallsdirektivet, 2008. Direktivet syftar till att skydda människors hälsa och miljön, genom förebyggande av skadliga effekter som uppkommer i samband med avfallsproduktion och avfallshantering. Medlemsländerna bör även behandla sitt avfall i enlighet med den så kallade avfallshierarkin. (EU:s webbportal 2010c)

3.1.1 Avfallshierarkin

Avfallshierarkin utgör en del av EU:s avfallsstrategi, och är en vägledning för hur avfall skall hanteras inom EU. Avvikelser från prioriteringslistan kan bli nödvändiga att göra av ekonomiska, tekniska eller miljömässiga skäl. Prioriteringen för avfallshanteringen lyder; (Naturvårdsverket 2010e)

1. Förebygga uppkomsten av avfall
2. Återanvändning (produktåtervinning)
3. Materialåtervinning (inklusive biologisk behandling)
4. Annan återvinning (särskilt energiåtervinning)
5. Säkert omhändertagande av avfall (deponering)

I svensk lagstiftning finns en tillämpning av avfallshierarkin, men Naturvårdsverket trycker även på följande fyra principer för att minska avfallets miljöpåverkan; förebyggande arbete för att minska avfallets mängd och farlighet, avgiftning av kretsloppet, användning av avfall som resurs samt arbeta för en låg miljöpåverkan från avfallshanteringen (Naturvårdsverket 2010e).

3.2 Miljöbalken

Det viktigaste styrmedlet för efterbehandlingsarbetet i Sverige är miljöbalken, som trädde i kraft 1 januari 1999. Främst gäller det hänsynsreglerna i 2 kap., miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd enligt 9 kap. samt bestämmelser gällande verksamheter som orsakar miljöskador i 10 kap. MB. Den som i exploateringssyfte eller av annan anledning vidtar åtgärder i ett förorenat område omfattas bland annat av dessa krav i miljöbalken. (Naturvårdsverket 2003a)

Syftet med miljöbalken är att säkerställa en god miljö, där hälsa och miljö skyddas, natur- och kulturvärden vårdas och den biologiska mångfalden bevaras. Mark, vatten och fysisk miljö skall användas på ett sådant sätt att långsiktigt god hushållning tryggas, och återvinning och återanvändning av material, råvaror och energi skall främjas. (SFS 1998:808 1 kap. 1§) Miljöbalken möjliggör bland annat för tillsynsmyndigheterna att ställa krav på ansvariga verksamhetsutövare och fastighetsägare att sanera förorenade områden (Naturvårdsverket 2003a). Tabell 3-1 nedan är en sammanställning av de lagrum i miljöbalken som är mest aktuella i samband med utförandeskedet av en efterbehandling.

Från och med 2007 har begreppet förorenat område ersatts med *föroreningsskada* och begreppet efterbehandling av förorenat område ersatts av *avhjälpan av föroreningsskada*. Dessutom har begreppet *allvarlig miljöskada* införts för föroreningar som innebär betydande risk för människors hälsa, vattenkvaliteten eller för växt- och djurlivet. (Grundfelt m.fl. 2008)

Tabell 3-1. Sammanställning av lagrum i miljöbalken som påverkar utförandet av ett efterbehandlingsprojekt (efter Naturvårdsverket 2003c och Naturvårdsverket 2010f).

Lagrum	Beskrivning
2 kap.	Allmänna hänsynsregler
6 kap.	Miljökonsekvensbeskrivningar
9 kap. 6§	Tillstånds- och anmälningsplikt för miljöfarlig verksamhet
10 kap.	Förorenade områden
22 kap. 25§ 10p	Tillståndsvillkor
24 kap. 5§	Omprovning av tillstånd
26 kap. 19§	Kontrollprogram
28 kap. 6, 7§§	Aktsamhetskrav, Förbud mot att rubba utrustning
32 kap.	Skadestånd för vissa miljöskador och andra enskilda anspråk

3.2.1 Definition av verksamhetsutövare

Enligt definitionen av verksamhetsutövare i 10 kap. 2§ MB, är det den som bedriver eller har bedrivit en förorenande verksamhet, alternativt vidtagit en åtgärd som bidragit till föroreningen, som är att betrakta som verksamhetsutövare (Naturvårdsverket 2009b). En exploatör kan få del av ansvaret som verksamhetsutövare av miljöfarlig verksamhet i samband med en efterbehandling. Åligganden, som exempelvis anmälnings- och tillståndsplikt för särskilda åtgärder inom saneringsförfarandet, kan genom överrenskommelse även falla på entreprenören. (Eklöf 2010)

3.2.2 Hänsynsreglerna

De allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. MB uttrycker de viktigaste miljörättsliga principerna, och gäller för alla verksamheter. Hänsynsreglerna innebär ansvar och skyldigheter som åligger verksamhetsutövaren, men gäller även privatpersoner. Reglerna skall tillämpas vid tillståndsprövning, tillsyn och egenkontroll och kan exempelvis handla om skyddsåtgärder eller försiktighetsmått för att minimera direkta omgivningsstörningar eller annan miljöpåverkan som verksamheten kan medföra. Miljömålen om resurshushållning och låg miljöpåverkan kan underlätta för en effektiv tillämpning. (Naturvårdsverket 2010g) Av hänsynsreglerna är det främst bevisbördesregeln, försiktighetsprincipen, skälighetsregeln och principen att förorenaren betalar som är intressanta i samband med förorenade områden (Naturvårdsverket 2003c).

Hänsynsreglerna beskrivs kortfattat nedan; (Eklöf 2010; Naturvårdsverket 2010g)

- Bevisbördesregeln innebär att verksamhetsutövaren måste visa att en verksamhet/åtgärd inte medför oacceptabla risker.
- Kunskapskravet gäller kunskap om den verksamhet/åtgärd som bedrivs och vilka effekter verksamheten/åtgärden kan få för miljön.
- Försiktighetsprincipen innebär skyldighet att vidta åtgärder om risk föreligger för människors hälsa eller miljön.
- Produktvalsprincipen medför bland annat att utfasade kemikalier skall bytas ut mot mindre miljöfarliga eller hälsoskadliga ämnen.
- Kretslopps- och hushållningsprincipen syftar till att verksamheten bedrivs på ett effektivt sätt, genom god energi- och resurshushållning samt återanvändning och återvinning.
- Lokaliseringsprincipen innebär att verksamhetsutövaren skall visa att rätt plats valts, som innebär minst intrång och lägst risker i jämförelse med andra möjliga lokaliseringar.
- Skälighetsregeln innebär en avvägning mellan en åtgärds miljönytta och dess kostnad.
- Förorenaren betalar, om verksamhetsutövares ansvar för att avhjälpa skador.
- Bästa möjliga teknik, som skall främja att utvecklingen går framåt.
- Stoppregeln kan användas av myndigheter för att stoppa en verksamhet som anses utgöra direkt risk för människors liv.

3.2.3 Miljökonsekvensbeskrivning

Normalt sett har en anmälan av en efterbehandling föregåtts av inventering, utredning och riskbedömning, samt översiktlig och fördjupad miljöteknisk undersökning av det förorenade området. I samband med anmälan kan tillsynsmyndigheten kräva in underlagsmaterial tillsammans med en MKB, för att kunna ta ställning till om krav bör ställas på särskilda försiktighetsmått (enligt FMH, SFS 1998:899). En MKB skall alltid upprättas av verksamhetsutövaren för en verksamhet eller åtgärd som kan antas medföra betydande miljöeffekter. Regler och krav på MKB finns samlade i 6 kap. MB. (Hedlund & Kjellander 2007)

MKB skall inriktas på att i så stor utsträckning som möjligt förebygga negativa miljökonsekvenser. Om det inte är möjligt skall konsekvenserna begränsas, och i sista hand, om skada inte kan hindras eller begränsas, kan positiva miljökvaliteter skapas genom olika slags kompensationsåtgärder. Skyddsåtgärder och åtaganden som tagits upp i MKB skall följas även vid genomförandet av efterbehandlingen. En viktig del i MKB är även att förklara nollalternativet, det vill säga hur och i vilken utsträckning ett förorenat område påverkar omgivningen om efterbehandlingsåtgärder uteblir. (Hedlund & Kjellander 2007)

3.2.4 Miljöfarlig verksamhet

Med miljöfarlig verksamhet avses all användning av mark, byggnader eller anläggningar som kan medföra utsläpp till mark och vatten eller annan störning för människor eller miljön (definitionen finns i 9 kap. 1 och 2 §§ miljöbalken). En efterbehandlingsåtgärd kan anses vara miljöfarlig verksamhet eftersom schaktarbeten inom förorenade områden ofta medför ökad risk för spridning och exponering av föroreningsämnen till omgivningen. Miljöfarlig verksamhet är tillstånds- eller anmälningspliktig till tillsynsmyndighet, som antingen kan vara en länsstyrelse, kommunal nämnd eller miljödomstol. (Naturvårdsverket 2010f)

3.2.5 Efterbehandlingsansvar

Det 10 kap. MB är det mest centrala för efterbehandlingsfrågor. Här återfinns bland annat bestämmelser om ansvar för förorenade mark- och vattenområden, byggnader och anläggningar, som kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa och miljön. 1 augusti 2007 trädde det nya 10 kap. i kraft, med implementering av EU-direktivet om miljöansvar. För miljöskador som uppkom innan detta, gäller de äldre bestämmelserna i miljöbalken även fortsättningsvis. (Naturvårdsverket 2010f)

För efterbehandlingsansvar gäller att;

- Verksamhetsutövarens ansvar; den som har bedrivit en förorenande verksamhet har ansvar för att undersöka och efterbehandla området om verksamheten varit i drift efter den 1 juli 1969 och verkningarna pågick efter 1 januari 1999. Efterbehandlingsansvaret för verksamhetsutövaren kan inte preskriberas. (Eklöf 2010)
- Fastighetsägarens ansvar; i de fall ansvarig verksamhetsutövare ej står att finna, då företag upphört att existera eller i fall där det saknas information om hur eller när en förorening har uppkommit, kan ansvaret för efterbehandling falla på fastighetsägaren. Detta kan ske om fastigheten förvärvats efter den 1 januari 1999, och fastighetsägaren känt eller bort känna till föroreningen vid förvärvet. (Eklöf 2010)
- Exploatörens ansvar; i särskilda fall kan en exploatering bära kostnaderna för att ett förorenat område efterbehandlas. Om området inte är reglerat i planer (genom PBL) kan omfattande krav ställas på exploatören i bygglovsärendet. Är området däremot detaljplanerat och en tidigare okänd förorening upptäcks, kan vissa krav på utredning och efterbehandling ställas exploatören, men inte så att exploateringen omöjliggörs eller kostnaderna väsentligen ökar. (Naturvårdsverket 2003c)
- Samhällets ansvar; i de fall där varken verksamhetsutövare eller fastighetsägare kan hållas ansvarig, får samhället bära kostnaden för efterbehandling av de projekt som är prioriterade ur hälso- och miljörisksynpunkt. Naturvårdsverket har hand om och fördelar de statliga bidragen för efterbehandling i Sverige. (Naturvårdsverket 2010b)

3.3 Miljökvalitetsmål

Riksdagen har beslutat om 16 miljökvalitetsmål, som syftar till att till nästa generation och med gott samvete kunna överlämna en renare och tryggare miljö, där de stora miljöproblemen är lösta. Fem grundläggande miljömål, som innebär en ekologisk hållbar utveckling för Sveriges miljö, natur- och kulturreсурser, har utgjort basen för miljökvalitetsmålen, nämligen att främja människors hälsa, värna om den biologiska mångfalden, tillvarata kulturhistoriska värden, bevara ekosystemets långsiktiga produktionsförmåga samt trygga god naturresurshushållning. (Naturvårdsverket 2009b)

Av de nationella miljökvalitetsmålen är det främst målen om giftfri miljö, begränsad klimatpåverkan, frisk luft, levande sjöar och vattendrag, grundvatten av god kvalitet, hav i balans samt levande kust och skärgård, myllrande våtmarker, levande skogar, god bebyggd miljö samt ett rikt växt- och djurliv, som berör arbetet med förorenade områden. (Naturvårdsverket 2009b) Miljökvalitetsmålet om en giftfri miljö innehåller dessutom två delmål, 6 och 7, för efterbehandling av förorenade områden;

- Efterbehandling av förorenade områden, 2010. Delmålet innebär att samtliga förorenade områden som medför akut risk vid direktexponering samt områden som hotar betydelsefulla vattentäkter eller naturområden, skall vara utredda och vid behov åtgärdade till år 2010. Delmålet har bedömts vara möjligt att nå för de områden som innebär en akut risk. Dock kan nya akuta objekt komma att upptäckas i och med det pågående arbetet med riskklassning av inventerade potentiellt förorenade områden. (Miljömålsportalen 2010a)
- Efterbehandling av förorenade områden, 2005-2010/2050. Delmålet innebär att åtgärder skall ha genomförts vid en så stor andel prioriterade områden under 2005-2010, att miljöproblemet kan vara löst till år 2050. Delmålet har bedömts som orimligt att nå till 2010, men möjligt att till 2050 ha åtgärdat de områden som utgör störst risk, givet att förorenade områden efterbehandlas i högre takt än i dagsläget. (Miljömålsportalen 2010b)

3.4 Sektorsmyndigheter

I Sverige är Naturvårdsverket den sektorsmyndighet som samordnar arbetet med efterbehandling av förorenade områden på nationell nivå och har hand om det statliga bidragsmedlet (sakanslag 1:4) för efterbehandling. Sakanslaget är en viktig drivkraft för efterbehandlingsarbetet och kunskapsuppbygganden för förorenade områden. År 2009 uppgick anslaget till 515 miljoner kronor, varav drygt 306 miljoner kronor fördelades som bidrag till främst länsstyrelserna för arbete med åtgärder, men även till inventeringar, utredningar och tillsyn. (Naturvårdsverket 2010b)

Boverket har uppsikt över plan- och byggväsendet i landet, med huvuduppgift att samordna de statliga myndigheternas arbete med underlag för tillämpning av plan- och bygglagen, PBL. Boverket har intresse av förorenade områden i och med den nya markanvändning som följer efter en efterbehandling, men även vissa arbetsmoment inom efterbehandlingsprojektet berör bestämmelser i PBL, främst gällande rivningslov och marklov. (Naturvårdsverket & Boverket 2006)

3.4.1 PBL och fysisk planering

Flera förorenade områden utgörs av mark som är attraktiv att exploatera och använda för ny bebyggelse, varför frågor om efterbehandling ofta berörs av den fysiska planeringen och vice versa. En tänkt exploatering av ett område kan medföra att prioriteringar ändras, och att även områden som innebär mindre risk för människors hälsa och miljön (riskklass 2, 3 och 4) kan bli aktuella att efterbehandla. (Naturvårdsverket & Boverket 2006)

Förändringar i markanvändning av ett område föregås av planering enligt PBL, som innehåller bestämmelser om planläggning och byggande. Den framtida markanvändningen bestämmer ofta graden av efterbehandling, det vill säga till vilka riktvärden saneringen skall genomföras. Arbetet med förorenade områden kan ibland ligga före detaljplaneprocessen, men det gäller främst för de efterbehandlingar som initieras av hälso- och miljöskäl. (Naturvårdsverket & Boverket 2006)

3.5 Länsstyrelse och kommun

Länsstyrelserna ansvarar för efterbehandlingsarbetet på regional nivå, med inventeringar, undersökningar och åtgärder i samråd med kommunerna. På liknande sätt ansvarar kommunerna på lokal nivå, till exempel med att beakta efterbehandlingsproblem i samband med både fysisk planering och pågående markanvändning. (Naturvårdsverket 2003a) Länsstyrelse eller kommun, och Generalläkaren för områden som använts av försvarsmakten, fungerar även som tillståndsmyndighet genom att driva krav på utredningar och efterbehandlingsåtgärder för förorenade områden som har ansvarig verksamhetsutövare eller fastighetsägare. Länsstyrelse och kommun fungerar även som tillsynsmyndighet för efterbehandlingsprojekt. (Naturvårdsverket 2010d)

3.5.1 Anmälningsplikt och tillståndsplikt

Det är förbjudet att vidta en avhjälpandeåtgärd som kan medföra ökad risk för spridning eller exponering av föroreningar utan att anmäla arbetet till tillsynsmyndigheten, genom en saneringsanmälan. Förutom denna anmälningsplikt för samtliga efterbehandlingsprojekt, och tillståndsplikt i de fall efterbehandlingen kan anses utgöra miljöfarlig verksamhet, kräver vissa åtgärder och särskilda arbetsmoment även tillstånd från prövningsmyndighet. (Naturvårdsverket 2003b) En tillståndsprövning kan ta lång tid, ett halvår till över ett år, vilket även ökar kraven på tidplaneringen för efterbehandlingsprojektet (Naturvårdsverket 1997).

Tabell 3-2. Sammanställning av betydelsefulla åtgärder som kräver lov, anmälan eller tillstånd (efter Naturvårdsverket 2003b, Naturvårdsverket 2009b, Naturvårdsverket & Boverket 2006 och Andersson, M. 2010).

	Åtgärd/arbetsmoment	Kommentar/ enligt lag
Tillstånd krävs ej	Bortschaktning av förorenad jord	I normalfallet krävs inget tillstånd, men anmälningsplikt om risk för föroreningsspridning
	Uppsamling och utsläpp av förorenat läsvatten	Om schaktning medför vattenverksamhet (i vattenområde eller under grundvattenytan) kan vattendom krävas
	Behandling av förorenad jord on site	Kan i vissa fall kräva tillstånd beroende på om verksamheten berörs av punkter med A eller B under avfall i förteckning till FMH (SFS 1998:899)
Lov krävs	Rivning av byggnader	Rivningslov enligt 8 kap. PBL
	Schakter, fyllningar som avsevärt förändrar befintliga marknivåer utanför detaljplan	Marklov enligt 8 kap. PBL
Anmälan krävs	Efterbehandlingsprojekt med risk för att föroreningar sprids	28§ FMH om anmälningsplikt
	Upptäckt av föroreningar, även på kända objekt	10 kap. 11§ MB om upplysningsplikt
Anmälan eller tillstånd krävs	Miljöfarlig verksamhet	9 kap. 6§ MB om tillstånds- och anmälningsplikt
	Arbete i och vid vatten ex. muddring, avsänkning av grundvatten	11 kap. MB om vattenverksamhet
	Mellanlagring, behandling, deponering av förorenad jord	9 kap. 6§ MB om tillstånds- och anmälningsplikt för miljöfarlig verksamhet
	Transport, mellanlagring, behandling, deponering av farligt avfall	Avfallsförordning (SFS 2001:1063)
	Utsläpp av förorenat vatten	9 kap. 6§ MB om tillstånds- och anmälningsplikt för miljöfarlig verksamhet

3.6 Sammanfattning

- Det viktigaste styrmedlet för efterbehandlingsarbetet i Sverige är miljöbalken, i synnerhet kap 2 (allmänna hänsynsregler), kap 9 (miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd) och kap. 10 (verksamheter som orsakar miljöskador).
- Avfallsförordningen (SFS 2001:1063) är aktuell för hantering av massor med föroreningsgrad som överstiger riktvärden för farligt avfall.
- Efterbehandlingsåtgärder klassas ofta som miljöfarlig verksamhet, vilket kan medföra särskilda krav på exempelvis skyddsåtgärder under åtgärdsutförandet.
- Länsstyrelse och kommun fungerar som tillstånds- och tillsynsmyndighet för efterbehandlingsprojekt.

4 Åtgärdstekniker

Vilken metod som bäst lämpar sig för det specifika saneringsprojektet beror av flera olika faktorer, som exempelvis typ av förorening, koncentration, markförhållanden på platsen, risk för spridning av föroreningar till omgivningen etcetera. I kapitlet ges en bakgrund till frågeställningar med betydelse för valet av saneringsmetod. Därefter beskrivs kortfattat de behandlingsmetoder som finns på marknaden idag.

4.1 Val av behandlingsmetod

Trots likheter med traditionella anläggningsarbeten är efterbehandlingsprojekt ofta mer komplexa och knyter samman naturvetenskapliga, tekniska, toxikologiska, ekonomiska och juridiska aspekter som påverkar projektutformning och utförande. Även valet av efterbehandlingsmetod beror av dessa aspekter, tillsammans med förhållandena på platsen, vilken miljöpåverkan metoden i sig innebär och vilka åtgärds mål som satts upp för det specifika projektet. (Rosén m.fl. 2006)

Efterbehandlingen skall begränsa och minimera eller reducera föroreningarnas toxicitet, rörlighet och mängd. Detta kan göras genom metoder som tillämpar koncentration, immobilisering eller destruktion av föroreningsämnen, genom fysikalisk, biologisk, kemisk eller termisk behandling. (Helldén m.fl. 2006) Själva saneringsförfarandet kan ske in-situ, där den förorenade jorden behandlas direkt på plats utan att först grävas upp, eller ex-situ, där den förorenade jorden grävs upp. Ex-situ sanering innebär att jorden antingen kan behandlas on site, på plats inom projektområdet eller off site, genom transport till en behandlingsanläggning på annan plats. (Holm m.fl. 2007)

Vid val av åtgärds metod är det svårt att med säkerhet säga vilken renhetsgrad som kan uppnås vid behandling med en viss teknik, och pilot- eller fullskaleförsök kan behöva genomföras för att säkerställa resultatet. Särskilt svårt är detta för in-situ saneringar, där bland annat jordmaterialets porositet har betydelse för hur lång tid den valda metoden tar på sig för att sanera ett område till en viss resthalt. (Naturvårdsverket 2009b) Vilken saneringsmetod som lämpar sig bäst för den aktuella platsen och föroreningen styrs av ett flertal faktorer, och nedan ges en beskrivning av några viktiga frågeställningar som begränsar valet av saneringsmetod; (MarksaneringsInfo 2010d)

- Vilken typ av förorening skall saneras?
- Hur höga halter finns av föroreningsämnet eller ämnena?
- Består föroreningen av likartade ämnen eller är föroreningssituationen komplex?
- Vilka åtgärds krav finns/vilken kommande markanvändning är tänkt för området?
- Vilka markförhållanden finns på platsen och utgör dessa begränsningar för saneringsarbetet?
- Vilka jordarter (finkorniga/grovkorniga) finns på platsen?
- Hur stor är risken för spridning av förorening till omgivningen under arbetets gång?
- Finns risk för förorening av grundvatten och kommer schaktarbeten att utföras under grundvattennivån?
- Medför saneringen miljönytta?
- Ekonomiska ställningstaganden?

För att få bukt med organiska eller oorganiska föroreningar krävs skilda tillvägagångssätt och metoder, och även mer än ett behandlingssteg kan behövas för att nå uppsatta åtgärds mål och riktvärden för framtida markanvändning. Den hittills dominerande metoden för sanering av förorenade områden på land har varit uppschaktning med efterföljande transport och deponering. Huvudsakligen syftar behandlingsmetoderna generellt till att destruera organiska föroreningar och koncentrera oorganiska föroreningar. (Holm m.fl. 2007) Tabell 4-1 är en sammanställning av vilka av de vanligaste saneringsmetoderna som kan användas för organiska respektive oorganiska föroreningar.

Tabell 4-1. Sammanställning av saneringsmetoder efter typ av förorening och metodernas främsta användning enligt indelningen in-situ och ex-situ.

Typ av förorening	In-situ	Ex-situ	
		Off site	On site
Organisk	Vakuumextraktion Air sparging	Jordtvätt Termisk avdrivning Förbränning	Jordtvätt Biologisk nedbrytning Kemisk oxidation <i>Inneslutning</i>
	Biologisk nedbrytning Kemisk oxidation	Biologisk nedbrytning Kemisk oxidation <i>Inneslutning</i>	Biologisk nedbrytning Kemisk oxidation <i>Inneslutning</i>
Oorganisk	Stabilisering & solidifiering	Jordtvätt Förbränning	Jordtvätt
		Stabilisering & solidifiering <i>Inneslutning</i>	Stabilisering & solidifiering <i>Inneslutning</i>

4.2 Metoder för efterbehandling

4.2.1 Koncentrationsmetoder

Jordtvätt

Generellt gäller att merparten föroreningar binder till finfraktionerna i jorden (partiklar <0,63 µm). Genom att tvätta bort finfraktionen ur en förorenad jordmassa tas även den största delen av föroreningen bort, och grövre fraktioner sorteras ut och kan återföras som rena massor. Mellan 75-80 % av massorna kan på detta sätt återanvändas, medan resterande del förorenad finfraktion deponeras. (MarksaneringsInfo 2010e)

Vanligen används vatten som tvättvätska, men additiv som exempelvis tensider eller pH-reglerare kan tillsättas för att öka resultatet. Metoden är kostnadseffektiv med låg energiförbrukning och fördelar ur resurshanteringssynpunkt i och med att större delen

av materialet kan återanvändas. Jordtvätt lämpar sig för både organiska föroreningar och metallförorenade jordar, och kan utföras ex-situ off site eller i mobil anläggning on site. (Helldén m.fl. 2006)

Vakuumextraktion eller markventilation

Metoden tillämpas huvudsakligen in-situ för jord som förorenats av flyktiga organiska föreningar (VOC och s-VOC) i den omättade zonen ovan grundvattenytan. Jordlagren bör vara homogena med relativt hög permeabilitet. Vakuumpumpar skapar ett undertryck i den omättade zonen, varvid flyktiga och halvflyktiga kolväten extraheras och behandlas ovan mark i filter eller genom katalytisk förbränning. Metoden är temperaturberoende, varför den med fördel kan kombineras med tekniker som ökar marktemperaturen (exempelvis injicering av ånga eller elektrisk uppvärmning av marken) för att öka föroreningarnas flyktighet. (Helldén m.fl. 2006)

Air sparging

Vid air sparging pumpas tryckluft (kvävgas eller syrgas) in i den mättade zonen under grundvattenytan för att med hjälp av luftbubblor spola upp föroreningarna till den omättade zonen, där dessa kan extraheras genom vakuumextraktion (MarksaneringsInfo 2010c). Metoden används in-situ och tillämpas främst för flyktiga och halvflyktiga organiska föreningar i grundvattenzonen (Helldén m.fl. 2006).

