



Forsknings- och utvecklingsbehov inom efterbehandling av förorenade områden

Behov identifierade i projekt inom kunskapsprogrammet Hållbar Sanering

I denna rapport redovisas en sammanställning av de forsknings- och utvecklingsbehov som identifierats i projekt inom Hållbar Sanering. Resultaten har även jämförts med de frågeställningarna som lyftes i de tre utlysningarna inom programmet, för att identifiera kvarstående behov efter Hållbar Sanerings avslut.

Förord

Ett av riksdagens miljömål är Giftfri miljö, och i detta mål ingår att efterbehandla och sanera förorenade områden. Brist på kunskap om risker med förorenade områden och hur de bör hanteras har identifierats som hinder för ett effektivt saneringsarbete. Naturvårdsverket har därför initierat kunskapsprogrammet Hållbar Sanering.

Föreliggande rapport redovisar en sammanställning av det forsknings- och utvecklingsbehov som identifierats i projekt inom Hållbar Sanering. Resultaten har även jämförts med de frågeställningarna som lyftes i de tre utlysningarna inom programmet, för att identifiera kvarstående kunskapsbehov efter Hållbar Sanerings avslut. Författare till rapporten är Yvonne Ohlsson, Golder Associates AB. Underlaget till rapporten kommer från det syntesarbete som bedrivits inom Hållbar Sanering av sju skribenter. Dessa har förutom författaren varit: Elisabet Hammarlund, Golder Associates AB, Fredric Engelke, SGI, Marie Arnér, WSP Environment, Jenny Lindgren, Structor, Carina Loh, Enviroplanning och Jonas Forsman, Vectura.

Naturvårdsverket har inte tagit ställning till innehållet i rapporten. Författaren svarar ensam för innehåll, slutsatser och eventuella rekommendationer.

Naturvårdsverket juni 2009

Innehåll

1	INLEDNING	4
1.1	Syfte	4
1.2	Avgränsning	5
2	SAMMANFATTNING AV FOU-BEHOV	6
2.1	Undersökningsmetoder	6
2.2	Riskbedömning	7
2.2.1	Metodik	7
2.2.2	Miljö- och hälsorisker	9
2.2.3	Transport och spridning	10
2.3	Riskvärdering	12
2.4	Riskkommunikation	13
2.5	Åtgärdslösningar	14

Bilaga

SKRIBENTERNAS SAMMANSTÄLLNINGAR

1 Inledning

I samband med att de statliga insatserna för efterbehandling intensifierades under början av 2000-talet framkom ett behov av att samordna kunskapsförsörjningen i Sverige. Som ett underlag till denna satsning gjordes en kartläggning av pågående kunskapsförsörjning samt en utvärdering av behovet av ytterligare insatser inom området. Detta resulterade i rapporten ”Kunskapsförsörjning inom efterbehandling av förorenade områden”(Rapport 5252, 2002). I rapporten gavs bland annat ett förslag till struktur och innehåll i ett svenskt program för kunskapsförsörjning inom efterbehandlingsområdet.

Baserat på detta förslag utarbetades kunskapsprogrammet Hållbar Sanering vilket kom att omfatta delområdena Undersökningsmetoder, Riskbedömning (Metodik, Miljö- och hälsoriskbedömning och Transport & spridning), Riskvärdering, Riskkommunikation, och Åtgärdslösningar. I utlysningarna lyftes frågeställningar fram vilka identifierats i den tidigare kartläggningen och analysen av behov av kunskapsförsörjning. Det är dock endast en del av de identifierade kunskapsbehoven som har kunnat tas med i Hållbar Sanerings utlysningar. En del behov har inte kommit med eftersom de var för forskningsinriktade för att kunna finansieras av Hållbar Sanering. Andra har inte kommit med eftersom begränsade resurser gjorde en fokusering nödvändig. Många av de frågeställningar som kom med i utlysningarna har sedan kommit att omfattas av de beviljade projektansökningarna, medan andra inte har behandlats. Under kunskapsprogrammets gång samt även efter att samtliga projekt inom programmet har avslutats har sedan ytterligare kunskapsluckor identifierats av författarna till de många rapporterna.

Hållbar sanering avslutades med det så kallade Syntesprojektet inom vilket resultaten analyserats och värderats av rapportförfattarna men även av de skribenter som inom Syntesprojektet ansvarat för de sju delområdena. För varje delområde hölls en workshop, vid vilken hela delområdets resultat diskuterades. Vid denna workshop diskuterades även behov av ytterligare kunskapsförsörjning specifika för delområdena.

I denna rapport redovisas en sammanställning av det forsknings- och utvecklingsbehov som framkommit inom Hållbar Sanering samt i relation till frågeställningarna som lyftes i de tre utlysningarna inom programmet.

1.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att lyfta fram de frågeställningar och kunskapsluckor som framkommit inom Hållbar Sanering och vilka som setts som viktiga för branschens utveckling. Detta kan vara behov i flera tidsperspektiv, då det i ett kortare tidsperspektiv kan handla om kunskap som finns i Sverige eller utomlands men som behöver implementeras eller testas i praktiken, till exempel genom utbildningsinsatser eller pilotförsök. Det kan också handla om specifika frågeställningar

där forskningsinsatser krävs, där ett exempel är hur heterogeniteten i marken påverkar föroreningsspridningen. Det senare utgör kunskapsbehov i ett mer långsiktigt perspektiv. Båda perspektiven är dock viktiga för branschens utveckling.

Rapporten avser att lyfta de viktigaste aspekterna som framkommit, och underlaget för bedömningen redovisas i bilaga uppdelat på författarnas och delområdets¹ syn på behovet kompletterat med skribenternas analys och i jämförelse med de utlysningar som gjorts inom området.

1.2 Avgränsning

Rapporten gör inte anspråk på att vara heltäckande. Skribenterna inom syntesprojektet har själva inte haft möjligheten att i detalj läsa och utvärdera de enskilda rapporterna utan värderingen och analysen baseras på enkätfrågor till författarna samt på diskussionerna på de workshops som hölls inom syntesprojektet.

Rapporten bygger på de FoU-behov som framkommit inom Hållbar Sanering. Det har alltså inte gjorts någon regelrätt översikt över vilka övriga FoU-behov som finns inom området.

¹ Var och en av de sju delområden har genomfört en workshop, vid vilken fortsatt forsknings- och utvecklingsbehov diskuterades

2 Sammanfattning av FoU-behov

2.1 Undersökningsmetoder

De flesta uppslagen och frågorna från utlysningarna inom Hållbar sanering och delområdet Undersökningsmetoder har behandlats inom de genomförda projekten. I huvudsak har man uppnått förväntade resultat. En frågeställning inom vilken det finns ett utrymme för ytterligare forskning och utveckling rör ”kostnadseffektiva undersökningsmetoder”, även om den berörs i ett par rapporter inom Hållbar sanering.

Flera av projekten behandlar strategier för undersökningar och här finns nu ett behov av att föra ut denna kunskap i branschen, det vill säga ett implementeringsbehov. Ett antal metoder som beskrivits och utvärderats behöver verifieras och sedan implementeras. Detta gäller till exempel analysmetoden ELISA för dioxiner. Projektet ”Bioanalys av organiska föroreningars biotillgänglighet” menar att biologiska toxicitetstester skulle kunna användas i större utsträckning vid riskbedömning men att metodiken behöver utvecklas ytterligare. Användande av passiva provtagare är en annan metod som har studerats. För att kunna tillämpa bioanalyser och resultat av passiva provtagare fullt ut vid riskbedömning behövs vägledning eller kanske till och med riktvärden kopplade till olika testmetoder som man kan jämföra resultaten med.

Inom delområdet har författarna också efterlyst metoder för att använda subjektiv kunskap i statistisk analys vid utvärdering av undersökningar. Detta kan till exempel avse kunskap om den förorenande verksamheten eller om geologiska processer.

En aspekt som berörts inom delområdet (även om det rör spridning av föroreningar snarare än undersökningsmetoder) avser inverkan av kolloidal transport på spridning av föroreningar. Resultat från projektet ”Föroreningsspridning - tillämpning och utvärdering av metoder” påtalar att denna spridning kan vara av beaktansvärd omfattning. Därför finns ett behov av att utreda och även vägleda om hur provtagning av grundvatten bör göras då proverna ska representera den naturliga grundvattnenspridningen.

Man har inom delområdet även identifierat ett utbildningsbehov, och flera av projekten inom Hållbar sanering har lett fram till såväl utbildningar (”Kurs i statistisk dataanalys och tolkning av resultat”) som material som framöver kan användas som underlag för utbildningar. Material som kan utgöra underlag för utbildningar finns i rapporterna ”Provtagningsstrategier för förorenad jord”, ”Statistisk utvärdering av miljötekniska undersökningar i jord” samt ”Miljökontroll av omgivningspåverkan vid efterbehandlingsåtgärder”. Även en handbok har tagits fram (”Undersökningar av föroreningar i berggrund”).

2.2 Riskbedömning

2.2.1 Metodik

Efterbehandlingsbranschen i Sverige har länge varit i behov av utveckling inom riskbedömning av förorenade områden. Naturvårdsverkets förra vägledning för riskbedömning kom ut för mer än tio år sedan, och i många fall har riskbedömningar varit begränsade till att omfatta en jämförelse med generella eller plats specifika riktvärden. Hållbar sanerings utlysningar inom delområdet Riskbedömning – metodik har därför bland annat efterfrågat metoder som kvantifierar risk på kort och på lång sikt. Parallellt har även Naturvårdsverket arbetat med en ny vägledning för riskbedömning, vilken öppnar för nya angreppssätt.

Resultaten från de olika delprojekten inom området riskbedömning – metodik bedöms svara relativt väl mot förväntningarna i utlysningarna inom området. Metoder har gått igenom, sammanställts och utvärderats och flera av metoderna och angreppssätten går direkt att använda. Frågeställningar rörande långtidsperspektiv har berörts inom delområdet, men betydande osäkerheter kvarstår sannolikt även efter en implementering av de nya metoderna och angreppssätten.

Författarna inom delområdet ”Riskbedömning – Metodik” inom Hållbar sanering har tillsammans med skribenten inom syntesprojektet identifierat ett antal kvarstående kunskapsluckor, utvecklings- eller implementeringsbehov där forskning och utveckling även fortsättningsvis behövs. Dessa sammanfattas nedan.

Generellt finns behov av utbildning inom riskbedömning av förorenade områden i efterbehandlingsbranschen i Sverige. Det avser såväl generell riskbedömningsmetodik, som utbildningar som fokuserar på mer specifika metoder och verktyg. Detta kan till exempel gälla riskbedömning av sediment och användandet av probabilistisk riskbedömning (”Probabilistisk riskbedömning - fas 1”, Rapport 5532 och ”Probabilistisk riskbedömning - fas 2”, Rapport 5621), men även användandet av befintliga riskbedömningsverktyg som till exempel Caltox för riskbedömning av dioxiner (”Hälsoriskbedömning av exponering relaterad till dioxinförorenad mark”).

Utöver utbildningsbehovet i branschen har också kunskapsluckor identifierats för vilka ytterligare forskning och utveckling behövs. Ett exempel på detta är avsaknaden av kunskap om variabilitet i indata till en riskbedömning. Osäkerheterna är stora till exempel vad gäller människors beteenden och variabiliteten i dessa vid en viss typ av markanvändning (till exempel exponeringstid, dricksvattenintag och omfattning av hemodling och intag av hemodlade grönsaker). Orsakerna till kunskapsbristen kan vara flera, men en av orsakerna är sannolikt att undersökningar vanligen fokuseras på halter i jord eller vatten, medan man för exponeringen använder schablonvärden som etablerats i branschen istället för djupare analyser och mätningar. För att förbättra kunskapen inom detta område behövs forskning. Dock kvarstår problemet att det sannolikt också föreligger en brist på kompetens i efter-

behandlingsbranschen inom detta kompetensområde. Få utförare av miljötekniska markundersökningar och riskbedömningar av förorenade områden har en bakgrund inom till exempel miljömedicin.

För att täcka in ovanstående kunskapsluckor krävs sannolikt forskningsinsatser. Dessa bör ske i samverkan med efterbehandlingsbranschen för att dels kunna använda sig av verkliga fall, men också för att det kan leda till en kunskapsöverföring som kan medverka till en kunskaphöjning i branschen. Vidare behöver sätt att kommunicera denna typ av osäkerheter och variabilitet utvecklas parallellt med detta.

Ett annat område inom vilket metodikutveckling behövs är riskbedömningar av akvatiska miljöer. För att kunna prioritera mellan olika åtgärder är det viktigt att kunna avgöra vilka risker som är styrande när det gäller effekter på den akvatiska miljön. Ett exempel är dioxinförorenade områden där såväl mark som sediment är förorenade. Hur bedömer man vilken åtgärd som leder till störst miljönytta? Här krävs bättre kunskaper om såväl spridning av dioxiner till sediment som dioxinernas effekter på ekosystemen och tillgängligheten av dioxinerna i sedimenten. Det samma gäller sannolikt andra ämnen eller ämnesgrupper, som till exempel kvicksilver.

