

Hållbar efterbehandling inför byggande på förorenade områden (12119) och Projektriskbedömning av efterbehandlingsåtgärder inför byggande på förorenade områden (12960).

Inom ramen för dessa projekt har en metod och ett verktyg för hållbarhetsbedömning av saneringsalternativ – SCORE - tagits fram. En metod för ekonomisk projektriskbedömning kopplat till sanering i byggprojekt har också tagits fram. PRA -metoden bygger på ett standardiserat sätt att utföra riskhantering. Det är möjligt att använda metoden vid en enskild bedömning av alternativ eller som en del i en hållbarhetsvärdering med multi-kriterieanalys med SCORE metoden.



Bakgrund

Förorening av jord och grundvatten är ett problem över hela världen. Det finns en önskan från politiker och tillsynsmyndigheterna att angripa föroreningsproblematiken för att skydda framtida generationer. Sanering, som tidigare ansetts vara hållbar i sig självt har under de senaste åren debatterats om att det finns negativa bi-effekter såsom spridning av växthusgaser, dammutsläpp, avfall och risker för trafikolyckor. Byggföretag kan komma i kontakt med föroreningar i olika typer av projekt, t.ex. vid byggande av hus, vägar och broar.

Saneringsprojekt är högriskprojekt på grund av de många osäkerheterna när det gäller frågor som omfattning av föroreningen, kvalitet på saneringsalternativet, tid och kostnad och det finns generellt en oförmåga att hantera dessa osäkerheter.

Grävsanering anses vara snabb, tillförlitlig och relativt enkel att genomföra. Byggbolag använder ofta grävsanering eftersom man ändå ofta gräver i byggprojekt, t.ex. om man skall bygga hus på en f.d. industrifastighet.

Alla typer av saneringsprojekt är förknippade med stora projektrisker eftersom det finns så stora osäkerheter oftast, tex vad gäller utbredning av föroreningar, i volym halt och typ. Detta är detsamma för grävsanering som för annan sanering, t.ex. in-situ.



Ett sätt att hantera riskerna är att använda sig av en projektriskbedömning för att få en uppfattning om riskerna och dess storlek. En sådan analys är en del av ett företags ekonomiska analys men ingår också i den ekonomiska domänen i en hållbarhetsbedömning.

Sammanfattning av förväntade resultat av lic-projektet (proj.nr 12119 & 12960):

Målet med projekt 12119 har varit att ta fram en grundläggande beskrivning av en modell för identifiering av hållbara efterbehandlingsåtgärder i byggprojekt på förorenade områden, baserad på multikriterie-analys. Detta skulle också ge en ökad kunskap kring utformning av hållbara efterbehandlingsåtgärder på förorenad mark. En kalkylmodell för kostnads- och energibesparingar för byggföretag för olika alternativa efterbehandlingsåtgärder skulle tas fram inom ramen för projekt 12119. Ett hjälpmedel för att kvantifiera kostnadsbesparingar är projekt 12960 som har det övergripande målet är att utveckla en metod för ekonomisk projektriskbedömning som samtidigt väger in osäkerheter. Metoden används för uppskattning av tillkommande kostnader till efterbehandlingsalternativ för byggprojektet och/eller projektägaren. Vidare skall metoden tillämpas på genomförda efterbehandlingsprojekt för att belysa dess användbarheten. Metoderna för hållbarhetsbedömning och ekonomisk projektriskanalys skulle fungera som en mall för kommunikationsplan. Denna plan skulle tillfredsställa informationsbehovet hos olika intressenter före och under ett efterbehandlingsprojekt.