Termisk desorption eller termisk avdrivning

Vid termisk avdrivning hettas materialet upp i en cylinderformad, vanligen roterande, ugn varvid föroreningar som flyktiga organiska föreningar (exempelvis PCB, PAH och pesticider) förångas och avdrivs inom temperaturintervallet 100-800 °C. Metoden fungerar även för kvicksilverförorenad jord, men inte för övriga metaller. (MarksaneringsInfo 2010b) Avdrivna föroreningar kan antingen koncentreras (koncentrationsmetod) i ett filter eller skrubber, eller destrueras (kan då ses som en destruktionsmetod) i en efterbrännkammare. Flertalet kolväten destrueras vid en temperatur av 900 °C, men högklorerade dioxiner kräver en förbränningstemperatur som överstiger 1000 °C. (Helldén m.fl. 2006)

Anläggningar för termisk avdrivning kan vara antingen fasta eller mobila, och metoden kan således tillämpas både ex-situ och on site (Helldén m.fl. 2006). Metoden är effektiv men dyr, då etableringskostnaden är hög och processen energikrävande. Miljönyttan kan dessutom diskuteras, då stora mängder energi per ton material behövs vid förbränningen, och ofta används dieselolja som medför betydande fossila koldioxidutsläpp. (Wikipedia 2010a)

Behandling av yt- och grundvatten

Pumpning med efterföljande behandling är den vanligaste metoden för att sanera förorenat grundvatten, där bland annat biologiska eller kemiska nedbrytningsprocesser, koncentrationsmetoder och olika typer av reaktiva barriärer eller filter kan användas. Grundvattenpumpning kan även användas för att hindra eller reducera spridning av föroreningar från en föroreningskälla, genom att grundvattengradienten påverkas så att grundvattenströmningen från föroreningskällan begränsas. (Helldén m.fl. 2006)

Filter eller reaktiva barriärer kan användas i syfte att hindra eller fördröja föroreningsspridning via yt- eller grundvatten. Bland annat kan metaller, PAH, dioxiner och PCB fastläggas eller fördröjas med hjälp av olika typer av filter. Vid schaktarbeten i förorenade områden blir problemställningar som har med länshållning och grundvatten genast aktuella, då risken att föroreningar sprids genom lakning och partikelspridning ökar vid hanteringen av förorenat vatten och jordmassor. (Helldén m.fl. 2006)

4.2.2 Destruktionsmetoder

Förbränning

Förbränning har länge använts för destruktionsmetoder av både farligt avfall och blandat icke-farligt avfall. Vid förbränningen omvandlas organiska föroreningar till oorganiska restprodukter, vid betydligt högre temperaturer än vid termisk avdrivning. Även metallföroreningar kan behandlas genom förbränning, då en vitrifierad, glasartad slaggprodukt som är att betrakta som inert bildas. Metoden kräver dock mycket energi, varför den är dyr och i första hand används för föroreningsämnen som inte kan behandlas genom enklare och billigare metoder. Av samma anledning föregås förbränning ofta av metoder med syfte att koncentrera föroreningarna till en mindre volym material, exempelvis genom sortering. (Helldén m.fl. 2006)

I Europa utförs förbränning i huvudsak i fasta och noggrant kontrollerade förbränningsanläggningar, medan det i både USA och Kanada i större utsträckning även finns mobila förbränningsanläggningar för behandling on site. En viktig aspekt är de oförbrända rökgaser som kan bildas vid förbränning, som måste renas innan utsläpp till luften. Restprodukter från förbränning blir ett rent men i stort sett sterilt jordmaterial samt en rökgasreningsprodukt, med föroreningshalter som ofta överstiger gränsen för farligt avfall, vilken måste deponeras. (Helldén m.fl. 2006)

Biologisk nedbrytning

Vid biologisk nedbrytning omvandlar mikroorganismer (bakterier och svampar) organiska föroreningar till enklare och mindre toxiska föreningar, och vid fullständig nedbrytning till koldioxid och vatten. Nedbrytningen kan påskyndas genom att mikroorganismer tillförs eller stimuleras att tillväxa genom ökad tillgång till syre, näring och vatten. Olika typer av mikroorganismer överlever och bryter ner föroreningar under särskilda förhållanden, som kan optimeras för den specifika föroreningen. (Helldén m.fl. 2006)

Biologiska metoder kan användas för rening av både grundvatten och jord, antingen in-situ eller ex-situ. In-situ sker behandlingen genom bioventilation eller injektion av väteperoxid, och ex-situ genom kompostering (som även relativt enkelt kan utföras on site) eller som bio-slurry i en bioreaktor. Biologiska nedbrytningsmetoder är ofta kostnadseffektiva och har visat sig framgångsrika för främst petroleum- och PAH-förorenade massor, exempelvis vid sanering av bensinstationer. (MarksaneringsInfo 2010f)

Naturlig självrening är en biologisk nedbrytningsprocess där nedbrytningen inte alls hjälps på traven. Nedbrytningen sker istället under naturliga betingelser, och följs endast upp genom jord- och grundvattenprovtagning. Avgörande för metoden är att den

pågående nedbrytningsprocessen är tillräckligt varaktig och effektiv för att föroreningen skall brytas ner till mindre farliga produkter. (Helldén m.fl. 2006)

Kemisk oxidation

Kemisk oxidation åstadkoms genom att ett oxidationsmedel tillsätts föroreningen, antingen in-situ eller genom bblandning med uppgrävda massor. Vilket oxidationsmedel som används beror på föroreningen, men kan exempelvis bestå av ozon, väteperoxid, kaliumpermanganat eller syrgas. Vid en fullständig oxidation omvandlas organiska föreningar till koldioxid och vatten. (Helldén m.fl. 2006)

4.2.3 Immobiliseringsmetoder

Stabilisering och solidifiering

Med stabilisering och solidifiering menas processer som syftar till att på kemisk väg immobilisera föroreningsämnena genom fysikalisk inkapsling och/eller kemisk omvandling. Föroreningarna övergår i en mindre lakningsbar form och i flera fall reduceras även toxiciteten till följd av att nya kemiska bindningar uppstår. Metoden innebär i allmänhet att jordens geotekniska egenskaper förbättras, exempelvis gällande hållfasthet och deformationsegenskaper, och i större utsträckning kan återanvändas i geokonstruktioner. (Holm m.fl. 2007)

Förbudet mot att deponera organiskt avfall tillsammans med en ökad konkurrens från biologiska och termiska behandlingsmetoder har bidragit till att stabilisering och solidifiering nästan uteslutande används för oorganiska föroreningar som metaller. Behandlingsmetoden kan användas antingen in-situ eller ex-situ. (Helldén m.fl. 2006)

Inneslutning och barriärteknik

Metoden innebär att föroreningen innesluts i ett barriärmaterial som hindrar eller reducerar tillförseln av vatten och syre. Barriärmaterialalets hydrauliska konduktivitet skall därför vara låg, lägre än 5×10^{-10} m/s. Inneslutning bör i första hand tillämpas där andra behandlingsmöjligheter saknas, på exempelvis koncentrat från jordtvättning eller mindre volymer med mycket höga föroreningskoncentrationer. (Helldén m.fl. 2006)

4.3 Typer av miljöpåverkan och effekter

Som redan nämnts klassas efterbehandling som miljöfarlig verksamhet och kan leda till konflikt mellan olika intressen. Ett förorenat område riskerar att påverka människors hälsa och miljön, men detsamma gäller för saneringsförfarandet av det förorenade området, med ökad risk för spridning och exponering av föroreningar. Hänsyn till vilka miljövinster och miljöförluster ett projekt medför måste tas i samband med planeringen av åtgärdslösningen, tillsammans med värdet av efterbehandlingen i förhållande till den miljöpåverkan åtgärden medför. (Helldén m.fl. 2006)

Miljöpåverkan kan anses vara antingen primär eller sekundär, och ge effekter vars betydelse avgörs av dess karaktär. Exempelvis är en permanent skada ofta allvarligare än en skada som kan återställas. En effekt kan vara; (Hedlund & Kjellander 2007)

- positiv eller negativ
- direkt eller indirekt
- läkbar eller irreparabel
- vändbar eller irreversibel
- kortsiktig eller långsiktig
- lokal, regional eller global
- kumulativ

Potentiell primär miljöpåverkan kan vara ekotoxicitet och human toxicitet från ett förorenat område. Starthalt och ambitionsnivå spelar ofta stor roll, då föroreningshalterna minskar i och med saneringen och med det även den primära miljöpåverkan. Sekundär miljöpåverkan kan istället vara exempelvis resursanvändning (figur 4-1), klimatpåverkan, försurning, övergödning och bildning av marknära ozon. Sekundära effekter påverkas i stor utsträckning av vilken efterbehandlingsmetod som används. (Andersson m.fl. 2008)



Figur 4-1. Användning av arbetsmaskiner påverkar miljön negativt i form av luftutsläpp.

4.3.1 Miljöpåverkan under efterbehandlingsarbetet

Den främsta miljöpåverkan från ex-situ saneringar är transporter av förorenade massor till behandlingsanläggning eller deponi, liksom transporter av rena massor till återfyllnad. Användning av rena ersättningsmassor innebär även en stor miljöpåverkan av naturresursskäl. Att deponera förorenade massor innebär dessutom att problemet flyttas någon annanstans, och i kretsloppssamhället är återvinning att föredra. Kan ex-situ saneringen ske med behandling och återvinning on site, besparas många transporter, liksom jungfruligt material. Även arbetsmaskiner bidrar till den negativa miljöpåverkan från ex-situ projekten. För in-situ saneringar utgör istället restriktioner i framtida markanvändning den största miljöpåverkan. (Helldén m.fl. 2006)

Vid en efterbehandling kan det bli aktuellt med spridningsbegränsande åtgärder, för att förhindra att föroreningar sprids via lakning och partikelspridning. Åtgärderna omfattar bland annat rening av omhändertaget länsvatten och uppumpat grundvatten från schakter, men även filter och barriärer i marken runt området, att vissa massor täcks vid mellanlagring och att transporter av förorenade massor körs täckta. (Helldén m.fl. 2006) Behovet av skyddsåtgärder kan även omfatta personlig skyddsutrustning för dem som arbetar eller för tredje man, exempelvis handskar, andningsskydd och dammförebyggande åtgärder (Naturvårdsverket 1997).

4.4 Sammanfattning

- Det finns likheter mellan utförandet av efterbehandlingsåtgärder och traditionella anläggningsarbeten, men miljömässigt är en efterbehandling ofta mer komplex i och med den ökade risken för föroreningsspridning och exponering.
- Val av efterbehandlingsmetod sker ofta i ett tidigt stadium av projektet, men ofta finns det utrymme för alternativa lösningar på platsen under åtgärdsarbetets gång. Skillnaderna mellan underlagshandlingar och verklighet kan vara stora och ställa krav på flexibla och platsspecifika lösningar.
- Entreprenörens miljöpåverkan under efterbehandlingsarbetet kan ofta begränsas och minimeras genom exempelvis återanvändning av mindre förorenade massor inom området, minimering av mellanupplag och användning av arbetsmaskiner och transporter på sätt som minimerar luftutsläppen.
- Skyddsåtgärder och spridningsbegränsande åtgärder under arbetets gång är viktiga ur miljö- och arbetsmiljösynpunkt.

5 Hur efterbehandlingsprojektet kan genomföras

Ett efterbehandlingsprojekt startar ofta till följd av en kartläggning av potentiellt förorenade områden, en exploatering eller upptäckten av miljöskada eller störning i omgivningen. Efterbehandlingsprojektet har många likheter med traditionella anläggningsarbeten, men kräver även unika problemlösningar. I detta kapitel behandlas översiktligt utformningen av ett efterbehandlingsprojekt och vilka aspekter som kan påverka genomförandet av projektet.

5.1 Projektets uppbyggnad

Efterbehandlingsarbetet inom ett förorenat område utförs ofta som del av ett anläggningsarbete, men förekommer även som renodlat saneringsarbete (Arbetsmiljöverket 2002). Projekten är ofta komplexa och behandlar specifika miljöfrågor om bland annat föroreningsutbredning, omgivningspåverkan och hälso- och miljörisker, som i samma utsträckning inte är aktuella för traditionella anläggningsarbeten (Naturvårdsverket 1997). Förutsättningarna medför att efterbehandlingsprojekt ofta genomförs med större osäkerhet än övriga anläggningsprojekt, då det finns ökad risk för att det dyker upp överraskningar i marken som omkullkastar planeringen (Naturvårdsverket 2003b).

Saneringsprojektet är uppbyggt på samma sätt som flertalet andra projekt, och kan delas in i projektskedena initiering, förstudie, huvudstudie, förberedelser, genomförande och uppföljning (se figur 5-1) (Naturvårdsverket 1997). Ett problem är att frågor som rör efterbehandling ofta kommer in sent i planeringsprocessen, och främst för områden som kräver efterbehandling av exploateringsskäl då exploitören snabbt vill igång med arbetena och kanske saknar tillräckliga miljötekniska underlag. Tidsåtgången för efterbehandlingen kan då lätt underskattas. (Naturvårdsverket & Boverket 2006)

Initiering Orienterande studie	Förstudie Översiktlig undersökning	Huvudstudie Undersökning Utredning	Förberedelser Projektering Upphandling	Genomförande Efterbehandling Miljökontroll	Uppföljning Kontroll
--	--	---	---	---	--------------------------------

Figur 5-1. Förenklad modell över de skeden som ingår i ett efterbehandlingsprojekt (efter Naturvårdsverket & Boverket 2006, s. 22).

Svårigheterna med marksaneringsprojekt hänger ofta samman med att de är starkt beroende av förutsättningarna på platsen, exempelvis gällande jordartsförhållanden, geografi, föroreningskoncentration och heterogenitet samt närvaro av hämmande substanser som till exempel tungmetaller. Denna aspekt försvårar både planeringen inför och genomförandet av projektet, eftersom förhållandena i marken snabbt kan växla och exempelvis utbredning och föroreningsituation förändras gentemot genomförda markundersökningar. (Andersson m.fl. 2008) Av ekonomiska såväl som av hälso- och säkerhetsskäl är det därför viktigt att entreprenören tidigt förstår vilka förutsättningar och risker som påverkar efterbehandlingsprojektet (Arbetsmiljöverket 2002).

5.1.1 Upphandling och entreprenadformer

Den som är ansvarig för en efterbehandling av ett förorenat område utses till huvudman för projektet, och har med det juridiska ansvaret för att genomföra efterbehandlingen. Ofta behöver huvudmannen, som beställare, köpa in externa resurser och kompetens i form av konsult- och entreprenadtjänster. (Naturvårdsverket 1997) Regler som styr upphandling är LOU, lagen om offentlig upphandling (SFS 2007:1091), tillsammans med standardavtal för upphandling och kontrakt av entreprenadtjänster enligt ABT06 eller AB04. Beskrivningar av entreprenadarbeten står att finna i Anläggnings AMA07. (uppdaterad efter Naturvårdsverket 1997)

Entreprenadformer

Vilken entreprenadform som upphandlas för ett efterbehandlingsprojekt har stor betydelse för hur begränsad entreprenören blir, exempelvis gällande möjlighet till påverkan av utförandet, val av åtgärds tekniker, problemlösningar etcetera. Beställaren bestämmer hur stor kontroll och bestämmanderätt han vill ha i projektet, var risktagandet skall ligga och vem som har det juridiska ansvaret för den slutliga lösningen. (Arbetsmiljöverket 2002)

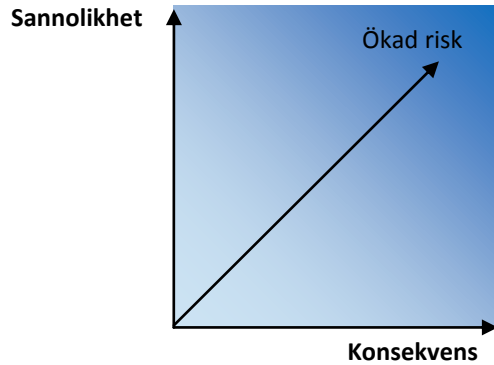
- Totalentreprenad. En totalentreprenad omfattar både projektering och utförande. Entreprenören ges större frihet genom projekteringen att till exempel välja åtgärds metod eller på annat sätt påverka hur projektet skall genomföras. Till grund för projekteringen ligger från beställaren ställda krav på den slutliga funktionen, exempelvis krav på att ställda åtgärds mål för saneringen är uppfyllda och tillåten föroreningsgrad efter saneringen (rambeskrivning). (Arbetsmiljöverket 2002)
- Utförandeentreprenad (generalentreprenad). För en utförandeentreprenad har beställaren utfört projekteringen och entreprenören åtar sig att utföra det arbete som framgår av handlingarna. Arbetena är helt styrda av kraven i handlingarna och entreprenören har liten möjlighet att påverka exempelvis val av utformningar och lösningar. Förhållanden, förutsättningar, krav och restriktioner skall finnas med som en beskrivning i anslutning till Anläggnings AMA07. (Arbetsmiljöverket 2002)
- Delad entreprenad. Beställaren kan välja att dela upp entreprenaden från start, exempelvis i en utförandedel och en deponimottagaredel om det bestämts att de förorenade massorna skall schaktas upp och transporteras till en extern mottagare.

Oberoende entreprenadform ställs det krav på hur entreprenören utför en efterbehandlingsåtgärd, genom gällande lagar, krav i beslut från tillsynsmyndighet beträffande saneringsanmälan, krav från beställare i anbudsunderlag och krav från konsult gällande förorenings situation, skyddsåtgärder etcetera (Bessfelt 2010).

5.2 Riskhantering

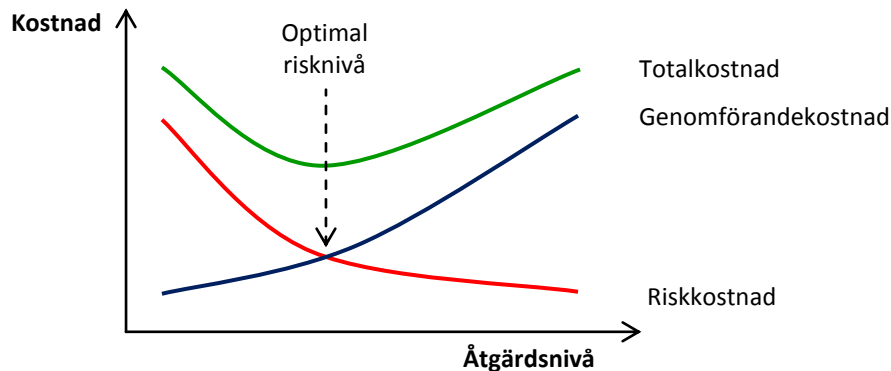
Risken av en negativ effekt ökar med ökad sannolikhet och konsekvens, se figur 5-2. Svårigheter med att dra slutsatser om utbredning och behov av efterbehandlingsåtgärder, ekonomiska ställningstaganden och en generellt svår riskbild, ger en mer osäker kalkyl än vid vanliga anläggningsarbeten. Noggrann planering krävs

för att efterbehandlingen skall gå smidigt och inte kosta mer än nödvändigt, men beslut och överväganden som gjorts under kalkylering och projektering begränsar även lösningar, moment och arbetssätt i utförandeskedet. (Naturvårdsverket 1997)



Figur 5-2. Risksamband för sannolikhet/konsekvens (efter Rosén m.fl. 2006, s. 30).

Riskhantering är en nödvändig del i projekt där osäkerheter kan leda till att felaktiga beslut tas, och där komplexiteten i efterbehandlingsprojekt medför risker. Hantering av risker innebär att identifiera, analysera och bemöta de risker som kan uppstå i projektet, för tänkbara händelser som kan påverka projektet i negativ riktning. (Tonnquist 2005) Ett kriterium för att utföra en viss åtgärd brukar vara att nyttan av riskreduktionen skall vara större än kostnaden för åtgärden (se figur 5-3) (Rosén m.fl. 2006).



Figur 5-3. Samband mellan totalkostnad, genomförandekostnad, riskkostnad och optimal risknivå (modifierad efter Rosén m.fl. 2006, s. 30).

5.3 Ekonomistyrning

Ekonomi är läran om att hushålla med begränsade resurser. Inom miljöekonomin är utgångspunkten att bevarandet av en ren miljö ofta är förknippat med kostnader, och att det därför är angeläget att studera hur en renare miljö kan uppnås till en förutbestämd kostnad. (Söderqvist m.fl. 2004) Svårförutsägbara mark- och föroreningsförhållanden medför ofta problem med att sätta upp och hålla en fast budget för ett visst saneringsprojekt. Jordens sammansättning kan skilja sig inom meter från provtagningspunkterna, och områden med högre föroreningshalter eller andra typer av föroreningar än vad som framgått av markundersökningarna kan påträffas under schaktarbetena. Heterogeniteten och de många frågetecknen kan väsentligen försvåra för kalkyleringen och senare även för ekonomistyrningen i projektet. (MarksaneringsInfo 2010a)

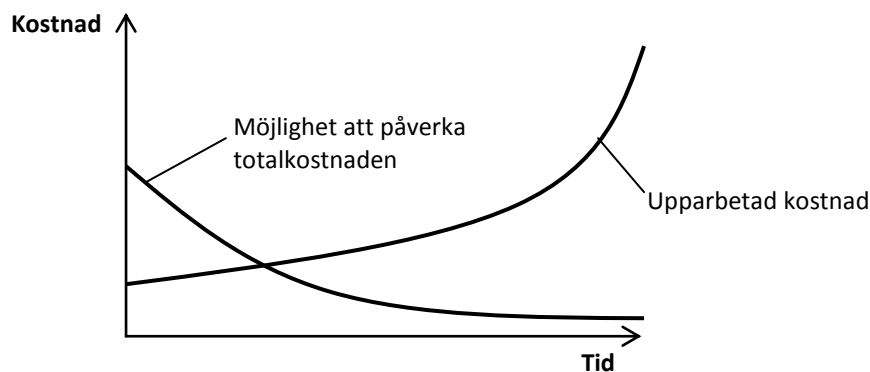
5.3.1 Svårigheter vid kalkylering

En viktig orsak till att avhjälpa miljöproblem är att de ofta drabbar andra än de som ställer till dem. Vår förmåga att bedöma om ett handlingsalternativ ger övervägande positiva eller negativa effekter är begränsad, då miljöproblem exempelvis kan sprida sig och bidra till global påverkan. Att miljö- och naturresurser påverkas av människans ingrepp är ingen hemlighet, men många gånger kan åtgärder medföra irreversibla effekter och konsekvenser som visar sig först längre fram i tiden. (Söderqvist m.fl. 2004)

Ett problem vid kalkylering av ett efterbehandlingsprojekt är svårigheten att prissätta en föroreningshalt. Att sätta priser på traditionella mark- och anläggningsarbeten som att gräva upp ett antal kubikmeter jord är entreprenören van vid, men mer sällan att prissätta en sänkning av markens innehåll av en viss förorening. Exakta mängdberäkningar blir därför också svåra att genomföra, tillsammans med att underlagshandlingar och markundersökningar sällan är fullkomliga. Det handlar om begränsade undersökningar gjorda för att ge en generell bild över föroreningssituationen inom ett visst område, och förhållandena kan lika gärna ändras med första spadtaget. (Naturvårdsverket 1997; Naturvårdsverket 2003b)

5.3.2 Samband mellan kostnad och påverkan

Möjligheten att påverka ett projekts totalkostnad minskar med genomförandetiden. Under de tidiga planeringsskedena av ett efterbehandlingsprojekt är kostnaderna måttliga och möjligheterna att påverka framtida kostnader stora, med då genomförandefasen har påbörjats blir situationen den omvända. Oförutsedda händelser kan lätt få kostnaderna att springa iväg. Figur 5-4 åskådliggör detta samband mellan kostnad och påverkan, och tydliggör viktigheten i att planera saneringsprojektet noggrant innan utförandet. (Naturvårdsverket 1997)



Figur 5-4. Förhållandet mellan kostnad och påverkan allt eftersom projektet fortlöper (efter Naturvårdsverket 1997, s. 27).

5.4 Projektering

Oavsett vilka efterbehandlingsåtgärder som blir aktuella att genomföra för ett projekt, behöver utförandet föregås av en projektering. Under projekteringen bestäms arbetenas omfattning, och åtgärdernas konsekvenser och behövliga skyddsåtgärder beskrivs. Projekteringsunderlaget tas fram av beställaren och ligger som grund för tillståndsprövning, upphandling och genomförande för utförandeentreprenaden. Det fordrar att förfrågningsunderlagen är tydliga och kalkylerbara samt redovisar förutsättningar, omfattning och ställda krav för utförande och godkännande. För en totalentreprenad utför entreprenören projekteringen inför genomförandet. (Naturvårdsverket 1997)

5.5 Utförande av ex-situ sanering

Det finns många likheter mellan efterbehandlingsprojekt och traditionella mark- och anläggningsarbeten, men också flera viktiga skillnader. Övriga och avvikelser mot genomförda markundersökningar och uppsatt kalkyl kräver god planering men även flexibilitet och beredskap för att snabbt kunna ändra planerna. Viktiga aspekter vid genomförandet är; (Naturvårdsverket 2003b)

- Avvikelser och förändringar gentemot markundersökningar och övriga handlingar
- Avsaknad av etablerad åtgärdsteknik och tidigare erfarenheter
- Kontinuerliga stillestånd för provtagning och miljökontroller
- Särskilda krav på hantering av förorenade massor, avfall och restprodukter
- Arbetsmiljöförhållanden som kan vara svåra att förutse
- Opinionstryck

Utförandet av en efterbehandling skiljer sig från projekt till projekt främst beroende av lokala förutsättningar och föroreningsituation, som påverkar valet av åtgärds metod. Ofta medför bristfälliga underlag svårigheter inför valet av metod eller kombination av metoder, då ett förorenat område kan ha stor och varierande föroreningsutbredning i både plan och djupled, lika väl som varierande föroreningslag. De markundersökningar som genomförs inför upphandlingen är ofta översiktliga då det varken finns anledning, tid eller ekonomiska medel att genomföra en alltför detaljerad undersökning av hela området. Kompletterande undersökningar kan därför behövas innan schaktarbetena sätter igång, för att ytterligare klargöra föroreningsituationen inom området eller inom särskilt förorenade delområden. (Naturvårdsverket 1997)

En ex-situ sanering kan ske on site eller off site (se avsnitt 4.1, *Val av behandlingsmetod*), och omfattar ofta arbetsmoment som schaktning, sortering, mellanlagring, behandling, transport, återvinning, deponering samt transport av ersättningsmassor i form av rent material. Till dessa moment kommer länshållning och omhändertagande av vatten, spridningsbegränsande åtgärder, arbetsmiljöarbete och kontinuerliga miljökontroller.

