



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Riskvärdering med SCORE-metoden för den f.d. kemptvätten på Blekingegatan i Helsingborg

Fallstudierapport

JENNY NORRMAN, HENRIK NORDZELL, TORE SÖDERQVIST,
LUCA FRANCESCHINI, LARS ROSÉN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Forskargrupp teknisk geologi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2019

RAPPORT 2019

Riskvärdering med SCORE-metoden för den f.d. kemptvätten på Blekingegatan i Helsingborg

Fallstudierapport

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Forskargrupp teknisk geologi
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2019

Riskvärdering med SCORE-metoden för den f.d. kemtvätten på Blekingegatan, i
Helsingborg
Fallstudierapport

JENNY NORRMAN¹, HENRIK NORDZELL², TORE SÖDERQVIST², LUCA
FRANCESCHINI¹, LARS ROSÉN¹ 2019

Report / Department of Architecture and Civil Engineering,
Chalmers University of Technology, 2019

¹ Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Forskargrupp teknisk geologi
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

² Anthesis Enveco AB, Stockholm
Barnhusgatan 4
111 23 Stockholm

Omslag:
Foto: Tore Söderqvist, 2018
Göteborg 2019

SAMMANFATTNING

Denna studie har gjorts inom ramen för forskningsprojektet SAFIRE (Sustainability Assessment For Improved Remediation Efficiency). SAFIRE-projektets övergripande syfte är att utvärdera hur hållbarhetsbedömningar kan förbättra effektiviteten i efterbehandlingar (EBH) av förorenade områden i Sverige.

Som metod för att utföra hållbarhetsbedömningar av EBH-åtgärder används SCORE (Sustainable Choice Of REmediation), vilken utvecklats vid Chalmers tekniska högskola. SCORE är en metod för s.k. multi-kriterieanalys (MKA) där EBH-åtgärder utvärderas med avseende på en uppsättning miljömässiga, sociala och ekonomiska hållbarhetskriterier. SCORE är avsett att tillämpas i den s.k. riskvärderingen i EBH-projekt, där olika åtgärdsalternativ utvärderas för att avgöra vilken åtgärd som är lämpligast att utföra för att uppnå projektets mål.

I SAFIRE-projektet genomförs ett antal fallstudier och den f.d. kemptvätten på Blekingegatan i Helsingborg är en av dessa. Syftet med fallstudierna är dels att genomföra hållbarhetsbedömningar med SCORE i pågående verkliga projekt i avsikt att få ett relevant underlag för forskningsprojektet, dels att ge EBH-projekten ett fördjupat underlag för riskvärderingen av åtgärdsalternativ.

De övergripande åtgärds målen för den f.d. kemptvätten på Blekingegatan är att:

- Boende på och i närområdet till fastigheten Råven 58 skall inte exponeras för skadliga föroreningshalter som kan härledas till verksamheten vid den f.d. kemptvätten.
- Spridning av föroreningar i grundvattnet i den ytligare delen i Helsingborgssandstenen (från markytan och ner till 35–40 meters djup) får inte vara större än att borrhning och andra markarbeten kan utföras utan restriktioner eller särskilda åtgärder, undantaget fastigheter inom källområdet i direkt anslutning till Råven 58 (troligen Råven 57–58, Råven 3, Råven 17 och Råven 50–55).
- Spridningen av föroreningar till den vattenförande sandsten som finns från 35–40 meters djup i Helsingborgssandstenen får inte vara större än att denna grundvattenresurs kan användas för dricksvattenändamål utan särskilda tekniska reningsåtgärder, undantaget ett mindre område, som inte bör sträcka sig längre bort från fastigheten Råven 58 än ca 50 meter.

I SCORE-analysen har följande alternativ studerats:

- *Alternativ 1.* Rivning inom primära åtgärdsområdet och schakt ned till 2 m. Vakuumextraktion i omättad zon i delområde 1, samt vid behov tekniska skyddsåtgärder. Kontrollprogram för uppföljning av åtgärder samt för naturlig nedbrytning i alla delområden.
- *Alternativ 2.* Motsvarar Alternativ 1 med tillägget att inom delområde 2a utförs någon form av injektering för *in situ* kemisk reduktion (ISCR) eller oxidation (ISCO), alternativt *in situ* bioremediering (ISB).
- *Alternativ 3.* Motsvarar Alternativ 2 med tillägget att i delområde 3a installeras, istället för tekniska skyddsåtgärder, fyra reaktiva permeabla barriärer nedströms Köpingevägen.

- *Alternativ 4.* Motsvarar Alternativ 3 med skillnaden att i delområde 1 sker termisk behandling istället för vakuumextraktion i den omättade zonen, samt att *in situ*-behandling med ISCR/ISCO/ISB genomförs även i delområde 2b.
- *Alternativ 5.* Alternativ 5 är det mest omfattande och dyraste åtgärdsalternativet och innebär att en rivning av byggnader utförs inom det primära åtgärdsområdet samt en urgrävning ner till ca 2 meter inom delområde 1. Istället för olika typer av injekteringar och vakuumextraktion i den omättade och den mättade zonen i delområden 1, 2a och 2b genomförs termisk behandling. De fyra barriärer som installeras i Alternativ 3 och 4 installeras även i detta alternativ och ett kontrollprogram genomförs för uppföljning av utförda åtgärder samt för att bedöma en eventuell naturlig nedbrytning i övriga områden.
- *Referensalternativet.* Referensalternativet är i princip nuläget, men med skillnaden att man övervakar den naturliga nedbrytning som sker i området samt eventuellt kompletterar med tekniska skyddsåtgärder i andra fastigheter nedströms källområdet (andra än Råven 58).

De huvudsakliga slutsatserna och rekommendationerna baserade på studien är:

- Alternativen 2 – 5 får totalt sett positivt utfall i hållbarhetsanalysen men alternativ 4 och 5 rankas högst, d.v.s. de åtgärder som är mest omfattande. Alternativ 1 får totalt sett ett negativt utfall i analysen. Sammantaget har alternativ 4 och 5 mer än 90% sannolikhet att vara de alternativ som rankas högst i SCORE-analysen.
- Alternativ 3 är sammantaget betydligt sämre än 4 och 5 p.g.a. stor osäkerhet i de miljömässiga effekterna på grundvatten. De positiva effekterna på grundvatten bedöms för alternativ 3 ungefär lika som för alternativ 2, men alternativ 3 har betydligt högre negativa effekter på luft och naturresurser som också viktas relativt högt i analysen. Om däremot de positiva effekterna på grundvatten för alternativ 3 skulle vara mer lika de för alternativ 4 så får även alternativ 3 en relativt hög sannolikhet att rankas högst av alternativen.
- Tiden för genomförandet av efterbehandlingen spelar stor roll för det ekonomiska utfallet p.g.a. diskontering. Eftersom alternativ 5 är snabbare att genomföra än de andra fyra alternativen så gynnar detta alternativ 5.
- LCA-analysen har mycket vida (globala) systemgränser. Den kemikalie som har analyserats (microZVI från Regenesys) i alternativ 2, 3, 4 och 5 får relativt kraftiga negativa resultat p.g.a. långa transporter från USA och tillverkning med hög miljöbelastning. En kemikalie som tillverkats närmre Helsingborg skulle innebära att *in situ*-injektering får betydligt mindre negativa effekter på luft och naturresurser och därmed innebära att alternativ 3 och 4 får bättre resultat i hållbarhetsanalysen.
- Den ekonomiska analysen visar att värdet av att skydda grundvattnet är högt och att det ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är fördelaktigt att genomföra en åtgärd som innebär ett gott skydd av grundvattnet.

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
INNEHÅLL	III
1 INTRODUCTION	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Genomförande	2
2 SCORE-METODEN	4
3 EFTERBEHANDLINGSPROJEKTET BLEKINGEGATAN	8
3.1 Fastigheten Råven	8
3.2 Kort historik om föroreningssituationen och hälsorisker	9
3.3 Åtgärds mål	10
3.4 Områdesindelning	11
3.5 Beskrivning av åtgärdsalternativ	11
3.5.1 Referensalternativet	12
3.5.2 Alternativ 1	12
3.5.3 Alternativ 2	12
3.5.4 Alternativ 3	12
3.5.5 Alternativ 4	13
3.5.6 Alternativ 5	13
3.5.7 Bästa och värsta fall	13
3.5.8 Översikt över alternativ	14
4 MILJÖMÄSSIG ANALYS	16
4.1 Metod	16
4.1.1 Förenklad livscykelanalys för nyckelkriterierna E6 och E7	17
4.2 Bedömning av miljömässiga effekter till följd av efterbehandling	21
4.2.1 Poängsättning	21
4.2.2 Viktning	23
4.3 Kommentarer	24
5 SOCIAL ANALYS	25
5.1 Metod	25
5.2 Bedömning av sociala effekter till följd av efterbehandling	25
5.2.1 Poängsättning	26
5.2.2 Viktning	28
6 EKONOMISK ANALYS	29
	III

6.1	Metod	29
6.2	Resultat	33
6.2.1	Identifiering och kvalitativ bedömning av nyttor och kostnader	33
6.2.2	Monetarisering av nyttor och kostnader	39
6.3	Kommentarer	50
7	RESULTAT	51
7.1	Bas-scenario	51
7.2	Scenario 1	56
7.3	Scenario 2	58
8	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	60
9	REFERENSER	61
10	BILAGOR	63
A.	BERÄKNINGAR I SCORE-VERKTYGET	65
A.1	Viktning i SCORE	65
A.2	Beräkning av normaliserat sammanvägt index	65
A.3	Osäkerhetsanalys i SCORE	66
B.	STÖDJANDE MATRISER FÖR MILJÖMÄSSIG ANALYS	68
C.	STÖDJANDE MATRISER FÖR SOCIAL ANALYS	76
D.	FÖRBEREDELSE OCH GENOMFÖRANDE AV WORKSHOPPAR MED INTRESSETER	82
D.1	Förberedelser inför workshoppar	82
D.2	Genomförande av miljömässig workshop, 27 september	84
D.3	Genomförande av social workshop, 12 oktober	85
D.4	Genomförande av ekonomisk workshop, 16 oktober	85
E.	STREAMLINED LCA	87
E.1	Excavation and landfilling of the contaminated soil	88
E.2	Soil vapour extraction (SVE)	88
E.3	In situ chemical reduction (ISCR)	89
E.4	In situ chemical oxidation (ISCO)	91
E.5	In situ bioremediation (ISB)	95
E.6	In situ thermal desorption (ISTD)	96

E.7 Permeable reactive barrier (PRB)	96
E.8 Transportation of the chemicals	98
E.9 Materials and processes included in the remediation alternatives	99
E.10 Excel model	100
E.11 References	100
F. MOTIVERING AV MILJÖMÄSSIG BEDÖMNING	102
SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av miljömässiga effekter av efterbehandling	102
E1 - Mark	103
E2 – Flora och fauna	107
E3 – Grundvatten	108
E4 – Ytvatten	113
E5 – Sediment	115
E6 – Luft	116
E7 – Icke-förnybara naturresurser	117
E8 – Avfall	118
Viktning av miljömässiga kriterier	119
Avslutande kommentarer/reflektioner	123
G. MOTIVERING SOCIAL BEDÖMNING	124
SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av sociala effekter av efterbehandling – anteckningar av diskussioner	124
S1 - Närmiljö och trivselfaktorer	125
S2 - Kulturarv	131
S3 – Hälsa och säkerhet	132
S4 – Rättvisa	137
S5 – Lokala arbetstillfällen och mötesplatser	142
S6 – Lokal acceptans	143
Viktning av sociala kriterier	144
H. RESULTATRAPPORT FRÅN SCORE-ANALYSEN	147

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

SAFIRE (Sustainability Assessments For Improved Remediation Efficiency) är ett forskningsprojekt som drivs inom utvecklingsprogrammet Tuffo (Teknikutveckling förorenade områden) som initierats av Statens Geotekniska Institut (SGI). Projektet genomförs under perioden 2015–2018 och finansieras av Formas.

SAFIRE-projektets övergripande syfte är att utvärdera hur hållbarhetsbedömningar kan förbättra effektiviteten i efterbehandlingar (EBH) av förorenade områden i Sverige.

Även om EBH-åtgärder medför reducerade risker för miljön och människors hälsa är Naturvårdsverket bekymrade över den låga saneringstakten och att riksdagens miljömål inte kan uppfyllas. Det råder också en oro kring åtgärdernas höga kostnader, låga innovationsgrad och att åtgärderna i sig kan leda till betydande miljöeffekter. Det är nu allmänt uppmärksammat, både i Sverige och internationellt, att utvärderingar av EBH-åtgärders hållbarhet är nödvändiga för att få ett mera heltäckande underlag för prioritering av EBH-insatser.

Vid Chalmers tekniska högskola har metoden SCORE (Sustainable Choice Of REmediation) utvecklats (Rosén et al., 2015) för hållbarhetsbedömning av EBH-åtgärder. SCORE är en metod för s.k. multi-kriterieanalys (MKA) där EBH-åtgärder utvärderas med avseende på en uppsättning miljömässiga, sociala och ekonomiska hållbarhetskriterier. En sammanvägd bedömning av åtgärdernas hållbarhet sker genom poängsättning av kriterier och viktning av kriteriernas relativa betydelse. SCORE är avsedd att kunna tillämpas i den s.k. riskvärderingen i EBH-projekt, där olika åtgärdsalternativ utvärderas för att avgöra vilken åtgärd som är lämpligast att utföra för att uppnå projektets mål.

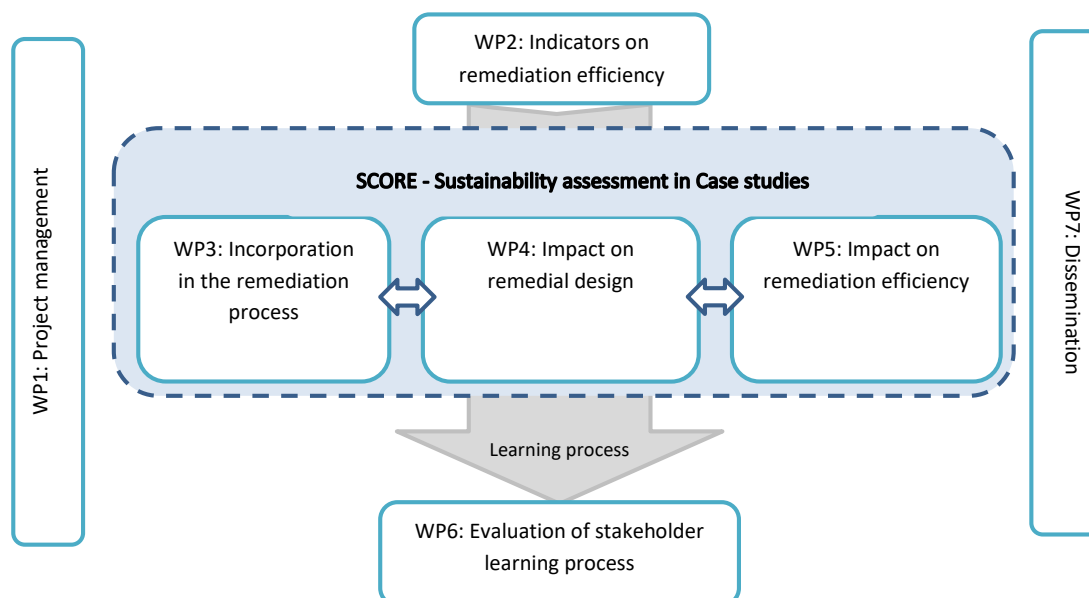
I SAFIRE används SCORE för riskvärdering i ett antal pågående fallstudier. Följande fallstudier har genomförts:

- Järpens industriområde, Åre kommun
- Limhamns läge, Malmö kommun
- F.d. sågverket i Köja, Kramfors kommun
- BT Kemi, Svalövs kommun

Utifrån dessa fallstudier undersöks hur tillämpning av hållbarhetsanalyser (SCORE) kan påverka effektiviteten i EBH av förorenade platser. Exempelvis studeras i vilken grad hållbarhetsanalyserna förordar EBH-åtgärder med s.k. alternativa behandlingsmetoder (ej schaktsanering), hur rekommenderade EBH-åtgärder skiljer sig kostnads- och tidsmässigt från fullständiga schaktsaneringar, samt vilka miljömässiga, sociala och samhällsekonomiska effekter studerade EBH-åtgärder kan förväntas resultera i.

Arbetet omfattar 7 olika delar (Work Packages, WPs): WP1 är projektledning och WP7 är spridning av resultat. Projektet startar med identifiering av möjliga indikatorer på EBH-effektivitet och en kartläggning av intressenters syn på detta begrepp (WP2). Därefter följer tre WPs med SCORE-analys: hur SCORE-analysen bäst ska införas i EBH-processen (WP3), vilken inverkan SCORE-analysen får på valet av EBH-åtgärd (WP4), samt vilken effekt SCORE-analysen har med avseende på olika effektivitetsmått

(WP5). Slutligen studeras den s.k. lärandeprocessen kring hur införandet av SCORE påverkat på olika intressenters uppfattning om hållbarhet och effektivitet (WP6). Projektet beskrivs principiellt i Figur 1-1.



Figur 1-1 Principiell beskrivning av SAFIRE-projektets olika delar (arbetspaket, så kallade work packages - WPs).

1.2 Syfte

Syftet med föreliggande arbete är att genomföra en riskvärdering med SCORE-metoden av olika åtgärdsalternativ inom EBH-projektet rörande den f.d. kemtvätten på Blekingegatan i Helsingborg.

1.3 Genomförande

SCORE-analysen har genomförts av Jenny Norrman vid Chalmers och Henrik Nordzell vid Anthesis Enveco AB samt med medverkan av Tore Söderqvist (Anthesis Enveco AB), Luca Franceschini (Chalmers) och Lars Rosén (Chalmers). Under arbetet har kontakt framförallt hållits med Erik Bergstedt, projektledare för efterbehandlingsprojektet vid Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). Efterbehandlingen av den f.d. kemtvätten på Blekingegatan är ett bidragsprojekt som bekostas av statliga medel där SGU är huvudman för EBH-arbetet.

Riskvärderingen med SCORE har omfattat följande huvudsakliga steg:

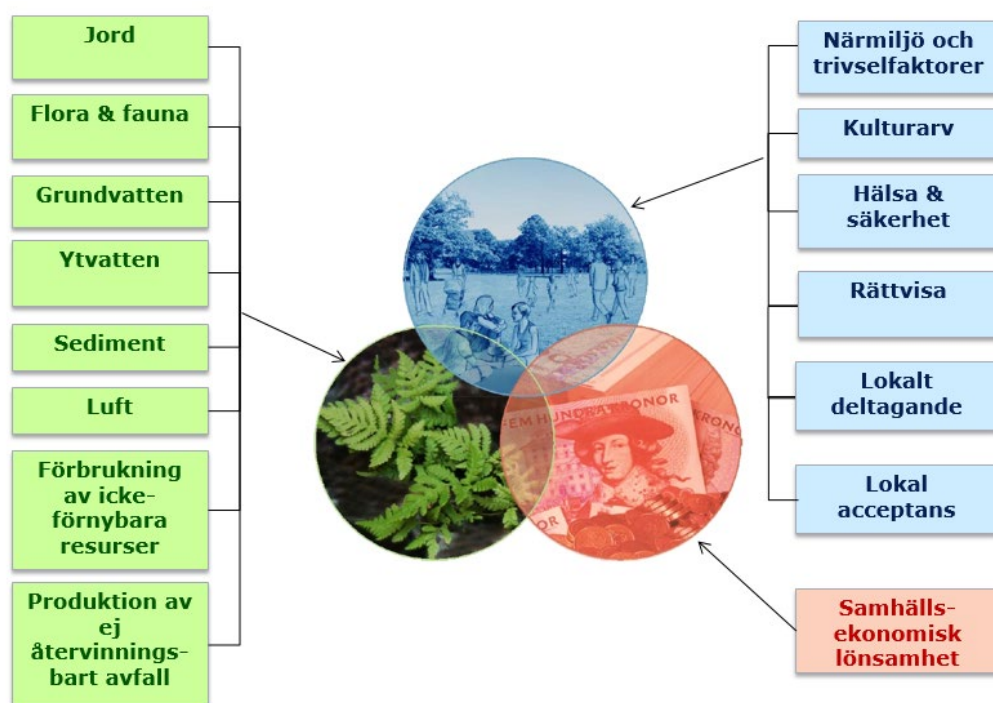
1. Startmöte 2018-06-12 med kommun, länsstyrelse och projektledning där referensalternativet samt de åtgärdsalternativ som skulle ingå i SCORE-analysen identifierades.

2. Under sommaren 2018 förbereddes anpassade LCA-beräkningar för de olika alternativen, med utgångspunkt ifrån flera kända kemikalier. Arbetet baserades på en metodik som togs fram i ett examensarbete under våren 2018 (Franceschini, 2018).
3. Genomgång av befintligt underlagsmaterial samt förberedelser för 3 olika workshoppar: en för miljömässiga effekter (2018-09-27), en för sociala effekter (2018-10-12) och en för ekonomiska effekter (2018-10-16).
4. Genomförande av SCORE-analys:
 - a. Poängsättning av EBH-alternativens miljömässiga och sociala effekter, samt viktning av de miljömässiga och sociala effekterna genomfördes under två workshoppar i Helsingborg, och kompletterades med ytterligare analyser. Under mötena fick olika berörda aktörer ge sin syn på de miljömässiga och sociala effekter som kan förväntas uppstå till följd av de olika EBH-alternativen. Minnesanteckningarna från diskussionerna skickades ut för påsyn av deltagarna och eventuella synpunkter samlades in.
 - b. Insamling av underlagsmaterial för anpassade LCA-beräkningar som de miljömässiga effekterna kompletterades med. Kontakter med Regenesys via SWECO samt hjälp från Helena Nord på RGS Nordic gjorde det möjligt att ta fram uppskattningar på åtgång av material och energi för de olika *in situ*-teknikerna.
 - c. Utvärderingen av åtgärdernas samhällsekonomiska effekter inleddes med en workshop. Under denna förklarades inledningsvis vilken typ av nyttor och kostnader som SCORE-analysen inkluderar. Därefter gavs deltagarna en möjlighet att ge sina synpunkter på möjliga konsekvenser för några på förhand identifierade aspekter, främst grundvatten som dricksvattenresurs samt fastighetsvärden.
 - d. Den samhällsekonomiska analysen genomfördes baserat på informationen från workshoppen, uppgifter från uppföljande kontakt med workshop-deltagare samt kostnader från åtgärdsutredningen.
 - e. Multi-kriterieanalys av de olika EBH-alternativen genomfördes med programvaran SCORE.
5. Presentation av resultat för berörda parter i Helsingborg 2018-12-19.
6. Färdigställande av interngranskad konceptrapport, inklusive kompletterande analyser överenskomna på mötet 2018-12-19.
7. Granskning av rapporten av SGU, Helsingborgs kommun samt Länsstyrelsen.
8. Färdigställande av slutrapport.

2 SCORE-metoden

SCORE (Sustainable Choice Of REmediation) är en metod för hållbarhetsanalys av efterbehandlingsåtgärder inom förorenade områden och har utvecklats av Rosén et al. (2015). Metoden ger stöd för beslutfattande genom utvärdering av EBH-åtgärders *miljömässiga, sociala och ekonomiska* effekter. Utvärderingen görs i enlighet med de grundläggande principer för hållbar utveckling som ursprungligen beskrevs i Brundtland-rapporten *Vår gemensamma framtid* (World Commission on Environment and Development, 1987). Syftet är att SCORE ska kunna vara ett verktyg för riskvärdering i EBH-projekt och ge underlag och vägledning kring EBH-åtgärders långsiktiga bidrag till en hållbar utveckling. Mer detaljerad redovisning av de beräkningar som görs i SCORE-metoden redovisas i Bilaga A.

Olika åtgärder utvärderas med avseende på ett antal *nyckelkriterier* i den miljömässiga, den sociala och ekonomiska *domänen* av hållbar utveckling (Figur 2-1).

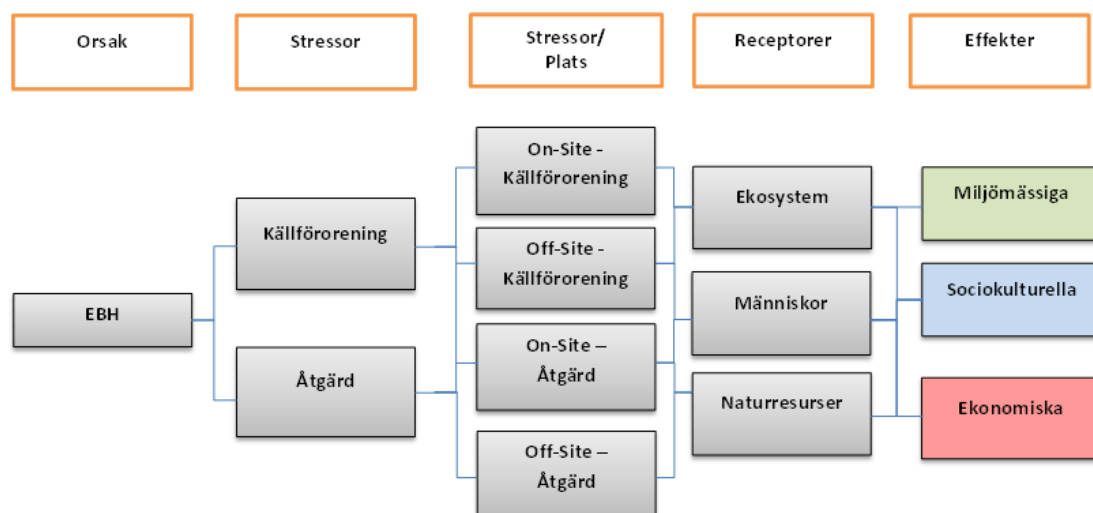


Figur 2-1. Principiell struktur och nyckelkriterier i SCORE för utvärdering av miljömässiga (grön färg), sociala (blå färg) och ekonomiska (röd färg) positiva och negativa effekter av EBH-åtgärder.

Nyckelkriterier i den miljömässiga och den sociala domänerna delas in i ett antal *indikatorer*¹ som representerar effekter inom området för efterbehandling och utanför området för efterbehandling samt effekter som uppstår till följd av att källföroreningens styrka ändras och till följd av genomförandet av själva åtgärden. Den konceptuella

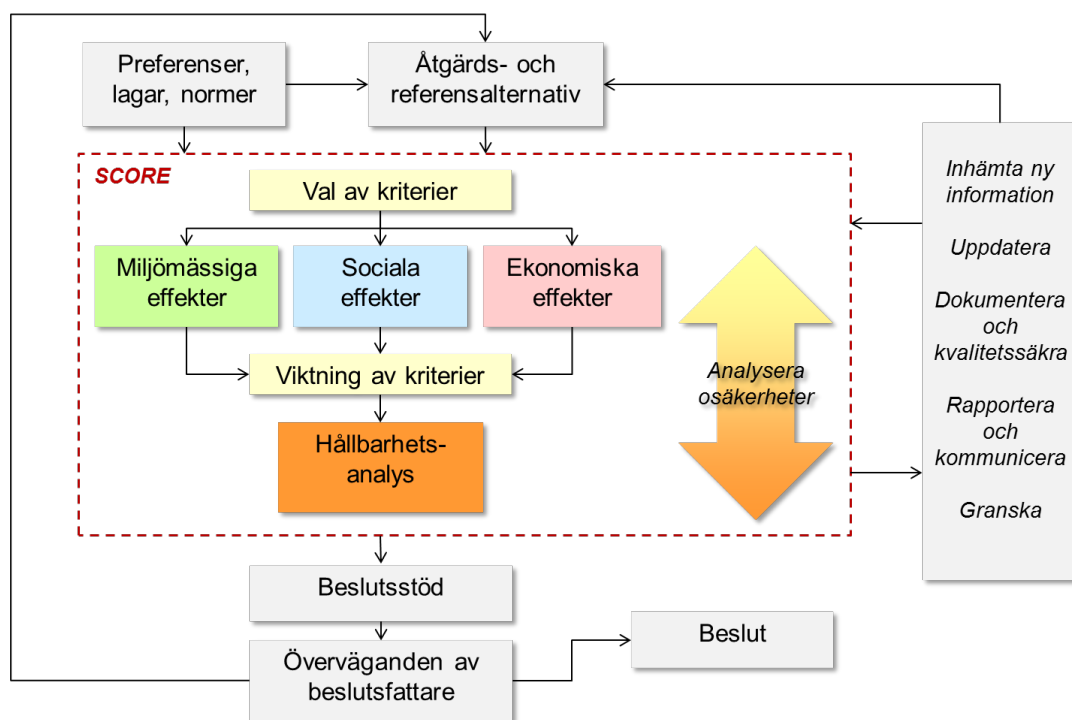
¹ I tidigare versioner av SCORE har dessa benämnts sub-kriterier. Här benämns dessa alltså indikatorer för att tydliggöra att det är med avseende på dessa som effekterna poängsätts, d.v.s. kvantifieras.

modellen för SCORE baseras på en orsak-verkan-kedja så som ofta används vid olika typer av riskbedömningar, se Figur 2-2. En efterbehandling av ett förorenat område är en orsak till de miljömässiga, de sociala och de ekonomiska effekterna hos olika mottagare (receptorer), d.v.s. ekosystemet, människor och naturresurser.



Figur 2-2. Konceptuell modell för SCORE som visar orsak-verkan relationer i EBH-projekt.

Ett ramverk för SCORE utvecklades i enlighet med den beslutsstödsprocess som beskrivs av Aven (2003) för projekt som hanterar olika typer av risker, se Figur 2-3.



Figur 2-3. SCORE-ramverket för beslutstöd i EBH-projekt.

Identifiering och utformning av åtgärdsalternativ ligger utanför SCORE. Vidare förutsätts att alla EBH-alternativ som utvärderas med SCORE är lämpliga på så sätt att de uppfyller gällande krav med avseende på åtgärds mål, lagar och normer. Åtgärds målen för åtgärdsalternativen måste därför vara tydliga och väldefinierade.

I SCORE-metoden ingår de steg man vanligtvis följer i multi-kriterieanalys (MKA), se exempelvis Belton & Stewart (2002), se också Figur 2-3.

Steg 1: Val av kriterier

I det första steget väljs lämpliga nyckelkriterier och indikatorer som ska ingå i analysen från en bruttolista (se Figur 2-1). Uppsättningen av kriterier och indikatorer baseras på en prototyp av SCORE-metoden (Rosén et al., 2009), omfattande litteraturstudier och intervjuer under workshoppar med experter (Brinkhoff, 2011) samt fokusgruppsmöten i Sverige (Norrman & Söderqvist, 2013). Kriterierna och indikatorerna har valts ut för att vara oberoende av varandra för att minimera risker för dubbelräkning av effekter.

Steg 2: Bedömning av miljömässiga, sociala och ekonomiska effekter (hållbarhet)

I nästa steg bedöms effekter i den miljömässiga och den sociala domänen genom att valda indikatorer poängsätts på en skala mellan -10 och +10, där positiva poäng avspeglar positiva effekter och negativa poäng avspeglar negativa effekter, se Tabell 2-1. Alla indikatorer bedöms relativt ett referensalternativ, vilket vanligen är (men inte behöver vara) att inte göra någon åtgärd alls. Som stöd vid bedömningen används stödjande matriser som beskriver kriterierna och ger exempel på bedömningar, se Bilagor B och C.

Tabell 2-1. Poängsskala i SCORE för bedömning av effekter i de miljömässiga och sociala domänerna.

Poäng	Effekt
-10 upp till -6	Mycket negativ
-5 upp till -1	Negativ
0	Ingen effekt
+1 upp till +5	Positiv
+6 upp till +10	Mycket positiv

I den ekonomiska analysen bedöms effekterna i termer av samhällsekonomiska kostnader och nyttor som kan förväntas uppstå, enligt metodik beskriven av Söderqvist et al. (2015). På samma vis som för den miljömässiga och sociala hållbarhetsanalysen anges kostnader och nyttor relativt referensalternativet. Den samhällsekonomiska lönsamheten för varje EBH-alternativ uttrycks i form av ett nettonuvärde (Net Present Value, *NPV*).

Poängsättningen av indikatorer samt kvantifieringen av kostnader och nyttor reflekterar alltså vilka *effekter* som kan förväntas av de olika åtgärdsalternativen. Poängsättning och kvantifiering av kostnader och nyttor görs utifrån befintligt underlag, intervjuer, enkäter, expertbedömningar, modellberäkningar, m.m. Poäng och kvantifiering av kostnader och nyttor ska så långt möjligt vara objektiva, välmotiverade och på ett transparent sätt avspegla den tillgängliga underlagsinformationen.

Steg 3: Viktning

I nästa steg görs en viktning av ingående indikatorer och nyckelkriterier för att ange vilken *relativ betydelse* de olika indikatorerna och nyckelkriterierna ska få i den utvärderingen av åtgärdernas hållbarhet. Vikterna reflekterar *olika intressenters uppfattning* om hur viktiga olika aspekter (kriterier) är i hållbarhetsbedömningen. De avspeglar därmed hur viktigt det anses vara att skydda och värna de aspekter som kriterierna representerar, exempelvis olika delar av miljön, människors hälsa, kulturvärden, etc. Vikterna bör sättas i en öppen process där berörda intressenters uppfattning får komma fram. Om inte konsensus kan nås kring valet av vikter bör olika scenarier tas fram för att undersöka vilken betydelse olika vikter har på slutresultatet. Vikterna sätts enligt en skala mellan 0 och 25, där 0 ges om kriteriet inte är relevant att inkludera i analysen och 25 om kriteriet är mycket betydelsefullt. Utifrån de ansatta vikterna beräknas den procentuella vikten för varje kriterium och indikator, se Bilaga A.

Steg 4: Uppskattning av grad av hållbarhet

I SCORE kombineras en *linjär additiv MKA-metod* med en *icke-kompensationsmetod* för att rangordna alternativ. Med den linjära additiva metoden beräknas en viktad poängsumma för varje studerat EBH-alternativ, se Bilaga A. Poängsumman benämns *hållbarhetsindex (total sustainability SCORE)*, och uttrycker för varje studerat EBH-alternativ graden av hållbarhet jämfört med övriga studerade alternativ, se Bilaga A för detaljer. Ju högre viktad poängsumma, desto högre relativ grad av hållbarhet. Eftersom det är svårt att prata om hållbarhet i en absolut mening, d.v.s. resultatet är alltid relativt det referensalternativ som har definierats men även beroende av metoden för normalisering, så benämns den viktade poängsumman i den här rapporten istället ”sammanvägt index” i resultaten.

Icke-kompensationsmetoden ger beslutfattaren ett stöd för att välja EBH-alternativ utifrån två olika typer av hållbarhet: *stark* och *svag* hållbarhet. Stark hållbarhet innebär att kompensation av negativa effekter med positiva effekter inte kan tillåtas på domän-, nyckelkriterie- och indikatornivå. För svag hållbarhet kan däremot tillåtas att negativa effekter för vissa domäner, kriterier och indikatorer kompenseras med positiva effekter för andra domäner, kriterier och indikatorer. Vilka krav som ska ställas på stark eller svag hållbarhet måste diskuteras inom varje projekt, men SCORE ger ett underlag för att en diskussion kring vilka mål för hållbarhetsarbetet som bör uppnås. SCORE-verktyget indikerar om stark eller svag hållbarhet föreligger på domän- och nyckelkriterienivå.

Steg 5: Osäkerhetsanalys

En osäkerhetsanalys är en viktig del av SCORE-metoden. Användare har möjlighet att ange en grad av osäkerhet för poängsättning av varje kriterium samt för kvantifieringen av kostnads- och nyttoposter. Genom s.k. Monte Carlo-simulering kan sedan osäkerheten i SCORE-analysens resultat uppskattas.

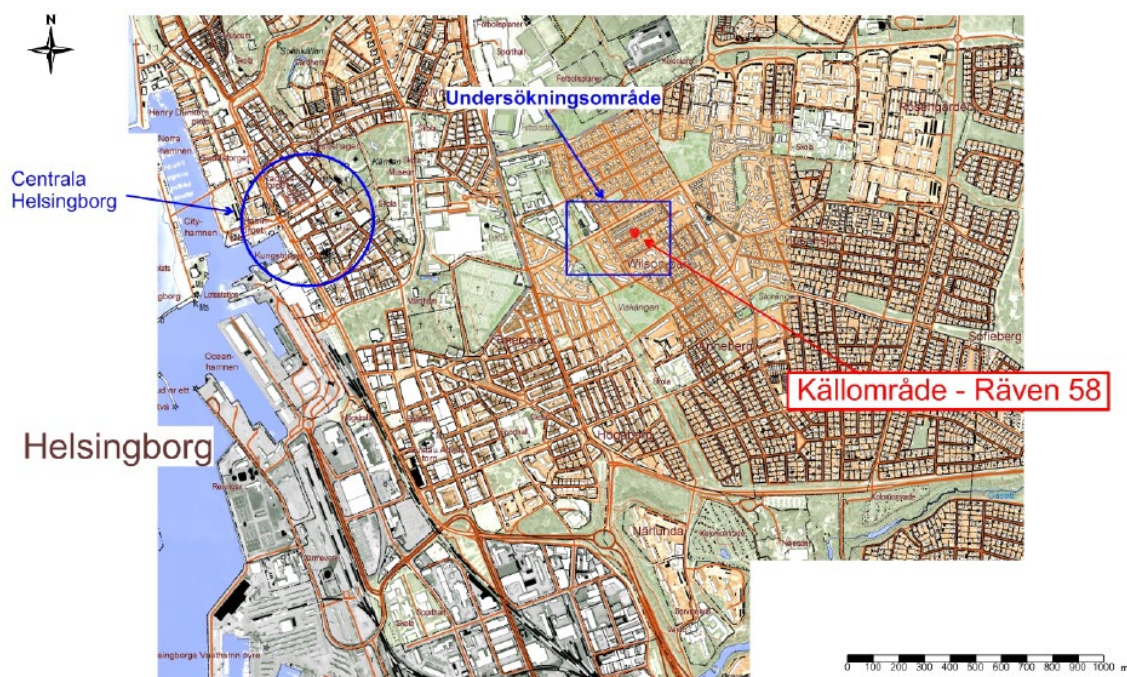
Osäkerheter i poäng samt i kostnads- respektive nyttoposter bedöms utifrån mest trolig poäng (resp. mest trolig kostnad/nytta), samt lägsta rimliga och högsta rimliga poäng (resp. högsta rimliga kostnad/nytta). Se Bilaga A för en detaljerad beskrivning.

3 Efterbehandlingsprojektet Blekingegatan

Beskrivningen nedan av den f.d. kemtvätten på Blekingegatan är framförallt baserad på den huvudstudie som gjorts av WSP (2015). ConViro (2015) har också utfört en riskvärdering där vissa uppgifter hämtats.

3.1 Fastigheten Råven

Fastigheten Råven 58 (där den f.d. kemtvätten var belägen) ligger inom ett bostadsområde ca 1 km öster om centrala Helsingborg. Undersökningsområdet vid den genomförda miljöundersökningen sträcker sig ca 50–150 meter från fastigheten Råven 58 (Figur 3-1). Inom undersökningsområdet finns såväl radhus och flerbostadshus som friliggande villor. Strax väster om (ca 100 m) undersökningsområdet finns en skola och ytterligare ca 700 meter väster om undersökningsområdet ligger Helsingborgs lasarett. Vid lasarettet finns en reservvattentäkt för dricksvatten. Denna vattentäkt tar vatten från en djupare del av Helsingborgssandstenen, den s.k. ”slipsandstenen”. Från denna formation tar även Ramlösa sitt dricksvatten, ca 3 km söder om den f.d. kemtvätten på Blekingegatan. Närmaste ytvattenrecipient är Öresund, ca 1,0–1,5 km väst/sydväst om undersökningsområdet.



Figur 3-1. Undersökningsområdet (källa: Fastighetskartan, Lantmäteriet).

Undersökningsområdet ligger i en tydlig sluttning, där markytan lutar mot västsydväst. Markytan inom undersökningsområdet är belägen ca 37–43 m.ö.h. Området ligger enligt SGU i ett gränsområde mellan två jordartsområden där jordarterna utgörs av sandig siltig morän eller lerig morän. Berggrunden utgörs enligt SGU av lerskiffer och sandsten. Av grundvattenmätningar framgår att grundvattnet förefaller ha en huvudsaklig flödesriktning mot väster, både i de ytligare och de djupare

grundvattenmagasinen. Denna bedömda flödesriktning för grundvattnet inom undersökningsområdet sammanfaller med den regionala grundvattenströmningen i Helsingborg, dvs. en flödesriktning mot Öresund i väster eller sydväst. Lokalt kan avvikande strömningsriktningar förekomma, främst i ytliga magasin. Detta är en följd av markytans topografi och förekomst av vattendrag och dräneringar.

3.2 Kort historik om föroreningsituationen och hälsorisker

År 1929 startades kemtvätsverksamheten på Blekingegatan 19 i Helsingborg, med fastighetsbeteckning Råven 4A, nuvarande Råven 57 och Råven 58. Förutom kemtvätt genomfördes även färgning av textilier. I samma lokaler hade det tidigare genomförts såpa- och sodatillverkning samt tillverkning av elektriska kablar. Tvättverksamheten utvidgades 1933 då en sluten anläggning för tvätt med det klorerade lösningsmedlet perkloreten (PCE) installerades. Det är inte känt vilken tvättvätska som användes tidigare. År 1970 bytte verksamheten ägare innan den slutligen avvecklades år 1979. Maskinen som användes var en tidig version av sluten maskin med torkning, destillation och tvättning i en och samma apparat. Såpa- och sodatillverkningen fortsatte att bedrivas i den östra byggnaden Råven 4B (nu Råven 56), fram till 1978. År 1979 revs samtliga byggnader på de två fastigheterna Råven 4A och Råven 4B. Det bildades då tre nya fastigheter, Råven 56–58. På varje fastighet uppfördes ett friliggande bostadshus.

Enligt uppgift har såpa- och sodafabriken förvarat tallråolja på den östra fastighetens gård. På bilderna framgår inte tydligt hur gården mellan de dåvarande byggnaderna ser ut, men kemtvätten kan ha förvarat tvättvätskor eller avfall här. Det har inte framkommit någon information om var tvättvätska och avfall från verksamheten har förvarats. Det finns ingen information om eventuella cisterner för tvättvätska eller eldningsolja.

År 2010–2011 gjordes en översiktlig miljöteknisk markundersökning (MIFO fas 2) med provtagningar på inomhusluft, porluft, jord och grundvatten. Undersökningsområdet omfattade i huvudsak den gamla fastighet där det dels fanns en kemtvätt (Råven 58) och en såpa- och sodafabrik (Råven 56 och 57). Man fann tecken på förorening (framförallt klorerade lösningsmedel) i samtliga provpunkter och det framgick att Råven 58 var den fastighet som var mest påverkad av de föroreningar som fanns i mark och grundvatten: där påvisades en tydlig påverkan på inomhusluften.

Även under 2012 uppmättes mycket höga koncentrationer och det var uppenbart att föroreningarna kom från krypgrunden och steg upp i huset. Det rekommenderades att någon form av ventilation borde sättas in i huset. Efter det togs beslut om att genomföra en förstudie som skulle omfatta förslag på åtgärder för att förhindra läckage av klorerade lösningsmedel in i boningshuset på fastigheten Råven 58. Erhållna resultat efter genomförd förstudie visade att den f.d. kemtvätten hade lämnat tydliga spår av föroreningar i marken på fastigheten Råven 58. De föroreningar som hittades var, förutom PCE och dess nedbrytningsprodukter, det vanliga lösningsmedlet tvättnafta som består av alifatiska och aromatiska kolväten. PCE hittades från markytan ner till maximalt provtagningsdjup på ca 6 m under markytan. Tvättnaftan verkade dock inte ha spridits så djupt ned i marken. Vidare kunde det i förstudien konstateras att PCE hade spridits ner till ett djup av minst 15 meter då förorening på detta djup kunde påvisas i grundvattnet i ett grundvattenrör strax väster om Råven 58. PCE i gasform

hade spridit sig i stor omfattning i marken och gas (ångor) från marken hade läckt in i boningshusen även på grannfastigheterna Råven 57 och Råven 3.

Uppmätta halter i inomhusluften i boningshuset på Råven 58 var periodvis så höga att hälsoeffekter inte kunde uteslutas. Av denna anledning föreslogs temporära åtgärder (tekniska skyddsåtgärder) för att hindra ångorna att tränga in i huset. Dessa åtgärder genomfördes under vintern 2013/2014. Vid de mätningar som utfördes efter den tekniska skyddsåtgärden var föroreningshalterna i inomhusluften på Råven 58 lägre, men fortfarande högre än de mätbara åtgärds målen.

I grundvattnet finns höga föroreningshalter av både PCE (1–50 mg/liter), TCE (1–15 mg/liter) och cDCE (0,5–5 mg/liter). Påvisade halter av VC är dock relativt låga. Föroreningssituationen i grundvattnet tyder på en mycket kraftig förorening i den mättade zonen strax under grundvattenytan på och i anslutning till Råven 58. Vid grundvattenprovtagningar i februari 2014 påvisades höga föroreningshalter i grundvatten i det primära grundvattenmagasinet, dvs. på större djup än 8–9 meter under markytan. Vid utförda fältundersökningar i början på år 2015 kunde tydligt förhöjda föroreningshalter av klorerade lösningsmedel påvisas i grundvatten från installerade grundvattenrör utmed Köpingsvägen, ca 100 meter nedströms det förorenade området på Råven 58. Dessa halter var dock betydligt lägre. Påvisade föroreningshalter i grundvattnet utmed Köpingsvägen tyder därmed på att föroreningsspridningen är begränsad och sannolikt har begränsats i det sedimentära berget. Det förefaller också som att föroreningshalterna i grundvattnet avtar med djupet. Någon direkt exponering för dessa föroreningshalter i grundvattnet sker sannolikt inte om det inte utförs borrhälsarbeten som för upp dessa föroreningar till markytan där exponering kan ske. Risken för direktkontakt med förorening blir då stor samtidigt som det sker en gasavgång som gör att risken finns för inandning av förorenad ånga. En indirekt exponering för föroreningar i grundvattnet bedöms som mer frekvent förekommande när föroreningar i grundvattnet förångas och transporteras upp till markytan och kan tränga in i byggnader.