Syfte

Projektens syften har varit att:

- I enlighet med behoven hos såväl byggbolag som tillsynsmyndigheter och övriga samhället utveckla ett väl strukturerat verktyg för identifiering av kostnadseffektiva och långsiktigt hållbara efterbehandlingsåtgärder inför byggande på förorenade områden.
- Utveckla detta verktyg utifrån tillämpning och utvärdering av framtagna metoder för kostnads-nyttoanalys (KNA) och multikriterieanalys (MKA).
- Ge goda exempel på tillämpningar av exemplifieringar av verktyget för val av efterbehandlingsinsatser.
- Att utveckla en metod för ekonomisk projektrisk-bedömning (PRA-metoden) ur projektägarperspektiv. Metoden ska kunna inkluderas i hållbarhetsanalyser inom ramen för Sustainable Choice Of REmediation - **SCORE**. Detta görs genom att
 - Identifiera projektrisk-kategorier för saneringsprojekt som utförs före byggnation.
 - Visa genom ett lämpligt fallstudieexempel hur PRA- metoden fungerar.
 - Visa hur resultatet av utvärderingen med PRA- metoden är en del i SCORE.

Fallstudie - Hexion

Ett verkligt NCC-projekt har använts som fallstudie för dessa SBUF-projekt, Hexion i Mölndal, figur 1, utanför Göteborg. Detta är en fastighet med en lång industriell historia med färgindustri. Planerat är att omvandla fastigheten till ett bostadsområde. Fallstudieområdet fyller en funktion för SCORE- och PRA metoderna genom att dessa kan prövas på ett verkligt fall. Utifrån detta kan metoderna justeras och anpassas.



Figur 1. Hexion, till vänster innan rivning av fabriken och till höger en visualisering av framtida bebyggelse.

Genomförande

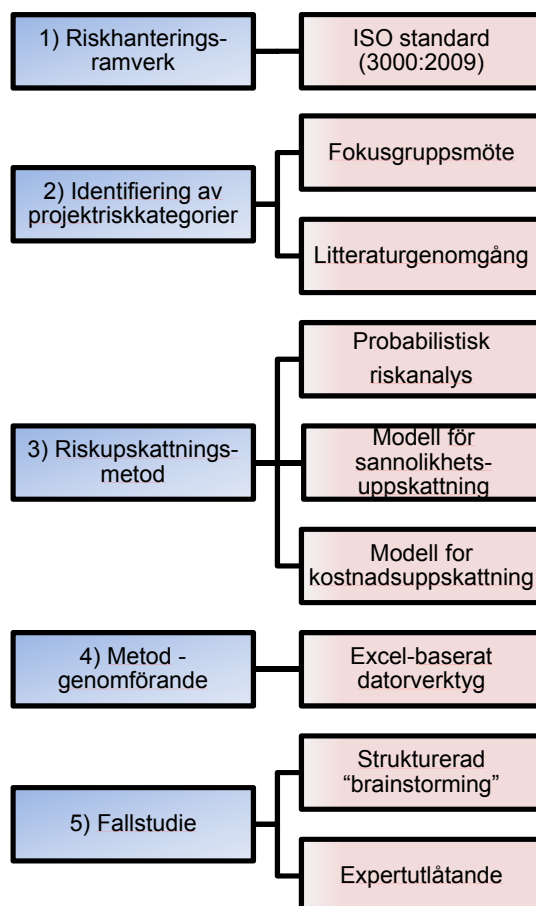
Projekten utfördes i form av ett doktorandarbete. Inom ramen för detta arbete har 2 SBUF-projekt innefattats, dels ett grundprojekt *"Hållbar efterbehandling inför byggande på förorenade områden"* (12119) och dels ett kompletterande projekt *"Projektriskbedömning av efterbehandlingsåtgärder inför byggande på förorenade områden"* (12960). Arbetet initierades av NCC Teknik och hållbar utveckling i Göteborg och Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet genomfördes på Institutionen för bygg- och miljöteknik, avdelningen för geologi och geoteknik, på Chalmers. Arbetet utfördes av Petra Brinkhoff med handledning av Lars Rosén och Jenny Norrman på Chalmers och Malin Norin på NCC Teknik och hållbar utveckling. Doktorandarbetet har resulterat i Petra Brinkhoffs licentiatavhandling *"Economic Project Risk Assessment for Sustainable Choice Of REmediation (SCORE) in Construction Projects"*. Projekten har finansierats av SBUF och NCC.