5.5.1 Masshantering

Schaktarbeten bör utföras pallvis och inom avgränsade rutor med likartad föroreningsammansättning, för att förhindra sammanblandning av massor med olika föroreningsinnehåll. Utspädning ger generellt en större mängd förorenat material att omhänderta, samtidigt som effektiviteten i schaktsaneringen minskar och mindre mängd material kan återanvändas på plats. Genom väl planerad schaktning underlättas även kontroll och provtagning av framgrävda ytor. (Helldén m.fl. 2006)

En grävsanering innebär ofta att förorenade massor transporteras iväg till deponi eller behandling off site (figur 5-5), och underskottet ersätts med rena massor. Fördelen är att högt ställda åtgärds mål med krav på låga föroreningsnivåer kan nås, och att miljökontrollen under arbetets gång underlättas genom transportdokument för förorenade massor och viktsedlar för rena ersättningsmassor. Schaktarbetena medför också aktiviteter med hantering, sortering och mellanlagring av massor och material, för en ”miljöklok” och ekonomisk logistik. Sorterverk kan med fördel användas för att

avskilja stenar, block och avfallsrester innan behandling eller återanvändning, dels för att homogenisera jordmassorna, dels hålla nere vikten vid transport. (Helldén m.fl. 2006) Vid mellanlagring kan det även bli aktuellt med tillfälliga skyddsåtgärder som täckning, täta underlag eller uppsamling av lakvatten (Naturvårdsverket 2009b).



Figur 5-5. Lastning av förorenade massor, Lomma Hamn

Grundvattenytans läge har stor betydelse för schaktarbetet. Länshållning av förorenat vatten kan kräva reningsåtgärder, men genomsläppliga fyllnadsmassor kan även innebära en snabb tillströmning av vatten med stora volymer som måste omhändertas. Grundvattensänkning inom förorenade områden kan även innebära att rena jordmassor förorenas, och det kan istället bli aktuellt med spontning eller andra hjälparbeten för att minimera risken för föroreningsspredning. (Naturvårdsverket 2009b)

5.5.2 Transporter vid behandling och deponering

För behandling off site eller deponering krävs transporter av förorenade massor. Ofta sker dessa med lastbil, men även tåg och pråmtransporter används och kanske i synnerhet vid längre transporter som exempelvis till extern mottagare utomlands. Transporter med lastbil är den faktor som generellt anses stå för den största negativa miljöpåverkan från ex-situ sanering, men lokala problem kan även uppstå med exempelvis lukt eller damning. (Helldén m.fl. 2006) Anläggningar för mottagning och behandling av förorenade massor är på många håll i Sverige en bristvara, vilket ofta kan leda till att långa transporter eliminerar den miljövinst som är tänkt att uppnås genom saneringen. (MarksaneringsInfo 2010g)

5.5.3 Återvinning och ersättningsmassor

En något snedvriden problematik är att det ofta är billigare att deponera förorenade massor än att behandla dem, något som är dåligt ur miljösynpunkt och ej förenligt med målen för hur avfall skall hanteras (enligt avfallshierarkin, se avsnitt 3.1.1) (Naturvårdsverket 2003b). Problematiken skapar även ett behov av återfyllningsmassor efter schakt, ofta i form av rena externa ersättningsmassor. Att reducera föroreningshalterna genom att blanda förorenade massor med renare massor är inte acceptabelt, och inte heller att omfördela starkt förorenade massor inom området då det i sig inte ger någon nettominskning av föroreningsmängderna. (Naturvårdsverket 2009b)

Återfyllningsmassor får inte bidra till en ökad föroreningshalt i någon del av området eller till att nya föroreningar sprids inom området. Höga krav måste därför ställas på ersättningsmassor vars föroreningsgrad bör ligga under eller så nära de lokala bakgrundshalterna som möjligt, förutsatt att dessa understiger de nationella bakgrundshalterna. Maximal föroreningshalt för fyllnadsmassor bör vara de lägst gällande riktvärdena för den aktuella markanvändningen, se figur 5-6. Krav kan även behöva ställas på återfyllnadsmassornas geotekniska egenskaper, exempelvis beträffande packbarhet, jordart och bärförmåga. (Naturvårdsverket 2009b)

	Generellt riktvärde	Platsspecifikt riktvärde
	Platsspecifikt riktvärde	Generellt riktvärde
Föroreningshalten i externa ersättningsmassor bör ligga under denna nivå	Bakgrundshalt	Bakgrundshalt

Figur 5-6. Föroreningshalter i externa ersättningsmassor (efter Naturvårdsverket 2009b, s. 146).

Ju senare i produktionen, desto svårare blir det att återanvända och återvinna material inom ett projekt på bästa ekonomiska och miljömässiga sätt. Redan i ett tidigt skede i projekteringen bör ställning tas till befintliga material och hur dessa kan återanvändas inom projektet, med fokus på materialens egenskaper, dess påverkan på omgivningen och omgivningens tålighet i det enskilda fallet. Behandlade massor och massor med lägre föroreningshalter kan exempelvis användas som återfyllningsmassor inom området. (SGF 2003)

5.6 Kvalitetssäkring

Slutprodukten av ett efterbehandlingsarbete är att ett tidigare förorenat område renats till i förväg bestämda haltgränser, och med det kan användas för nya ändamål. Det är viktigt att kunna säkra kvaliteten av en efterbehandling, inte minst av miljömässiga och etiska skäl. Om området skall exploateras och bebyggas med bostäder är det viktigt att kunna garantera att området är rent nog för den avsedda markanvändningen, och att risk för människors hälsa inte längre föreligger.

Entreprenörens egenkontroll framgår av kontrollplanen. Viktigt är att kontinuerligt följa upp åtaganden om provtagning och miljökontroller under arbetets gång, för att på ett trovärdigt sätt kunna redovisa genomförda åtgärder och måluppfyllelse mot ställda krav. En slutredovisning av genomförda åtgärder, masshantering och uppnådda resultat skall dessutom lämnas in till tillsynsmyndigheten, som ger klartecken för att de krav som ställts för saneringen också uppfyllts. Ett tidigare förorenat område friklassas inte för all framtid, utan länsstyrelsen förbehåller sig rätten att ändra sitt beslut om förändrade kunskaper om miljögifter och deras effekter kan föranleda att nya krav behöver ställas. (MarksaneringsInfo 2010a)

5.6.1 Åtgärds mål blir åtgärds krav för entreprenören

Åtgärds mål kan delas in i dels övergripande, dels mätbara åtgärds mål. Övergripande åtgärds mål anger vad som är tänkt skall uppnås med en viss efterbehandlingsåtgärd, genom exempelvis markanvändning efter genomförd sanering och vilken störning som kan accepteras inom området. (Naturvårdsverket 2009b)

Mätbara åtgärds mål anger vad som krävs för att uppnå de övergripande åtgärds målen, och bör formuleras på ett kvantifierbart sätt, som till exempel acceptabel resthalt efter genomförda åtgärder. För att nå åtgärds målen i genomförandet av åtgärdena formuleras åtgärds krav, som ligger till grund för aktiviteter som upphandling, uppföljning av entreprenaden samt efterföljande miljökontroll. Åtgärds kraven formuleras ofta som utförandekrav, funktionskrav och egenskapskrav med syfte att vägleda entreprenören under åtgärds utförandet. (Naturvårdsverket 2009b)

5.6.2 Miljökontroll

För miljökontroll under genomförandet av en efterbehandlingsåtgärd kan antingen provtagning med efterföljande laboratorieanalys eller direkta mätningar i fält användas (Helldén m.fl. 2006). För mätningar i fält finns instrument som kan analysera organiska och oorganiska föreningar, som till exempel PID och FID, immunoassay och XRF. PID (fotojonisationsdetektor) är en fältmetod som mäter innehållet av lättflyktiga kolväten i porgas, och kan användas för att välja ut prover för vidare analys på laboratorium eller för att ge en bild av den flyktiga föroreningens utbredning. Immunoassay bygger på att en viss förorening binder till ämnesspecifika antikroppar, som främst finns framtagna för organiska föreningar som PAH och PCB, men även några oorganiska som kadmium och kvicksilver. En XRF (röntgenfluorescensspektrometer) kan användas för analys av ett flertal olika metaller i ett jordmaterial. (SGF 2004)

5.7 Arbetsmiljö och säkerhet på arbetsplatsen

Efterbehandlingsarbeten är förenade med risker för inte bara föroreningsspridning och omgivningspåverkan, utan även för de som utför arbetet. I likhet med traditionella mark- och anläggningsarbeten finns exempelvis risk för ras vid schaktarbeten, fall till lägre nivå och risker förknippade med felaktig hantering av arbetsredskap. Inom förorenade områden exponeras personalen dessutom för hälsovådliga ämnen genom partikelbunden spridning och avgång av gas. I speciella fall kan risk för brand eller explosion föreligga, och syrebrist i schaktgropar och svackor till följd av att tyngre gaser tränger undan syret eller att syreförbrukande nedbrytning pågår. (Arbetsmiljöverket 2002)

Arbetsmiljöansvaret ligger på arbetsgivaren och regleras i arbetsmiljölagen (SFS 1977:1160). Rättspraxis ställer höga krav på förebyggande av olycka på alla nivåer, och även anställda har enligt lag ett arbetsmiljöansvar och skall medverka till att skapa en god arbetsmiljö. Vid riskfyllda arbeten ansvarar byggherren för att en arbetsmiljöplan upprättas, vilket i princip gäller för alla arbeten inom förorenade områden. Arbetet med att ta fram en arbetsmiljöplan kan överlåtas till entreprenören vid kontraktsskrivningen, men byggherren kan aldrig överlåta det formella ansvaret för planen. (Arbetsmiljöverket 2002)

För ett efterbehandlingsprojekt är det särskilt viktigt att arbeta med frågor som rör; (Arbetsmiljöverket 2002)

- förmedling av information om föroreningssituation och hälsorisker till berörd personal
- arbetsrutiner
- personlig skyddsutrustning
- förebyggande av exponeringsskador
- olycksberedskap (första hjälpen, möjlighet att skölja ögon och hud samt spillberedskap)
- skyddsåtgärder vid riskkällan
- minimering av risken för föroreningsspridning

5.7.1 Skyddsnivåer och personlig skyddsutrustning

Olika skyddsnivåer kopplade till hälsorisk och rekommendationer på personlig skyddsutrustning kan upprättas för att förebygga att personal skadas av hälsovådliga ämnen inom efterbehandlingsprojektet. Skyddsnivåer som generellt brukar användas är; (Arbetsmiljöverket 2002)

- Skyddsnivå C; ingen kontakt med hälsofarliga ämnen förväntas.
- Skyddsnivå B; viss risk för skada på andningsvägar, hud och ögon.
- Skyddsnivå A; mycket stor risk för skada på andningsvägar, hud och ögon.

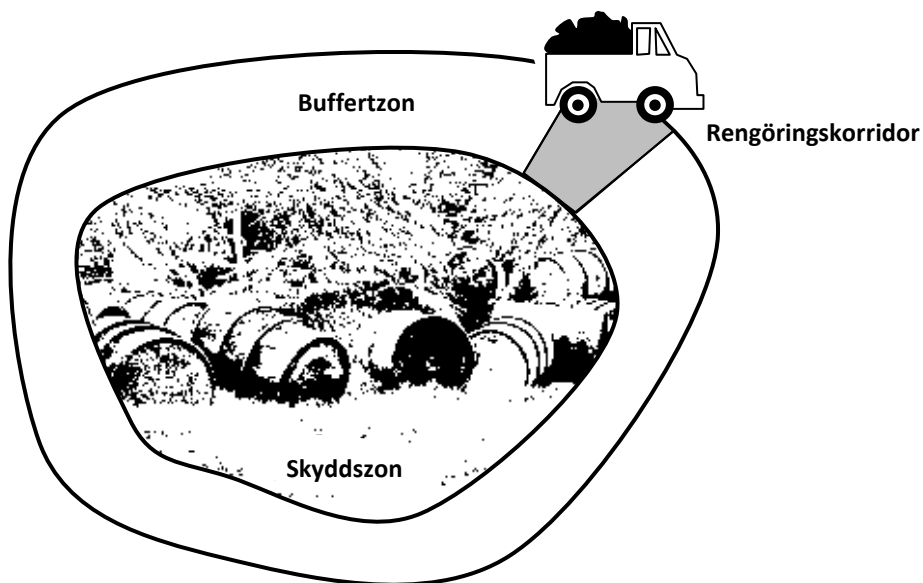
Personlig skyddsutrustning regleras i AFS 2001:3, Användning av personlig skyddsutrustning, men krav på utrustning inom projektet bör följa av projektets art och de risker projektspecifika föroreningar medför (Arbetsmiljöverket 2002). En sammanställning av rekommenderad skyddsutrustning vid arbeten förknippade med efterbehandlingsåtgärder återfinns i tabell 5-1.

Tabell 5-1. Utdrag ur lista över föreskrifter och allmänna råd som innehåller särskilda regler om användning av personlig skyddsutrustning (AFS 2001:3) vid arbeten med vissa hälsovådliga ämnen samt byggnads- och anläggningsarbeten (efter Arbetsmiljöverket 2010).

	Hjälm	Hörselskydd	Ögonskydd	Handskar	Skyddskläder	Skyddsskor	Andningsskydd	Fallskydd
Kemiska arbetsmiljörisker (AFS 2000:4)			x	x	x			
Gaser (AFS 1997:7)			x	x	x	x	x	x
PCB (AFS 1985:1)			x	x	x	x	x	
Oljor (AFS 1986:13)				x	x			
Bly (AFS 1992:17)					x		x	
Asbest (AFS 1996:13)					x		x	
Bekämpningsmedel (AFS 1998:6)			x	x	x	x	x	
Ras (AFS 1981:15)	x							
Buller (AFS 2005:16)		x						
Byggnads- och anläggningsarbeten (AFS 1999:3)	x	x	x	x	x	x	x	x

5.7.2 Indelning av arbetsområde i skyddszoner

För att minska miljö-, arbets- och säkerhetsriskerna inom arbetsområdet och minimera föroreningsspridning till omgivningen, kan vissa projekt behöva delas in i tydliga zoner för olika föroreningsgrad likväl som för olika aktiviteter. I det generella fallet kan skyddszoner användas efter vilken föroreningshalt ett delområde har, och för att förebygga exponering för exempelvis tredje man kan en buffertzon upprättas utanför skyddszonen. Även plats för rengöring av fordon, utrustning och personal kan behöva avsättas för att minimera risken för exponering och föroreningsspridning, se figur 5-7. (Arbetsmiljöverket 2002, SGF 2004)



Figur 5-7. Indelning av ett arbetsområde i skydds- och buffertzon (efter Arbetsmiljöverket 2002, s. 45 och SGF 2004, s. 35).

5.8 Sammanfattning

- Marksaneringsentreprenader är ofta starkt beroende av lokala förutsättningar på platsen som styr hur efterbehandlingsåtgärder kan och bör utföras.
- Likheter med traditionella anläggningsarbeten skapar förutsättningar för entreprenörer med anläggningskompetens, men kräver samtidigt ett bredare och med specifikt miljöarbete med unika frågeställningar om bland annat föroreningsspridning, omgivningspåverkan och hälso- och miljörisker.
- Entreprenadformen påverkar möjligheten för entreprenören att i ett tidigt skede påverka utförandet, men alternativa lösningar kan bli aktuella även under åtgärdsutförandet.

- Okända markförhållanden kan skapa svårigheter för åtgärdsarbetet och för projektets ekonomistyrning, genom exempelvis oförutsedda stillestånd vid påträffande av nya föroreningar. Styrningen av efterbehandlingsprojektet är kanske särskilt viktig då förutsättningarna ofta inte är helt kända och då möjligheten att påverka projektets totalkostnad minskar allt eftersom att projektet fortlöper.
- Efterbehandlingsarbete innebär ofta arbetsmiljöförhållanden som kan vara svåra att förutse.
- Kontinuerliga miljökontroller säkerställer projektets kvalitet och måluppfyllelse.
- Opinionstryck kan inverka på hur projektet framstår.

6 Projektorganisation

Ett efterbehandlingsprojekt ställer ofta krav på stor flexibilitet och specialkompetens inom miljöområdet. En helhetssyn kan dock vara svår att skaffa sig inför ett unikt saneringsprojekt, då erfarenheter och referensprojekt många gånger saknas. I kapitlet behandlas begrepp som hör projektorganisationen till, som nyckelroller, kompetens, informationshantering och erfarenhetsåterföring.

6.1 Krav på flexibilitet

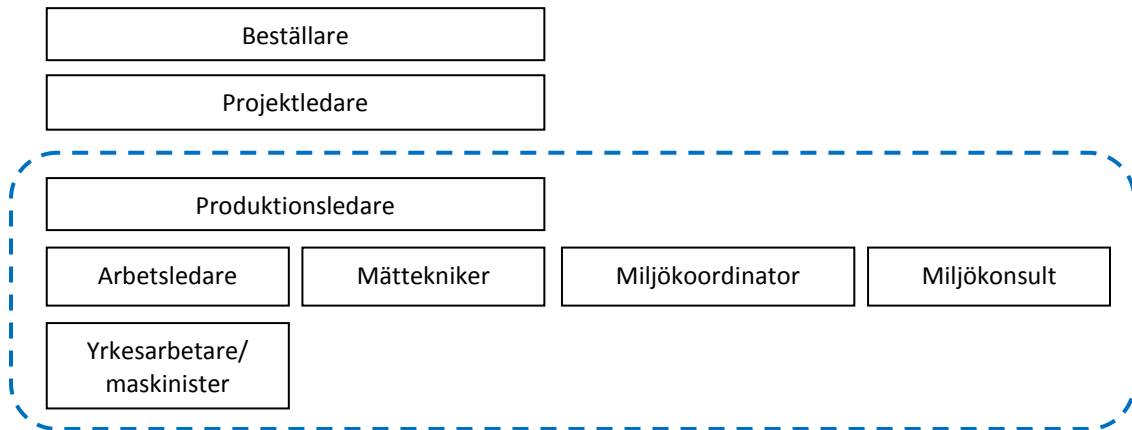
Efterbehandlingsprojekt ställer höga krav på en väl fungerande projektorganisation som kan hantera både etablerad och ny teknik i nya sammanhang. Projekten ställer även krav på flexibilitet, både i planeringsstadiet och senare under utförandet. För att identifiera nyckelfrågor och koncentrera projektet till de mest väsentliga punkterna krävs helhetssyn och bred kompetens, något som kan vara svårt att skaffa sig inför det specifika saneringsprojektet då erfarenheter och referensprojekt många gånger saknas. (Naturvårdsverket 1997)

Målet med att organisera en verksamhet är att optimera användningen av de resurser som finns att tillgå, då resurser alltid är begränsade. Organisation omfattar de tre huvuddelarna struktur, processer och kultur. Strukturen omfattar exempelvis hierarki, befattningar och titlar, processerna är handlingar och händelser, och kulturen berör aspekter som till exempel värderingar, normer, språk, ledarskap och motivation. En projektorganisation är många gånger tillfälligt sammansatt för det specifika projektet, och löses upp i samband med att projektet avslutas. (Tonnquist 2005)

6.2 Nyckelroller i projektgruppen

Projektgruppens huvuduppgift är att utföra de aktiviteter som leder fram till beställarens projektmål. Projektet är organiserat runt beställare och projektledare, men för utförandet av en entreprenad finns en särskild projektgrupp bestående av produktionschef, arbetsledare, mättekniker, yrkesarbetare och/eller maskinister, se figur 6-1. Därtill kommer konsultkompetens om behov finns, och lämpligen en miljökoordinator som sköter frågor och egenkontroller knutna till miljöproblematiken inom efterbehandlingsprojektet. (Stuhr Olsson 2010)

Att projektorganisationen har tydliga roller och ansvarsfördelning är viktigt för att varje medarbetare skall veta vad som krävs och osäkerheter om vem som skall göra vad minimeras. Projektgruppen skall därför bestå av endast de personer som behövs för att utföra uppgiften. (Tonnquist 2005)

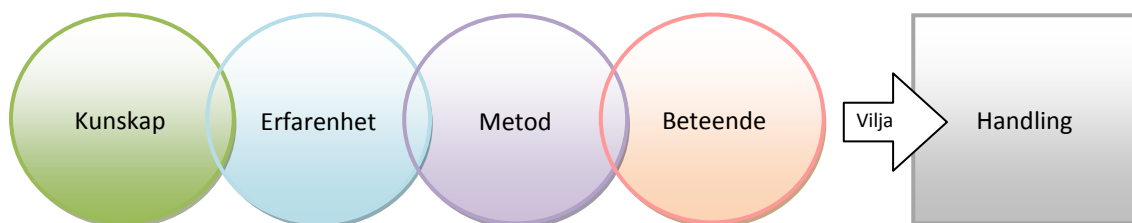


Figur 6-1. Schematisk bild över en projektorganisation, med förslag på roller i projektgruppen för ett efterbehandlingsprojekt inom det streckade området (modifierad efter Stuhr Olsson 2010 och Tonnquist 2005, s. 79).

6.2.1 Kompetens

Den projektgrupp som skall genomföra en efterbehandlingsentreprenad måste täcka den kompetensprofil uppgiften kräver. Det handlar framförallt om att kunna hantera bygg- och miljötekniska, juridiska och ekonomiska frågor under projektets gång. (Naturvårdsverket 1997) En effektiv grupp bör bestå av personer med olika personligheter, egenskaper och erfarenheter, då det ökar möjligheterna att belysa problem från olika håll. En heterogen grupp riskerar dock att stöta på samarbetssvårigheter, då varje karaktär besitter såväl förmågor som brister. (Tonnquist 2005)

Kompetens är förmåga att tillämpa kunskaper och erfarenheter inom ett visst område, men kräver även en vilja att omsätta kunskap i handling, se figur 6-2. Kunskap och erfarenheter utvärderas i metodkompetens, för att tillämpa modeller, rutiner och verktyg. Slutligen innebär beteendekompetens förmåga att uppvisa ett för situationen lämpligt beteende. (Tonnquist 2005) Begreppet kompetens är således någonting som successivt byggs upp i och med praktisk tillämpning i projekt, och figur 6-2 kan med det även läsas baklänges där handling ger ökad förmåga till rätt beteende och metod, ökad erfarenhet som därmed bygger kunskap vilket ökar kompetensen.



Figur 6-2. Kompetens kan anses bestå av de fyra områdena kunskap, erfarenhet, metod och beteende, som omsätts i handling (modifierad efter Tonnquist 2005, s. 295).

Förutom ren anläggningsprojektkompetens, kan specialkompetens inom områden som exempelvis hydrogeologi vid föroreningssituationer som rör mark- eller grundvatten, mark- och vattenkemi eller toxikologi behövas i olika stadier av efterbehandlingsprojektet. Specialkompetens upphandlas ofta som extern konsult i de skeden och för de moment där kompetensen behövs. (Naturvårdsverket 1997) För ett saneringsprojekt kan, som redan nämnts ovan, en miljökoordinator med kunskap inom miljöområdet vara en stor tillgång vid hantering av miljöfrågor inom projektet. För exempelvis större grävsaneringar, som kräver omfattande logistik, kan även behov finnas av utökade kunskaper inom detta område.

6.3 Informationshantering

Bristande eller otydlig information och kommunikation kan skapa problem för projektet, både internt och externt (Naturvårdsverket 1997). För att förebygga hälso-, säkerhets- och miljörisker vid arbete inom förorenade områden måste all personal informeras om gällande regler på arbetsplatsen. Informationen bör exempelvis omfatta en beskrivning av föroreningssituationen, vilka risker som arbetet kan innebära samt skyddsåtgärder och personlig skyddsutrustning. Generellt gäller arbetsgivaransvaret, vilket innebär att arbetsgivaren är skyldig att vidta åtgärder för att förebygga ohälsa eller olycksfall på arbetsplatsen. (Arbetsmiljöverket 2002)

En introduktion till aktuella risker och regler som gäller på arbetsplatsen är bra att genomföra innan projektstart, men det är viktigt att även hålla motsvarande information för personal som kommer in efter det att arbetena påbörjats, för tillfällig personal och besökande. Den muntliga informationen bör alltid kompletteras av en lättläst sammanfattning i skrift. (Arbetsmiljöverket 2002) Med information skapas rätt förutsättningar för engagemang och deltagande, och om samstämmighet existerar mellan projektdeltagarnas individuella mål och projektets mål stärker det projektet och ökar möjligheterna att lyckas (Tonnquist 2005).

6.3.1 Information till tredje man

En erfarenhet som dragits vid flera större efterbehandlingsprojekt är att öppenhet gentemot närboende och annan allmänhet ökar möjligheterna att uppnå ett bra resultat. Med rätt riktad information ökar förståelsen för projektet och riskbilden klargörs även för tredje man. Därför kan det vara en fördel att tidigt planera för särskilda informationsinsatser. (MarksaneringsInfo 2010a)

6.4 Trovärdighet

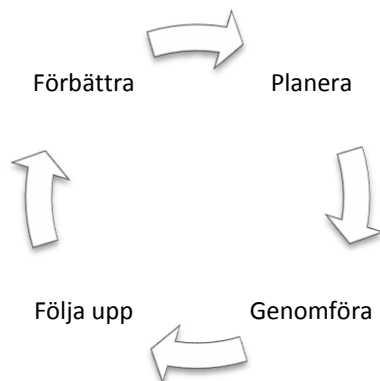
Trovärdighet är ett viktigt begrepp i sammanhanget, då föroreningar ofta rör upp starka känslor hos allmänheten som skapar otrygghet och en dålig inställning mot förorenade områden. Att ta bort en sådan negativ stämpel och istället skapa positiva värden för rekreation eller boende, kräver trovärdighet i utförandet av efterbehandlingsåtgärderna. På så sätt kan begreppet även kopplas samman med kvalitet. Det är av största vikt för trovärdigheten att kvaliteten på efterbehandlingsprojektet blir som utlovat, och att området är rent nog för den markanvändning som avses så att människor inte påverkas av en fortsatt olämplig föroreningssituation.

Trovärdighet kan anses bestå av flera olika parametrar, som alla måste vara uppfyllda för att tillit skall infinna sig hos beställare eller slutkund; (modifierad efter Warg m.fl. 2008)

- Kompetens
- Engagemang
- Objektivitet
- Rättvisa
- Förutsägbarhet
- Förtroende

6.4.1 Miljöledningssystem

Ett seriöst miljöarbete krävs för att en organisation skall få den trovärdighet som behövs för framgångsrik verksamhet och miljödriven utveckling. Miljöledningssystem är verktyg för att strukturera organisationens miljöarbete, och förutsätter ständiga förbättringar genom processen planera, genomföra, följa upp och förbättra (PDCA – plan, do, check, act, se figur 6-3 nedan). Införandet av ett miljöledningssystem påverkar organisationens kostnader och intäkter, och medför ofta positiva aspekter som gemensamma arbetssätt, minskad miljöbelastning och ökad kundtillfredsställelse. (Piper m.fl. 2004)



Figur 6-3. Illustration av PDCA-cykeln (efter Piper m.fl. 2004, s. 97).