Vid bedömning av toxikologiska risker och egenskaper är det viktigt att ta hänsyn till troliga eller möjliga exponeringsvägar. Inandning av ångor är den mest troliga exponeringsvägen för klorerade lösningsmedel även om hudkontakt, intag av jord och dricksvatten eller livsmedel samt intag av damm också kan vara viktiga i vissa lägen.

3.3 Åtgärds mål

De övergripande åtgärds målen ska ange vad man vill kunna nyttja ett område eller en plats för och vad man vill uppnå med en efterbehandlingsåtgärd. Åtgärds mål gavs som förslag efter arbetet med huvudstudien (WSP, 2015) och har därefter reviderats något (Erik Bergstedt, personlig kommunikation, 2018-06-12).

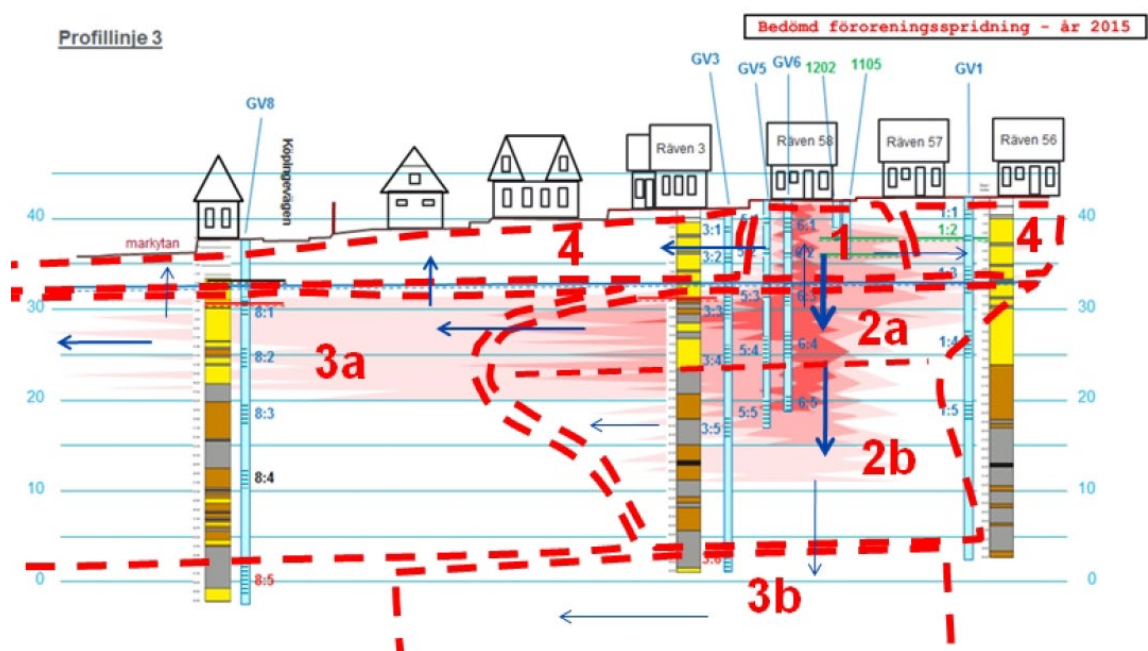
- Boende på och i närområdet till fastigheten Råven 58 skall inte exponeras för skadliga föroreningshalter som kan härledas till verksamheten vid den f.d. kemitvätten.
- Spridning av föroreningar i grundvattnet i den ytligare delen i Helsingborgssandstenen (från markytan och ner till 35–40 meters djup) får inte vara större än att borrhäls och andra markarbeten kan utföras utan restriktioner eller särskilda åtgärder, undantaget fastigheter inom källområdet i direkt

anslutning till Råven 58 (troligen Råven 57–58, Råven 3, Råven 17 och Råven 50–55).

- Spridningen av föroreningar till den vattenförande sandsten som finns från 35–40 meters djup i Helsingborgssandstenen får inte vara större än att denna grundvattenresurs kan användas för dricksvattenändamål utan särskilda tekniska reningsåtgärder, undantaget ett mindre område, som inte bör sträcka sig längre bort från fastigheten Råven 58 än ca 50 meter.

3.4 Områdesindelning

Figur 3-2 visar delområden 1 till 4 och en konceptuell bild över förorenings-spridningen i de olika delområdena i en profil.



Figur 3-2. Indelning i olika delområden på djupet, samt föroreningarnas spridning inom de olika delområdena (WSP, 2015).

3.5 Beskrivning av åtgärdsalternativ

Inom ramen för SAFIRE-projektet utvärderas fem åtgärdsalternativ utgående från huvudstudien (WSP, 2015). Med referensalternativet menas det alternativ som övriga åtgärdsalternativ jämförs med i SCORE-analysen, där effekten för alla indikatorer i övriga alternativ jämförs med referensalternativet.

3.5.1 Referensalternativet

Med referensalternativet menas det alternativ som övriga åtgärdsalternativ jämförs med i SCORE-analysen. Referensalternativet är i princip nuläget, men med skillnaden att man övervakar den naturliga nedbrytning som sker i området samt eventuellt kompletterar med tekniska skyddsåtgärder i andra fastigheter nedströms källområdet (andra än Råven 58). Detta motsvarar delar av det s.k. ”minialternativet” som beskrivs i WSPs huvudstudie, med skillnaden att rivning av byggnader inte ingår och inte heller schaktning av jord de 2 översta metrarna.

Åtgärdskostnaden för referensalternativet är uppskattningsvis 11-19 MSEK, se vidare Tabell 3-3 och kapitel 6.

I och med att det endast görs en övervakning av den naturliga nedbrytningen kan det i referensalternativet hända att föroreningarna från källområdet sprids, antingen genom rådande grundvattenströmning eller genom grundvattenströmning som orsakas av uttag av grundvatten eller borrning för t.ex. bergvärme. I referensalternativet antas det därför nödvändigt att inrätta ett begränsningsområde som följer förslaget i WSP (2014). Förslaget går ut på att dela in begränsningsområdet i en inre och en yttre zon. Begränsningsområdet skulle behöva vara aktivt lika lång tid som MNA (kontrollerad naturlig nedbrytning) behöver vara igång, dvs. under 30 år i referensalternativet. Den samhällsekonomiska kostnaden för detta har uppskattats till 10,4 miljoner kronor, se mer under kapitel 6.

3.5.2 Alternativ 1

En rivning av byggnader utförs inom det primära åtgärdsområdet. En urgrävning görs ner till ca 2 meter inom delområde 1. En vakuumextraktion (SVE) genomförs i den omättade zonen inom delområde 1. Vid behov utförs tekniska skyddsåtgärder i någon fastighet nedströms källområdet på Råven 58. Ett kontrollprogram genomförs för uppföljning av åtgärder i delområde 1 samt för att bedöma en eventuell naturlig nedbrytning i övriga områden. Alternativ 1 motsvarar Mellanalternativ 1 eller ”C” (WSP, 2015).

Åtgärdskostnaden för detta alternativ är uppskattningsvis 23-41 MSEK.

3.5.3 Alternativ 2

Alternativ 2 motsvarar Alternativ 1 med tillägget att inom delområde 2a utförs någon form av injektering för *in situ* kemisk reduktion (ISCR) eller oxidation (ISCO), alternativt *in situ* bioremediering (ISB), samt att kontrollprogrammet även skall följa upp åtgärder i delområde 2a. Alternativ 2 motsvarar Mellanalternativ 2 eller ”D” (WSP, 2015).

Åtgärdskostnaden för detta alternativ är uppskattningsvis 26-45 MSEK.

3.5.4 Alternativ 3

Alternativ 3 motsvarar Alternativ 2 med tillägget att i delområde 3a installeras, istället för tekniska skyddsåtgärder, fyra reaktiva permeabla barriärer (PRB) nedströms

Köpingevägen. De reaktiva barriärerna installeras på liknande sätt som injektering utförs, d.v.s. genom att installera ett antal injekteringsbrunnar men där dessa arrangeras så att injekteringen resulterar i långsträckta barriärer. Kontrollprogrammet skall då även följa upp åtgärder i delområde 3b. Alternativ 3 motsvarar Mellanalternativ 3 eller "E" (WSP, 2015).

Åtgärdskostnaden för detta alternativ är uppskattningsvis 31-53 MSEK.

3.5.5 Alternativ 4

Alternativ 4 motsvarar Alternativ 3 med skillnaden att i delområde 1, sker termisk behandling (ISTD) istället för vakuumextraktion i den omättade zonen, samt att *in situ*-behandling med ISCR/ISCO/ISB genomförs även i delområde 2b. Kontrollprogrammet skall då även följa upp åtgärder i delområde 2b. Alternativ 4 motsvarar Mellanalternativ 4 eller "F" (WSP; 2015).

Åtgärdskostnaden för detta alternativ är uppskattningsvis 43-70 MSEK.

3.5.6 Alternativ 5

Alternativ 5 är det mest omfattande och dyraste åtgärdsalternativet och innebär att en rivning av byggnader utförs inom det primära åtgärdsområdet samt en urgrävning ner till ca 2 meter inom delområde 1. Istället för olika typer av injekteringar och vakuumextraktion i den omättade och den mättade zonen i delområden 1, 2a och 2b genomförs termisk behandling (ISTD). De fyra barriärer som installeras i Alternativen 3 och 4, installeras även i detta alternativ och ett kontrollprogram genomförs för uppföljning av utförda åtgärder samt för att bedöma en eventuell naturlig nedbrytning i övriga områden. Alternativ 5 motsvarar Maxalternativ eller "G" (WSP, 2015).

Åtgärdskostnaden för detta alternativ är uppskattningsvis 60-89 MSEK.

3.5.7 Bästa och värsta fall

För att kunna använda en mer global skala vid poängsättning av alternativen istället för en lokal skala², behöver man etablera en beskrivning av skalan. Dessa beskrivningar redovisas för varje indikator, se vidare avsnitt 4, Miljömässig analys samt avsnitt 5, Social analys.

² En helt lokal skala fungerar i princip så att det bästa alternativet får högsta möjliga poäng och det sämsta alternativet får lägsta möjliga poäng. En global skala försöker täcka in ett större variationsspann i möjliga utfall, d.v.s. ett större spann än vad som eventuellt täcks in av de alternativ som analyseras. Fördelen med en lokal skala är att man får en tydlig skillnad mellan alternativ men nackdelen är att små skillnader mellan alternativ kan få väldigt (orimligt) stor betydelse. I SCORE är det viktigt att använda sig av en global skala.

3.5.8 Översikt över alternativ

De fyra alternativen sammanfattas i Tabell 3-1. Tabell 3-2 visar projekttid och tid för övervakad naturlig nedbrytning i de olika efterbehandlingsalternativen. En mer detaljerad översikt och åtgärdskostnader för alternativen ges i Tabell 3-3.

Tabell 3-1. Sammanfattning åtgärdsalternativ.

	Övervakad naturlig självrening	Tekniska skyddsåtgärder i hus	Rivning & Schaktning (0-2 m)	Vakuumextraktion (SVE) (2-9 m)	Termisk behandling (ISTD) (2-9 m)	Injektering (ISCR/ISCO/ISB) (9-18 m)	Injektering (ISCR/ISCO/ISB) (18-28 m)	Termisk behandling (ISTD) (9-28 m)	Reaktiva barriärer nedströms (PRB)	Kontrollprogram
Ref	X	X								
Alt 1	X	X	X	X						X
Alt 2	X	X	X	X		X				X
Alt 3	X		X	X		X			X	X
Alt 4	X		X		X	X	X		X	X
Alt 5	X		X		X			X	X	X

Termisk behandling tar kortast tid, ca 2 år totalt för all termisk behandling i alt 5. Injekteringen i alt 4 innebär ytterligare 2 års projekttid utöver tiden för termisk behandling. Vacuumextraktion i alt 1 till 3 tar upp till 4 år, men den går att genomföra samtidigt som injektering vilket innebär att 4 år också blir totaltiden för dessa.

Tabell 3-2. Projekttid och tid för övervakad naturlig nedbrytning i alternativen (år).

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Projekttid (år)	4	4	4	4	2
Övervakad naturlig nedbrytning (år)	30	15	15	15	8

Tabell 3-3. Översiktlig beskrivning av de olika åtgärdsalternativen. Baserat på WSP (2015) och ConViro (2015).

	Volym [m ³]	Referensalt.	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4	Alternativ 5
Område 1(a) (ömy)	-	-	Rivning, ev. flytt Räven 58 (ev. garage + förråd på Räven 3)	Rivning, ev. flytt Räven 58 (ev. garage + förråd på Räven 3)	Rivning, ev. flytt Räven 58 (ev. garage + förråd på Räven 3)	Rivning, ev. flytt Räven 58 (ev. garage + förråd på Räven 3)	Rivning, ev. flytt Räven 58 (ev. garage + förråd på Räven 3)
Område 1(b) (0–2 mummy)	1 300	-	Urgrävning	Urgrävning	Urgrävning	Urgrävning	Urgrävning
Område 1(c) (2–9 mummy)	4 600	-	Vakuumextraktion (SVE)	Vakuumextraktion (SVE)	Vakuumextraktion (SVE)	Termisk behandling (ISTD)	Termisk behandling (ISTD)
Område 2a (9–18 mummy)	5 900	-	-	Injektering (ISCR / ISCO / ISB)	Injektering (ISCR / ISCO / ISB)	Injektering (ISCR / ISCO / ISB)	Termisk behandling (ISTD)
Område 2b (18– 28 mummy)	6 600	-	-	-	-	Injektering (ISCR / ISCO / ISB)	Termisk behandling (ISTD)
Område 3a (5–15 mummy)	1 500/ barriär	-	-	-	4 st barriärer (PRB)/(ISCR/ISB)	4 st barriärer (PRB)/(ISCR/ISB)	4 st barriärer (PRB)/(ISCR/ISB)
Område 4 (0–5/9 mummy)	-	Ev. tekniska skyddsåtgärder för inomhusmiljö	Ev. tekniska skyddsåtgärder för inomhusmiljö	Ev. tekniska skyddsåtgärder för inomhusmiljö	-	-	-
MNA		30 år	30 år	15 år	15 år	15 år	8 år
Kontrollprogram		Mellan 8–10 år Litet 15–25 år	Stort 3–5 år Litet 15–25 år	Stort 6–9 år Litet 8–10 år	Stort 6–9 år Litet 8–10 år	Stort 6–9 år Litet 6–8 år	Stort 3–5 år Litet 2–3 år
Kostnad åtgärder		3 – 7 MSEK	14–28 MSEK	17–31 MSEK	22–40 MSEK	33–55 MSEK	50–74 MSEK
Kostnad undersökning		6 – 9 MSEK	6 – 9 MSEK	6 – 9 MSEK	6 – 9 MSEK	6 – 9 MSEK	6 – 9 MSEK
Kostnad förberedelser		2 – 3 MSEK	3 – 4 MSEK	3 – 5 MSEK	3 – 5 MSEK	4 – 6 MSEK	4 – 6 MSEK
Totalt		11 – 19 MSEK	23 – 41 MSEK	26 – 45 MSEK	31 – 53 MSEK	43 – 70 MSEK	60 – 89 MSEK

SVE – Soil Vapour Extraction, MNA - Monitored natural attenuation (övervakad naturlig nedbrytning), ISCR – *In situ* chemical reduction, ISCO – *In situ* chemical oxidation, ISB – *In situ* bioremediation, ISTD – *In situ* Thermal Desorption, PRB – permeable reactive barrier.

4 Miljömässig analys

4.1 Metod

Den miljömässiga analysen görs med hänsyn till åtta nyckelkriterier:

E1: Jord. Här bedöms effekterna av efterbehandlingen på jordmiljön med avseende på förändringar i ekotoxikologiska risker samt markens förutsättningar att utföra olika typer av funktioner till gagn för ekosystem. Jord-kriteriet består av tre indikatorer: (1) ekotoxikologiska risker inom området till följd av genomförandet av efterbehandlingen, (2) ekotoxikologiska risker inom området till följd av förändringar i källföroreningen omfattning och styrka, och (3) effekter på markfunktioner inom området till följd av genomförandet av efterbehandlingen.

E2: Flora och fauna. Här bedöms fysisk påverkan på flora och fauna (t.ex. fåglar, träd, däggdjur) inom området till följd av genomförandet av efterbehandlingen. Detta nyckelkriterium bedöms med en indikator.

E3: Grundvatten. Här görs en bedömning av ekologiska effekter på organismer som lever i eller på annat vis är beroende av grundvattnet. Kriteriet Grundvatten har följande indikatorer: (1) inom området till följd av förändringar i källförorening, (2) inom området till följd av efterbehandlingsåtgärden, (3) utanför området till följd av förändringar i källförorening, och (4) utanför området till följd av efterbehandlingsåtgärden.

E4: Ytvatten. Här bedöms effekter på ekosystem i ytvatten utifrån hur vattnets kemiska egenskaper påverkas och hur påverkan på vattennivå, flöde och strömningshastighet. Kriteriet Ytvatten har följande indikatorer: (1) inom området till följd av förändringar i källförorening, (2) inom området till följd av efterbehandlingsåtgärden, (3) utanför området till följd av förändringar i källförorening, och (4) utanför området till följd av efterbehandlingsåtgärden.

E5: Sediment. Här görs en bedömning av effekter på ekosystem i sediment. Kriteriet Sediment har följande indikatorer: (1) inom området till följd av förändringar i källförorening, (2) inom området till följd av efterbehandlingsåtgärden, (3) utanför området till följd av förändringar i källförorening, och (4) utanför området till följd av efterbehandlingsåtgärden.

E6: Luft. Inom detta kriterium görs en bedömning av luftutsläpp till följd av genomförandet av efterbehandlingen. Särskilt gäller detta utsläpp av klimatpåverkande gaser såsom t.ex. koldioxid eller metan samt försurande och/eller övergödande ämnen som kan ha en negativ effekt på globala, regionala och/eller lokala ekosystem. Detta nyckelkriterium bedöms med en indikator.

E7: Förbrukning av icke-förnybara naturresurser. Här bedöms påverkan på förekomsten av icke-förnybara naturresurser (t.ex. sand, grus och bränsle) till följd av genomförandet av efterbehandlingen. Detta nyckelkriterium bedöms med en indikator.

E8: Produktion av ej-återvinnbart avfall. Inom det sista kriteriet bedöms effekter med avseende på produktion av ej-återvinnbart avfall till följd av genomförandet av efterbehandlingen. Detta nyckelkriterium bedöms med en indikator.

Ovanstående kriterier poängsätts med hjälp av en poängskala från -10 till +10, se avsnitt 2. Poängsättningen för varje kriterium och indikator avspeglar alltså åtgärdens

förändring relativt referensalternativet. Poängbedömningen av effekter görs genom att bedöma mest trolig poäng, samt lägsta rimliga och högsta rimliga poäng. Detta resulterar i en sannolikhetsfördelning som representerar osäkerheten i poängbedömningen, se Bilaga A.

Poängsättningen av sex av de åtta nyckelkriterierna samt viktningen i den miljömässiga domänen genomfördes tillsammans med fem representanter för projektet: 2 från SGU, 1 från Helsingborgs kommun, 1 från Länsstyrelsen Skåne samt 1 konsult under en halvdags workshop. Workshopen genomfördes på eftermiddagen 2018-09-27 i Stadsbyggnadshuset i Helsingborg. Program och genomförande för den miljömässiga workshopen redovisas i Bilaga D. Alla representanter var väl insatta i projektet. För kriterierna E6 Luft och E7 Icke förnybara naturresurser genomfördes istället en förenklad livscykelanalys.

4.1.1 Förenklad livscykelanalys för nyckelkriterierna E6 och E7

För att kunna bedöma effekterna på Luft och Icke förnybara naturresurser har en förenklad livscykelanalys genomförts. De aktuella *in situ*-alternativen innebär olika typer av miljöbelastning kopplat till åtgång av material, energi och transporter. Den förenklade livscykelanalysen följer metoden som redovisas i Franceschini (2018), och förklaras kortfattat nedan. Detaljer redovisas i Bilaga E.

Utgångspunkten är att olika material, kemikalier och energiåtgång har ett ekologiskt avtryck, från det att material bryts, att det processas, produkter tillverkas och distribueras, används samt slutligen deponeras eller återvinns. Ofta brukar man kalla detta koncept "cradle to grave" (vaggan till graven). Det finns flera olika programvaror som hjälper användaren att göra den här typen av beräkningar och där användaren förenklat anger hur stor åtgång av olika typer av material och energi som krävs för en viss produkt eller en viss process. SimaPro³ är en sådan programvara som använder databaser där en mängd grundberäkningar gjorts för ett visst materials ekologiska fotavtryck. Resultatet av analysen redovisas i en mängd olika kategorier, se Tabell 4-1.

För beräkning av effekter på Luft antas global uppvärmning, ozon-bildning, finpartikulärt material samt försurning på land vara lika viktiga. Resultatet för dessa fyra kategorier normaliseras och viktas lika till en sammanvägd poäng.

För beräkning av effekter på Icke förnybara naturresurser antas åtgång av mineralresurser, åtgång av fossila resurser, vattenåtgång, samt åtgång av återfyllnadsmaterial vara lika viktiga. Den sista aspekten beräknas inte i livscykelanalysen utan beräknas separat. Resultatet för dessa fyra kategorier normaliseras och viktas lika till en sammanvägd poäng.

³ <https://simapro.com/>

Tabell 4-1. Olika typer av påverkan som beräknas i SimaPro. De ljus grå markerade används för att beräkna effekten på Luft i analysen. De mörkare grå markerade används för att beräkna effekten på Icke förnybara naturresurser i analysen.

Typ av påverkan	Enhet
Global warming	kg CO2 eq
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq
Ozone formation, Human health	kg NOx eq
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq
Terrestrial acidification	kg SO2 eq
Freshwater eutrophication	kg P eq
Marine eutrophication	kg N eq
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB
Land use	m2a crop eq
Mineral resource scarcity	kg Cu eq
Fossil resource scarcity	kg oil eq
Water consumption	m3

Indata som använts för analysen är dels schaktarbeten, lastningsarbeten och transporter i alla alternativ, åtgång av plast- och stålror, energiåtgång (svensk el-mix), åtgång av bentonit, grus/sand, aktivt kol, diesel, vatten, samt kemikalier för injekteringsalternativen. Regenes kontaktades av SWECO för en preliminär bedömning av typ av behandlingsmetod samt åtgång av kemikalier och gjorde en bedömning att tre olika typer av deras kemikalier var lämpliga att användas för injektering och behandling *in situ*: 3-D Microemulsion (3DMe), MicroZVI och Bio-Dechlor Inoculum Plus (BDI+). Av dessa tre kemikalier fanns det möjlighet att göra LCA-beräkningar för MicroZVI, se Bilaga E. I analysen är det antaget att MicroZVI används både för *in situ*-behandling i källområdet i Alternativ 2, 3 och 4, samt i de reaktiva permeabla barriärerna i Alternativ 3, 4 och 5.

Helena Nord på RGS Nordic bistod vidare analysen genom att hjälpa till att ta fram kompletterande data för trolig energiåtgång och övriga material för de olika teknikerna. All indata som använts i LCA-analysen redovisas i Tabell 4-2 och resultatet av LCA-analysen i Tabell 4-3.

Tabell 4-2. Indata till livscykelanalysen, samt åtgång av återfyllnadsmaterial för de olika alternativen.

Material	Enhet	Process i SimaPro	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Transport rena massor ^{a)}	kgkm	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4 {GLO} market for APOS, U	2,08E+07	2,08E+07	2,08E+07	2,08E+07	2,08E+07
Grävare	m ³	Excavation, hydraulic digger {GLO} market for APOS, U	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03
Lastare	m ³	Excavation, skid-steer loader {GLO} market for APOS, U	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03	1,30E+03
Transport förorenade massor ^{b)}	kgkm	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4 {GLO} market for APOS, U	1,56E+07	1,56E+07	1,56E+07	1,56E+07	1,56E+07
Deponering	kg	Process-specific burden, sanitary landfill {CH} processing APOS, U	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06
Mängd återfyll.-material	kg	(ej relaterat till SimaPro)	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06
Plaströr	kg	Extrusion, plastic pipes {RER} production APOS, U	250 ^{c)}	250 ^{c)}	250 ^{c)}		
Bentonit	kg	Bentonite {RoW} quarry operation APOS, U	450 ^{c)}	450 ^{c)}	450 ^{c)}	450 ^{e)}	900 ^{e)}
Grus/sand	kg	Gravel, round {CH} gravel and sand quarry operation APOS, U	2000 ^{c)}	2000 ^{c)}	2000 ^{c)}	2000 ^{e)}	7500 ^{e)}
Diesel	kg	Diesel {Europe without Switzerland} market for APOS, U	400 ^{c)}	400 ^{c)} + 200 ^{d)}	400 ^{c)} + 200 ^{d)} + 350 ^{f)}	500 ^{d)} + 400 ^{e)} + 350 ^{f)}	400 ^{e)} + 350 ^{f)}
Elektricitet	MJ	Electricity grid mix 1kV-60kV, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV SE S	0,5 ^{c)}	0,5 ^{c)}	0,5 ^{c)}	3 ^{e)}	8E+06 ^{e)}
MicroZVI, Regenesis	kg	Skapad process, se Bilaga E.		5535 ^{d)}	5535 ^{d)} + 8403 ^{f)}	11272 ^{d)} + 8403 ^{f)}	8403 ^{f)}
Vatten för att blanda kemikalier på plats	m ³	-		80 ^{d)}	80 ^{d)} + 155 ^{f)}	230 ^{d)} + 155 ^{f)}	155 ^{f)}
Stålrör	kg	Chromium steel pipe {GLO} market for APOS, U				2000 ^{e)}	6500 ^{e)}
Aktivt kol	kg	Activated carbon, granular {GLO} market for activated carbon, granular APOS, U				150 ^{e)}	1650 ^{e)}

^{a)} Antaget avstånd för att hämta rena massor är 10 km.

^{b)} Antaget avstånd till deponi är 7,5 km.

^{c)} Relaterat till SVE

^{d)} Relaterat till ISCR

^{e)} Relaterat till ISTD

^{f)} Relaterat till PRB

Tabell 4-3. Resultat från livscykelanalysen. De ljus grå markerade används för att beräkna effekten på Luft i analysen. De mörkare grå markerade används för att beräkna effekten på Icke förnybara naturresurser i analysen. Notera att mängden återfyllnadsmaterial inte är ett resultat från livscykelanalysen utan är densamma som indata.

Typ av påverkan	Enhet	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.4	Alt.5
Global warming	kg CO2 eq	1,51E+04	8,27E+04	1,84E+05	2,64E+05	2,76E+05
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	5,00E+02	7,47E+02	1,18E+03	3,85E+03	2,80E+04
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	6,46E+02	1,86E+03	3,71E+03	1,88E+05	6,30E+05
Ozone formation, Human health	kg NOx eq	1,89E+02	4,80E+02	9,21E+02	1,07E+04	3,49E+04
Fine particulate matter formation	kg PM2.5 eq	3,16E+01	1,05E+02	2,15E+02	3,72E+02	9,33E+06
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	1,32E+02	4,06E+02	8,17E+02	1,54E+03	5,63E+04
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	6,60E+01	2,74E+02	5,86E+02	1,14E+03	1,69E+03
Freshwater eutrophication	kg P eq	5,70E+00	1,18E+01	2,12E+01	8,50E+02	2,79E+03
Marine eutrophication	kg N eq	5,31E+00	1,86E+01	3,92E+01	4,09E+03	1,32E+04
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	9,05E+04	1,83E+05	3,04E+05	3,88E+05	2,27E+05
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	1,71E+02	5,79E+02	1,17E+03	1,60E+03	9,43E+02
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	2,84E+02	8,87E+02	1,75E+03	2,39E+03	1,69E+03
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	3,39E+02	5,14E+03	1,24E+04	1,79E+04	9,64E+03
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	6,14E+03	1,94E+04	3,84E+04	5,16E+04	2,80E+04
Land use	m2a crop eq	1,21E+03	1,26E+04	2,97E+04	4,24E+04	2,20E+04
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	2,88E+01	1,78E+02	4,02E+02	5,58E+02	2,68E+02
Fossil resource scarcity	kg oil eq	4,94E+03	2,52E+04	5,53E+04	7,59E+04	3,68E+04
Water consumption	m3	4,21E+01	3,54E+02	8,55E+02	1,24E+03	5,64E+02
Mängd återfyll.-material	kg	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06	2,08E+06

För att beräkna en mest trolig poäng har normalisering skett mot det värsta alternativet eftersom ett tänkt värsta alternativ med schakt och deponering ned till 10 m inom källområdet, inte motsvarade ett värsta alternativ i alla kategorier, se Tabell 4-4. En sådan normalisering innebär till viss del att man förstärker skillnaderna mellan alternativen.

Tabell 4-4. Normalisering av beräknade effekter av de olika alternativen.

Kriterium	Typ av effekt	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.4	Alt.5
E6	Global warming	0,055	0,30	0,67	0,96	1
	Ozone formation, Human health	0,0054	0,014	0,026	0,31	1
	Fine particulate matter formation	3,39E-06	1,13E-05	2,3E-05	3,99E-05	1
	Terrestrial acidification	0,039	0,16	0,35	0,68	1
E7	Mineral resource scarcity	0,052	0,32	0,72	1	0,48
	Fossil resource scarcity	0,065	0,33	0,73	1	0,48
	Water consumption	0,034	0,29	0,69	1	0,45
	Filling material/pristine soil	1	1	1	1	1

För omräkning till poäng enligt SCORE-skalan vägs samtliga ingående effekter lika. För alla beräknade effekter har antagits att endast negativa effekter kan uppstå, och med en högsta/lägsta rimliga poäng ± 2 poängenheter för att representera analysens osäkerheter, se Tabell 4-5.

4.2 Bedömning av miljömässiga effekter till följd av efterbehandling

En fullständig redovisning av resultaten av den miljömässiga workshopen redovisas i Bilaga F. Nedan sammanfattas poängsättningen och viktningen av ingående kriterier.

4.2.1 Poängsättning

Poängsättningen av kriterier i den miljömässiga domänen redovisas i Tabell 4-1. Resonemang kring poängsättningen för varje kriterium presenteras översiktligt nedan och i detalj i Bilaga F. För varje nyckelkriterium redovisas i Bilaga F även ett bästa och värsta fall för att etablera en skala att göra poängsättningen på.

Tabell 4-5. Bedömning av effekter i den miljömässiga domänen. L: Lägsta rimliga poäng, M: Mest troliga poäng, H: Högsta rimliga poäng. RA: effekter till följd av genomförandet av efterbehandlingen. SC: effekter till följd av förändringar i källförorening. IR: icke relevanta kriterier.

Nyckel-kriterium	Indikator	Alternativ 1			Alternativ 2			Alternativ 3			Alternativ 4			Alternativ 5		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
E1: Jord	Ekotoxrisk SC On-site	0	2	3	0	2	3	0	2	3	0	2	3	0	2	3
	Ekotoxrisk RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Markfunktioner RA On-Site	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
E2: Flora och fauna	Flora & fauna RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
E3: Grundvatten	Grundvatten RA On-Site		-			-			-			-			-	
	Grundvatten RA Off-Site		-			-			-			-			-	
	Grundvatten SC On-Site	-5	2	4	-1	4	6	-1	4	6	2	7	9	5	8	10
	Grundvatten SC Off-Site	-6	1	2	0	3	5	1	4	6	3	8	9	6	9	10
E4: Ytvatten	Ytvatten RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Ytvatten RA Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Ytvatten SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Ytvatten SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
E5: Sediment	Sediment RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Sediment RA Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Sediment SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Sediment SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
E6: Luft	Luft RA Off-Site	-2	0	0	-3	-1	0	-5	-3	-1	-7	-5	-3	-10	-10	-8
E7: Naturresurser	Naturresurser RA Off-Site	-5	-3	-1	-7	-5	-3	-10	-8	-6	-10	-10	-8	-8	-6	-4
E8: Avfall	Avfall RA Off-Site	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-2	-1	-3	-2	-1

E1: Jord. Det finns knapphändig information om tillståndet för markmiljön m.a.p. förorenings effekter i dagsläget, men en liten risk kan inte uteslutas. Samma bedömning görs för alla alternativ, att den mest troliga effekten är något positiv: i alla alternativ grävs de översta 2 metrarna bort och ersätts med rena massor. Det som skulle kunna skilja är uppträngning av ångor från djupare lager i olika grad, men det bedöms att detta skulle ha mycket liten, om någon, effekt på markmiljösystemet ur föroreningssynpunkt. Gällande andra typer av effekter görs bedömningen att det blir mycket små positiva effekter. Alla alternativ ersätter nuvarande massor med nya, där det skall byggas hus är dessa anpassade för konstruktion, där det skall vara trädgård, är de anpassade för växtlighet. Möjligtvis skulle man kunna ersätta med bättre massor, därav den något positiva poängen.

E2: Flora och fauna. I dagsläget bedöms inte området innehålla någon värdefull flora och fauna som kan påverkas (negativt eller positivt) av efterbehandlingen, och gruppen bedömde att detta kriterium inte är relevant att inkludera.

E3: Grundvatten. Förutom hälsorisker är det största bekymret spridning av föroreningar i grundvattnet, både horisontellt och vertikalt. Bedömningen av effekten av de olika alternativen på föroreningssituationen på området och utanför området görs som en samlad bedömning av effekterna av behandlingen samt vad som eventuellt kan gå fel vid genomförandet. De främsta riskerna som diskuterades var eventuellt ökad spridning p.g.a. perforering av täta lager vid installation av brunnar för injektering/termisk behandling, men bedömningen i stort utgår från att man lyckas få till en bra teknisk design på systemet. Bedömningen är att termisk behandling ger bättre och säkrare resultat, och att vakuumextraktion är en väldigt osäker metod, med tveksam effekt.

E4: Ytvatten. Det finns inget annat ytvatten som kan påverkas än Öresund. Det finns idag inget i riskbedömningen som tyder på att föroreningar har spridits så långt som till Öresund, och det är inte troligt att det sprids så långt. Gruppen bedömde att detta är irrelevant att inkludera i SCORE-analysen.

E5: Sediment. Gruppen bedömde att detta är irrelevant att inkludera i SCORE-analysen, av samma anledning som för ytvatten.

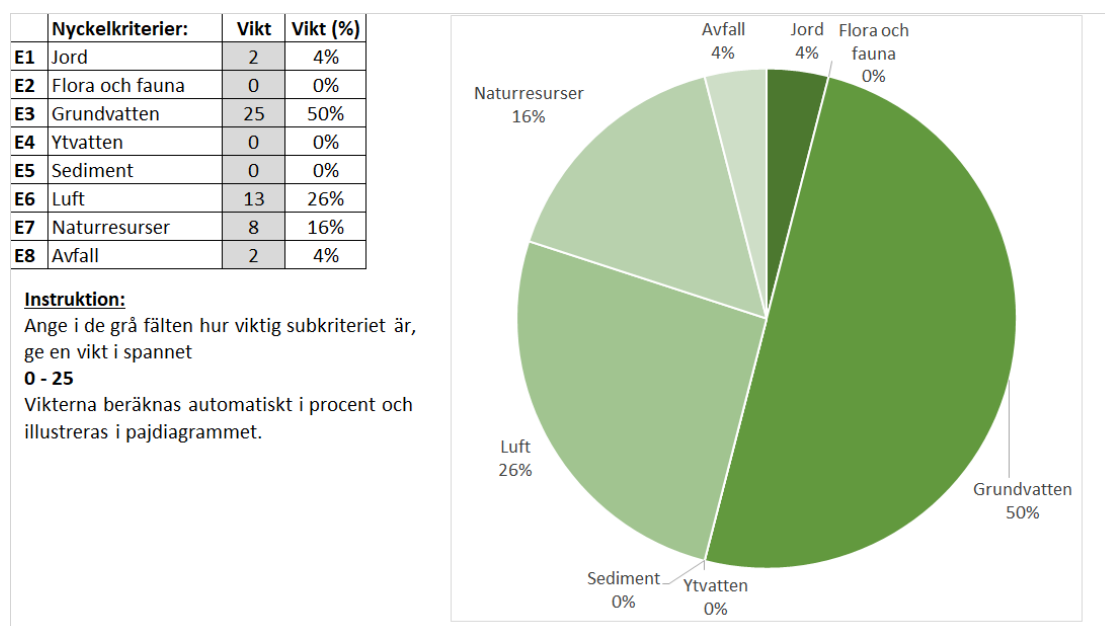
E6: Luft. Se avsnitt 4.1.1.

E7: Naturresurser. Se avsnitt 4.1.1.

E8: Avfall. Det som genererar mest avfall bedöms vara schaktningen och den är samma för alla alternativ, varför det inte blir någon egentlig skillnad mellan åtgärdsalternativen.

4.2.2 Viktning

Figur 4-1 redovisar slutresultatet för viktningen mellan nyckelkriterierna, mer detaljerade motiveringar ges i Bilaga F.



Figur 4-1. Viktningen av nyckelkriterier i den miljömässiga domänen.

4.3 Kommentarer

Som avslutande diskussion resonerade gruppen lite gällande om någon representant saknades under workshopen, och man konstaterade att man hade gemensamt begränsad kunskap om marklevande organismer (och eventuellt organismer levande i grundvattnet).

5 Social analys

5.1 Metod

De sociala kriterierna ska spegla viktiga aspekter av hur samhället påverkas av olika åtgärdsalternativ för efterbehandling, såsom: Hur påverkas närmiljö och trivsel under tiden för efterbehandlingen? Finns det kulturarv på platsen som hotas av efterbehandlingsåtgärderna? Hur påverkas olika grupper av olika åtgärdsalternativ under och efter saneringen? Är för- och nackdelarna jämnt fördelade mellan olika grupper?

Den sociala analysen görs med hänsyn till sex nyckelkriterier:

S1: Närmiljö och trivselfaktorer. Här bedöms effekterna på den fysiska miljön, under och efter efterbehandlingen, t.ex. med avseende på störningar och buller, och hur området förändras fysiskt och/eller görs mer tillgängligt.

S2: Kulturarv. Här bedöms effekter på kulturhistoriska värden, arkeologiska och geologiska arkiv som kan uppstå under efterbehandlingen. Här bedöms om sådana värden förstörs eller restaureras, men inte om människor får ökad tillgång till dem.

S3: Hälsa och säkerhet. Under detta kriterium bedöms effekter på hälsa och säkerhet som kan uppstå som en följd av själva efterbehandlingsaktiviteterna och som ett resultat av efterbehandlingen. Effekter kan vara ökade eller minskade hälsorisker p.g.a. föroreningar, trafik, och arbetsmiljö.

S4: Rättvisa. Här bedöms olika rättviseaspekter, där man speciellt tittar på svaga grupper i samhället. I begreppet svaga grupper läggs t.ex. socialt svaga grupper, minoriteter, och framtida generationer. Här bedöms effekter som kan uppstå under och efter efterbehandlingen.

S5: Lokalt deltagande. Inom detta kriterium bedöms vilka effekter efterbehandlingen och resultatet av efterbehandlingen kan ha på olika lokala aktiviteter och om det kan skapas nya arbetstillfällen på kort och lång sikt.

S6: Lokal acceptans. Det sista kriteriet skall representera lokalbefolkningens syn på efterbehandlingsalternativen. Poängsättningen av detta görs företrädesvis genom att man frågar grupper eller representanter från lokalbefolkningen, men för att detta skall kunna göras på ett konstruktivt sätt bör man förbereda för detta i tidiga skeden av projektet.

Bedömningar av effekter på kriterier S1 – S5, samt en diskussion om S6 genomfördes under en heldags workshop med 7 olika representanter för olika delar i analysen. De representanter som fanns med kom från kommunen (3 personer, miljöförvaltningen, fastighetskontoret samt stadsmiljöförvaltningen) samt länsstyrelsen Skåne (1 person från miljöenheten), representanter från SGU (3 personer). Programmet för dagen samt metoden för genomförande beskrivs i Bilaga D.

5.2 Bedömning av sociala effekter till följd av efterbehandling

I följande avsnitt redovisas vilka kriterier som bedömts som relevanta, hur de poängsatts samt viktats. En fullständig redovisning av motiveringarna och resultaten

från den sociala workshopen redovisas i Bilaga G. Nedan sammanfattas poängsättningen och viktningen av ingående kriterier. För varje nyckelkriterium redovisas i Bilaga G ett bästa och värsta fall för att etablera en skala att göra poängsättningen på. Poängsättning görs på samma sätt som i den miljömässiga dimensionen, där de satta poängen avspeglar åtgärdernas effekter relativt referensalternativet.

5.2.1 Poängsättning

Poängsättningen av kriterier i den sociala domänen redovisas i Tabell 5-1. Resonemang kring poängsättningen för varje kriterium presenteras översiktligt nedan och mer detaljerat i Bilaga G.

S1: Närmiljö och trivsel. Närmiljö och trivsel poängsätts dels i relation till utförandet av åtgärden och dels i relation till resultatet av åtgärden. De främsta störningarna under själva åtgärden för de boende på Råven 58 är relaterade till att de inte kan bo i huset och ju snabbare de kan flytta tillbaka desto bättre. För omkringboende är de relaterade till att det sker i ett mycket tätbebyggt område, med smala gator och många närboende. Grävningen är ett stort problem då transporter skall köra fram och tillbaka till området, och själva *in situ*-teknikerna ger upphov till olika typer av installationer, elkablar, fläktbuller, fordon och eventuellt annan utrustning stående på gatan. Effekterna av borttagning av källan är mycket osäkra eftersom det i dagsläget inte är säkert vad den slutliga markanvändningen på tomten blir. För de boende på Råven 58 är det oklart om det blir en positiv eller negativ effekt, men för omkringboende bör slutresultatet ändå bli något positivt, oavsett framtida markanvändning.

S2: Kulturarv. Detta bedömdes inte vara relevant att poängsättas.

S3: Hälsa och säkerhet. På platsen är det arbetarnas eventuella hälsorisker under åtgärdens genomförande som bedömdes, i princip högre risk ju mer omfattande åtgärd. För omkringboende relaterar eventuella hälso- och säkerhetsrisker i hög grad till lastbilstrafik i området. Eftersom alla alternativ innehåller lika mycket grävning är bedömningen likartad, men man räknar ändå med lite mer negativ effekt ju mer omfattande åtgärden är. Eftersom hälsoriskerna redan hanterats genom tekniska åtgärder (ventilation) är förbättringen måttlig på Råven 58, och bedöms vara samma för alla alternativ. För omkringboende bedöms det dock bli ökande positiva hälsoeffekter ju mer omfattande åtgärden är, dock med ganska hög osäkerhet i bedömningen eftersom dagsläget är oklart och hur spridningen av föroreningar i framtiden om man inte genomför någon åtgärd också är oklar.

S4: Rättvisa. Gruppen bedömde att det kan bli tillfälligt lägre fastighetspriser på omkringliggande fastigheter under genomförandet av åtgärderna, inom ett något större område för de alternativ som också innefattar barriärer nedströms Råven 58. Gällande en efterlämnad miljöskuld för framtida generationer så minskar denna ju mer omfattande åtgärd som genomförs, varför det blir mer positiv effekt för de mer omfattande alternativen.

S5: Lokala arbetstillfällen. Det bedömdes inte vara relevant för Helsingborg.

S6: Lokal acceptans. Detta har inte bedömts i analysen.

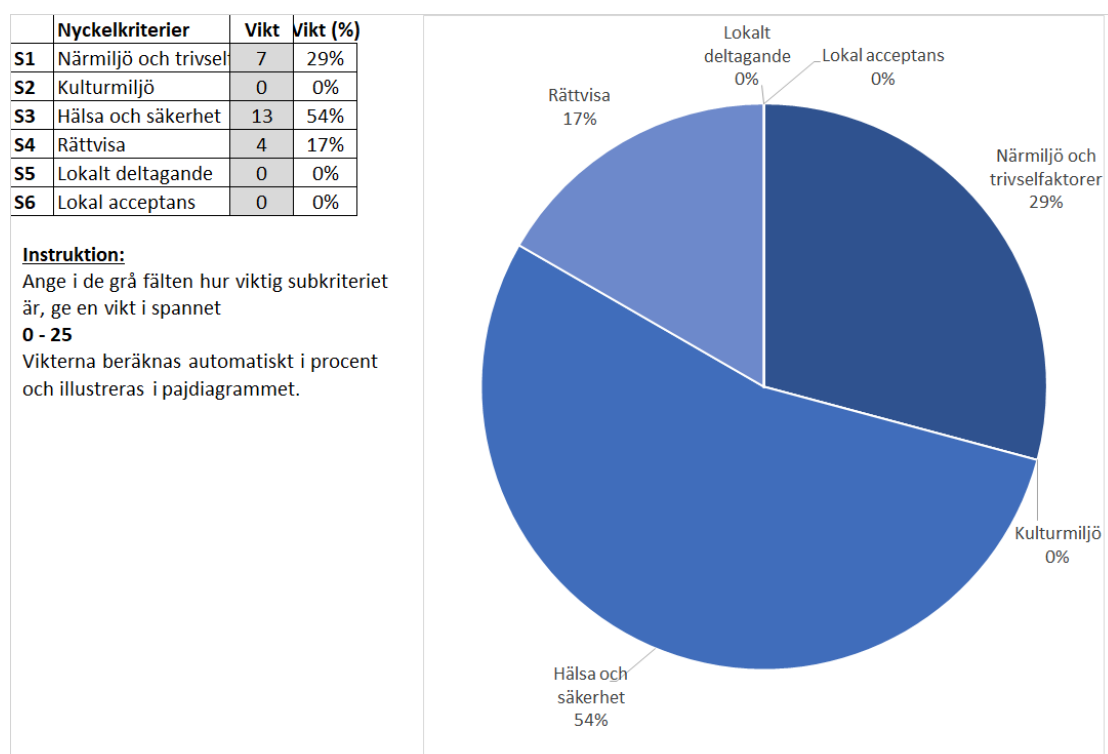
Tabell 5-1. Bedömning av effekter i den sociala dimensionen. L: Lägsta rimliga poäng, M: Mest troliga poäng, H: Högsta rimliga poäng. RA: effekter till följd av genomförandet av efterbehandlingen. SC: effekter till följd av förändringar i källförorening. IR: icke relevanta kriterier.