Ytterligare en aspekt som kan och bör ges ytterligare uppmärksamhet är hur grupper av föroreningar kan hanteras i en riskbedömning, dels med avseende på att olika ingående ämnen (t.ex. dioxinkongener) har olika toxiska egenskaper men också olika kemiska och fysikaliska egenskaper. Metodiken att för dioxiner nyttja ekvivalensfaktorer (TEQ) är inte optimal, då de som används vanligen är avsedda att spegla toxicitet för människor och en riskbedömning omfattar ofta även risker för mark- och vattenmiljö. Sammansättningen kan också skilja mellan källan och skyddsobjekten då ämnena kan ha olika benägenhet att till exempel fastläggas eller brytas ner. Om man genomgående använder TEQ-värden i en riskbedömning riskerar man att introducera osäkerheter som vi idag inte kan bedöma omfattningen av.

En annan grupp av ämnen som visat sig vara viktiga i riskbedömningssammanhang är oxy-PAH. Ett visst underlag avseende fysikaliska data och toxicitetsdata finns idag, men underlagen är osäkra. För denna ämnesgrupp behövs såväl ytterligare forskning som implementering av gruppen i de parametrar som undersöks.

Slutligen finns idag i efterbehandlingsbranschen stora brister i hur osäkerheter i riskbedömning och i beslutsprocessen kvantifieras och redovisas. Detta är sannolikt kopplat dels till kunskapsbrister i hantering och presentation av osäkerheter, men också till att osäkerheter och variabiliteter i indata i många fall inte finns att tillgå för många parametrar (se till exempel diskussionen ovan om exponeringstider m.m.). Osäkerheterna är således ofta sparsamt kvantifierade och redovisade såväl för karakteriseringen av föroreningssituationen som för de parametrar som används för att uppskatta den risk som föroreningssituationen förväntas kunna ge upphov

till. Metoder för att avgöra vilka tester och metoder som är mest lämpliga för att uppskatta en realistisk variation i observerade halter förorening och hur den förhåller sig i relation till t.ex. riktvärde behöver utvecklas och systematiseras.

2.2.2 Miljö- och hälsorisker

Inom detta delområde efterfrågades i Hållbar sanerings utlysningar främst kunskapssammanställningar för att ge en överblick över kunskapsläget i Sverige och utanför Sverige. Detta har skett för miljöriskbedömning, och en strategi har även tagits fram. Dock kvarstår ett antal obesvarade frågeställningar efter det att projektet inom delområdet avslutats. Några av dessa beskrivs nedan.

Ett stort antal ekotoxtester finns tillgängliga idag och har sammanställts inom delområdet. Dock är dessa ofta svåra att utvärdera och det är även svårt att avgöra vilka och hur många tester som behövs för att ge ett tillförlitligt underlag. Kunskap saknas även om vilka effektmått eller indikatorer på effekter som skulle vara mest lämpade för svenska förhållanden. Ytterligare forskning och erfarenheter av ekotoxtester under svenska förhållanden är troligen nödvändiga för att platsspecifika bedömningar i högre grad ska kunna genomföras.

En frågeställning som inte beaktats inom delområdet och som efterfrågades i utlysningen är hur generellt befintliga ekotoxdata för skydd av markmiljön kan användas med avseende på till exempel djup under markytan samt för olika ekosystem. Detta är en angelägen frågeställning då ekotoxvärden ofta är styrande för åtgärder av djupt liggande markföroreningar, och det därför är viktigt att avgöra om riskreduktionen väger upp de saneringskostnader som åtgärden medför.

För att underlätta implementeringen av resultat från Hållbar sanering framhåller flera av författarna inom delområdet goda exempel och handfasta praktiska tillämpningar som ett naturligt nästa steg för att utveckla kunskapen i t ex miljöriskbedömning, riskbedömning av föroreningar i sediment, och exponeringsanalys inom hälsoriskbedömningar.

Ekotoxikologiska riktvärden baserade på icke-effektdata bedöms kunna överskatta riskerna för miljön och ett angreppssätt som passar bättre för platsspecifika riskbedömningar kan vara användandet av ”benchmark”-värden från toxikologiska data. Fallstudier efterfrågas med avseende på detta, liksom fler erfarenheter från ”snabba” tester (t.ex. ROTAS och Microtox), kombinationer av olika typer av snabba tester eller kanske kombinationer med mer avancerade tester. Det saknas även bedömningskriterier för många av testerna, vilket leder till en stor osäkerhet i utvärderingen. Fler toxikologiska tester och undersökningsmetoder behövs således. Dessa behöver vara kommersiellt tillgängliga, och bedömningskriterier behöver tas fram. Även en praktisk handledning kring vilka tester som är lämpliga är önskvärt. Att försöka tillämpa både en genomtänkt strategi (till exempel ”Metodik för miljöriskbedömning av förorenade områden”, Rapport 5928) och olika testmetoder i

något eller några projekt kan vara en väg att relativt snabbt få fram en praxis för tillämpning.

Även för riskbedömning av sediment behövs verkliga fallstudier för att kunna implementera och utvärdera användandet av (och tillförlitligheten hos) biotillgänglighetstester, toxicitetstester och biologiska undersökningar. I USA och Kanada förefaller ekotoxikologin ha ett betydligt större inslag i riskbedömning av sediment än inom EU. Vidare är osäkerheterna idag mycket stora i efterbehandlingsbranschen i Sverige om hur man kan bedöma fastläggning, frigörelse och vandring av föroreningar i sediment.

Vad gäller hälsoriskbedömningar kan och bör mätningar och skattningar av exponering användas i större omfattning, menar flera av författarna inom delområdet, och erfarenhet behöver byggas upp kring detta. Inom delområdet lyfts även bestämning av platsspecifik biotillgänglighet som en potentiellt viktig faktor i riskbedömningar. Osäkerheterna är idag många, och kopplade såväl till metodik som till möjligheterna för acceptans för kvarlämnande av föroreningar om det visar sig att biotillgängligheten är låg. Här behövs såväl ytterligare test och validering av befintliga metoder, som exempel på tillämpningar i projekt (fallstudier).

En ytterligare kunskapslucka i branschen idag handlar om hur förhandskunskap kan hanteras i riskbedömning, till exempel utifrån resultat från historisk inventering eller andra erfarenheter. Här kan sannolikhetsbaserad riskbedömning vara ett hjälpmedel, men exempel på tillämpningar behöver tas fram för att metodiken ska få genomslag.

2.2.3 Transport och spridning

Många av de frågeställningar som lyfts vid utlysningarna inom Hållbar sanering omfattats av de genomförda projekten. De frågeställningar som kvarstår handlar om var vi kunskapsmässigt står i efterbehandlingsbranschen idag, och framförallt hur vi hanterar transport och spridning i det stora antal undersökningar och utredningar som årligen genomförs. En analys av detta, vilka svagheter är idag samt vad som kan göras för att höja nivån inom bedömning av transport och spridning (om så behövs) skulle vara värdefullt för branschen. Vidare har transport i anlagda barriärer inte omfattats av något projekt inom delområdet. Det kvarstår också ett behov av fler exempel i vilka teoretiska utfall jämförs med verkliga utfall. Två ytterligare aspekter som inte omfattats av de genomförda projekten är en kartläggning av befintliga databaser för olika *ingångsparametrar* för modeller och behov av kompletteringar av sådana, samt en bedömning av vilken den nödvändiga kompetensen för tolkning av ingångsdata är.

Lakteter och dess användande för bedömning av spridning i riskbedömning har beaktats inom delområdet Transport och spridning. Det kvarstår dock osäkerheter kring hur väl lakteter beskriver verkligheten. Hur påverkar den begränsade tiden som lakteterna pågår resultatet? Hinner jämvikt inställa sig? Det behövs även fler

jämförande mätningar i naturen. Ytterligare forskning och utveckling av lakteter, och även tolkning av laktesterna, behövs för organiska ämnen. Det kvarstår även frågor kring hur resultaten från lakteter kan användas i modellering av föroreningsspridning.

Inom delområdet konstaterades att avancerad grundvatten- och ämnestransportmodellering sällan förekommer inom efterbehandlingsprojekt. Det finns också få experter i branschen som kan göra dessa, menar man. Det är framförallt i mycket stora efterbehandlingsprojekt, vilka rymt omfattande undersökningar, som avancerad modellering varit aktuell. Kunskapsluckor som lyfts fram av författarna som studerat avancerad modellering av grundvatten och ämnestransport handlar bland annat om hur geokemiska processer i olika redoxmiljöer kan beskrivas. Kan enkla nedbrytningsreaktioner användas för detta? Vilka fel medför hanteringen av heterogena porositetssystem med kontinuerliga porositetsmodeller? Vidare lyfter man fram behovet av utveckling och test av modeller för transportbeskrivning av DNAPL (Dense Non Aqueous Phase Liquids). Man efterfrågar även praktiska exempel på projekt inom vilka grundvattenmodellering utförts med till exempel masstransportmodeller, inklusive kalibrering och validering. Även typiska ingångsdata eller erfarenhetsvärden efterfrågas också liksom exempel på hantering av osäkerheter.

Med ett ökat fokus på grundvattenskydd och på skydd av sjöar och vattendrag kan man förvänta sig att spridning av föroreningar i mark och grundvatten kommer att få större utrymme i utredningar i framtiden. Det är dock viktigt att komma ihåg att anpassa modelleringen till komplexiteten hos det enskilda fallet. Det finns ett specifikt behov av enkel metodik och enkla angreppssätt för de mindre utredningar som dagligen hanteras av problemägare, konsulter och tillsynsmyndigheter. Vad kan man göra för en liten budget med få undersökningsresultat? Hur långt når man med konceptuella beskrivningar (flödesriktningar, potentiella preferentiella flödesvägar etc.) kanske kompletterat med enkla beräkningar? Hur kan man beskriva och redovisa osäkerheterna? Kan undersökningarna planeras och styras annorlunda, så att resultaten blir mer ändamålsenliga för bedömning av spridning. Exempel och vägledning och även utbildning behövs i branschen. Inom Hållbar sanering har ett av projekten tagit fram en Excelbaserad beräkningsmodell för bedömning av föroreningsspridning och belastning på vattendrag som kan vara ett användbart verktyg..

Det finns även ett behov av användarvänliga program för att till exempel simulera markkemiska processer, menar författarna. Även om det finns termodynamiskt baserade modeller som kan simulera metallers löslighet inom en storleksordning, åtminstone för ythorisonter i mark, finns ännu inga användarvänliga program där man kan använda så kallade multiytmodeller och ytkomplexmodeller. Vidare är kunskapen om sorptionsegenskaperna hos djupare liggande jordlager i grundvattenzonen och i bergmaterial bristfällig. Markkemin är för flera metaller dåligt känd, t.ex. för ämnen som Ag, Ba, Mo, Sb och Sn. Därför saknas idag också tillförlitliga

spridningsparametrar för dessa ämnen. I många fall är samspelet mellan metaller och andra vanliga ämnen i mark (t.ex. aluminium och kalcium) dåligt känt. Bättre kunskap behövs även om konkurrens mellan ämnen som har samma laddning, och om andra typer av interaktioner mellan ämnen av motsatt laddning (t.ex. elektrostatik och bildandet av ternära komplex), för att förbättra sorptionsmodellerna.

Ytterligare aspekter som lyfts inom delområdet är behovet av ökad förståelse för inverkan av markens heterogenitet på förorenings-spridning. Fler kunskapsluckor handlar om föroreningstransportens tidsberoende, påverkan av klimatförändringar på förorenings-spridning samt om hur osäkerheter kan bedömas och kvantifieras. Redoxförhållandena är viktiga för flera ämnens uppträdande i mark och grundvattnen, t.ex. för krom och arsenik. Ännu saknas kunskap om hur man bäst tar hänsyn till redox-tillståndet i spridningsmodeller – ett problem är att koncentrationen av redoxpar sällan är vid termodynamisk jämvikt.

2.3 Riskvärdering

Inom Hållbar sanering har ett antal verktyg för riskvärdering tagits fram varav en del är klara att använda medan andra måste vidareutvecklas. För att komma vidare måste dessa nu testas och utvärderas i verkliga efterbehandlingsprojekt. Ett förslag som framkom inom delområdet Riskvärdering är att testa riskvärderingsmetoder i till exempel statliga efterbehandlingsprojekt. Här kan man sedan utarbeta en generell modell för efterbehandlingsprojekt i Sverige. För att riskvärderingar mer frekvent ska utföras i efterbehandlingsprojekt krävs sannolikt att enklare verktyg, checklistor och instruktioner för riskvärdering tas fram.

De metoder som kan testas i projekt är riskvärdering med ”Analytical Hierarchy Process”, ”Riskvärdering med multikriterieanalys” och ”Kostnads- och nyttoanalys för prioritering av efterbehandlingsinsatser”. Metoder som behöver utvecklas ytterligare och sedan testas är ”Utvärdering av saneringsmetoder med avseende på miljöprestanda och samhällsekonomi” samt ”Grovanalys för riskvärdering av förorenade områden i tidigt skede – GRAF” .

Nu kan man med hjälp av framtagna metoder prioritera mellan olika objekt eller olika metoder samt finna hur långt en efterbehandling bör drivas. Kopplingen mellan efterbehandling och annan verksamhet i samhället (skolor, dagis, sjukvård etc.) måste dock tydliggöras. Här kommer även frågan upp om vem som ska ta beslutet samt vilken typ av vägledning som krävs för detta.

Vid en jämförelse mellan frågeställningarna i utlysningarna inom Hållbar sanering och innehållet i de projekt som beviljats medel visar det sig att de frågeställningar som inte behandlats främst avser miljö- och samhällsekonomi. Till exempel handlar det om hur långt det är samhällsekonomiskt lönsamt att driva en sanering eller hur vi kan optimera saneringsinsatserna på en specifik plats och mellan olika plat-

ser. Hur påverkar hårda saneringskrav på konkurrensen mellan olika företag och för svenska företag jämfört med företag i andra länder?