ISO 14000-serien är en internationell miljöledningsstandard med basen i ISO 14001 som beskriver hur organisationens miljöarbete skall bedrivas för att ständigt leda till bättre miljöprestanda. ISO 14001 accepteras även som inre kärna i EMAS (Eco Management and Audit Scheme), EU:s miljöstyrnings- och miljörevisionsordning. EMAS är en förordning, och svensk lag, med syfte att stimulera organisationer till att vidareutveckla sitt miljöarbete. (Piper m.fl. 2004)

Enligt standarden måste organisationen identifiera de aktiviteter och verksamheter som inverkar på miljön, både aspekter som organisationen kan styra över direkt och aspekter som kan påverkas indirekt. Dessutom krävs att organisationen har kontroll över sina betydande miljöaspekter. Organisationens kan även låta ett utomstående certifieringsorgan certifiera eller registrera miljöledningssystemet. (Piper m.fl. 2004)

6.5 Erfarenhetsåterföring

Enligt SBUF (2006) är bristen på erfarenhetsåterföring och spridning av kunskap mellan olika projekt ett stort problem inom byggbranschen. Misstag upprepas ständigt istället för att alla i organisationen tar del av och lär sig av misstagen. Erfarenhetsåterföring innebär att tillvarata erfarenheter för att på ett systematiskt sätt sprida kunskapen vidare till nya projekt. Ofta saknas tillräckligt lättillgängliga och tydliga rutiner, eller så används inte de rutiner för erfarenhetsåterföring som finns i organisationens kvalitetssystem. (SBUF 2006)

En individ medverkar normalt i en grupp, en organisation och en bransch. Ett problem är att nya erfarenheter genereras i den temporära projektverksamheten, i gruppen, och att kunskapen måste flyttas över till den fasta organisationen för att vara tillgänglig att användas i nya projekt. (SBUF 2006) Erfarenhetsåterföring är särskilt viktigt då varje enskilt projekt är unikt, och kunskap och erfarenheter är värdefulla för kommande projekt. Om den projektorganisation som skall ta sig an en efterbehandling varje gång måste börja på en blank sida, är sannolikheten större att misstag upprepas och att arbetsmoment i projektet inte kan optimeras. (Tonnquist 2005)

6.6 Sammanfattning

- Likheter med traditionella anläggningsarbeten skapar goda förutsättningar för entreprenörer med anläggningskompetens, men efterbehandlingsprojekt ställer samtidigt krav på kompetens inom flera specialområden.
- Avsaknad av etablerad åtgärds teknik och tidigare erfarenheter kan försvåra för en projektgrupp som inte tidigare arbetat med efterbehandlingsproblematik. Erfarenhetsåterföring inom organisationen är därför viktig för att föra vidare kunskap till nästföljande projekt.
- Ofta ställs krav på flexibilitet i både projektorganisationen och i åtgärdsutförandet, för att minimera exempelvis stillestånd vid förändringar i jämförelse med underlagen.
- Välriktad information till närboende och allmänhet skapar förståelse för projektet och riskbilden klargörs, något som ofta underlättar för åtgärds genomförandet i och med färre frågor från tredje man och en mer positiv attityd gentemot projektet.
- För att nå ett bra efterbehandlingsresultat krävs, förutom uppnådda åtgärds krav och tillräckligt låga resthalter, trovärdighet i hur arbetet har utförts, exempelvis gällande skyddsåtgärder och miljö- och kvalitetskontroller. Utan trovärdighet kan det bli det svårt för allmänheten att acceptera att ett tidigare förorenat område skulle vara tillräckligt rent efter saneringsåtgärderna.

7 Fallstudie

Fallstudien är i stort uppbyggd som en erfarenhetsåterföring där fyra efterbehandlingsprojekt, genom studiebesök och intervjuer, har analyserats med avseende på risker och möjligheter. De aspekter som särskilt har tagits i beaktande i fallstudien är entreprenadform, efterbehandlingsmetod, projektutformning, organisation och kvalitet/miljökontroll, enligt tabell 7-1 nedan.

Tabell 7-1. Aspekter som särskilt tas i beaktande för fallstudien.

Entreprenadform	
Efterbehandlingsmetod	Föroreningssituation Teknik Återanvändning
Projektutformning	Logistik Miljö Ekonomi (kostnad)
Organisation	Platsorganisation Kompetens
Miljökontroll och kvalitetssäkring	

7.1 Studiens efterbehandlingsprojekt

För fallstudien har följande fyra efterbehandlingsprojekt analyserats;

- Lomma Hamn, Lomma (genomförandestadiet)
- Glasbruket, Limhamn (genomförandestadiet)
- BT-Kemi, Teckomatorp (genomfört projekt)
- Gasverket, Kristianstad (projekteringsstadiet)

Projekten Lomma Hamn och Glasbruket är i skrivande stund i genomförandestadiet. Projekten har likartade förutsättningar gällande föroreningssituation och modell för genomförandet, men utförs något annorlunda i jämförelse med varandra. Glasbruket har till viss del även använt Lomma Hamn som referensobjekt.

BT-Kemi i Teckomatorp är istället ett efterbehandlingsprojekt som slutförts under det senaste året. BT-Kemi räknas till en av Sveriges största miljöskandaler, med stora och svåra föroreningar som ställt särskilda krav på arbetsmiljön under projektets gång och exempelvis fordrat utländsk deponimottagare.

Gasverket i Kristianstad är i upphandlingsstadiet, där Kristianstads kommun planerat och projekterat för en utförandeentreprenad. Kommunen eftersträvar god kontroll över dels genomförda miljötekniska undersökningar, dels den kommande hanteringen av miljöfarliga massor på platsen med tillhörande provtagningar, och kommer på detta sätt styra utförandeskedet i rätt riktning.

7.2 Kort om projekten

7.2.1 Lomma Hamn, Lomma

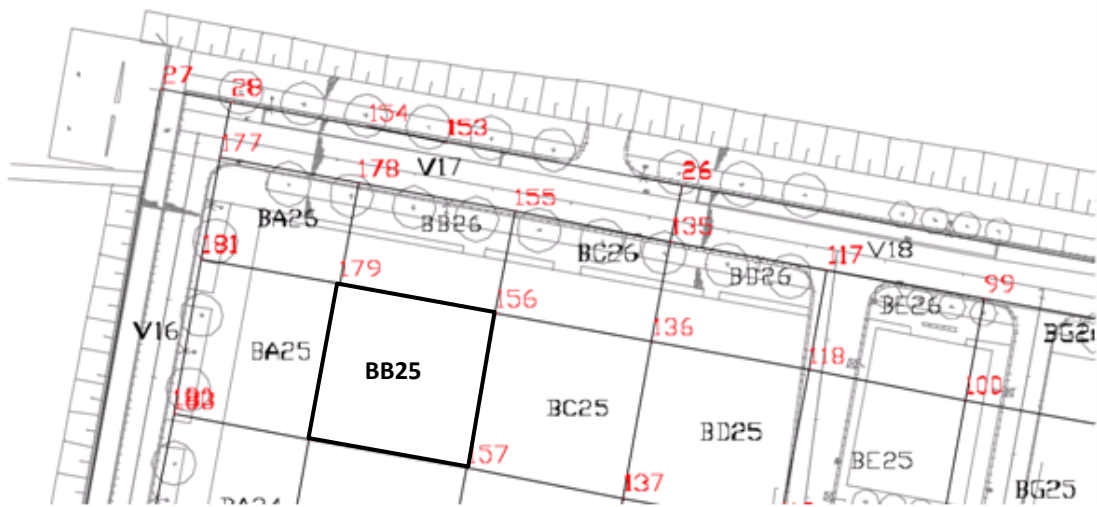
I Lomma saneras det tidigare industriområdet Lomma Hamn inför exploatering. Arbetsområdet är markerat i figur 7-1. Lomma Hamn ligger på utfyllda områden utanför den gamla kustlinjen, där utfyllnaderna till stor del består av havssand och avfall från de industriverksamheter som varit aktiva i Lomma, exempelvis från Lomma Eternit. Generellt finns det ett underskott av massor i Lomma Hamn, då området i genomsnitt höjs en meter innan bebyggelse. Detta medför särskilda förutsättningar för hantering av massor inom Lomma Hamn, och fordrar stor återanvändning av massor för att hålla nere kostnader, transporter och volymer ersättningsmassor.

Miljötekniska undersökningar har visat på föroreningshalter som överstiger Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM, och ställvis även för MKM, men föroreningarna är begränsade till fyllnadsmaterialet. Främsta föroreningar inom området är tungmetaller, PAH och eternit, samt hotspots med oljeföroreningar som nått djupare ner i marken.



Figur 7-1. Översikt över efterbehandlingsområdet för Lomma Hamn (Hitta 2010).

Området omfattar ca 180 000 m² och är indelat i ett rutnät med rutor om 20x20 m (se figur 7-2), vilka generellt är provtagna till 2,0 m djup i två pallar om 1,0 m vardera. För rutor inom vilka väg skall byggas har provtagning genomförts i 3 pallar, till 3,0 m djup, för att förvissa sig om massornas föroreningsgrad vid djupa ledningsschakter. Pallarna har klassats efter föroreningsgrad och platsspecifika riktvärden. De platsspecifika riktvärdena beror av kommande markanvändning, där kraven exempelvis är hårdare för resthalten i massor under gårds- och parkmark än för massor på motsvarande nivå under hårdgjord yta som väg. Delvis förorenade massor kan på så sätt ligga kvar eller återanvändas på olika djup och under olika överbyggnad inom området.

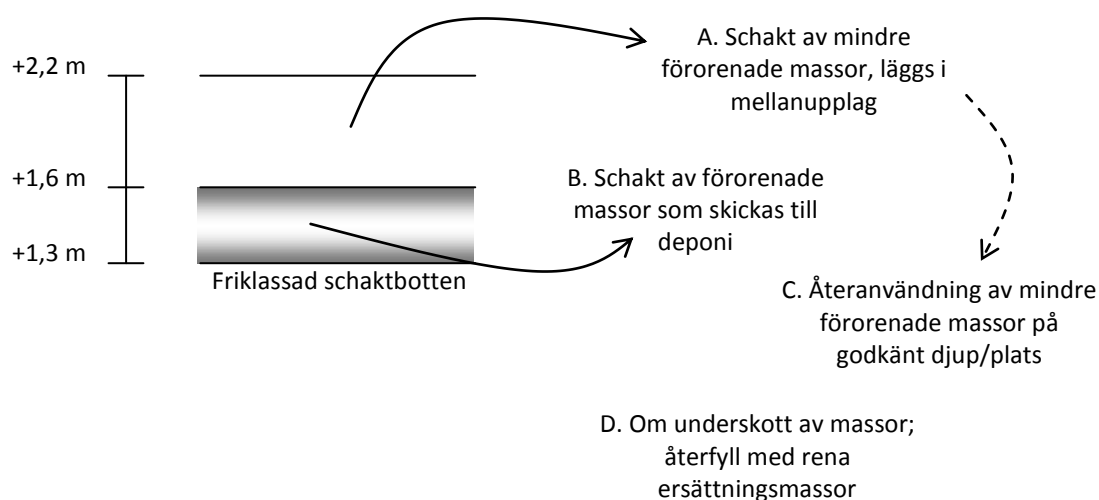


Figur 7-2. Del av efterbehandlingsområdets indelning i rutor med sidan 20x20 m (Sennfält 2010).

Efterbehandlingsarbetet i Lomma Hamn utförs som grävsanering. Nivåer, tillsammans med mängder och information om till vilka upplag/deponier massor har transporterats, respektive vilka massor som gått som återfyll inom området, registreras för respektive ruta i en databank kallad GIS sanering. Informationen i GIS sanering ligger till grund för konsultens arbete med att friklassa de rutor som sanerats och återfyllts till rätt höjder efter riktvärden och uppsatta åtgärdskrav.

För att hålla nere kostnaderna i projektet återvinns så stor del av massorna som möjligt inom området. Saneringen sker först i gatumark, i samband med läggning av djupare liggande dagvatten- och avloppsledningar, och därefter kvartersvis efter utbyggnadsplan. Arbetssättet beror även på att man inte vill binda upp pengar i saneringsarbeten förrän det är dags att bebygga ett kvarter. Vid behov av massor med särskild klassning eller hopsamling av massor för transport till deponi, schaktas vissa rutor även innan planerad kvartersschakt. Vilka rutor som har sanerats håller GIS sanering koll på, men programmet har några år på nacken och är i många moment tidskrävande och svårarbetat.

Schaktarbete inom en viss ruta går generellt till enligt principskiss i figur 7-3. Genom förundersökningar lokaliseras skikt av mer och mindre förorenade massor. Mindre förorenade massor, som kan återanvändas inom projektet, schaktas ur och läggs på upplag som märks upp efter föroreningshalt (A). Förorenade massor som kräver omhändertagande, schaktas och transporteras direkt till deponi (B). När man nått friklassad schaktbotten, som enligt undersökningarna visat på resthalter under godkänd nivå för kommande markanvändning, återfylls saneringsschakten med dels mindre förorenade massor (C), dels rena ersättningsmassor om behov av mer fyllnadsmassor finns (D).



Figur 7-3. Generell skiss över hanteringen av massor inom en schaktruta.

Närmare 95 % av de hanterade massorna har på detta sätt kunnat återanvändas inom projektet, inkluderat eternitförorenade massor som täckts med grävsydd och mätts in innan övertäckning. Detta besparar projektet kostnader för exempelvis transporter, deponiavgifter och ersättningsmassor. Vid underskott av återfyllnadsmaterial har rena massor från samtidiga anläggningsprojekt i Lund använts, vilket har minskat kostnaderna för inköpta massor samtidigt som miljöbelastningen minskar totalt sett över flera projekt, genom logistisk och miljösmart resursanvändning.

Exempel på problem och lösningar inom projektet

För att spridningsrisken från oljeföroreningar i hotspots inte skall öka och PAH sprida sig till angränsande kvarter vid grundläggningsarbeten som innebär källarschakt och tillfällig lokal avsänkning av grundvattenytan, har oljeförorenat vatten pumpats genom torvfilter under nära två års tid. På detta sätt hoppas man kunna sänka föroreningshalten inom hotspot-området samtidigt som föroreningen begränsas och dras till avsänkningstratten för pumpningen, vilket möjliggör för en mer begränsad schakt när området väl skall saneras.

Efterbehandlingsområdets östra del har tidigare använts som båtuppställningsplats, vilket har gett en tilläggsförorening av tributyltenn (TBT), från båtottenfärg, inom uppställningsplatsen. TBT är starkt ekotoxiskt och finns bland annat löst i grundvattnet inom delområdet, varför uppumpat vatten måste omhändertas och renas innan utsläpp till recipient. För ändamålet etablerades en filtreringsanläggning, se figur 7-4, som från början bestod av en sedimenteringsbassäng, ett sandfilter (grovfilter), ett bomullsfiler (för finpartiklar) och ett kontaktfilter. Inom området fanns stora variationer i pH-värde i grundvattnet, men man trodde att anläggningen skulle klara av att rena vattnet till acceptabla nivåer trots det. Dock visade provtagning av det renade vattnet att halten TBT var för hög även efter filtrering.

Anläggningen kompletterades därefter med en container för kemisk fällning och reglering av pH-värde, innan vattnet tilläts rinna genom filtrena. Dessutom installerades aktiva kolfilter som extra slutsteg. Tidigare erfarenheter kan ofta saknas för åtgärdsutförandet för en viss typ av förorening, men som nämnts i litteraturstudien påverkar även lokala förhållanden och förutsättningar hur föroreningar beter sig och på vilka sätt de kan behandlas. Ofta kräver extra utredningar tid, vilket kan få effekter för projektet genom förseningar och/eller fördyringar.



Figur 7-4. Reningsanläggning för TBT-förorenat vatten i Lomma Hamn.

Särskilt intressant aspekter från saneringsarbetet för Lomma Hamn

- Rutindelning som begränsar och tydliggör utförandet
- Pallvis schaktning som minimerar risken för sammanblandning av massor med olika föroreningsgrad
- Återanvändning av mindre förorenade massor inom projektet
- Återanvändning av inert förorenade massor (som eternit) inom projektet
- Spridningsreducerande åtgärder genom exempelvis pumpning av grundvatten
- Återfyllnadsmaterial från andra samtidiga anläggningsprojekt
- Databank för registrering av efterbehandlingsarbete och masshantering

7.2.2 Glasbruket, Limhamn

Den nya stadsdelen Limhamns Sjöstad växer fram i Malmö, med bland annat kvarter Glasbruket i norra delen av Limhamns industriområde (se figur 7-5). Området etablerades under senare delen av 1800-talet genom utfyllnadsmassor från kalkbrytningen i Limhamn och har sedan dess hyst flertalet industriverksamheter, bland annat Melins glasbruk. Verksamheterna har efterlämnat flera olika föroreningar, men främst höga halter av tungmetaller som arsenik, bly, koppar och zink, samt värden för PAH som ligger över Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM har identifierats.



Figur 7-5. Översikt över efterbehandlingsområdet för Glasbruket, Limhamn (Hitta 2010).

Arbetsområdet är närmare 110 000 m² stort och indelat på samma vis som Lomma Hamn, i rutor om 20x20 m. Lomma Hamn har delvis funnits som referensprojekt för Glasbruket, och erfarenheter samlades upp genom studiebesök innan projektstart. Rutorna är provtagna ner till 2,5 m under befintlig markyta, där djupet indelats i fem pallar om 0,5 m, som klassas efter föroreningsgrad och platsspecifika riktvärden. Efterbehandlingsarbetet utförs som grävsanering med maskiner utrustade med GPS-baserad maskinstyrning, vilket gör maskinerna självgående under schaktarbetena. Maskinisten mäter även in höjden på schaktbotten, i gränsen mellan att olika pallar byter föroreningsgrad. Nivåkontrollen ligger till grund för projektets miljö- och kvalitetsgranskning, där en extern konsult friklassar de rutor som sanerats korrekt efter platsspecifika riktvärden och uppsatta åtgärdskrav (se figur 7-6).

Glasbruket											
Schakt & Sanering											
Respektive pall											
0,00 Friklassad nivå								0,00 Schaktnivå rätt			
								0,00 Schaktnivå fel			
								0,00 Friklassad SB			
Enligt schaktplan nivå schaktbottnar respektive pall								Inmätta schaktnivåer respektive pall, medel av minst 5 punkter			
Pkt nr	Dagens nivå	Schakt-djup	Pall 1	Pall 2	Pall 3	Pall 4	Friklassad nivå	Pall 1	Pall 2	Pall 3	Pall 4
BI 20	2,43	1,00	1,93	1,43	-	-	1,43	1,94	1,43		
BI 21	2,39	0,87	2,02	1,52	-	-	1,52	2,02	1,53		
BI 22	2,21	0,50	1,71	-	-	-	1,71	1,68			
BI 23	2,43	0,77	2,16	1,66	-	-	1,66	2,13	1,67		
BI 24	2,17	1,00	1,67	1,17	-	-	1,17	1,67			
BI 25	2,25	1,00	1,75	1,25	-	-	1,25	1,75	1,25		
BI 26	2,10	0,00	-	-	-	-	2,10				

Figur 7-6. Utdrag från nivåkontroll; jämförelse mellan nivåer enligt schaktplan och inmätta nivåer från schaktbotten (Egermayer 2010).

Saneringsarbetet för Glasbruket har genomförts något annorlunda jämfört med Lomma Hamn, då hela området för Glasbruket kommer att saneras klart innan grundläggning och husbyggnad kommer igång. Arbetet sker genom hopsamlade av massor med samma föroreningsgrad innan transport till Norra Hamnen, för massor som understiger riktvärdena för MKM, och till deponi, för massor som klassats IFA och FA. Mellanlagring sker inom ej sanerade rutor med samma föroreningsgrad som de uppgrävda massorna, för att minimera risken för spridning av föroreningar till massor med lägre föroreningshalt. På detta sätt säkerställs en god logistik där transportfordon inte blir stående att vänta på att massor skall schaktas upp för lastning. För hotspots, med särskilt höga föroreningshalter, mellanlagras massorna inte på detta sätt utan grävs och lastas direkt för transport till extern mottagare.

Exempel på problem och lösningar inom projektet

Inom efterbehandlingsområdet har ett flertal hotspots med oljeföroreningar uppdagats under grävarbetena, som inte identifierats vid tidigare genomförda miljötekniska provtagningar. Oljeföroreningarna har varit lokalt begränsade i utsträckning och kunnat schaktas ur med omedelbar lastning och transport till godkänd mottagare för förorenade massor (se figur 7-7). Förändrade förutsättningar ger givetvis ökade hanteringskostnader, men med flexibilitet genom rätt beredskap och kunskap om hur man skall bete sig då man finner på en annan typ av förorening, kan tiden för stillestånd minimeras och arbetet fortlöpa trots förändrade förutsättningar.



Figur 7-7. Schaktning av hotspot med oljeförorenade massor, med omedelbar lastning för transport till deponi.

Kontinuerliga provtagningar i schaktbotten och väggar kan visa på annan utbredning än vad miljötekniska undersökningar visat på, då dessa baseras på samlingsprover för större områden (som exempelvis för Glasbruket 400 m² stora rutor) . Särskilt viktig är miljökontrollen av hotspots, för att verifiera att tyngre förorenade delområden blivit sanerade i den omfattning som krävs för att resthalterna i massor som finns kvar ligger under godkända nivåer.

Till följd av att efterbehandlingen för Glasbruket är upphandlad mot en totalentreprenad, med en uppskattad budget i stort sett utan miljötekniska underlag, har föroreningssituationen inom flera delområden förändrats med provtagningen jämfört med antaganden gjorda vid upphandlingen. Provtagningen har under arbetets gång gett en klarare bild av föroreningssituationen, och inneburit djupare schakter inom vissa rutor och grundare inom andra, vilket kostnadsmässigt regleras löpande genom uppmätning av hanterade mängder.

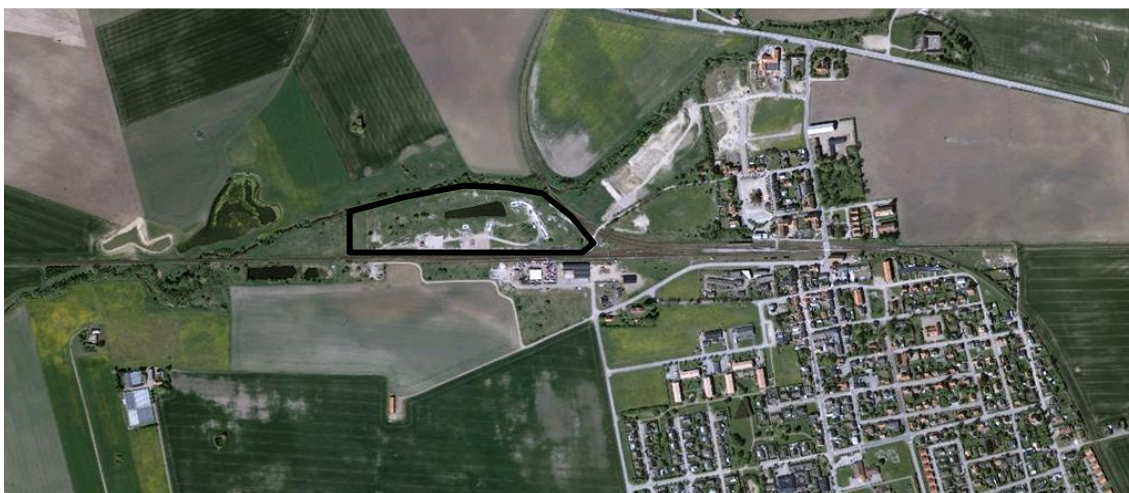
Särskilt intressant aspekter från saneringsarbetet för Glasbruket

- GPS-baserad maskinstyrning underlättar för schaktarbetet
- Kontinuerlig inmätning av schaktbotten
- Mellanupplag sker inom likvärdigt förorenade områden som senare skall saneras
- Föroreningsspridning minimeras från hotspots genom direkt lastning och transport till deponi
- Återanvändning av mindre förorenade massor inom annat samtidigt projekt (Norra Hamnen)
- Flexibilitet genom god beredskap
- Provtagning av hotspots för att verifiera utbredning i plan och djupled

7.2.3 BT-Kemi, Teckomatorp

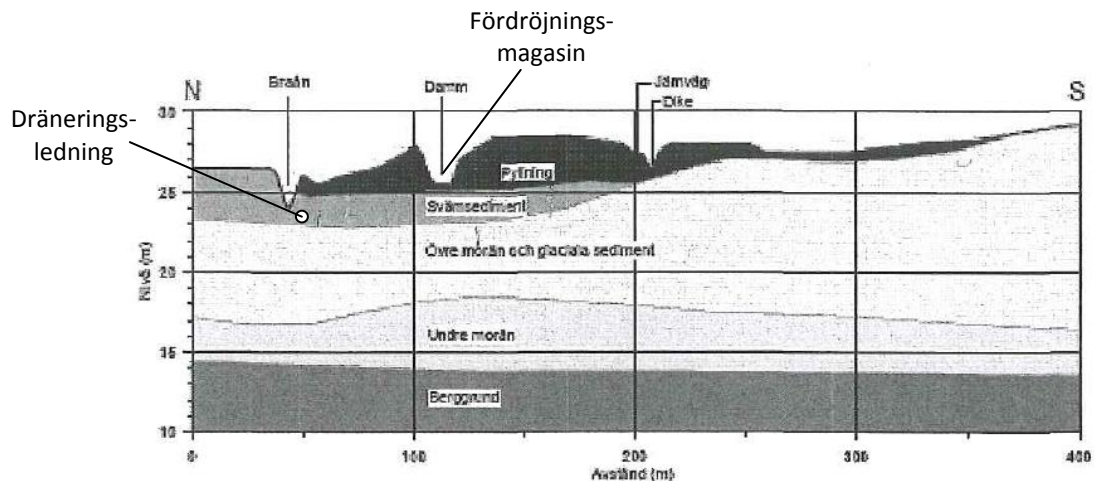
Efterbehandlingsobjektet BT-Kemi ligger i Teckomatorp i Skåne, där företaget BT-Kemi AB under 60- och 70-talet dumpade bekämpningsmedel inom fabriksområdet och släppte ut förorenat processvatten direkt i Braån. Efter att odlingar förstörts och människor förgiftats rullades Sveriges då hittills största miljöskandal upp. BT-Kemi sanerades en första gång under 70-talet, så långt som då ansågs motiverat, men senare undersökningar visade på att betydande mängder växtgifter fanns kvar i marken inom området. (Svalövs kommun 2010a)

Området för BT-Kemi är uppdelat i två delar, ett område som idag används som naturmark/rekreatiomsområde, norr om järnvägen, och ett söder om järnvägen tänkt att även fortsättningsvis hysa mindre industriverksamhet. Det norra området (se figur 7-8) har efterbehandlats genom grävsanering, där starkt förorenade hotspots har schaktats ur och ersatts av rena återfyllnadsmassor. Hotspot-områdena motsvarade närmare 80 % av den totala föroreningen inom området, medan resterande föroreningar, som lämnades kvar, var diffust spridda och skulle ha inneburit alltför stora kostnader i jämförelse med den miljönytta som skulle ha uppnåtts.