		Alternativ 1			Alternativ 2			Alternativ 3			Alternativ 4			Alternativ 5		
Nyckel-kriterium	Indikator	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
S1: Närmiljö och trivsel- faktorer	Närmiljö RA On-Site	-10	-6	-3	-10	-6	-3	-10	-6	-3	-10	-6	-3	-10	-6	-3
	Närmiljö RA Off-Site	-4	-2	-1	-5	-3	-1	-6	-4	-2	-8	-6	-3	-8	-5	-3
	Närmiljö SC On-Site	-10	1	4	-10	2	4	-10	2	4	-10	5	6	-10	5	6
	Närmiljö SC Off-Site	0	5	7	0	5	7	0	5	7	0	5	7	0	5	7
S2: Kulturarv	Kulturarv SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Kulturarv SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
S3: Hälsa och säkerhet	Hälsa RA On-Site	-3	-1	0	-4	-2	0	-6	-2	0	-6	-3	0	-6	-3	0
	Hälsa RA Off-Site	-5	-2	-1	-5	-2	-1	-5	-2	-1	-6	-3	-2	-6	-3	-2
	Hälsa SC On-Site	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4
	Hälsa SC Off-Site	0	2	4	0	3	5	0	4	7	0	5	8	0	6	8
S4: Rättvisa	Rättvisa RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Rättvisa RA Off-Site	-4	-2	0	-4	-3	-1	-5	-4	-1	-6	-5	-1	-5	-4	-1
	Rättvisa SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Rättvisa SC Off-Site	0	1	2	2	3	6	3	5	7	4	7	9	5	8	9
S5: Lokala arbets- tillfällen	Arbetsstillfällen RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Arbetsstillfällen RA Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Arbetsstillfällen SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Arbetsstillfällen SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
S6: Lokal acceptans	Lokal acceptans RA On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Lokal acceptans RA Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Lokal acceptans SC On-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
	Lokal acceptans SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	

5.2.2 Viktning

Viktningen inom nyckelkriterierna gjordes av gruppen under workshoppen, däremot hann gruppen inte med att vikta mellan nyckelkriterier. För att göra den viktningen begärdes det in underlag separat från varje deltagare. Av sju deltagare svarade fyra stycken, och dessa fyra bedömningar vägdes samma till en gemensam (alla deltagares värderingar viktade lika), se Bilaga G. Under workshoppen användes pajdiagram för att ge omedelbar feedback på hur viktfordelningen såg ut, vilket medförde att de vikter som deltagarna ursprungligen satte ofta justerades utifrån pajdiagrammet. Den detaljerade viktningen samt motiveringar inom varje nyckelkriterium redovisas i Bilaga G, men generellt gav man liksom i den miljömässiga domänen, betydligt högre vikt för effekter som sker på lång sikt (framförallt kopplat till förändring av källföroreningen, SC), kontra effekter som sker på kort sikt (framförallt kopplat till effekter till följd av åtgärden, RA).

Figur 5-1 redovisar slutresultatet för viktningen mellan nyckelkriterierna. Den aspekt som fått störst vikt är Hälsa och säkerhet, därefter Närmiljö och Trivselfaktorer samt Rättvisa. Nyckelkriteriet Lokalt acceptans är inte vidare undersökt och inte poängsatt och därmed inte medräknat i analysen.



Figur 5-1. Viktningen av de nyckelkriterier som ingår i den sociala analysen.

6 Ekonomisk analys

6.1 Metod

Den ekonomiska analysen i SCORE beskrivs i Söderqvist et al. (2015). Analysen går ut på att undersöka storleken på olika nytto- och kostnadsposter, vilka i sin mest generella form illustreras i Figur 6-1. Analysen kan göras på åtminstone fyra olika sätt beroende på vilka poster som ingår:

1. En projektekonomisk kostnads(effektivitets)analys. Då ligger fokus på åtgärds kostnader (C1).
2. En samhällsekonomisk kostnads(effektivitets)analys. Då ligger fokus på åtgärds kostnader och övriga kostnader för samhället (C1, C2, C3, C4).
3. En projektekonomisk kostnads-nyttoanalys. Då ligger fokus på åtgärds kostnader (C1) och de marknadsvärderade nyttor som det efterbehandlade området kan ge tack vare efterbehandlingen (B1).
4. En samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (*cost-benefit analysis*, CBA). Då ligger fokus på åtgärds kostnader och övriga kostnader för samhället (C1, C2, C3, C4) samt de marknadsvärderade nyttor som det efterbehandlade området kan ge tack vare efterbehandlingen och övriga nyttor för samhället (B1, B2, B3, B4).

Nyttor	Kostnader
B1. Ökat markvärde på fastigheten där EBH sker	C1. Åtgärds kostnader
B2. Positiv extern effekt: Förbättrad hälsa	C2. Negativ extern effekt: Försämrade hälsa till följd av åtgärderna
B3. Positiv extern effekt: Förbättrad miljö	C3. Negativ extern effekt: Försämrade miljö till följd av åtgärderna
B4. Andra positiva externa effekter	C4. Andra negativa externa effekter

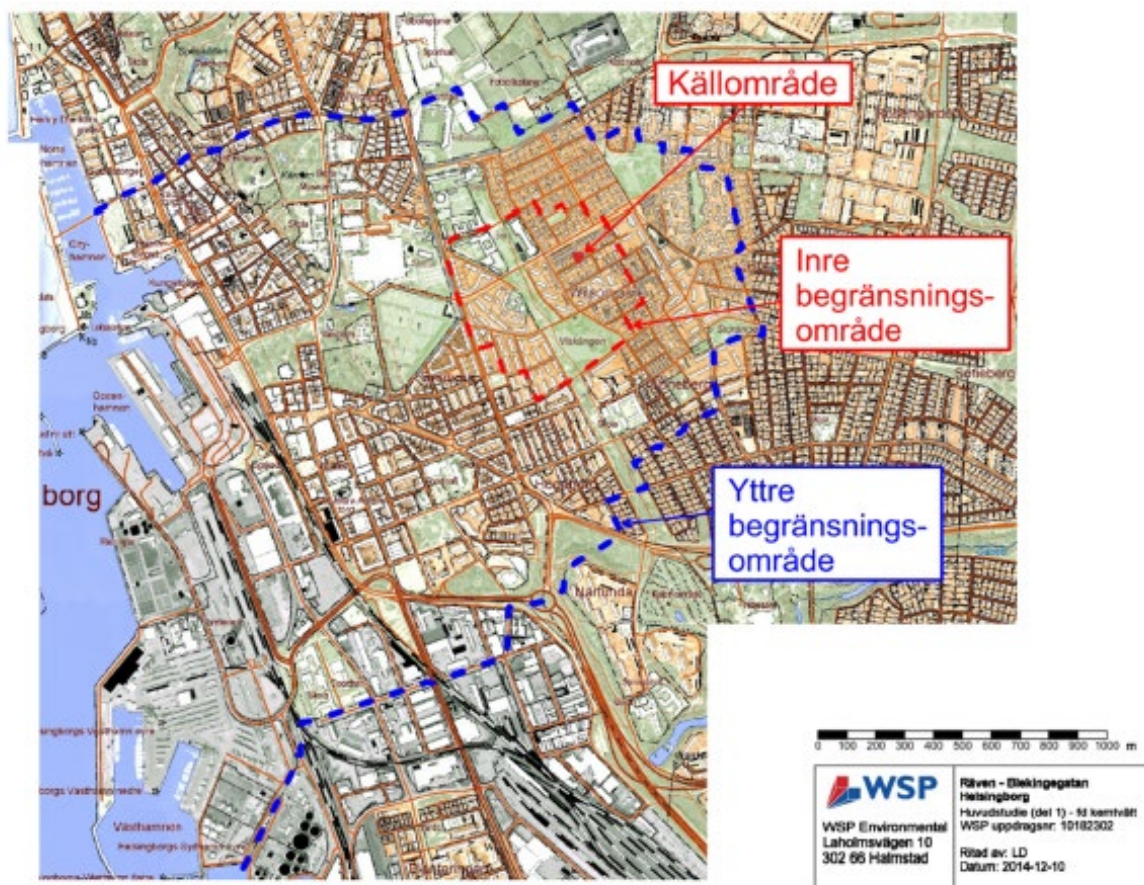
Figur 6-1. Generella nytto- och kostnadskategorier i SCOREs ekonomiska analys.

Genomförandet av den ekonomiska analysen följer lämpligen följande sex steg. Den utgår från att samtliga kostnads- och nyttokategorier är aktuella för analysen.

1. Identifiering av åtgärdsalternativ, referensalternativ och tidshorisont som är förknippad med alternativen.
2. Identifiering av nyttor och kostnader för varje åtgärdsalternativ jämfört med referensalternativet, och en kvalitativ bedömning av betydelsen av varje nytto- och kostnadspost.
3. Monetarisering av identifierade nyttor och kostnader (dvs. de uttrycks i kronor), val av diskonteringsränta, och beräkning av nuvärden för monetariserade nyttor och kostnader. Som hjälp för detta finns ett separat Excel-verktyg i SCORE ("CBA Tool"), som bl.a. bryter ned nyttor och kostnader i delkategorier och kan beräkna nuvärden. Monetarisering kan dock vara svår att göra på grund av databrist. Den kvalitativa bedömningen från steg 2 kan användas som hjälp för att bedöma vilka nyttor och kostnader som är de mest betydande och som därför kan vara särskilt viktiga att monetarisera. Nuvärden för varje monetariserad nytto- och kostnadspost anges i SCORE. Dessutom anges i SCORE vilken grupp i samhället som huvudsakligen berörs av respektive nytto- och kostnadspost.
4. Bedömning av graden av osäkerhet förknippad med varje nuvärde i form av mest troliga värde och högsta rimliga värde.
5. Simulering av nettonuvärdet i SCORE. Slutsatser dras om åtgärdsalternativens lönsamhet utifrån skattning av nettonuvärden, resultaten av osäkerhetsanalysen och den kvalitativa bedömningen från steg 2 för de nytto- och kostnadsposter som inte har monetariserats.
6. Genomförande av fördelningsanalys, dvs. det studeras hur nyttor och kostnader fördelar sig mellan olika berörda grupper genom bl.a. beräkning av nettonuvärdet för olika berörda grupper.

Steg 1 är ett nödvändigt steg för samtliga analyser i SCORE. Se kapitel 3 för definitioner av åtgärdsalternativ. Nedan följer en längre beskrivning av de samhällsekonomiska kostnaderna som referensalternativet innebär, utöver åtgärds kostnaderna som också beskrivs i kapitel 3.

I referensalternativet görs inga åtgärder annat än en övervakning av den naturliga nedbrytning som sker i området samt eventuell komplettering med tekniska skyddsåtgärder i andra fastigheter nedströms källområdet (andra än Råven 58). I denna situation kan därför föroreningarna från källområdet spridas, antingen genom rådande grundvattenströmning eller genom ändrad strömning som orsakas av uttag av grundvatten eller borrhål för t.ex. bergvärme. I referensalternativet antas det därför nödvändigt att inrätta ett begränsningsområde som följer förslaget i WSP (2014). Förslaget går ut på att dela in begränsningsområdet i en inre (ca 25 ha) och en yttre zon (ca 500 ha), se Figur 6-2. Begränsningsområdet skulle behöva vara aktivt lika lång tid som MNA (kontrollerad naturlig nedbrytning) behöver vara igång, dvs. under 30 år i referensalternativet.



Figur 6-2. Omfattningen av det begränsningsområde som antas ingå i referensalternativet. Från WSP (2014).

Som framgår av WSP (2014) är de två zonerna utformade så att den inre zonen omfattar ett område där föroreningar antingen kan påvisas idag eller där föroreningar kan förväntas uppträda på kort sikt genom rådande grundvattenströmning. I den yttre zonen har föroreningar inte påvisats idag, men föroreningar kan på lång sikt förväntas uppträda i denna zon genom rådande grundvattenströmning. Den yttre zonen innefattar även det område där pumpning ur en brunn hydrauliskt kan påverka det i dagsläget förorenade området så att föroreningarna sprids till ett större område.

I enlighet med förslaget i WSP (2014) antas att det i referensalternativet finns följande restriktioner inom begränsningsområdet:

- Inom den inre zonen: Förbud att anlägga brunnar eller utföra borrhälsarbeten.
- Inom den yttre zonen: Tillståndsplikt för att anlägga brunn för uttag av vatten och anmälningsplikt för att anlägga andra typer av brunnar, t.ex. bergvärmebrunnar.

Det är troligt att dessa restriktioner påverkar fastighetsvärdena inom begränsningsområdet, dels på grund av den oro för föroreningarna som kan spridas och dels på grund av den minskade möjligheten att installera bergvärme. Detta torde vara särskilt aktuellt inom den inre zonen, och i synnerhet för småhusfastigheterna inom denna zon. Fastighetsvärdena för flerbostadshus och andra typer av fastigheter påverkas

troligen i mindre utsträckning eller inte alls av begränsningsområdet, eftersom bormning är mindre aktuellt för dem. Analysen avgränsas därför till småhusfastigheter inom den inre zonen.

Inom den inre zonen finns totalt 141 småhusfastigheter, vars taxeringsvärde i medeltal kan uppskattas till 2,5 Mkr (Klas Rosell, Helsingborgs stad, e-post 2018-10-30). Givet ett k/t-tal (köpesumma/taxeringsvärde) på 1,5 motsvarar detta ett genomsnittligt marknadsvärde på 3,8 Mkr per småhusfastighet, dvs. ett totalt värde på hela beståndet av 141 småhusfastigheter som uppgår till 536 Mkr. $k/t = 1,5$ är en försiktig uppskattning, eftersom k/t-talet för perioderna juli-september 2017, april-juni 2018 och juli-september 2018 låg på 1,77, 1,81 respektive 1,87 i Helsingborgs kommun (SCB, 2018).

Hur stor minskning av det totala värdet av detta bestånd av småhusfastigheter är rimligt att anta i det fall ett begränsningsområde införs? Detta är en svårbesvarad fråga, och endast spekulationer är möjliga. Den fastighetsvärdestudie som genomfördes inom ramen för hållbarhetsanalysen av efterbehandlingsalternativ av BT Kemi Södra området i Teckomatorp ger dock perspektiv på frågan (Volchko et al., 2016). Ett slumpmässigt urval av invånare i Teckomatorp bedömde inom ramen för en enkätundersökning att fastighetspriserna i denna ort skulle stiga med 14 % tack vare en efterbehandling av BT Kemi Södra området som utförs som en urgrävning. En sådan relativt kraftig värdeökning skulle vara från ett läge som präglas av en stark stigmatisering som förgiftad ort till följd av BT Kemi. En sådan stark stigmatisering till följd av införandet av ett begränsningsområde kan inte antas för Helsingborg, vilket innebär att en rimlig minskning av det totala fastighetsvärdet måste vara betydligt lägre än 14 %. Här antas därför en minskning på mellan 1 och 5 %, med -3 % som det mest troliga scenariot. I kronor motsvarar detta en minskning på mellan 5,4 och 26,8 Mkr, med -16,1 Mkr som mest troliga scenario. En minskning på 5 %, dvs. med 26,8 Mkr betraktas som den största rimliga minskningen.

För referensalternativet innebär det mest troliga scenariot att en fastighetsvärdeminskning inträffar år 0 med 16,1 Mkr. År 30 antas fastighetsvärdena öka med samma absoluta belopp, dvs. 16,1 Mkr, i och med att begränsningsområdet upphör. Nuvärdet av detta är därmed $-16,1 + 16,1/1,035^{30} = -10,4$ Mkr. Motsvarande nuvärde för den största rimliga minskningen är $-26,8 + 26,8/1,035^{30} = -17,3$ Mkr.

Steg 2 inleddes vid workshopen i Helsingborg 2018-10-16. Vid workshopen deltog representanter från SGU (4 st.), Helsingborgs stad (1 st.) och Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp AB (NSVA) (1 st., dricksvattenspecialist). Workshopen började med en presentation av hur den ekonomiska analysen går till. Under denna förklarades inledningsvis vilken typ av nyttor och kostnader som SCORE-analysen inkluderar. Därefter gavs deltagarna en möjlighet att ge sina synpunkter på möjliga konsekvenser för några på förhand identifierade aspekter, främst grundvatten som dricksvattenresurs samt fastighetsvärden. Övriga konsekvenser har fyllts i av rapportförfattarna själva främst baserat på information som uppkommit under tidigare diskussioner om sociala och miljömässiga effekter samt erfarenheter från tidigare fallstudier. Resultaten av steg 2 framgår av Tabell 6-1 (nyttor) och 6-2 (kostnader), se avsnitt 6.2.1.

Den samhällsekonomiska analysen i steg 3 genomfördes baserat på informationen från workshopen, uppgifter från uppföljande kontakt med workshop-deltagare samt kostnader från åtgärdsutredningen (WSP, 2015), kompletterat med kontakter med ämneskunniga på Helsingborgs kommun, SGU och Länsstyrelsen m.fl. För

åtgärdskostnaderna har utgångspunkten varit åtgärdsutredningens skattningar, dock reviderade i vissa avseenden allt eftersom ny information kom in.

6.2 Resultat

6.2.1 Identifiering och kvalitativ bedömning av nyttor och kostnader

Identifieringen av nyttor och kostnader och en kvalitativ bedömning av dessa är ett viktigt steg i den ekonomiska analysen. Resultaten av den kvalitativa bedömningen återges i Tabell 6-1 (nyttor) och 6-2 (kostnader), i vilka omfattningen av var och en av nytto- och kostnadsposterna i Figur 6-1 samt de underposter som ingår i SCORE beskrivs i ord. Dessutom har posterna bedömts med hjälp av följande koder:

- X: Nyttan/kostnaden bedöms vara av stor betydelse
- (X): Nyttan/kostnaden bedöms vara av mindre betydelse
- NR: Nyttan/kostnaden bedöms vara av ingen betydelse eller är inte relevant

I den kvalitativa bedömningen, och inte minst i den monetarisering som följer i nästa avsnitt, är det av stor vikt att hålla fast vid en entydig definition av åtgärdsalternativen. Det är annars lätt hänt att nyttorna inte blir jämförbara med kostnaderna, särskilt i ett projekt som skapar förutsättningar för vissa nyttor men som inte innefattar alla åtgärder som krävs för att nyttorna faktiskt ska realiseras.

Följande avsnitt handlar om monetariseringen av nyttor och kostnader. I detta arbete prioriteras de nytto- och kostnadsposter i Tabell 6-1 och 6-2 som har bedömts vara av stor betydelse.

Tabell 6-1. Kvalitativ bedömning av nyttoposter.

Nyttor: Kvalitativ bedömning						
Nyttoposter	Kvalitativ bedömning av nyttornas betydelse (X för stor betydelse, (X) för mindre betydelse eller NR för inte relevant)					
		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
B1. Ökat markvärde på fastigheten på vilken efterbehandling sker	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Ägarna av fastigheten Råven 58 har blivit kompenserade för byggnaden och förväntas kunna flytta tillbaka och bygga ett nytt hus efter genomförd åtgärd. Kompensationen motsvarade marknadsvärdet samt ett tillägg på 25% enligt reglerna för ersättning vid expropriation (Justitiedepartementet, 2010). Enligt diskussion på workshopen förväntas fastigheten behålla sitt marknadsvärde efter saneringen och det är inte heller troligt att saneringen har någon inverkan på det framtida försäljningsvärdet.					

	Denna effekt bedöms därför som inte relevant för samtliga alternativ.					
B2. Förbättrad hälsa						
		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
B2a. Minskade akuta hälsorisker	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	I och med de tekniska skyddsåtgärder som tidigare genomfördes vid Råven 58 för att hindra ångorna att tränga in i huset omhändertogs eventuella akuta hälsorisker. De akuta hälsoriskerna är därmed obetydliga även i referensalternativet, och åtgärderna kommer inte innebära någon ytterligare minskning.					
B2b. Minskade icke-akuta hälsorisker	Betydelse:	NR	NR	(X)	(X)	(X)
	Tidsperiod:			År 5-30	År 5-30	År 3-30
	Även de icke-akuta hälsoriskerna är små i referensalternativet. Det skulle kunna handla om en inträngning av ångor in till fastigheter nedströms (Råven 3) i och med att föroreningen sprider sig. I alternativ 1 och 2, likt referensalternativet, genomförs ev. tekniska skyddsåtgärder för att förhindra spridning till inomhusmiljö. För dessa alternativ blir det därmed ingen effekt jämfört referensen. För alt. 3–5 där en mer omfattande rening genomförs, samt att barriärer anläggs, bör risken för spridning av ångor till fastigheter nedströms i princip vara eliminerad. Eftersom hälsorisken redan från början är liten blir dock nyttan av detta av mindre betydelse. Nyttan uppstår från efter genomförd åtgärd, år 4 resp. år 3, tills att risken är borta i ref. alternativet, vilket antas ske när övervakad naturlig nedbrytning inte längre behövs år 30.					
B2c. Övriga typer av förbättrad hälsa	Betydelse:	NR	(X)	(X)	(X)	(X)
	Tidsperiod:		År 5-30	År 5-30	År 5-30	År 3-30
	Detta handlar framför allt om hur människors oro för föroreningarna påverkas. Det verkar mycket sannolikt att oron minskar till följd av alternativ 2–5. Nyttan av detta diskuteras vidare under B4.					

B3. Förbättrad miljö inkl. ökad tillgång på ekosystemtjänster						
		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
B3a. Ökade rekreationsmöjligheter inom det efterbehandlade området	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Området används inte för rekreation idag och är inte heller planerat för rekreation efter genomförd åtgärd.					
B3b. Ökade rekreationsmöjligheter i omgivningen	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Åtgärderna påverkar inte heller rekreationsmöjligheterna i omgivningen.					
B3c. Övriga miljöförbättringar inkl. ökad tillgång på övriga ekosystemtjänster	Betydelse:	NR	X	X	X	X
	Tidsperiod:		År 16-30	År 5-30	År 5-30	År 3-30
	På miljöworkshopen diskuterades att angående effekter på markmiljön på området så görs bedömningen att det blir mycket små positiva effekter om man ersätter med bättre massor efter genomförd åtgärd. Den nytta som är av stor betydelse är dock att efter genomförda åtgärder skyddas grundvattnet som en potentiell dricksvattenresurs.					
B4. Andra positiva externa effekter						
B4. Andra positiva externa effekter än B2 och B3, t.ex. ökning av kulturvärden	Betydelse:	NR	X	X	X	X
	Tidsperiod:		År 16-30	År 16-30	År 16-30	År 9-30
	Genomförda åtgärder i alt 2–5 skulle leda till att tiden för då ett begränsningsområde behöver vara aktivt blir kortare, vilket leder till att fastighetsvärdeminskningen upphör tidigare jämfört med referensalternativet. När nyttan infaller är kopplat till tiden för övervakad naturlig nedbrytning.					

Tabell 6-2. Kvalitativ bedömning av kostnadsposter.

Kostnader: Kvalitativ bedömning						
Kostnadsposter	Kvalitativ bedömning av kostnadernas betydelse (ange X för stor betydelse, (X) för mindre betydelse eller NR för inte relevant)					
		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
C1. Åtgärds-kostnader	Betydelse:	X	X	X	X	X
	Tidsperiod:	År 1-30	År 1-15	År 1-15	År 1-15	År 1-8
	Dessa kostnader utgörs av de genomförandekostnader för åtgärder som finns specificerade i huvudstudierapporten med bilagor (WSP, 2015). Kostnader uppstår så länge kontrollprogrammet för MNA pågår. Den mest omfattande åtgärden, dvs. alt. 5, innebär också högst kostnader.					
C2. Försämrade hälsa till följd av åtgärderna						
C2a. Ökade hälsorisker på det efterbehandlade området	Betydelse:	NR	(X)	(X)	(X)	NR
	Tidsperiod:		År 1-4	År 1-4	År 1-4	
	En kostnad uppstår om arbetarna utsätts för arbetsmiljörisker som de normalt inte utsätts för i sitt yrke. I detta fallet kan det handla om hantering av kemikalier till injektering i alt 2–4 som innebär en risk eftersom de är frätande och inandning kan ge skador på andningsorgan. Andra hälsorisker såsom skador vid olyckor, t.ex. vid borring och schaktning, ingår inte på grund av att arbetarna antas utsättas för dessa även på andra arbetsplatser och således ingår i referensalternativet. Det antas vidare att det enda som avgör hur en viss ökad hälsorisk skiljer sig åt mellan efterbehandlingsalternativen är omfattningen av åtgärdsarbetet, dvs. under hur lång tid arbetarna är exponerade för hälsorisken. Det antas också att arbetarna har tillräcklig skyddsutrustning och följer arbetsmiljöföreskrifter för att skydda sig mot exponering av föroreningen samt vid hantering av kemikalier. Kostnaden bedöms därför vara av mindre betydelse.					

		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
C2b. Ökade hälsorisker till följd av transporter	Betydelse:	NR	(X)	(X)	(X)	(X)
	Tidsperiod:		År 1-4	År 1-4	År 1-4	År 1-2
	Hälsoeffekterna handlar om olycksfall vid transporter och kan förväntas vara korrelerade med antalet lastbilslass och körsträcka. Eftersom det kommer gå stora fordon på små smala vägar centralt i Helsingborg och i bostadsområden kan olycksrisken förväntas vara något högre än vid körning på landsväg. Men eftersom det i detta fall inte handlar om några stora mängder massor som behöver fraktas bort antas denna kostnad vara av mindre betydelse.					
C2c. Ökade hälsorisker vid deponier	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Eftersom det här handlar om <i>in situ</i> -åtgärder blir det inga till väldigt små mängder massor som går till deponi. Inga hälsoeffekter uppstår därmed.					
C2d. Övriga typer av försämrad hälsa	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Inga övriga typer av försämrad hälsa har identifierats.					
C3. Försämrad miljö till följd av åtgärderna						
C3a. Försämrad miljö på det efterbehandlade området, inkl. minskad tillgång på ekosystemtjänster	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Denna kostnadspost är inte relevant för denna fallstudie då det efterbehandlade området är avgränsat till Råven 58. Tillgången på ekosystemtjänster där är kopplad till trädgården. Växtligheten antas kunna bli något bättre efter åtgärden.					

		Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
C3b. Försämrad miljö i omgivningen, t.ex. på grund av transporter	Betydelse:	X	X	X	X	X
	Tidsperiod:	År 1-4	År 1-4	År 1-4	År 1-4	År 1-2
	Miljöeffekterna handlar om koldioxidutsläpp samt buller från transporter och arbete på plats samt resurser som förbrukas för att genomföra åtgärderna och som leder till en negativ påverkan på miljön. Effekterna av de olika åtgärderna har beräknats genom en förenklad livscykelanalys, se avsnitt 4.1.1.					
C3c. Försämrad miljö vid deponier	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Eftersom det här handlar om <i>in situ</i> -åtgärder går inga till väldigt små mängder massor till deponi. Inga miljöeffekter uppstår därmed.					
C4. Andra negativa externa effekter						
C4. Andra negativa externa effekter, t.ex. minskning av kulturvärden	Betydelse:	NR	NR	NR	NR	NR
	Tidsperiod:					
	Inga övriga negativa externa effekter har identifierats.					

6.2.2 Monetarisering av nyttor och kostnader

Nedan sker monetarisering i enlighet med en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys så långt det är möjligt för de effekter som i Tabell 6-1 och Tabell 6-2 har bedömts vara av stor betydelse, dvs. angivits ett X. För varje post redovisas sammanfattande resultat.

För monetarisering gäller följande allmänna antaganden:

- Alla monetära belopp har så långt möjligt uttryckts i 2014 års priser.
- En diskonteringsränta på 3,5% har använts. Detta är den ränta som för närvarande används i Trafikverkets samhällsekonomiska analyser (Trafikverket, 2018, avsnitt 5.6).

Osäkerheten i monetariseringarna hanteras genom att ange det **mest troliga värdet** samt ett **högsta rimligt värde**. Det högsta rimliga värdet ligger längre ifrån det mest troliga om osäkerheten är större, vilket i sin tur är beroende på robustheten i den metod och antaganden som ligger till grund för beräkningarna. Vidare utgår beräkningarna från att efterbehandlingsarbetet startar direkt.

6.2.2.1 Nyttor

B3c. Övriga miljöförbättringar inkl. ökad tillgång på övriga ekosystemtjänster

På miljöworkshopen diskuterades angående effekter på markmiljön på området att det bedöms bli mycket små positiva effekter. I alla alternativ grävs de 2 översta metrarna bort och nuvarande massor ersätts med nya. Där det skall byggas hus är dessa anpassade för konstruktion, där det skall vara trädgård är de anpassade för växtlighet. Om man ersätter med bättre massor så kan det uppstå en nytta i form av växtlighet och odlade livsmedel. Inga effekter av åtgärderna på tillgången till ekosystemtjänster uppstår utanför området.

Miljöproblemet i detta fall är istället främst att säkra grundvattnet som en dricksvattentäkt på lång sikt. Ett antal brunnar har funnits sedan 30-talet i Helsingborgssandstenen, som hittills används som reserv. NSVA har tänkt ändra på det här och har borrar ytterligare 2 brunnar på senare tid. Kommunen har nu 11 brunnar i samma sandstensformation (Helsingborgssandstenen) men betydligt längre söderut i området längs Råån. Nuvarande dricksvattentäkt är Bolmen i Småland och vatten tas in via Örbyverket. Verkets betydelse har ökat och ska leverera mer till Ängelholm och även till Båstad framöver. Det behövs ett tydligare alternativ till Bolmen, som t.ex. var nära att tvingas stoppas torkan sommaren 2018. NSVA har som mål att ha möjlighet att kunna producera 50 % av Helsingborgs behov från Helsingborgssandstenen. Reservtakter kommer därmed vara av större betydelse inom bara några år.

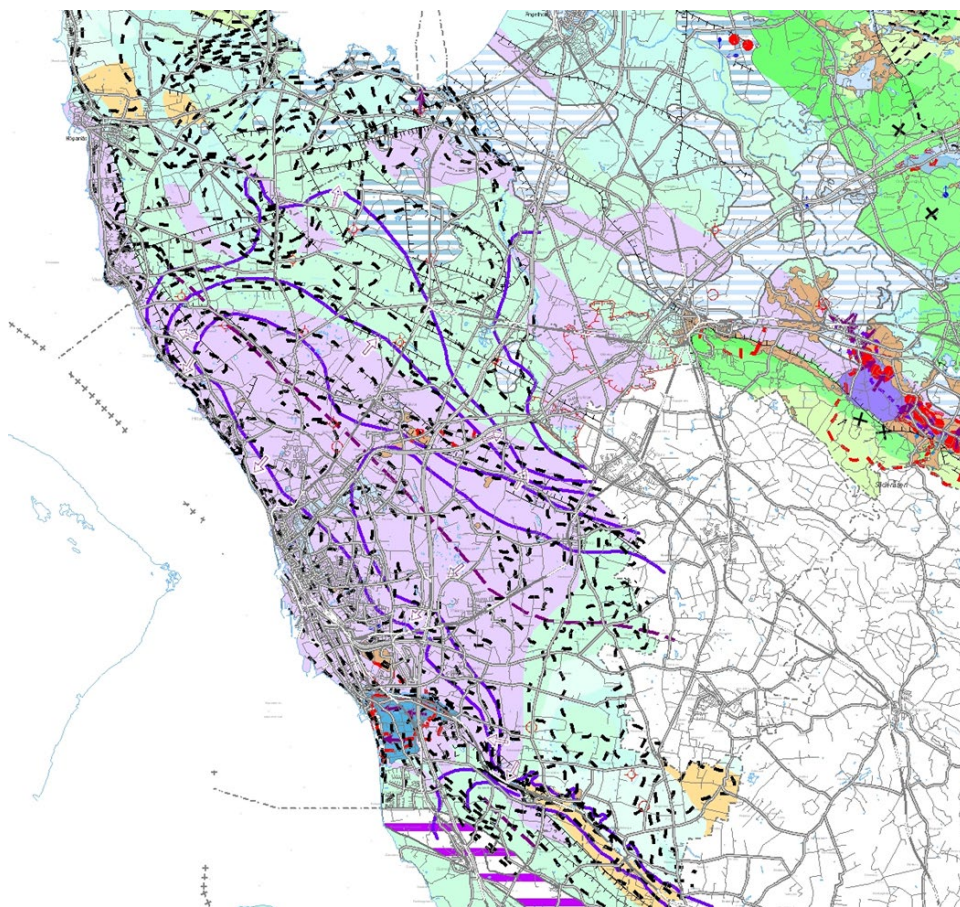
Efterbehandlingsåtgärderna innebär en nytta om **risk** för att grundvattnet blir förorenat **minskar**. Risk i samhällsekonomiska termer brukar betraktas som en funktion av sannolikheten för att en händelse inträffar (s) och den ekonomiska konsekvensen av denna händelse (K). I detta fall handlar det om sannolikhet för och konsekvens av förorenat grundvatten. Teoretiskt kan denna nytta beräknas som ett väntevärde genom att multiplicera förändringen i sannolikhet med (den givna) konsekvensen;

$$\Delta r = \Delta s * \bar{K} = (s_1 - s_{ref}) * \bar{K} \quad (1)$$

Konsekvensen av ett förorenat grundvatten är potentiellt förknippat med stora samhällsekonomiska kostnader om möjligheten till dricksvattenförsörjning i området förloras. Kostnader kan förväntas uppstå för viktiga samhällsfunktioner, verksamheter och konsumenterna av dricksvatten och värderas genom;

- Vinstförluster (verksamheter)
- Ersättningskostnader för alternativ dricksvattenförsörjning (verksamheter, offentlig sektor)
- Betalningsviljan för att säkra god vattenkvalitet (konsumenter)
 - Utgångspunkten för denna konsekvens är att konsumenterna föredrar naturligt rent grundvatten framför vatten som förorenats och sedan behöver renas eller på annat sätt behandlas.

Den samhällsekonomiska nyttan för dricksvattenförsörjningen av de åtgärdsförslag som här analyseras bygger på att sannolikheten för förorening reduceras. Vid den ekonomiska workshoppen identifierades vilka ekonomiskt intressanta värden inom Helsingborgssandstenens utbredningsområde som riskerar att påverkas av föroreningen.



Figur 6-3. Helsingborgssandstenens utbredningsområde.

De verksamheter som pekades ut som relevanta att titta närmare på var:

- Dricksvattenförsörjning till Helsingborg stad
- Reservdricksvattenuttag till Lasarettet
- Uttag för kommersiell försäljning av bordsvatten vid Ramlösa
- Uttag för kommersiell försäljning av bordsvatten vid H2
- Dricksvattenuttag till civilförsvarsanläggningen Finken

Grundförutsättningar för värdering. Helsingborgssandstenens utbredningsområde är uppskattningsvis 22 600 ha. Enligt uppgifter från SGU är nybildningen av grundvatten inom detta område mellan 11,3 och 19,2 miljoner kubikmeter per år. Baserat på en normal årlig vattenförbrukning på 60 m³/år per personekvivalent skulle det kunna försörja mellan 188 000 och 320 000 personenheter per år med dricksvatten. I nuläget finns endast reservbrunnar. På workshopen uppgav dock representanten från NSVA att de har som mål att ha möjlighet att kunna producera 50 % av *Helsingborgs* behov från Helsingborgssandstenen, dvs. motsvarande 3,3 miljoner m³/år (baserat på 110 000 invånare och 60 m³/år per personenheter).

En översiktlig sammanställning av tidigare studier på ersättningskostnaden för dricksvattenförsörjning med uppgifter från Livsmedelsverket visar att det ligger mellan 7000–15 000 kr/p.e. för fall med liknande antal anslutna som i Helsingborg (Palmqvist, 2012). Siffrorna är tagna från en studie från 1990-talet över ersättningskostnaden för en ny vattentäkt i Uppsala med drygt 100 000 anslutna värderad till ca 15 000 kr/p.e. uttryckt i dagens prisnivå, samt en studie från Växjö och Alvesta kommuner (70 000 brukare) där totalkostnaden hamnat på 490 miljoner kronor för att ta fram en ny grundvattentäkt, dvs. 7000 kr/p.e. Till beräkningar av det **mest troliga värdet** används kostnaden i mitten av detta intervall, dvs. 11 000 kr/p.e. På grund av den osäkerhet som finns i uppskattningen av ersättningskostnaden används det övre värdet på 15 000 kr/p.e. till beräkningar av **högsta rimliga värde**.

Den totala ersättningskostnaden för grundvattnet inom hela Helsingborgssandstenen uppskattas därmed i det mest troliga scenariot till mellan 2,1 miljarder kr (11 000 kr/p.e.*188 000 p.e.) och 3,5 miljarder kr (11 000 kr/p.e.*320 000 p.e.). *Det är dock oklart om beräkningarna i de tidigare studierna endast omfattar investeringskostnaden eller om även nuvärdet av drift- och underhållskostnader under ersättningstäktens livstid ingår.* Antaget att studierna även tagit hänsyn till drift och underhåll och att livslängden på ledning och pumpstationer m.m. har en livslängd på 50 år kan årskostnaden (annuiteten) i det mest troliga scenariot beräknas till 90 resp. 150 Mkr/år för 188 000 och 320 000 anslutna.⁴ Per ansluten motsvarar detta cirka 470 kr/år i båda fallen. I scenariot för högsta rimliga värde är årskostnaden istället uppskattad till 640 kr per ansluten och år, baserat på en ersättningskostnad på 15 000 kr/p.e. enligt ovan.

Ett annat värde som går förlorat om grundvattnet blir obrukbart för uttag av dricksvatten är förutom att vattentillgången behöver ersättas, också en förlust av värdet av andra grundvattentjänster och en högre dricksvattenkvalitet. I en studie från Danmark (NERI, 2005) konstateras att konsumenterna föredrar naturligt rent grundvatten framför vatten som förorenats och sedan behöver renas. Detta kan tolkas som att konsumenter värderar grundvatten utifrån andra egenskaper än bara tillgång till dricksvatten, i form av vetskapen om att grundvattnet håller en god kvalitet från början och tillhandahåller

⁴ Annuitet = $2\,100\,000\,000 * 0,035 / (1 - 1,035^{-50}) = 89\,530\,790$

grundvattentjänster. I studien tillfrågades ett representativt urval av den danska befolkningen (1800 respondenter) om sin betalningsvilja för utökat vattenskydd som säkerställer god grundvattenkvalitet, respektive för vatten som renas. Mellanskillnaden kan alltså anses mäta det ”tillkommande” värde som utökat vattenskydd ger utöver att säkerställa att drickbart vatten finns i kranen.

Resultaten från studien indikerar att betalningsviljan per hushåll och år för renat dricksvatten är 912 DKK, medan motsvarande betalningsvilja för naturligt rent grundvatten, inklusive dess grundvattentjänster, är 3104 DKK. Mellanskillnaden, 2192 DKK per hushåll och år, blir omräknat till SEK och uttryckt i dagens prisnivå 3080 kr per hushåll och år, eller ca 1500 kr per person och år.

Ramlösa. För Ramlösa konstaterades av deltagarna på workshopen att förvisso står stora kommersiella värden på spel men de bedömde att det inte finns någon sannolikhet att föreningen vid Råven skulle sprida sig till deras brunn ens i referensalternativet, eftersom brunnen inte ligger nedströms föroreningskällan och är utanför det yttre begränsningsområdet. Det innebär att ingen risk finns för Ramlösa och inget åtgärdsalternativ ger någon ytterligare nytta jämfört med referensalternativet.

Lasarettet. Vid Helsingborgs lasarett, väster om och rakt nedströms Råven, finns en nödvattenbrunn som ska fungera som reserv och göra lasarettet självförsörjande vid behov. De har ett tillstånd på 550 000 m³/år vilket skulle räcka till en årsförbrukning för 9000 personenheter. Lasarettet har dock endast 400 vårdplatser och 2500 anställda⁵, och det är i detta fallet mer rimligt på att räkna på faktisk förbrukning eftersom uttaget styrs av behov snarare än vinst i ett företag. Antaget att de anställda spenderar 8 timmar per dygn på lasarettet 250 dagar om året ger det ett årsbehov av dricksvatten för motsvarande 971 personenheter ($400+2500*8/24*250/365$ p.e.), vilket med en förbrukning på 60 m³/p.e. och år ger 58 200 m³/år.

Som nämnts ovan antas det i referensalternativet vara nödvändigt att inrätta ett begränsningsområde om inga åtgärder genomförs, se Figur 6-2. Inom det yttre begränsningsområdet, där lasarettet ligger, krävs tillståndsplikt för brunnar som är avsedda för grundvattenuttag. Enligt WSP (2014) är anledningen till att tillståndsplikt föreslås gälla för brunnar för grundvattenuttag, och inte förbud, att risken för att det idag förorenade området påverkas hydrauliskt kan vara mycket olika beroende på storleken på vattenuttaget och på vilken nivå det görs. Tillstånd kan ges i vissa fall, t.ex. om uttaget är en del av en grundvattenvärmeanläggning, där återinfiltration sker. Innebörden av detta är att uttag av grundvatten för dricksvattenförsörjning antagligen normalt inte kommer ges tillstånd vid införande av detta begränsningsområde.

Kostnaden av detta motsvarar ersättningskostnaden för alternativt dricksvatten under den tiden begränsningsområdet är aktivt, vilket utan åtgärder är under lika lång tid som MNA (kontrollerad naturlig nedbrytning) tillämpas, dvs. i 30 år i referensalternativet. Då detta är en nödvattentäkt och tillgången till dricksvatten är det väsentliga antas inga ytterligare värden kopplade till grundvattnet vara aktuella. Givet 971 p.e. uppgår nuvärdet av den årliga ersättningskostnaden på 470 kr per år och ansluten under 30 år i det mest troliga scenariot av referensalternativet till 8,2 miljoner kr. Det högsta rimliga värdet är på samma sätt ca 11 miljoner kr ($640 \text{ kr/p.e.} * 971 \text{ p.e./år.}$).

⁵ <https://www.dagensmedicin.se/taggar/h/helsingborgs-lasarett/>

- Alternativ 1: Enligt vad som uppgavs på den ekonomiska workshopen är inte åtgärderna i alt. 1 tillräckliga för att helt eliminera risken för kontaminering vid lasarettets brunn. Det antas därför att tillståndsplikten gäller under hela tiden för MNA, vilket i alternativ 1 liksom i referensalternativet är 30 år. Det är därför ingen skillnad mot referensalternativet och **nyttan av alternativ 1 är därmed 0 kronor.**
- Alternativ 2: Inte heller åtgärderna i alt. 2 är tillräckliga för att helt eliminera risken för kontaminering vid lasarettets brunn enligt workshopdeltagarnas bedömning. Det antas därför i det mest troliga scenariot att tillståndsplikten gäller under hela tiden för MNA, vilket i alternativ 2 är 15 år.
 - En nytta uppstår då jämfört med referensalternativet under år 16–30 som motsvarar nuvärdet av en undviken ersättningskostnad på $971 \cdot 470 \text{ kr} = 456\,370 \text{ kr}$ per år. **Den mest troliga nyttan av alternativ 2 är därmed 2,9 Mkr.**
 - Osäkerheter finns dock i om tillstånd ges eller inte, med tanke på den viktiga samhällsfunktionen som nödvattenbrunnen innebär, och i uppskattningen av ersättningskostnaden. Om lasarettet ändå ges tillstånd att ta ut vatten kan detta göras först när åtgärderna enligt alt. 2 är genomförda, vilket tar 4 år. Den högsta rimliga nyttan motsvarar därmed nuvärdet av en undviken ersättningskostnad under år 5–30 på $971 \cdot 640 \text{ kr}$ per år, vilket summeras till 8,8 Mkr.
- Alternativ 3, 4 och 5: Efter att dessa åtgärder genomförts gjordes under workshopen bedömningen att sannolikheten för kontaminering är lika med noll. I det mest troliga scenariot innebär det att en nytta uppstår under åren från efter sanering till år 30.
 - I alt 3 och 4 görs åtgärderna på 4 år, och **den mest troliga nyttan av dessa alternativ motsvarar därmed** nuvärdet av en undviken ersättningskostnad under år 5–30 på $971 \cdot 470 \text{ kr}$ per år, vilket summeras till **6,5 Mkr.**
 - Den högsta rimliga kostnaden i dessa alternativ är precis som i alt. 2 8,8 Mkr.
 - I alt 5 görs åtgärderna på 2 år. **Den mest troliga nyttan för detta alternativ motsvarar därmed** nuvärdet av en undviken ersättningskostnad under år 3–30 på $971 \cdot 470 \text{ kr}$ per år, vilket summeras till **7,3 Mkr.**
 - Den högsta rimliga kostnaden för alt. 5 är nuvärdet av en undviken ersättningskostnad under år 3–30 på $971 \cdot 640 \text{ kr}$ per år, totalt 10 Mkr.