SCORE metoden/verktyget är resultatet av ett långvarigt samarbete mellan fem olika projekt som har gemensamt att utveckla SCORE men med egna syften och mål. Samarbetet har inneburit gemensamma möten, seminarier, fallstudier, publikationer och konferensdeltagande. Samarbete har skett mellan akademien, företag och statliga verk genom Enveco Miljöekonomi, Statens geotekniska institut (SGI), Sveriges lantbruks universitet (SLU), NCC, Marksaneringscentrum Norr (MCN), Chalmers och Naturvårdsverket i Österrike. Medel för forskningen har även erhållits från FORMAS och FORMAS Bic.

Metod

SCORE har utvecklats i enlighet med behoven hos såväl byggbolag som tillsynsmyndigheter och övriga samhället till ett strukturerat verktyg för identifiering av kostnadseffektiva och långsiktigt hållbara efterbehandlingsåtgärder inför byggande på förorenade områden. SCORE utvecklades utifrån tillämpning och utvärdering av framtagna metoder för kostnads-nyttoanalys (KNA) och multikriterieanalys (MKA) samt ge goda exempel på tillämpning av verktyget för val av efterbehandlingsinsatser.

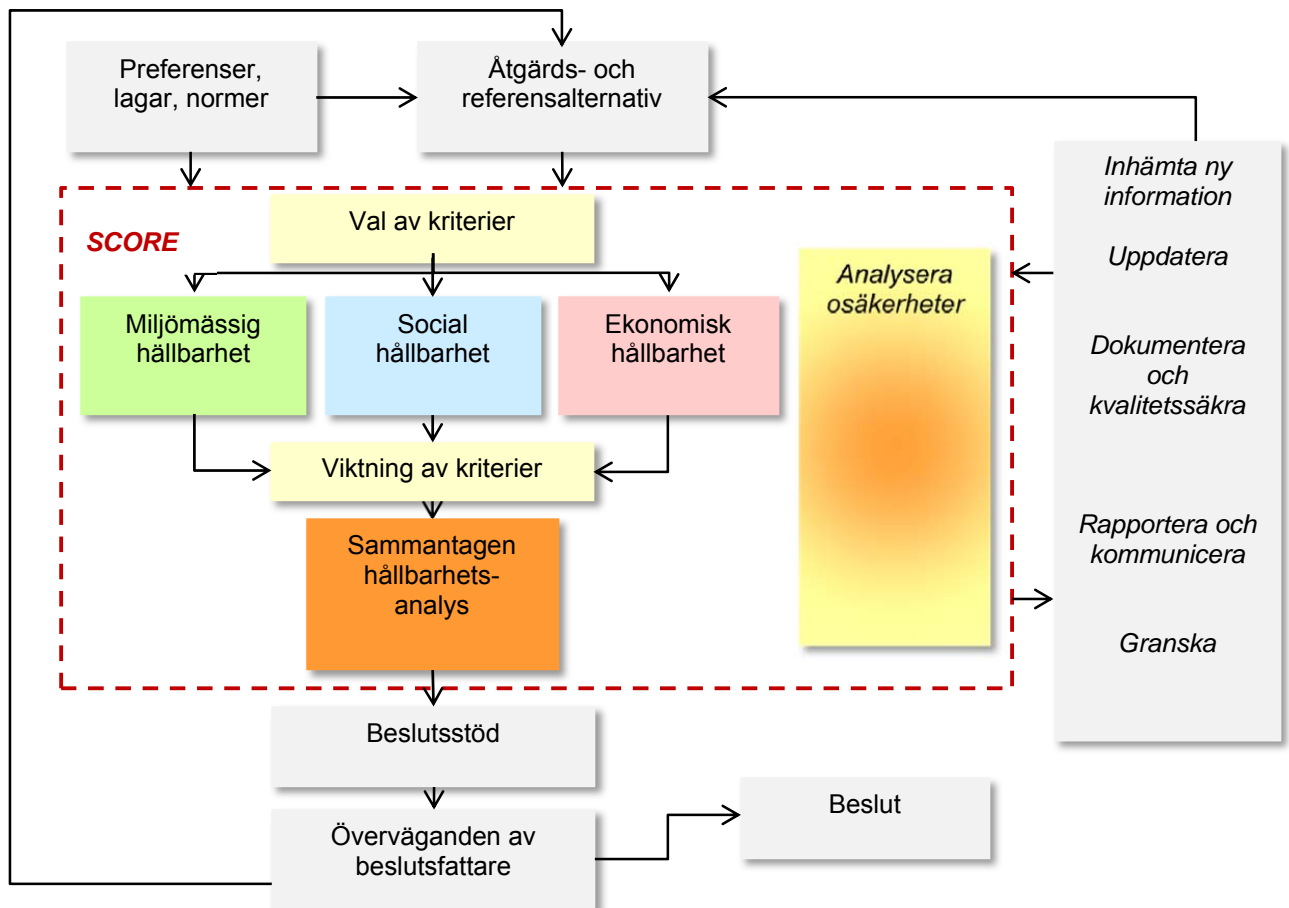
För att utveckla en metod för ekonomisk projektriskbedömning (PRA metoden) har ett antal metoder använts och arbetssteg gått genom, se figur 2. PRA-metoden bygger på ISO standarden för risk. Projektriskkategorier framtagna ur projektägarperspektiv vid sanering inför byggande har identifierats genom fokusgruppsmöte och en litteraturgenomgång. En probabilistisk riskanalys med osäkerhetsfördelningar för sannolikhet och konsekvens för indata har valts. Ett Excelverktyg för att hantera genomförandet av bedömningen och för simulering av risk- kostnaden har utvecklats. Fallstudien nyttjades för att exemplifiera användandet av PRAn. Expertutlåtanden har använts för att få indata till analysen.