Figur 7-8. Översikt över det norra efterbehandlingsområdet för BT-Kemi, Teckomatorp (Hitta 2010).

Arbetsområdets geologi var uppbyggd enligt figur 7-9, med förorenad fyllning över naturliga jordlager och närhet till Braån och järnvägen. Man hade sedan tidigare anlagt en dräneringsledning något djupare än Braån, för att samla upp förorenat vatten från området och hindra föroreningar från att sprida sig ut i ån. Allt förorenat vatten från dräneringsledningen och från schaktarbetena under saneringen, leddes till ett fördröjningsmagasin för att sedan ledas vidare till reningsverk. Även förorenat vatten från spolplatta och hjultvätt leddes till fördröjningsmagasinet.



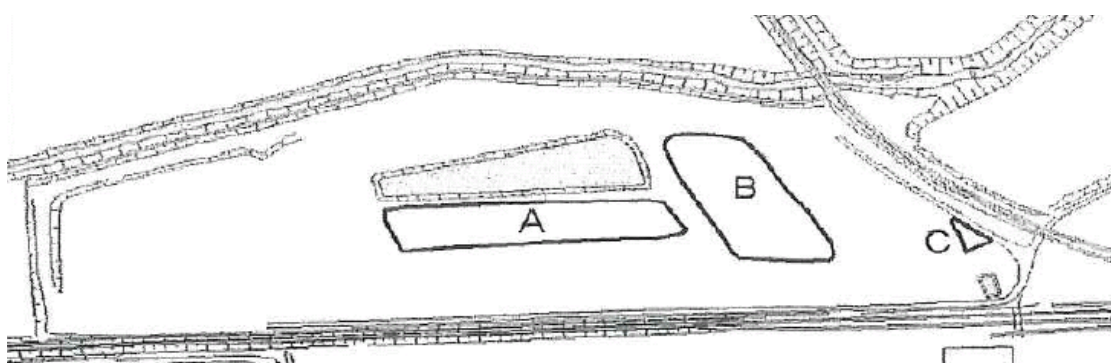
Figur 7-9. Principiell geologisk uppbyggnad av området, sektion från norr till söder (SWEKO 2005, s. 5).

Massorna skulle behandlas på termisk väg, vilket från början skulle ske i Danmark. När det inte gick att genomföra, skulle istället en deponi i Holland ta emot de förorenade massorna, men till följd av högre värden antimon än vad som redovisats i förundersökningarna klarade man här inte av att rena massorna. Slutligen blev det en deponi i Tyskland som mottog massorna, men givetvis till högre kostnader till följd av förhandlingsläget. Under tiden blev det stillestånd för projektet i Teckomatorp, och öppnade schakter fick täckas med presenningar för att minimera risken för damning och lukt samt ökad mängd lakvatten till följd av nederbörd.



Figur 7-10. Lastning av förorenade massor från BT-Kemi på båt i Landskrona hamn (foto: Perry Nordeng, med tillstånd från Svalövs kommun).

Inom arbetsområdet hade man tre hotspot-områden som skulle schaktas ur, A, B och C enligt figur 7-11. Schaktarbetet skedde i strimmor, för att möjliggöra för provtagning och friklassning av schaktbotten och yttre schaktväggar och samtidigt kunna stå på orörd mark och schakta djupare vid behov. Att ha en så liten del av en förorenad schakt öppen minimerar även risken för exponering och luktolägenhet. Miljöprovtagningen hade genomförts till 4,5 meters djup, men snabbt konstaterades att föroreningarna spridit sig i större omfattning än vad man från början trott, och det både i plan och i djupled. Ofta slutade schakter på djup på mellan 6,5–7,0 meter, där provtagningen visade på godkända restnivåer.



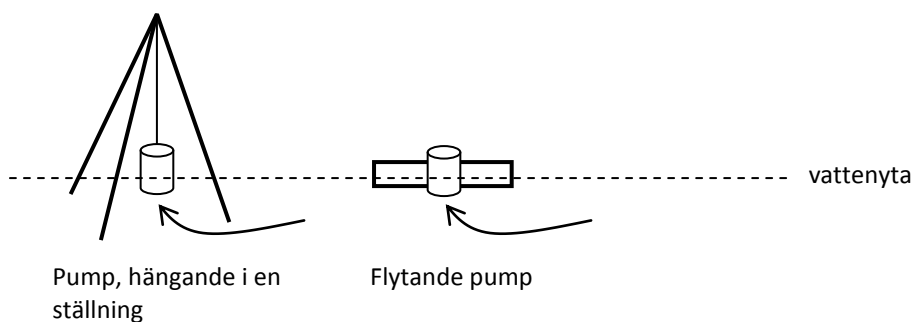
- A. Utfyllnad med avjämningsmassor, ca 4 000 m³.
- B. Utfyllnad med processkalk etc., ca 7-8 000 m³.
- C. Utfyllnad med processkalk etc., ca 3-500 m³.

Figur 7-11. Starkt förorenade hotspots inom det norra området av BT-Kemi (SWEKO 2005, s. 7).

Exempel på problem och lösningar inom projektet

Ekonomisk positivt för projektet var att man lyckades komma ifrån mellanupplag och med det dubbelhantering av de förorenade massorna. Genom att massorna grävdes upp och direkt lastades på transporter till Landskrona hamn för att lastas ombord på båten, minimerades risken för spill och spridning av föroreningar både inom arbetsområdet och längs transportvägarna. Samtidigt begränsades mängden lakvatten från uppgrävda massor och hanteringen vid lastning och omlastning underlättades i och med att massorna hade kvar sin ursprungliga struktur och inte innehöll för stor andel vatten.

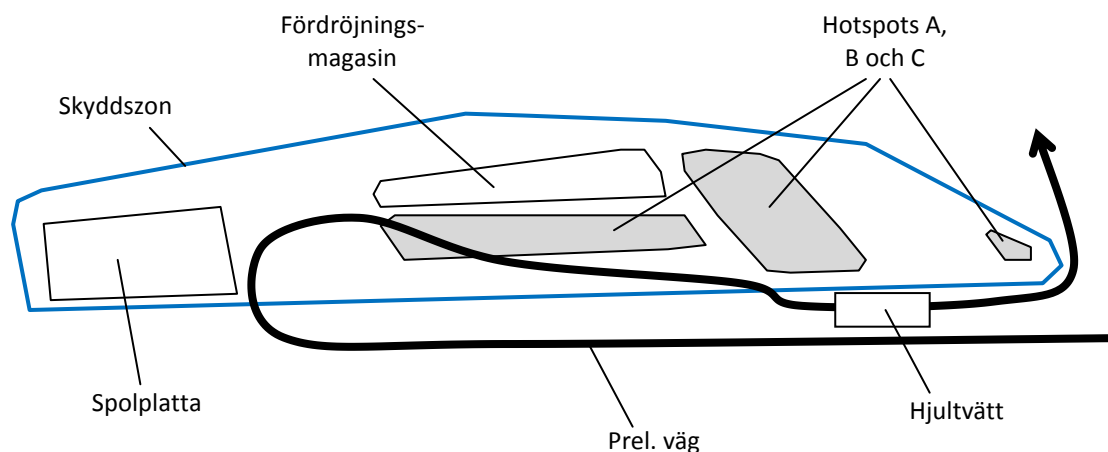
Vid länshållning av schakten kan exempelvis hängande eller flytande pumpar användas, se figur 7-12, som inte rör upp slam från dammbotten. Vid föroreningar som binder till partiklar begränsas på så vis hanteringen av förorenat vatten till uppgrävning av förorenade sediment i dammen, i slutet av saneringen. Efter sedimentation kan mindre förorenat vatten exempelvis återinfiltreras inom det förorenade området.



Figur 7-12. Exempel på lösningar för att inte rör upp bottenslam vid pumpning.

Framtagandet av resultaten från miljöprovtagningen innebar även en stor risk för projektet, då båttransporterna till stor del styrde den snäva tidplaneringen. Tog analysresultaten längre tid än planerat kunde det innebära dyra stillestånd för projektet, innan man kunde fortsätta schaktarbeten och lastning av båten. För att underlätta för provtagningen, schaktade man en hotspot åt gången i strimor ner till provtagen nivå. Därefter provtogs schaktbotten, och analysresultaten dröjde ofta ungefär lika länge som tiden för båten att lasta av i Tyskland och komma tillbaka till Landskrona hamn. På detta sätt kunde man ofta fortsätta gräva djupare om resthalterna visade sig vara för höga, utan att behöva gå ner i schakten med maskinen.

Schaktarbete, lastbilstransporter till Landskrona hamn och båttransporter till Tyskland ställde även höga krav på logistiken inom projektet, samtidigt som projektet i sig ställde krav på en miljömässigt korrekt hantering av massorna. För att hålla arbetsområdet och transportfordon rena från förorenade massor, anlade man temporära vägar inom området och lät fordonen köra genom en hjultvätt innan de fortsatte ut på allmänna vägar, se principskiss i figur 7-13. Bilarna sopades av och täcktes innan transport. Samtidigt som spill och damning inom området på detta sätt minimerades, säkerställdes även att fordonen var rena och inte spillde förorenade massor vid transport till Landskrona. Spolplatta fanns även för tvätt av flaken efter att arbetet med att fylla en båt var genomfört, och bilen skulle användas för annat ändamål.



Figur 7-13. Skiss över arbetsområdet med skyddszon, tvättmöjligheter, transportvägar etc. (efter Larsson 2010).

Särskilt intressant aspekter från saneringsarbetet för BT-Kemi

- Fördröjningsmagasin för förorenat vatten
- Temporära vägar inom arbetsområdet
- Hjultvätt och spolmöjligheter
- Täckta transporter
- Schakt i strimmor för att minimera ytan öppen förorenad schakt
- Provtagning i schaktbotten och väggar för att verifiera resthalter

7.2.4 Gasverket, Kristianstad

Efterbehandlingen av Kristianstad gasverk är i skrivande stund i upphandlingsfasen. Dock finns intressanta synpunkter att hämta från hur beställaren, i det här fallet Kristianstads kommun, tänkt inför planeringen och upphandlingen av denna omfattande grävsanering, liksom vilka aspekter som påverkat valet av efterbehandlingsmetod och entreprenadform.

Gasverkstomten ligger i södra delen av Kristianstad, just väster om järnvägen och norr om E22, se figur 7-14. Området som kräver efterbehandling är ca 25 000 m² stort och utfyllt med mellan 1 och 3 meter sandiga massor med inslag av avfall från gasverksverksamheten. Verksamheten upphörde 1962, men hade då i stor utsträckning förorenat området med främst cyanider, BTEX, PAH och arsenik. (Envipro 2009) Tomten har senare klassats som MIFO riskklass 1 och har av hälso- och miljöskäl, tillsammans med risk för föroreningsspridning till grundvattentäkten, prioriterats för avhjälpandeåtgärder av Länsstyrelsen i Skåne (Naturvårdsverket 2010b).



Figur 7-14. Översikt över efterbehandlingsområdet för Gasverket, Kristianstad (Hitta 2010).

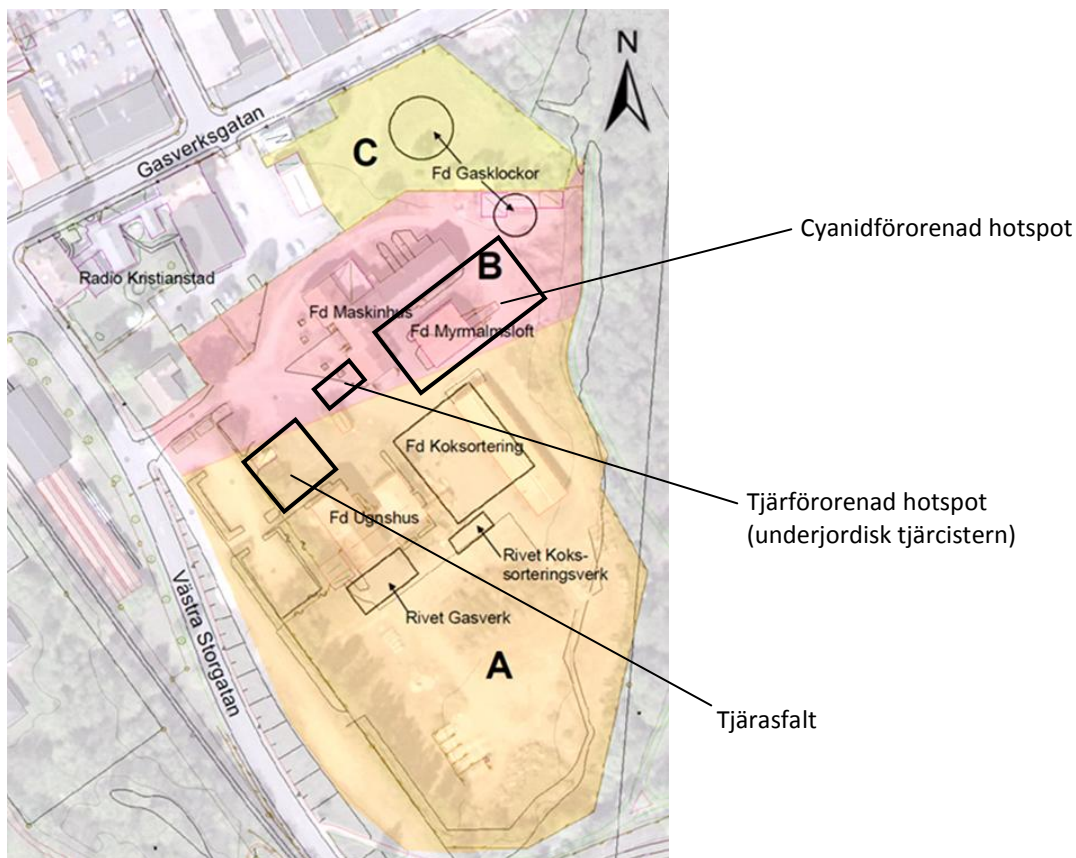
Fem åtgärdsalternativ har framtagits för saneringsarbetet, och det åtgärdsalternativ som valdes var det som var mest kostnadseffektivt i jämförelse med åstadkommen miljönytta. Kristianstads kommun har sedan valt att dela upp efterbehandlingsentreprenaden i två delar, en utförandedel och en mottagandedel. Anledningen har delvis varit en förhoppning om att fler entreprenörer skall ha möjlighet att lämna anbud, och inte enbart större företag med etablerade kontakter för mottagning av förorenade massor. Man har dock frångått detta något genom att ställa krav på att anbudsgivare skall ha erfarenhet från minst en tidigare grävsanering av en gasverkstomt, alternativt sanering av kreosot, vilket igen begränsar antalet aktörer med möjlighet att lämna anbud.

Genom upphandling som utförandeentreprenad anser Kristianstads kommun att man har större kontroll över dels vilket underlag som finns, genom miljö- och geotekniska undersökningar, dels över hur arbetet på plats utförs och vilka miljökontroller som

genomförs. Samtidigt underlättas kommunens tillsynsarbete genom styrningen av utförandet, och man anser att färre tillsynskontroller i fält kommer behöva utföras mot en totalentreprenad, där utföraren ges större ansvar, kommunens insyn blir mindre och tillsynen desto viktigare.

Figur 7-15 visar uppdelningen av området i delområden A, B och C efter föroreningsgrad, och markerade hotspots med cyanid- eller tjärförorenade massor. Tjära innebär ofta problem med luktolägenhet och Kristianstads kommun begär därför att schaktarbete av tjärförorenade massor skall ske i tält. Tjärförorenat vatten från skall omhändertas på deponi, medan övrigt förorenat vatten inom området tillåts återinfiltreras inom område C där förorenade massor skall schaktas i slutskedet av projektet. På detta sätt kan förorenat vatten tas om hand inom efterbehandlingsområdet och föroreningar som fastnar i jordmaterialet vid infiltrationen schaktas ur.

Genomförandet är till stor del styrt av kriterier som kommunen bestämt i anbudsskedet, som exempelvis i vilken ordning man vill att schaktarbeten skall utföras, sortering av material, hur lastning av transportfordon skall ske etcetera. Utförandekraven lämnar få möjligheter till egna logistiska lösningar inom projektet, åtminstone i anbudsskedet. Under utförandeskedet kan en entreprenör ofta hjälpa beställaren att optimera arbetsmoment, genom incitamentavtal som ger både entreprenör och beställare ekonomiska fördelar av alternativa lösningar.



Figur 7-15. Uppdelning av området i delområden A, B och C efter föroreningsgrad samt cyanid- och tjärförorenade hotspots (Envipro 2009).

Utförandeentreprenaden skall genomföras med prissatt mängdförteckning, där volymer hanterade massor kan regleras mot inmätta mängder efter genomförandet. På detta sätt ligger den största ekonomiska risken kvar hos beställaren för förändringar jämfört med under projekteringen uträknade mängder.

Särskilt intressant aspekter från kommande saneringsarbete för Gasverket

- Stark styrning från beställarsidan genom vald entreprenadform
- Ekonomisk risk för åtgärdsval ligger hos beställaren
- Arbete i tält för att minimera risken för exponering och luktolägenhet
- Infiltration av omhändertaget vatten inom efterbehandlingsområdet

7.3 Sammanfattning

Tabell 7-2 nedan sammanfattar information och viktiga aspekter från fallstudien.

Tabell 7-2. Sammanfattning av aspekter från projekten i fallstudien.

Aspekt	Lomma Hamn	Glasbruket	BT-Kemi	Kristianstad Gasverk
Syfte	Exploatering	Exploatering	Hälso- och miljöskäl	Hälso- och miljöskäl
Entreprenadform	Samarbetesprojekt	Totalentrep. mot partnering	Delad entreprenad schakt/återfyll (utförandeentrep.)	Delad entreprenad schakt/mottagare (utförandeentrep.)
Områdesstorlek	180 000 m ²	110 000 m ²	60 000 m ²	25 000 m ²
Efterbehandlingsmetod	Grävsanering Pallvis schaktning inom avgränsade rutor	Grävsanering Pallvis schaktning inom avgränsade rutor	Grävsanering Schakt av hotspots	Grävsanering
Projektutformning	Fokus på återanvändning	Minimering av mellanupplag	Temporära vägar inom arbetsområdet	
Exempel på utföranden och skyddsåtgärder	Pumpning inom hotspot	Direkt lastning och transport från hotspots	Fördröjningsmagasin Hjultvätt, spolplatta, täckta transporter	Schaktning och mellanlagring i tält Infiltration av omhändertaget vatten
Uppskattad mängd förorenade massor		51 500 m ³	25 000 m ³	38 000 m ³
Massor till deponi	5 %	20 %	100 %	77 %
Återanvändning inom projekt	95 %	20 %	0 %	Beräknat ca 33 %
Återanvändning utom projekt	0 %	60 %	0 %	0 %
Externa ersättningsmassor	Samtidiga projekt		Ingår i annan entreprenad	
Organisation		GPS-baserad maskinstyrning		Stark styrning från beställarsidan
Kompetens	Miljöstöd från beställarsidan		Inhyrd konsult som arbetsledare	
Kvalitet/miljökontroll	Registrering av masshantering i databank	Inmätning schaktbotten	Provtagning schaktbotten och väggar	Krav på inmätning schaktbotten, fotodokumentation, provtagning schaktbotten och väggar

8 Diskussion

Upplägget för diskussionen nedan följer tabell 7-1. Diskussionen utgår från de efterbehandlingsprojekt som presenterats i kapitel 7, och återknyter till teori i tidigare kapitel. Efter varje avsnitt i kapitlet sammanfattas aspekter som kan innebära styrka, svaghet, möjlighet eller risk för entreprenören.

8.1 Begränsningar innebär risker och möjligheter

Bevarandet av en ren miljö är ofta förknippat med kostnader, där svårförutsägbara mark- och föroreningsförhållanden ofta medför problem med att sätta upp och hålla en bestämd budget (se avsnitt 5.3 *Ekonomistyrning*). Efterbehandlingsprojekt bygger på ett begränsat underlag i form av miljötekniska undersökningar, utförda genom samlingsprover, för att ekonomiskt möjliggöra en överblick över föroreningssituationen inom ett större område. Det betyder även att undersökningsresultaten blir generella inom delområdena och att mycket som döljer sig i marken fortfarande är okänt vid saneringsarbetets början.

En begränsning för efterbehandlingsprojektet ligger i lokala och unika förutsättningar, som skapar en unik problematik för det enskilda projektet. Föroreningssituationen, tillsammans med lokala förhållanden på platsen och kommande markanvändning, påverkar exempelvis valet av behandlingsmetod och hur rent området behöver bli för att tillåta den planerade markanvändningen. Utförandet av ett efterbehandlingsprojekt är mer komplext än ett traditionellt anläggningsarbete, och kräver i hög grad noggrannhet och kompetens för den specifika uppgiften. Unika förutsättningar ställer även höga krav på flexibilitet för både genomförande och projektorganisation, då förändringar kräver snabb omställning. Samtidigt ger efterbehandlingsprojektet stora möjligheter för utveckling och optimering av för projektorganisationen mindre välkända arbetsmoment.

Då lokala förutsättningar och föroreningssituation ofta varierar, är det främst rent anläggningsmässiga aspekter som på likartat sätt skall hanteras inom varje efterbehandlingsprojekt. Det kan gälla schaktarbeten, hantering av massor inom arbetsområdet, logistiska och transporttekniska lösningar samt hur man aktivt arbetar med miljökontroller och arbetsmiljöfrågor. Men lika viktigt som att se likheter olika efterbehandlingsprojekt emellan, som kan bidra till ökad kunskap inför kommande projekt, är att kunna peka ut olikheter (Ljungberg 2010).

Olikheter är viktiga för projektspecifika lösningar. Hur det förorenade området är lokaliserat kan exempelvis få konsekvenser för logistiken, men även för masshantering och mellanupplag vid platsbrist. Det är heller inte säkert att massor kan återanvändas inom området även om de ur föroreningssynpunkt skulle kunna tillåtas göra det, exempelvis vid anläggande av källarkonstruktioner där det inte finns behov av återfyll. Olikheter kan även finnas i form av på platsen befintliga installationer, som dammar, hårdgjorda ytor eller stängsel som kan användas under efterbehandlingsarbetena.

Enligt skälighetsregeln, 2 kap. MB, skall en avvägning göras mellan en åtgärds miljönytta och dess kostnad. Ofta är ekonomiska ställningstaganden av stor betydelse, dels för att miljönyttan med en efterbehandlingsåtgärd måste vara tillräcklig i förhållande till kostnaderna, dels för att resurserna alltid är begränsade. I flera fall finns

dessutom ingen verksamhetsutövare eller fastighetsägare att hålla ansvarig, och att genomföra efterbehandlingsåtgärder av hälso- och miljöskäl faller därmed på kommunen. Att göra det bästa möjliga, och få ut största nytta, av sakanslag från staten är därmed viktigt även från skattebetalarnas synpunkt.

Viktiga begränsningar för projektet kan vara;

- lokala förutsättningar
- miljötekniska underlag
- unik problematik
- möjlighet till flexibilitet i utförande och organisation
- kompetens

8.2 Entreprenadform

Som nämnts i avsnitt 5.1.1, *Upphandling och entreprenadformer*, styr entreprenadformen möjligheten att påverka genomförandet av projektet, men även vem som står för den ekonomiska risken för åtgärdslösningar. Vid en utförandeentreprenad behåller beställaren risken för de åtgärdslösningar som valts, medan entreprenören står för risken för lösningar som han lagt fram för en totalentreprenad. Det kan här diskuteras hur stor del av risken entreprenören bör stå för i en efterbehandlingsentreprenad, då entreprenören sällan har medverkat till föroreningen utan snarare är en del av lösningen. Det handlar även om en ansvarstagande beställare, då man redan vid upphandlingen är medveten om att förutsättningarna snabbt kan skifta i verkligheten jämfört med förundersökningen.

Störst möjlighet att påverka projektet ges för en partnering- eller totalentreprenad, där entreprenören har möjlighet att påverka utförandeskedet redan i projekteringsstadiet. Vid en utförandeentreprenad är entreprenören istället styrd att lämna anbud på vad beställaren frågar efter, och varken mer eller mindre. Vid bra kontakt mellan entreprenör och beställare, som kräver att beställaren känner förtroende för entreprenören och den kompetens denna besitter, kan utförandemoment genom diskussion i ett senare skede förändras mot upphandlingen. I detta har entreprenören möjlighet att komma med nya lösningar inom sitt gebit, ofta gällande logistik och hantering av massor. Detta kräver dock incitament, det vill säga försäkran om att ekonomiska vinningar kommer både entreprenör och beställare till gagn, för att skapa intresse från båda håll för alternativa lösningar.

Att på detta sätt arbeta för att optimera projektet, både gällande ekonomi och gällande hantering av miljöfrågor, ger ofta positiva resultat. Under projektiden för BT-Kemi bidrog sättet på vilket man hanterade massor och transporter till att minimera hanteringskostnader och risken för stillestånd. Samtidigt kunde arbetsområdet och allmänna vägar hållas rena från spill av förorenade massor, något som ur politisk synpunkt var mycket viktigt för detta projekt. Boende i Teckomatorp behövde fysiskt bli av med de förorenade massorna för att göra sig av med det negativa avtryck området utgjort under mycket lång tid.

Efterbehandlingsprojekten Lomma Hamn, Glasbruket och BT-Kemi har alla upphandlats i form av mer eller mindre uttalad totalentreprenad. Det har bland annat

medfört att främst Lomma Hamn och Glasbruket upphandlats efter en uppskattad budget, baserad på mycket begränsade underlag. Svårigheter med totalentreprenad, för den här typen av projekt, är kanske just problematiken i att prisstätta en sänkning av föroreningshalt snarare än rent kapacitetsbundna aspekter. Även om utbredningen till största delen är känd sedan miljötekniska undersökningar, kan föroreningar ha spridit sig i både plan och djupled. Detta hände exempelvis för BT-Kemi, där volymen förorenade massor som skickades till deponi nära fördubblades under arbetets gång till följd av djupare liggande föroreningar, och med det djupare schakter än planerat.