H2. Inom det yttre begränsningsområdet, ca 700 m norr om Råven, ligger verksamheten H2 som är en tillverkare av bordsvatten. De har en vattendom för bordsvattentillverkning på $182\,000 \text{ m}^3/\text{år}$ (182 miljoner liter) men det har inte funnits någon drift sedan 2000-talet och verksamheten är nu vilande. Under workshopen framkom att området nu också verkar vara på gång att exploateras i andra syften. Det

mest troliga scenariot är därför att H2 inte kommer bedriva någon verksamhet oavsett om åtgärder genomförs eller inte. Jämfört med referensalternativet är **den mest troliga nyttan därmed 0 kr i samtliga alternativ**.

Den högsta rimliga nyttan är dock precis som för lasarettet kopplat till om och när verksamheten kan bedrivas utifrån de regler kring dricksvattenuttag som gäller inom det yttre begränsningsområdet. Det värde som i detta fall står på spel är den vinst som företaget gör på försäljning av bordsvatten. Försäljningspriset på kolsyrat vatten från grossist är ca 5–10 kr/liter, beroende på förpackningens storlek. Vinsten beror i sin tur på verksamhetens kostnader. Marginalerna inom livsmedelsbranschen ligger på 3–4 procent⁶, men producenter har normalt ännu lägre marginaler. Uppskattningsvis görs en vinst på några ören till max 40 öre (10 kr/liter*4%) per liter vatten (eller ca 150–400 kr/m³). Totalt finns då ett potentiellt värde för H2s vattendom på 27–73 miljoner kr per år. Verkligheten är dock troligen en annan och det är fler faktorer än marginaler i branschen som styr en enskild verksamhets lönsamhet, som t.ex. konkurrens och stordriftsfördelar, annars skulle sannolikt inte H2s verksamhet vara vilande. Ramlösa säljer t.ex. 90 miljoner liter per år, dvs. hälften av mängden i den vattendom som H2 besitter. En mer rimlig utveckling på kort sikt är kanske därför att de kan sälja motsvarande 10 % av den mängd Ramlösa säljer, dvs. 9 miljoner liter, till ett värde av 1,4–3,6 Mkr per år. Nedan beskrivs den **högsta rimliga nyttan** i varje åtgärdsalternativ. Samma antaganden kring sannolikhet för kontaminering och möjlighet till att få tillstånd gäller som för lasarettet ovan.

- Alternativ 1: Det är ingen skillnad mot referensalternativet och nyttan av alt. 1 är därmed 0 kronor.
- Alternativ 2–4: Om H2 ges tillstånd att ta ut vatten kan detta göras först när åtgärderna är genomförda, vilket tar 4 år i alt. 2–4. Den högsta rimliga nyttan motsvarar därmed nuvärdet av verksamhetens vinst under år 5–30 på 3,6 Mkr per år, vilket summeras till 51 Mkr.
- Alternativ 5: Den högsta rimliga nyttan motsvarar därmed nuvärdet av verksamhetens vinst under år 3–30 på 3,6 Mkr per år, vilket summeras till 58 Mkr.

Finken. En granne till H2 är Civilförsvarsanläggningen Finken (samlingsplats för stadens ledning). Den ska vara en självförsörjande anläggning när det gäller el och vatten. Vilande just nu, men kan komma att reaktiveras. Precis som för H2 är det mest troliga scenariot att anläggningen inte kommer användas för uttag av dricksvatten, eftersom det endast behövs vid ett krig eller andra katastrofer (undantag är övningar). Det finns dock ett optionsvärde i möjligheten att ha en självförsörjande civilförsvarsanläggning. Det finns dock inga bestämda mängder vatten kopplade till Finkens uttag. Nyttan antas istället ingå som en del av nästa post, dricksvattenförsörjning till Helsingborg stad.

Dricksvattenförsörjning Helsingborg. Enligt diskussioner på workshoppen finns det ingen sannolikhet att just föreningen vid Råven enskilt riskerar hela värdet av grundvattentillgången inom Helsingborgssandstenen. Det mål som finns för dricksvattenförsörjning på 50 % av Helsingborgs stads behov, motsvarande ca 1/3–1/5 av den totala grundvattentillgången inom Helsingborgssandstenen, kan därför nås även

⁶ <https://www.svd.se/vinstmaskinen-ica--lonsammast-i-europa>

i referensalternativet. Liknande föroreningar finns dock på flera ställen och varje förorening innebär en inskränkning av resursen, som tillsammans kan hota en framtida försörjning. Ett rimligt sätt att värdera varje förekomst är därför att titta på hur stor del av tillgången som inskränks av den enskilda föroreningen. För Råven är begränsningsområdet ca 500 ha (se Figur 6–2). Nybildningen av grundvatten inom hela området är i snitt 15,3 miljoner kubikmeter per år. Hela sandstensformationen är ca 22 600 ha, vilket innebär att begränsningsområdet motsvarar ca 2,2 %, eller 338 000 m³ vatten per år. Antaget att lasarettet förbrukar 58 200 m³/år och H2 maximalt 9 000 m³/år kvarstår 271 000 m³/år. Den mängden skulle kunna försörja drygt 4 500 personenheter per år.

Värdet av grundvattentillgången är som beskrivits ovan ersättningskostnaden på 470 kr/person och år samt betalningsviljan för naturligt rent grundvatten, inklusive dess grundvattentjänster, på 1 500 kr/person och år. Det totala värdet uppskattas därmed till ca 9 Mkr/år (4 500 p.e.*(1 500+470) kr/p.e.).

- Alternativ 1: Begränsningsområdet antas gälla under hela tiden för MNA, vilket i alternativ 1 likt referensalternativet är 30 år. Det är därför ingen skillnad mot referensalternativet och **nyttan av alternativ 1 är därmed 0 kronor.**
- Alternativ 2: Det antas att begränsningsområdet gäller under hela tiden för MNA, vilket i alternativ 2 är 15 år.
 - En nytta uppstår då jämfört med referensalternativet under år 16–30 som motsvarar nuvärdet av värdet av dricksvattentillgången på 9 Mkr per år. **Den mest troliga nyttan av alternativ 2 är därmed 58 Mkr.**
 - Osäkerheter finns i uppskattningen av ersättningskostnaden. Den högsta rimliga nyttan motsvarar därmed nuvärdet av värdet av dricksvattentillgången med den högre ersättningskostnaden på 640 kr per person och år, totalt ca 10 Mkr/år (4 500 p.e.*(1 500+640) kr/p.e.) under år 16–30, vilket summeras till 63 Mkr.
- Alternativ 3, 4 och 5: Efter att dessa åtgärder genomförts gjordes under workshopen bedömningen att sannolikheten för kontaminering är lika med noll. Det antas därför att det yttre zonen av begränsningsområdet kan lyftas efter genomförd åtgärd. Den inre zonen på 25 ha antas istället gälla under lika lång tid som den kontrollerade naturliga nedbrytningen (MNA) behöver vara igång. I det mest troliga scenariot innebär det att en nytta för dessa alternativ enligt följande:
 - I alt 3 och 4 görs åtgärderna på 4 år och tiden för MNA är 15 år. **Den mest troliga nyttan av dessa alternativ beräknas därmed till 124 Mkr**, vilket är nuvärdet av 9 Mkr/år*475/500 under år 5–15 samt 9 Mkr/år under år 16–30.
 - Den högsta rimliga kostnaden i dessa alternativ är med den högre ersättningskostnaden totalt 135 Mkr.
 - I alt 5 görs åtgärderna på 2 år och tiden för MNA är 8 år. **Den mest troliga nyttan av dessa alternativ beräknas därmed till 142 Mkr**,

vilket är nuvärdet av 9 Mkr/år*475/500 under år 3–8 samt 9 Mkr/år under år 9–30.

- Den högsta rimliga kostnaden i alternativ 5 är med den högre ersättningskostnaden 154 Mkr.

Tabell 6-3. Summerande tabell över totalnytta i miljoner kronor för övriga miljöförbättringar inkl. ökad tillgång på övriga ekosystemtjänster (B3c)

		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Lasarettet	Troliga	0	2,9	6,5	6,5	7,3
	P95	0	8,8	8,8	8,8	10
H2	Troliga	0	0	0	0	0
	P95	0	51	51	51	58
Dricksvatten	Troliga	0	58	124	124	142
	P95	0	63	135	135	154
Totalt, Mkr	Summa troliga värden	0	61	131	131	149
	<i>Summa av P95-värden</i>	0	123	195	195	222

B4. Andra positiva externa effekter än B2 och B3

En efterbehandling skulle leda till att tidsrymden för då ett begränsningsområde behöver vara aktivt blir kortare (se vidare nedan), vilket leder till att den ovanstående fastighetsvärdeminskningen i referensalternativet upphör tidigare. I förhållande till referensalternativet uppstår därmed en ekonomisk nytta till följd av efterbehandlingen. Detta är en extern effekt som läggs i nyttoposten B4. Hur stor nyttoposten blir beror på utformningen av de olika åtgärdsalternativen.

Först ska konstateras att även om efterbehandling genomförs kommer restriktioner mot borrhning och andra markåtgärder att kvarstå för ett mindre antal småhusfastigheter. Av åtgärds målen framgår att ”Spridning av föroreningar till grundvattnet i den ytligare delen i Helsingborgssandstenen (från markytan och ner till 35–40 meters djup) får inte vara större än att borrhning och andra markarbeten kan utföras utan restriktioner eller särskilda åtgärder, undantaget fastigheter i källområdet i direkt anslutning till Råven 58 (troligen Råven 57-58, Råven 3, Råven 17 och Råven 50-55).” Detta antas innebära att värdeminskningen för dessa 10 småhusfastigheter kvarstår för alla åtgärdsalternativ ända tills begränsningsområdet upphör för just dessa fastigheter efter 30 år. År 30 antas dock dessa 10 fastigheter få en värdeökning enligt följande:

- Scenario 1 %: $0,01 \times 10 \times 3,8 = 0,4$ Mkr
- Scenario 3 % (mest troliga): $0,03 \times 10 \times 3,8 = 1,1$ Mkr
- Scenario 5 % (högsta rimliga): $0,05 \times 10 \times 3,8 = 1,9$ Mkr

Nästa sak att beakta är att det kan vara rimligt att den inre zonen inom begränsningsområdet kvarstår under en viss tidsperiod även om åtgärd vidtas. En åtgärd innebär nämligen inte att spridningsrisken för föroreningarna försvinner omedelbart. Det antas därför föreligga behov av begränsningsområde i den inre zonen under lika lång tid som den kontrollerade naturliga nedbrytningen (MNA) behöver vara igång. Denna tid är 30 år för alternativ 1, 15 år för alternativ 2–4 och 8 år för alternativ 5. För fastighetsvärdeminskningen innebär detta följande för det mest troliga scenariot, -3 %, respektive det högsta rimliga scenariot, -5 %, för de olika åtgärdsalternativen:

- Alternativ 1: Fastighetsvärdeminskningen inträffar år 0 när begränsningsområdet införs, men fastighetsvärdena återställs år 30 när begränsningsområdet upphör. Detta är identiskt med referensalternativet.
 - Enligt det mest troliga scenariot inträffar en fastighetsvärdeminskning år 0 med 16,1 Mkr. År 30 antas fastighetsvärdena öka med 16,1 Mkr i och med att begränsningsområdet upphör.
 - Nuvärdet av detta är: $-16,1 + 16,1/1,035^{30} = -10,4$ Mkr.
 - **Nytan av alternativ 1 i förhållande till referensalternativet är därmed 0 kronor**, eftersom nuvärdet för alternativ 1 är lika stort som nuvärdet för referensalternativet.
 - Samma resultat gäller för det högsta rimliga scenariot.
- Alternativ 2, 3 och 4: Fastighetsvärdeminskningen inträffar år 0 när begränsningsområdet införs, men fastighetsvärdena återställs år 15 när begränsningsområdet upphör, förutom fastighetsvärdena för de 10 småhusfastigheterna närmast källområdet, som återställs år 30.
 - Enligt det mest troliga scenariot inträffar en fastighetsvärdeminskning år 0 med 16,1 Mkr. År 15 antas fastighetsvärdena öka med 16,1 - 1,1 = 15,0 Mkr och år 30 antas fastighetsvärdena öka även för de 10 fastigheterna närmast källområdet med 1,1 Mkr.
 - Nuvärdet av detta är: $-16,1 + 15,0/1,035^{15} + 1,1/1,035^{30} = -6,8$ Mkr.
 - **Nytan av alternativ 2, 3 och 4 i förhållande till referensalternativet är därmed -6,8 - (-10,4) = 3,6 Mkr.**
 - För det högsta rimliga scenariot blir nuvärdet istället: $-26,8 + (26,8 - 1,9)/1,035^{15} + 1,9/1,035^{30} = -11,3$ Mkr, vilket ger en nytta av alternativ 2, 3 och 4 som uppgår till $-11,3 - (-17,3) = 6,0$ Mkr.
- Alternativ 5: Fastighetsvärdeminskningen inträffar år 0 när begränsningsområdet införs, men fastighetsvärdena återställs år 8 när begränsningsområdet upphör, förutom fastighetsvärdena för de 10 småhusfastigheterna närmast källområdet, som återställs år 30.
 - Enligt det mest troliga scenariot inträffar en fastighetsvärdeminskning år 0 med 16,1 Mkr. År 8 antas fastighetsvärdena öka med 16,1 - 1,1 = 15,0 Mkr och år 30 antas fastighetsvärdena öka även för de 10 fastigheterna närmast källområdet med 1,1 Mkr.
 - Nuvärdet av detta är: $-16,1 + 15,0/1,035^8 + 1,1/1,035^{30} = -4,3$ Mkr.

- **Nyttan av alternativ 5 i förhållande till referensalternativet är därmed $-4,3 - (-10,4) = 6,1$ Mkr.**
- För det högsta rimliga scenariot blir nuvärdet istället: $-26,8 + (26,8 - 1,9)/1,035^8 + 1,9/1,035^{30} = -7,2$ Mkr, vilket ger en nytta av alternativ 5 som uppgår till $-7,2 - (-17,3) = 10,1$ Mkr.

Tabell 6-4. Totalnytta i miljoner kr för andra positiva externa effekter än B2 och B3 (B4).

		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Totalt, Mkr	Troliga	0	3,6	3,6	3,6	6,1
	P95	0	6,0	6,0	6,0	10,1

6.2.2.2 Kostnader

C1. Åtgärds-kostnader

Uppskattade åtgärds-kostnader har tagits fram av Conviro och finns redovisade i riskvärderingen (Conviro, 2015). Kostnadsberäkningarna i denna rapport utgår till stor del från dessa. Antaganden kring osäkerheter har diskuterats fram tillsammans med deltagare på workshopen. I Tabell 6-5 återfinns de kostnadsposter som har inkluderats i åtgärds-kostnaderna.

Tabell 6-5. Uppskattade åtgärds-kostnader i miljoner kr för referensalternativet och de olika EBH-alternativen.

	Ref alt.	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Kostnad genomförande (C1d)	3 – 7	14–28	17–31	22–40	33–55	50–74
Kostnad undersökning (C1a)	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9	6 – 9
Kostnad förberedelser (C1b)	2 – 3	3 – 4	3 – 5	3 – 5	4 – 6	4 – 6
Totalt, Mkr	11 – 19	23 – 41	26 – 45	31 – 53	43 – 70	60 – 89

För att beräkna kostnaderna jämfört med referensalternativet har ett min-maxintervall tagits fram. Minimum har beräknats genom att jämföra lägsta kostnad i alternativen med högsta kostnad i referensen, det omvända gäller för beräkning av maximum. Den mest troliga kostnaden har sedan antagits vara i mitten av detta nya intervall. Notera att kostnaden för undersökning är densamma i referens och alla alternativ.

För att beräkna den högsta rimliga kostnaden har ett nytt max beräknats beroende på hur stora osäkerheter som finns i genomförandekostnad för alla alternativ. På

workshopen fastslogs att den övre gränsen i intervallet för genomförandekostnad inte bör ses som ett tak, utan att kostnaden kan bli ännu högre om inte allt går som planerat, t.ex. om oväntade svårigheter uppstår eller att ytterligare en injektering behöver genomföras för att få effekt. I detta hänseende antogs alternativ 2–4 vara de mest osäkra, och det har därför lagts till ytterligare 30 % på den övre gränsen. Alt 5 är mer robust, och det har gjorts en mindre gardering för detta alternativ, 10 % ytterligare på den övre gränsen. Alternativ 1 är kostnadsmässigt säkrare än övriga, eftersom åtgärden är mindre omfattande. Ingen ytterligare osäkerhet har därför lagts till kostnaden för alt. 1. Tabell 6-6 visar resultatet av beräkningarna av mest troliga och högsta rimliga kostnad.

Tabell 6-6. Åtgärds-kostnader i miljoner kr för de olika EBH-alternativen jämfört med referensalternativet (C1).

		Troliga	P95
Alt 1 - ref	C1b	1	2
	C1d	16	25
Alt 2 - ref	C1b	1,5	3
	C1d	19	37,3
Alt 3 - ref	C1b	1,5	3
	C1d	26	49
Alt 4 - ref	C1b	2,5	4
	C1d	39	68,5
Alt 5 - ref	C1b	2,5	4
	C1d	57	78,4

C3b. Försämrad miljö i omgivningen

I denna fallstudie fokuserar vi på de koldioxidutsläpp som livscykelanalysen kartlagt. Tidigare studier har även räknat på kostnaden av t.ex. buller och olycksrisker vid transporter, men eftersom det nu handlar om *in situ*-åtgärder och antalet transporter är begränsat vilket gör att kostnaden kan antas vara relativt liten. Erfarenhet från fallstudier med en stor mängd schaktarbete har visat att kostnaden av externa effekter även då är liten jämfört med åtgärds-kostnaden. Mer information om livscykelanalysen finns i avsnitt 4.1.1.

Kostnaden av CO₂-utsläpp är enligt Trafikverkets metod för samhällsekonomiska analyser 1,14 kr/kg CO₂-eq (ASEK 6.1, Trafikverket, 2018).

Tabell 6-7. Totalkostnad i miljoner kr för försämrad miljö i omgivningen (C3b).

		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
CO ₂ -eq (kg)	Troliga	15 069	82 661	183 584	263 823	275 777
	P95	20 824	120 515	271 899	379 692	376 803
Totalt, Mkr	Troliga	0,017	0,09	0,21	0,30	0,31
	P95	0,024	0,14	0,31	0,43	0,43

6.3 Kommentarer

En sammanställning av kostnaderna och nyttorna ges i Tabell 6-8 där även osäkerhet i monetariseringarna i beräkningarna framgår genom att ett mest troliga och ett högsta rimligt värde har angetts för samtliga poster. För icke-monetariserade poster se genomgången i Tabell 6-1 resp. Tabell 6-2. Samtliga alternativ har ett positivt nettonuvärde, förutom alternativ 1 där inga nyttor av monetär betydelse i jämförelse med referensalternativet har identifierats. Alternativ 3 och 4 har liknande nyttor, men alt 3 har ett högre nettonuvärde tack vare lägre kostnader. Alternativ 5 har högst nytta, men de höga kostnaderna gör att nettonuvärdet i det mest troliga scenariot är lägre än för alternativ 3. Störst osäkerhet finns kring resultatet för alternativ 2, där det högsta rimliga nettonuvärdet är dubbelt så högt, vilket till stor del beror på osäkerheten kring effekten av åtgärden och vad det innebär för möjligheten att ta ut dricksvatten.

Tabell 6-8. Sammanställning av nuvärdesberäkningar (Mkr) och bedömning av osäkerhet.

		Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5
Nyttoposter						
B3c. Ökad tillgång på övriga ekosystemtjänster	Summa troliga värden	0	61	131	131	149
	Summa av P95-värden	0	123	195	195	222
B4. Andra positiva effekter	Troliga	0	3,6	3,6	3,6	6,1
	P95	0	6,0	6,0	6,0	10,1
Kostnadsposter						
C1. Åtgärds kostnader	Troliga	17	20,5	27,5	41,5	59,5
	P95	27	40,3	52	72,5	82,4
C3b. Försämrad miljö i omgivningen	Troliga	0,017	0,09	0,21	0,30	0,31
	P95	0,024	0,14	0,31	0,43	0,43
Nettonuvärde, Mkr	Summa troliga värden	-17,0	44,0	106,9	92,8	95,3
	Summa av P95-värden	-27,0	88,6	148,7	128,1	149,3

7 Resultat

SCORE-analysen är först och främst genomförd utifrån de bästa skattningar man gjort på workshoppar och i den ekonomiska analysen, det s.k. bas-scenariot, se avsnitt 7.1.

Dessutom har SCORE-analysen genomförts för ytterligare scenarier för att undersöka under vilka förutsättningar som rankningen av de fem alternativen i SCORE-analysen kan komma att ändras. Vid diskussionen vid mötet i Helsingborg 2018-12-19 beslutades att undersöka hur bra *in situ*-åtgärderna för Alternativ 3 behöver vara m.a.p. effekter på grundvatten för att få högre rankning än Alternativ 4 eller 5. Eftersom det är så tung viktning för effekter på grundvatten med avseende på förändringar på källan off-site, är det endast denna poäng som undersöks i scenarierna. Tabell 7-1 redovisar de förändringar i SCORE-analysen som har gjorts för scenario 1 och 2 relativt bas-scenariot. Resultaten för scenario 1 och 2 redovisas i avsnitt 7.2 respektive 7.3.

Tabell 7-1. Bedömning av effekter för effekter på Grundvatten off-site i den miljömässiga domänen för scenario 1 och 2. L: Lägsta rimliga poäng, M: Mest troliga poäng, H: Högsta rimliga poäng. RA: effekter till följd av genomförandet av efterbehandlingen. SC: effekter till följd av förändringar i källförorening. IF: inga förändringar från bas-scenariot.

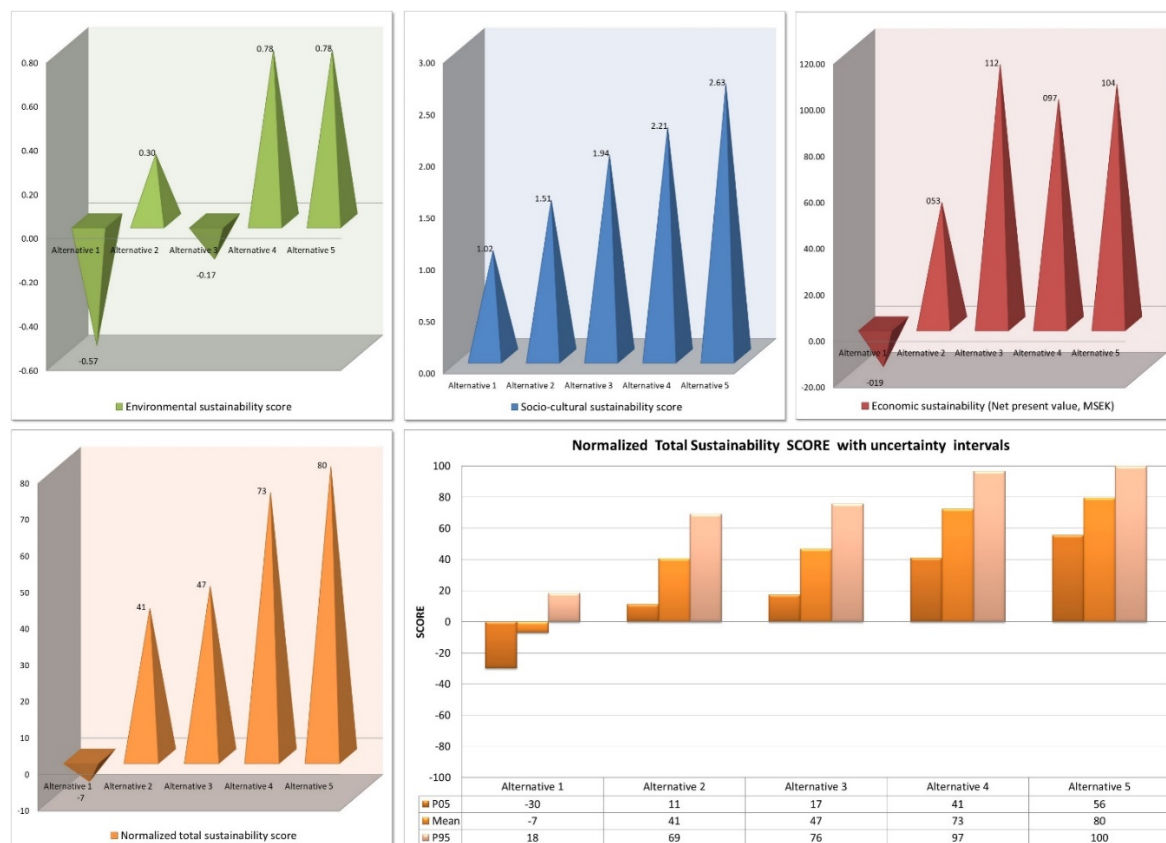
	Indikator	Alternativ 1			Alternativ 2			Alternativ 3			Alternativ 4			Alternativ 5		
		L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H	L	M	H
Bas-scenario	Grundvatten SC On-Site	-5	2	4	-1	4	6	-1	4	6	2	7	9	5	8	10
	Grundvatten SC Off-Site	-6	1	2	0	3	5	1	4	6	3	8	9	6	9	10
Scenario 1	Grundvatten SC On-Site	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
	Grundvatten SC Off-Site	IF	IF	IF	IF	IF	IF	3	6	8	IF	IF	IF	IF	IF	IF
Scenario 2	Grundvatten SC On-Site	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF	IF
	Grundvatten SC Off-Site	IF	IF	IF	IF	IF	IF	3	7	8	IF	IF	IF	IF	IF	IF

7.1 Bas-scenario

Utgångspunkten i SCORE-analysen är de fem alternativ som har beskrivits i avsnitt 3.5 samt de poäng, kostnader och nyttor som har redovisats i avsnitt 4, 5 och 6. Den detaljerade SCORE-rapporten redovisas i Bilaga H. I Figur 7-1 redovisas resultatet av analysen dels för varje domän och dels som det sammanvägda indexet.

I den miljömässiga domänen får alternativ 4 och 5 mest positiv effekt. I den sociala domänen får alla alternativ positiv effekt, ökande positiv effekt med mer omfattande åtgärdsinsatser. I den ekonomiska domänen får alla alternativ utom 1 positivt förväntat nettovärde. Utifrån de antaganden och beräkningar som redovisas i kapitel 6 är den förväntade ekonomiska nyttan av att skydda grundvattnet högt, speciellt för alternativ 3 – 5, och överväger därför åtgärdskostnaderna.

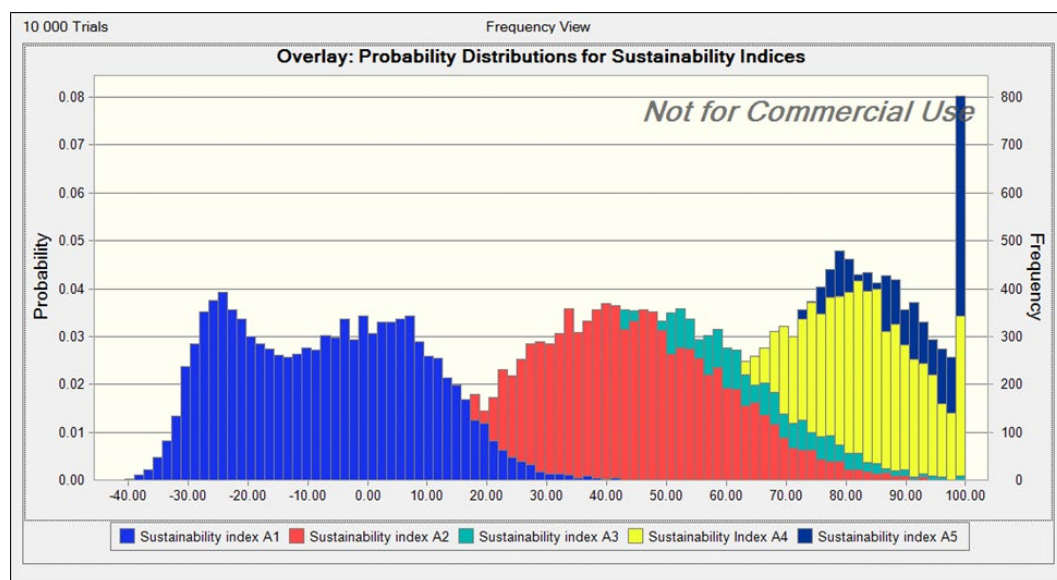
Det sammanvägda indexet är högst för alternativ 5 (+80), därefter alternativ 4 (+73), alternativ 3 (+47), alternativ 2 (+41) och slutligen alternativ 1 (-7). Alternativ 2, 4 och 5 indikerar stark hållbarhet på domännivå, men inget alternativ uppvisar stark hållbarhet på kriterienivå (dvs. att det inte finns några negativa effekter på kriterienivå). För alternativ 1 och 3 gäller att den miljömässiga domänen totalt är negativ (dvs. de negativa effekterna överväger de positiva) och för alternativ 1 är även den ekonomiska domänen totalt negativ.



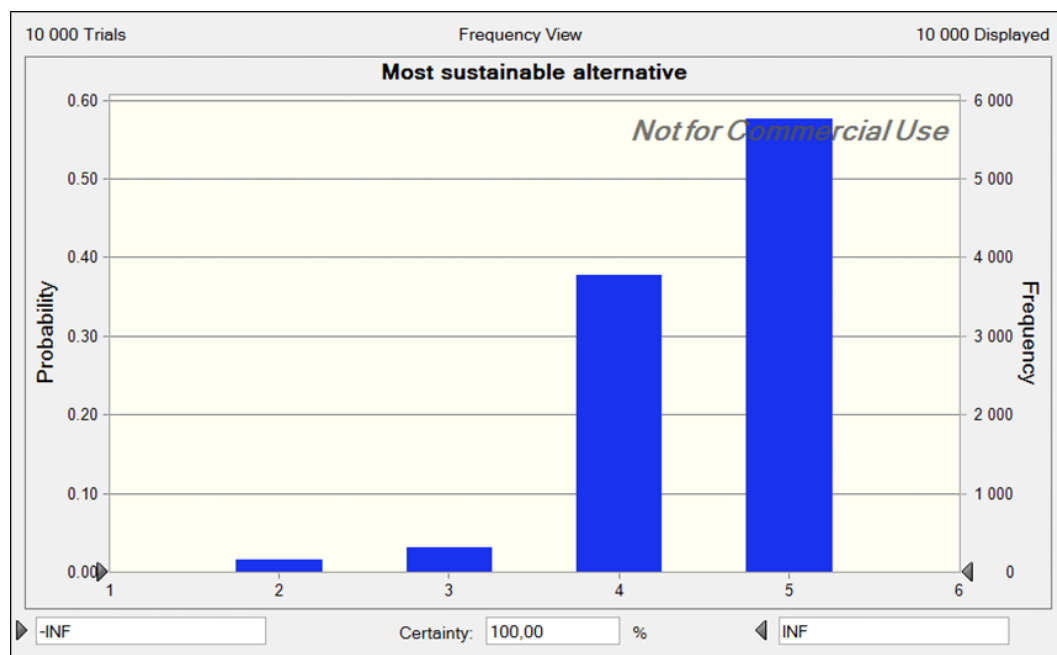
Figur 7-1. Resultat av SCORE-analysen för bas-scenariot. De gröna pyramiderna redovisar den simulerade totala poängen för varje alternativ i den miljömässiga domänen. De blå pyramiderna redovisar den simulerade totala poängen för varje alternativ i den sociala domänen. De röda pyramiderna redovisar det simulerade medelnettonuvärdet för varje alternativ i den ekonomiska domänen. De orangea pyramiderna redovisar det normaliserade sammanvägda indexet för varje alternativ. De orangea staplarna redovisar 5-, 50- och 95-percentilen av det sammanvägda indexet för varje alternativ.

Eftersom alla poäng och alla ekonomiska poster (d.v.s. kvantifierade kostnader samt nyttor) är tilldelade en osäkerhetsfördelning, kan också slutresultatet (i det här fallet det sammanvägda indexet) redovisas i form av en osäkerhetsfördelning, se Figur 7-2. I figuren kan man se att alla de resulterande fördelningarna i viss mån överlappar varandra, d.v.s. det finns en osäkerhet omkring vilket alternativ som får högst index. Ett annat sätt att visa den här informationen presenteras i Figur 7-3. Här presenteras hur stor sannolikheten är att ett visst alternativ skall få högst sammanvägt index. Endast för

alternativ 4 och 5 finns det en hög sannolikhet att dessa skall få högst index, men sannolikheten är störst för alternativ 5. Tillsammans har de en sannolikhet på över 90% att något av dessa alternativ skall få högst index, dvs. rankas högst i analysen. Detta innebär att det utifrån en hållbarhetsanalys med SCORE med stor säkerhet är rimligt att göra en omfattande åtgärd vid Blekingegatan.



Figur 7-2. Fördelningarna för de beräknade sammanvägda indexen för de analyserade alternativen. Flera av fördelningarna överlappar varandra till stor del.

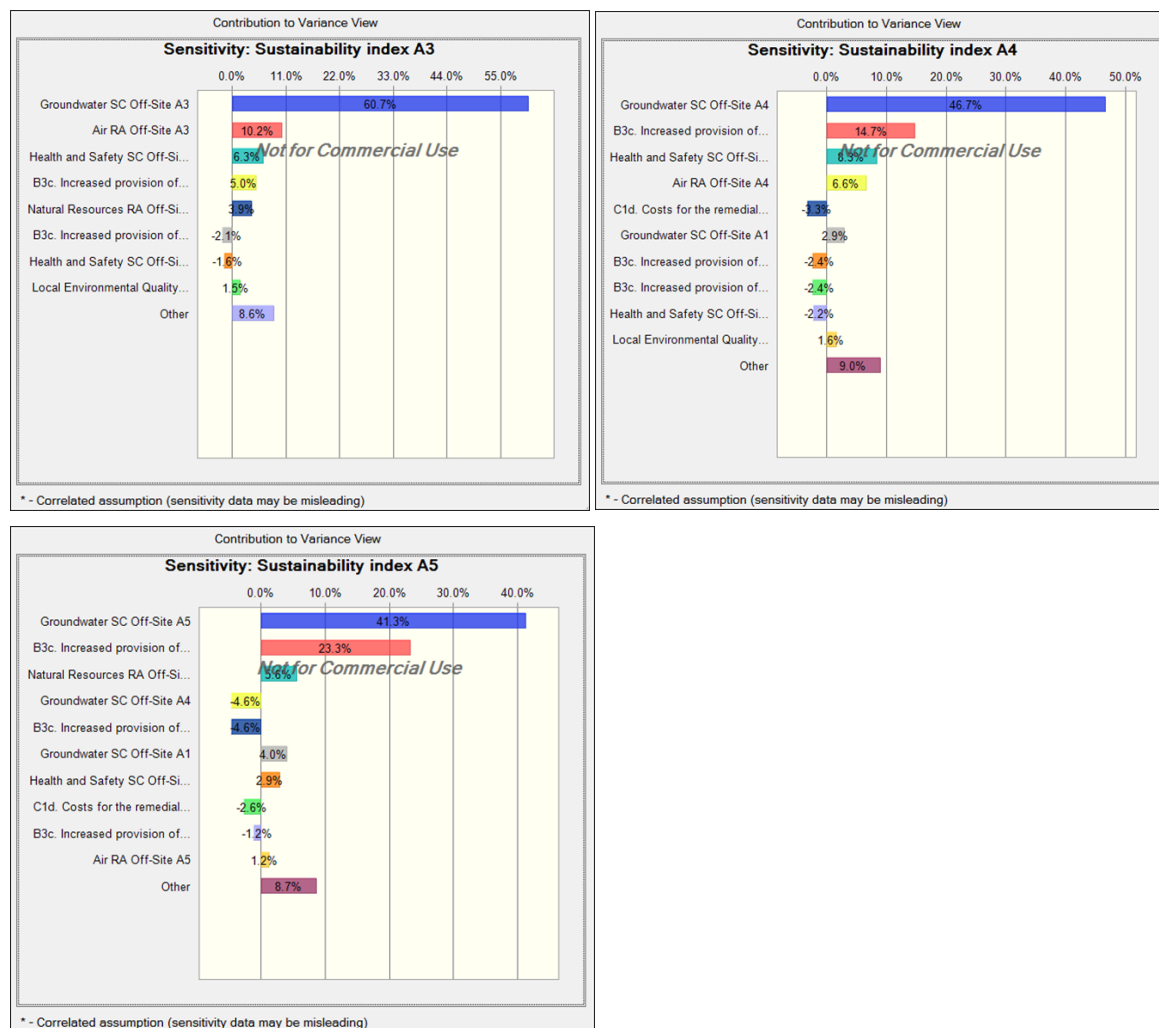


Figur 7-3. Sannolikheten för att ett givet alternativ skall få högst sammanvägt index i SCORE-analysen. Sannolikheten är ca 57% att alternativ 5 skall få högst sammanvägt index och ca 38% att alternativ 4 skall få högst index. Det är låg sannolikhet (0 – ca 3%) att alternativ 1, 2 eller 3 skall få högst index.

Ytterligare ett sätt att få fram information om hur osäkerheten påverkar resultaten är att titta på en så kallad känslighetsanalys, se Figur 7-4. Diagrammen visar hur olika

parametrar i beräkningarna bidrar till variansen (osäkerheten eller spridningen) i resultatparametern, i detta fall de sammanvägda indexen för alternativ 3, 4 och 5 (graferna ser liknande ut för alternativ 1 och 2).

För alla alternativ har effekten på grundvatten SC off-site störst betydelse. Detta beror på att denna effekt har en relativt stor osäkerhet i bedömningen (stort spann mellan lägsta rimliga och högsta rimliga värde), samt att detta kriterium också har en stor vikt i analysen. För att minska osäkerheten i analysen är det således bäst att försöka göra en bättre skattning av hur grundvattnet påverkas av de olika åtgärderna.



Figur 7-4. Känslighetsanalys för alternativ 3, 4 och 5. Diagrammen visar vilka parametrar som har störst inflytande på hur stor osäkerheten är i beräkningen av det sammanvägda indexet.

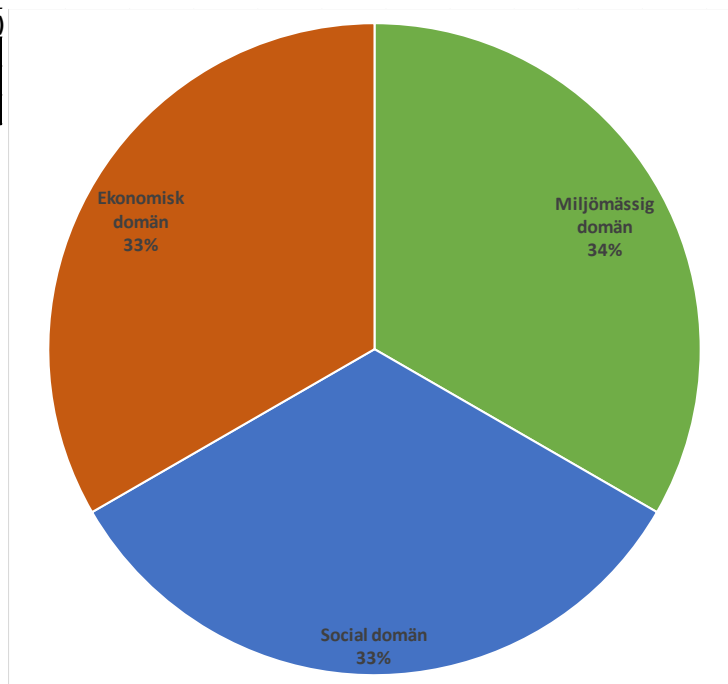
I redovisningen av analysen är det också viktigt att belysa den slutliga viktningen av domäner, nyckelkriterier och indikatorer. Figur 7-5 redovisar viktningen av domäner i ett pajdiagram, viktningen inom den miljömässiga domänen samt den sociala domänen redovisas i Figur 4-1 respektive Figur 5-1.

	Hållbarhetsdomän	Vikt	Vikt (%)
M	Miljömässig domän	2	33%
S	Social domän	2	33%
E	Ekonomisk domän	2	33%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet **0 - 25**

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



Figur 7-5. Viktningen av de tre domänerna.

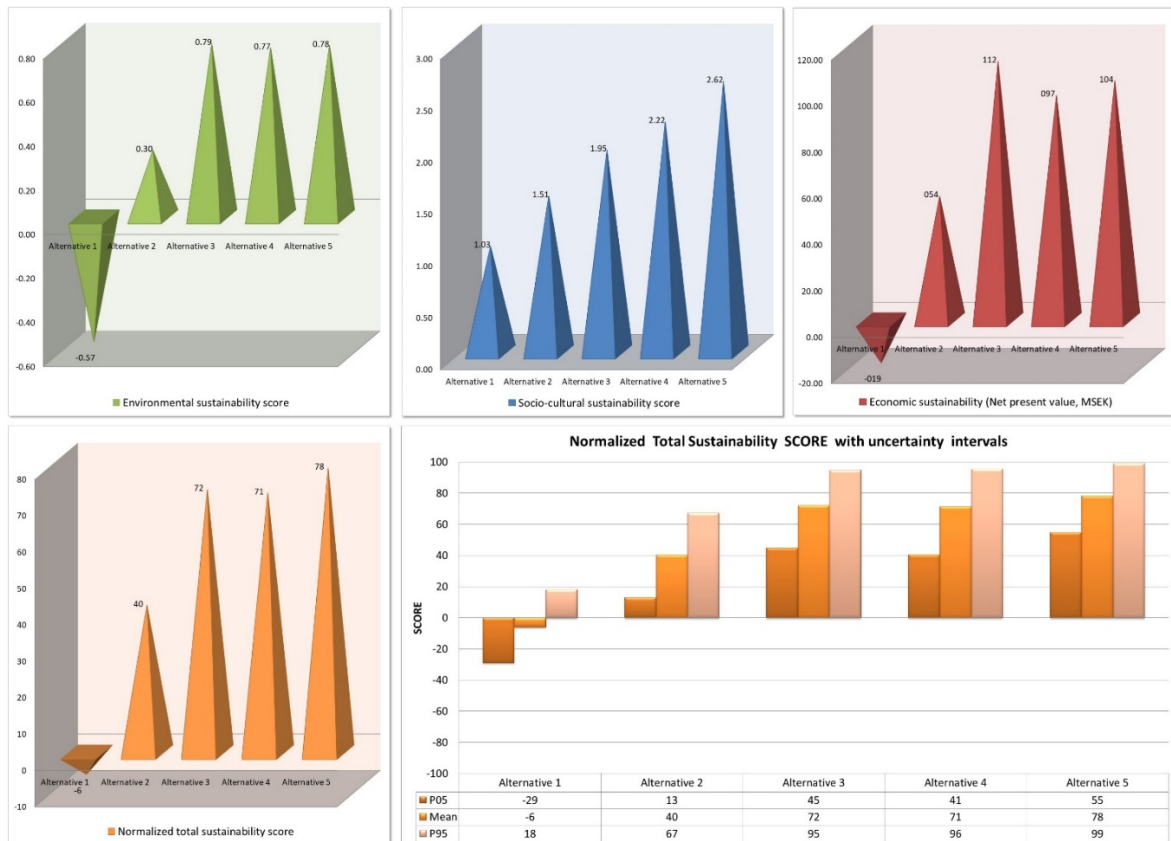
Tabell 7-2 visar förutom vikterna för domän och nyckelkriterier, dessutom hur stor vikt de olika indikatorerna har i den totala analysen. De enskilda faktorer som får störst vikt i analysen är nettonuvärdet (33%), hälsoeffekter i närområdet efter att åtgärden är genomförd (10%), effekter på grundvatten i närområdet efter att åtgärden är genomförd (16%) och effekter på Luft (~9%).

Tabell 7-2. Viktfördelning i SCORE-analysen för basscenariot med fyra alternativ.