Figur 2. Metoder och arbetssteg som använts under arbetet med att ta fram PRA-metoden.

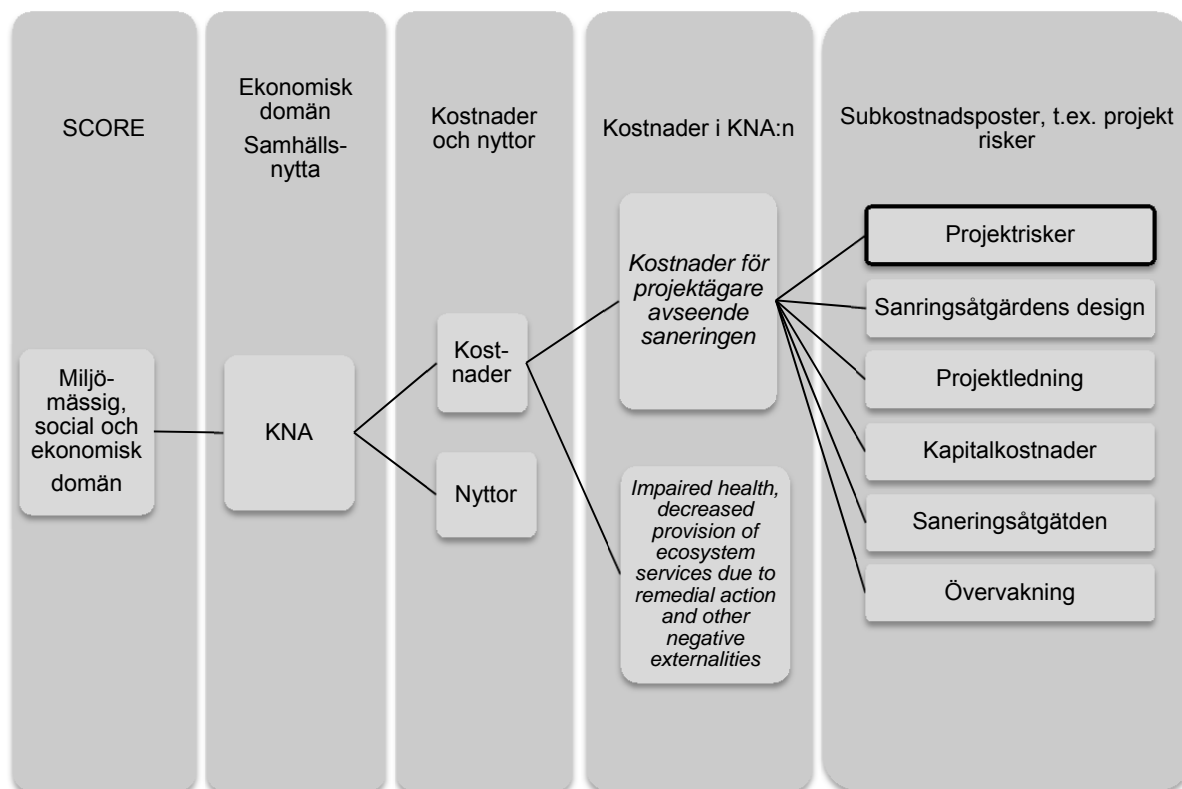
Resultat

SCORE:s ramverk, figur 3, visar den schematiska uppbyggnaden av SCORE. Huvudsyftet med SCORE är att ge beslutsstöd när man väljer mellan en uppsättning saneringalternativ och dess hållbarhet. Hållbarhetsvärderingen grundar sig i en analys av måluppfyllelse gentemot de tre domänerna av hållbarhet, miljömässigt, socialt och ekonomiskt (Rosén et al., 2015).