Upphandlingen av saneringen av Kristianstad Gasverk sker som delad entreprenad, med en mottagare för de förorenade massorna och en utförandeentreprenad för schaktarbeten och transporter. En delad entreprenad minskar möjligheten för entreprenören att förhandla om och göra kostnadsbesparingar på exempelvis deponiavgifter. Ofta kan en entreprenör dessutom ha bättre kontakter än beställaren, och med det få till bättre avtal. Även risken för stillestånd för schaktarbeten och transporter kan minimeras genom att låta entreprenören ha hand om helheten, då entreprenören själv får stå för risken vid transporter, omlastningar etcetera och att dessa flyter på som önskat. Dock medför en delad utförandeentreprenad att beställaren har möjlighet till större insyn och kontroll över arbetsmoment, arbetsmiljöfrågor och miljökontroller. En stark miljöstyrning kan dessutom ofta öka entreprenörens möjligheter att genomföra ett miljömässigt bra arbete, där han själv brister i kompetens eller på annat sätt behöver stöd från beställaren.

Entreprenadform kan påverka;

- möjligheten för entreprenören att påverka utförandet i ett tidigt skede
- möjligheten för entreprenören att förhandla om kostnader inom projektet
- vem som står med den ekonomiska risken för åtgärdslösningar
- vilken styrning beställaren har över utförande och miljökontroller
- ansvaret för tillstånd och anmälningar
- möjligheten att inspirera till och skapa incitament för nya arbetssätt och lösningar

8.3 Efterbehandlingsmetod

En blandning av organiska och oorganiska föroreningar komplicerar valet av efterbehandlingsmetod ur saneringsteknisk synpunkt. Den dominerande efterbehandlingsmetoden för förorenade områden i Sverige är grävsanering, det vill säga uppschaktning av massor med efterföljande transport till deponi (så kallad ex-situ off site sanering, se avsnitt 4.1, *Val av behandlingsmetod*). Ofta behandlas de förorenade massorna på mottagningsanläggningen, för att klara riktvärden för MKM och återanvändas för ändamål som exempelvis deponitäckning. En grävsanering medför möjligheter med att optimera projektet logistik och masshantering.

De fyra projekt som tagits upp i fallstudien har eller skall utföras som grävsanering. För Lomma Hamn och Glasbruket möjliggör platsspecifika riktvärden och lägre föroreningshalter att massor kan flyttas runt och återanvändas inom området för respektive projekt, alternativt för Glasbruket som utfyllnad i Norra Hamnen i Malmö. Utförandet förutsätter schaktarbeten, och jag har svårt att tro att man skulle kunna få samma ekonomi i dessa båda projekt med andra åtgärdsmetoder. Tidsaspekten är bland

annat en viktig faktor för in-situ saneringar, då man ofta har en tidplan att följa och med det måste vara säker på att uppnå uppsatta åtgärds mål inom tidsramen.

För BT-Kemi krävde istället mycket höga föroreningshalter, tillsammans med ett starkt opinionstryck, att massorna helt schaktades ur inom hotspots och transporterades för mottagning utomlands. Detta styrdes även av att man redan tidigt i upphandlingsskedet bestämt sig för att genom termisk behandling rena massorna, vilket begränsade antalet mottagare.

Val av metod;

- styrs av föroreningssituation och lokala förhållanden
- påverkas även av opinionstryck
- påverkar arbetenas kapacitet
- kan påverka risken för föroreningsspridning och omgivningspåverkan
- innebär stor ekonomisk risk om det visar sig att uppsatta åtgärds mål ej kan nås med vald metod eller inom uppsatt tid
- utvecklingen har enligt Miljödelegationen (1998) i många avseenden kommit längre utomlands, i länder som sysslat med efterbehandlingsproblematik längre än vad Sverige har, se avsnitt 2 *Bakgrund*

8.3.1 Spridningsrisken påverkas av lokala förhållanden

Lokala förhållanden knutna till geohydrologi och geologi ger väsentlig information om risken för spridning av föroreningar utanför området. Exempelvis utgör jordarter, djup till grundvattnet och grundvattnets rörelseriktning viktiga parametrar. Även geografiska och ekologiska aspekter, som närhet till ytvatten, kan ha betydelse för föroreningarnas transportvägar. Om ytvatten inte finns i närheten kan en grundvattenskada bli mycket omfattande, då grundvattnet rör sig mot mer avlägsna vattendrag eller kust.

För att minska risken för spridning från djupa saneringsschakter under grundvattenytan, kan man exempelvis använda pumpar för att begränsa föroreningarna och ”dra” dem mot avsänkningstratten för pumpningen. Denna lösning har testats i projektet Lomma Hamn, med förhoppning om en mer begränsad saneringsschakt och mindre spridning av föroreningar i grundvattnet. Dyrare, men tidsmässigt kortare lösningar, kan vara att ringa in hotspots med tät spont eller slitsmur för att förhindra spridning till grundvattnet under schaktarbetet (se avsnitt 5.5.1, *Masshantering*).

Arbetsmoment som minimerar risken för föroreningsspridning och exponering;

- avgränsa arbetsområdet genom stängsel (skyddszon)
- etablera en tvättbod för personalen
- endast hålla små förorenade schaktytor öppna
- lagra massor eller utföra schaktarbeten i tält
- använda pumpar eller tät spont för att förhindra ökad spridning av föroreningar till grundvattnet under schaktarbete
- minimera upplag och skydda dessa mot blåst och nederbörd

- binda damm vid damningsrisk
- hålla vägar rena och fria från spill både inom och utanför arbetsområdet
- hålla fordon och transporter rena för att minimera spill
- transportera förorenade massor i täckta flak

8.3.2 Sortering minskar mängden massor till deponi

Då merparten föroreningar binder till finfraktionerna i jorden kan mängden massor till deponi minskas genom sortering och siktning. Att dessutom använda en jordtvätt, avsnitt 4.2.1, *Koncentrationsmetoder*, ökar mängden mindre förorenade massor som kan återanvändas inom projektet. En första sortering kan ske redan i schakten, genom att maskinisten avskiljer större stenar och block.

Att återanvända så mycket massor som möjligt inom efterbehandlingsprojektet ger både ekonomiska och miljömässiga fördelar. Ofta hänger dessa samman, i att ”miljösmarta” lösningar faktiskt genererar besparingar. Genom sortering minskar, som ovan nämnt, mängden massor till deponi och med det deponiavgifterna. Återanvändning minskar transportkostnader och kostnader för inköp av ersättningsmassor, och miljömässigt besparas jungfruliga material och utsläpp till luften minskar genom färre transporter. Att hålla nere miljöpåverkan (se avsnitt 4.3, *Typer av miljöpåverkan och effekter*, och 4.3.1, *Miljöpåverkan under efterbehandlingsarbetet*) från efterbehandlingsåtgärder är inte minst viktigt med tanke på att en efterbehandling klassas som miljöfarlig verksamhet med ökade risker för exponering och negativa effekter på miljön.

Det kan dessutom diskuteras om man inte genom deponering av förorenade massor bara flyttar problemet någon annanstans. Det handlar ofta om stora volymer massor, varför en aspekt är kapacitetsbegränsningar hos mottagningsanläggningarna. I Skåne finns för närvarande endast fyra anläggningar med förhållandevis stor kapacitet för behandling av förorenad jord; NSR i Helsingborg, SYSAV Spillepeng i Malmö, HMAB i Hässleholm, och LSR i Landskrona. Dessa har tillstånd att behandla mellan 30 000 och 160 000 ton per år, inom föroreningsklasserna IFA och FA (Länsstyrelsen i Skåne län 2010).

Återanvändning bidrar till;

- resurshushållning
- minskat behov av jungfruliga ersättningsmassor
- mindre utsläpp från transporter
- kostnadsbesparingar för deponiavgifter, ersättningsmassor och transporter
- att problem med förorenade massor inte bara flyttas till annan plats

8.4 Projektutformning

Överraskningar och avvikelser gentemot markundersökningar och uppsatt kalkyl kräver god planering men även flexibilitet och beredskap för att snabbt kunna ändra planerna. Flexibilitet krävs för att ställa om resurser vid stillestånd, som vid påträffande av nya föroreningar inom området vilka skall kommuniceras till beställare. Stillestånd vid planerade provtagningar och miljökontroller uppkommer även kontinuerligt. Avvikelser och förändringar gentemot markundersökningar och övriga handlingar måste dessutom mätas och dokumenteras, för att kunna utgöra underlag för kostnadsreglering.

Lars Bevmo, projektledare för efterbehandlingen av BT-Kemi, har i en presentation om BT-Kemi skrivit att ”inrikta er på möjliga praktiska lösningar så tidigt som möjligt. Pengar till åtgärder gör mer nytta än de till undersökningar och analyser” (Svalövs kommun, 2010b).

Projektutformningen kan få betydelse för;

- kapacitet
- flexibilitet
- arbetsmiljöarbete
- hantering av avvikelser och förändringar

8.4.1 Logistik skapar möjligheter

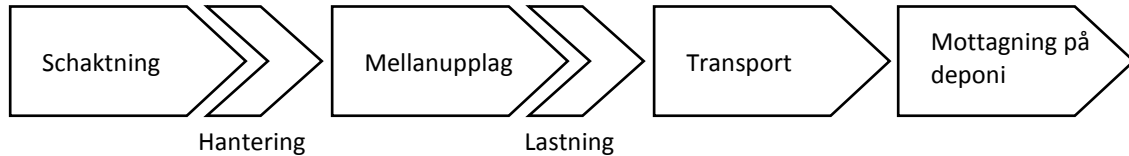
En genomtänkt logistik inom projektet underlättar för säker hantering av de förorenade massorna och möjliggör för kostnadsbesparingar, som exempelvis anläggande av tillfälliga vägar inom arbetsområdet, något som i sig innebär en utgift men i längden ger besparingar för andra arbetsmoment (Larsson 2010). Exempelvis underlättar vägar för framkomligheten för transporter inom området, liksom för att hålla transportfordon och arbetsområde rent från spill. Med vägar skapas tydliga mönster för hur fordon skall röra sig inom området, vilket minskar risken för felkörningar.

Vid nederbörd blir arbetsområden ofta leriga där ytor inte är hårdgjorda. Fordon sjunker ner och gör djupa spår som fylls med vatten, och tillslut blir det oframkomligt för transporter och maskiner att arbeta inom området. Detta problem frångår man med hårdgjorda vägar. Vägarna kan exempelvis utföras som bärlager på ett materialavskiljande lager, som en geotextil. Geotextilen motverkar att bärlager beblandas med befintliga underliggande material, samtidigt som vägarna lätt kan flyttas vid behov. Dessutom finns möjligheten att återanvända bärlagret som fyllnadsmassor eller i överbyggnad till kommande hårdgjorda ytor inom området. Provtagning, genom samlingsprover, kan genomföras för att säkerställa att bärlagret inte förorenats under efterbehandlingsarbetet.

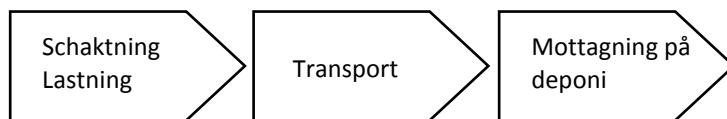
Även hur hanteringen av massor sker kan ge ekonomiska och miljömässiga fördelar för projektet. Liksom nämnt i avsnitt 7.2.3, *BT-Kemi, Teckomatorp*, ger minimal hantering av massor färre arbetsmoment, mindre mellanupplag och mer lätthanterliga massor. Flyttas inte massor runt inom arbetsområdet minimeras även risken för sammanblandning av massor med olika föroreningshalt, spill, hantering av lakvatten och överflödiga arbetsmoment som kräver resurser. Även luftutsläpp minimeras genom

optimal resursanvändning. Figur 8-1 visar schematiskt hur planerad hantering på arbetsplatsen skapar förutsättningar för direkta flöden och optimal resursanvändning.

A. Från schakt till mottagning, hanteringssteg via mellanupplag.



B. Från schakt till mottagning, direkt flöde.



Figur 8-1. Flödesscheman över extra hanteringssteg vid användning av mellanupplag, samt hur planerad hantering skapar direkta flöden och optimal resursanvändning.

Logistik skapar möjligheter för;

- kontroll av transporter och hantering av förorenade massor inom och utanför arbetsområdet
- god arbetsmiljö genom att minimera risken för spill och spridning av förorenade massor inom och utanför arbetsområdet
- god miljö genom minimering av luftutsläpp från arbetsmaskiner och transportfordon
- minimal risk för förorenings-spridning och exponering
- optimal resursanvändning oberoende av väderlek
- hantering av massor genom att minimera behovet av mellanupplag och skapa förutsättningar för direkta flöden
- trovärdighet genom att underlätta för rätt hantering av förorenade massor och förorenat vatten, och minimera risken för felhantering som kan uppmärksammas av allmänhet och media
- kostnadsbesparingar genom ovan nämnda punkter

8.4.2 Omhändertagande av vatten ofta dyr process

Omhändertagande av vatten, och i synnerhet förorenat vatten, innebär ofta stora kostnader för projektet. Det är därför viktigt att från början ha en god överblick över yt- och grundvattenförhållanden, och översiktligt beräkna hur stor volym förorenat vatten som skall omhändertas och på vilket sätt. Filterreningen av TBT förorenat vatten i Lomma Hamn, exempelvis, kom att försenas av att förutsättningarna inte var tillräckligt väl kända innan installation.

För BT-Kemi använde man sig av fördröjningsmagasin innan vattnet sändes vidare för rening i reningsverk. En sådan strategi kräver dock föroreningar och halter som reningsverket kan ta emot. Ofta kan fördröjningsmagasin eller sedimenteringsbassänger användas för att få föroreningar bundna till partiklar att sedimentera, och vattnet i sig att klara riktvärden för utsläpp till recipient eller återinfiltration inom området. Flytande pumpar kan då användas, se figur 7-12 i avsnitt 7.2.3, *BT-Kemi*, som inte rör upp slam från dammbotten. Hanteringen begränsas då till uppgrävning av förorenade sediment i dammen, i slutet av saneringen. Går det att på detta sätt komma runt den mesta hanteringen av förorenat vatten, kan stora kostnader för vattenrening besparas.

Aspekter vid hantering av länsvatten och grundvatten är;

- typ av förorening
- möjlighet att begränsa mängden förorenat vatten som måste renas
- alternativ för rening av förorenat vatten
- möjlighet till återinfiltration inom området
- användning av fördröjningsmagasin och/eller sedimentationsbassäng

8.4.3 Säkerhet väsentlig fråga

Vid hantering av förorenade massor är frågor kring arbetsmiljö och säkerhet vitala, både ur projektets synvinkel och för tredje man (se avsnitt 5.7, *Arbetsmiljö och säkerhet på arbetsplatsen*). Effekter som uppstår vid anläggningsarbeten är exempelvis buller och risk för damning, och för efterbehandlingsåtgärderna även risk för luktolägenheter och oro från allmänheten för nedsmutsning och spridning av föroreningar utanför arbetsområdet.

Viktigt att inte glömma bort är ”vanliga” anläggningsrisker vid schaktarbeten, som fall till lägre nivå i schakten, ras med mera.

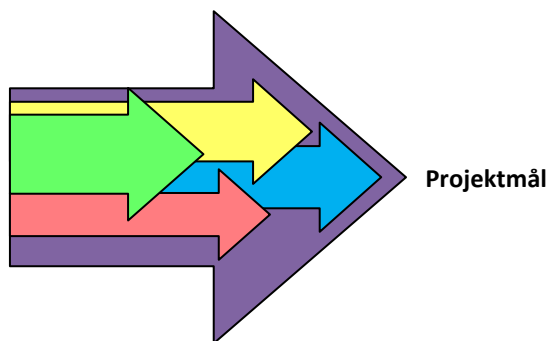
Arbetsmiljömässiga aspekter kan vara;

- typ av förorening och dess effekter på hälsa och miljö
- rengöringsmöjligheter för personal och fordon
- krav på skyddsutrustning
- skyddsnivåer
- skyddszoner
- skyddsåtgärder, som exponerings- och spridningsreducerande åtgärder
- öppenhet och information till medarbetare och allmänhet

8.5 Organisation

En av de största riskerna för ett projekt är kanske själva projektorganisationen. Det har redan i avsnitt 5.1, *Projektets uppbyggnad*, och kapitel 6, *Projektorganisation*, konstaterats att efterbehandlingsprojekt är unika och på många sätt skiljer sig från traditionella anläggningsprojekt i exempelvis krav på flexibilitet och kompetens. En risk med projektorganisationen är bristande kompetens, men denna aspekt går att komma runt genom att till exempel upphandla extern specialkompetens i form av konsult.

Desto större risk ligger i att få alla medarbetare i projektet att dra åt samma håll, se figur 8-2, och arbeta för att uppfylla projektets mål. Grunden tror jag ligger i att informera och motivera medarbetarna till att fortlöpande hantera massor och material med försiktighet och noggrannhet. Blir hanteringen av förorenade massor slentrianmässig förlorar man snart kontrollen över masshanteringen och arbetsområdet kan upplevas stökigt, samtidigt som arbetet med miljö- och kvalitetskontroller försvåras. Även motivationen till att agera flexibelt och tänka fram nya lösningar för arbetsmoment undermineras. En tydlig målsättning för projektet underlättar för projektorganisationen och skapar goda förutsättningar för ett bra resultat.



Figur 8-2. Viktigheten i att alla i projektorganisationen drar åt samma håll och mot att uppfylla projektets mål.

Projektorganisationen påverkar;

- projektets flexibilitet
- noggrannhet
- vilja och motivation
- projektresultat
- informationshantering

8.5.1 Utveckling förutsätter miljötank

En entreprenör med kunskap om logistik och hur miljöfrågor skall hanteras, har fördelar i att kunna hjälpa beställaren att utveckla och optimera efterbehandlingsprojektet. Ofta hänger miljötankt och ekonomiska besparingar samman. Exempelvis minimerar en väl planerad logistik och minimal hantering av massor och material kostnaderna för maskintimmar och transporter, samtidigt som det även medför mindre utsläpp till luften från arbetsfordon och transporter.

Genom att aktivt arbeta med miljöfrågor och vara tydlig och noggrann vid hanteringen av miljöförorenande massor (och produkter), skapas ordning inom arbetsområdet. Spill och risk för olägenheter för tredje man minimeras, vilket är viktigt för projektets ”stämpel” som positivt ur miljösynpunkt. Efterbehandlingsåtgärderna skall inte behöva innebära större risk för hälsa och miljö, eller att omgivningen känner oro under arbetsmomenten. Projektet skall ge ett positivt intryck från dag ett, vilket är viktigt för opinionen, tredje man, de som arbetar i projektet, beställare och entreprenör.

En miljöskandal kan skada ett företag eller ett dess varumärke mycket. Det innebär dock inte, enligt mig, att man skall, kan eller bör dra öronen åt sig och inte arbeta med projekt som skulle kunna innebära en annan eller svårare miljöproblematik än den man är van vid. Istället gäller det att se utmaningen i att kunna utvecklas, genom att ställa högre krav på organisationens och projektens miljöarbete (se avsnitt 6.4.1 om *Miljöledningssystem*).

Efterbehandlingsprojektet skapar;

- utvecklingsmöjligheter
- chans att agera i för samhället betydelsefulla projekt
- marknadsfördelar i en bransch som blandar traditionella anläggningsarbeten med tunga miljöfrågor

8.6 Miljökontroll och kvalitetssäkring

Miljökontrollen är viktig, inte minst ur kvalitetssynpunkt, för att dels styrka att uppsatta åtgärds mål uppfyllts och att resthalter inom området understiger framtagna riktvärden, dels som kontroll av skyddsåtgärder. Garanti för att ett tidigare förorenat område är tillräckligt rent för den markanvändning som valts, är viktigt ur kommande markägares, boendes och övriga intressenters synvinkel. Inom fallstudien har olika typer av miljökontroll genomförts för projekten.

- För Lomma Hamn används uteslutande masshanteringsprogrammet GIS sanering, där schaktnivåer, mängder, upplag, externa ersättningsmassor och transporter till deponi registreras. Informationen i databasen ligger till grund för friklassningen.
- För Glasbruket utförs kontinuerliga nivåkontroller genom inmätning av schaktbotten, vilken utförs av maskinisten (med GPS-baserad maskinstyrning) direkt efter schaktning av en pall med visst föroreningsinnehåll. Inmätta nivåer jämförs med nivåer framtagna utifrån miljötekniska undersökningar, och ligger till grund för friklassningen.
- För BT-Kemi utfördes kontinuerlig provtagning i schaktväggar och schaktbotten, för att konstatera om resthalterna understeg riktvärdena eller om ytterligare schakt krävdes. Friklassning skedde då analysresultaten understeg riktvärdena.
- För Gasverket kräver beställaren ett friklassningsunderlag i form av nivåkontroll, fotodokumentation samt provtagning genom samlingsprov i schaktbotten och väggar.

Maskinstyrning möjliggör för direkt inmätning av schaktbotten, utan att mättekniker eller yrkesarbetare behöver kontrollera schaktdjupet. Nivåkontrollerna sker kontinuerligt och skapar rutin inför varje schaktruta. Maskinstyrning ger även arbetsmiljömässiga fördelar i att färre medarbetare riskerar att exponeras för föroreningar i schakten.

Tanken med en databas som samlar projektets information om provtagningar och masshantering är god. En synpunkt vore att det möjliggör för exempelvis kommunen att veta hur det förhåller sig med föroreningshalter i marken om man planerar en ny ledningsdragning eller liknande, efter det att området överlämnats till exempelvis bostadsrättsförening. Det förutsätter givetvis att kommunen har tillgång till informationen i databasen.

Bäst underlag för kvalitetskontroll och underlag för att uppsatta åtgärds mål för projektet nås, torde vara att utföra kontinuerliga jordprovtagningar som verifierar att resthalterna ligger på godtagbara nivåer. Samtidigt är den okulära kontrollen viktig, genom att direkt synliga föroreningar i schaktbotten och schaktväggar avlägsnas innan schakten återfylls.

Optimalt vore att kombinera metoderna ovan, men det är inte alltid ekonomiskt försvarbart att lägga resurser på övertydliga underlag. Genom rutiner (miljörond), kontinuitet och noggrannhet skapas förutsättningar för god kvalitet i miljöarbetet.

Miljökontroll skapar förutsättningar för;

- säkerhet i resultatet
- god kvalitet
- trovärdighet
- lättillgänglig information om föroreningssituation för framtida anläggningsarbeten

8.6.1 Analyser i fält begränsar provtagning

Genom användning av fältinstrument som XRF och PID, se avsnitt 5.6.2, *Miljökontroll*, för mätning av föroreningar direkt i schakten, kan höga föroreningshalter indikeras. På detta sätt kan provtagning undvikas i de fall där man med säkerhet kan säga att föroreningshalterna ligger över godkända riktvärden, och provtagningen kan fokuseras på ytor som med största sannolikhet kommer friklassas. Provtagning med efterföljande laboratorieanalys är kostnadskrävande, men även tidskrävande då provresultaten kan ta allt från några dagar till över en vecka att få svar på. Att undvika stillestånd är viktigt för projektet.

Inte att underskatta är även visuella och luktmässiga variationer. Organiska föroreningar och kemikalier ger ofta luktolägenheter och kan även vara synliga genom färgskiftningar. Att kommunicera förändringar som ovan nämnda under schaktarbetet är viktigt för att inte riskera att lämna kvar högt förorenade massor som inte upptäckts under förundersökningen, samtidigt som upptäckt av okända föroreningar, även inom kända förorenade objekt, skall anmälas enligt upplysningsplikten i 10 kap MB (se tabell 3-2, *Sammanställning av betydelsefulla åtgärder som kräver lov, anmälan eller tillstånd*).

Analysen i fält besparar projektet;

- tid om föroreningsutbredningen är större än förmodad
- deponiavgifter om föroreningsutbredningen är mindre än förmodad
- kostnader för provtagning och laboratorieanalyser

8.7 Etik

När det gäller arbete med och inom förorenade områden finns det flera etiska ställningstaganden att beakta. Frågor som uppkommer i ett tidigt skede av processen med ett förorenat område gäller exempelvis markresurshushållning. Förorenade områden är, som nämnts i litteraturstudien, ofta hamnnära och/eller centralt placerade i staden och har med det attraktiva lägen för ny bebyggelse. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv kan man diskutera om det är försvarbart att använda jungfrulig mark för bebyggelse, och i synnerhet istället för att använda redan exploaterade områden som dessutom lämpar sig bättre för denna typ av markanvändning.

I Skåne, exempelvis, bebyggs jordbruksmark då städer expanderar. Jordbruksmarken i södra Sverige är ofta högklassig (klass 8 - 10) och med det bäst lämpad för odling. Enligt 3 kap. 1 § MB (SFS 1998:808) skall mark- och vattenområden användas för det ändamål de är bäst lämpade att användas för, och skall främja den användning som medför en för samhället god hushållning.

Den hittills dominerande metoden för sanering av förorenade områden på land är uppschaktning med efterföljande transport och deponering. Detta är ej förenligt med avfallshierarkin (avsnitt 3.1.1, *Avfallshierarkin*), som är en del av EU:s avfallsstrategi som även implementerats i Svensk lagstiftning. Här kommer även aspekten att förflytta problem till deponier in, istället för att undersöka och utveckla möjligheterna för behandling in-situ och on site. Avfall återvinns i allt större utsträckning och om det är acceptabelt av hälso- och miljöskäl att återanvända mindre förorenade massor på platsen, bör så göras.

Säkerheten i resultaten, det vill säga i att uppsatta åtgärdskrav är uppfyllda och att resthalter av föroreningsämnen ligger under tolererbara nivåer för framtida markanvändning, är viktigt för att omgivningen inte skall känna oro för området efter åtgärdsgenomförandet. Detta är också sammankopplat med entreprenörens trovärdighet för att denna hanterar massorna på rätt sätt enligt de lagar, krav och försiktighetsmått som ställs på arbete och resultat.

De främsta etiska ställningstagandena för efterbehandling handlar enligt mig om;

- markresurshushållning
- återanvändning och återvinning
- största möjliga samhällsnytta
- trovärdighet i resultatet

9 Slutsatser och rekommendationer

Det finns många likheter mellan efterbehandlingsprojekt och traditionella mark- och anläggningsarbeten, men också flera viktiga skillnader. Detta kapitel sammanfattar styrkor, svagheter, risker och möjligheter för en entreprenör att utföra ett efterbehandlingsprojekt, som jag identifierat utifrån teori, fallstudie och diskussion och anser vara mest betydelsefulla. Flera aspekter kan utgöra både styrka och svaghet, möjlighet och risk för projektet.