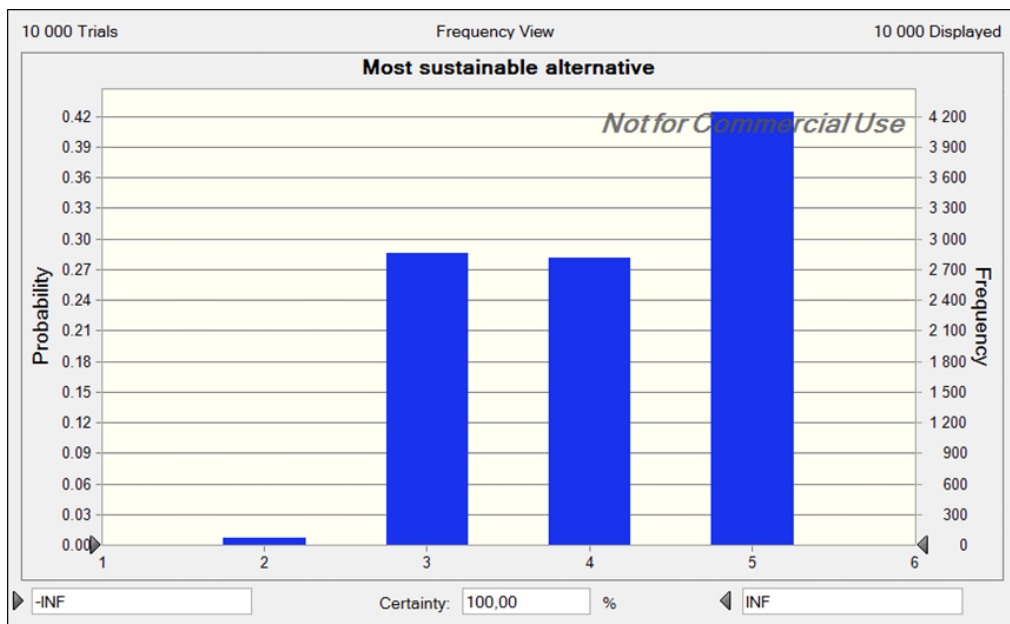
Social domän		33%				
S1 Närmiljö:		29%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
S1-I	Effekter på området när behandlingen pågår		2	4%	1%	0.4%
S1-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		15	33%	10%	3.2%
S1-III	Effekter på området när behandlingen är genomförd		4	9%	3%	0.8%
S1-IV	Effekter i närområdet när behandlingen är genomförd		25	54%	16%	5.3%
S3 Hälsa		54%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
S3-I	Effekter på området när behandlingen pågår		5	11%	6%	2.0%
S3-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		8	18%	10%	3.2%
S3-III	Effekter på området när behandlingen är genomförd		7	16%	8%	2.8%
S3-IV	Effekter i närområdet när behandlingen är genomförd		25	56%	30%	10.0%
S4 Rättvisa		17%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
S4-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
S4-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		2	7%	1%	0.4%
S4-III	Effekter på området när behandlingen är genomförd		0	0%	0%	0.0%
S4-IV	Effekter i närområdet när behandlingen är genomförd		25	93%	15%	5.1%
Miljömässig d		33%				
E1 Jord		4%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
E1-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E1-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		2	50%	2%	0.7%
E1-III	Effekter på området när behandlingen är genomförd		2	50%	2%	0.7%
E1-IV	Ej relevant		0	0%	0%	0.0%
E3 Grundvatten		50%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
E3-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E3-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E3-III	Effekter på området när behandlingen är genomförd		1	4%	2%	0.6%
E3-IV	Effekter i närområdet när behandlingen är genomförd		25	96%	48%	16.0%
E6 Luft		26%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
E6-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E6-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		1	100%	26%	8.7%
E7 Naturresurser		16%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
E7-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E7-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		1	100%	16%	5.3%
E8 Avfall		4%	Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
E8-I	Effekter på området när behandlingen pågår		0	0%	0%	0.0%
E8-II	Effekter i närområdet när behandlingen pågår		1	100%	4%	1.3%
Ekonomisk do						
			Vikt	/ikt inom nyckelkriterium (%)	Vikt inom domän (%)	Total vikt i analysen (%)
Nettonuvärdet			1	100%	100%	33.3%
SUMMA hela analysen						100.0%

7.2 Scenario 1

Om alternativ 3 skulle ha bättre avsedd effekt på grundvatten än vad som uppskattades vid workshoppen, med mest troliga effekt på 6 poäng istället för 4 poäng, så visar analysen att alternativ 3 rankas lika högt som alternativ 4. Alternativ 5 är dock fortfarande det högst rankade alternativet, se Figur 7-6 och Figur 7-7.



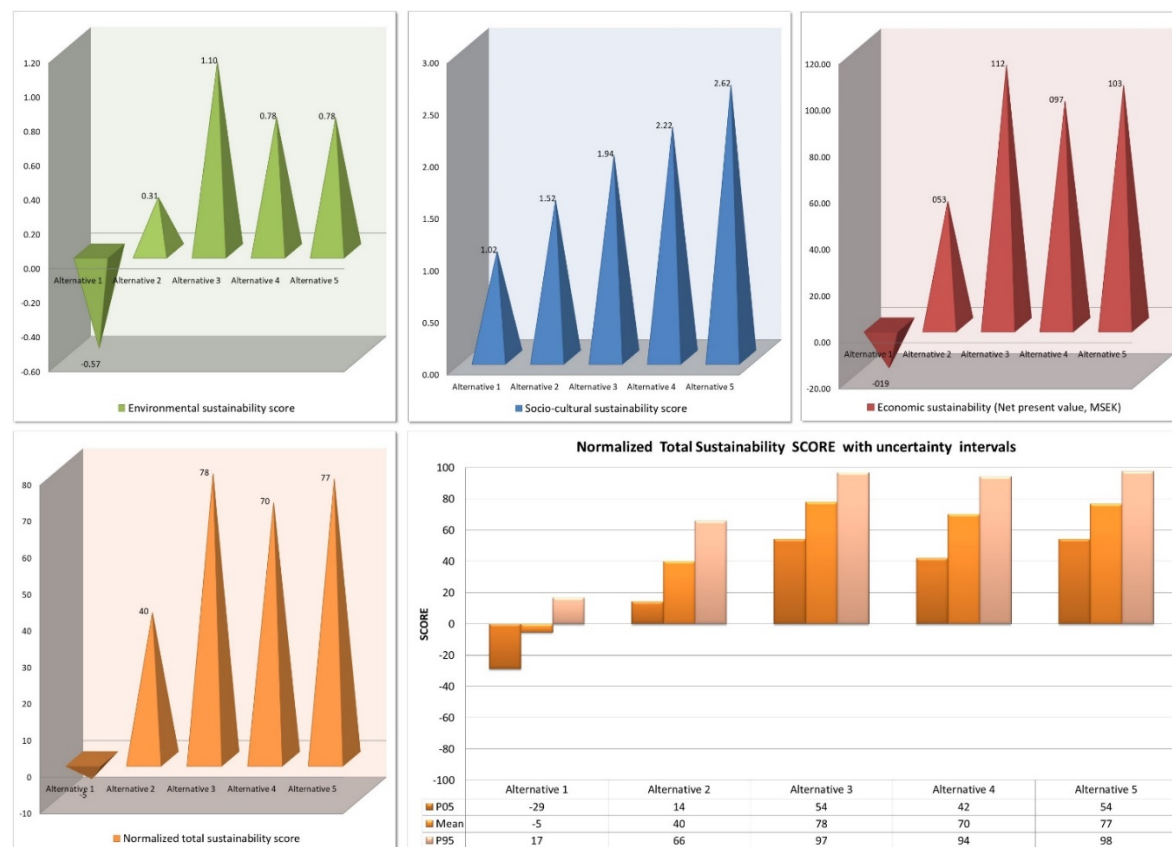
Figur 7-6. Resultat av SCORE-analysen för scenario 1.



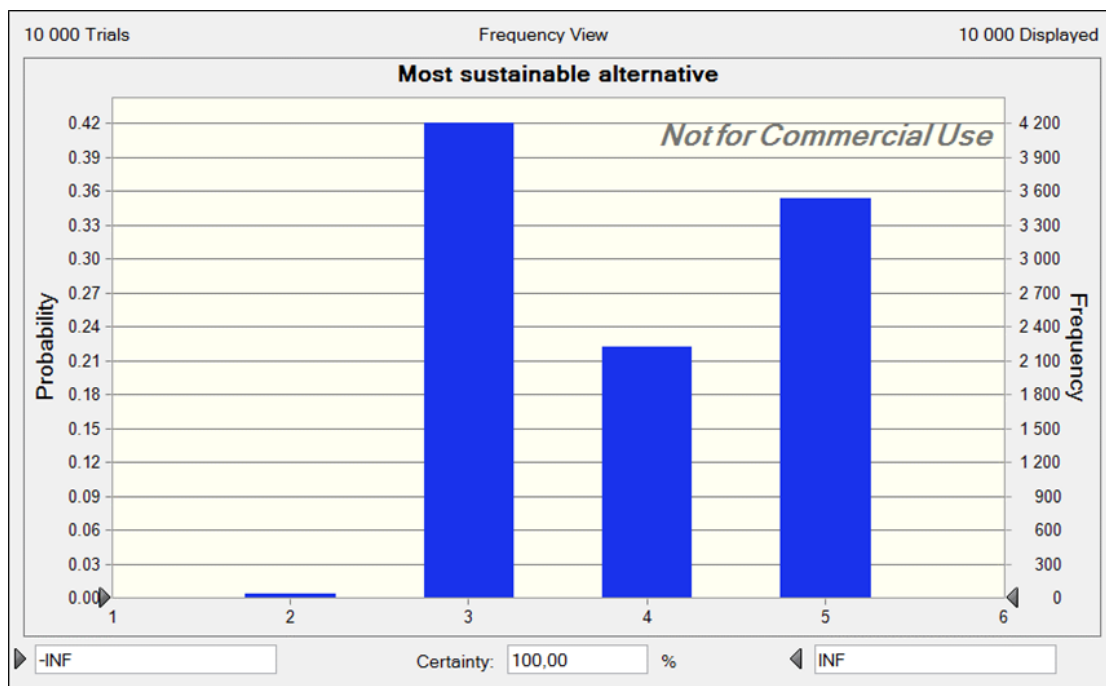
Figur 7-7. Sannolikheten för att ett givet alternativ skall få högst sammanvägt index för scenario 1. Sannolikheten är nu ca 42% att alternativ 5 skall få högst sammanvägt index och ca 28% vardera att alternativ 3 eller 4 skall få högst index. Det är fortsatt låg sannolikhet (0 – ca 1%) att alternativ 1 eller 2 skall få högst index.

7.3 Scenario 2

För att alternativ 3 skall rankas högre än alternativ 5 så behöver den förväntade effekten på grundvatten var nästan lika god som för alternativ 4, med mest troliga effekt på 7 poäng istället för 4 poäng. Under detta antagande visar analysen att alternativ 3 rankas något högre än både alternativ 4 och 5, se Figur 7-8 och Figur 7-9.



Figur 7-8. Resultat av SCORE-analysen för scenario 2.



Figur 7-9. Sannolikheten för att ett givet alternativ skall få högst sammanvägt index för scenario 2. Sannolikheten är nu ca 42% att alternativ 3 skall få högst sammanvägt index, ca 35% att alternativ 5 skall få högst index och ca 22% att alternativ 4 skall få högst index. Det är fortsatt låg sannolikhet (ca 0%) att alternativ 1 eller 2 skall få högst index.

8 Slutsatser och rekommendationer

De huvudsakliga slutsatserna och rekommendationerna baserade på studien är:

- Alternativen 2 – 5 får totalt sett positivt utfall i hållbarhetsanalysen men alternativ 4 och 5 rankas högst, d.v.s. de åtgärder som är mest omfattande. Alternativ 1 får totalt sett ett negativt utfall i analysen. Sammantaget har alternativ 4 och 5 mer än 90% sannolikhet att vara de alternativ som rankas högst i SCORE-analysen.
- Alternativ 3 är sammantaget betydligt sämre än 4 och 5 p.g.a. stor osäkerhet i de miljömässiga effekterna på grundvatten. De positiva effekterna på grundvatten bedöms för alternativ 3 ungefär lika som för alternativ 2, men alternativ 3 har betydligt högre negativa effekter på luft och naturresurser som också viktas relativt högt i analysen. Om däremot de positiva effekterna på grundvatten för alternativ 3 skulle vara mer lika de för alternativ 4 så får även alternativ 3 en relativt hög sannolikhet att rankas högst av alternativen.
- Tiden för genomförandet av efterbehandlingen spelar stor roll för det ekonomiska utfallet p.g.a. diskontering. Eftersom alternativ 5 är snabbare att genomföra än de andra fyra alternativen så gynnar detta alternativ 5.
- LCA-analysen har mycket vida (globala) systemgränser. Den kemikalie som har analyserats (microZVI från Regenesys) i alternativ 2, 3, 4 och 5 får relativt kraftiga negativa resultat p.g.a. långa transporter från USA och tillverkning med hög miljöbelastning. En kemikalie som tillverkas närmre Helsingborg skulle innebära att in situ-injektering får betydligt mindre negativa effekter på luft och naturresurser och därmed innebära att alternativ 3 och 4 får bättre resultat i hållbarhetsanalysen.
- Den ekonomiska analysen visar att värdet av att skydda grundvattnet är högt och att det ur ett samhällsekonomiskt perspektiv är fördelaktigt att genomföra en åtgärd som innebär ett gott skydd av grundvattnet.

9 Referenser

- Aven, T. (2003). Foundations of risk analysis - A knowledge and decision-oriented perspective. Wiley.
- Belton, V., and Stewart, T. J. (2002). Multiple Criteria Decision Analysis: An integrated Approach. Kluwer Academic Publishers.
- Brinkhoff, P. (2011). Multi-Criteria Analysis for Assessing Sustainability of Remedial Actions - Applications in Contaminated Land Development. A literature Review. Chalmers University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. Report 2011:14. Gothenburg, Sweden
- ConViro, 2015. Riskvärdering. Råven, fd kemtvätt på Blekingegatan, Helsingborg. Konsultrapport, 2015-08-31. ConViro AB.
- Franceschini, L., 2018. Sustainability Assessment of In-Situ Remediation Techniques Using the SCORE Method - The Kolkajen-Ropsten Case Study. Master thesis report 2018. Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering & Technical University Denmark, DTU Environment within Nordic 5tech.
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255653/255653.pdf>
- Justitiedepartementet, 2010. Ersättning vid expropriation. Faktablad Juli 2010. Tillgänglig vid;
<<https://www.regeringen.se/49bb7e/contentassets/a38c3c86c63947a2a83d52b9814e952e/ersattning-vid-expropriation>>
- NERI, 2005. Valuation of groundwater protection versus water treatment in Denmark by Choice Experiments and Contingent Valuation. NERI Technical Report No. 543. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Denmark.
- Norrman, J., Söderqvist, T. (2013). I fokus: Hållbar sanering av förorenade områden. Tankar hos myndighetspersoner och allmänheten. Chalmers University of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering. Report 2013:4. Gothenburg, Sweden.
- Palmquist, 2012. Trafikolycka med utsläpp av diesel inom skyddsområde för vattentäkt. Livsmedelsverket. ISBN: 978 91 7714 222 5
- Rosén, L., Söderqvist, T., Back, P.E., Soutukorva, Å., Brodd, P., Grahn, L. (2009). Multikriterieanalys (MKA) för hållbar efterbehandling av förorenade områden. Metodutveckling och exempel. Programmet Hållbar Sanering. Naturvårdsverket rapport. 5891. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Rosén, L., Back, P.-E., Söderqvist, T., Norrman, J., Brinkhoff, P., Norberg, T., Volchko, Y., Norin, M., Bergknut, M., Döberl, G. (2015). SCORE: A novel multi-criteria decision analysis approach to assessing the sustainability of contaminated land remediation. *Science of the Total Environment* 511: 621–638.

- Söderqvist, T., Brinkhoff, P., Norberg, T., Rosén, L., Back, P-E., Norrman, J. (2015). Cost-benefit analysis as a part of sustainability assessment of remediation alternatives for contaminated land. *Journal of Environmental Management* 157: 267-278.
- SCB, 2018. Småhusbarometern: Fastighetsprisstatistik för den senaste tremånadersperioden. <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/boende-byggande-och-bebyggelse/fastighetspriser-och-lagfarter/fastighetspriser-och-lagfarter/pong/tabell-och-diagram/kommunstatistik/smahusbarometern/> (läst 2018-11-05).
- Trafikverket, 2018. Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. <http://www.trafikverket.se/ASEK>.
- Volchko, Y., Norrman, J., Rosén, L., Söderqvist, T., Franzén, F., 2016. Riskvärdering med SCORE-metoden för BT Kemi Södra området i Svalövs kommun. Rapport 2016:18, Miljögeologi – mark och vattenresurser, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- WSP, 2014. Blekingegatan, Helsingborg: Begränsningsområde för utförande av brunnar. PM 2014-12-17, WSP Environmental, Malmö.
- WSP, 2015. HUVUDSTUDIERAPPORT. Råven fd kemtvätt på Blekingegatan, Helsingborg. Uppdragsnummer: 10182302. 2015-09-30, WSP Environmental, Halmstad.

10 Bilagor

A.	BERÄKNINGAR I SCORE-VERKTYGET	65
A.1	Viktning i SCORE	65
A.2	Beräkning av normaliserat sammanvägt index	65
A.3	Osäkerhetsanalys i SCORE	66
B.	STÖDJANDE MATRISER FÖR MILJÖMÄSSIG ANALYS	68
C.	STÖDJANDE MATRISER FÖR SOCIAL ANALYS	76
D.	FÖRBEREDELSE OCH GENOMFÖRANDE AV WORKSHOPPAR MED INTRESSETER	82
D.1	Förberedelser inför workshoppar	82
D.2	Genomförande av miljömässig workshop, 27 september	84
D.3	Genomförande av social workshop, 12 oktober	85
D.4	Genomförande av ekonomisk workshop, 16 oktober	85
E.	STREAMLINED LCA	87
E.1	Excavation and landfilling of the contaminated soil	88
E.2	Soil vapour extraction (SVE)	88
E.3	In situ chemical reduction (ISCR)	89
E.4	In situ chemical oxidation (ISCO)	91
E.5	In situ bioremediation (ISB)	95
E.6	In situ thermal desorption (ISTD)	96
E.7	Permeable reactive barrier (PRB)	96
E.8	Transportation of the chemicals	98
E.9	Materials and processes included in the remediation alternatives	99
E.10	Excel model	100
E.11	References	100
F.	MOTIVERING AV MILJÖMÄSSIG BEDÖMNING	102
	SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av miljömässiga effekter av efterbehandling	102
E1	Mark	103
E2	Flora och fauna	107
E3	Grundvatten	108

E4 – Ytvatten	113
E5 – Sediment	115
E6 – Luft	116
E7 – Icke-förnybara naturresurser	117
E8 – Avfall	118
Viktning av miljömässiga kriterier	119
Avslutande kommentarer/reflektioner	123
G. MOTIVERING SOCIAL BEDÖMNING	124
SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av sociala effekter av efterbehandling – anteckningar av diskussioner	124
S1 - Närmiljö och trivselfaktorer	125
S2 - Kulturarv	131
S3 – Hälsa och säkerhet	132
S4 – Rättvisa	137
S5 – Lokala arbetstillfällen och mötesplatser	142
S6 – Lokal acceptans	143
Viktning av sociala kriterier	144
H. RESULTATRAPPORT FRÅN SCORE-ANALYSEN	147

A. Beräkningar i SCORE-verktyget

A.1 Viktning i SCORE

Vikten (I) för varje nyckelkriterium k ($k = 1 \dots K$) i domän D uttrycks med ett numeriskt värde mellan 0 och 25. Samma skala gäller för viktning av indikatorer, nyckelkriterier och domäner. Vikten för varje nyckelkriterium beräknas enligt:

$$w_{k,D} = \frac{I_{k,D}}{\sum_{k=1}^K I_{k,D}} \quad (\text{Formel A-1})$$

Vikten för varje indikator beräknas enligt:

$$w_{j,k} = \frac{I_{j,k}}{\sum_{j=1}^J I_{j,k}}, \quad (\text{Formel A-2})$$

där I är vikten för varje indikator j ($j=1 \dots J$) i nyckelkriteriet k ($k=1 \dots K$).

Den beräknade vikten för varje indikator och nyckelkriterium har ett värde mellan 0 och 1. Summan av vikterna för alla nyckelkriterier i en domän är lika med 1 och summan av alla indikatorer för ett nyckelkriterium är också lika med 1. För den ekonomiska domänen sker viktningen genom att kostnads- och nyttoposter kvantifieras så långt möjligt.

A.2 Beräkning av normaliserat sammanvägt index

För varje EBH-alternativ i ($i=1 \dots N$) görs en sammanvägning av poäng i varje domän, D , till ett sammanvägt index, H , med vad som benämns *linjär additiv MKA-metod*:

$$H_{D,i} = \sum_{k=1}^K w_{k,D} \sum_{j=1}^J w_{j,k,D} Z_{j,k,D} \quad (\text{Formel A-3})$$

där w_j är en vikt av en indikator j ($j=1 \dots J$), i är nyckelkriterium k ($k=1 \dots K$) och Z är ett poäng för en indikator j . Observera att Formel A-3 gäller endast de miljömässiga och den sociala domänerna.

Slutligen beräknas för varje EBH-alternativ i ($i=1 \dots N$) ett normaliserat sammanvägt index, H , enligt följande:

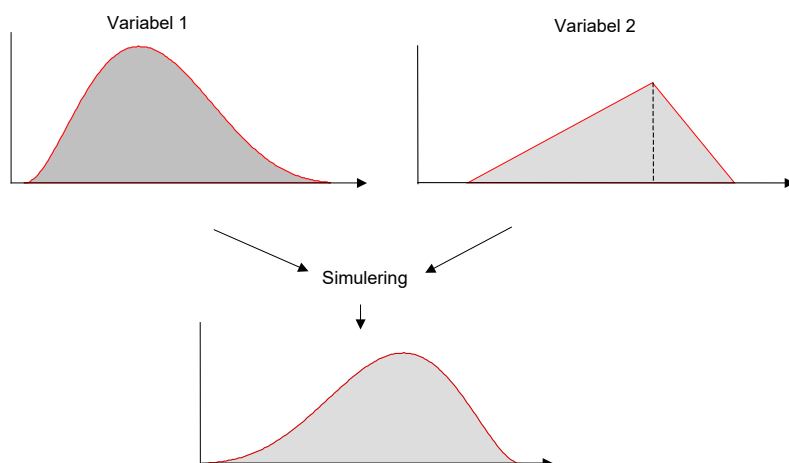
$$H_i = 100 \left[\frac{W_E \frac{H_{E,i}}{\max[\max(H_{E,1..N}); |\min(H_{E,1..N})|]} + W_{SC} \frac{H_{S,i}}{\max[\max(H_{S,1..N}); |\min(H_{S,1..N})|]} + W_{NPV} \frac{NPV_i}{\max[\max(NPV_{1..N}); |\min(NPV_{1..N})|]} \right] \quad (\text{Formel A-4})$$

där H_E är ett viktat betyg i den miljömässiga domänen, H_S är ett viktat betyg i den sociala domänen, NPV är ett nettonuvärde, och W är vikten för varje hållbarhetsdomän. Vikterna på domännivån tilldelas på samma sätt som för nyckelkriterier och indikatorer i den miljömässiga och den sociala domänerna. Det normaliserade hållbarhetsbetyget har ett värde mellan -100 och +100, där ett positivt betyg indikerar att alternativet bidrar till en hållbar utveckling, d.v.s. alternativet förväntas leda till mer positiva än negativa effekter. Det är viktigt att poängtera att det normaliserade hållbarhetsbetyget tillhandahåller en relativ rankning av alternativen.

A.3 Osäkerhetsanalys i SCORE

Osäkerheter i poäng bedöms genom att ange den mest troliga poängen, samt den lägsta rimliga och den högsta rimliga. Detta resulterar i en osäkerhetsfördelning (betafördelning) för det aktuella kriteriet. Motsvarande tre skattade värden anges för varje kostnads- och nyttopost i den ekonomiska domänen. Istället för betafördelningar används dock lognormalfördelningar för att representera osäkerheten i nuvärdet av alla kostnader och nyttor.

Genom statistisk simulering (s.k. Monte Carlo-simulering) kan en osäkerhetsfördelning också för den sökta storheten (t.ex. det sammanvägda indexet) uppskattas. Detta görs genom att dra slumpmässiga värden ur de definierade osäkerhetsfördelningarna för alla poäng samt kostnads- och nyttoposter och för varje dragning beräkna den sökta storheten. Detta upprepas 1000-tals gånger för att generera en osäkerhetsfördelning för den beräknade storheten (se principiell beskrivning i Figur A-1).



Figur A-1. Principiell beskrivning av statistisk simulering.

Ur fördelningen för slutresultatet kan bl.a. väntevärdet (representerat av fördelningens medelvärde), det mest troliga värdet, medianvärdet (50-percentilen), det lägsta rimliga värdet (exempelvis 5-percentilen) och det högsta rimliga värdet (exempelvis 95-percentilen) utläsas. Intervallet mellan två percentiler kallas prediktionsintervall, exempelvis det 90-procentiga prediktionsintervallet mellan 5- och 95-percentilen.

Utifrån simuleringarna kan också känslighetsanalyser utföras för att identifiera vilka kriterier, kostnads- eller nyttoposter som har störst betydelse för osäkerheten i

beräkningarnas utfall. Detta ger information om vilka kriterier, kostnads- eller nyttoposter som bör vara mest angelägna att studera vidare i syfte att nå en säkrare skattning av hållbarheten för de studerade alternativen.

B. Stödjande matriser för miljömässig analys

Key criterion E1 A: ECOTOXICOLOGICAL RISK

This criterion is relevant to on-site effects with respect to the remedial action and source contamination

Back

1. Scoring guide
2. Key questions
3. Effects
4. Example

1. Scoring guide

1. Scoring guide				
Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Substantial increase in ecotoxicological risk levels.	Increase in ecotoxicological risk levels.	No effects on ecotoxicological risk levels.	Reduction of ecotoxicological risk levels.	Substantial reduction of ecotoxicological risk levels.
<i>Example, Remedial action:</i> - Highly contaminated soil or waste is stored in an uncontaminated portion of the site without protection, causing substantially increased risks for the soil ecosystem.	<i>Examples, Remedial action:</i> - Toxic soil or waste is stored in an uncontaminated portion of the site without protection causing substantially increased risks for the soil ecosystem.	<i>Example, Remedial action:</i> - No effects on ecotoxicological risk levels. <i>Example, Source contamination:</i> - No effects on ecotoxicological risk levels.	<i>Examples, Source contamination:</i> - Reduced contaminant concentrations and contaminant mass in soil. - Installing barriers between contaminated layers of soil and surficial soil ecosystems. - Elevation of land surface, providing for establishment of soil ecosystem with reduced exposure to contaminants in deeper soil layers.	<i>Examples, Source contamination:</i> - Substantially reduced contaminant concentrations and contaminant mass in soil. - Installing barriers between contaminated layers of soil and surficial soil ecosystems. - Elevation of land surface, providing for establishment of soil ecosystem with reduced exposure to contaminants in deeper soil layers.

2. Key questions and sources of information

2. Key questions and sources of information		
Key questions: Ecotoxicological risk in soil - Has any ecotoxicological risk assessment been performed? - Have sensitive species been identified? - What is the protection value of identified species? - How is the soil and the ecosystems affected by the contaminants? - Are there plants and flowers that are affected by the contaminants? - Are there other organisms above ground that can be affected by the contaminants, for example by bioaccumulation and biomagnification?	Key questions: Remediation - Does the remediation introduce new risks, e.g an additional contaminant source? - What part of the soil system will be affected by the remediation? - What physical and chemical attributes are governing the exposure conditions for soil organisms at the site?	Key political environmental goals: - A Non-Toxic Environment - A Rich Diversity of Plant and Animal Life
Sources of information: - Risk Assessment reports. - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land investigation reports.		

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Ecotoxicological risk

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Ecotoxicological risk		
Components	Remedial action	Source contamination
Change in: • Source contamination	• Introduction of new contamination sources in the remedial action. • Introduction of new contamination sources due to accidental release of contaminants during storage/treatment/transport.	• Reduction of contaminant concentration. • Reduction of contaminant mass.
Change in: • Exposure pathways	New exposure pathways are created, e.g. during phytocextraction contaminants uptaken from the soil and translocated to shoots and leaves can become available to the biota through a	Reduced exposure to biota, e.g. due to • reduced contaminant concentration at contamination source, • reduced contaminant mass at contamination source.

4. Scoring matrix - Example: Excavation and disposal of contaminated soil

4. Scoring matrix - Example: Excavation and disposal of contaminated soil			
	On-site	Off-site	
Remedial action	<u>Score:</u> -4	<u>Motivation:</u> Contaminated soil is planned to be temporarily stored in an uncontaminated section of the site, introducing a possible increase in ecotoxicological risk in this area.	<u>Score:</u> 0
	<u>Motivation:</u> Off-site effects during remediation are usually not assessed for ecotoxicological risks.		
Source contamination	<u>Score:</u> +8	<u>Motivation:</u> A long-term positive effect is expected for the soil ecosystem because most of the source contamination is removed by excavation. The remediation results in acceptable risk levels for ecosystems across the entire site area.	<u>Score:</u> 0
	<u>Motivation:</u> Not relevant.		

Key criterion E2: PHYSICAL IMPACT ON FLORA AND FAUNA

This criterion is relevant to **on-site** effects with respect to the **remedial action**.

Back

1. Scoring guide
2. Key questions
3. Effects
4. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Very negative physical impact on living conditions for flora and fauna at the site	Negative physical impact on living conditions for flora and fauna at the site	No physical impact on living conditions for flora and fauna at the site	Positive physical impact on living conditions for flora and fauna at the site	Very positive physical impact on living conditions for flora and fauna at the site
<i>Examples, Remedial action:</i> - Cutting down of rare trees with high protection value. - Substituting a flora with high protection value with a monoculture vegetation during phytoremediation. - Removal of nesting ground for rare birds with high protection value.	<i>Examples, Remedial action:</i> - Cutting down of rare trees with protection value. - Substituting a flora with protection value with a monoculture vegetation during phytoremediation. - Removal of nesting ground for rare birds with protection value.	<i>Example, Remedial action</i> No physical disturbances on any species with protection value.	<i>Example, Remedial action:</i> - Phytoremediation or soil amendment results in increased biodiversity in the soil system.	<i>Example, Remedial action:</i> - Phytoremediation or soil amendment results in substantially increased biodiversity in the soil system.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Flora and fauna - Has any biological inventory been performed? - Have sensitive species been identified? Note: The source contaminations' effect on flora and fauna are assessed in 4. Scoring matrix .	Key questions: Remediation - What type of land clearance activities can be expected for the specific remedial actions? - How do the remediation alternatives affect the physical environment for plants and animals at the site?	Key political environmental goals: - A Non-Toxic Environment - A Rich Diversity of Plant and Animal Life
Sources of information: - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land investigation reports. - Municipal planning documents. - Environmental inventories and mappings of protected species. - Risk Assessment reports.		

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Flora and fauna

Components	Remedial action
Change in:	
• Biota	• Valuable flora is affected • Valuable fauna is affected • Foreign species are introduced

4. Scoring matrix - Example: Excavation and disposal of contaminated soil

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	-9	Trees of high protection value growing at the remediation site are cut down and disposed.	0	Not relevant.
Source contamination	0	Not relevant.	0	Not relevant.

Key criterion E3: GROUNDWATER

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Note: All scorings must be made relative to the chosen reference alternative!

Back

1. Scoring guide
2. Key questions
3. Effects
4. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Extensive degradation of groundwater quality or groundwater conditions with strong negative impact on ecosystem functions.	Degradation of groundwater quality or groundwater conditions with negative impact on ecosystem functions.	No or negligible effects on groundwater quality or groundwater conditions.	Improvement of groundwater quality or groundwater conditions with positive impact on ecosystem functions.	Extensive improvement of groundwater quality or groundwater conditions with strong positive impact on ecosystem functions.
<i>Example, Remedial action:</i> Extensive degradation of groundwater quality on-site due to increased leakage of contaminants from stockpiles of contaminated soil. <i>Example, Source contamination:</i> Extensive degradation of groundwater quality off-site due to uncontrolled flow of contaminated groundwater when a clay barrier is installed in the groundwater zone.	<i>Example, Remedial action:</i> Degradation of groundwater quality on-site due to increased leakage of contaminants from stockpiles of contaminated soil. <i>Example, Source contamination:</i> Degradation of groundwater quality off-site due to uncontrolled flow of contaminated groundwater when a clay barrier is installed in the groundwater zone.	<i>Example, Remedial action:</i> The remediation will have a small but insignificant effect on contaminant concentration in groundwater.	<i>Example, Remedial action:</i> Reduced leakage of contaminants due to reduced infiltration during the remediation (the site is partly covered). <i>Example, Source contamination:</i> Reduced contaminant concentration in groundwater after installation of a reactive transport barrier in the groundwater zone.	<i>Example, Remedial action:</i> Leakage of contaminants to the groundwater is largely eliminated remedial action (the site is completely covered). <i>Example, Source contamination:</i> Strongly reduced contaminant concentrations and contaminant mass in groundwater after pump-and-treat remediation.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Groundwater - What is the geology of the area (soil and bedrock)? - How can the groundwater system be conceptualized (recharge, flow, important fracture systems in bedrock, discharge, recipient etc.)? - How does the local groundwater affect ecosystem functions?	Key questions: Remediation - Does the remediation introduce new risks (additional contaminant sources)? - Does the remediation open up new transport pathways for the contaminants? - How are groundwater levels and flow paths affected by the remediation? - Does the remediation increase the exposure risk for the receptor? - What physical and chemical attributes are contributing to the risk for the receptor?	Key political environmental goals: - Good-Quality Groundwater - A Non-Toxic Environment
Sources of information: - Soil and rock maps from the Geological Survey. - Hydrogeological maps and databases from the Geological Survey, including maps of water resources and chemical and physical status of the groundwater. - Hydrogeological and geotechnical investigations in the area. - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land investigation reports. - Risk Assessment reports. - The Water Authority: Water maps, classification of water resources and water drainage basins.		

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Groundwater

Abiotic components	Remedial action	Source contamination
Change in: • Source contamination	• Introduction of new contamination sources in the remedial action. • Introduction of new contamination sources due to accidental release of contaminants during storage/treatment/transport.	• Reduction of contaminant concentration. • Reduction of contaminant mass.
Change in: • Transport pathway	• New transport pathways are created, e.g. during excavation of soil in the groundwater zone. • Old transport pathways are blocked, e.g. changed groundwater flow during pump-and-treat.	• Reduced contaminant transport, e.g. due to: • reduced groundwater recharge at contamination source • installed transport barriers in the groundwater zone
Change in: • Physical and chemical attributes	• Turbidity • Groundwater level • Groundwater flow • Temperature • pH • Electric conductivity • Nutrients	• Turbidity • Groundwater level • Groundwater flow • Temperature • pH • Electric conductivity • Nutrients
Biotic components		
Change in: • Biota	• Valuable flora in discharge areas is disturbed • Valuable fauna in discharge areas is disturbed • Foreign species are introduced	• Valuable flora in discharge areas is disturbed • Valuable fauna in discharge areas is disturbed • Foreign species are introduced

4. Scoring matrix - Example: Excavation of contaminated soil below the groundwater table

	On-site		Off-site	
Remedial action	Score: -3 Motivation: The remedial action is expected to have a negative impact on the groundwater quality on-site. The reason is that contaminated soil is excavated under the groundwater table. Contaminants will then be mobilized and the contaminant concentration in the		Score: +4 Motivation: Transport of contaminated groundwater to an off-site aquifer is reduced during the remedial action. The reason is that the flow pattern is changed when groundwater is pumped.	
Source contamination	Score: +8 Motivation: The contaminant concentration in the groundwater on-site is expected to be significantly lower when the remedial action is completed. The reason is that the contaminant source in the soil is more or less completely removed.		Score: +5 Motivation: The discharging groundwater off-site is expected to have lower concentration after the remedial action. The reason is that the contaminant concentration will be significantly reduced in the groundwater on-site, and the flow is directed to the discharge area.	

Key criterion E4: SURFACE WATER

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Back

1. Scoring guide
2. Key questions
3. Effects
4. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Severe impact on the surface water conditions with strong negative effects on ecosystem functions.	Impact on the surface water conditions with negative effects on ecosystem functions.	No or negligible effects on surface water conditions.	Impact on surface water conditions leading to positive effects on ecosystem functions.	Impact on surface water conditions leading to strong positive effects on ecosystem functions.
<i>Example, Remedial action:</i> Severe degradation of surface water quality due to increased leakage of contaminants from stockpiles of contaminated soil. <i>Example, Remedial action:</i> Strong negative impact on surface water quality due to high turbidity caused by excavation of contaminated soil/sediments in water. <i>Example, Source contamination:</i> Strong negative impact on ecosystem functions due to reduced water levels and water flow in the surface water.	<i>Example, Remedial action:</i> Negative effects on surface water quality due to increased leakage of contaminants from stockpiles of contaminated soil. <i>Example, Remedial action:</i> Negative impact on surface water quality due to high turbidity caused by excavation of contaminated soil/sediment in water. <i>Example, Source contamination:</i> Negative impact on ecosystem functions due to reduced water levels and water flow in the surface water.	<i>Example, Remedial action:</i> The remediation will have a small effect on contaminant concentrations in groundwater. However, the corresponding effect on the concentration in surface water is negligible.	<i>Example, Remedial action:</i> Improved surface water quality due to reduced outflow of contaminated groundwater during pump-and-treat of groundwater. <i>Example, Source contamination:</i> Improved surface water quality after installation of a reactive barrier in the groundwater zone. <i>Example, Source contamination:</i> Improved surface water quality due to an installed erosion barrier that reduces transport of contaminated particles to the surface water.	<i>Example, Remedial action:</i> Strongly improved surface water quality due to reduced outflow of contaminated runoff water during the remediation. <i>Example, Source contamination:</i> Strongly improved surface water quality due to removal of highly contaminated sediment that previously affected the water quality. <i>Example, Source contamination:</i> Strongly improved surface water quality due to an installed erosion barrier that reduces transport of contaminated particles to the surface water.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Surface water - What type is the recipient? - How can the contaminants reach the recipient (transport pathways)? - How and where can dilution occur? - What is the sensitivity of the recipient? How is the surface water and the ecosystems affected by the contaminants? - What is the protection value of the recipient?	Key questions: Remediation - Does the remediation introduce new risks (additional contaminant sources or transport pathways)? - Does the remediation open up new transport pathways for the contaminants? - Does the remediation increase the exposure risk for the receptor? - What physical attributes are contributing to the risk for the receptor?	Key political environmental goals: - A Non-Toxic Environment - A Rich Diversity of Plant and Animal Life - Flourishing lakes and streams - A Balanced Marine Environment, Flourishing Coastal Areas and Archipelagos
Sources of information: - County authority, Forestry and Municipal inventories and databases. - Municipal planning documents. - Environmental Impact Assessments (ELA). - Contaminated land investigation reports. - Risk Assessment reports. - The Water Authority: Water maps, classification of water resources and water drainage basins.		

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Surface water

Abiotic components	Remedial action	Source contamination
Change in: • Source contamination	• Introduction of new contamination sources in the remedial action. • Introduction of new contamination sources due to accidental release of contaminants during storage/treatment/transport.	• Reduction of contaminant concentration. • Reduction of contaminant mass.
Change in: • Transport pathway	• New transport pathways are created, e.g. during excavation of soil adjacent to the surface water. • Old transport pathways are blocked, e.g. reduced discharge of groundwater to the surface water during pump-and-treat.	• Reduced contaminant transport to the surface water, e.g. due to: • reduced groundwater recharge at contamination source, • installed transport barriers in the groundwater zone, • installed erosion barriers in the
Change in: • Physical and chemical attributes	• Turbidity • Water level • Stream flow • Retention time • Temperature • pH • Electric conductivity	• Turbidity • Water level • Stream flow • Retention time • Temperature • pH • Electric conductivity
Biotic components		
Change in: • Biota	• Valuable flora is disturbed • Valuable fauna is disturbed • Foreign species are introduced	• Valuable flora is disturbed • Valuable fauna is disturbed • Foreign species are introduced

4. Scoring matrix - Example: Installation of an erosion barrier in the surface water

	On-site		Off-site	
Remedial action	Score: -3 Motivation: The remedial action is expected to have some negative impact on the surface water quality on-site. The reason is that contaminated soil can be eroded during the installation work.		Score: 0 Motivation: The contaminant concentration in the surface water on-site will be diluted and no negative effects are expected for the downstream ecosystems.	
Source contamination	Score: +5 Motivation: The contaminant concentration in the surface water on-site is expected to be lower when the erosion barrier is installed. The reason is that the contaminant source cannot be eroded by the stream.		Score: +4 Motivation: A long-term positive effect is expected for the downstream ecosystems when the contaminant concentration in the surface water is reduced.	

Key criterion E5: SEDIMENT

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Effects

4. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Severe impact on sediment conditions with strong negative effects on the ecosystem functions.	Impact on sediment conditions with strong negative effects on the ecosystem functions.	No or negligible impact on sediment conditions and ecosystem functions.	Impact on sediment conditions leading to improvement of ecosystem functions.	Impact on sediment conditions leading to extensive improvement of ecosystem functions.
<i>Example, Remedial action:</i> Contamination of sediments due to leaching from stockpiles of contaminated soil, resulting in a strong negative effect on the ecosystem functions. <i>Example, Remedial action:</i> Contamination of sediments from excavation of contaminated soil/sediments in water, resulting in a strong negative effect on ecosystem functions. <i>Example, Source contamination:</i> Long-term contamination of sediments due to release of contaminants from a	<i>Example, Remedial action:</i> Contamination of sediments due to leaching from stockpiles of contaminated soil, resulting in a negative effect on the ecosystem functions. <i>Example, Remedial action:</i> Contamination of sediments from excavation of contaminated soil/sediments in water, resulting in a negative effect on ecosystem functions. <i>Example, Source contamination:</i> Long term contamination of sediments due to release of contaminants from a sedimentation pond, resulting in a	<i>Example, Remedial action:</i> The remediation will have a negligible effect on contaminant concentrations in the sediments.	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified. <i>Example, Source contamination:</i> Positive effects on ecosystem functions after removal of the most contaminated sediments. <i>Example, Source contamination:</i> Reduced contaminant concentration in surface water, resulting in improved long-term living conditions for plants and animals in the sediments.	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified. <i>Example, Source contamination:</i> Strong positive effects on ecosystem functions after removal of the most contaminated sediments. <i>Example, Source contamination:</i> Reduced contaminant concentration in surface water, resulting in strongly improved long-term living conditions for plants and animals in the sediments.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Sediment - How are the sediments formed? - How can the contaminants reach the sediments (transport pathways)? - What is the sensitivity of the sediments? How are the sediments and the ecosystems affected by the contaminants? - What is the protection value of the sediments? - Is it relevant to assess effects on the part of the sediment system that is removed?	Key questions: Remediation - Does the remediation introduce new risks (additional contaminant sources)? - Does the remediation open up new transport pathways for the contaminants? - Does the remediation increase the exposure risk for the receptor? - What physical attributes are contributing as a risk to the receptor? - Is the composition of the sediments (physical, chemical or biological) affected by the remediation? - How are the sediment ecosystem functions affected by the remediation?	Key political environmental goals: - A Non-Toxic Environment - A Rich Diversity of Plant and Animal Life - Flourishing lakes and streams
Sources of information: - County authority, Forestry and Municipal inventories and databases. - Municipal planning documents. - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land investigation reports. - Risk assessment reports.		

3. The remedial actions' effects on ecosystems: Sediment

Abiotic components	Remedial action	Source contamination
Change in: • Source contamination	• Introduction of new contamination sources in the remedial action. • Introduction of new contamination sources due to accidental release of contaminants during storage/treatment/transport.	• Reduction of contaminant concentration. • Reduction of contaminant mass.
Change in: • Transport pathway	• New transport pathways are created, e.g. during excavation in surface water. • Old transport pathways are blocked, e.g. covering the sediments remedial action.	• Reduced contaminant transport from the sediments, e.g. due to: • Contaminated sediments are covered.
Change in: • Physical and chemical attributes	• Water level • Stream flow • Temperature • pH • Nutrients	• Water level • Stream flow • Temperature • pH • Nutrients
Biotic components		
Change in: • Biota	• Valuable flora is disturbed • Valuable fauna is disturbed • Foreign species are introduced	• Valuable flora is disturbed • Valuable fauna is disturbed • Foreign species are introduced

4. Scoring matrix - Example: Excavation of contaminated soil

	On-site	Off-site
Remedial action	Score: 0 Motivation: The excavation is performed at the contaminant source, on land. The excavation itself is not expected to have any effect on the sediments on-site.	Score: 0 Motivation: The excavation is performed at the contaminant source, on land. The excavation itself is not expected to have any effect on the downstream sediments off-site.
Source contamination	Score: +3 Motivation: The contaminant transport to the sediments on-site is expected to decrease when the contaminated soil has been excavated and removed. This is expected to result in a long-term reduction of contaminant concentration in the sediments.	Score: 0 Motivation: The contaminant transport to the downstream sediments off-site is not expected to be significantly affected. No effect is expected in the sediments off-site.

Key criterion E6: AIR

This criterion is primarily relevant to **off-site** effects with respect to the **remedial action**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Extensive increase in emissions to air, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Increase in emissions to air, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Insignificant change in emissions to air, with respect to potential effects on local, regional or global conditions.	Reduction in emissions to air, with potential positive effects on local, regional or global conditions.	Extensive reduction in emissions to air, with potential positive effects on local, regional or global conditions.
<i>Example, Remedial action:</i> Extensive increase in greenhouse gas (GHG) emissions due to extensive transportation of excavated soil to a landfill. The emissions are larger than 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Extensive increase in emissions of acidifying and eutrophication substances (e.g. NOx, SOx) due to extensive use of excavators, trucks etc. The emissions are larger than 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> Increase in greenhouse gas (GHG) emissions due to transportation of excavated soil to a landfill. The emissions are between 10% and 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Increase in emissions of acidifying and eutrophication substances (e.g. NOx, SOx) due to extensive use of excavators, trucks etc. The emissions are between 10% and 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> The remedial action is excavation of soil and transportation to a landfill. The emissions of GHG is less than 10% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> The remedial action is excavation of soil and transportation to a landfill. The emissions of acidifying and eutrophication substances (e.g. NOx, SOx) is less than 10% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified.	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Air - Usually, only off-site effects of emissions to air should be assessed by this criterion. Is it possible to also have on-site effects? - Usually, only effects of emissions to air remedial action should be assessed by this criterion. Is it possible to also have emissions source contamination? - Are there air emissions from the reference alternative? What types and amounts?	Key questions: Remediation - What types of air emissions will the remedial activity result in? - What types of air emissions will transportation result in? - What types of air emissions will continue after the remediation? - What is the amounts of air emissions of: - Greenhouse gases (GHG)? - NOx? - SOx? - Volatiles, e.g. benz(a)pyrene and benzene? - Particulate matter (PM10, PM2.5)? - What types of local, regional and global effects could be the result of the air emissions?	Key political environmental goals: - Clean Air - Reduced Climate Impact - Natural Acidification Only - A Protective Ozone Layer (- A Non-Toxic Environment)
Sources of information: - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land reports (remedial actions). - Handbooks and reports on air quality, such as: <i>Lufteguiden, Handbook 2011:1, Naturvårdsverket</i>. - LCA data bases, carbon footprint tools, and other decision support tools.		