Figur 3. SCORE:s ramverk.

PRA metoden utvecklades inom SCORE. Bedömning av projektrisker i monetära termer är en del av ett företags finansiella analys och i SCORE ingår det i den ekonomiska domänen, ekonomisk hållbarhet, som en del av en kostnads-nyttoanalys som beräknar samhällelig lönsamhet, se figur 4.



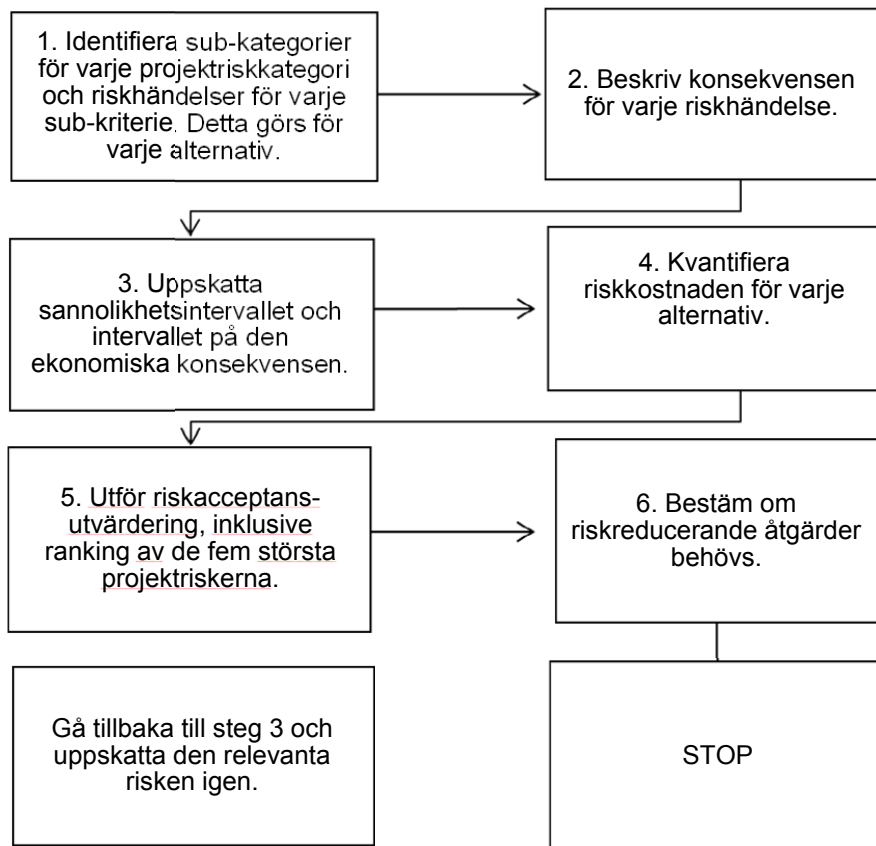
Figur 4. PRA-metodens plats i kostnads-nyttoanalysen i SCORE.