9.1 Problemformulering, syfte och mål

En tillbakablick till kapitel 1 och avsnitt 1.1 *Syfte och mål* och 1.2 *Problemformulering*, tydliggör innebörden med detta kapitel. Här står att syftet med rapporten är att genomföra en inventering av vilka aspekter som är av betydelse för att med största ekonomiska och miljömässiga förtjänst kunna ta sig an och utföra ett saneringsprojekt. Målet är att genom en SWOT-analys identifiera faktorer som styr projektresultatet.

Problemformulering;

Att utifrån teori och fallstudie identifiera potentiella styrkor och svagheter, risker och möjligheter med att entreprenadmässigt utföra ett efterbehandlingsprojekt.

9.2 SWOT-analys

I kapitel 8, *Diskussion*, framkom flera intressanta parametrar som påverkar resultatet för de aspekter som tagits upp i tabell 7-1; entreprenadform, efterbehandlingsmetod, projektutformning, organisation samt miljökontroll och kvalitetssäkring. Parametrarna påverkar dels efterbehandlingsprojektet, dels utförandet av efterbehandlingsprojektet. Här har jag valt att inrikta mig särskilt på de aspekter som påverkar projektet, då rent utförandemässiga vinster och styrkor bidrar till projektresultatet.

Slutsatserna har sammanställts i en SWOT-analys i figur 9-1 nedan, som innefattar viktiga styrkor, svagheter, möjligheter och risker för utförandet av ett efterbehandlingsprojekt. Många möjligheter och risker har direkt koppling till miljömässig hantering av massor, och ekonomiska möjligheter och risker är kopplade därtill.

Figur 9-1. SWOT-analys för efterbehandlingsprojektet.

Styrkor - Anläggningskompetens - Söka erfarenheter utomlands - Logistik och masshantering - Kapacitet - Samhälls- och miljöengagemang - Alternativa lösningar - Optimering av arbetsmoment	Svagheter - Ny typ av projekt - Miljökompetens - Avsaknad av etablerad åtgärdsteknik - Begränsningar i tidigare erfarenheter - Flexibilitet - Begränsningar i underlagen - Kontinuerliga stillestånd
Möjligheter - Hög svårighetsgrad med unik problematik - Utvecklingspotential - Resurshushållning - Nya ekonomiska och miljömässiga lösningar - Avvikelse och förändringar - Incitamentavtal - Kostnadsbesparingar - Affärsmöjligheter för organisationen - Information till allmänheten - Erfarenhetsåterföring - Inte bara flytta problemet till annan plats	Risker - Hög svårighetsgrad med unik problematik - Begränsningar i underlagen - Projektorganisation - Arbetsmiljö och säkerhet - Lokala förutsättningar - Spridning och exponering av föroreningar - Särskilda krav på hantering av förorenade massor - Resultat i att uppnå projektmål och åtgärdskrav - Miljö- och kvalitetskontroll - Opinionstryck och media

9.2.1 Styrkor och svagheter

En kanske ny och okänd typ av projekt kan innebära svårigheter för entreprenörens projektorganisation att hantera åtgärdslösningar och problem som organisationen saknar tidigare erfarenheter av. I flera länder som Danmark, Holland och Tyskland har man dock arbetat med efterbehandlingsproblematik under längre tid, varför det ofta finns goda möjligheter att söka kunskap och erfarenheter utomlands. Samtidigt ger en ny typ av projekt utrymme för organisationen att utveckla egen specialkompetens, implementera och optimera välkända arbetsmoment i ny form samt att ta sig an nya marknader.

En entreprenör med anläggningskompetens har fördel i att många moment i efterbehandlingsprojektet har anläggningsmässig karaktär, exempelvis gällande logistik, masshantering och schaktarbeten. Dock saknar många entreprenörer den specialkompetens inom bland annat miljöområdet som behövs för det specifika saneringsprojektet, för att på rätt sätt bevaka och samordna miljökontroller och miljö- och arbetsmiljöfrågor. Någon typ av miljökoordinator kan därför vara till fördel för entreprenören, liksom för projektet som stort. Ofta är projektgruppen dessutom fokuserad på att driva på arbetena under ekonomisk och tidsmässig press, varför risk finns att projektspecifika miljöfrågor förbises eller kommer i skymundan.

Entreprenörens fokus på att driva arbetena framåt skapar förutsättningar för en hög kapacitet, men samtidigt gäller att förorenade massor grävs ur till rätt nivå och hanteras på rätt sätt för att inte innebära merarbete vid för höga resthalter. Samtidigt med detta ställs krav på stor flexibilitet i utförandet av åtgärderna, för att till exempel hålla igång arbetena samtidigt som provsvar väntas från redan utförda schakter innan återfyllning kan ske. Flexibilitet kan även innebära att entreprenören tvingas ändra ordning på arbetsmomenten i tidplanen, av anledningar som exempelvis väderleksberoende eller då risken för damning eller luktolägenhet är särskilt stor.

För en entreprenör kan det finnas marknadsmässiga fördelar med att engagera sig i samhälls- och miljöfrågor. Det ställer även krav på organisationen att utveckla sin egen miljömedvetenhet och kanske finna nya lösningar till gamla problem.

9.2.2 Risker

En efterbehandling medför många projektspecifika risker som skiljer sig från traditionella anläggningsprojekt. Till stor del handlar det om en unik problematik, avhängig lokala förutsättningar på platsen, som inte stannar vid säkerhets-, miljö- och arbetsmiljöfrågor utan även inkluderar exempelvis allmänhetens oro för föroreningsspridning och exponering.

En av de största riskerna med en efterbehandling är givetvis att uppsatta mål och åtgärdskrav nås. Störst risk utgör in-situ saneringar, där resultatet av åtgärden ofta inte kan garanteras från början utan kan ta längre tid än beräknat att uppnå. För ex-situ saneringar är kontrollen av massor och föroreningshalter viktig, för att verifiera att massor hanterats och återanvänts på tillåtet sätt. Begränsningar i underlagen utgör ofta risk i större utsträckning än för traditionella markarbeten. Geologin kan skifta från undersökningarna, men även föroreningssituationen kan variera för efterbehandlingsprojektet med efterföljande stillestånd och frågeställningar kring åtgärder och arbetsmiljö att ta ställning till.

Särskilda krav på hantering av förorenade massor kan kräva utföranden som skiljer sig mot mer traditionella anläggningsmoment. Det kan exempelvis handla om uppgrävning av förorenade massor som av emissionsskäl och/eller luktskäl behöver grävas ur i täta täkt, eller upplagsmassor som behöver täckas för att minimera risken för lakning och damning. Då sammanblandning av massor med olika föroreningsgrad inte får ske, ställer även det krav på hur massor schaktas, mellanlagras och hanteras inom arbetsområdet. Sammanblandning av massor skapar generellt merarbete och merkostnader för entreprenören, genom extra miljökontroller, mindre massor som kan återanvändas inom projektet och ökade kostnader för transporter och deponier. Att på ett systematiskt och noggrant sätt hantera massorna blir därför desto viktigare inom efterbehandlingsentreprenaden.

9.2.3 Möjligheter

Efterbehandlingsprojektets höga svårighetsgrad och unika problematik utgör ofta risk för entreprenören, men medför även utmaningar och skapar möjligheter för vidareutveckling. Främst finns det stora möjligheter för entreprenören att utveckla organisationens miljö- och resurshushållningsarbete, men ofta finns det även utrymme för nya lösningar och alternativa utföranden inom projektet. Exempelvis kan kostnadsbesparingar göras genom just fokus på miljöfrågor och hushållning, som ökad återanvändning och återvinning av material inom projektet eller då överflödiga hanteringssteg slopas genom en miljömässigt korrekt hantering av förorenade massor.

Begränsningar i underlagen ställer krav på noggrann dokumentation av avvikelser och förändringar, som ligger till grund för eventuella ändrings- och tillägsarbeten. Med tanke på att risken för förändringar i jämförelse med underlagen är stor, är också möjligheterna för alternativa entreprenadformer och avtal stora. Incitamentavtal kan exempelvis användas för att locka till nytänkande och ekonomiska besparingar som inte medför avkall på miljöarbetet.

Efterbehandlingsprojekt utgör ofta en ny typ av affärsmöjlighet för entreprenören, med fördel i att många moment utgör, för organisationen, välkända anläggningsmoment. Genom erfarenhetsåterföring ökar dessutom kunskapen om föroreningsproblematik och arbetsmiljörisker inför kommande projekt, vilket kan visa sig vara en fördel då tidigare exploaterade områden i allt större utsträckning tas upp för ny markanvändning. Likaså innebär många traditionella markarbeten idag att en viss grad av förorening alltid är närvarande genom bakgrundshalter.

Möjligheter finns även i att genom välriktad information få allmänhet och media att se det positiva i att efterbehandla och återanvända förorenade markområden, och ge dessa områden en ny status och nytt liv. Det skapar positiv miljömedveten marknadsföring för entreprenören, samtidigt som potentialen i att erhålla och bebygga tidigare förorenad mark är stor. Efterbehandlingsprojekt ger entreprenören möjlighet att på ett positivt sätt agera för ett miljömedvetet samhällsbyggande som tar vara på de redan exploaterade men underutnyttjade områden vi har.

9.3 Rekommendationer till entreprenören

En entreprenör som går in i en efterbehandlingsentreprenad bör tänka på att;

- identifiera lokala förutsättningar och projektspecifika risker så tidigt som möjligt i projektet för att uppmärksamma särskilda krav på genomförande eller arbetsmiljö
- begränsningar i underlagen kräver flexibilitet i planeringen och noggrann dokumentering inför eventuella ändrings- och tilläggsarbeten
- en miljösamordnare kan underlätta miljöarbetet genom att bevaka och fokusera projektets miljöfrågor
- rätt bemanning och rätt kompetens för uppgiften krävs för att genomföra en efterbehandling på rätt sätt och med fullgott resultat, vilket ofta fordrar specialkompetens i form av konsult hjälp inför särskilda frågor eller moment
- en utomstående provtagare säkerställer att provtagningar genomförs på ett tillförlitligt sätt
- god kontroll över logistik, masshantering och provtagningar skapa förutsättningar för en korrekt hantering av förorenade massor och tydliga underlag för att uppsatta åtgärdskrav nås vid projektslut
- en miljö- och arbetsmiljömässig hantering av förorenade massor medför effektivitet, då risken för merkostnader och merarbete i form av extra hanteringssteg eller arbetsmiljörelaterade moment annars är stor
- hålla rent under åtgärdsutförandet för att minimera risken för spill och spridning av förorenade material och massor såväl innanför som utanför arbetsområdet
- arbete med återanvändning och återvinning av jordmassor och material inom projektet kan medföra miljövinster och kostnadsbesparingar
- spara kunskap och erfarenheter inom organisationen inför kommande projekt

10 Referenslista

10.1 Litterära källor

- Andersson, K., Alm, J., Angervall, T., Johansson, J., Sternbeck, J. och Ziegler, F. (2008) *Miljöprestanda och samhällsekonomi för saneringsmetoder*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5793. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5793-0.
- Arbetsmiljöverket (2002) *Marksanering – om hälsa och säkerhet vid arbete i förorenade områden*. Solna: Arbetsmiljöverket. ISBN: 91-7464-426-2.
- Avfall Sverige (2007) *Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor*. Rapport 2007:01. Malmö: Avfall Sverige.
- Grundfelt, B., Flening, B. och Enell, M. (2008) *Företagsekonomisk redovisning av markföroreningar*. Kunskapsprogrammet Hållbar utveckling, rapport 5835. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5835-7.pdf.
- Hedlund, A. och Kjellander, C. (2007) *MKB – introduktion till miljökonsekvensbeskrivning*. Upplaga 1:3. Studentlitteratur. ISBN 978-91-44-04618-1.
- Helldén, J., Juvonen, B., Liljedahl, T., Broms, S. och Wiklund, U. (2006) *Åtgärdslösningar – erfarenheter och tillgängliga metoder*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5637. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5637-9.
- Holm, G., Bendz, D., Larsson, L., Leppänen, M., Mácsik, J., Pehrson, P., Rogbeck, Y. och Svedberg, B. (2007) *Stabilisering och solidifiering av förorenad jord och muddermassor*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5696. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN: 91-620-5696-4.
- Jones, L. och Atkins, P. (2002) *Chemistry – molecules, matter, and change*. Fourth edition. ISBN 0-7167-3254-8.
- Lundgren, N., Tysklind, M., Wiklund, U., Sjöström, J., Qvarfort, U. och Liljedahl, T. (2006) *Fördjupade riskbedömningar – erfarenheter av riktvärdesberäkningar och användning av ny kunskap*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5592. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5592-5.pdf.
- Länsstyrelsen i Skåne (2010) *Regionalt program för 2011 – inventering och efterbehandling av förorenade områden i Skåne län, Malmö 2010-10-29*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne.
- Miljödelegationen (1998) *Teknik för efterbehandling av förorenad jord i Nederländerna och Tyskland*. Rapport 1998:2. Stockholm: Miljödelegationen. ISBN 91-973370-1-3.
- Naturvårdsverket (1996) *Flerårsplaner för efterbehandling – vägledning 1996*. Rapport 4607. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-4607-1.
- Naturvårdsverket (1997) *Efterbehandling av förorenade områden – vägledning för planering och genomförande av efterbehandlingsprojekt*. Rapport 4803. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-4803-1.pdf.

- Naturvårdsverket (1999) *Metodik för inventering av förorenade områden – bedömningsgrunder för miljö kvalitet, vägledning för insamling av underlagsdata*. Rapport 4918. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-4918-6.
- Naturvårdsverket (2003a) *Efterbehandling under utveckling – en utvärdering*. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5313-2.
- Naturvårdsverket (2003b) *Reparation pågår – om sanering av förorenad miljö*. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-8091-1.
- Naturvårdsverket (2003c) *Om ansvar för miljöskulder i mark och vatten – miljöbalkens regler om skyldigheter och ansvar för förorenade områden*. Rapport 5242. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5242-X.
- Naturvårdsverket (2009a) *Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning*. Rapport 5976. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5976-7.
- Naturvårdsverket (2009b) *Att välja efterbehandlingsåtgärd – en vägledning från övergripande till mätbara åtgärds mål*. Rapport 5978. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5978-1.
- Naturvårdsverket och Boverket (2006) *Förorenade områden och fysisk planering – samarbetsprojekt mellan Naturvårdsverket och Boverket*. Rapport 5608. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5608-5.pdf.
- Piper, L., Ryding, S-O., Henricson, C. (2004) *Ständig förbättring med ISO 14000*. SIS handbok 207. Utgåva 3. Stockholm: SIS förlag AB. ISBN 91-7162-604-2.
- Rosén, L., Söderqvist, T., Soutukorva, Å., Back, P-E., Grahn, L. och Eklund, H. (2006) *Riskvärdering vid val av åtgärdsstrategi*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5537. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 91-620-5537-2.
- SFS 1998:808, Miljöbalken. Miljödepartementet, ändrad t.o.m. SFS 2010:1094.
- SGF (2003) *Att bygga med avfall – miljörettsliga möjligheter och begränsningar för återvinning av avfall i anläggningsändamål*. Rapport 1:2003. Linköping: Svenska Geotekniska Föreningen.
- SGF (2004) *Fälthandbok – miljögeotekniska markundersökningar*. Rapport 1:2004. Linköping: Svenska Geotekniska Föreningen.

10.1.1 Elektroniska källor

- Arbetsmiljöverket (2010). *Lista över vilka föreskrifter och allmänna råd som innehåller särskilda regler eller information om användning av personlig skyddsutrustning AFS 2001:3*. Arbetsmiljöverket. Tillgänglig på Internet: http://www.av.se/dokument/afs/Lista_PPE.pdf [Hämtad 10.10.13].
- Envipro (2009) *Kristianstad gasverk – riskbedömning och åtgärdsutredning*. Version 2009-01-22. Envipro Miljöteknik Hifab. Tillgänglig på Internet: http://www.kristianstad.se/upload/Milj%C3%B6%20Energi/dokument/Gasverksrapport_2009_01_22.pdf [Hämtad 10.10.25].
- EU:s webbplats (2010a) *Miljöansvar – direktiv*. Europa, EU:s webbplats. Tillgänglig på Internet:

http://europa.eu/legislation_summaries/enterprise/interaction_with_other_policies/l28120_sv.htm [Hämtad 10.09.20].

EU:s webbplats (2010b) *En temainriktad strategi för markskydd*. Europa, EU:s webbplats. Tillgänglig på Internet:

http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/l28181_sv.htm [Hämtad 10.09.20].

EU:s webbplats (2010c) *Directive on waste*. Europa, EU:s webbplats. Tillgänglig på Internet:

http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/ev0010_en.htm [Hämtad 10.09.20].

Hitta (2010) *Kartsök*. Tillgänglig på Internet: www.hitta.se [Hämtad 10.11.28].

MarksaneringsInfo (2010a) *Att genomföra ett saneringsprojekt*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: <http://www.marksaneringsinfo.net/saneringsprojekt.htm> [Hämtad 10.09.07].

MarksaneringsInfo (2010b) *Termisk avdrivning*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: http://www.marksaneringsinfo.net/term_avdr.htm [Hämtad 10.09.24].

MarksaneringsInfo (2010c) *Soil Vapor Extraction och Air sparging*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: http://www.marksaneringsinfo.net/sve_as.htm [Hämtad 10.09.24].

MarksaneringsInfo (2010d) *Saneringsteknik*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: <http://www.marksaneringsinfo.net/teknik.htm> [Hämtad 10.09.24].

MarksaneringsInfo (2010e) *Jordtvätt*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: <http://www.marksaneringsinfo.net/jordtvatt.htm> [Hämtad 10.09.28].

MarksaneringsInfo (2010f) *Biologiska metoder*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: <http://www.marksaneringsinfo.net/biologisk.htm> [Hämtad 10.09.28].

MarksaneringsInfo (2010g) *Behandling och mottagning av förorenade massor*. MarksaneringsInfo. Tillgänglig på Internet: <http://www.marksaneringsinfo.net/behandlingsanl.htm> [Hämtad 10.06.16].

Miljömålsportalen (2010a) *Efterbehandling av förorenade områden (2010)*.

Miljömålsportalen. Tillgänglig på Internet: <http://www.miljomal.nu/4-Giftfri-miljo/Delmal/Efterbehandling-av-fororenade-omraden-2010/> [Hämtad 10.09.20].

Miljömålsportalen (2010b) *Efterbehandling av förorenade områden (2005-2010/2050)*.

Miljömålsportalen. Tillgänglig på Internet: <http://www.miljomal.nu/4-Giftfri-miljo/Delmal/Efterbehandling-av-fororenade-omraden-200520102050/> [Hämtad 10.09.20].

Miljömålsportalen (2010c) *Förorenade områden*. Miljömålsportalen. Tillgänglig på Internet: <http://www.miljomal.se/Systemsidor/Indikatorsida/?iid=56&pl=1> [Hämtad 10.09.20].

Nationalencyklopedin (2010a) *Klorerade kolväten*. Nationalencyklopedin. Tillgänglig på Internet: <http://www.ne.se/klorerade-kolv%C3%A4ten> [Hämtad 10.11.08]

Nationalencyklopedin (2010b) *Halogenerade kolväten*. Nationalencyklopedin. Tillgänglig på Internet: <http://www.ne.se/halogenerade-kolv%C3%A4ten> [Hämtad 10.11.08].

Naturvårdsverket (2010a) *Urval av ämnen och ämnesgrupper samt förklaringar*. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/Att-utreda-och-efterbehandla-fororenade-omraden/Riktvarde-for-fororenad-mark/Tabell-over-generella-riktvarde/Urval-av-amnen-och-amnesgrupper/> [Hämtad 10.08.16].

Naturvårdsverket (2010b) *Lägesbeskrivning av arbetet med att avhjälpa sådana föroreningsskador som avses i 10 kapitlet i miljöbalken*. Skrivelse 2010-04-15. Tillgänglig på Internet: http://www.naturvardsverket.se/upload/07_verksamheter_med_miljopaverkan/efterbehandling/laget_i_landet_efterbehandling/2009/Skrivelse_lagesbeskrivning_ebh_2009.pdf [Hämtad 10.08.16].

Naturvårdsverket (2010c) *Efterbehandling av förorenade områden*. Naturvårdsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/> [Hämtad 10.08.16].

Naturvårdsverket (2010d) *Läget i landet – efterbehandling av förorenade områden*. Naturvårdsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/Laget-i-landet--efterbehandling/> [Hämtad 10.08.24].

Naturvårdsverket (2010e) *Principer för hållbar avfallshantering*. Naturvårdsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Mal-strategier-och-resultat/Principer-for-avfallshantering/> [Hämtad 10.09.20].

Naturvårdsverket (2010f) *Lagstiftning om efterbehandling*. Naturvårdsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.swedishepa.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/Lagstiftning-om-efterbehandling/> [Hämtad 10.09.20].

Naturvårdsverket (2010g) *Styrmedel för en effektiv avfallshantering*. Naturvårdsverket. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Produkter-och-avfall/Avfall/Mal-strategier-och-resultat/Styrmedel-for-en-hallbar-avfallshantering/> [Hämtad 10.09.29].

Naturvårdsverket (2010h) *Tabell över generella riktvärden för förorenad mark*. Tillgänglig på Internet: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Verksamheter-med-miljopaverkan/Efterbehandling-av-fororenade-omraden/Att-utreda-och-efterbehandla-fororenade-omraden/Riktvarde-for-fororenad-mark/Tabell-over-generella-riktvarde/> [Hämtad 10.10.12].

SBUF (2006) *Kunskapsuppbyggnad och erfarenhetsåterföring – upprepa inte gamla fel!* Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, nr 06:39. Tillgänglig på Internet: http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet%5CD5CA2D66-1E45-471A-9942-FA86EC5226CD%5C96_96_06-39.pdf [Hämtad 10.11.30].

SGU (2010) *Biogeokemi*. Sveriges geologiska undersökningar. Tillgänglig på Internet: <http://www.sgu.se/sgu/sv/geologi/geokemi/Biogeokemi.html> [Hämtad 10.11.02].

Svalövs kommun (2010a) *Historik*. Svalövs kommun. Tillgänglig på Internet: <http://www.svalov.se/ovrigt/gadirekt/btkemiefterbehandling/historik.4.2f4bb5881163f43d0c180001537.html> [Hämtad 10.11.16].

Svalövs kommun (2010b) *BT Kemi, efterbehandling, erfarenheter*. Svalövs kommun. Tillgänglig på Internet: <http://www.svalov.se/download/18.2915094c1175f7763d4800084/071122+Erfarenheter+Lars+Bevmo.pdf> [Hämtad 10.12.06].

SWECO (2005) *BT-Kemi Efterbehandling, skede förberedelser, A. Behandling av förorenade massor*. Rambeskrivning. Förfrågningsunderlag 2005-10-17. SWECO VIAK AB.

Söderqvist, T., Hammer, M. och Gren, I-M. (2004) *Samverkan för människa och natur, en introduktion till ekologisk ekonomi*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 91-44-03182-3.

Tonnquist, B. (2005) *Projektledning*. Stockholm: Bonnier. ISBN 91-622-6282-3.

Warg, L-E., Andersson, K. och Stridh, G. (2008) *Kriterier för effektiv riskkommunikation – sanering av förorenade områden*. Kunskapsprogrammet Hållbar sanering, rapport 5887. Stockholm: Naturvårdsverket. ISBN 978-91-620-5887-6.

Wikipedia (2010a) *Marksanering*. Wikipedia. Tillgänglig på Internet: <http://sv.wikipedia.org/wiki/Marksanering> [Hämtad 10.08.20].

WSP (2004) *Framtagning av mer information om kemiska ämnen eventuellt aktuella för screening 2005*. WSP. Tillgänglig på Internet: http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/screening05.pdf [Hämtad 10.11.16].

10.2 Intervjuer och föreläsningar

Andersson, B. (2010) Schakt & Transport. 2010-11-24.

Andersson, M. (2010) Efterbehandlingssamordnade, Länsstyrelsen i Skåne. 2010-12-02.

Bessfelt, J. (2010) Arbetsmiljö/säkerhet, Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen. 2010-11-19.

Egermayer, D. (2010) Projektingenjör för Glasbruket, Skanska Väg & Anläggning Syd. 2010-11-09.

Eklöf, E-B. (2010) Miljöjurist, WSP. *Föreläsning om miljöjuridik*. 2010-09-16.

Friström, A. (2010) Mark/miljöansvarig för Lomma Hamn, JM. 2010-11-22.

Larsson, G. (2010) Arbetsledare för BT-Kemi. 2010-11-24.

Ljungberg, V. (2010) Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen. 2010-11-19.

Sennfält, D. (2010) Produktionschef för Lomma Hamn, Skanska Väg & Anläggning Syd. 2010-11-11.

Stuhr Olsson, B. (2010) Projektchef, Skanska Väg & Anläggning Syd.

Weidemanis, S. (2010) Projektledare för Kristianstad gasverk, Strategi & Utveckling, Kristianstads kommun. 2010-11-15.