Det kan också komma att krävas förändrade angreppssätt inom riskbedömning av förorenade områden för att kunna utföra välgrundade ekonomiska riskvärderingar, menar författarna inom delområdet. För att kunna kvantifiera den förväntade riskreduktionen behöver den faktiska risknivån innan efterbehandling också kvantifieras, det vill säga risken med den faktiska föroreningsituationen för aktuella skyddsobjekt i aktuella tidsperspektiv. Detta kräver dock även en öppen diskussion om acceptansnivåer och orsakerna till skillnader i acceptabla risknivåer mellan förorenade områden och andra sektorer i samhället. För att åstadkomma relevanta värderingar av minskade risker inom förorenade områden bör dessa kunna ställas i relation till hur långt man anser sig behöva driva riskreduktionen inom andra sektorer i samhället.

En ytterligare slutsats från detta delområde inom Hållbar sanering är att markföroreningar bör ingå bland de miljöaspekter som utreds när ett miljöledningssystem utformas. För att detta ska ske behöver konsulter och revisorer samt myndigheter med tillsyn informeras om och vägledas i detta.

2.4 Riskkommunikation

Till största delen har de frågeställningar som togs upp i samband med utlysning av medel inom delområde riskkommunikation bemötts i de antagna projekten. Vissa punkter kvarstår dock. Dessa handlar bland annat om studier av hur riskkommunikation sker idag och vilka rutiner som finns för kommunikation vid t.ex. anläggningar för behandling av förorenade massor med allmänheten som målgrupp. Vidare har inte heller någon kostnads-nyttoanalys gjorts avseende riskkommunikationsinsatser. Ingen studie har tagit upp hur myndigheter hanterar situationer där enskilda intressen drabbas till exempel genom sänkt fastighetsvärde, försämrad möjlighet till försäljning och belåning med mera. Författarna inom delområdet har vidare identifierat ett antal kvarstående kunskapsluckor vilka sammanfattas nedan.

Generellt behövs det mer forskning kring hur risker med kemikalier kommuniceras, och mer specifikt kvarstår frågor kring om vissa föroreningar upplevs som farligare än andra och om särskild hantering av kommunikationen krävs för dessa ämnen. Hur kan riskkommunikation genomföras eller förbättras vid till exempel fastighetsaffärer, då miljöexperter kommunicerar med jurister och investerare? Har kulturella aspekter betydelse vid kommunikation av risker med förorenad mark. Miljö kvalitetsmålet ”Giftfri miljö” innehåller delmål för inventering och sanering av förorenad mark. Hur har detta kommunicerats till näringslivet?

En av anledningarna till bristfällig riskkommunikation i efterbehandlingsprojekt kan vara att det saknas budget för detta moment. Slutsatsen är att beställarna behö-

ver få kunskap om behovet av riskkommunikation. Riskkommunikationsprocessen bör finnas med redan i upphandlingskedet.

2.5 Åtgärdslösningar

Vid en jämförelse mellan området Åtgärdslösningars genomförda projekt och utlysningarna för Hållbar sanering, framgår att det saknas projekt som presenterar verktyg för att jämföra konventionell sanering med andra miljöåtgärder. Ett sådant verktyg skulle behöva inkludera ett helhetsperspektiv i utvärdering av tekniska, miljömässiga samt samhällsekonomiska aspekter. Liknande verktyg har dock tagits upp inom delområdet Riskvärdering.

En av begränsningarna i nyttjandet av nya eller till schaktsanering alternativa åtgärdslösningar är sannolikt kopplad till att de undersökningar som gjorts, och som åtgärdsutredningen baserats på, har utformats på ett traditionellt sätt och oftast inte är åtgärdsinriktade. ”Alternativa” (till exempel In-Situ) åtgärder kan då komma att kräva omfattande kompletterande åtgärder, eller helt andra typer av undersökningar. Kostnaden för nya undersökningar snarare än komplexiteten eller osäkerheten i åtgärden kan då utesluta de alternativa åtgärdslösningarna. En mer utbredd kunskap om olika åtgärdslösningar behövs för att komma tillrätta med detta. Ett större nyttjande av till exempel methodscreening skulle kunna öka medvetandet om möjliga åtgärder och öppna för sådant. Detta är en metodik som behöver testas och implementeras i Sverige, och som används framgångsrikt i Nordamerika.

Ytterligare ett utvecklingsområde avser kommunikationen mellan utredningsfas och åtgärdsfas. Den konceptuella modell som stegvis arbetats fram inom efterbehandlingsprojektet måste kunna kommuniceras med utföraren och tillsynsmyndigheter så att all relevant information når fram. En av de aspekter som behöver kommuniceras är vilka osäkerheter som är acceptabla vad gäller såväl mät-, simulerings- och saneringsresultat. Vilka osäkerheter bör leda till fördjupade undersökningar och vilka är acceptabla?

Enligt ovanstående resonemang finns troligen ett FoU-behov inom

- Metodik för utveckling av konceptuell modell som säkerställer att tillräcklig förståelse av ett efterbehandlingsobjekt uppnås och kommuniceras inför efterbehandlingsåtgärd.
- Metodik för samordning och optimering av mätnings- respektive simuleringsarbeten inför åtgärd, med hjälp av konceptuella modeller.
- Riktlinjer för hur osäkerheter i mätnings- respektive simuleringsresultat analyseras och kommuniceras så att man säkerställer att en acceptabel kunskapsnivå uppnåts inför en åtgärd.

- Tillämpning av simuleringsmodeller för att planera och utvärdera in-situ-saneringsåtgärder.
- Med hjälp av en matematisk modell kan man t.ex. i förväg testa olika saneringsstrategier och analysera osäkerheter. I samband med In-situ åtgärder kan man exempelvis beräkna effekter av en sanering baserad på medelkoncentrationer i jord och grundvatten, utifrån uppmätt massflöde ut ur marken m.m.

Ytterligare områden där mer kunskap krävs är kopplade till bland annat markemi och geohydrologi (föroreningars förekomstformer, mobilitet, biogeokemi, grundvattnets strömning etc), vilket även nämns inom delområdet Riskbedömning – Transport och spridning. Ytterligare kunskap kring detta ger bättre möjligheter att bedöma om alternativa åtgärder är möjliga. Idag är undersökningar ofta fokuserade på halter i jord och i viss mån på halter i grundvatten. Underlaget blir då ofta otillräckligt för till exempel prognoser om spridning. Utan djupare kunskap minska möjligheter att bedöma om alternativa åtgärder är lämpliga.

Sammantaget behövs en i efterbehandlingsbranschen mer utbredd kunskap om olika åtgärdslösningar, och erfarenheter av åtgärder genomförda med dessa. Kopplat till detta behövs kunskap om vilka åtgärdsinriktade undersökningar som behövs för olika typer av åtgärder. Forskning och utveckling samt implementering i efterbehandlingsbranschen krävs således om såväl åtgärdsmetoder som undersökningsstrategier. Med fler genomförda alternativa åtgärdslösningar kommer sannolikt även acceptansen för sådana att öka hos till exempel tillsynsmyndigheterna.

Bilaga

Skribenternas sammanställningar

Inledning

I denna bilaga redovisas sammanfattningar av forsknings- och utvecklingsbehov sammanställda av skribenterna inom syntesprojektet för respektive delområde inom Hållbar sanering. Sammanfattningarna baseras i huvudsak på uppgifter som framkommit under de workshops som hållits inom respektive delområde samt på enkät-svar från rapportförfattarna om deras syn på kvarvarande forsknings- och utvecklingsbehov inom efter avslutade projekt

Undersökningsmetoder

För delområdet Undersökningsmetoder har Elisabet Hammarlund, Golder Associates, varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Verifiering av analysmetod

Projektet ”Kostnadseffektiv analysmetod för dioxiner” identifierade behov av att verifiera analysmetoden ELISA för dioxiner. Metoden bygger på immunologisk teknik.

Kolloidal transport i mark

Projektet ”Föroreningsspridning- tillämpning och utvärdering av metoder” har identifierat ett behov av att studera kolloidal transport i marken. I de försök som genomfördes med lakteter och analys av markvatten från lysimetrar i den omätta- de zonen misstänks transporten av förorening som sitter bunden på mycket små partiklar vara en icke oväsentlig ”felkälla”. Denna transport skulle kunna vara en icke oväsentlig spridningsväg som vanligen inte beaktas vid riskbedömning.

Biologiska toxicitetstester

Projektet ”Bioanalys av föroreningars biotillgänglighet” bedömer att biologiska toxicitetstester skulle kunna användas i större utsträckning vid riskbedömning men att metodiken behöver utvecklas ytterligare. Till exempel behövs det riktvärden kopplade till olika analysmetoder som man kan jämföra med. Behovet diskuterades även på workshopen och det var många som ansåg detta.

Modell för hantering av subjektiv kunskap i statistisk analys.

Projektet ”Optimerad utvärdering av undersökningar” anger att det behövs metoder för att förbättra/förstärka statistiska analyser när man har kunskaper som består av annat än analysresultat t ex uppgifter om verksamheten eller geologiska processer.

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Inom workshopen utkristalliserades ett antal behov inom området som man var eniga om. Dessa var:

Bayesiansk metodik.

Hur kan bayesiansk metodik användas som beslutsunderlag vid efterbehandlingsprojekt?

Ökad förståelse för och användande av konceptuella modeller i efterbehandlingsprojekt

Konceptuella modeller används i efterbehandlingsprojekt men de kan se helt olika ut beroende på vad som beskrivs och dess syfte. En hydrogeologisk konceptuell modell ser helt annorlunda ut än en konceptuell modell för exponeringsvägar och efterhand som kunskap inhämtas kan en konceptuell modell förenklas eller byggas på. På workshopen framgick det att ”konceptuell modell” inte är ett entydigt begrepp i efterbehandlingsprojekt och att detta ibland skapar en viss förvirring och oenighet. Konceptuella modeller behövs i princip alltid och dessa bör uppdateras efterhand som mer information kommer fram inom projektet. Kunskapen i branschen är begränsad om vad en konceptuell modell är och hur den kan användas. När konceptuella modeller används så är det inte självklart att den konceptuella modellen dokumenteras, redovisas, kommuniceras och diskuteras. Kanske beror det på att den inte efterfrågas? Det finns således ett behov av såväl ett ökat användande i projekt genom till exempel ökade krav från beställare och tillsynsmyndigheter men även forskning och utbildning kring frågan eller redovisningar/sammanställningar av goda exempel. Vilka typer av konceptuella modeller behövs i ett efterbehandlingsprojekt? Vilka metoder kan man använda för att ta fram en konceptuell modell? Hur skall den presenteras och användas för att ge största möjliga nytta i projektet?

Förbättrad statistisk databearbetning för utvärdering av undersökningar och uppföljning av saneringsresultat

Behovet av en högre utbildningsnivå inom statistik har uppmärksammats inom flera av projekten. Det gäller alla aktörer men kanske i störst utsträckning hos beställare och myndigheter. Behov av utbildningar inom detta finns således samt krav på att det används vid redovisning av resultat och utvärdering av undersökningar och åtgärder. I samband med utgivande av Naturvårdsverkets nya Vägledning för riskbedömning kommer sannolikt kraven att bli större då det i denna finns vägledning om hur föroreningsituationen kan bedömas statistiskt vid riskbedömning.

Biotillgänglighetstester

Projektet ”Bioanalys av föroreningars biotillgänglighet” bedömer att biologiska toxicitetstester skulle kunna användas i större utsträckning vid riskbedömning men att metodiken behöver utvecklas ytterligare. Till exempel behövs det riktvärden kopplade till olika analysmetoder som man kan jämföra med. Behovet diskuterades på workshopen och det var många som ansåg detta.

FoU-behov enligt skribent

Kolloidal transport

Projektet ”Förorenings-spridning- tillämpning och utvärdering av metoder” har identifierat ett behov av att studera kolloidal transport i marken. I de försök som genomfördes med lakteter och analys av markvatten från lysimetrar i den omätta- de zonen misstänks transporten av förorening som sitter bunden på mycket små

partiklar vara en icke oväsentlig ”felkälla”. Denna transport skulle kunna vara en icke oväsentlig spridningsväg som vanligen inte beaktas vid riskbedömning. Behovet behandlades inte på workshopen men min personliga erfarenhet är att frågan är väsentlig eftersom den kolloidala transporten vanligen försummas antingen medvetet för att man inte har möjlighet att kvantifiera den eller omedvetet.

Kontrollprogram

Kontrollprogram har varierande utformning och kvalitet. De är inte alltid så väl anpassade till sitt syfte.

Val av strategier för undersökningar

Flera av projekten behandlar strategier för undersökningar och det finns behov av att föra ut kunskapen i branschen.

Passiva provtagare vid riskbedömning

Hur kan man använda passiva provtagare som underlag vid riskbedömning?

Behov av vägledning och riktlinjer föreligger med avseende på:

- Användning av toxtester vid riskbedömning
- Användning av biotillgänglighetstester vid riskbedömning
- Koppling mellan statistiska parametrar och riktvärden
- Krav och vägledning för kontrollprogram
- Krav och vägledning för kvalitet på undersökningar

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

De allra flesta uppslagen och frågorna har behandlats och i huvudsak kan man också se att man uppnått förväntade resultat. När det gäller provtagningsstrategier har man uppfyllt förväntningarna i första omgången (2004) först efter den andra omgången (2006).