Projektetriskbedömning med PRA-metoden är baserad på etablerade ISO-standarderna för riskhantering, och utvecklade för projektägare, t.ex. byggföretag. Metoden identifierar, kvantifierar, analyserar och utvärderar projektrisker i saneringsprojekt. Den föreslagna metoden är probabilistisk och inkluderar osäkerhetsanalys av de ingående variablerna baserat på expertutlåtanden. Ett stegvis förfarande och ett datorbaserat verktyg (PRA verktyg) har utvecklats för att underlätta riskbedömningen i projekt. Se figur 2 och figur 4.

Resultatet av identifieringen av projektrisker blev att sju stycken kategorier identifierades från genomförda fokusgruppsmöten och litteraturgenomgång. Dessa sju kategorier är:

1. Saneringsmetoden
2. Myndigheter
3. Oro och förväntningar
4. Projektorganisation och finansiell struktur
5. Teknisk grund för bedömning och teknisk kompetens
6. Ansvarsfrågor
7. Övriga frågor

Dessa projektrisker används som utgångspunkt i den stegvisa PRA metodiken som visas i figur 5.

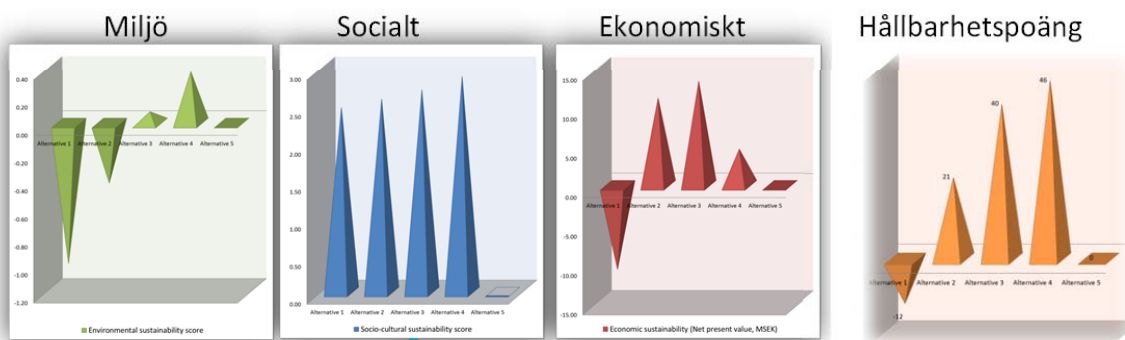


Figur 5. PRA-metodens stegvisa upplägg.

Från vardera kategorin, t.ex. saneringsmetoden, identifierades sub-kategorier och riskhändelser. Riskhändelser med tillhörande sub-kategorier bedöms i PRAn.