11 Figurförteckning

Figurnummer	Källa
1-1	Hållbar utveckling som ett tredimensionellt begrepp, med ekonomisk, ekologisk och social-kulturell dimension (efter Söderqvist m.fl. 2004, s. 95)
1-2	Förenklad mindmap i form av ett träd
2-1	Fördelning av de primära föroreningarna vid länsstyrelsernas prioriterade objekt 2009 (efter Naturvårdsverket 2009a)
2-2	Möjliga exponeringsvägar (efter Naturvårdsverket 2009a, s. 27)
2-3	Grafen åskådliggör riskerna för respektive klass 1-4 vid en samlad riskbedömning (efter Naturvårdsverket 1999, s. 48)
2-4	Antal identifierade, branschklassade, riskklassade, undersökta och åtgärdade förorenade områden i Sverige (efter Naturvårdsverket 2010b, s. 3)
2-5	Fördelning av antalet identifierade och riskklassade objekt i Skåne uppdelat efter kommun (efter Länsstyrelsen i Skåne 2010, s. 11).
3-1	Flödesschema över lagstiftning och instanser som styr efterbehandlingsprojektet
4-1	Användning av arbetsmaskiner påverkar miljön negativt i form av luftutsläpp (Malin Brånemo, Lomma 2010)
5-1	Förenklad projektmodell över de skeden som ingår i ett efterbehandlingsprojekt (efter Naturvårdsverket & Boverket 2006, s. 22)
5-2	Risksamband för sannolikhet/konsekvens (efter Rosén m.fl. 2006, s. 30)
5-3	Samband mellan totalkostnad, genomförandekostnad, riskkostnad och optimal risknivå (modifierad efter Rosén m.fl. 2006, s. 30)
5-4	Förhållandet mellan kostnad och påverkan allt eftersom projektet fortlöper (efter Naturvårdsverket 1997, s. 27)
5-5	Lastning av förorenade massor, Lomma Hamn. (Malin Brånemo, Lomma 2007)
5-6	Föroreningshalter i externa ersättningsmassor (efter Naturvårdsverket 2009b, s. 146)
5-7	Indelning av ett arbetsområde i skydds- och buffertzonen (efter Arbetsmiljöverket 2002, s. 45 och SGF 2004, s. 35)
6-1	Schematisk bild över en projektorganisation, med förslag på roller i projektgruppen för ett efterbehandlingsprojekt inom det streckade området (modifierad efter Stuhr Olsson 2010 och Tonnquist 2005, s. 79)
6-2	Kompetens kan anses bestå av de fyra områdena kunskap, erfarenhet, metod och beteende, som omsätts i handling (modifierad efter Tonnquist 2005, s. 295)
6-3	Illustration av PDCA-cykeln (efter Piper m.fl. 2004, s. 97)
7-1	Översikt över efterbehandlingsområdet för Lomma Hamn (Hitta 2010)
7-2	Del av efterbehandlingsområdets indelning i rutor med sidan 20x20 m (Sennfält 2010)
7-3	Generell skiss över hanteringen av massor inom en schaktruta
7-4	Reningsanläggning för TBT-förorenat vatten i Lomma Hamn (Malin Brånemo, Lomma 2010)
7-5	Översikt över efterbehandlingsområdet för Glasbruket, Limhamn (Hitta 2010)

- 7-6 Utdrag från nivåkontroll; jämförelse mellan nivåer enligt schaktplan och inmätta nivåer från schaktbotten (Egermayer 2010)
- 7-7 Schaktning av hotspot med oljeförorenade massor, med omedelbar lastning för transport till deponi (Malin Brånemo, Limhamn 2010)
- 7-8 Översikt över det norra efterbehandlingsområdet för BT-Kemi, Teckomatorp (Hitta 2010)
- 7-9 Principiell geologisk uppbyggnad av området, sektion från norr till söder (SWECO 2005, s. 5)
- 7-10 Lastning av förorenade massor från BT-Kemi på båt i Landskrona hamn (foto: Perry Nordeng, med tillstånd från Svalövs kommun)
- 7-11 Starkt förorenade hotspots inom det norra området av BT-Kemi (SWECO 2005, s. 5)
- 7-12 Exempel på lösningar för att inte rör upp bottenslam vid pumpning
- 7-13 Skiss över arbetsområdet med skyddszon, tvättmöjligheter, transportvägar etc. (efter Larsson 2010)
- 7-14 Översikt över efterbehandlingsområdet för Gasverket, Kristianstad (Hitta 2010)
- 7-15 Uppdelning av området i delområden A, B och C efter föroreningsgrad samt cyanid- och tjärförorenade hotspots (Envipro 2009)
- 8-1 Flödesscheman över extra hanteringssteg vid användning av mellanupplag, samt hur planerad hantering skapar direkta flöden och optimal resursanvändning
- 8-2 Viktigheten i att alla i projektorganisationen drar åt samma håll och mot att uppfylla projektets mål
- 9-1 SWOT-analys för efterbehandlingsprojektet

Minnesanteckningar från intervju med Daniel Sennfält, Skanska Väg & Anläggning Syd, och Anders Friström, JM, för Lomma Hamn. 2010-11-11.

Lomma Hamn ligger på utfyllda områden som till stor del består av avfall från industriverksamheter, exempelvis Lomma Eternit. Föroreningarna är begränsade till fyllnadsmaterialet. Hotspots med oljeföroreningar som gått djupare från bland annat värmeverk som var del av Eternitfabriken. Smedja som gett metallföroreningar. Två oljeavskiljare på området, kassuner, som har grävts upp. Tungmetaller, PAH, eternit, TBT.

Området är ca 180 000 m² stort. Samarbetsprojekt mellan JM och Skanska Väg & Anläggning Syd. Löpande nedlagda kostnader. Ansvar för metod ligger hos JM. Grävsanering med maskinist plus yrkesarbetare vid behov, maskinstyrning med GPS inom vissa kvarter.

Konsult plockar fram riskklassning efter undersökningar. Provresultat läggs in i databasen GISsa och är tillgängliga inför utförandet. Arbetsberedningar görs för saneringsarbetet i respektive ruta. Schaktning sker pallvis efter föroreningsgrad och till rätt nivåer. Efter schaktning/återfyll förs höjder, mängder, information om upplag/deponier respektive vilka massor som gått som återfyll in i GISsa. All masshantering går att följa i ”grupper” för massor med samma föroreningsgrad. GISsa ligger till grund för konsultens arbete med att kontrollera saneringsarbetet och friklassa rutor som sanerats korrekt.

Massor mellanlagras ofta innan återanvändning (för att möjliggöra stor återvinning inom projektet) och innan transport till deponi. Massor med eternit blötläggs vid grävarbeten och täcks med duk vid mellanupplag för att minimera risken för damning. Dessa kan återanvändas inom projektet 1,0 m under färdig markyta med grävskydd ovanför. Eternitmassorna mäts även in. Ca 95 % av massorna återanvänds inom projektet och 5 % deponeras. Återfylla schakter med bland annat eternit sparar transporter, deponiavgifter och ersättningsmassor. Bygger på godkännande från länsstyrelsen. Återfyll med rena överskottsmassor från andra projekt.

Sanerar etappvis efter kvarter, och efter behov av massor. Positivt ur återvinningssyfte, och ekonomiskt för att inte ligga ute med pengar för sanering av kvartersmark förrän det är dags att bebygga kvarteret. Pumpar oljeförorenat vatten genom torvfilter, för att begränsa föroreningen till tratten och sänka föroreningshalten. Hoppas på en mer lokal schakt vilket ger ekonomiska fördelar genom mer begränsad schakt. Minskar även föroreningsspridningen till andra delar av projektet där exempelvis källare byggs, som kräver grundvattensänkning som tar med sig oljeföroreningen mot avsänkningstratten för grundvattensänkningen och med det kan öka spridningen av föroreningen inom området.

Mätt asbesthalt i luften vid arbeten i eternitförorenade massor. Informationsmöte med konsult och alla involverade arbetare. Hel hälso- och säkerhetsplan för saneringsarbetena, framtagen av JM. Arbetsberedning för moment med grävning och borttransport av förorenade massor till extern mottagare. Skanskas personliga

Bilaga 1

skyddsutrustning räcker för arbetet. Gett ut andningsskydd att använda vid behov vid grävarbete i eternitförorenade massor.

Haft TBT föroreningar från tidigare båtuppställningsplats i den östra delen av arbetsområdet. Dessa är starkt ekotoxiska, främst för vattenlevande organismer, men inte farliga för människan. Vid grundvattensänkning i rörgravar har man filtrerat vattnet för att sänka TBT-halten tillräckligt för att kunna återinfiltrera vattnet inom området eller släppa det till recipient. Pumpanläggningens filter har varit ett kontaktfiler, grovfilter med sand, bomullsfilter som tar finpartiklarna och aktiva kolfilter. Bassäng för sedimentering före. Man fick även reglera pH-värdet genom kemisk fällning med slambildning för att få filteranläggningen att fungera tillfredsställande, då kontaktfiltret inte klarade de stora variationerna i pH-värde.

Minnesanteckningar från intervju med Daniel Egermayer, Skanska Väg & Anläggning Syd, för Glasbruket Limhamn. 2010-11-09.

Långa diskussioner i ≈ 10 år om hur och när området skulle saneras. Beställare är Skanska Nya Hem och delvis i samarbete med kommunen för allmän parkmark och vägnät. Området är närmare 110 000 m² stort. Gammalt industriområde med främsta föroreningar tungmetaller (arsenik, koppar, zink) och PAH (olja). Kommer från till exempel blästersand (vid borttagning av färg), glasbruk, verksamhet för förzinkning av spik, tillverkning av cement. Oljan har varit av mer lokal karaktär.

Mot totalentreprenad med stor möjlighet till styrning av utförandet. Kanske mot partnering där Sweco, Skanska Väg & Anläggning Syd och Skanska Nya Hem arbetar tillsammans för att nå bästa lösningar. Arbetet regleras löpande.

Grävsanering. Maskinstyrning med GPS. Rutsystem om 20x20 m, där maskinisten mäter in schaktbotten efter varje pall. En pall är normalt av 0,5 m mäktighet. Nivåkontrollen ligger till grund för miljö- och kvalitetsgranskning, och att åtgärds mål uppnåtts.

Konsult plockar fram riskklassning för totalt fem pallar (2,5 m) i varje ruta. Rutorna är provtagna i fem punkter för varje halvmeter och analyserade som samlingsprov. Provtagning är genomförd ner till 2,5 m under befintlig markyta. Klassningen sker efter platsspecifika eller lokala riktvärden, framtagna av Kemakta. Ligger till grund för maskinistens maskinstyrning. Maskinisten mäter in schaktbotten efter varje pall. Mättekniker översätter mätdata, PI sammanställer mätdata. Nivåkontrollen ligger till grund för miljö- och kvalitetsgranskning, och att åtgärds mål uppnåtts. Konsult kontrollerar nivåerna mot hur djupt som skall ha schaktats, och godkänner eller ”friklassar” de rutor som sanerats på ett korrekt sätt. Sker kontinuerligt.

Uppskattad siffra för kalkyl eller budget över hela området och innan provtagningen påbörjades på riktigt. Nu räknar man med att något lägre kostnad än beräknat, då hanteringen av massorna gått smidigt genom god planering och logistik. Även återvinning av massor inom området har kunnat ge delvis plus delvis minus i budget, vissa massor har kunnat återanvändas inom området på djupet medan andra massor som hade kunnat användas fått transporteras till deponi till följd av platsbrist inom projektet.

Massor som mellanlagras inom projektet läggs upp på yta med samma klassning. Mellanupplag används främst för massor som skall transporteras till deponi, för att samla ihop massor av samma klassning innan lastning och transport. Logistik. ”Rödmarkerat område” har innehållit flera oförutsedda oljeföroreningar som inneburit ökade kostnader för projektet. ”Område uppe till vänster” innehöll mindre föroreningar än vad som antagits vid uppskattande av budget, vilket inneburit en grundare schakt och med det att kostnaderna minskat.

Räknat med schakt av ca 51 000 m³ massor över området, som ligger över riktvärdena. Ca 20 % har gått till deponi, klassade IFA och till mindre del FA. Ca 20 % har kunnat återanvändas inom området, klassat MKM. Även rena återfyllnadsmassor kontrolleras genom provtagning innan dessa får användas. Dessa skall ha föroreningshalter understigande Naturvårdsverkets generella riktvärden för KM.

Bilaga 2

Skanskas personliga skyddsutrustning räcker för arbetet. Personal har fått utdelat andningsskydd som används vid behov (exempelvis vid förekomst av oljeförorening).

Organisationen på projektet har varit en projektchef, projektingenjör, maskinister (grävmaskin, hjullastare och dumper) och en mättekniker. PI har tidigare arbetat med saneringsprojekt. Grävsystem. Mättekniker för relationer etcetera. Extern konsult.

Konsult som sköter provtagning och beslut om hantering av massor i miljörelaterade situationer. Konsultkostnader kan verka höga men ger bra resultat i längden, plus att extern kontrollant skapar trovärdighet för hanteringen samt ofta är krav från beställaren. Konsult har dialog med miljönämnden. Känner miljönämnden att arbetet sker på rätt sätt och under väl kontrollerade former skapas tillit.

Har innan projektstart varit på studiebesök på saneringsprojektet för JM, Lomma Hamn. Sanering som sker på likartat sätt. Främst hantering av massor, logistikproblematik, som är av intresse samt viss utrustning/teknik för exempelvis pumpning/rening av oljeförorenat vatten. Borde finnas/finns? en erfarenhetsåterföringsbank för projekt, men måste vara användarvänlig och det är lättast att komma ihåg vad man gjort i projektet under genomförandet och inte flera år efteråt.

Ser det som en självklarhet att sanera hela området innan inflyttning påbörjas. Trygga god boendemiljö och slippa stänga av/inhägna områden från allmänheten.

Gäller att sträva efter att få en så bra kontroll så lätt som möjligt.

Minnesanteckningar från intervju med Björn Andersson, Schakt & Transport, och Greger Larsson, arbetsledare, för BT-Kemi. 2010-11-24.

På området fanns tidigare ett sockerbruk, som hade minst tre dammar på den norra delen av tomten. BT-Kemi dumpade avfall från sin produktion i dessa dammar och fyllde över med massor. Själva anläggningen har funnits på södra sidan järnvägen. Föroreningarna har sedan spridit sig både i plan och djupled. Provtagningen var ner till ca 4,5 m men vid schaktarbetena var man tvungen att ta ner till ca 6,5–7,0 meters djup.

Det diskuterades om termisk behandling on-site, men dels var kapaciteten för dålig och med det skulle reningen ta för lång tid, plus att det från en politisk synvinkel var viktigt för allmänhet och boende att fysiskt bli av med de förorenade massorna.

Schakten utfördes i strimmor för respektive hotspot, ner till provtagen nivå. Därefter var det ofta lång väntan på provresultat från schaktbotten, som avgjorde om man kunde lämna en friklassad schaktbotten eller om det skulle schaktas mer. Ofta skulle det schaktas mer, och man fick ta in en mindre maskin som gick ner i schakten. Mer fördelaktigt att schakta hela djupet på en gång, då man har fast mark att stå på och massorna inte hunnit bli uppblöta av regnvatten. Alla återfyllnadsarbeten skedde i en annan entreprenad efter schaktarbetena.

Man anlade vägar inom arbetsområdet för transporterna, med hjultvätt innan de lämnade området. Anläggande av vägar minimerar även risken för damning och föroreningsspridning inom området, då man kan ha kontroll över exempelvis spill och hålla vägarna rena. Bilarna kördes täckta och var noga med att inget spill förekom. Fanns även spolplatta för när arbetet med att fylla en båt var slut och bilen skulle användas för annat ändamål. Det gäller att bemanna rätt, med exempelvis noggranna maskinister som förstår att spill inte får förekomma. Kommer aldrig ifrån den mänskliga faktorn, med slarv eller fel kompetens. Efterbehandlingar och andra arbeten med stora miljökrav kan lätt bli till ”skandaler” om de inte sköts på rätt sätt, viktigt med kontroll, noggrannhet för kvalitet, trovärdighet.

Från början var det tänkt att man skulle sortera ut större fraktioner för att minimera mängden massor som skulle transporteras till deponi. I och med de stora djupen, med blöta massor, blev detta omöjligt att genomföra i praktiken. Blev nära dubbelt så mycket massor som gick till deponi än vad som trots från början, i och med större utbredning och att det inte gick att sortera ut mindre förorenade material.

Först var det planerat att massorna skulle tas emot i Danmark, sedan i Holland. På grund av för höga värden av antimon kunde bara deponi i Tyskland ta emot massorna för termisk behandling. Innan det löste sig blev det stillestånd för projektet med onödig exponering av schaktade ytor, som täcktes av presenningar. Båten tog ca 7 000 ton och lastades på 2 dagar. Sedan skulle den till Tyskland och lasta ur, under tiden hade man behövt svar på provtagning av schaktbotten, vilket ibland tog längre tid.

Inom området vattnade man för att minimera damning, och använde ett fördröjningsmagasin för förorenat vatten innan det avleddes till reningsverk. Område B hade luktproblem under schakt i dinoseb-förorenade massor (dinitroortosekundärbetylphenol). Man schaktade i strimmor för att ha så liten del som

Bilaga 3

möjligt av den förorenade schakten öppen. Då är bara schaktväggen förorenad (eftersom att man provtar och friklassar väggar och schaktbotten). Detta för att minimera risken för;

- erosion
- vattentillströmning
- doftspredning
- föroreningspredning inom området

Arbetsmiljömässigt skulle man ha skyddskläder, skor och handskar som byttes i tvättbod innan raster och vid slutet av dagen. Andningsmask skulle användas vid behov. Maskiner skulle ha övertryck och kolfilter. Vid tvättning av transporternas flak användes overall och skydd för ansiktet (visir). Man hade även en doftpanel bestående av ett antal personer i Teckomatorp, som vid spridning av lukt skulle höra av sig till projektet.

Ekonomiskt positivt för projektet var att man kom ifrån alla mellanupplag. En hotspot schaktades i taget, lastades direkt på bilar som transporterade massorna till Landskrona hamn där de lastades ombord på båten. Detta gav kostnadsbesparingar i form av mindre personal, men även att onödiga hanteringssteg plockades bort. Med minimal hantering av massorna behåller de sin struktur vid lastning och blir mer lätthanterliga. Inget onödigt lakvatten eller upplag som blöter ner massorna.

Projektet var en totalentreprenad som från början handlades upp på mängdförteckning. I och med stora förändringar från underlag, som till exempel halten antimon och utbredningen av föroreningarna, gick arbetet över till löpande räkning.

Mycket pengar ligger i provtagningen av ytor, och i stillestånd på grund av försening av provtagningsresultat, och i arbete med parametrar som;

- Geoteknik, genomsläpplighet (förutsättningar).
- Hantering av förorenat grundvatten.
- Logistik inom projektet.
- Minimering av mellanupplag.
- Minimera hanteringen av massor.
- Smidig provtagning.
- Rätt person på rätt plats, med rätt kompetens.

Minnesanteckningar från intervju med Susanne Weidemanis, Kristianstads kommun, för Kristianstad gasverk. 2010-11-15.

Sanering på grund av hälso- och miljörisk. Diskussioner och förarbeten har pågått sedan 1996, då en första miljöundersökning genomfördes. Området tillhör en grundvattentäkt varför det är av särskilt intresse att föroreningar begränsas i utsträckning.

Totalt är projektet beräknat att kosta ca 87 Mkr. Man har fått statligt bidrag för efterbehandlingen eftersom att Naturvårdsverket och länsstyrelsen prioriterat projektet, som är av MIFO riskklass 1. Det åtgärdsalternativ för genomförandet som valdes var det som gav störst miljönytta i jämförelse med kostnad. Omkring 70 000 ton massor skall hanteras, föroreningarna är till största delen begränsade till fyllnadsmaterial inom området. 16 000 ton kan återanvändas inom projektet, <MKM. Området som skall saneras är ca 25 000 m² stort.

Entreprenaden är uppdelad i en mottagandedel och en utförandedel (schakt + transporter). Svårt att sätta pris på deponi och vill att inte enbart stora entreprenörer med kontakter och bästa deponipris skall kunna lämna anbud. Det kan även vara svårt för deponin att ta emot alla sorters förorenade massor. Men krav på att anbudsgivare skall ha erfarenhet från grävsanering tidigare och en platsledning med kunskap från gasverkssanering eller kreosot.

Radio Kristianstad är närmaste ”tredje man”, i övrigt kontorslokaler på andra sidan Gasverksgatan. Risk för damning, buller och lukt.

Riktvärden från Naturvårdsverket. Rutnät med 10x10 meter stora rutor. Tillsynskontroller och egenkontroll skall göras för massor och hantering. Utförandet kan rucka på logistiken inom området men är annars styrda av utförandehandlingarna.

Mängdförteckning med a´ priser, reglerade ÄTA-kostnader. Risken ligger hos beställaren i och med utförandeentreprenad.

Styr arbetsmiljön genom poster i Teknisk Beskrivning, exempel krav på spolplatta, klädsel, andningsskydd, luftkonditionering med filter i maskiner, tält vid mellanlagring av vissa förorenade massor.

Minnesanteckningar från intervju med Joakim Bessfelt, Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen. 2010-11-19.

1999/2000 genomfördes flera projekt där man samtidigt testade åtgärdstekniker, ex. projektet Lyftkranen. När man genomförde efterbehandlingen av Sickla udde testade man bland annat biologisk nedbrytning av PAH-förorenade massor, men det gick inte så bra som man hade tänkt sig. Använde mycket tågtransporter till deponier i Värmland för mer miljövänlig hantering. Fanns bland annat LIP med möjlighet att testa tekniker, och inte enbart statliga ekonomiska medel för åtgärdernas skull.

Hade större säkerhetsmarginaler förr, exempelvis skulle allt i en grävsanering schaktas ur och transporteras till deponi mot att man idag sorterar ut grovmaterial, som block och stenar, som kan återanvändas som fyllnadsmaterial på platsen. Vid större projekt hade man vågkontroller innan transporter lämnade området (och inte enbart invägning på deponin) samt uppställda laboratorier för snabb provtagning och analys, vilka annars tog lång tid att skicka iväg och få svar på.

Besparingar kan göras för smart hantering eller lösningar för exempelvis deponiavgifter, transporter och alternativa utföranden. Maskinstyrning kan ge fördelar vid hantering av massor inom stora områden. XRF och PID kan användas för att indikera var fler prover måste tas, men har stor felmarginal.

En totalentreprenad är ofta lättare ur entreprenörens synvinkel eftersom att man kan styra utförandet på ett helt annat sätt. Vid utförandeentreprenad finns mindre incitament att lösa problem på nya sätt. En viktig aspekt är trovärdighet, att sköta en efterbehandling snyggt och inte göra ekonomiska vinster på miljömässigt dåliga handlingar. Kanske fanns det ett större intresse för 10 år sedan av att testa åtgärdstekniker och alternativa lösningar, mot dagsläget.

Tillsynsmyndighet (kommun för mark, länsstyrelse för vatten och miljödom), konsult (skyddsåtgärder etc.) och beställare (särskilda krav) ställer tillsammans krav som styr utförandet för entreprenören, oberoende av entreprenadform.

Lösningar som man arbetat med tidigare är exempelvis;

- Fördröjningsmagasin för PAH-H förorenat vatten, dessa sedimenterar pga. sin tyngd.
- Olika typer av vattenrening och filter. Konsult som tar fram dessa lösningar. Vattenrening och problem med förorenat yt- eller grundvatten kan ställa till stora problem och orsaka stora kostnader.
- Avsänkning av grundvatten genom pumpar i ”korgar” som fungerat som filter, för att få föroreningar att stanna kvar i jordmaterialet istället för att följa med partiklar vid pumpning. På så sätt får man ett rent vatten som är lättare att omhänderta, och föroreningar stannar i marken och schaktas upp.

Bilaga 5

- Sorteringsskopor har använts för att sortera ut större fraktioner, och sorteringsverk redan i schakten. Minskar deponiavgifterna och ger mindre återfyll, då föroreningar binder till finfraktionerna. Bra för miljön både avseende transporter och återfyllnadsmassor.
- Maskinstyrning är ekonomiskt vid större arealer och kombination av efterbehandling och VA-arbeten. Blir rätt från början och kräver mindre arbete av yrkesarbetare och mättekniker i fält. Bra även för arbetsmiljön om föroreningar som man helst inte skall springa rundor i.

Bilaga 6

Minnesanteckningar från intervju med Victoria Ljungberg, Skanska Väg & Anläggning Stockholm/Mälardalen. 2010-11-19.

Man har haft många saneringsprojekt i Stockholm, till stor del beroende av att det inte finns några oförorenade tomter utan alla är åtminstone "storstadsförorenade". Viktigt att inte bara se likheter mellan projekt utan även olikheter.

Nya Karolinska Solna har man löst på annat sätt än vad man är van vid, med samlingsprover på stora volymer. Alla massor klassas som samma föroreningsklass och skickas till deponi. Om provtagning hade skett med avsikt att finna mer och mindre förorenade massor, hade kapaciteten för arbetet blivit sämre, samtidigt som kostnaden för provtagning och högre/lägre deponier för vissa massor ätit upp varandra. Förlorat tid i slutänden. Med stora volymer med samma föroreningsgrad kan även priset för mottaning hållas nere. Föroreningarna är begränsade till fyllnadsjorden och av typen "storstadsföroreningar". NKS är ca 80 000 m² stor tomt, varav mellan 50-60 000 m² förorenade fyllnadsmassor.

Skillnaden mellan löpande räkning istället för a´ priser är ofta att;

- Beställaren tappar lättare kontrollen över kostnaderna vid löpande.
- Vid avvikelser är det tråkigt att jaga pengar, varför löpande är att föredra för entreprenören.
- Löpande kräver ofta ett större förtroende beställare och entreprenör emellan.
- Vid reglering efter a´ pris måste entreprenören hela tiden leta och mäta för att få rätt betalt i a´ pris listan, istället för att ägna tiden åt att utföra arbetet så bra som möjligt.

Kommuner (som beställare) gör ofta miljörapporter före upphandling, och tänker i förväg på kostnadsbesparande åtgärder. Viktigt att som entreprenör kontrollera förutsättningarna. En totalentreprenad kan ge problem då mängder och föroreningshalter ofta ökar/förändras från underlagen, och det är sällan man får ett jobb om man har hängslen och livrem på i anbudet. Entreprenören blir även ansvarig för lösningar, och åtgärdslösningar som inte fungerar som det är tänkt kan ge stora ekonomiska känningar.

Vid trånga utrymmen och tredje man nära, kan en smart lösning vara att arbeta med täckta containers eller lastväxlarflak, som hämtas med lastbil. För bästa kontroll vid särskilda projekt kan en omlastningsplats anläggas, så att endast en transportör hämtar massorna från projektet till omlastningsplatsen, där flera andra kan köra dem vidare till deponi. På detta sätt är det bara en chaufför som kommer i direkt kontakt med projektplatsen, vilket ökar chansen för ett korrekt och arbetsmiljömässigt hanterande av massorna inom området, där flera aktiviteter ofta är igång samtidigt.

Bilaga 6

Viktigt att tänka på är slutanvändaren, den som tar över fastigheten eller tomten och hur man säkerställer att dessa vet hur man i framtiden kan använda tomten på ett korrekt sätt ur föroreningssynpunkt. Ofta sanerar man inte till bakgrundshalter, KM eller likvärdigt, och det händer även att man använder olika föroreningshalter på olika djup. Att informationen finns i en pärm någonstans garanterar inte att den läses inför arbeten som utförs långt senare och efter att exempelvis bostadsrättsförening tagit över fastigheten.

Många beställare vill att entreprenören skall redovisa kompetens för att utföra denna typ av projekt, särskilt när det kommer till större efterbehandlingsprojekt. Beställaren vill köpa trygghet och kompetens för en uppgift som han själv kanske inte har full koll över. Generellt har entreprenören koll på vilka lagar som är tillämpliga, exempelvis med att stoppa arbetet och informera platsledning om att man påträffat föroreningar som skiljer sig mot underlaget, och anmäla dessa till tillsynsmyndigheten.

Nya miljöcertifieringssystem som exempelvis LEED och BREEAM, som även poängsätter att förorenade tomter efterbehandlas och bebyggs. Detta ger ytterligare incitament till att sanera och återanvända mark på ett bra sätt.