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill

	On-site		Off-site	
Remedial action	Score: 0 Motivation: On site effects are usually not assessed for air emissions (considered insignificant).		Score: -9 Motivation: Extensive emissions of GHG during excavation work and transportation to landfill, compared to the reference alternative. The air emissions are more than 10% of the emissions in the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil).	
Source contamination	Score: 0 Motivation: Not relevant.		Score: 0 Motivation: Not relevant.	

Key criterion E7: NON-RENEWABLE NATURAL RESOURCES

This criterion is primarily relevant to **off-site** effects with respect to the **remedial action**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Extensively increased use of non-renewable natural resources, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Significantly increased use of non-renewable natural resources, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Insignificantly changed use of non-renewable natural resources, with respect to effects on local, regional or global conditions.	Significantly reduced use of non-renewable natural resources, with potential positive effects on local, regional or global conditions.	Extensively reduced use of non-renewable natural resources, with potential positive effects on local, regional or global conditions.
<i>Example, Remedial action:</i> Till and other soil material will be used as backfilling material. The amount of backfilling material is more than 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Large amounts of glaciofluvial sand and gravel (scarce non-renewable resource) will be used as backfilling material. <i>Example, Remedial action:</i> Fossil fuel will be used for excavation and transportation of contaminated soil. The amount of fossil fuel is more than 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> Till and other soil material will be used as backfilling material. The amount of backfilling material is between 10% and 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Significant amounts of glaciofluvial sand and gravel (scarce non-renewable resource) will be used as backfilling material. <i>Example, Remedial action:</i> Fossil fuel will be used for excavation and transportation of contaminated soil. The amount of fossil fuel is between 10% and 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> Some till and other soil material will be used as backfilling material. However, the amount of backfilling material is less than 10% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Some fossil fuel will be used for excavation and transportation of contaminated soil. However, the amount of fossil fuel is less than 10% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values).	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified.	<i>Example, Remedial action:</i> No such case has been identified.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Natural resources - Usually, only off-site effects of the use of non-renewable natural resources should be assessed by this criterion. Is it possible to also have on-site effects on valuable non-renewable natural resources, for example: · Eskers? · Mineral deposits? - Usually, only the use of non-renewable natural resources during remediation should be assessed by this criterion. Is it possible that non-renewable natural resources are used also source contamination? - Are non-renewable natural resources used in the reference alternative? What types and amounts?	Key questions: Remediation - How will valuable non-renewable natural resources in the area be affected by the remediation? - Will non-renewable natural resources be used, for example: · Glaciofluvial sand or gravel? · Non-renewable groundwater? · Minerals? · Fossil fuel? · Electricity from non-renewable sources? - How much will be used? - What types of local, regional and global effects could be the result of the use of non-renewable natural resources?	Key political environmental goals: (- Good-Quality Groundwater) (- Reduced Climate Impact) (- Clean Air) (- Flourishing lakes and streams)
Sources of information: - Geological maps - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land reports (remedial actions). - LCA data bases and decision support tools.		

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	0	On site effects are usually not assessed for non-renewable natural resources (considered insignificant).	-8	Extensive consumption of fossil fuel during excavation work and transportation, compared to the null-alternative. The consumption of fossil fuel is more than 10% of the emissions in the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil).
Source contamination	0	Not relevant.	0	Not relevant.

Key criterion E8: NON-REUSABLE WASTE

This criterion is primarily relevant to **off-site** effects with respect to the **remedial action**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
Extensively increased production of waste, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Significantly increased production of waste, with potential negative effects on local, regional or global conditions.	Insignificantly changed production of waste, with respect to local, regional or global conditions.	Significantly reduced production of waste, with potential positive effects on local, regional or global conditions.	Extensively reduced production of waste, with potential negative effects on local, regional or global conditions.
<i>Example, Remedial action:</i> Contaminated soil is excavated and transported to a landfill as waste. The amount of produced waste is more than 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Large amounts of contaminated runoff water is produced during the excavation of contaminated soil. The water is regarded as waste and is transported to a treatment plant.	<i>Example, Remedial action:</i> Contaminated soil is excavated and transported to a landfill as waste. The amount of produced waste is between 10% and 50% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Significant amounts of contaminated runoff water is produced during the excavation of contaminated soil. The water is regarded as waste and is transported to a treatment plant.	<i>Example, Remedial action:</i> A limited amount of contaminated soil is excavated and transported to a landfill as waste. The amount of produced waste is less than 10% of the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil above generic guideline values). <i>Example, Remedial action:</i> Some contaminated runoff water is produced during the excavation of contaminated soil. However, the amount is considered insignificant.	<i>Example, Remedial action:</i> The continuous production of waste (e.g. contaminated runoff water that has to be treated) is reduced due to the remedial action.	<i>Example, Remedial action:</i> The continuous production of waste (e.g. contaminated runoff water that has to be treated) is stopped by the remedial action.

2. Key questions and sources of information

Key questions: Waste - Usually, only off-site effects of the waste should be assessed by this criterion. Is it possible to also have on-site effects? - Usually, only production of waste remedial action should be assessed by this criterion. Is it possible to also have waste production source contamination? - Is waste produced in the reference alternative (e.g. contaminated runoff water)? What types and amounts? - What type of waste is produced (hazardous waste, non-hazardous waste, inert waste etc.)? If waste is produced in the null-alternative it could be relevant to consider positive effects of remediation, both during and source contamination.	Key questions: Remediation - Will the remediation result in production of waste, for example: · Contaminated soil? · Other contaminated material? · Contaminated water? · Other types of waste? - How much waste will be produced? - Is it possible to re-use the waste and thereby reducing the amount? - How will the waste be classified? - How will the waste be handled or treated? - What types of local, regional and global effects could be the result of the produced waste?	Key political environmental goals: - A Non-Toxic Environment - Good-Quality Groundwater - Reduced Climate Impact - Clean Air - Flourishing lakes and streams
Sources of information: - Environmental Impact Assessments (EIA). - Contaminated land reports (remedial actions). - LCA data bases and decision support tools. - Waste regulations. - Handbooks and reports on waste, from environmental authorities, waste organizations etc.		

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill

	On-site		Off-site	
Remedial action	Score: 0	Motivation: On site effects are usually not assessed for waste (considered insignificant).	Score: -10	Motivation: Extensive production of waste compared to the null-alternative, because all excavated soil is treated as waste. The amount of waste is more than 10% of the produced waste in the maximum alternative (complete excavation of all contaminated soil).
Source contamination	Score: 0	Motivation: Not relevant.	Score: 0	Motivation: Not relevant.

C. Stödjande matriser för social analys

Key criterion S1: LOCAL ENVIRONMENTAL QUALITY AND AMENITY, including PHYSICAL DISTURBANCES

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
The local environmental quality and amenities will be impacted very negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The local environmental quality and amenities will be impacted negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The local environmental quality and amenities will not be impacted by the remediation alternative compared to the reference alternative	The local environmental quality and amenities will be impacted positively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The local environmental quality and amenities will be impacted very positively by the remediation alternative compared to the reference alternative
<i>Example:</i> The local environmental quality off-site will be impacted very negatively by the remediation alternative as a result of the remedial action due to extensive physical disturbances, e.g. the heavy transport will reduce the accessibility to amenities in the surrounding or give raise to very extensive noise. <i>Example:</i> The site has a high recreational value (e.g. bird-watching or other) and due to the remedial action, the remediation alternative will result in an extensive decrease in recreational value.	<i>Example:</i> The local environmental quality off-site will be impacted negatively by the remedial action due to physical disturbances, e.g. the heavy transport will reduce the accessibility to amenities in the surrounding or give raise to noise. <i>Example:</i> The site has some recreational value (e.g. bird-watching or other) and due to the remedial action, the remediation alternative will result in a decrease in recreational value.	<i>Example:</i> Since the reference alternative already is associated with extensive physical disturbances to the surrounding area (off-site), the remedial action will not result in any significant effect compared to the reference alternative.	<i>Example:</i> The local environmental quality on-site will be impacted positively due to the change in landuse which will be a result of the change in source contamination. <i>Example:</i> The site has some recreational value and the remediation alternative will result in increased access to the site compared to the reference alternative, as a result of the change in source contamination. <i>Example:</i> The remediation alternative will result in an improved recreational quality off-site, e.g. by making a nearby swimming area possible to be used, as a result of the change in source contamination.	<i>Example:</i> The local environmental quality on-site will be impacted very positively due to the change in landuse which will be a result of the change in source contamination. <i>Example:</i> The site has a high recreational value and the remediation alternative will result in highly increased access to the site compared to the reference alternative, as a result of the change in source contamination. <i>Example:</i> The remediation alternative will result in a highly improved recreational quality off-site, e.g. by making a nearby swimming area possible to be used by a large number of people, as a result of the change in source contamination.

2. Key questions and sources of information

Key questions: - How is the local environmental quality and how will it be changed due to a remediation alternative? - Will there be any physical disturbances due to the remedial action associated to the remediation alternative compared to the reference alternative, e.g. that the accessibility of services and recreation possibilities in the area is heavily reduced? - What is the final use of the site and how does this improve or impair the local environmental quality and amenities such as recreational possibilities? - What potential recreational values are present or will be created or disturbed? - Is there any interest in the area for walking, hiking, swimming, picking of mushrooms and berries, fishing, or any other type of activity?
Sources of information: Environmental impact assessments (EIA). Make contact with the local and county authorities and review local and regional plans - what will be the end use of the site? Review documents on recreational activities. Contact the county authorities and review the presence of national and county nature parks, recreational parks, sea and lakeshore protection areas. Note that some nature parks are established primarily for recreational purposes.

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	0	The remedial action will not result in any significant effects on-site compared to the reference alternative.	-4	There will be extensive physical disturbances off-site as a result of the remedial action due to heavy transports back and forth to the site which will create barriers between housing areas and different services. Thus, the local environmental quality in the neighbourhood will be negatively impacted as a result of the remedial action.
Source contamination	+8	There will be very positive effects on-site as a result of changes in the source contamination due to an improved local environmental quality at the site due to the new landuse and an increased access to the site.	+2	As a result of a change in source contamination, the local environmental quality off-site will be slightly positively impacted as it improves the overall local environmental quality of the area due to the change in landuse and due to increased accessibility to the previously closed site.

Key criterion S2: CULTURAL HERITAGE

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action**. The effects in the cultural heritage category should only be scored in relation to actual destruction, preservation or restoration of cultural heritage items, **not** with regard to increased access to those items as could be expected by a change in source contamination and subsequent change in land-use (this is scored in S1 in relation to local environmental quality and amenities such as recreation).

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
The cultural heritage will be impacted very negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The cultural heritage will be impacted negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The cultural heritage will not be impacted by the remediation alternative compared to the reference alternative	The cultural heritage will be impacted positively by the remediation alternative compared to the reference alternative	The cultural heritage will be impacted very positively by the remediation alternative compared to the reference alternative
<i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will result in destruction of buildings on-site with high historical or cultural protection values. <i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will lead to a substantial degrading of a cultural landscape on-site and/or off-site with a high protective value. <i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will lead to a substantial negative impact on archaeological and/or geological archives of high interest on-site.	<i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will result in damage or degrading of buildings on-site with historical or cultural protection values. <i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will lead to degrading of a cultural landscape on-site and/or off-site with a protective value. <i>Example:</i> The remedial action of the remediation alternative will lead to a negative impact on archaeological and/or geological archives on-site.	<i>Example:</i> There are no cultural or historical values at the present site and thus the remedial action at the site will not result in any effects on the cultural heritage.	<i>Example:</i> The remedial action of the alternative will result in some restoration of buildings on-site with historical or cultural protection values. <i>Example:</i> The remedial action will result in some restoration of a cultural landscape on-site and/or off-site. <i>Example:</i> The remediation alternative will lead to preservation of archaeological and geological archives on-site as a result of the remedial action. <i>Example:</i> A cultural area off-site will be somewhat improved by the restoration of cultural or historical buildings on-site as a result of the remedial action.	<i>Example:</i> The remedial action of the alternative will result in restoration of buildings on-site with high historical or cultural protection values. <i>Example:</i> The remedial action will result in restoration of a cultural landscape on-site and/or off-site with high protective value. <i>Example:</i> The remediation alternative will lead to preservation of highly interesting archaeological and geological archives on-site as a result of the remedial action. <i>Example:</i> A cultural area off-site will be improved by the restoration of cultural or historical buildings on-site as a result of the remedial action.

2. Key questions and sources of information

Key questions:

- What type of cultural protection values are present?
- Are there anything in the area that provides information on human history?
- Is there any material or immaterial activity or phenomenon on the site that holds any cultural history?
- Are there any cultural historical objects, e.g. archaeological findings, buildings, constructions?
- Is there any cultural protection assigned to the site?
- Will there be any destruction, preservation or restoration of buildings with high cultural protection value?
- Will there be any destruction, preservation or restoration of landscape types with high protective value?
- Will there be any destruction or preservation of archaeological archives?
- Will there be any destruction or preservation of geological archives?

Sources of information:

Environmental impact assessment (EIA). Review information on cultural historical objects and areas, archaeological remnants, UNESCO heritage sites, cultural reserves, national monuments and preserves, churches, gravesites.

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	-4	The remediation alternative will result in the destruction of old industrial buildings situated on-site as a result of the remedial action, which gives a negative effect on the cultural heritage relative to the reference alternative where the buildings would be left standing.	0	The remedial action will not result in any significant effects on the cultural heritage off-site compared to the reference alternative.

Key criterion S3: HEALTH AND SAFETY

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
There will be a substantial increase of health and safety risks as a consequence of the remediation alternative compared to the reference alternative	There will be an increase of health and safety risks as a consequence of the remediation alternative compared to the reference alternative	There will be no effect on health and safety risks as a consequence of the remediation alternative compared to the reference alternative	There will be a decrease in health and safety risks as a consequence of the remediation alternative compared to the reference alternative	There will be a substantial decrease of health and safety risks as a consequence of the remediation alternative compared to the reference alternative
<i>Example:</i> Substantial spreading of contaminants from the site via e.g. air and/or water will lead to substantially increased health risks off-site due to the remedial action. <i>Example:</i> The remedial action will lead to a substantial increase of heavy traffic, resulting in substantially increased health and safety risks off-site due to air pollution (emissions, dust) and accidental risks.	<i>Example:</i> Spreading of contaminants from the site via e.g. air and/or water will lead to increased health risks off-site due to the remedial action. <i>Example:</i> The remedial action will lead to an increase of heavy traffic, resulting in increased health and safety risks off-site due to air pollution (emissions, dust) and accidental risks. <i>Example:</i> Remediation workers on-site will be exposed to contamination during the remedial action which will lead to increased working health risks.	<i>Example:</i> There will be no effect on health and safety on-site due to the remedial action since it does not expose workers to contaminants or safety risks.	<i>Example:</i> As a result of the change in source contamination, the spreading of contaminants from the site via e.g. air and/or water will be reduced which will decrease health and safety risks off-site. <i>Example:</i> The safety risks on-site and/or off-site will be decreased as a result of a new landuse at the site which is made possible by the change in source contamination.	<i>Example:</i> As a result of the change in source contamination, the spreading of contaminants from the site via e.g. air and/or water will be eliminated which will substantially decrease health and safety risks off-site. <i>Example:</i> The safety risks on-site and/or off-site will be substantially decreased as a result of a new landuse at the site which is made possible by the change in source contamination.

2. Key questions and sources of information

Key questions: What type of effect-based health risks are present in the area and its surroundings? How many people are exposed to the contamination? Are health risks acute or long-term? What were the results of the risk assessment and how will risks likely be controlled? What type of contaminants are present? Are contaminants volatile or more stable? What is the potential for spreading of contaminants?	Cont. What are the contaminant concentrations compared to local or regional background levels? What actions are associated with workers being in contact with the contaminants and what are the working environment guidelines for health and safety? Is the technique well-known or new? What increase in traffic and transports can be expected and what accidental risks are expected? Will threshold values for air quality be exceeded? Will there be spreading of dust?
Informations sources: Environmental impact assessment (EIA), Risk assessment, Health Impact Assessment (hälsokonsekvensbedömning), Working environment forms and guidelines. Information from authorities, e.g. county authorities, EPA, and others on environmental quality requirements, guideline values, and background levels.	

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	-4	Workers at the site are exposed to contamination during the remediation work such that an increased health risk occur.	-8	Neighbours are exposed to an increase in accidental risks, contaminants (dust and other emissions) from transports and noise during the remediation works such that an increase in health and safety risks occurs.
Source contamination	0	There are no people living on the site in the reference alternative, and the change in source contamination will lead to that the contaminant is removed, thus fulfills requirements on acceptable risk for the new landuse.	+4	Neighbours are likely to get less exposed to contaminants after the remediation.

Key criterion S4: EQUITY

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
At least one (vulnerable) group is affected very negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	At least one (vulnerable) group is affected negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	No (vulnerable) group is affected by the remediation alternative compared to the reference alternative	At least one (vulnerable) group is affected positively and no group is affected negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative	At least one (vulnerable) group is affected very positively and no group is affected negatively by the remediation alternative compared to the reference alternative
<i>Example:</i> The change in source contamination and consequently a change in land use will result in that some groups need to be relocated permanently and will be marginalised as there are no equivalent alternatives for relocation (either very expensive or very far away).	<i>Example:</i> The remedial action results in that some groups need to be relocated temporarily.	<i>Example:</i> The contamination is left on the site for future generations and no natural degrading of the contamination is expected to take place, thus there is no change in source contamination compared to the reference alternative. The future environmental cost for coming generations will remain.	<i>Example:</i> Some contamination is left on the site for future generations and no natural degrading of the contamination is expected to take place, thus there is some change in source contamination compared to the reference alternative. As a consequence the future environmental cost for coming generations is reduced.	<i>Example:</i> As a result of the change in source contamination any future environmental cost is eliminated for coming generations. <i>Example:</i> The neighbours will largely benefit from the change in source contamination as it will make the neighbourhood much more attractive.

2. Key questions and sources of information

Key questions: - Is the polluter pays principle followed? - Is inter- and intragenerational equity taken into consideration? - Are there any vulnerable groups, or groups that cannot speak for their rights that are impacted by the decision on remediation strategy? - Is there any group that is treated unfavorably, on-site, off-site or in the society as a whole? - What impact does the alternative have on different groups in society today? - What impact does the alternative have on different groups in society in the future? - What are the probable long-term effects of the alternative? - Are the contaminants remediated? If the alternative is directed at leaving contamination, are contaminants degraded over time and if so, are they degraded rapidly?
Sources of information: - Environmental Impact Assessments (EIAs) - The risk assessment - Results from e.g. stakeholder analyses and consultations with stakeholders. - The distributional analyses within the scope of cost-benefit analyses provide useful information.

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	-4	Due to the remedial action, the local MC-club will need to move and find another garage and club house as the club has been using a part of the old industry. Therefore there is a slight negative effect on equity for the population on-site.	0	No vulnerable groups off-site are affected by the remedial action.
Source contamination	+8	As a result of the change in source contamination there will be no environmental cost for coming generations, thus there will be a very large positive effect relative to the reference alternative.	+8	As a result of the change in source contamination there will be no environmental cost for coming generations, thus there will be a very large positive effect relative to the reference alternative.

Key criterion S5: LOCAL PARTICIPATION

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**.
This criterion does not relate to participation of the public or other groups in the remediation decision process, but relates to effects of the remediation.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
The remediation alternative leads to a much lower degree of local participation compared to the reference alternative	The remediation alternative leads to a lower degree of local participation compared to the reference alternative	The remediation alternative does not lead to any effect on local participation compared to the reference alternative	The remediation alternative leads to a higher degree of local participation compared to the reference alternative	The remediation alternative leads to a much higher degree of local participation compared to the reference alternative
<i>Example:</i> As a result of landuse change at the site due to the change in source contamination from industrial to a recreational area with low recreational values, the previous flourishing activities at the site (e.g. local cultural activities, localities for local clubs etc) will need to be relocated and will not contribute at all to local participation activities.	<i>Example:</i> As a result of the remedial action activities at the site (e.g. local cultural activities, localities for local clubs etc) will need to be temporarily relocated.	<i>Example:</i> There is no effect on aspects of local participation as a result of the remedial action since it will be planned and carried out by a company with no local connection. <i>Example:</i> There is no effect on aspects of local participation due to the change in source contamination since there is no change in land use.	<i>Example:</i> The change in source contamination will lead to new landuse which in turn will lead to some new local job opportunities. <i>Example:</i> The change in source contamination will lead to new landuse which in turn will have a positive impact of aspects of local participation such as opportunities for local activities (e.g. library, cultural institution, local clubs etc). <i>Example:</i> The remedial action will lead to some local job opportunities.	<i>Example:</i> The change in source contamination will lead to new landuse which in turn will lead to many new local job opportunities. <i>Example:</i> The change in source contamination will lead to new landuse which in turn will have a very large impact of aspects of local participation such as opportunities for local activities (e.g. library, cultural institution, local clubs etc). <i>Example:</i> The remedial action will lead to a large number of local job opportunities.

2. Key questions and sources of information

Key questions:

- Are there any important activities at the site with a local impact?
- Will the remedial action create local job opportunities on a short-term?
- Will the new landuse create local job opportunities on a long-term?
- Will the change in landuse create new opportunities for activities with local impact?

Sources of information:

The municipality, local clubs, cultural institutions such as libraries etc.

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
	Score:	Motivation:	Score:	Motivation:
Remedial action	0	There is no effect of the remedial action on-site since no new local jobs are created. The workers that carry out the remediation are not from the local area.	+1	The workers will use some of local services in the area as an effect of the remedial action and there will possibly be a small positive effect off-site.
Source contamination	+8	As a result of the change in source contamination, the landuse at the site will change and have a very positive effect on local participation on-site. A school will be constructed in the new housing area, which will create new job opportunities but also local engagement in the school.	+4	As a result of the change in source contamination, the landuse at the site will change and have a very positive effect on local participation off-site. There will be positive effects due to an increased population at the site which uses shops and services in the vicinity, thus increasing local job opportunities in the surrounding.

Key criterion S6: LOCAL ACCEPTANCE

This criterion is relevant to **on-site** and **off-site** effects with respect to the **remedial action** and **source contamination**. It should be noted that the local acceptance for activities can be improved by open information, dialogue and/or participation processes carried out in an appropriate way.

Back

1. Scoring guide

2. Key questions

3. Example

1. Scoring guide

Very negative effect: -6 to -10	Negative effect: -1 to -5	No effect: 0	Positive effect: +1 to +5	Very positive effect: +6 to +10
The local population will be/is strongly negative about the remediation alternative compared to the reference alternative	The local population will be/is negative about the remediation alternative compared to the reference alternative	The local population will be/is neutral with regard to the remediation alternative compared to the reference alternative	The local population will be/is positive about the remediation alternative compared to the reference alternative	The local population will be/is strongly positive about the remediation alternative compared to the reference alternative
<i>Example:</i> There will be/is a very strong opinion locally against the remedial action since it is believed not to be relevant and result in decreasing real estate prices. <i>Example:</i> There will be/is a very strong opinion locally against the new planned landuse since the present landuse have a strong local symbol. (This type of effect can be seen as an effect from both the remedial action (RA) and the change in source contamination (SC). However, in most cases it is probably most relevant to consider this effect to be a result of the lower risks of exposure to the source contamination (SC), which facilitate new land uses.) <i>Example:</i> There will be a very strong local opinion against the remedial action due to expected dusting and smell during the remediation.	<i>Example:</i> There will be/is an opinion locally against the remedial action since it is believed not to be relevant and result in decreasing real estate prices. <i>Example:</i> There will be/is an opinion locally against the new planned landuse since the present landuse have a strong local symbol. (This type of effect can be seen as an effect from both the remedial action (RA) and the change in source contamination (SC). However, in most cases it is probably most relevant to consider this effect to be a result of the lower risks of exposure to the source contamination (SC), which facilitate new land uses.) <i>Example:</i> There will be a local opinion against the remedial action due to expected dusting and smell during the remediation.	<i>Example:</i> There is no local population, thus there is no local opinion for or against the remedial action.	<i>Example:</i> There will be/is an opinion locally in favour of the remedial action. <i>Example:</i> There will be/is an opinion locally in favour of the new landuse which will be made possible by the change in source contamination. (This type of effect can be seen as an effect from both the remedial action (RA) and the change in source contamination (SC). However, in most cases it is probably most relevant to consider this effect to be a result of the lower risks of exposure to the source contamination (SC), which facilitate new land uses.) <i>Example:</i> There will be/is a local opinion in favour of the reduction of the contamination risks which has been perceived as a giving a stigma effect to the local area. (This is thus not necessarily related to any new landuse, just the removal of the contamination so that the area can be considered "clean".)	<i>Example:</i> There will be/is a very strong opinion locally in favour of the remedial action. <i>Example:</i> There will be/is a very strong opinion locally in favour of the new landuse which will be made possible by the change in source contamination. (This type of effect can be seen as an effect from both the remedial action (RA) and the change in source contamination (SC). However, in most cases it is probably most relevant to consider this effect to be a result of the lower risks of exposure to the source contamination (SC), which facilitate new land uses.) <i>Example:</i> There will be/is a very strong local opinion in favour of the reduction of the contamination risks which has been perceived as a giving a stigma effect to the local area. (This is thus not necessarily related to any new landuse, just the removal of the contamination so that the area can be considered "clean".)

2. Key questions and sources of information

Key questions:

- Are there any local conflicts regarding the present activities at the site?
- Are there any local conflicts regarding the remediation alternative?
- Is there a local opinion against or for the present activities at the site or the remediation alternative?
- To what extent are expressed opinions likely to be representative of the local population?

Sources of information: The main source of information is the local population

- Open meetings
- Interviews, face-to-face or by telephone
- Questionnaire
- Focus group meetings
- Other indirect sources are any persons from the municipality, county administration, the project management and the project team who have met and interact with the local population.

3. Scoring matrix - Example: Excavation of soil and transportation to landfill with reference alternative no action

	On-site		Off-site	
Remedial action	Score: not relevant -	Motivation: There is no population on-site.	Score: +8	Motivation: The local population is very positive to the remedial action compared to the reference alternative.
Source contamination	Score: not relevant -	Motivation: There is no population on-site.	Score: +2	Motivation: The local population is positive to the change in source contamination compared to the reference alternative but is of the opinion that the source contamination reduction is not enough.

D. Förberedelser och genomförande av workshoppar med intressenter

D.1 Förberedelser inför workshoppar

För Blekingegatan förbereddes tre olika workshoppar i följande ordning: miljömässig, social och ekonomisk. Flera personer deltog på alla tre workshopparna men vissa specialkompetenser bjöds in för olika workshoppar. Inbjudningarna som gick ut skickades separat för varje workshop men med liknande innehåll, se nedan.

Hej!

Vi vill gärna bjuda in dig att medverka i en workshop gällande ett område på Blekingegatan i Helsingborg där det funnits en kemptvätt som har läckt föroreningar. Flera av er är redan bekant med detta genom tidigare medverkan. Denna inbjudan gäller workshop 1 inom ramen för den fallstudie som utförs av Chalmers, mer information om forskningsprojektet framgår längre ner. Deltagarlistan varierar något mellan de olika workshops som ska genomföras.

Området är undersökt och skall komma att efterbehandlas, och workshoppen anordnas som en del i arbetet med att utreda vad som kan vara en lämplig utformning och omfattning av en efterbehandlingsåtgärd. Utvärderingen av efterbehandlingsalternativ sker bland annat genom workshoppar med representanter för lokalsamhället, myndigheter och andra berörda aktörer i området. För att analysen skall bli så komplett som möjligt vill vi gärna ha en bred representation vid dessa workshoppar. Du är utvald på grund av din yrkesroll och vi hoppas att du har möjlighet att medverka. SGU (Sveriges Geologiska Undersökning) är huvudman för projektet och personer från Chalmers tekniska högskola och Anthesis Enveco kommer att leda workshoppen.

Workshop 1. Miljömässiga effekter: Workshop 1 kommer att fokusera på miljömässiga effekter på jord, grundvatten, ytvatten, sediment, flora och fauna, utsläpp till luft, avfallsproduktion samt förbrukning av naturresurser. Vi räknar med ungefärlig tidsåtgång på 4 timmar med bara en kortare fikapaus.

Preliminär agenda (+ fikapaus):

- Välkomna – presentationsrunda
- Kort presentation av forskningsprojektet SAFIRE och syftet med dagens workshop
- Presentation av åtgärdsalternativen för efterbehandling
- Introduktion till och poängsättning av miljömässiga effekter av de olika åtgärdsalternativen

Workshop 2. Sociala effekter: Den andra workshoppen kommer att fokusera på olika sociala aspekter av hur lokalsamhället kan tänkas påverkas av olika åtgärdsalternativ för efterbehandling. Vi försöker utvärdera effekter på närmiljö och trivsel, hälsa och säkerhet, rättvisaspekter, kulturarv, lokalt deltagande och diskuterar även lokal

acceptans. Här räknar vi med ungefärlig tidsåtgång på 6 timmar, med lite längre paus för lunch.

Preliminär agenda (+ lunch):

- Välkomna – presentationsrunda
- Kort presentation av forskningsprojektet SAFIRE och syftet med dagens workshop
- Presentation av åtgärdsalternativen för efterbehandling
- Introduktion till och poängsättning av sociala effekter av de olika åtgärdsalternativen

Workshop 3. Ekonomiska effekter: Den tredje workshopen kommer att fokusera på vilka ekonomiska effekter som kan uppstå, positiva och negativa, och för såväl samhället i stort som för hushåll och företag. Det kommer att handla om t.ex. effekter kopplat till markvärdesförändringar, värdet av grundvattenresurser och andra ekosystemtjänster. Här räknar vi med ungefärlig tidsåtgång på 4 timmar med bara en kortare fikapaus.

Preliminär agenda (+ fikapaus):

- Välkomna – presentationsrunda
- Kort presentation av forskningsprojektet SAFIRE och syftet med dagens workshop
- Presentation av åtgärdsalternativen för efterbehandling
- Introduktion till och genomgång av ekonomiska effekter av de olika åtgärdsalternativen

Plats: Helsingborg, lokal meddelas senare.

Doodle för förslag till datum: ([doodle-länk](#))

Mer information forskningsprojektet

Detta arbete ingår också i ett parallellt forskningsprojekt. Forskningsprojektet SAFIRE – hållbarhetsanalys för förbättrad effektivitet vid efterbehandling (Sustainability Assessment For Improved Remediation Efficiency) - handlar just om att utvärdera åtgärdsalternativ för hållbar och effektiv efterbehandling av förorenad mark. SAFIRE drivs från Chalmers tekniska högskola och finansieras till största delen av Formas samt delvis av medverkande partners (SGU, SGI, NCC Teknik och Anthesis Enveco) och pågår under perioden 1 januari 2015 - 31 december 2018 ([SAFIRE-projektet](#)). Inom projektet används verktyget SCORE (Sustainable Choice of Remediation) för att kunna utvärdera och jämföra efterbehandlingsalternativ. SCORE utvärderar hållbarheten av olika åtgärder relativt ett referensalternativ, och tar hänsyn till miljömässiga, sociala och ekonomiska effekter. Verktyget är utvecklat på Chalmers, och inom ramen för projektet SAFIRE så tillämpas och utvärderas SCORE-verktyget på ett antal fallstudier. Blekingegatan i Helsingborg är den sista av fem fallstudier. De andra fallstudierna som genomförts är ett industriområde i Järpen ([rapport finns här](#)), BT Kemi Södra området

([rapport finns här](#)) samt ett exploateringsobjekt i Limhamn (rapporten är inte publicerad ännu), samt ett f.d. sågverk i Köja, Kramfors kommun (rapporten färdig men inte tillgänglig på webben ännu).

Inför workshopparna skickades också ytterligare information till de som anmält att de skulle närvara: program, informationsmaterial om SAFIRE-projektet, SCORE-metoden, samt om föreningssituationen på Blekingegatan samt de alternativ som skulle utredas. Informationen om föreningssituationen på Blekingegatan och alternativen riktade sig främst till de representanter som inte tidigare varit iblandade i projektet och liknar till stor del det som beskrivs i Avsnitt 3 i den här rapporten. Materialet skickades ut några dagar i förväg av workshop-ledaren.

Blanketter förbereddes med förslag på referensalternativ och skrevs ut för att deltagarna skulle kunna läsa igenom referensalternativet samt fylla med egna anteckningar. Utformningen av blanketterna finns i Bilaga F och G, där den gemensamma diskussionen har noterats i formulärens format. Dessutom förbereddes en excelfil för att kunna ge deltagarna visuell feedback på deras poängbedömningar och deras viktning.

D.2 Genomförande av miljömässig workshop, 27 september

Plats: Stadsbyggnadshuset, Helsingborg

Datum och tid: 27 september, 2018, kl 13.00 – 16.30

Medverkande: 2 representanter från SGU, 1 representant från Länsstyrelsen Skåne, 2 representanter från Helsingborg Stad (miljöförvaltningen + fastighetskontoret, endast mellan kl 13-14), 1 konsult.

Workshopledare: Jenny Norrman (Chalmers), Henrik Nordzell (AnthesisEnveco)

Genomförande:

Jenny hälsar alla välkomna och går igenom agendan för dagen. Henrik Nordzell för anteckningar under dagen.

- Jenny presenterar SAFIRE-projektet
- Enkät delas ut (för WP6 i SAFIRE)
- Presenterar Score utifrån de tre hållbarhetsdomänerna och vad resultatet av projektet kommer bli -> det alternativ med högst poäng leder också i högst grad till en hållbar utveckling.
- Vi kommer poängsätta 6 av 8 kriterier inom miljö. Luft och förbrukning av icke-förnybara resurser ska det istället räknas på mha en förenklad livscykelanalys.
- Bakgrund Blekingegatan samt genomgång av hälsorisker och miljörisker. Alla övergripande åtgärds mål är kopplade till hälsa. Fokus för idag är miljö!
- De beskrivningar av referensalternativ och åtgärdsalternativ som tagits fram till mötet godkändes.

- Genomgång av hur poängsättning med osäkerhet och viktning ska göras. Anteckningar från poängsättningen görs i tabellerna nedan. Vi börjar med kriterium 3 dricksvatten, därefter 2 flora och fauna och sedan följs ordningen från kriterium 1. Detta för att 3 dricksvatten är mer intuitiv än 1 mark (som skiljer sig från beskrivningen av poängsättning) och är för denna fallstudie det största diskussionsämnet.
- Resultat av diskussioner redovisas i Bilaga F.

D.3 Genomförande av social workshop, 12 oktober

Plats: Stadsbyggnadshuset, Helsingborg

Datum och tid: 12 oktober, 2018, kl 10.00 – 15.00

Medverkande: 3 representanter från SGU, 3 representanter från Helsingborg Stad (miljöförvaltningen, stadsmiljöavdelningen, fastighetskontoret), samt 1 representant från Länsstyrelsen Skåne. 2 inbjudna deltagare fick förhinder och kunde inte delta.

Workshopledare: Jenny Norrman (Chalmers), Henrik Nordzell (AnthesisEnveco)

Genomförande:

Jenny hälsar alla välkomna och går igenom agendan för dagen. Henrik Nordzell för anteckningar under dagen.

- Jenny presenterar SAFIRE-projektet
- Enkät delas ut (för WP6 i SAFIRE)
- Presenterar Score utifrån de tre hållbarhetsdomänerna och vad resultatet av projektet kommer bli -> det alternativ med högst poäng leder också i högst grad till en hållbar utveckling.
- Vi kommer poängsätta 5 av 6 kriterier inom den sociala dimensionen.
- Bakgrund Blekingegatan samt kort genomgång av hälsorisker och miljörisker. Alla övergripande åtgärds mål är kopplade till hälsa. Fokus för idag är sociala aspekter.
- Genomgång av hur poängsättning med osäkerhet och viktning ska göras. Resultat av diskussioner redovisas i Bilaga G.

D.4 Genomförande av ekonomisk workshop, 16 oktober

Plats: Stadsbyggnadshuset, Helsingborg

Datum och tid: 16 oktober, 2018, kl 13.00 – 15.30

Medverkande: 4 representanter från SGU, 1 representant från Helsingborg Stad (fastighetskontoret), samt 1 representant från Nordvästra Skånes Vatten och Avlopp

AB. En inbjuden deltagare från Regionservice (kopplat till Helsingborgs lasarett) fick förhinder och kunde inte delta.

Workshopledare: Tore Söderqvist och Henrik Nordzell (AnthesisEnveco)

Andra deltagare: Jenny Norrman (Chalmers)

Genomförande:

Henrik Nordzell leder workshoppen. Tore Söderqvist för anteckningar med stöd av Jenny Norrman.

- Henrik presenterar SAFIRE-projektet
- Enkät delas ut (för WP6 i SAFIRE)
- Henrik presenterar den ekonomiska analysen i SCORE + diskussion
- Mattias Gustavsson (SGU) presenterar material om tidigare värderingar av grundvattentillgångar + diskussion
- Henrik presenterar om grundvatten som ekosystemtjänst + diskussion
- Henrik går in på fastighetsvärden för fastigheten Råven 58 + diskussion
- Henrik går in på fastighetsvärden för omgivande fastigheter + diskussion
- Henrik går in på åtgärdskostnader i diskussion

Resultaten av diskussioner och kompletterande beräkningar redovisas i Kapitel 6.

E. Streamlined LCA

A streamlined life-cycle assessment of the remediation alternatives was performed using SimaPro LCA software and Excel, with the aim of scoring the key criteria E6 and E7. The streamlined LCA is created to analyse the remediation techniques in Table E-1 and their features that contribute the most to the negative environmental impacts. The chosen functional unit is the treatment of the whole contaminated site. The system boundaries include the processes of the remediation technologies that were identified as the main drivers of environmental impacts, from production, transportation and implementation. Simplifications common to other LCA studies on remediation technologies for contaminated sites are assumed, e.g. exclusion of hardware manufacturing and activities of minor role (such as lab analyses). As this study uses a streamlined LCA approach, all aspects assessed to have a low contribution to the total impacts were not included. Which processes to include and not are based on an earlier literature review, see Franceschini (2018).

Table E-1. Remediation techniques and their processes analysed with the streamlined LCA.

Technique	Processes analysed
Excavation and landfilling of the contaminated soil	Excavation, transport of contaminated soil to landfill, transport of pristine soil to the site.
Soil- vapour extraction (SVE)	Chemical production and transportation, and materials, fuels and electricity consumption.
In situ chemical reduction (ISCR)	Chemical production and transportation, and materials, fuels and electricity consumption.
In situ chemical oxidation (ISCO)	Chemical production and transportation and materials, fuels and electricity consumption.
In situ bioremediation (ISB)	Chemical production and transportation and materials, fuels and electricity consumption.
In situ thermal desorption (ISTD)	Materials and electricity consumption.
Permeable reactive barriers (PRB)	Chemical production and transportation and materials, fuels and electricity consumption.

The impacts of all the processes (materials, chemicals, transport) composing the different remediation techniques were analysed one by one in SimaPro using the ReCiPe 2016 Midpoint (H) Version 1.02 method. The results of the analyses were transferred to Excel, where they were used to create a model to calculate the environmental impacts of the different remediation alternatives, see section E.10.

There were some limitations regarding data availability for the LCA:

- At the time this part of the project was carried out, it was not yet clear which chemicals and which *in situ* injection technologies would be used. Therefore, the analysis was carried out on chemicals potentially able to treat the contamination from the four major companies that work with remediation projects in Sweden: PeroxyChem, Regenesis, Provectus and RPI.

- The chemicals that potentially can be used in the *in situ* remediation techniques are properties of the companies that produce and sell them, therefore the composition of certain chemicals is not publicly available. Moreover, the composition of certain chemicals changes depending on the site and contaminants treated.
- Data regarding the production of the chemicals were not provided by the producers, but are modelled in SimaPro as the sum of the chemicals they are composed of. Hence, the energy required and other process-specific requirements to physically put the substances together to create the chemicals were not included in the assessment.
- Some of the chemical substances present in the composition of the chemicals assessed were not present in the LCA databases, therefore these substances were added in the assessment creating a process for their production. The production processes were selected among the most common ones found on-line in literature and patents. The energy and other process-specific requirements were not included in the assessment.

In the next sections, a brief description of the streamlined LCA is presented for each technique.

E.1 Excavation and landfilling of the contaminated soil

The excavation process, the transport of the contaminated soil to landfill by trucks, and the consumption and transport of clean soil are the main processes that influence the negative environmental impacts of this ex-situ technique. Therefore, this remediation technique was modelled in Excel considering only these three processes. The specific processes analysed with SimaPro are:

- Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4 (two different processes for transport to the landfill and transport to the site with the pristine soil).
- Excavation, hydraulic digger {GLO}|market for | APOS, U
- Excavation, skid-steer loader {GLO}|market for | APOS, U
- Process-specific burden, sanitary landfill {CH}|processing | APOS, U

E.2 Soil vapour extraction (SVE)

The main negative environmental impacts of SVE are due to the energy used to extract the vapour and to the consumption of filter material. Other impacts are linked to the drilling and materials used for wells and pumps.

Usually, activated carbon is used as filter material to clean the extracted vapour. Activated carbon for air treatment is not sold by the companies where the chemicals to treat the contaminated groundwater or soil are present, therefore it was modelled in SimaPro using the process for activated carbon already present in the databases:

- Activated carbon, granular {GLO}| market for activated carbon, granular | APOS, U

E.3 In situ chemical reduction (ISCR)

The main negative environmental impacts of this *in situ* remediation technique are linked to the production and transport of the chemicals injected, and in minor part to the materials used for the installations.

The chemicals assessed are:

- CRS, Regenesiis
- microZVI, Regenesiis
- Trap&treat, RPI
- ZVI, Provectus

CRS, Regenesiis

This chemical is composed by a solution of ferrous gluconate (8-15%) and water (85-92%) (Regenesiis, 2015a). Ferrous gluconate is not present in SimaPro's databases and it was not possible to find a common production method to model it in SimaPro based on literature. The most similar chemical to ferrous gluconate present in SimaPro is iron(II)chloride, therefore this compound was used as a substitute.

All the Regenesiis products are manufactured in San Clemente (California) and from there transported to a warehouse in Bath (UK), from where they are transported to Sweden. Flight distance from LAX airport to Bristol airport is 8660 km. Sea distance from Portsmouth port to Helsingborg is 1454 km. Distance covered by truck to bring the materials to and from the airport and to and from the ports was estimated to be around 250 km.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, extreme water stress
- Iron(II) chloride {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

MicroZVI, Regenesiis

This chemical is a mixture of glycerol (glycerine), iron powders and iron sulphide (Regenesiis). According to the official tech bulletin by Regenesiis, this compound is made of ZVI (40% by weight) suspended in a solution of glycerol (glycerine) and water. The transport processes considered in the analysis were the same as for all Regenesiis processes.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, extreme water stress

- Cast iron {GLO}|market for | APOS, U (used to model ZVI in other studies found in literature (Higgins & Olson, 2009))
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

Trap&Treat BOS100, RPI

This chemical is composed by activated carbon (75%) and zero-valent iron (ZVI, 25%). Therefore, the LCA of this chemical was performed adding the impacts of the production of activated carbon to the impacts from the production of cast iron, with the ratio given in the safety data sheet of the chemical analysed (CalgonCarbon, 2015).

No precise information was given by the producers about the location of the production plant and how the chemical would be transported to Sweden. Therefore, it was assumed that the product would be manufactured in Golden (CO), where the head office is, and from there transported to Copenhagen (7860 km by air, from Denver Airport), from where it would be transported by truck to Helsingborg (150 km by truck, including the distance covered between the head office and Denver airport).

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Activated carbon, granular {GLO}| carbon, granular | APOS, U
- Cast iron {GLO}|market for | APOS, U market for activated
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U

ZVI, Provectus

This compound is made of zero-valent iron (95-99%, depending on the formulation) (Provectus, 2017).

All the Provectus products are manufactured in Milan (Italy) and from there transported to Helsingborg, covering 1540 km by truck.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, IT
- Cast iron {GLO}|market for | APOS, U (used to model ZVI in other studies found in literature (Higgins & Olson, 2009))
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

E.4 In situ chemical oxidation (ISCO)

The main negative environmental impacts linked to the application of this *in situ* remediation technique are linked to the production and transport of the chemicals injected, and in minor part to the materials used for the installations.

The chemicals assessed are:

- Kloxur CR, PeroxyChem
- Kloxur One, PeroxyChem
- Kloxur KP, PeroxyChem
- Kloxur SP, PeroxyChem
- PersulfOx, Regenesis
- Provect-OX, Provectus
- RegenOx part A and part B, Regenesis

Kloxur CR, PeroxyChem

This chemical is composed of sodium persulfate (40-60%), calcium peroxide (40-60%) and calcium hydroxide (8-12%) (PeroxyChem, 2015a). This chemical was modelled in SimaPro as the sum of the three components. However, both calcium peroxide and calcium hydroxide were not present in the LCA databases of SimaPro, therefore they were modelled using their conventional production processes as references.