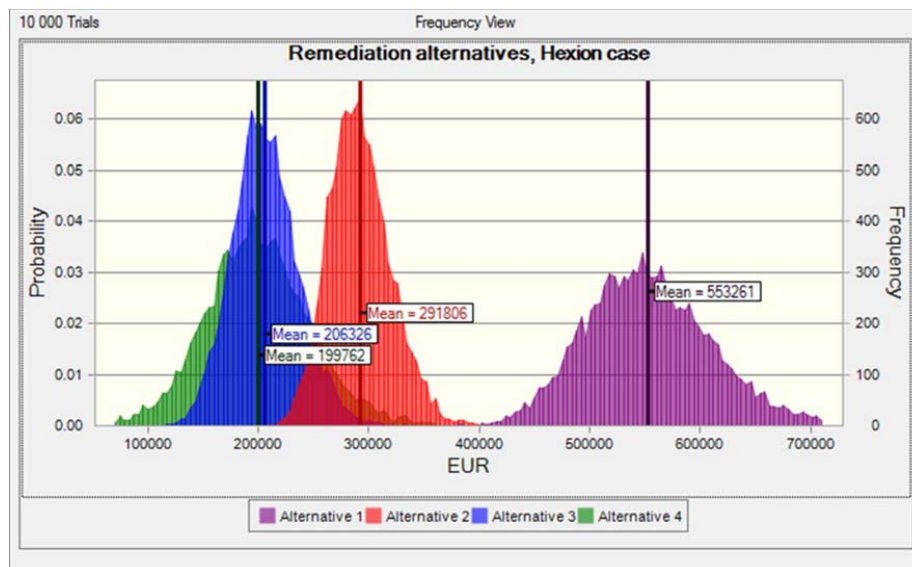
Tillämpning av fallstudie

Fallstudien Hexion ha gett en SCORE-bedömning för de enskilda delarna av hållbarhet samt ett hållbarhetspoäng för de bedömda alternativen, se figur 6.



Figur 6. SCORE-utvärdering för fallstudien Hexion. Miljö, socialt och ekonomiska poäng visas som diagram tillsammans med det slutgiltiga hållbarhetspoänget.

PRA-resultatet finns med i den ekonomiska delen av SCORE-bedömningen. Det finns dock möjlighet att få ut resultatet av endast projektriskanalysen se figur 7. Rangordningen i PRAn skiljer sig från resultatet av den ekonomiska hållbarheten men är samstämmigt med rangordningen av hållbarhetspoängen.



Figur 7. Resultat av projektriskbedömning av fallstudien Hexion.

Slutsatser

PRA och SCORE är i linje med aktuella trender och arbetet med hållbarhet i byggföretag, som t.ex. användningen av certifieringssystem som BREEAM, LEED och CEEQUAL. Resultatet av fallstudien visar vilket alternativ som har störst chans att leda till en hållbar utveckling och den vidare analysen med PRA visar vilket alternativ som har den lägsta genomsnittliga riskkostnaden, den högsta sannolikheten att ha den lägsta riskkostnaden och hur riskkostnaderna fördelas mellan projektriskkategorierna.

PRA är en strukturerad och transparent metod för hantering av projektrisker och en viktig del av en hållbar bedömning av saneringsalternativ. Det finns stora fördelar för ett riskhanteringsteam i ett saneringsprojekt att använda metoden och i framtiden kunde man med fördel vidareutveckla metoden för användning i större infrastrukturprojekt. PRA-metoden hjälper framförallt användaren att prioritera mellan riskreducerande åtgärder.

Resultaten av SCORE- och PRA bedömningarna fungerar både som beslutsstöd för entreprenörer, andra i saneringsbranschen (ex. konsulter) och tillsynsmyndigheter. Resultatet kan också användas för kommunikation internt i ett projekt företag eller extern mot t.ex. tillsynsmyndigheten eller annan intressent.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Petra Brinkhoff, NCC Construction Sverige AB/NCC Teknik och hållbar utveckling tele: 0706808727, e-post: petra.brinkhoff@ncc.se

Malin Norin, NCC Construction Sverige AB/NCC Teknik och hållbar utveckling tele:0705-867529 e-post: malin.norin@ncc.se

Lars Rosén, Chalmers, Bygg- och miljö, avdelningen för geologi och geoteknik, tele.031-627579 e-post: lars.rosen@chalmers.se

Litteratur:

- I. Brinkhoff P, Norin M, Norrman J, Rosén L, Ek, K. (2014). Economic project risk assessment in remediation projects prior to construction - Methodology development and case study application, Manuscript accepted to Remediation Journal.
- II. Söderqvist, T., Brinkhoff, P., Norberg, T., Rosén, L., Back, P-E., Norrman, J. (2014). Cost-benefit analysis as part of a sustainability assessment of remediation alternatives for contaminated land, Manuscript submitted to *Journal of Environmental Management*.
- II. Rosén, L., Back, P-E., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, T., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut, M., Döberl, G. (2015). SCORE: Multi-Criteria Decision Analysis for Assessing the Sustainability of Remediation at Contaminated Sites, *Science of the Total Environment* 511, 621-638.

Internet:

www.chalmers.se

www.ncc.se