Både 2004 och 2006 finns en efterfrågan på kostnadseffektiva undersökningsmetoder. Det finns endast ett projekt som har detta som huvudsyfte (Kostnadseffektiva metoder för analys av dioxiner). Kanske har man uppnått syftet men i rapporten finns ingen redovisning av kostnaderna vare sig för traditionella metoder eller de nya metoderna. Inte heller i de övriga rapporterna som redovisar nya metoder har gjort någon kostnadsanalys. Dock redovisas kostnader för olika metoder i rapporten om undersökning av föroreningar i berggrund.

Analysmetoderna EGOM, PBS och EROD som utvecklats för MIFO men som inte används i någon större omfattning har inte utvärderats inom Hållbar sanering. Utan positiv utvärdering och referensvärden kommer metoderna inte att komma till användning.

I flera fall uppmärksammas utbildningsbehov. Kursen i statistisk dataanalys kommer att kunna avhjälpa detta om kursen blir verklighet för denna disciplin. Flera

rapporter har ett upplägg som gör att de fungerar som handbok. Det gäller Provtagningsstrategier för förorenad jord, Provtagningsstrategier – optimerad utvärdering samt Miljökontroll av omgivningspåverkan. Rapporten om undersökningsmetoder för berggrund lägger stort fokus på redovisning av grundläggande principer vilket tillfredställer ett utbildningsbehov.

Riskbedömning - Metodik

För delområdet Riskbedömning - Metodik har Marie Arnér, WSP Environment AB varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Nedan beskrivs kortfattat frågeställningar som lyfts av projektledarna eller motsvarande inom respektive projekt.

Exponeringsfaktorer vid riskbedömning - inventering av dataunderlag, Tomas Öberg

Bristen på data för att korrekt beskriva flera exponeringsfaktorer och dess variabilitet är ett generellt hinder för vetenskapligt grundade riskbedömningar. Några exempel på faktorer som bör utredas mer är:

- tidsanvändning
- dricksvattenintag för vuxna
- omfattning av hemodling och intag av hemodlade grönsaker

Probabilistisk riskbedömning (fas 1 och fas 2), Tomas Öberg

Kommunikationen av resultat, särskilt avseende osäkerhet och variabilitet, behöver vidare utvecklas.

Förbättrad riskbedömning av kvicksilverförorenade sediment, Andreas Drott

Mycket av det vi kommit fram till inom projektet är ny kunskap som inte är känd hos personer som arbetar praktiskt med efterbehandlingsfrågor. I många fall finns ett glapp i kunskap mellan forskare och praktiker.

För att uppnå tillräcklig kunskap krävs utbildning. Jag anser att kunskapsöverföring krävs löpande och att det därför inte går att säga när man uppnått tillräcklig kunskap. Kunskapen bör förmedlas på olika vägar för att nå så många som möjligt. På detta sätt kan vi på sikt bygga upp bättre kunskap i hela ebh-organisationen.

Fördjupade riskbedömningar: Erfarenheter av riktvärdesberäkningar och användning av ny kunskap, Nadja Lundgren

Både fysikalkemiska data och toxdata är osäkra för oxy-PAH:er, men visst underlag finns ändå. Forskning samt konsultundersökningar av platser ang. oxy-PAH:er behövs.

Bedömning av spridning och exponering ur ett helhetsperspektiv/Validering av modell för utvärdering av saneringsåtgärder, Annika Åberg

En möjligen allvarlig brist som identifierats rör den svenska modellen. Där behandlas dioxiner som en homogen ämnesgrupp och spridning/upptag beräknas på TEQ-

basis. Projekten har visat på stora skillnader avseende exponeringsrisker beroende på vilken kongen som avses. Dessa skillnader förbises totalt i den svenska modellen och kan ge missvisade resultat för tex kloralkalitomter. Att beräkna spridning och upptag på TEQ-basis är inte heller att rekommendera då TEF-värdena är baserade på toxicitet i livsmedel, ej i mark. Genom att räkna på TEQ-värden från början till slut riskerar man att introducerar osäkerheter som vi inte har koll på i dagsläget.

En stor källa till osäkerheter är bedömningen av humanexponeringsparametrarna och vad som egentligen kan anses som rimliga värden. Idag läggs fokus på att undersöka halter i mark och /eller grundvatten, men stora osäkerheter kan finnas i humanexponeringsbedömningen I dagsläget är de scenarier som används i den svenska modellen etablerade på marknaden, men det finns antaganden i dessa scenarier som kan ge överskattad exponering och därmed (ur kostnadssynpunkt) orimligt låga riktvärden även om det ur risksynpunkt inte är fel med höga säkerhetsmarginaler. Det råder fortfarande stora osäkerheter kring hur dioxinförorenad mark/sediment bidrar till att påverka akvatiska miljöer (gäller inte enbart dioxiner) samtidigt som studier visat att konsumtion av insjöfisk ger högre halter av organiska miljögifter i blod (Rapport 74, Vätternvårdsförbundet). Idag går det inte att avgöra om förorenade sediment eller läckage från förorenad mark är den största källan. Här behövs sannolikt både mer kunskap och metodutveckling för att kunna bedöma de risker för akvatiska miljöer.

Idag förlitar man sig mycket på utspädningseffekter och verktyg för att bedöma sediment saknas.

Vi behöver få en bättre förståelse för spridningsmekanisk till/inom akvatiska miljöer. Akvatiska områden är mer komplexa att bedöma och där behöver vi sannolikt utveckla en metod för att få en helhetssyn på spridningen från förorenad mark. Naturvårdsverket är sannolikt en viktig aktör då det gäller att finansiera tillämpad forskning/utveckling av metoder för detta.

Mycket forskning finns redan gjord och verktyg existerar men i likhet med Cal-TOX måste de tas bruk och utvärderas. Genom att kombinera modelleringsverktyg med mätningar erhåller man ytterligare kunskap som inte kan tillgodoses enbart genom analyser. En djupare genomgång av tillgängliga data för humanexponeringsscenarioer, hur människor betar sig, i hur hög grad de vistas på förorenade områden är nödvändigt. Det finns situationer då endast riktvärden inte ger all information som behövs, särskilt då det gäller komplexa föroreningsituationer och utbredda områden med höga halter som föranleder höga åtgärdskostnader. Att Naturvårdsverket tar initiativ till ett dylikt arbete är sannolikt en förutsättning för att kunskapen ska göras tillgänglig och bli myndighetsförankrad. Den svenska modellen bör ses över då det inte kan rekommenderas att upptag av dioxiner räknas på TEQ-basis utan att resultatet har utvärderats för olika kongensammansättningar.

Bedömning av riskreduktion vid efterbehandling – fas 1 och fas 2, Mark Elert

Stora osäkerheter finns när det gäller förorenings-spridning i mark på lång sikt. ”Klassiska” modeller som beräknar spridning av lösta ämnen kan i vissa fall underskatta föroreningsens rörlighet eftersom det kan finnas kortslutande transportvägar eller att transport kan ske av partikelbundna eller komplexbundna föroreningar. Enkla men ändå rimligt konservativa metoder för att uppskatta denna typ av utsläpp finns, men är ännu inte tillräckligt testade mot verkliga situationer.

Insikt om modellens förmåga och begränsningar bör få en bredare spridning bland personer som sysslar med efterbehandling. Ett sätt att uppnå detta är att ta fram enkla modeller (såsom i detta projekt) med vars hjälp olika alternativ och variationer snabbt kan testas ut. Förutom detta bör modellerna i större omfattning testas mot verkliga situationer, både i vetenskapliga studier, men även mer rutinmässigt som översiktliga jämförelser i samband med undersökningar av efterbehandlingsprojekt.

Funktions- och scenarioanalys – en metod att analysera risker i ett långtids-perspektiv, Lars Olof Höglund

Arbetet visar att en komplex väv av enskilda grundläggande processer och förlopp reglerar spridning och fastläggning av föroreningar i såväl förorenade sediment som i förorenad jord.

Utan att dramatisera kan sägas att insikt och förståelse av dessa orsakssamband, vilka har betydelse för genomförandet av saneringsprojekt, inte är fullständig. Den framtagna metodiken och de beskrivningar av processer och interaktioner som inkluderats i projektredovisningen kan dock kunna tjäna som utgångspunkt för och ge anvisning om fortsatt utveckling inom ramen för saneringsarbetet.

Kvantifiering och presentation av osäkerheter i riskbedömning och besluts-process: exemplifiering med fallstudier, Jenny Norrman (granskare)

Riskbedömningar, som bygger på punktskattningsprincipen, är ofta konservativa, men kan också resultera i underskattning av riskerna.

Avsaknad av osäkerhetsanalyser gör det omöjligt för beslutsfattare att undersöka storleken på konfidensen i resultatet, vilka de största källorna till osäkerheter är och hur resurskrävande en eventuell minskning av osäkerheter kan vara. Ett regulatoriskt incitament skulle innebära ett formellt åtagande för riskbedömaren att kvantifiera risknivån och dess osäkerhetsspann och vad det praktiskt innebär.

Utifrån den här studien kan man konstatera att det finns ett stort behov att upprätta ramar för tillvägagångssättet för karakterisering av föroreningskällan och den kvantitativa jämförelsen mellan föroreningsgraden och uppställt riskkriterium.

Kunskapen om vilka tester och metoder som är mest lämpliga för att uppskatta en realistisk variation i observerade halter förorening och hur den förhåller sig i relation till t.ex. riktvärde bör utvecklas och systematiseras.

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Inga ytterligare forsknings- och utvecklingsbehov lyftes på den workshop som genomfördes.

FoU-behov enligt skribent

Inga ytterligare forsknings- och utvecklingsbehov lyfts fram av skribenten.

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Utlisningstexterna avseende Riskbedömning – Metodik löd:

”Det finns ofta ett behov av att mer i detalj kunna kvantifiera den risk för hälsa och miljö som ett förorenat område kan associeras till på både kortare och längre sikt. Detta skulle vara användbart bl.a. vid prioritering mellan olika åtgärdsobjekt. Kvantitativ riskbedömning skulle också kunna användas för att få en uppfattning om hur risken förändras t.ex. med tiden, efter olika åtgärder eller vid ändringar i markanvändningen.

Förväntade resultat av aktiviteten är sammanställningar och utvärderingar av metodik för kvantitativ riskbedömning som används för förorenade områden eller andra områden som kan ge upphov till risk. Vidare förväntas sammanställningen omfatta en genomgång av de mest betydande kunskapsluckorna för utformande av en metodik för kvantitativ riskbedömning (utlysning 2004). ”

Hållbar Saneringsrapporterna har sammantaget besvarat denna utlysning väl och kunskaperna bedöms vara betydligt högre idag än innan utlysningen.

Flera olika metoder och modeller för att kunna kvantifiera riskbedömningar har inventerats, sammanställts och utvärderats. Förslag på tillvägagångssätt för att kunna kvantifiera olika risker och exponeringsförhållanden finns, även om inga metoder eller modeller är fullständiga och att alla har svagheter. Kvarvarande FoU bedöms främst vara att kontinuerligt applicera och vidareutveckla modeller, metoder och mätningar för svenska förhållanden.

Vad gäller att kvantifiera osäkerheter i riskbedömningar finns nu flera användbara strategier som går att använda direkt. Det är dock fortfarande svårt, i många fall omöjligt, att kvantifiera osäkerheter som uppkommer beroende på konceptuella modellfel.

Riskbedömningar i ett helhetsperspektiv har beaktats i några projekt genom t ex modellen CalTox, men de flesta rapporterna är inriktade på vissa typer av risker, föroreningar eller matriser.

Några frågeställningar i utlysningarna rörande hur riskerna med förorenade områden förändras med tiden (10-100 tals år), långsiktiga effekter (1000-tals år), påverkan av klimatförändringar och markhöjning osv. har inte utretts eller undersökts specifikt i rapporterna. Frågeställningarna kan teoretiskt hanteras genom att applicera olika scenarier i några av modellerna, men osäkerheterna är förmodligen betydande.

Riskbedömning – Miljö- och hälsorisker

För delområdet Riskbedömning – Miljö- och hälsorisker har Fredric Engelke, SGI varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Nedan beskrivs kortfattat frågeställningar som lyfts av projektledarna eller motsvarande inom respektive projekt.

Biotillgänglighet som parameter i riskbedömningar (Törneman m fl):

I princip är alla de laborativa och teoretiska metoder som finns tillgängliga för att kvantifiera biotillgänglighet behäftade med en rad osäkerheter. Dels beror osäkerheterna på inneboende egenskaper hos de system som studeras vilket innebär att det är omöjligt att fullständigt reducera dem. Osäkerheterna beror också på att metoderna ofta inte är validerade samt saknar standardiserade protokoll. Det är också en viss fokus på detta i rapporten med t.ex. redovisningar av jämförande utvärderingar av olika in vitro metoder.

En annan osäkerhet med användandet av dessa metoder och införlivandet av biotillgänglighet i riskbedömningar är möjligheten att få acceptans från berörda parter för att kvarlämna högre halter baserat på att ämnena inte är biotillgängliga.