Calcium peroxide production was modelled using the information present in patent CN1104996 A: 74g of calcium hydroxide are mixed with 120 mL of hydrogen peroxide and 120 mL of water, to obtain 70.9-72.4g of calcium peroxide (China Patentnr CN 1104996 A, 1995).

Calcium hydroxide production was modelled using the information present in patent US4636379A: 28 kg of lime are mixed with 10.1l of water and 14.2 kg of methanol to obtain 37 kg of calcium hydroxide (United States Patentnr 4636379, 1987).

For both the chemicals, the energy needed to produce them was disregarded, and they were modelled only as the sum of the substances they are composed of.

All the 'Kloxur' products from PeroxyChem are produced in Zaragoza, Spain, and from there transported to a warehouse in Antwerp, Belgium, where they are transported to Sweden. Being listed as 5.1 hazardous materials, these products can be transported only by truck (PeroxyChem, 2015a). Therefore, the transport process modelled in SimaPro was the one described above, with a total of 2500 km covered by lorry.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Sodium persulfate {GLO}|market for | APOS, U
- Calcium peroxide (created, information below)
- Calcium hydroxide (created, information below)
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

The SimaPro processes used to create calcium peroxide are:

- Water, unspecified natural origin, Europe without Switzerland
- Calcium hydroxide (created, information below)
- Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {GLO}| market for |APOS, U

The SimaPro processes used to create hydrogen peroxide are:

- Water, unspecified natural origin, Europe without Switzerland
- Lime {GLO}| market for |APOS, U
- Methanol {GLO}| market for |APOS, U

Klozur One, PeroxyChem

This chemical is composed by sodium persulfate (95%) and another substance, not listed due to trade secret (PeroxyChem, 2017). It was modelled in SimaPro taking into account only the impacts of sodium persulfate production.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Sodium persulfate {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

Klozur KP, PeroxyChem

This chemical is composed of potassium persulfate (98%) (PeroxyChem, 2018). It was modelled in SimaPro taking into account only the impacts of potassium persulfate production. However, potassium persulfate production was not present in the LCA databases of SimaPro, therefore the process was modelled from a conventional production process, described in patent US6214197B1 (United States Patentnr US6214197B1, 1998).

The production process modelled for potassium persulfate comprised the electrolysis of a solution of ammonium persulfate (7.18%), ammonium sulfate (33.70%), sulfuric acid (5.81%), ammonium thiocyanate (0.03%) and water (53.28%), present in the anode, with a solution of sulfuric acid (14.60%) and water (85.40%), present in the cathode.

Among the components described above, ammonium persulfate was not present in SimaPro's databases, therefore it was modelled according to the production process described in patent US6214197B1 (United States Patentnr US6214197B1, 1998).

The production process modelled for ammonium persulfate comprised the electrolysis of a solution of ammonium sulfate (43%), ammonium thiocyanate (0.03%) and water (56.97%) present in the anode, with a solution of sulfuric acid (18.90%), ammonium sulfate (28.40%) and water (52.70%) present in the cathode.

Both the processes added in SimaPro did not take into account the energy used during the production process, but were just modelled as the sum of the chemicals they are composed of.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Potassium persulfate (created)
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

The SimaPro processes used to create potassium persulfate are:

- Water, unspecified natural origin, Europe without Switzerland
- Ammonium persulfate (created, information below)
- Ammonium sulfate, as N {GLO}| market for |APOS, U
- Sulfuric acid {GLO}| market for |APOS, U
- Ammonium thiocyanate {GLO}| market for |APOS, U

The SimaPro processes used to create ammonium persulfate are:

- Water, unspecified natural origin, Europe without Switzerland
- Ammonium sulfate, as N {GLO}| market for |APOS, U
- Sulfuric acid {GLO}| market for |APOS, U
- Ammonium thiocyanate {GLO}| market for |APOS, U

Klozur SP, PeroxyChem

This chemical is composed by sodium persulfate (99%) (PeroxyChem, 2015b). It was modelled in SimaPro by taking into account only the impacts of sodium persulfate production.

PersulfOx, Regenesis

This chemical is composed of sodium persulfate (>90%) and a mixture of silicic acid, sodium salt, sodium silicate (<10%) (Regenesis, 2015 b). It was modelled in SimaPro as a mixture of sodium persulfate (90%), sodium silicate (7%) and silica sand (3%).

The transport processes are the same for all Regenesis products, as described above.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Sodium persulfate {GLO}| market for |APOS, U
- Sodium silicate, solid {GLO}| market for |APOS, U
- Silica sand {GLO}| market for |APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

Provect-OX, Provectus

This chemical is composed of sodium persulfate (80-99%) and ferric oxide (1-20%) (Provectus, 2016). It was modelled taking into account only the impacts of sodium persulfate, because ferric oxide was not listed in SimaPro and no conventional production processes were described in literature.

The transport processes are the same for all Provectus products, as described above.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, IT
- Sodium persulfate {GLO}|market for |APOS, U
- Silica sand {GLO}|market for |APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

RegenOx part A, Regenesi

This chemical is composed of sodium carbonate Peroxyhydrate (sodium percarbonate, >95%) (Regenesi, 2015d). It was modelled in SimaPro taking into account only the impacts of sodium percarbonate.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Sodium percarbonate, powder {GLO}|market for | APOS, U
- Water, unspecified natural origin, extreme water stress
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

RegenOx part B, Regenesi

This chemical is composed of a mixture of silicic acid, sodium salt, sodium silicate (25-40%), silicon dioxide (<10%), ferrous sulfate (2-5%) and water (45-63%) (Regenesi, 2015e). It was modelled in SimaPro as containing 50% water, 25% sodium silicate, 10% silica sand (chemical used in the production of both silicic acid and silicon dioxide), 10% sodium metasilicate pentahydrate (used in the production of silicon dioxide) and 5% iron sulfate.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, extreme water stress
- Sodium silicate, solid {GLO}|market for | APOS, U
- Silica sand {GLO}|market for | APOS, U
- Sodium metasilicate pentahydrate, 58% active substance, powder {GLO}|market for | APOS, U

- Iron sulfate {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

E.5 In situ bioremediation (ISB)

The chemicals assessed in SimaPro are:

- 3-D Microemulsion, Regenesis
- HRC, Regenesis
- ORC Advanced, Regenesis
- Provect ORS, Provectus

HRC, Regenesis

This chemical is composed of Glycerol Tripolylactate (62-67%⁹, Glycerol (33-38%) and lactic acid (<10%) (Regenes, 2015c). However, Glycerol Trypolilactate is not present in SimaPro's databases, and, being a new compound, it is not present anywhere in the literature a precise description of its production process. According to the technical bulletin by Regenes (Regenes), this chemical is composed of glycerol and lactic acid (50% each), so this is how it was modelled in SimaPro.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Glycerine {GLO}|market for | APOS, U
- Lactic acid {GLO}|market for | APOS, U
- Glycerol Polylactate, created
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U

The specific processes analysed with SimaPro to create Glycerol Polylactate are:

- Glycerine {GLO}|market for | APOS, U
- Lactic acid {GLO}|market for | APOS, U

ORC Advanced, Regenes

This chemical is composed of calcium peroxide (>75%), calcium hydroxide (<25%) and dipotassium phosphate (<5%) (Regenes, 2015f). It was modelled in SimaPro as the sum of calcium peroxide and calcium hydroxide. These two chemicals were not present in the databases of SimaPro, and they were modelled as described already above.

The specific processes analysed with SimaPro and then transferred to Excel are:

- Calcium peroxide, created
- Calcium hydroxide, created
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U

Provect ORS, Provectus

This chemical is composed of calcium peroxide (75-85%) and inorganic nutrients (15-25%). Due to trade secret, it was only possible to know that the inorganic nutrients are agricultural-grade fertilizer source of N and P, therefore the chemical was modelled in SimaPro as calcium peroxide (80%) and nitrogen and phosphorus fertilizers (10% each). As every chemical from Provectus, this product is produced in Milan, Italy, and transported to Helsingborg, covering 1540 km distance by truck.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Calcium peroxide, created
- Phosphorous fertilizer, production mix, at plant/US
- Nitrogen fertilizer, production mix, at plant/US
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U

E.6 In situ thermal desorption (ISTD)

The main negative environmental impacts of ISTD are due to the energy used to heat the subsurface and to a lower extent on the materials used for the heaters (mostly steel) as well as the filter materials used for the treatment of air. The materials used for the heaters and wells are usually recycled and reused at other sites.

This remediation technique was modelled in SimaPro as the sum of the impacts due to the electricity consumed and to the materials used.

The specific processes analysed with SimaPro are described in the materials section.

E.7 Permeable reactive barrier (PRB)

The processes that influence the most the negative environmental impacts of this technique are different, and depend mostly on the type of reactive material used and on the design of the PRB. In this project, three barriers were initially assumed to be installed, designed with the trench-based construction method⁷.

The main impacts when implementing trench-based PRBs are linked to the use of steel and cement to build the (rather small) funnel and the gate, the reactive material used,

⁷ In the streamlined LCA carried out, this was adjusted as the method would be to install a series of injection wells in the sedimentary rock to create PRBs.

and the energy and fuel used in the excavation, construction and backfilling processes. Materials needed for the sheet piles and other materials that can be reused do not play an important role in the environmental effects. The most common reactive materials used are iron (ZVI) and active carbon.

The chemicals assessed in SimaPro are:

- MicroZVI, Regenesis
- Plume Stop Liquid Activated Carbon, Regenesis
- Powder Activated Carbon, PeroxyChem
- General common process to produce activated carbon, already present on SimaPro

MicroZVI, Regenesis

This chemical is already described in the *in situ* chemical reduction section.

Plume Stop Liquid Activated Carbon, Regenesis

This chemical is composed by a solution of colloidal activated carbon (<2.5%) and water. Colloidal activated carbon is assessed as normal activated carbon, already present in SimaPro's databases.

As all the other Regenesi's products, it is produced in California, transported to UK and then to Sweden.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, extreme water stress
- Activated carbon, granular {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

Powder Activated Carbon (PAC), PeroxyChem

This chemical is composed of iron (15-50%), organic amendment (35-70%) and activated carbon (10-20%). Production of cast iron was used to describe the impacts of iron, and activated carbon was already present on SimaPro's databases. However, the organic amendment is proprietary of PeroxyChem, and no precise information was available on its composition, it was only possible to know from PeroxyChem that this amendment is composed of nutrient rich fibrous organic plant content. It was therefore assessed in SimaPro as the sum of activated carbon (20%), cast iron (50%) and water (30%).

The compound is produced in Philadelphia and transported to a warehouse in Manchester, and from there transported to the port in Liverpool and transported to Helsingborg.

The specific processes analysed with SimaPro are:

- Water, unspecified natural origin, extreme water stress
- Activated carbon, granular {GLO}|market for | APOS, U
- Cast iron {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U
- Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U

E.8 Transportation of the chemicals

There were no precise information about transportation of the chemicals from the production plants to potential warehouses, and further to the site available. Consequently, expert judgment was used to assume the means of transport used and the route followed. Table E-2 shows the distances to transport each product from the production plant to warehouses, and then to the site. In SimaPro, “Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {GLO}|market for | APOS, U” was the process selected for the road transport by truck, “Transport, freight, aircraft {GLO}|market for | APOS, U” for the air transport by plane and “Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO}|market for | APOS, U” for the transport by boat.

Table E-2. Details of the transport processes.

Compound	Transport to Helsingborg
Ehc Plus (PAC) (PeroxyChem)	Philadelphia → Manchester (5520 km, air) Manchester → Liverpool port (truck) Liverpool → Helsingborg (1926 km, boat) All truck transports together amount for 100 km
PermeOx and Klozur (PeroxyChem)	Zaragoza → Antwerp (1410 km, truck) Antwerp → Helsingborg (1100 km, truck)
Provectus products	Milan → Helsingborg (1680 km, truck)
Regenesis products	San Clemente (CA) → Los Angeles Airport (LAX) (truck) LAX → Bristol Airport (8660 km, air) Bristol Airport → Bath (truck) Bath → Portsmouth (tuck) Portsmouth → Helsingborg (1454 km, boat) All truck transports together amount for 250 km
Trap&Treat BOS 100	Golden (CO) → Denver International Airport (DIA) (truck) DIA → Copenhagen Airport (7860 km, air) Copenhagen → Helsingborg (truck) All truck transports together amount for 150 km

E.9 Materials and processes included in the remediation alternatives

Besides the chemicals used, ISCO, ISCR, ISB, SVE have similar installation processes, meaning that the materials and procedures used to implement them are similar. ISTD uses similar materials and processes, while PRB use similar materials (even though in different quantities and for different purposes) but can use very different installation processes. Therefore, the same material processes were selected in SimaPro and implemented in the Excel model, with the possibility to decide if to include them in the assessment or not for each alternative, and with the possibility to use different amount for each technology and each alternative. The materials, selected from SimaPro databases, are:

- Concrete (Concrete, normal {CH}| market for | APOS, U)
- Polyethylene (Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER)
- Plastic pipes (general process) (Extrusion, plastic pipes {RER}| production | APOS, U)
- Bentonite {RoW}| quarry operation | APOS, U
- Steel pipe (general process) (Chromium steel pipe {GLO}| market for | APOS, U)
- Steel, stainless 304, flat rolled coil/kg/RNA
- Steel, chromium steel 18/8 {GLO}| market for | APOS, U
- Exhaust air outlet (general process) (Exhaust air outlet, steel/aluminium, 85x365 mm {RoW}| production | APOS, U)
- Cement (Cement, Portland {Europe without Switzerland}| market for | APOS, U)
- Impacts due to machineries, analyzed as diesel consumption (Diesel {Europe without Switzerland}| market for | APOS, U)
- Electricity (Electricity grid mix 1kV-60kV, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV SE S)

Regarding the excavation process, specific processes were selected to describe the excavation and landfilling ex-situ technique (as described at the beginning of this Appendix), but only the consumption of fuel (diesel) was used to describe the effects of the excavation and processes to install pumps, injection wells and pipes for the *in situ* techniques. This depends on the fact that, overall, the excavation process does not influence the environmental impacts of the *in situ* techniques as much as for the analysed *ex situ* techniques.

Some of the materials used during the installation processes may be reused for other projects. This must be kept in mind when inserting the amount of materials in the Excel model: only the amount of materials that were not possible to be reused should be used as input.

E.10 Excel model

The Excel model was created to perform the streamlined life-cycle assessment of the remediation alternatives. By the time this part of the project was carried out, the five different alternatives to be assessed using the SCORE method were not clearly defined yet, therefore all the important data needed to perform the LCA were missing and it was not possible to carry out the assessment in SimaPro.

To overcome this limitation, the remediation alternatives were modelled in Excel, each alternative as the sum of the impacts of all the materials and features they are composed of and that have relevant negative environmental effects. The impacts were calculated in SimaPro for one unit of each substance, material or action (i.e. kg for chemicals and materials, kgkm for transportation, m³ for certain materials and actions, kWh for electricity). Then, in a dedicated sheet for each alternative, all the processes were put together, with the possibility to insert the amount of substance, material or action used for the selected alternative and technology.

The categories relevant to score criteria E6 and E7 were chosen from the impacts categories results of SimaPro. They are ‘global warming’ (kg CO₂ eq.), ‘Ozone formation, human health’ (kg NO_x eq.), ‘Fine particulate matter formation’ (kg PM 2.5 eq.) and ‘Terrestrial acidification’ (kg SO₂ eq.) for E6. ‘Mineral resource scarcity’ (kg Cu eq.), ‘Fossil resource scarcity’ (kg oil eq.), ‘water consumption’ (m³) were used for E7. Moreover, to score E7 an additional impact category was added, not from SimaPro, that describes the need of pristine soil (or filling material) of each alternative.

The results from the above-mentioned categories were then normalized. The Excel model gives two possibilities to normalize them:

- According to a worst-case scenario (excavation and landfilling of all the contaminated site)
- Local normalization (normalization according to the max value of each category)

The created Excel model also allows to analyse how the different parts of each remediation alternative influence the environmental impacts and how the different features of the different technologies influence the remediation impacts of the technologies themselves. Therefore, it is possible to see where to act in order to reduce the impacts that influence the score of criteria E6 and E7 in the results of the SCORE assessment.

E.11 References

董国兴, 张. 华., 1995. China, Brevetto n. CN 1104996 A.

Anon., s.d. s.l.:s.n.

Bestek, H. et al., 1987. United States, Brevetto n. 4636379.

Calgon Carbon, 2015. Trap&Treat BOS 100 Safety Data Sheet, s.l.: Calgon Carbon.

Franceschini, L., 2018. Sustainability Assessment of In-Situ Remediation Techniques Using the SCORE Method - The Kolkajen-Ropsten Case Study. Master thesis report 2018. Chalmers University of Technology, Department of Architecture and Civil Engineering & Technical University Denmark, DTU Environment

- within Nordic 5tech.
<http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/255653/255653.pdf>
- Higgins, M. R. & Olson, T. M., 2009. Life-cycle case study comparison of permeable reactive barrier versus pump-and-treat remediation. *Environmental Science & Technology*, 43(24).
- PeroxyChem, 2015a. Klozur CR, Safety Data Sheet, s.l.: PeroxyChem.
- PeroxyChem, 2015b. Klozur SP, Safety Data Sheet, s.l.: PeroxyChem.
- PeroxyChem, 2017. Klozur ONE, Safety Data Sheet, s.l.: PeroxyChem.
- PeroxyChem, 2018. Klozur KP, Safety Data Sheet, s.l.: PeroxyChem.
- Provectus Environmental Products & GMA Industries, 2017. Premium ZVI amendments for the remediation industry, s.l.: Provectus Environmental Products.
- Provectus Environmental Products, 2014. Provect-OX, Safety Data Sheet, s.l.: Provectus Environmental Products.
- Regenesis, 2015a. CRS Regenesis Safety Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, 2015b. PersulfOx, Safety Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, 2015c. Hydrogen Release Compound (HRC), Safety Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, 2015d. RegenOx Part A, Safety Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, 2015e. RegeneOx Part B, Safety Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, 2015f. Oxygen Release Compound Advanced (ORC Advanced), Technical Data Sheet, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, s.d. HRC Technical Bulletin H-2.8.1, s.l.: Regenesis.
- Regenesis, s.d. Tech Bulletin: Micro ZVI, Aqua ZVI, ISCR - Enhanced Bioremediation, s.l.: Regenesis.
- Tsuruga, K.-i. K. K., 1998. United States, Brevetto n. US6214197B1.

F. Motivering av miljömässig bedömning

SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av miljömässiga effekter av efterbehandling

Kortbeskrivning av referensalternativ och åtgärdsalternativ:

Referens	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Dagens situation + tekniskt skydd, MNA	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9)	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9), injektering (9-18)	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9), injektering (9-18), PRB	Rivning, schakt (0-2), ISTD (2-9), injektering (9-28m), PRB	Rivning, schakt (0-2), ISTD (2-28), PRB

Förklaring och förkortningar för kategorier av effekter. Effekter kan uppkomma på området eller utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten eller av förändringar i föroreningskällan:

	På området	Utanför området
Efterbehandlings-åtgärden	I. Effekter som uppkommer på området till följd av själva åtgärdsaktiviteten (ofta under åtgärd).	II. Effekter som uppkommer utanför området till följd av själva åtgärdsaktiviteten (ofta under åtgärd).
Förändringar av föroreningskällan	III. Effekter som uppkommer på området till följd av förändringar i föroreningskällan (ofta efter åtgärden är genomförd).	IV. Effekter som uppkommer utanför området till följd av förändringar av föroreningskällan (ofta efter åtgärden är genomförd).

Förklaring och förkortningar för poäng vid bedömning av effekt, val av typ av fördelning, samt grad av osäkerhet i bedömning:

Poäng: Skala från -10 till +10	(+10 p) Mycket positiv effekt i förhållande till referensalternativet. (+5 p) Positiv effekt i förhållande till referensalternativet. (0 p) Ingen effekt i förhållande till referensalternativet. (-5 p) Negativ effekt i förhållande till referensalternativet. (-10 p) Mycket negativ effekt i förhållande till referensalternativet.
Osäkerhet: 3 värden anges	Mest troliga, det lägsta troliga samt det högsta troliga värdet anges

Förklaring och förkortningar för viktning:

Vikter: 0-25	För varje kriterium anges en vikt 0-25 i förhållande till hur viktigt kriteriet anses vara. Ett pajdiagram används för att justera vikternas förhållande tills att det stämmer med gruppens uppfattning
-----------------	---

E1 - Mark

Här bedöms effekter på markmiljön <i>på området</i> : förorenings effekter på markekosystemet samt övriga effekter på ekologiska markfunktioner		
	Föroreningseffekter	Andra typer av effekter
Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)	E1A-I	E1B-I
Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)	E1A-III	n.r.

Referens:

Vid genomförda undersökningar har klorerade lösningsmedel inte kunnat påvisas direkt i yttlig jord vid markytan, men någon grundlig och heltäckande kartläggning av föroreningssituationen i jordlagren vid markytan är inte genomförd, vilket gör att det inte kan uteslutas att det finns föroreningar (klorerade lösningsmedel) i jord relativt nära markytan.

Uppmätta och beräknade halter i jord inom delområde 1 bedöms ligga över de krav som gäller för markmiljön, d.v.s. 5,0 mg PCE/kg TS resp. 1,8 mg TCE/kg TS. Om det finns föroreningar nära markytan (0-3 meter under markytan) inom delområde 1 och det samtidigt finns risk för att marklevande djur och växter kan komma i kontakt med dessa föroreningar bedöms det som mycket troligt att det finns en risk för markmiljön. Utanför källområdet (delområde 1) bedöms det dock inte finnas några risker för markmiljön.

Detalj kunskaperna om föroreningssituationen i jord närmast markytan är alltså begränsade vilket gör att bedömningen blir att det kan finnas en viss risk för marklevande organismer och arter inom området.

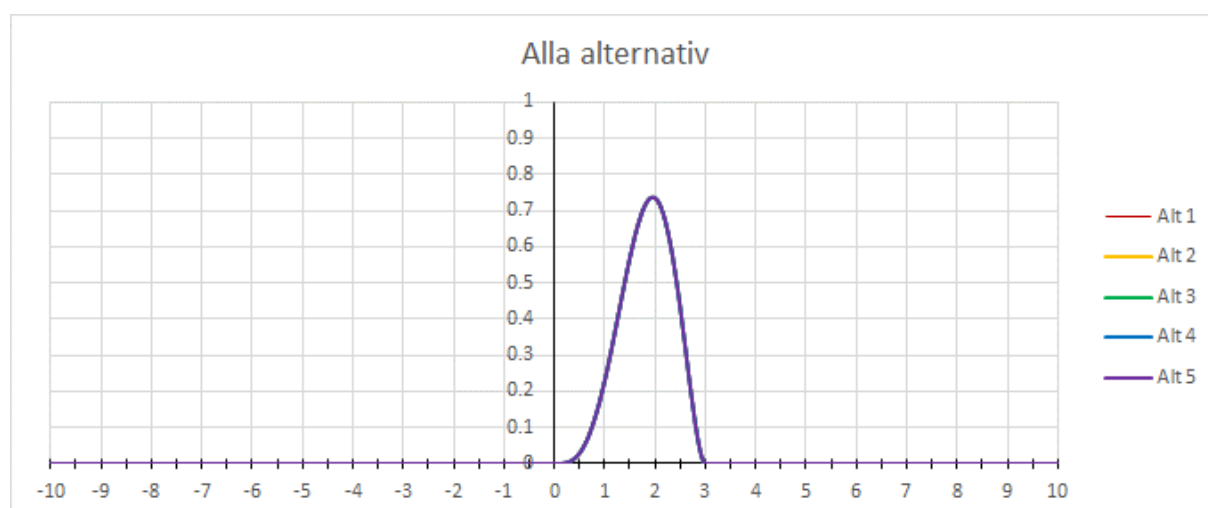
Värsta fall:	Maximalt negativa effekter om markmiljön på ett område utan markmiljörisker och med mycket goda ekologiska markfunktioner skadas allvarligt (-10 p)
Bästa fall:	Maximalt positiva effekter om markmiljön på ett område med mycket höga markmiljörisker och inga fungerande ekologiska markfunktioner omvandlas till ett område utan markmiljörisker och med mycket goda ekologiska markfunktioner (+10 p)

E1A-I. Viktning och poängsättning av föroreningseffekter (normalt sett de vanliga markmiljöriskerna) som uppstår **på området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion: -				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Kriteriet bedömdes inte som relevant eftersom de översta 2 metrarna grävs bort i alla åtgärdsalternativ, och det är där den övervägande delen av alla marklevande organismer lever.					

E1A-III. Viktning och poängsättning av förorenings effekter (normalt sett de vanliga markmiljöriskerna) som uppstår **på området till följd av förändringar i källföroreningen** (efter åtgärd):

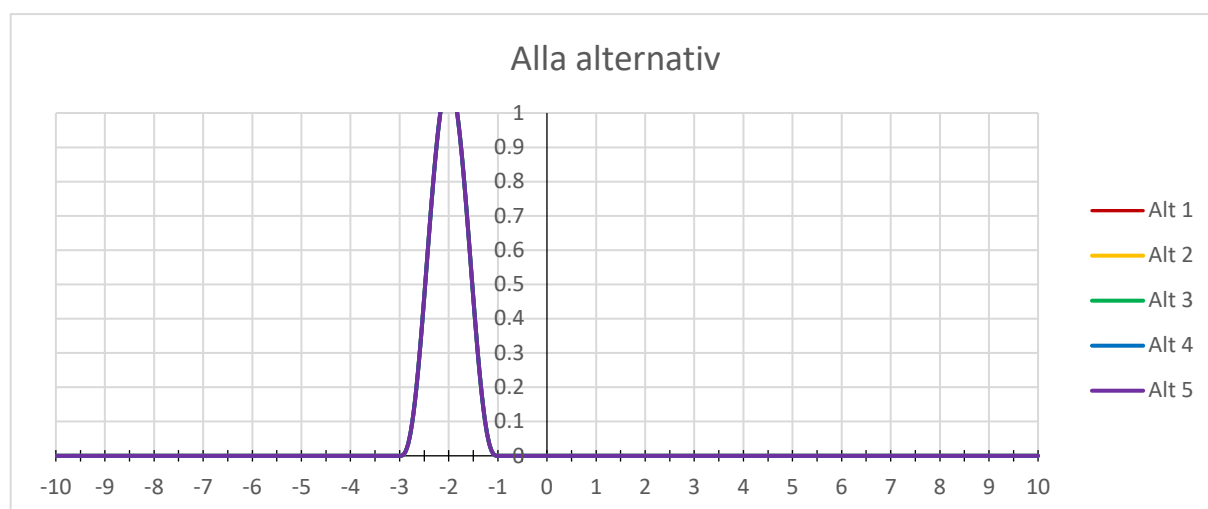
Vikt: 2	Motivering och diskussion: Båda bedömda indikatorer bedöms som lika viktiga				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:	0	0	0	0	0
Mest troliga poäng	2	2	2	2	2
Högsta troliga poäng:	3	3	3	3	3
Motivering och diskussion: Det finns knapphändig information om tillståndet för markmiljön map förorenings effekter i dagsläget, men en lite risk kan inte uteslutas. Samma bedömning görs för alla alternativ, att den mest troliga effekten är något positiv (+2): i alla alternativ grävs de översta 2 metrarna bort och ersätts med rena massor. Det som skulle kunna skilja är uppträngning av ångor från djupare lager i olika grad, men det bedöms som att detta skulle ha mycket liten, om någon, effekt på markekosystemet ur föroreningssynpunkt.					



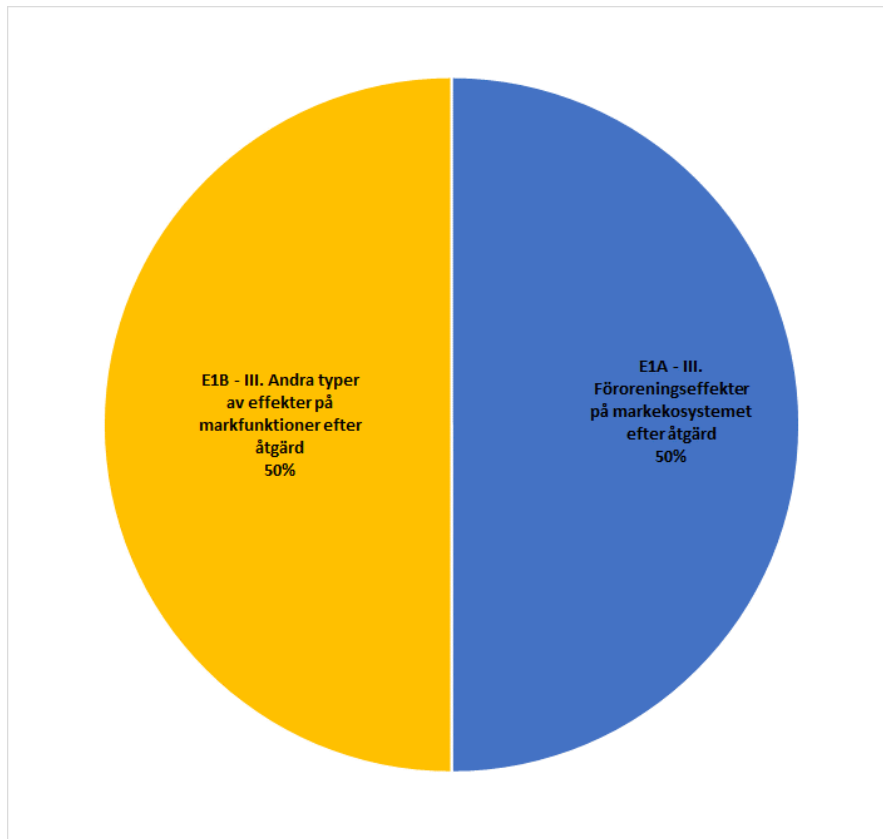
E1B-I. Det är oviktigt vad som händer på det avgränsade området eftersom individer inte är av intresse utan det ska vara ett ekosystemperspektiv. Dessutom är under åtgärd är en väldigt begränsad tidsperiod vilket gör att detta delkriterium inte är relevant att poängsättas – istället är det relevant att titta på vad som åstadkoms på lång sikt, se nedan.

E1B-III. Viktning och poängsättning av **andra typer av effekter (normalt sett den ekologiska markfunktionen) som uppstår **på området till följd av åtgärdsaktiviteten** (efter åtgärd):**

Vikt: 2	Motivering och diskussion: Båda bedömda indikatorer bedöms som lika viktiga				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:	0	0	0	0	0
Mest troliga poäng	1	1	1	1	1
Högsta troliga poäng:	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Motivering och diskussion: Gällande andra typer av effekter så görs bedömningen att det blir mycket små positiva effekter. Alla alternativ ersätter nuvarande massor med nya, där det skall byggas hus är dessa anpassade för konstruktion, där det skall vara trädgård, är de anpassade för växtlighet. Möjligtvis skulle man kunna ersätta med bättre massor, därav den något positiva poängen. Som högsta troliga resonerades det om 1 (dvs samma som mest troliga), men pga av osäkerhet hur BETA per fördelningen fungerar antecknades 1,5 (detta kan komma att ändras till 1). För alla alternativ bedöms det bli samma effekter. Högsta troliga effekt ändras till 1 eftersom endast heltal kan användas.					



Figuren nedan illustrerar den valda viktningen för de två ingående indikatorerna i nyckelkriteriet jord. Båda bedömdes vara lika viktiga eftersom ett markecosystem är beroende av både en god ekologisk markfunktion samt tillräckligt låga föroreningsnivåer.



E2 – Flora och fauna

Här bedöms fysiska effekter på värdefull flora och fauna på området		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	n.r.
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	n.r.	n.r.

Referens:

I dagsläget bedöms inte området innehålla någon värdefull flora och fauna som kan påverkas (negativt eller positivt) av efterbehandlingen.

Värsta fall:	Maximalt negativa effekter om en välmående och värdefull flora och fauna slås ut helt och hållet till följd av åtgärdsaktiviteten (-10 p)
Bästa fall:	Maximalt positiva effekter om ett område med total avsaknad av värdefull flora och fauna omvandlas till ett område med välmående och värdefull flora och fauna till följd av åtgärdsaktiviteten (+10 p)

E2-I. Poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Eftersom det inte finns någon extra värdefull flora eller fauna på området (dvs Räven 58), så kom man överens om att detta nyckelkriterium inte är relevant för analysen. Man diskuterade om att man eventuellt kunde bli av med invasiva arter (typ parkslide), men detta tas inte med i analysen.					

E3 – Grundvatten

Här bedöms effekter på grundvatten		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

Grundvatten finns både på området (källområdet), samt utanför området. Område 1, 2a och 2b räknas som på området, övriga områden (3a, 3b) samt resten av grundvattenformationerna i Helsingborg räknas som utanför området.

Hög föroreningshalter av framför allt PCE och vissa av dess nedbrytningsprodukter (TCE, cDCE och VC) har påvisats i sedimentärt berg från strax under markytan ner till ca 25-30 meters djup vid fastigheten Råven 58 i Helsingborg. Föroreningarna förekommer i gasfas och i löst fas samt är bundna till jord- och bergmatrisen. Det kan inte heller uteslutas att det finns mindre områden med residual fas av PCE i de mest förorenade delarna i källområdet. I grundvattnet finns höga föroreningshalter av både PCE (1–50 mg/liter), TCE (1-15 mg/liter) och cDCE (0,5-5 mg/liter). Påvisade halter av VC är relativt låga. Föroreningssituation i grundvattnet tyder på en mycket kraftig förorening i den mättade zonen strax under grundvattenytan på och i anslutning till Råven 58.

Föroreningskällan vid Råven 58 förefaller ha gett upphov till en föroreningsplym i grundvattnet, och denna plym har spridit sig horisontellt i västsydvästlig riktning och kan påvisas ca 100 meter från Råven 58. Den dominerande föroreningsspridningen sker sannolikt i den övre delen av berggrunden, troligen på ca 5-15 meter djup. I berggrundvattnet ca 100 m väster om Råven 58 (nedströms föroreningskällan) har 10-50 gånger lägre föroreningshalter påvisats.

En vertikal föroreningsspridning via grundvattnet ner till djupare nivåer i berget (ca 35-40 meter under markytan) har också kunnat påvisas. Denna mindre dominerande spridningsväg, som sker genom lågpermeabla silt- och lerstenar, har medfört att föroreningen nått de övre delarna av en tämligen vattenförande sandsten (som bland annat utgör grundvattentäkt för Ramlösa och reservvattentäkt för Helsingborgs lasarett). Förhöjda föroreningshalter har även påvisats i grundvattnet på ca 35-40 meters djup direkt under källområdet på Råven 58. På 35-40 meters djup förekommer sannolikt föroreningen framför allt i löst fas. Föroreningshalterna på dessa djup är i samma storleksordning som föroreningshalterna ca 100 meter väster om Råven 58.

Värsta fall:	Maximalt negativa effekter om ett opåverkat grundvatten skadas mycket allvarligt genom förorening eller genom fysisk påverkan (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om ingen störning sker under åtgärdens genomförande (0 p) Till följd av förändring i källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om ett mycket kraftigt förorenat eller på annat sätt stört grundvatten återställs till sitt naturliga tillstånd (+10 p)

E3-I. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt: 0	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: I diskussionerna för E3-III och E3-IV vägdes eventuella risker förknippade med de olika teknikerna in i bedömningen av poäng, varför detta inte bedömdes separat (dvs E3-I och E3-II). Anledningen är att effekterna som eventuellt kan uppstå under åtgärden får effekter på lång sikt, men blir inte relevanta på kort sikt.					

E3-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt: 0	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: I diskussionerna för E3-III och E3-IV vägdes eventuella risker förknippade med de olika teknikerna in i bedömningen av poäng, varför detta inte bedömdes separat (dvs E3-I och E3-II). Anledningen är att effekterna som eventuellt kan uppstå under åtgärden får effekter på lång sikt, men blir inte relevanta på kort sikt.					

E3-III. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

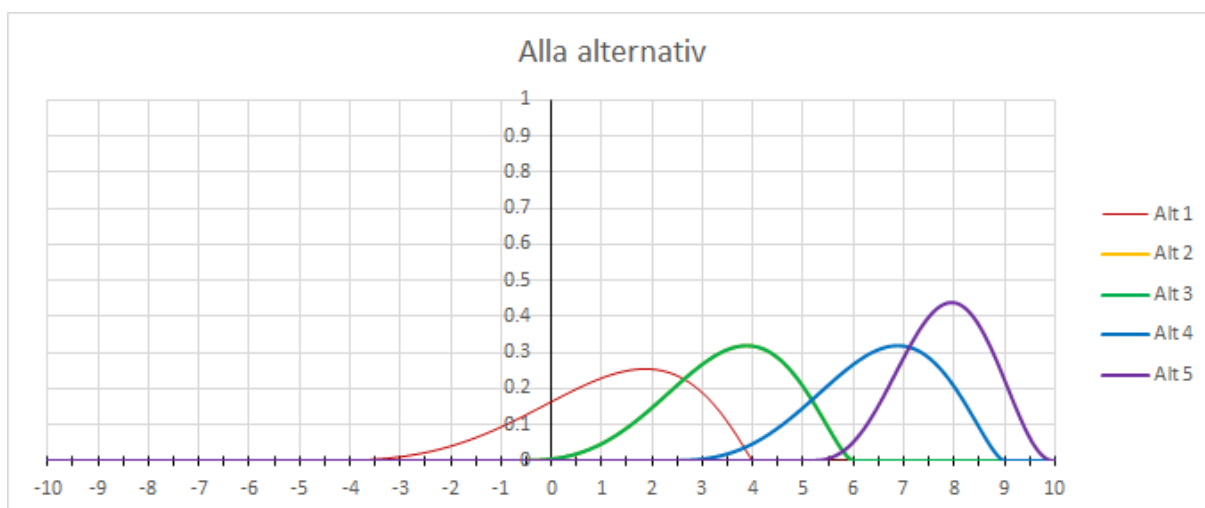
Vikt: 1	Motivering och diskussion: Det som är viktigt är det som sker utanför området. Det avgränsade området har ingen betydelse i ett större sammanhang. Däremot är en åtgärd på området avgörande för att få effekt på resterande grundvatten.				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:	-5	-1	-1	2	5
Mest troliga poäng	2	4	4	7	8
Högsta troliga poäng:	4	6	6	9	10
Motivering och diskussion: Poängsättningen har gjorts utifrån resultatet på lång sikt men är baserade på vad som eventuellt händer även UNDER åtgärdsarbetet. E3-I och II är därmed inräknade i III resp. IV nedan. Lägsta troliga poäng alt. 1: åtgärden kan leda till ökad förorening av grundvattnet när nya brunnar anläggs och perforerar naturliga barriärer i berggrunden, vilket kan öppna upp kanaler ner till grundvattnet. Eftersom man endast utför aktiv ebh i den omättade zonen, och det kan finnas					

residualer av fri fas kvar i den mättade zonen, har denna åtgärd mycket begränsad effekt på grundvattnet på området (områden 1, 2a, 2b).

Alt 2 och 3 är samma för detta delkriterium: den högsta möjliga poängen är inte mycket högre än den mest troliga. Det finns fortfarande en risk för negativt resultat, se resonemang ovan. Även i dessa alternativ utför man inte aktiv ebh i hela källområdet, område 2b är fortfarande obehandlat och kan agera som källa fortsatt.

Jämförelse alt 4 och 5: I båda dessa alternativ genomförs aktiv sanering i hela källområdet, och man förväntar sig en stor positiv effekt. Alla överens om att termisk behandling är en mer resultsäker metod än injektering. Med termisk behandling kan maxpoängen uppnås men det finns alltid en osäkerhet, varför den mest troliga poängen stannar på 8. Den lägsta troliga poängen är dock betydligt högre för alt 5 än för alt 4.

I alla resonemang utgår man från att man får till en bra teknisk design och att eventuella låga effekter är kopplat till den generella svårigheten att lyckas nå alla delar som är förorenade, heterogenitet etc.



E3-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

Vikt: 25	Motivering och diskussion: Det som är viktigt är det som sker utanför området. Det avgränsade området har ingen betydelse i ett större sammanhang. Däremot är en åtgärd på området avgörande för att få effekt på resterande grundvatten.				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:	-6	0	1	3	6
Mest troliga poäng	1	3	4	8	9
Högsta troliga poäng:	2	5	6	9	10
Motivering och diskussion: Alt 1: Vattnet som sprider sig från källan kommer vara renare. Det kommer korta tiden innan platsen är återställd, men endast marginellt. Lägsta troliga poäng är sämre än på området (E3-III)					

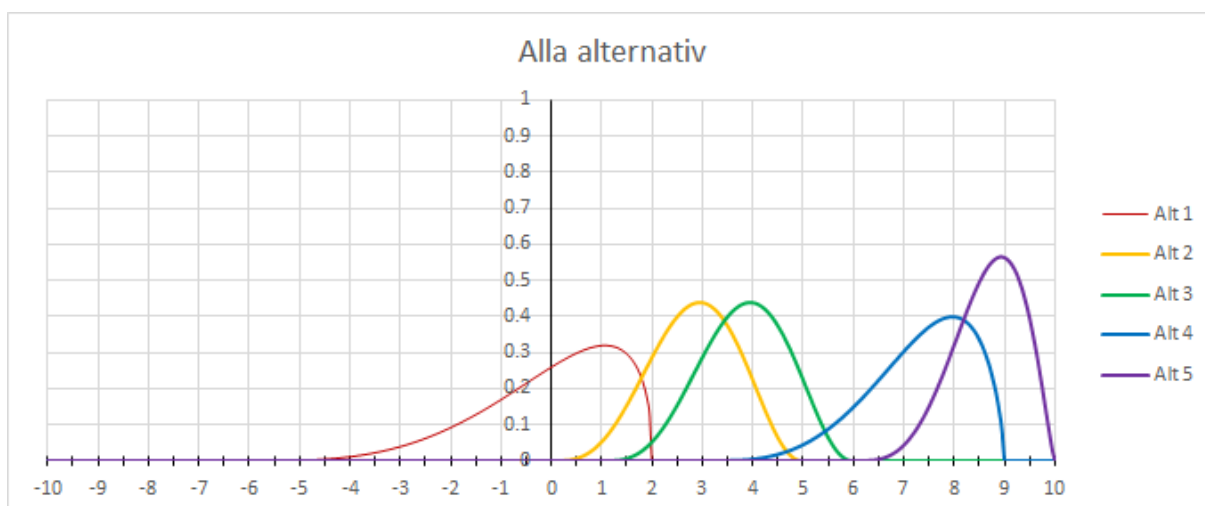
eftersom det finns större risk att rent vatten idag, även utanför 3a, blir förorenat. Eftersom ingen åtgärd görs i detta område kan inte den högsta poängen vara högre än spridningseffekten av åtgärder på källan.

Alt 2: Föroreningen i källan minskas i tillräcklig omfattning för att spridningen till dricksvatten i övriga områden ska minskas och grundvattenkvaliten där bli bättre. Inga negativa effekter.

Alt 3: Barriärerna i område 3a minskar risken för spridning till grundvatten nedströms och hjälper till att säkerställa att inget tidigare rent grundvatten kan förorenas. Däremot finns en risk att barriären inte har önskad effekt, men det ger dock en liten förbättring jämfört med alt 2.

Alt 4: Hela källföroreningen har tagits bort och därmed bör spridningen stoppas. På lång sikt kan grundvattnet utanför området därmed återställas. Barriärerna som installeras hjälper också till att säkerställa att inget tidigare rent grundvatten kan förorenas.

Alt 5: Samma resonemang som alt 4, med skillnaden att resultatuppfyllelsen är mer säker.



Viktningen mellan indikatorerna genomfördes efter viktningen av markmiljöindikatorerna p.g.a. att det glömdes först bort (!). Figuren nedan åskådliggör de valda vikterna och gavs som feedback vid workshopen.

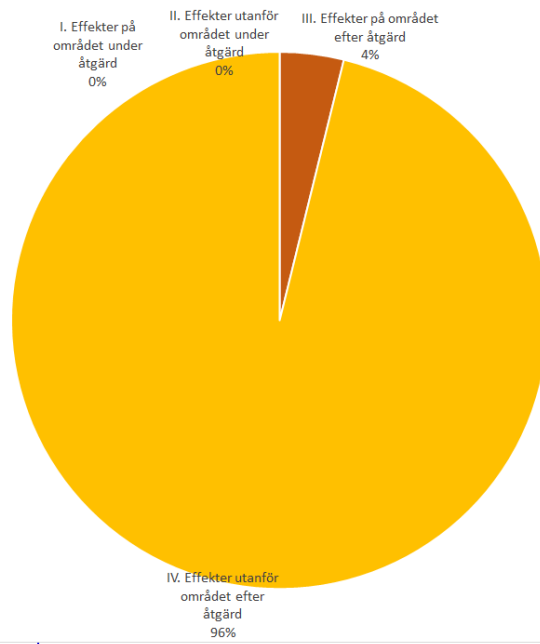
	Indikatorer:	Vikt	Vikt (%)
I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%
II	II. Effekter utanför området under å	0	0%
III	III. Effekter på området efter åtgärd	1	4%
IV	IV. Effekter utanför området efter å	25	96%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



E4 – Ytvatten

Här bedöms effekter på ytvatten		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

Ytvatten i det här fallet är Öresund, som ligger ca 1 – 1,5 km väst/sydväst om Kvarteret Råven, och kan betraktas som ytvatten utanför området. Det finns inget ytvatten på själva källområdet.