En mer praktisk kunskapslucka är de problem som är associerade med att kvarlämna föroreningar med motiveringen att inte utgör en fara pga. av en låg biotillgänglighet. I detta avseende är det framförallt två kunskapsluckor som får anses vara av vikt:

1. Juridiska aspekter av att kvarlämna föroreningar baserat på naturvetenskapliga resonemang
2. Riskkommunikation: Hur kommunicerar man för problemägare och de som berörs direkt av föroreningen (t.ex. grannar till fastigheten) de relativt komplicerade resonemang som ligger till grunden för basera åtgärder delvis på biotillgänglighet

Strategi för miljöriskbedömning av förorenade sediment (Sternbeck m fl):

Det krävs att t.ex. biotillgänglighetstester, toxtester och biologiska undersökningar används i verkliga fallstudier, för att på sikt kunna utveckla en praxis för dessa angreppssätt. Om man inte börjar använda dessa angreppssätt i högre utsträckning kommer kunskapen inte att utvecklas inom Sverige. Ämnesområdet kommer troligen under lång sikt vara beroende av expertkunskap inom olika områden.

Det finns i praktiken mycket stora osäkerheter i hur man kan bedöma fastläggning, frigörelse och vandring av föroreningar i sediment. Modeller som används och som beskrivs i rapporten har enorma osäkerheter, dels vad gäller hur de beskriver mekanismerna, dels hur data kan anskaffas och användas. Ett exempel är hur bioturbation ska beskrivas (diffusion eller advektion eller...) och hur det kan parametreras.

Riskbedömning av förorenade sediment – ekotoxikologiska metoder som underlag för beslut (Persson m fl):

De litteraturstudier som gjorts har visat att det inom EU råder en stor variation vilka metodiker som används för prioriteringsprocesser av sanering. Den förhärskande strategin verkar dock vara att förlita sig på kemisk analys av kända substanser i sedimenten. I USA och Kanada verkar ekotoxikologin ha fått ett mycket större inslag i liknande processer. Vi ser en tydlig brist inom EU hur sedimentriskbedömning utför för närvarande. Förslag till förbättringar är möjligtvis på gång (<http://www.sednet.org/>), men det verkar vara en trög process.

Metodik för miljöriskbedömningar (Jones m fl) fas 1 och 2:

Tillämpning av riktvärden på platsspecifika bedömningar: Riktvärden är framtagna med en ganska stor säkerhetsmarginal för att inte underskatta riskerna. Därför baseras riktvärden generellt på icke-effekt toxikologiska data. Jämförelse av resultaten från platsspecifika toxikologiska tester visar att en bedömning som baseras på riktvärdena kan överskatta miljöriskerna. Om ett "benchmark"-värde tas fram som baseras på annat toxikologiska data, tex EC50 data eller EC20 data, är korrelationen med resultaten av platsspecifika toxikologiska data bättre. Riktvärden som baseras på icke-effekt data är därför funktionella vid gallringssteget, dvs miljöriskerna underskattas inte. Däremot är dessa riktvärden mindre användbara i platsspecifika riskbedömningar.

Osäkerheter med tillämpning av sk. snabba toxikologiska tester (tex ROTAS/Microtox). Dessa tester kan användas vid ett gallringssteg men resultaten måste tolkas med försiktighet. Om provet inte ger någon toxisk effekt går det inte att utesluta att metoden varit för okänslig eller att den helt enkelt inte ger något svar för den typen av föroreningar. Testerna bygger också oftast på att ett vattenextrakt (i vissa fall med metanolinblandning) testas. Föroreningarnas toxicitet kan då underskattas då biotillgänglig fraktion inte alltid är det samma som vattenlöslig fraktion. Om en enkel test ger ett toxiskt utslag behöver inte fortsatt testning ske men om testen inte ger något utslag bör testandet kompletteras med mer avancerade tester.

Svårigheten att hitta referensprov. För att underlätta en miljöriskbedömning är det bra att ha referensprov (kontroll), där föroreningshalter är låga, men där andra miljöförhållanden är desamma som på det förorenade området. På alla de tre förorenade områdena som studerats har det varit svårt att hitta denna typ av referensområden. Ofta är miljön runt en verksamhet påverkad av själva verksamheten (byggna-

der, upplagsområden, deponier mm), och föroreningar kan förekomma på många platser (t ex i fyllnadsmaterial mm.) Utanför verksamhetsområdet, där föroreningshalterna är lägre, är miljön ofta avvikande (t ex skog, åker) och miljöförhållandena är väldigt annorlunda. Detta försvårar tolkningen av resultaten, framförallt vid de ekologiska undersökningarna.

Bedömningskriterier saknas för många av testerna och undersökningsmetoderna och därför är det svårt att bedöma påverkansgraden av föroreningarna. Påverkansgraden bedöms i många fall ganska godtyckligt (sk expert judgment). Osäkerhet är därför förknippade med dessa bedömningar. Ökad erfarenhet med tillämpning av dessa metoder kommer att öka kunskapsbasen och gör bedömning av påverkansgraden säkrare.

Framtagning av kvantitativa åtgärds mål utifrån resultaten av riskbedömningen. Om det går att fastställa en föroreningsnivå där inga miljörisker förväntas, kan preliminära åtgärds mål baseras på resultaten av miljöriskbedömningen. För att kunna ta fram kvantitativa åtgärds mål, behövs klara dos-responssamband i resultaten av de genomförda testerna. Erfarenheten har visat att det är svårt att få klara dos-responssamband, huvudsakligen på grund av att det är svårt att få en bra fördelning av föroreningshalter de studerade proverna.

Flera toxikologiska tester och undersökningsmetoder behövs och måste vara kommersiellt tillgängliga.

Bedömningskriterier för tester behöver tas fram. För detta behövs mer erfarenhet med tillämpning på förorenade områden.

Hälsoriskbedömningar av förorenade områden (Liljelind och Barregård):

Inga osäkerheter/kunskapsluckor/kunskapsbehov har identifierats genom projektet

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Miljö- och hälsoriskbedömningar är ett brett och i många fall tvärvetenskapligt område där omfattande forskning och utveckling pågår både internationellt och i Sverige. Att identifiera specifika kunskapsluckor inom ämnesområdet är svårt, men genom de workshops och sammanställningar som har genomförts inom syntesarbetet så har ett antal synpunkter och kunskapsluckor identifierats av författarna till de olika projekten. Bland annat framhålls att:

- Kunskapen kring riskbedömningsstrategi är tillräckligt väl utvecklad för att kunna tillämpas omgående vad gäller miljö- och hälsoriskbedömningar. För att underlätta implementeringen är goda exempel och handfasta praktiska tillämpningar ett naturligt nästa steg för att gå vidare med t ex riskbedömningar av sediment, miljöriskbedömningar och exponeringsanalys vad gäller hälsoriskbedömningar.

- Det finns idag ett stort antal olika ekotoxtester, biotillgänglighetstester och liknande tillgängligt på marknaden, men tolkningen av dessa tester är svårare än till exempel kemiska analyser. En metod- och testutveckling bör pågå kontinuerligt. Ett stort problem som påtalades är att handhavandet av testerna inte är standardiserat i många fall, vilket ytterligare kan försvåra tolkningen och möjligheterna att jämföra resultaten med varandra. Samtidigt konstateras att ekotoxtester används betydligt mera frekvent i riskbedömningar av sediment i till exempel USA och Kanada jämfört med Sverige och EU.
- En mer praktisk handledning kring vilka tester som är lämpliga är önskvärt. Att försöka använda både strategi och olika testmetoder i något eller några projekt kan vara en väg att relativt snabbt få fram en praxis för tillämpning.
- Även vad gäller hälsoriskbedömningar kan och bör exponeringsmätningar och skattningar användas i större omfattning.

FoU-behov enligt skribent

Utöver det som sammanfattades från den genomförda workshopen finns ett antal frågeställningar som framkommit inom syntesprojektet.

- Metodik saknas för att få in förhandskunskap i riskbedömningen.
- Provtagningsstrategi, ekotoxtester. Hur många analyser, prov, representativitet, vad representerar de? Utvärdering av testerna och respon- sen är svår och behöver utvecklas mer.

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Förväntade resultat i utlysningen var främst kunskapssammanställningar inom olika delområden, till mindre del även rapporter om erfarenhetsuppföljning. Kunskapssammanställningarna och andra redovisningar inom området bör ge en överblick av det nuvarande kunskapsläget samtidigt som de bör ge möjlighet att se framåt och planera det fortsatta arbetet. I denna framåtblick bör även ingå vilka utbildningar som bör anordnas inom området.

En sammanställning över kunskapsläget har framkommit genom Hållbar Sane- ringsprojektet. Det finns även förslag till en sammantagen strategi för miljöriskbe- dömningar med typ mätningar, val av testmetoder och utvärdering av resultaten.

Det finns flera svårigheter, t ex att utvärdera resultaten från ekotoxtester, att kom- ma fram till hur många och vilka tester som behövs och att få fram lämpliga test- metoder.

Specifika frågor i utlysningen inom ekotoxområdet var:

- *Hur tillförlitliga är egentligen data för olika prioriterade ämnen och dess förekomstformer?*

Frågorna kvarstår för flertalet ämnen. Vad gäller t ex dioxin, kvicksilver och PAH så har kunskapsläget ökat betydligt.

- *Hur generellt kan dessa användas (olika ekosystem, djup mm)?*

Frågan kvarstår och har inte besvarats.

- *Hur kan existerande ekotoxikologisk kunskap för marklevande organismer utnyttjas bättre i riskbedömning av förorenade områden?*
- *Är dagens kunskaper applicerbara i Sverige?*

Frågeställningarna har belysts till stora delar och ett förslag till en strategi finns.

- *Vilka effektmått eller indikatorer på effekter skulle vara mest lämpade för svenska förhållanden?*

Inga entydiga svar har framkommit här, snarare att det inte finns några enskilda mått eller indikatorer. Vi vet fortfarande inte vilka som bör användas generellt, eller hur vi kan tolka och utvärdera testerna som finns på marknaden i riskbedömning av förorenade områden. En sammantagen bedömning av flera olika bevislinjer/tester/metoder förespråkas.

- *Vilka olika tester finns tillgängliga och vilken information erhålls?*

En genomgång av olika tillgängliga tester finns i rapporterna.

- *Vilken kunskap finns om komplexa blandningars ekotoxikologiska effekter och hur kan denna kunskap användas?*

Relativt lite ny kunskap finns här, men tanken är att effekterna skall kunna bedömas platsspecifikt genom att utvärdera respons från förorenad jord från undersökningsområdet.

- *I vilken grad genomförs ekotoxikologiska undersökningar i Sverige och hur används denna information i riskbedömningen, t ex vid sättande av platsspecifikt riktvärde?*

Fråga har besvarats.

- *Det finns även ett behov av att öka kunskaperna när det gäller skydd av ekosystem i sediment, grundvatten och ytvatten. I detta ingår såväl spridningen av föroreningar till dessa matriser (jfr. aktiviteten transport/spridning av föroreningar som beskrivs ovan) som den påverkan föroreningarna har på ekosystemen.*

Flera rapporter hanterar riskbedömningar av sediment och här har kunskapsläget ökat betydligt.

Riskbedömning – Transport och spridning

För delområdet Riskbedömning – Transport och spridning har Yvonne Ohlsson, Golder Associates AB, varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Nedan sammanställs för de olika delprojekten projektledarnas syn på vilket kvarstående forsknings- och utvecklingsbehov som finns efter avslutat projekt.

Datormodeller för förorenings-spridning fas 1 och 2

Projektansvarig: Lars-Göran Gustafsson, DHI water & Environment AB

Praktiska erfarenheter från mätningar och provtagningar i fält är alltför sparsamma

Underlaget för modellering blir därmed undermåligt och möjligheterna att inkorporera samtliga påverkande faktorer i modelleringen begränsat. Nedanstående svagheter har identifierats som påverkar kvalitén på grundvattenmodelleringen:

- användandet av kontinuerliga porösa system istället för spricksystem och/eller dubbla porositetssystem,
- användandet av enkla sorptionsisotermer istället för dynamiska, geokemiska ekvationer,
- användandet av enkla betraktningar kring nedbrytning istället för avancerade geokemiska reaktionsbeskrivningar,
- användandet av stationära grundvattenmodeller istället för integrerade, dynamiska grund- och ytvattenkoncept för både strömning och transport,
- användandet av ekvationer för lösta ämnen istället för en komplex beskrivning av DNAPLS,
- användandet av ekvationer för lösta ämnen istället för att ta hänsyn till densitetsbetingad strömning,
- användandet av homogena/uniforma parametrar för alla variabler istället för att inkludera tidsmässig och rumslig variation. Detta inkluderar likaså dispersionsparametrar, som ofta antas vara konstanta, men som i verkligheten är en funktion av transportavståndet.

För att tillmötesgå ovanstående problemställningar bör det ske en generell vidareutveckling av modeller och metoder kombinerat med fältundersökningar och i konkreta projekt bör man i största möjliga omfattning ta hänsyn till ovanstående punkter.

Författarna har identifierat följande behov av forskning och utveckling:

- undersökning av geokemiska processer i olika redoxmiljöer – kan dessa beskrivas genom enkla nedbrytningsekvationer?

- undersökning av spricktransport och diffusionsprocesser i heterogena porositetssystem – hur stora fel uppstår då detta beskrivs med kontinuerliga porositetsmodeller?
- undersökning av sorptionsförhållanden – kan dessa beskrivas genom användandet av enkla sorptionsformler?
- Vidarutveckling av reaktiva transportmodeller för att kunna beskriva mer komplicerade geokemiska processer.
- Utveckling och test av modeller för transportbeskrivning av DNAPLS.

Laktester för riskbedömning av förorenade områden

Projektansvarig: Gabriella Fanger, Kemakta Konsult AB

Osäkerheter i laktesters relevans för att beskriva verkligheten

Osäkerheter kvarstår i hur den begränsade tiden som laktester pågår påverkar resultatet, då jämvikt kanske inte alltid hinner inställa sig. Det saknas även jämförande mätningar i naturen.

Dataunderlag för organiska ämnen litet och bristfälligt

Underlaget för organiska ämnen är mycket mindre än för oorganiska, då standardisering och validering av tester inte är lika frekvent förekommande som för oorganiska ämnen. Ytterligare forskning och utveckling av laktester behövs för organiska ämnen.

Hur kan resultaten från laktester användas?

Det kvarstår frågor kring hur resultaten från laktester kan användas i modellering av förorenings-spridning. Risken är idag stor att resultaten används på ett sådant sätt att förorenings-spridningen underskattas.

Metallers mobilitet i mark och Modeller för spridning av föroreningar från mark till vatten

Projektansvarig: Jon-Petter Gustafsson

Ökad kunskap om markkemi och akvatisk kemi

Det råder idag en kunskapsbrist om markkemi/akvatisk geokemi hos många som arbetar med riskbedömning av förorenad mark och framtaganden av platsspecifika riktvärden. En kunskapshöjning krävs här såväl i branschen, så att befintlig kunskap börjar användas, som på forskarnivå för att öka kunskapen om detta. De områden inom vilka ytterligare forskning krävs beskrivs nedan:

- Det är i stora delar okänt vilka sorptionsegenskaperna är för djupare liggande jordlager i grundvattenzonen och i bergmaterial. Det saknas till exempel kvantitativa analyser av halt organiskt material och av järnoxider, faktorer som sannolikt är viktiga för metallers Kd-värden,

samt detaljerade analyser av hur viktiga bergartsbildande mineral som t.ex. biotit och klorit är för sorptionen. Dessutom finns mycket få experimentellt bestämda Kd-värden från sådana miljöer.

- Markkemin för flera metaller är dåligt känd, t.ex. för miljömässigt relevanta ämnen som Ag, Ba, Mo, Sb och Sn. Därför saknas idag också tillförlitliga spridningsparametrar för dessa ämnen.
- I många fall är samspelet mellan metaller och andra vanliga ämnen i mark (t.ex. aluminium och kalcium) dåligt känd. Bättre kunskap behövs om konkurrens mellan ämnen av samma laddning, och om andra typer av interaktioner mellan ämnen av motsatt laddning (t.ex. elektrostatik och bildandet av ternära komplex), för att förbättra sorptionsmodellerna.
- Redoxförhållandena är viktiga för flera ämnens uppträdande, t.ex. för krom och arsenik. Ännu saknas kunskap om hur man bäst ska behandla redoxillståndet i spridningsmodeller – ett problem är att koncentrationen av redoxpar sällan är vid termodynamisk jämvikt.

Utvärdering av lakteter och beräkning av Kd-värden

Det råder idag en stor osäkerhet i branschen om hur lakteter bör utvärderas och Kd-värden beräknas. Kunskapen finns i forskarvärlden och till viss del i konsultvärlden, men är där sannolikt övervägande bristfällig

Behov av användarvänliga program

Även om det finns termodynamiskt baserade modeller som kan simulera metallers löslighet inom en storleksordning, åtminstone för ythorisonter i mark, finns ännu inga användarvänliga program där man kan använda s.k. multiytmodeller och yt-komplexmodeller.

Svensk forskning i Sverige

Då svenska terrestra ekosystem är ganska speciella (p.g.a. grunda jordlager, icke-sedimentär berggrund samt dominansen av glaciala och postglaciala jordar och sediment) är forskningsresultat från t.ex. USA och Nederländerna inte nödvändigtvis relevanta för svenska förhållanden. Således är den svenska forskningen som utgår från svenska förhållanden viktig.

Förmedling av kunskap mellan forskarsamhället och konsulter/myndigheter/näringsliv

Forskarprogram inom vilka forskare arbetar tillsammans med representanter för andra kategorier inom ramen för individuella projekt är en viktig faktor för kunskapsutbyte och kunskapshöjning.

Modeller för transport och spridning av föroreningar fas 1 och 2

Projektansvarig: Ola Lindstrand, Ramböll Sverige AB. Ansvarig för sammanställning av enkät till underlag för syntesprojektet: Mattias von Brömssen, Ramböll Sverige AB.

Praktiska exempel

Det saknas idag praktiska exempel på projekt där grundvattenmodellering utförts och som kan utgöra ”exempelprojekt”. Sådana exempel skulle behövas vilka omfattar

- Masstransportmodeller, inklusive kalibrering och validering
- Typiska ingångsdata/erfarenhetsvärden
- Behandling av osäkerheter

Spridning och omvandling av kvicksilver från förorenade områden

Projektansvarig: Gunnar Hofsenius, Hofsenius Konsult AB

Klimatpåverkan

Det saknas idag kunskap om hur temperaturer och höga flöden utvecklas i sjöar och vattendrag samt modeller att ta hänsyn till detta. Detta är av intresse eftersom det kan påverka spridningen och omvandlingen av kvicksilver.

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Följande frågeställningar lyftes fram under workshopen som hölls inom delområdet

Förståelse för mark- och grundvattenkemi samt inverkan av heterogeniteter

Det krävs mer forskning inom detta område för att bättre kunna förstå och prediktera förorenings-spridning. Det behövs också en bättre förståelse i efterbehandlingsbranschen om begränsningarna i de modelleringar av förorenings-spridning som görs.

Påverkan av klimatförändringar på förorenings-spridning

Idag beaktas sällan faktorer som skred, översvämningar, surstötter, tjäle mm vid beskrivning av förorenings-spridning. Sådana faktorer spås få större inverkan i framtiden och i branschen bedöms kunskapen om dessa vara begränsad. Forskningsinsatser eller implementering av kunskap från andra områden in i angreppssätt som används för förorenade områden bedöms som nödvändiga. Kunskap behövs om såväl vilka faktorer som kan påverka föroreningstransporten och hur påverkan sker, som hur de kan modelleras.

Utbildningsbehov

En branschspecifikt anpassad utbildning behövs som behandlar spridning av föroreningar och modellering av spridning av föroreningar från förorenade områden. Utbildningen bör hantera fall av olika komplexitet och modellering av olika kom-

plexitet (från enkel kvalitativ beskrivning till mer komplex modellering). Fokus bör ligga på konceptuell förståelse och ha en koppling till den begränsade datamängd som finns i många projekt, men även till vilka data som behövs för att olika angreppssätt eller modeller skall kunna användas.

FoU-behov enligt skribent

Utifrån enkäter, workshop, diskussioner med projektledarna inom delområdet och den egna analysen och värderingen av ämnesområdet har ett antal frågeställningar framkommit vilka kan sägas utgöra kunskapsluckor och FoU-behov inom delområdet. Nedan sammanfattas de viktigaste:

Hur hanteras förorenings-spridning i förorenad mark-projekt idag och hur kan kunskapsnivån höjas?

Det finns en fortsatt okunskap om hur förorenings-spridning med grundvatten hanteras i förorenad mark-projekt och i vilken mån modellering med hjälp av modelleringsverktyg används. För att kunna höja lägstanivån bör det identifieras vilken nivå som råder idag, varför denna nivå råder och vad som kan göras för att lyfta nivån. Är det något som hindrar möjligheterna till att väl beskriva förorenings-spridningen i projekt? T.ex. att:

- Kunskapsnivån generellt är för låg i branschen?
- Tillsynsmyndigheten inte alltid vet vad som är rimligt att efterfråga – kunskapsnivån kan vara för låg och vägledningar från t.ex. Naturvårdsverket för vaga?
- Konsulterna är villiga att göra alltför enkla beskrivningar för att inte vara för dyra vid t.ex. upphandling i konkurrens och därmed riskera att inte få utföra uppdraget?
- Det har etablerats en ”nivå” på omfattning av en undersökning som är svår att komma ur?
- Mera?

På kort sikt bör det ligga i branschens intresse att höja den generella förståelsen för förorenings-spridning med grundvatten så att man i det stora antal efterbehandlingsprojekt som varje år genomförs hanterar problematiken på ett acceptabelt sätt eller att man åtminstone hanterar frågeställningarna (vilket inte ens det alltid sker). De förorenad markprojekt i vilka man idag använder avancerad grundvattenmodellering är få, och även utövarna är få, och att på kort sikt fokusera på omfattande grundvattenmodellering förefaller inte vara meningsfullt eller ändamålsenligt.

Med anledning av det som beskrivits ovan bör det istället vara av intresse att undersöka hur man har modellerat/hanterat förorenings-transport i genomförda förorenade markprojekt och vilka förtjänster/brister det finns i de angreppssätt som man använt sig av. Vad hade man kunnat göra bättre? Var nivån tillräcklig för syftet eller i relation till andra risker som blev styrande för åtgärden? Vad kan man göra

för att lyfta den generella nivån/höja lägstanivån? Vad är anledningen till den nivå som råder? (Hur är förfrågningar ställda?; Har priset vägt tyngst i utvärderingen vid anbud i konkurrens?; etc.).

Förståelse och hantering av heterogenitet

Förståelsen för heterogenitetens inverkan på föroreningstransporten samt hur denna kan modelleras eller användas vid prediktering av föroreningsspridning. Ytterligare forskningsinsatser krävs kring detta.

Föroreningstransportens tidsberoende.

Det är av mycket stor vikt att bättre kunna prediktera föroreningsspridning med avseende på tiden, eftersom det i efterbehandlingsperspektiv behöver bedömas om åtgärder är akuta eller kan vänta. Här kvarstår kunskapsbrister såväl i angreppssätt och kopplingen till vilket underlag som finns att tillgå i ”verkliga projekt”, i förståelsen för processerna och i osäkerheterna i resultatet.

Konceptuell modell.

Vikten av den enkla konceptuella modellen för såväl förståelsen för systemet och för kommunikationen behöver få genomslag i branschen. Hur kan denna kunskap förmedlas till aktörerna?

Tillämpbarhet hos de modeller som används.

Vilka svagheter har modellerna och vad kan dessa svagheter medföra för resultatet? När kan vi använda modellerna och när kan vi det inte? Återigen avsaknad av koppling till ”verkliga projekt”.

Bedömning av och kvantifiering av osäkerheter.

Protokoll för osäkerhetsanalys saknas, vilket gör att systematisk hantering av osäkerheter sällan sker.

Avsaknad av erfarenhetsvärden

För t.ex. sorption, nedbrytning etc. vid olika förhållanden inklusive intervall och fördelning.

Klimatförändringar.

Hur påverkar skred, översvämningar, surstötter, tjäle etc. föroreningstransporten? Påverkan i relation till föroreningsspridning med grundvatten? Hur hanterar vi de förändrade förhållanden då temperatur och flöden i vattendrag förändras och hur påverkar detta prioriteringar av åtgärder (mot bakgrund av Hovsenius resultat)?

Prediktion av halter.

Idag sker vanligen partikelspårning, mer sällan prediktion av halter beroende dels på kunskapsbrister (förståelse för kemin, heterogeniteter, preferentiella flödesvägar etc.) och dels brister i möjlighet till kalibrering och validering.

Utbildning

Adekvat utbildning kopplad till verkliga fall av olika komplexitet (från enkel kvalitativ beskrivning till komplex modellering) saknas inom branschen, både avseende lakteter/Kd-bestämning och modellering av förorenings-spridning med grundvatten.

Hantering av inverkan av pH och redox på sorption och desorption**Spridning med löst organiskt kol**

Detta hanteras sällan i underökningar idag, och man riskerar att underskatta spridningen för de ämnen som binder hårt till organiskt material.

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Många av de frågeställningar som lyfts vid utlysningarna inom Hållbar sanering har beaktats inom de genomförda projekten. Nedan kommenteras kunskapsluckor för olika frågeställningar inom utlysningarna:

Var står vi idag? Vilka mervärden skulle ytterligare kunskap och mer sofistikerade modeller ge vid bedömningen av ett saneringsbehov eller en saneringsåtgärd?

Befintliga modelleringsverktyg har gått igenom och utvärderats. Styrkor och svagheter redovisas. En genomgång av i vilken omfattning grundvattenmodellering används i Sverige har genomförts. Det kvarstår dock ett behov av kunskap om hur transport- och spridning bedöms i efterbehandlingsprojekt idag och vad som behövs för att höja nivån, om det finns ett sådant behov? Vilka är de svaga punkterna i kunskaperna idag?

Hur sker transport och spridning i naturliga och anlagda barriärer?

Transport och spridning i anlagda barriärer har inte beaktats inom Hållbar saneringsprojekt.

Praktisk användning och verifiering av modellering

Det behövs fortfarande fler exempel i vilka teoretiska utfall jämförs med verkliga utfall.

Utöver detta har punkterna nedan inte omfattats av projekten inom delområdet Riskbedömning – Transport och spridning

- kartläggning av befintliga databaser för olika ingångsparametrar för modellerna och behov av kompletteringar
- Vilken är den nödvändiga kompetensen för tolkning av ingångsdata

Riskvärdering

För delområdet Riskvärdering – Metodik har Jenny Lindgren, Structor Miljöbyrå varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Etiska och ekonomiska perspektiv

Det behövs en mer detaljerad studie som tydligare och mer explicit undersöker sambandet mellan ekonomiska och etiska modeller för ekonomisk riskvärdering (Peterson & Espinoza). Kunskaper från Hållbar Sanering kan nu användas för att belysa riskvärdering ur ett filosofiskt och ett ekonomiskt perspektiv och för att kunna ha detta som underlag när riktlinjer för riskvärdering nu formas och därmed ambitionsnivån för efterbehandling i framtiden fastställs.

Företagsekonomisk redovisning av markföroreningar

Markföroreningar är en fråga som bör ingå bland de miljöaspekter som utreds när ett miljöledningssystem utformas. Info till konsulter & revisorer + myndigheter med tillsyn. Ansvarig: Den som kan driva frågan. SWEDAC, tillsynsmyndigheten m.fl. (Grundfelt m.fl)

Behov av rekommendationer gällande företagsekonomiska redovisningen av markföroreningar till företag/revisorer föreligger. Ansvarig: Den som kan driva frågan. SWEDAC, tillsynsmyndigheten m.fl. När ”goodwill-företagen” börjar ta upp frågorna kan det spridas vidare (Grundfelt m.fl)

Miljöekonomin är i dag en disciplin inom nationalekonomin. Även om proaktiva företag har ambitioner att inlemma miljöekonomiska värden som en del av sitt hållbarhetsarbete finns det idag mycket litet metodikinriktat arbete gjort för beräkning av företagsekonomiska utgifter och inkomster från hantering av markföroreningar. Introduktionen av begreppet allvarlig miljöskada i Miljöbalken kommer så småningom att ställa krav på utveckling av metoder för värdering av de ekologiska resurser som ska återställas alternativt kompenseras för. Denna ”kunskapslucka” kan möjligen hanteras inom ramen för den akademiska forskningen. Kärnfrågor är här bl.a. hantering av osäkerhetsfrågor (finns arbeten internationellt) för att ge fastare riktlinjer för beslut rörande hantering av förorenade områden liksom eventuell värdering av åtgärder som en tillgång (investering). När det gäller allvarliga miljöskador tar det sannolikt ett tag innan behovet av värderingsmetoder blir akut. Det pågår på europeisk nivå ett projekt med deltagande från SLU där frågan hantearas. Detta bör följas upp och anpassas till svenska förhållanden. (Grundfelt m.fl.)

Koppling mellan skatt-redovisning och miljöskuld måste tydliggöras.

Hur ska en riskvärdering utföras – instruktioner mm

Det efterfrågas mer och tydligare instruktioner för de delar av riskvärderingsprocessen av förorenade områden som omfattar riskbedömning, teknik, samt ekonomisk värdering än vad som ges i kvalitetsmanualen (2003). (Andersson-Sköld m.fl)

Det ett stort behov av checklistor hos problemägare och entreprenörer. Det saknas tillgänglig metodik – verktyg finns men behöver anpassas ytterligare. Aktörerna är ”oroliga” att inte få med alla frågor som bör ingå i en riskvärdering. Kommunikation är viktig. Man måste vara ense om vilka frågor som skall vara med. (Andersson-Sköld m.fl)

Vidareutveckling av metoder framtagna inom HS

Modellen och prototypen från ”Miljöprestanda och samhällsekonomi för saneringsmetoder” kan vidareutvecklas och anpassas för olika beslutssituationer och föroreningsituationer (saneringsmetoder). Modellen skulle kunna:

- Modifieras för att klara andra typfall av sanering, dvs. andra typer av föroreningar och andra saneringsmetoder.
- Modifieras med avseende på avgränsningar så att den kan generera underlag till andra beslutssituationer, tex. för val av ambitionsnivå vid sanering eller att prioritera bland förorenade områden att sanera. Detta kräver att primära och tertiära effekter kvantifieras.
- Vidareutvecklas med avseende på metodik för att hantera den samhälls-ekonomiska bedömningen/kalkylen. Exempelvis behövs kalkylvärden för att kvantifiera risk för miljö i monetära termer. Dessutom behövs kalkylvärden för fler vanliga emissioner till luft, vatten och mark.
- Vidareutvecklas med avseende på miljöpåverkansbedömningen av de substanser som bidrar till miljöpåverkanskategorierna human toxicitet och ekotoxicitet. Vår genomgång av karakteriseringsfaktorerna enligt EDIP-metoden, visade att det finns ett behov att uppdatera vissa av karakteriseringsfaktorer för ekotoxicitet och human toxicitet.
- Förbättras med avseende på miljödata för exempelvis arbetsmaskiner.
(Andersson m.fl.)

Vidareutveckling av förslag till ny metod

”Grovanalys för riskvärdering av förorenade områden i tidigt skede - GRAF” skulle kunna vara till hjälp i att prioritera områden som skall efterbehandlas redan i ett första skede (innan MIFO fas 1). (Blom m.fl.)

Metoder som är utvecklade måste nu testas i projekt

De metoder som funnits som möjliga komplement till de riskvärderingar som görs idag för att mer systematiskt föra in sociala aspekter och en helhetssyn på miljön bör testas i planerade projekt och tas med i pågående huvudstudier i samband med åtgärdsutredning och beskrivning av åtgärdsalternativ. Det bör göras i samverkan med pågående projektgrupp som arbetar med riskbedömning och riskvärdering och

innefatta ett urval projekt med olika projektgrupper. En analys av val av verktygsstruktur och komplexitet bör göras då det ibland räcker enkla checklistor, medan i andra fall en kombination av etablerade verktyg för ERA, CBA, LCA och etisk riskvärdering kan behövas för att på rätt sätt få fram de faktorer som bör ingå för att göra en adekvat miljö-, hälso-, kostnads- och social bedömning. Befintlig metodik bör också anpassas till efterbehandlingsprojekt i Sverige samt var i besluts- och underlagsprocessen de skall föras in. Målet bör också vara att i samverkan med olika aktörer ta fram en lämplig nivå (t ex checklista) så att metodiken blir generell och transparent men också som bas för att kunna arbeta med den som bas för saneringsprojekt i Sverige. (Andersson-Sköld m.fl)

Ekonomisk riskvärdering

Det genomförda arbetet visar på både möjligheter och problem med ekonomiska riskvärderingar inom förorenade områden i Sverige. Arbetet visar att det krävs delvis förändrade sätt att arbeta med riskbedömningar för att kunna utföra välgrundade ekonomiska riskvärderingar. Viktiga insatser för att möjliggöra sådana värderingar föreslås vara:

- Kvantifiering av den faktiska risknivån innan efterbehandling så att också den förväntade riskreduktionen till följd av efterbehandling kan kvantifieras. Metoder för sådana riskberäkningar finns utvecklade i flera andra länder, exempelvis USA och Danmark. De kan också utföras genom bearbetning av de svenska modellerna för riskbedömning.
- En öppen diskussion om acceptansnivåer och orsakerna till skillnader i acceptabla risknivåer mellan förorenade områden och andra sektorer i samhället. För att åstadkomma relevanta värderingar av minskade risker inom förorenade områden bör dessa kunna ställas i relation till hur långt man anser sig behöva driva riskreduktionen inom andra sektorer i samhället.
- Tillämpning och erfarenhetsåterföring av verkliga riskvärderingar. Mycket få ekonomiska riskvärderingar har utförts inom förorenade områden i Sverige och erfarenheterna är därmed begränsade. En mera omfattande tillämpning skulle ge förbättrade kunskaper, dels om olika metoders lämplighet, och dels om vad ekonomisk riskvärdering kan tillföra beslutsfattande inom hantering av förorenade områden.

Med hänsyn till det stora antalet förorenade områden och de förväntat höga efterbehandlingskostnaderna i Sverige bör emellertid den ekonomiska dimensionen av reducerade risker till följd av efterbehandling ha en viktig roll i ett fullödigt beslutsunderlag. (Rosén m.fl.)

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Hjälpmedel, förenklade verktyg mm

- En checklista skulle kunna vara enkelt/”populärvetenskapligt” uppbyggd. T.ex. ”Om du vet X,Y,Z så kan du få ut Å,Ä,Ö. För de olika riskvärderingsverktygen skulle man kunna komplettera med en lista med kriterier. Har du kriterie 1,2 och 3 kan du göra följande analys. Har du dessutom 4,5

och 6 kan du dessutom bedöma följande. Har du alla parametrar kan du göra en helhetsbedömning.

- I dessa projekt/i kommande borde det vara en självklarhet att ”tredje uppgiften” är med, d.v.s. beskriva samhällsnyttan. I t.ex. MISTRA-projekt ingår detta som en viktig del/rapport.
- En ”bruttolista” över alla de parametrar som kan värderas kan tas fram med utgångspunkt från genomförda projekt (inkl. underlag som ligger till grund för värdering).
- Tydliggör vem som skall använda resp. information/metod.

Tillämpning och tester av framtagna metoder och verktyg

- Tester av framtagna metoder bör genomföras för att man skall kunna se användbarhet och göra utvärderingar/dra erfarenheter. Detta görs enklast inom de statligt finansierade projekten och för att det skall ske bör krav ställas. På vilket sätt kan man få detta gjort? Krav på att vetenskapligt grundad metod skall användas?
- Fler tillämpningar behövs för att ta fram vägledning kring åtgärdsprioritering.
- Kompetensuppbyggnad kring riskvärdering + metoder för detta behövs! Praktiskt användande av befintliga metoder ger lärande hos konsulter och handläggare. Viktigt att ”lista” vilka förkunskaper som krävs för att använda resp. metod. Kunnig modellperson måste ingå vid värdering m.h.a. modeller/analysverktyg.
- När metoder använts i t.ex. ”bidragsprojekt” måste det då även finnas ett krav på dokumentation (styr upp hur så att det blir enhetligt) så att erfarenhetsdokumentation kan användas och spridas.
- Det skulle vara värdefullt att sätta samman ”risk-team” (som man gör i USA) innefattande personer med olika (och relevant) kompetens. Olika infallsvinklar och bakgrund ger oss olika värderingar => viktigt att mixa!

FoU-behov enligt skribent

Inom ramen för Hållbar Sanering har man nu kartlagt efterfrågan och erfarenheter vad gäller riskvärdering och konstaterat att detta är ett svårt område och att relativt få riskvärderingar utförts i full skala i svenska efterbehandlingsprojekt. Skillnaderna mellan statligt finansierade och privata projekt är stora och man har helt olika drivkrafter för att genomföra en riskvärdering.

Ett antal olika verktyg och metoder har nu tagits fram, en del är klara att använda, andra måste vidareutvecklas eller anpassas. Klart är att de nu måste testas i verkliga efterbehandlingsprojekt för att man ska kunna utvärdera hur lämpliga de är och om de måste modifieras.

Kostnads- och nyttoanalys för prioritering av efterbehandlingsinsatser

En central fråga som måste diskuteras vidare och som Hållbar Sanering nu lämnar över till Naturvårdsverket är om vi verkligen nått ända fram inom delområdet riskvärdering. Är det på nivån enskilda objekt man ska göra en riskvärdering? Här kan man naturligtvis prioritera mellan olika objekt eller olika metoder eller finna hur långt en efterbehandling ska drivas. Är framtagna verktyg främst verktyg för prioritering, inte värdering? Kopplingen mellan efterbehandling och annan verksamhet i samhället (skolor, dagis, sjukvård etc) måste tydliggöras. Här saknas ännu kunskap om hur man ser det i ett större perspektiv. Då kommer även frågan om vem som ska ta besluten upp.

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Den del som finns kvar efter samtliga utlysningar är det som i utlysningstexterna kallas ”miljö- och samhällsekonomi”: Nedan redovisas de delar från utlysningen som ej beaktats inom genomförda projekt inom Hållbar sanering och som därmed kvarstår som kunskapsluckor.

”En riskvärdering görs oftast av ett enskilt objekt men flera aspekter som ska bedömas innebär en avvägning av konsekvenser på lokal, regional eller nationell nivå. Det gäller konsekvenser för miljön, för människors hälsa och för samhällsekonomin. Det är nödvändigt att optimera saneringsinsatserna och att jämföra dem med andra miljöåtgärder och med insatser inom andra samhällsområden. Vi söker studier inom områdena:

Miljö- och samhällsekonomiska avvägningar vid sanering av förorenade områden. Här finns behov av kunskap från nationell nivå hela vägen ner till enskilda saneringsprojekt. Vi söker studier som visar bästa möjliga samhällsnytta, till exempel sammanställningar av olika angreppssätt och tänkesätt eller fördjupningar i olika frågor. Intressanta frågor är:

- Hur långt det är lönsamt att driva en sanering?
- Hur kan vi optimera saneringsinsatserna på en specifik plats och mellan olika platser?
- Vilka osäkerheter finns och hur ska osäkerheterna beaktas när man planerar och genomför åtgärder?
- Hur utvecklas kostnads- respektive nyttofunktionerna för olika reningsgrad vid olika föroreningsituationer?

Verktyg och underlag för jämförelser mellan sanering av förorenade områden och andra miljö- och samhällsinsatser. Vilken information finns och vilken behöver tas fram för att göra sådana jämförelser?

Inverkan på konkurrenskraften. Hårda saneringskrav framhålls ofta som betydande för företagen, men hur inverkar krav på sanering på konkurrensen och i vilka branscher eller verksamheter är det avgörande? Intressanta frågor är:

- Hur påverkas konkurrenssituationen mellan olika företag och för svenska företag jämfört med företag i andra länder?
- Är konkurrenshinder ett stort problem och har det någon betydelse för lönsamheten?
- Hur stort är problemet i olika branscher?
- Är saneringen samhällsekonomiskt lönsam och vad är samhällsnyttan?
- Vad innebär kravet på redovisning av miljöskulder i årsredovisningen?
- Hur kan förorenade områden på bästa sätt redovisas i företagens miljörapportering?”

Riskkommunikation

För delområdet Riskkommunikation har Carina Loh, EnviroPlanning varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

- Riskkommunikation vid föroreningar som uppfattas som särskilt farliga. Finns det särskilda föroreningar som upplevs som farliga än andra, föroreningar laddade med en "fear factor"? Om det är så, hur hanterar man riskkommunikationen på ett så ändamålsenligt sätt som möjligt i dessa fall? (Asplund, Lundgren, Brorson)
- Hur bör risker med kemiska ämnen och produkter kommuniceras? EU:s samlade kemikalielagstiftning REACH i kombination med den lagstiftade "försiktighetsprincipen", sätter ökat fokus kring kemikaliefrågor i samhället och industrin. Till följd av det behövs det mer forskning kring hur risker med kemikalier bör kommuniceras. Förorenad mark är en del av kemikaliesamhället. (Asplund, Lundgren, Brorson)
- Kommunikation av miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö". Studie av kommunikationsprocessen kring miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö". Miljö kvalitetsmålet "Giftfri miljö" innehåller delmål för inventering och sanering av förorenad mark. Hur har detta kommunicerats till näringslivet? (Asplund, Lundgren, Brorson)
- Hur kommuniceras markföroreningsfrågorna internt och externt i företag med miljöledningssystem? I miljöledningssystemet ISO 14001 skall företagen specificera sin miljöpåverkan genom att identifiera miljöaspekter. Många företag har förorenad mark som en sådan miljöaspekt. Hur påverkar det kommunikationsprocessen? (Asplund, Lundgren, Brorson)
- Kommunikationsprocesser mellan olika aktörer vid nyförvärv eller försäljning av fastigheter. Hur kan kommunikationsprocessen mellan specialisten på förorenad mark och affärsmannen i samband med nyförvärv och försäljning av fastigheter förbättras? I samband med affärer av fastigheter ställs krav på att miljöexperten kan kommunicera risker med förorenad mark på ett begripligt sätt till jurister och investerare. Hur kan metoder för kommunikation i dessa sammanhang förbättras? (Asplund, Lundgren, Brorson)
- Riskkommunikation internationellt. Det saknas praktisk kunskap om kulturella skillnader inom området riskkommunikation. Många företag, miljökonsulter och miljöchefer rör sig på den globala arenan. Vilken betydelse har kulturella aspekter när man kommunicerar risker inom förorenad mark? (Asplund, Lundgren, Brorson)

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Utbildning

Vid workshopen som hölls inom delområde Riskkommunikation i Hållbar Sanering framkom att man borde gå vidare med en utbildning inom Riskkommunikation, som riktar sig till länsstyrelser, beställare och utförare i samband med projekt inom förorenad mark. En utbildning vore välbehövlig, då det finns erfarenheter om bristande kommunikation i många fall. Utbildningen samt kursmaterial skulle kunna byggas på resultat från projekten inom delområde Riskkommunikation i Hållbar Sanering.

Riskkommunikation i upphandlingen

Deltagarna vid workshopen i Riskkommunikation framhöll även att det sällan finns budget för att kommunicera riskfrågorna i efterbehandlingsprojekt. Beställarna behöver få kunskap om behovet av riskkommunikation. Riskkommunikationsprocessen bör vara med redan i upphandlingsskedet.

FoU-behov enligt skribent

Kommunikation av miljörisker med konsumentprodukter. Hur kommunicerar man risker med konsumentprodukter till allmänheten? Idag uppmärksammas risker, framförallt för hälsan, med kemiska ämnen i kläder, leksaker, elektronik et cetera. Riskerna kommuniceras i allmänhet via uppmärksamhet i media. Återförsäljare agerar genom att ställa krav på sina leverantörer. Hur tar man detta ett steg vidare, hur når man ut till allmänheten med information om hur konsumentprodukter påverkar miljön? Kommunicera risker till konsumenter, hur risken kan minskas genom aktiva konsumentval och genom avfallssortering/återvinning för att minimera risk för spridning till mark och vatten när produkten inte längre används.

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Till största delen har de frågeställningar som togs upp i samband med utlysning av medel inom delområde riskkommunikation bemötts i de antagna projekten. Vissa punkter kvarstår dock, se nedan.

- Studier av rutiner och förutsättningar i informationsarbete med allmänheten som målgrupp. Studier har utförts vad avser informationsarbete som rör efterbehandlingsprojekt och deponier. Inga studier har dock utförts avseende behandlingsanläggningar, eller studier av informationsarbete för konkurrensfrämjande åtgärder, vilket också efterfrågades.
- Kriterier för effektiv riskkommunikation. Innehåll, förmedling och hantering av riskkommunikation. Kostnadsnyttoanalyser. Studier har utförts främst vad avser riskkommunikation mellan myndigheter och allmänhet/företag, samt mellan experter och media. Inga studier har utförts avseende riskkommunikationsprocesser inom stora organisationer och mellan

olika myndigheter, vilket också efterfrågades vid utlysningen av projektmedel. Inte heller har någon kostnadsnyttoanalys gjorts avseende riskkommunikationsinsatser.

- Kommunikation och bedömningar vid prioritering mellan olika saneringsprojekt. En modell har tagits fram för att öka kunskapen om projekt i syfte att skapa bättre beslutsunderlag vid prioritering mellan projekt. Däremot saknas sammanställning över vilka bedömningar som ligger till grund vid prioritering mellan projekt i dagsläget.
- Hur hanterar myndigheter situationer där förorenad mark påverkar enskilda intressen? Ingen studie har tagit upp hur myndigheter hanterar situationer där enskilda intressen drabbas till exempel genom sänkt fastighetsvärde, försämrad möjlighet till försäljning och belåning med mera.

Åtgärdslösningar

För delområdet Åtgärdslösningar har Jonas Forsman, Vectura varit skribent och sammanfattat de forsknings- och utvecklingsbehov som redovisas nedan.

FoU-behov enligt projektledarna inom delområdet

Framtagande av handledning för långsiktig övervakning av kvarlämnade föroreningar och deponier.

Inom Hållbar Sanerings projektområde ”Undersökningsmetoder” har det framkommit resultat kring metodik och utvärderingsmetoder som kan ge ett värdefullt bidrag till en sådan handledning.

Holistisk metod för metodjämförelser

Presentera en holistisk metodik för att jämföra konventionell sanering med andra miljöåtgärder. Ekoeffektivitet är ett exempel på en ny metodik som innebär en helhetsvärdering, där åtgärdernas totala miljönytta vägs samman med deras negativa miljöpåverkan. Flera metoder för analys av Ekoeffektivitet finns tillgängliga och metodiken bör användas framöver för att vägleda utvecklingen av åtgärdslösningar.

Teknikdemonstrationsprojekt

Genomförande av ett större teknikdemonstrationsprojekt där olika in situ- eller on site-metoder för efterbehandling utprovas. Förebilder skulle t ex kunna vara det danska Teknologikutvecklingsprogrammet eller det amerikanska SITE-programmet. Förutom de rent miljötekniska aspekterna bör också projektadministration, upphandling, kvalitetssäkring och liknande hanteras.

In-situ-sanering av klorerade lösningsmedel.

Fördjupning inom området in-situ-sanering av klorerade lösningsmedel. Pilotprojekt: Testa PITT-metoden (Partitioning Interwell Tracer Test) i svenskt projekt i samband med in-situ-sanering av klorerade lösningsmedel. Metoden används i andra länder, t ex USA, för att utvärdera in-situ-saneringar. Gå igenom de faktorer som gör att metoden anses svår/osäker att tillämpa i svenska förhållanden och redogör för möjliga lösningar.

Nuvärdet av saneringskostnaden

Simulera spridningen av en föroreningsplym och beräkna nuvärdet av saneringskostnaden som funktion av hur länge man väntar med åtgärd.

FoU-behov enligt ämnesområdet (workshop)

Genomförande av seminarier med lokala miljömyndigheter.

Fokusera på kunskapsuppbyggnad när det gäller granskning och uppföljning av alternativa efterbehandlingsmetoder. Workshopen kom fram till att fokuseringen på föroreningar bundna i jord och en utbredd osäkerhet inför nya åtgärdstekniker gör att myndigheterna ofta är obenägna att släppa fram alternativa åtgärdstekniker.

Grundläggande budskap kan till exempel vara:

- Det är viktigt att förstå hur det förorenade objektet fungerar i naturvetenskapliga termer till exempel med avseende på föroreningars förekomstformer, mobilitet, biogeokemi, grundvattnets strömning etc. Detta är nödvändigt för att möjliggöra en prognos av eventuell föroreningsspridning.
- Inför in-situ-åtgärder krävs ofta ambitiösa undersökningar och en hel del tankearbete för att man ska hamna rätt med åtgärden. Kunskaperna om objektet före saneringen måste vara tillräckligt bra för att en kvantitativ jämförelse med förhållanden efter åtgärd ska kunna göras.
- Det är ofta viktigt att se helheten när man väljer åtgärd. Området åtgärdslösningar har visat exempel på metodscreening som används i Nordamerika och även kan tillämpas här. Ekoeffektivitet kan presenteras som en möjlighet till helhetsvärdering där åtgärdernas totala miljönytta vägs samman med deras negativa miljöpåverkan.

FoU-behov enligt skribent

Förbättrade undersökningar och utredningar inför alternativa åtgärdslösningar

Trots en hög teknisk/naturvetenskaplig kompetensnivå bland svenska ebh-aktörer konstaterar workshopen en stor brist på genomförda och lyckade projekt inom alternativa åtgärdslösningar, t ex in-situ metoder. De viktigaste förklaringarna till bakslagen är troligen att undersökningar och utredningar inför åtgärd har varit otillräckliga samt att utförarna inte haft tillräckliga naturvetenskapliga kunskaper.

Förutom de aspekter som redan berörts av rapportförfattare och workshop finns det aspekter som rör vetenskaplighet och arbetssätt inom kanske framförallt utredningsarbete som kan vara i behov av utveckling för att alternativa efterbehandlingsmetoder ska bli mer framgångsrika i framtiden.

Inför en större efterbehandlingsåtgärd genomförs vanligen ett stort antal undersökningar och utredningar. Ofta har uppdragsledaren (UL) ett stort inflytande över hur arbetet bedrivs. Det finns en risk att en praktiskt inriktad UL överbetonar betydelsen av mätningar i ”verkligheten”, medan en teoretiskt inriktad UL överbetonar ”generell kunskap”. Troligtvis är det inte ovanligt att inledande undersökningar

genomförs utan någon större tanke på kommande teoretiska utredningar inom till exempel hydrogeologi, geokemi och ekotoxikologi.

Ett vetenskapligt sunt angreppssätt innebär att man optimerar och samordnar användandet av modern mätteknik och teoretiska modeller genom hela projektgenomförandet. En gemensam utgångspunkt bör vara en konceptuell modell som beskriver det förorenade områdets egenskaper som man förstår dem i ett visst skede. Med hjälp av den stegvis uppdaterade modellen identifieras osäkerheter och informationsbrister.

Baserat på den konceptuella modellen skapas en matematisk modell (i början mycket enkel) för att möjliggöra en kvantitativ förståelse av det förorenade området, till exempel hur stor mängd föroreningar som läcker ut i omgivningen per år, och var de dominerande läckagevägarna finns. Syftet med både mätningar och simuleringar/beräkningar är att kvantifiera de mest relevanta parametrarna som har betydelse vid val av åtgärdsmetod. En bra simuleringsmodell kan även användas för att simulera/planera själva åtgärden samt simulera effekterna av restföroreningar som kvarstår efter åtgärd.

Ett angränsande område som troligen är i behov av utveckling är kommunikation av mättnings- och simuleringsresultat med hjälp av den stegvis utvecklade konceptuella modellen. I slutänden måste modellen kommuniceras till saneringsentreprenören och lokala miljöhandläggare på ett sådant sätt att all relevant information når fram. En mycket viktig aspekt när det gäller kommunikation av såväl mättnings-, simulerings- och saneringsresultat är osäkerheter. Oacceptabla osäkerheter utgör kanske den viktigaste drivkraften för utvidgade/fördjupade undersökningar/utredningar.

Enligt ovanstående resonemang finns troligen ett FoU-behov inom

- Metodik för utveckling av konceptuell modell som säkerställer att tillräcklig förståelse av ett efterbehandlingsobjekt uppnås och kommuniceras inför efterbehandlingsåtgärd.
- Metodik för samordning och optimering av mättnings- respektive simuleringsarbeten inför åtgärd, med hjälp av konceptuella modeller.
- Riktlinjer för hur osäkerheter i mättnings- respektive simuleringsresultat analyseras och kommuniceras så att man säkerställer att acceptabla osäkerheter uppnåtts inför en åtgärd.
- Tillämpning av simuleringsmodell för att planera och utvärdera in-situ-saneringsåtgärder.

(Ovanstående inlägg spänner över ett brett fält och utgör kanske någon typ av syn-tes över flera projektområden. Konceptuella modeller berörs t ex även inom under-sökningar och riskbedömningar.)

Kvarvarande FoU-behov i jämförelse med utlysning

Vid en jämförelse mellan området Åtgärdslösningars genomförda projekt och utlysningarna för Hållbar sanering, framgår att det saknas projekt som presenterar verktyg för att jämföra konventionell sanering med andra miljöåtgärder. Ett sådant verktyg skulle behöva inkludera ett helhetsperspektiv i utvärdering av tekniska, miljömässiga samt samhällsekonomiska aspekter.