Undersökningsområdet ligger i en tydlig sluttning, där markytan lutar mot väst-sydväst. Markytan inom undersökningsområdet är beläget ca 37-43 m.ö.h. Undersökningsområdet ligger i ett gränsområde mellan två jordartsområden: sandig siltig morän eller lerig morän. Berggrunden utgörs av (lera,) lerskiffer och sandsten. Av grundvattenmätningar tyder på att grundvattnet har en huvudsaklig flödesriktning mot väster, både i de ytligare och de djupare grundvattenmagasinen. Denna bedömda flödesriktning för grundvattnet inom undersökningsområdet sammanfaller med den regionala grundvattenströmningen i Helsingborg, d.v.s. en flödesriktning mot Öresund i väster eller sydväst. Lokalt kan avvikande strömningsriktningar förekomma, främst i ytliga magasin. Detta är en följd av markytans topografi och förekomst av vattendrag och dräneringar.

Det finns idag inget i riskbedömningen som tyder på att föroreningar har spridits så långt som till Öresund, och det finns inga uppskattningar om vad som händer om området lämnas utan åtgärd m.a.p. spridning till Öresund.

Värsta fall:	Maximalt negativa effekter om ett opåverkat ytvatten skadas allvarligt genom förorening eller genom fysisk påverkan (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om ingen störning sker under åtgärdens genomförande (0 p) Till följd av förändring i källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om ett mycket kraftigt förorenat eller på annat sätt stört ytvatten återställs till sitt naturliga tillstånd (+10 p)

E4-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högst troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Det är irrelevant att bedöma effekter på ytvatten i Öresund. Dels är det inte troligt att det sprids så långt och dels skulle dessa effekter vara minimala. Det finns istället andra verksamheter med Öresund som recipient som påverkar i mycket högre grad, och inte ens där går det att påvisa en skadlig effekt på ytvattnet. Det blir därmed onödigt att diskutera effekter på ytvattnet från denna föroreningskälla. Gruppen diskuterade effekter av grundvatten som blir ytvatten och hamnar i dagvattenssystemet, men det är ändå Öresund som är recipient.					

E4-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högst troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Se resonemang ovan.					

E5 – Sediment

Här bedöms effekter på sediment i ytvattendrag		
	På området	Utanför området
Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)	I	II
Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)	III	IV

Referens:

Det finns inga sediment på området, utan det som eventuellt kan bedömas är sediment utanför området, då i Öresund.

Liksom för ytvatten finns idag inget i riskbedömningen som tyder på att föroreningar har spridits så långt som till Öresund, och det finns inga uppskattningar om vad som händer om området lämnas utan åtgärd m.a.p. spridning till Öresund.

Värsta fall:	Maximalt negativa effekter om opåverkade sediment skadas allvarligt genom förorening eller genom fysisk påverkan (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om ingen störning sker under åtgärdens genomförande (0 p) Till följd av förändring i källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om ett mycket kraftigt förorenat eller på annat sätt stört sediment återställs till sitt naturliga tillstånd (+10 p)

E5-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår **utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Sediment finns endast i Öresund och därmed är inte heller detta kriterium relevant, se motivering för ytvatten.					

E5-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår **utanför området till följd av förändringar i källföroreningen** (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion:					

E6 – Luft

Här bedöms effekter på luft som ett resultat av olika typer av luftutsläpp: Lokalt (VOC, partiklar (PM ₁₀)), regionalt (NO _x , SO _x) samt globalt (växthusgaser)		
	<i>På området (lokalt)</i>	<i>Utanför området (regionalt, globalt)</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	n.r.	n.r.

Referens:

I referensalternativet genereras mycket lite växthusgaser, NO_x eller SO_x – det är relaterat till åtgång av material samt transporter för att kunna installera tekniska skyddsåtgärder samt kontrollprogrammet för att övervaka naturlig nedbrytning.

Utsläppen av åtgärdsaktiviteterna i Alt 1 – 5 bedöms m.h.a. av en förenklad livscykelanalys av de transporter och de material (e.g. plast, stål, energi, kemikalier) som används i varje alternativ, och integreras utifrån effekter i kategorierna växthusgaser, ozonbildning, partiklar och försurning. För att kunna bedöma detta för de olika alternativen behövs ungefärliga uppskattningar av transporter och material.

Värsta fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (I+II): Maximalt negativa effekter om luftutsläppen motsvaras av de luftutsläpp som åstadkoms genom fullständig bortgrävning, transport och deponering av alla jordmassor i området (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om inga luftutsläpp sker under åtgärdens genomförande (0 p)

E6-I. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår **på området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: ej relevant					

E6-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår **utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion:					
Poängsätts efter LCA-beräkningar genomförda av Chalmers					

E7 – Icke-förnybara naturresurser

Här bedöms effekter med avseende på icke-förnybara naturresurser, t.ex. jungfruligt återfyllnadsmaterial, fossilt bränsle och annat som t.ex. torv		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

I referensalternativet förbrukas mycket lite icke förnybara naturresurser, det är relaterat till åtgång av material samt transporter för att kunna installera tekniska skyddsåtgärder samt kontrollprogrammet för att övervaka naturlig nedbrytning.

Förbrukning av naturresurser i Alt 1 – 5 bedöms m.h.a. av en förenklad livscykelanalys av de transporter och de material (e.g. plast, stål, energi, kemikalier) som används i varje alternativ, och integreras utifrån effekter i kategorierna knapphet mineralresurser och fossila resurser, vattenåtgång samt behov av naturligt återfyllnadsmaterial. För att kunna bedöma detta för de olika alternativen behövs ungefärliga uppskattningar av transporter och materialåtgång.

Värsta fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (II): Maximalt negativa effekter om alla jordmassor i området grävs bort och deponeras. Återfyllning sker endast med jungfruliga massor, exempelvis sand- och grusmaterial, samt endast fossil energi används för hantering av massor och transporter (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (II): Maximalt positiva effekter om det uppstår ett stort överskott av massor som kan återvinnas eller om det sker en stor produktion av värdefulla material eller ämnen som ersätter användning av jungfruliga massor/material i samhället (+10 p)

E7-II. Poängsättning av effekter som uppstår **utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta troliga poäng:					
Motivering och diskussion: Poängsätts efter LCA-beräkningar genomförda av Chalmers					

E8 – Avfall

Här bedöms effekter med avseende på produktion av icke återvinningsbart eller återanvändningsbart avfall		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

Referensalternativet innebär mycket liten (om någon) produktion av icke återvinningsbart eller återanvändningsbart avfall.

Icke återvinningsbart avfall som produceras är möjligtvis relaterat till åtgång av mindre mängder engångsmaterial för kontrollprogrammet samt för de tekniska åtgärderna.

Värsta fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (II): Maximalt negativa effekter om alla jordmassor på området grävs upp och deponeras som avfall utan behandling (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärdsaktiviteten (II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om ingen produktion av icke återvinningsbart eller återanvändningsbart avfall sker (0 p)

E8-II. Poängsättning av effekter som uppstår **utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten** (under åtgärd):

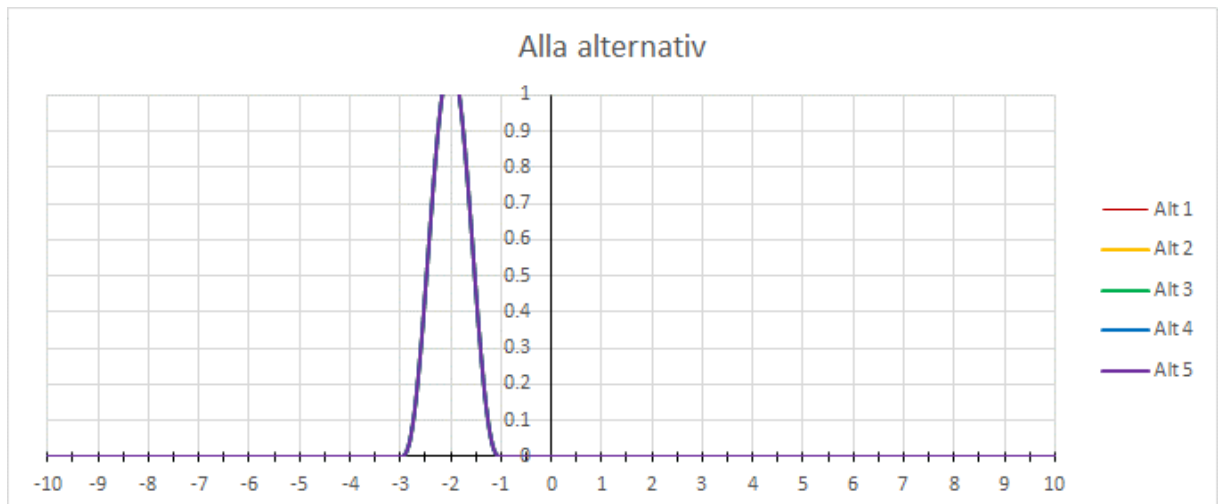
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta troliga poäng:	-3	-3	-3	-3	-3
Mest troliga poäng	-2	-2	-2	-2	-2
Högsta troliga poäng:	-1	-1	-1	-1	-1

Motivering och diskussion:

Först en diskussion om vad som rimligtvis kan motsvara ett maxalternativ. Det är i princip omöjligt att gräva ur hela området (1-2b) ner till 28 m. Gruppen landar i att utgå från att man teoretiskt skulle kunna schakta (med spont) ned till ca 10m. En schaktning ned till 2 m innebär då, ca 20%, dvs -2.

Schaktarbetet är samma för alla alternativ. Mycket av det som används för övriga åtgärdsmetoder (termisk behandling/injektering) återvinns eller återanvänds. Därför bedöms det vara väldigt liten skillnad mellan alternativen och att alla domineras av avfallet som produceras genom schaktningen av de översta 2 metrarna.

Även om materialet kanske kan komma att användas, antas det vara avfall eftersom det typiskt är så det ser ut i upphandlingen.



Viktning av miljömässiga kriterier

Miljömässigt kriterium	Vikt	Motivering
E1. Mark	2	Mark/jord bedömdes ha mindre betydelse i analysen.
E2. Flora och fauna	0	Bedömdes som inte relevant att ha med i analysen i de tidigare diskussionerna.
E3. Grundvatten	25	Grundvatten bedömdes vara det allra viktigaste nyckelkriteriet och tilldelades som en start en vikt om 25. I diskussionerna landade man på att grundvatten bör utgöras 50% av vikten i analysen.
E4. Ytvatten	0	Bedömdes som inte relevant att ha med i analysen i de tidigare diskussionerna.
E5. Sediment	0	Bedömdes som inte relevant att ha med i analysen i de tidigare diskussionerna.
E6. Luft	13	Både luft och icke förnybara naturresurser bedömdes som viktiga aspekter att ha med i analysen på grundval av att man bör undvika att utföra miljöförbättrande åtgärder som kostar alltför stor miljöpåverkan i ett annat medium. Luft bedömdes som något viktigare än icke förnybara naturresurser eftersom man fångar upp utsläpp av växthusgaser i detta kriterium. De exakta vikterna justerades genom att titta på pajdiagrammet (se nedan).
E7. Icke förnybara naturresurser	8	
E8. Avfall	2	Avfall bedömdes ha mindre betydelse i analysen.

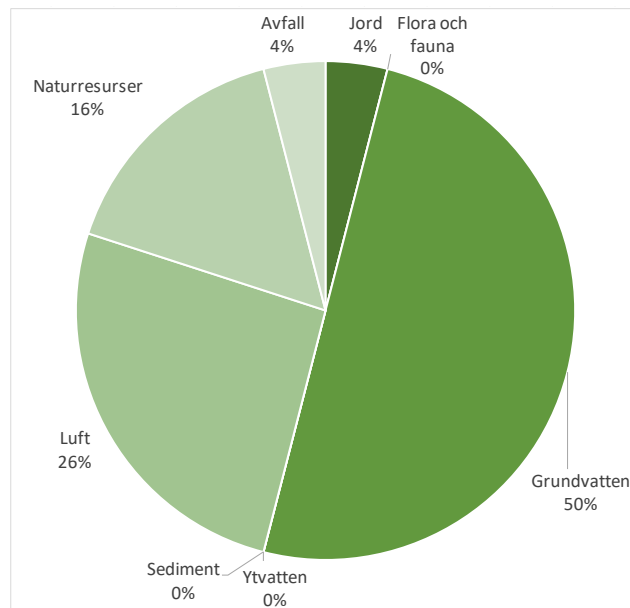
	Nyckelkriterier:	Vikt	Vikt (%)
E1	Jord	2	4%
E2	Flora och fauna	0	0%
E3	Grundvatten	25	50%
E4	Ytvatten	0	0%
E5	Sediment	0	0%
E6	Luft	13	26%
E7	Naturresurser	8	16%
E8	Avfall	2	4%

Instruktion:

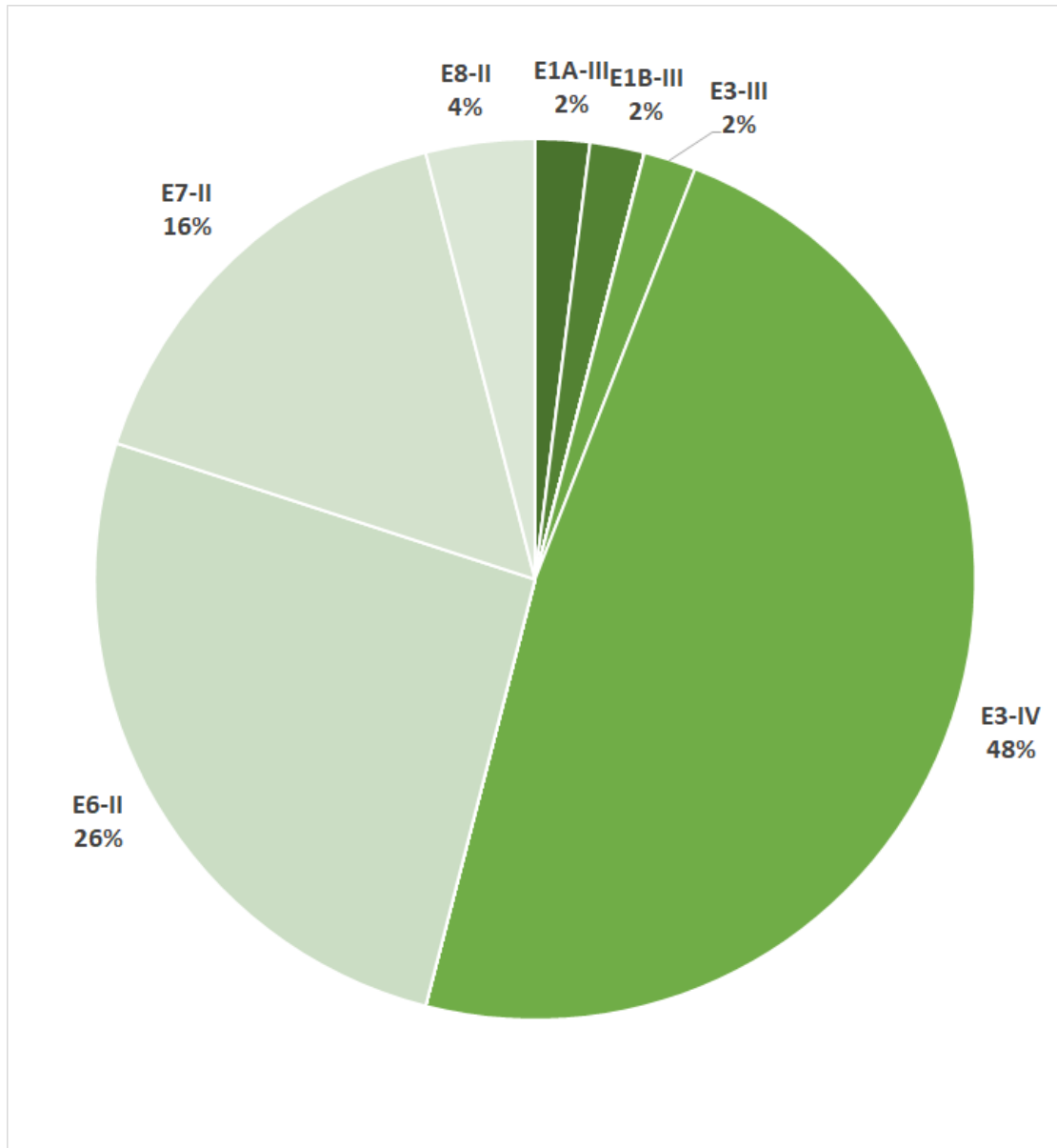
Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



När man genomfört viktning för alla indikatorer och nyckelkriterier kan man åskådliggöra vilken vikt varje enskild indikator får inom den miljömässiga dimensionen, se figurerna nedan.

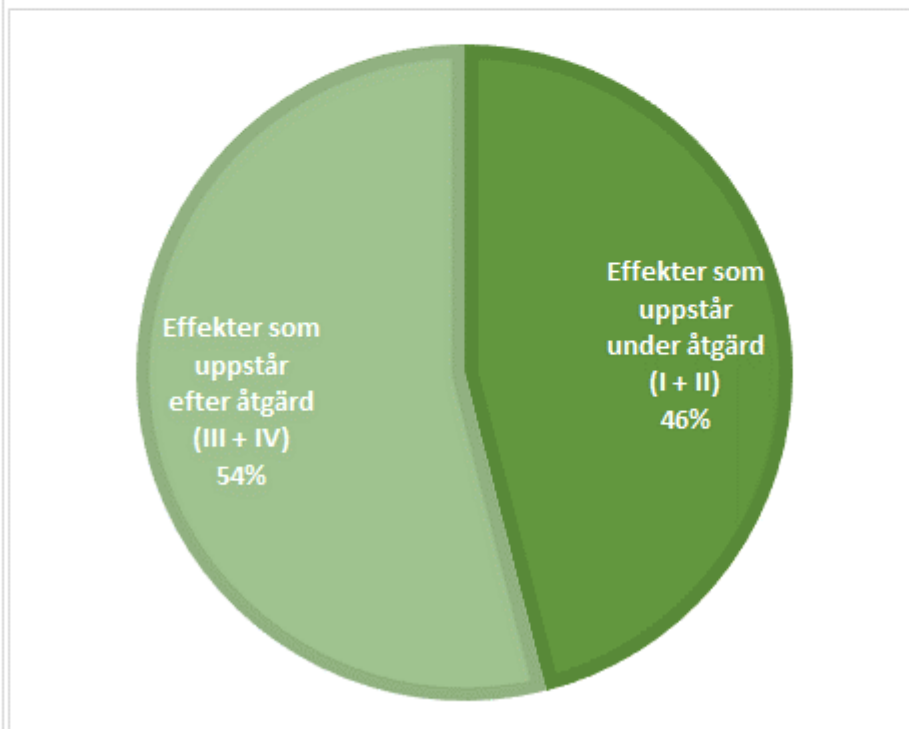


E1 Jord	4%	Vikt	Vikt (%)	Total vikt (%)
E1A-I	E1A - I. Föroreningseffekter på markecosystemet under åtgärd	0	0%	0%
E1A-III	E1A - III. Föroreningseffekter på markecosystemet efter åtgärd	2	50%	2%
E1B-I	E1B - I. Andra typer av effekter på markfunktioner under åtgärd	0	0%	0%
E1B-III	E1B - III. Andra typer av effekter på markfunktioner efter åtgärd	2	50%	2%
E2 Flora och fauna	0%	Vikt	Vikt (%)	
E2-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E2-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	0	0%	0%
E2-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E2-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%
E3 Grundvatten	50%	Vikt	Vikt (%)	
E3-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E3-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	0	0%	0%
E3-III	III. Effekter på området efter åtgärd	1	4%	2%
E3-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	25	96%	48%
E4 Ytvatten	0%	Vikt	Vikt (%)	
E4-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E4-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	0	0%	0%
E4-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E4-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%
E5 Sediment	0%	Vikt	Vikt (%)	
E5-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E5-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	0	0%	0%
E5-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E5-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%
E6 Luft	26%	Vikt	Vikt (%)	
E6-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E6-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	1	100%	26%
E6-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E6-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%
E7 Naturresurser	16%	Vikt	Vikt (%)	
E7-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E7-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	1	100%	16%
E7-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E7-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%
E8 Avfall	4%	Vikt	Vikt (%)	
E8-I	I. Effekter på området under åtgärd	0	0%	0%
E8-II	II. Effekter utanför området under åtgärd	1	100%	4%
E8-III	III. Effekter på området efter åtgärd	0	0%	0%
E8-IV	IV. Effekter utanför området efter åtgärd	0	0%	0%

Sammantaget kan man även analysera hur stor vikt effekter som uppstår till följd av själva efterbehandlingsåtgärden får, gentemot effekter som uppstår till följd av förändring i källföroreningen.

Nedan visas den relativa vikten för alla effekter som uppstår efter saneringen och under tiden för saneringen:

Effekter som uppstår under åtgärd (I + II)	46%
Effekter som uppstår efter åtgärd (III + IV)	54%
	100%



Avslutande kommentarer/reflektioner

Gruppen resonerade lite gällande om någon representant saknades under workshopen. Det man konstaterade var att man hade gemensamt begränsad kunskap om markelevenade (och eventuellt levande i grundvattnet) organismer.

Några nya aspekter kom upp, detta med att en sanering inte får kosta för mycket andra typer av miljöeffekter, det var devis nya tankar.

Gällande viktning av nyckelkriterier inom den miljömässiga domänen blev det diskussion om vad det egentligen skulle representera – för det specifika fallet, men ändå lite principiellt (såsom detta med att det inte bör kosta med miljöeffekter än vad man lyckas förbättra). Gruppen landade i den valda viktningen som att den dels representerade den specifika situationen (tex att jord och avfall inte är så viktigt i den aktuella analysen) utan att fokus är på grundvatten, luft och naturresurser.

G. Motivering social bedömning

SCORE: Formulär för poängsättning och viktning av sociala effekter av efterbehandling – anteckningar av diskussioner

Kortbeskrivning av referensalternativ och åtgärdsalternativ:

Referens	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Dagens situation + tekniskt skydd, MNA	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9)	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9), injektering (9-18)	Rivning, schakt (0-2), SVE (2-9), injektering (9-18), PRB	Rivning, schakt (0-2), ISTD (2-9), injektering (9-28m), PRB	Rivning, schakt (0-2), ISTD (2-28), PRB

Förklaring och förkortningar för kategorier av effekter. Effekter kan uppkomma på området eller utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten eller av förändringar i föroreningskällan:

	På området	Utanför området
Efterbehandlings-åtgärden	I. Effekter som uppkommer på området till följd av själva åtgärdsaktiviteten (ofta under åtgärd).	II. Effekter som uppkommer utanför området till följd av själva åtgärdsaktiviteten (ofta under åtgärd).
Förändringar av föroreningskällan	III. Effekter som uppkommer på området till följd av förändringar i föroreningskällan (ofta efter åtgärden är genomförd).	IV. Effekter som uppkommer utanför området till följd av förändringar av föroreningskällan (ofta efter åtgärden är genomförd).

Förklaring och förkortningar för poäng vid bedömning av effekt, val av typ av fördelning, samt grad av osäkerhet i bedömning:

Poäng: Skala från -10 till +10	(+10 p) Mycket positiv effekt i förhållande till referensalternativet. (+5 p) Positiv effekt i förhållande till referensalternativet. (0 p) Ingen effekt i förhållande till referensalternativet. (-5 p) Negativ effekt i förhållande till referensalternativet. (-10 p) Mycket negativ effekt i förhållande till referensalternativet.
Osäkerhet: 3 värden anges	Lägsta möjliga poäng, mest troliga poäng samt högsta möjliga poäng

Förklaring och förkortningar för viktning:

Vikter: 0-25	För varje kriterium anges en vikt 0-25 i förhållande till hur viktigt kriteriet anses vara. Ett pajdiagram används för att justera vikternas förhållande tills att det stämmer med gruppens uppfattning
-----------------	---

S1 - Närmiljö och trivsselfaktorer

Här bedöms effekter på närmiljöns kvalitet, rekreativsmöjligheter och fysiska störningar, inklusive buller.		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

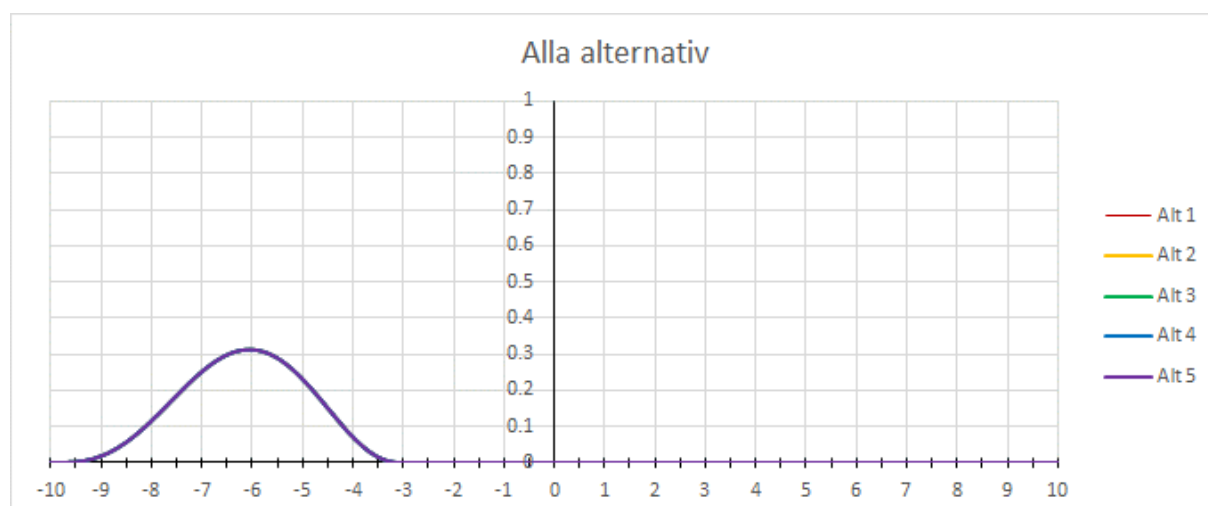
På området är Råven 58 och utanför området är då alla andra fastigheter i närområdet och "allt utanför". Referensen innebär att huset på Råven 58 finns kvar och de boende bor kvar.

Utgångspunkten i resonemang som kopplar till de boende i Råven 58 är att de boende kan och vill bygga nytt och flytta tillbaka så snart åtgärden är genomförd. Det som varit på tal är områdesrestriktioner och inte tekniska skyddsåtgärder för inomhusmiljön på andra fastigheter. Om det ska bo någon t.ex. i källaren på de fastigheterna får de antagligen stå för den kostnaden själva. De störningar som finns idag är relaterade till de provtagningspunkter och eventuella kontroller som görs och gäller för boende på Råven 58 och omkringboende.

Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om schaktarbeten och transporter allvarligt stör flera hushåll, orsakar stora problem med framkomlighet och/eller ger stora skador på fastigheter (-10p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt negativa effekter om Råven 58 inte blir återställda, d.v.s. att området blir obebyggt och övergivet, kanske t.o.m. inhägnat och skyltat som farligt område, samt att det framstår som ovårdat (-10p).
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om det inte uppstår några störningar alls, d.v.s. ingen effekt alls relativt referensalternativet (0p) Till följd av källförorening (III+IV): III: Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå relativt referensen eftersom det redan finns ett hus på området som antas återställas (0p). IV: Maximalt positiva effekter om området efter genomförd åtgärd upplevs som mycket bättre än referensen (+10p).

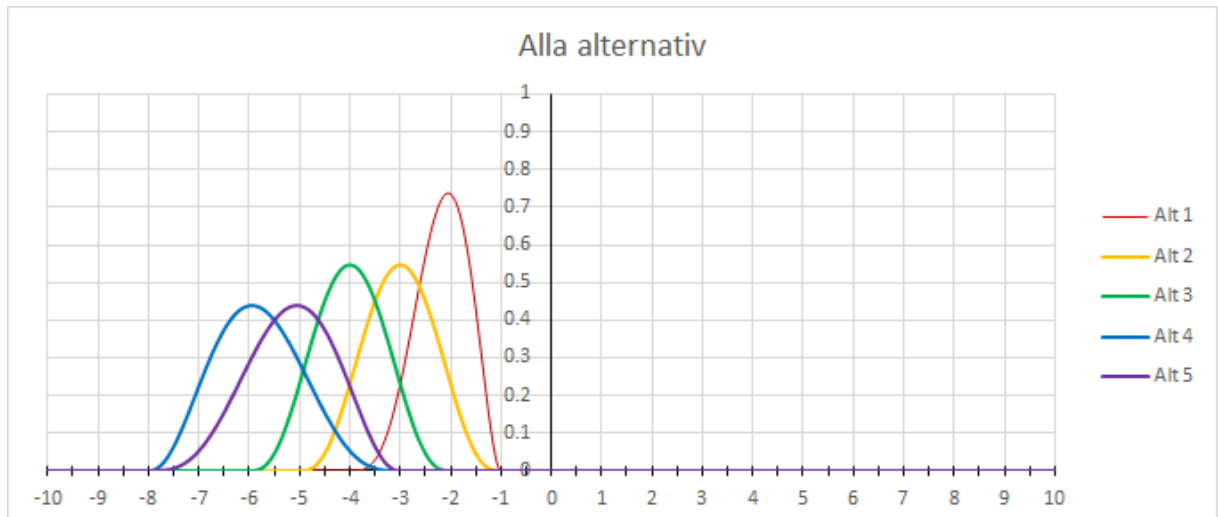
S1-I. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt: I 2 II 15 III 4 IV 25	Motivering och diskussion: Det förorenade området ligger mitt i ett tätbebyggt område i centrala Helsingborg och det är därför viktigt vad som sker under åtgärd. Det är dock de långsiktiga effekterna av ebh som är viktigast. Därför är "efter åtgärd" högre viktade än "under åtgärd". Det är också utanför området som är det absolut viktigaste jämfört med påverkan på familjen på området, därför är utanför området mycket högre viktat än på området.				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	-10	-10	-10	-10	-10
Mest troliga poäng	-6	-6	-6	-6	-6
Högsta möjliga poäng:	-3	-3	-3	-3	-3
Motivering och diskussion: Längre tids störning ju längre tid åtgärden som ska genomföras tar, det tar längre tid innan de kan flytta tillbaka. Se separata anteckningar! De boende kommer påverkas av hur lång tid det tar innan de kan flytta tillbaka, det är jobbigt att flytta i sig men det tar också tid att etablera sig på ett nytt ställe om man behöver bo där längre. Fråga om skola m.m. Det tar också lång tid att handlägga ärendet efter att saneringen är klar, vilket kommer dra ut på tiden och göra skillnaden mellan alternativen mindre. Landar till slut i att det är samma effekt för alla alternativ, eftersom den totala tiden är så pass lång och att det är flytten i sig som innebär den stora störningen. Lägsta möjliga baseras på att det finns en osäkerhet och att efterbehandlingen drar ut på tiden. Högsta möjliga är baserat på att de boende inte har några problem med att flytta.					



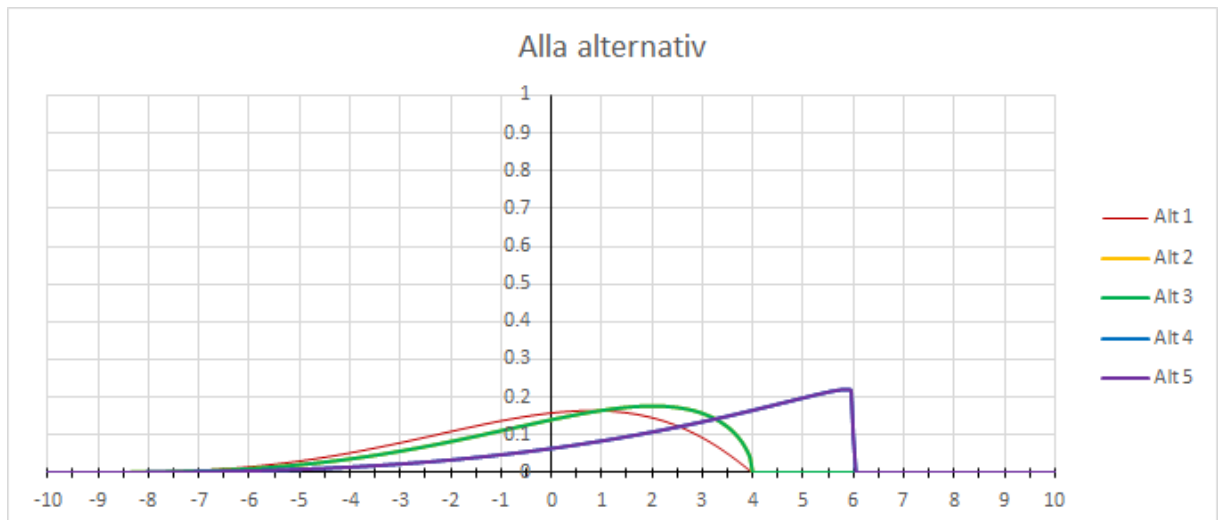
S1-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion: Se ovan				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst möjliga poäng:	-4	-5	-6	-8	-8
Mest troliga poäng	-2	-3	-4	-6	-5
Högst möjliga poäng:	-1	-1	-2	-3	-3
Motivering och diskussion: Här är det grävningen som är det största störningsmomentet eftersom det behövs maskiner och går mycket transport i området, samma för alla gör skillnaden mellan alt mindre. Dock sker transporterna under relativt begränsad tid, men in-situ behandlingarna sker under betydligt längre tid. Termisk behandling är värst av övriga åtgärder eftersom det kommer behövas ett verk för upphettning. Ingen lukt uppstår trots uppvärmningen. Fläktbuller kommer dock att uppstå. Mer kylsystem med buller behövs för denna åtgärd jämfört med enbart SVE. Det kommer att behövas elledningar för att få tillräcklig kraft till åtgärderna vilket kommer att innebära eventuell nedgrävning och eventuellt ta upp gatuplats. Mycket av tomtområdet kommer tas upp till utrustning vilket gör att mer fordon mm kommer behöva stå på gatan. Kommer en kemisk fabrik göra föräldrarna till dagisbarnen oroliga för deras säkerhet. Den termiska behandlingen genomförs dock under kortast tid. Gatan kommer tas i anspråk, vilket leder till att parkeringsmöjligheter på gatan försämras. Parkering är en stor fråga som påverkar de boende i området. Därför bör tiden för ebh vara en viktig faktor. Alternativ 4 som innebär både termisk behandling och lång tid är därför sämst. Minus 10 bör vara att en fullständig utgrävning görs under flera år där ett dagbrott uppstår med rasrisk. Landar i minus 8 även om vissa initialt var inne på minus 10 (lokal skala dvs. alt 4 är värre än övriga) I alt 3-5 ingår barriär. De är därför också värre än alt 1-2					



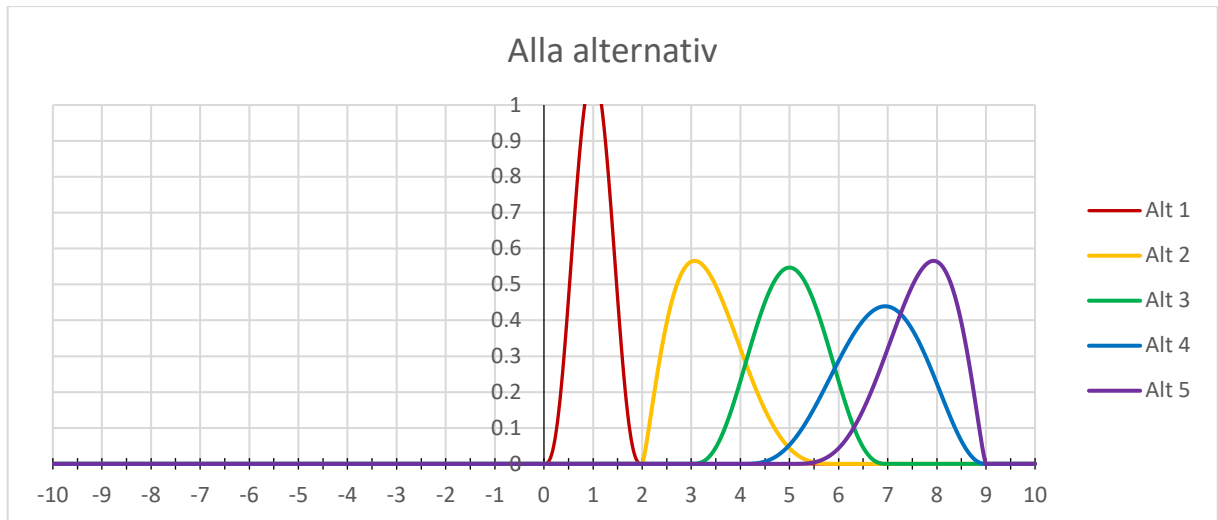
S1-III. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion: Se ovan				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	-10	-10	-10	-10	-10
Mest troliga poäng	1	2	2	5	5
Högsta möjliga poäng:	4	4	4	6	6
Motivering och diskussion:					
Bästa möjliga utfall är att de boende kan flytta tillbaka. Är situationen bättre idag än tidigare? Alt 1-3 kommer innebära att fortsatta provtagningar behöver göras. Alt 4-5 är bättre ur denna synvinkel. Dessa alt innebär också mindre oro eftersom hela föroreningen antas ta bort. Högsta möjliga för alt 1-3 är därför lägre. Alt 1-3 kan i högre grad innebära en risk för att de inte kan flytta tillbaka, pga av att de inte får bygglov. Lägsta möjliga poäng kan därför vara negativt. Är att de inte kan flytta tillbaka -10? Om de har förberett sig för att flytta tillbaka med kostnader för kanske arkitekt, och sedan inte kan det blir det minus 10. För alt 4 och 5 finns denna risk också, därför landar de i att det är minus 10 för dessa också. Sannolikheten för att lyckas är dock betydligt högre med dessa. Mest troliga poäng är därför närmare högsta möjliga poäng.					



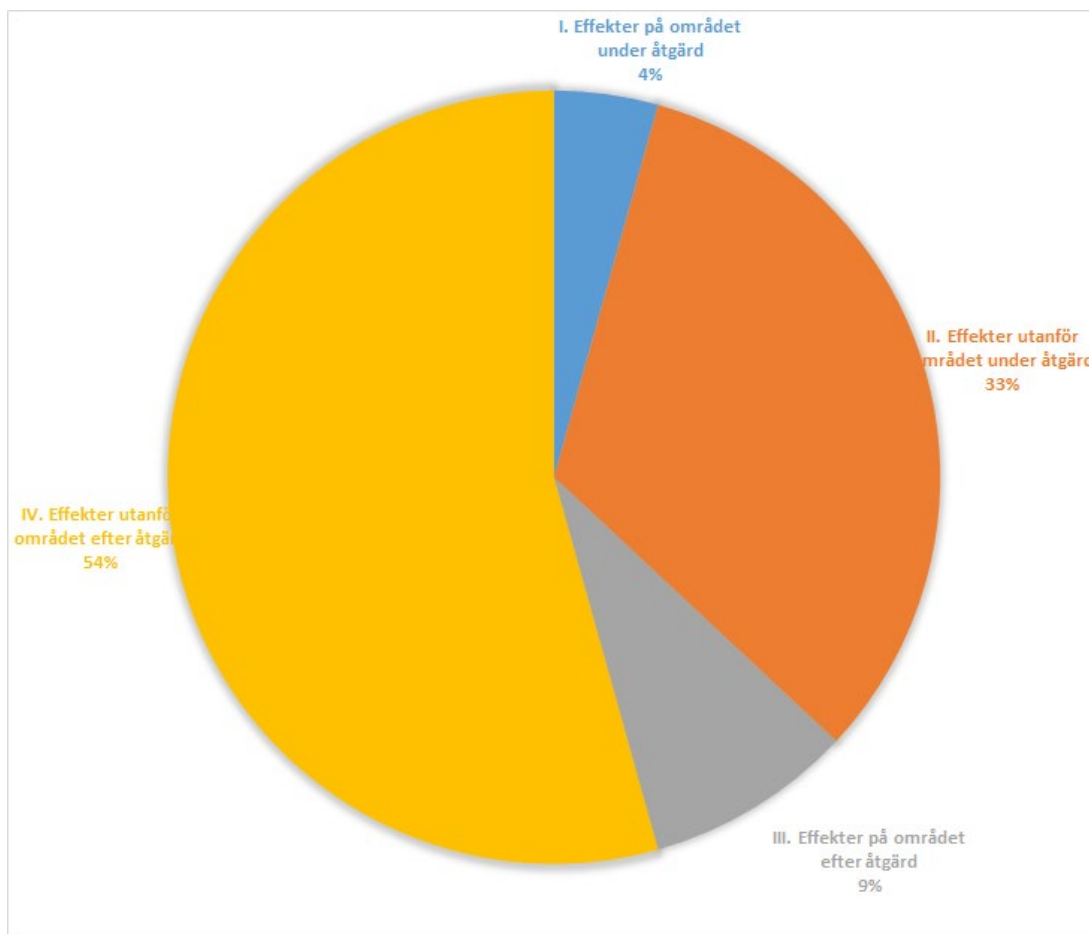
S1-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av förändringar i källföreningen (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion: Se ovan				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst möjliga poäng:	0	0	0	0	0
Mest troliga poäng	5	5	5	5	5
Högst möjliga poäng:	7	7	7	7	7
Motivering och diskussion:					
Vetskapen om att det finns en förening i området kan minska trivselen för de boende i området. Denna vetskap kan förstärkas av en tom fastighet. Det kan också vara fortsatta restriktioner för att kunna inreda sin källare m.m. om inte de mer omfattande åtgärderna genomförs, men det kan inte bli sämre än idag. Om de inte gjorde tillräckligt kan det innebära bad will och alt 1-3 är därmed sämre. Vad är denna mark lämplig för? Det borde aldrig ha byggts en fastighet här. Man kan inte rena till 100 procent men tillräckligt för att ge nytt bygglov. En förtätning jämfört med att ha ett öppet område där kan vara negativt. Jenny flikar in att diskussionen borde vara kring om att vi kan utgå från att ebh innebär en säker markanvändning, oavsett vilken. Blir det utifrån den synvinkeln en förbättring? Ja -> mest troliga är därmed positiv. Det är samma för alla åtg och det kan inte uppstå negativa effekter jämfört med referensen.					



Det förorenade området ligger mitt i ett tätbebyggt område i centrala Helsingborg och det är därför viktigt vad som sker under åtgärd. Det är dock de långsiktiga effekterna av ebh som är viktigast. Därför är ”efter åtgärd” högre viktade än ”under åtgärd”.

Det är också utanför området som är det absolut viktigaste jämfört med påverkan på familjen på området, därför är utanför området mycket högre viktat än på området.



S2 - Kulturarv

Här bedöms effekter på kulturarv såsom byggnader, strukturer, monument och landskap: blir sådana förstörda, bevarade eller restaurerade under efterbehandlingen.		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens: Finns det några kulturhistoriska byggnader som kan påverkas i området? Ramlösa skulle kunna ses som ett kulturarv men den ligger långt bort. Rykten för en spridning till deras källa kan skada deras verksamhet. Det finns låg till ingen risk för spridning till denna. Ingen kulturhistoriskt viktig bebyggelse finns i området som påverkas. Ingen risk för att Viskängen-parken blir obrukbar. Man kommer överens om att detta inte är en viktig aspekt att ha med i hållbarhetsanalysen för det här fallet.	
Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om byggnader och annat är kulturhistoriskt mycket värdefulla och att alla förstörs i och med åtgärden (-10p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter om byggnader och annat är kulturhistoriskt mycket värdefulla men mycket nedgångna, och att de genom åtgärden blir restaurerade (+10p)

S3 – Hälsa och säkerhet

Här bedöms effekter på hälsa och säkerhet som ett resultat av föroreningar och olycksrisker		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

Referensen innebär i princip att det inte finns några oacceptabla hälsorisker i privata fastigheter på området eller utanför området kopplat till inomhusluft. Det är oklart om det kan finnas någon möjlig påverkan via lasarettets egen brunn, d.v.s. att man får påverkan på inomhusmiljö pga. av grundvattenuttag. Man kan dock tänka sig att över tid så kan vissa hälsorisker uppstå om man inte ventilerar i fastigheter. För referensalternativet kan det också innebära vissa ökade hälsorisker vid anläggningsarbeten, d.v.s. om brunnar installeras etc (utanför området med restriktioner).

Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om arbetarna, boende eller besökare utsätts för helt oacceptabla hälso- och olycksrisker p.g.a. åtgärden (-10 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt negativa effekter om det är mycket högre hälso- eller olycksrisker än före åtgärd (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter antas inte kunna uppstå. Negativa effekter minimeras om efterbehandlingen genomförs utan några risker för arbetare eller boende (0 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om hälso- eller olycksriskerna från början är höga och området har många besökare, och riskerna reduceras till acceptabla nivåer (+10 p)

S3-I. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt: I 5 II 8 III 7 IV 25	Motivering och diskussion: Risker under arbetet är ett nödvändigt ont för att nå bättre hälsa på lång sikt. De ska såklart ändå hållas så låga som möjligt. De långa effekterna (utanför området) är mycket viktigare än under åtgärden. Utanför området är mycket viktigare än på området på lång sikt. Arbetarna på området är dock viktiga även under arbetet. Hälsorisker efter åtgärd på området är av lägre betydelse, men å andra sidan är det där vi redan gjort åtgärder vilket indikerar att det har viss betydelse. Efter en visuell feedback landade gruppen i denna fördelning.
--	--

Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	-3	-4	-6	-6	-6
Mest troliga poäng	-1	-2	-2	-3	-3
Högsta möjliga poäng:	0	0	0	0	0

Motivering och diskussion:

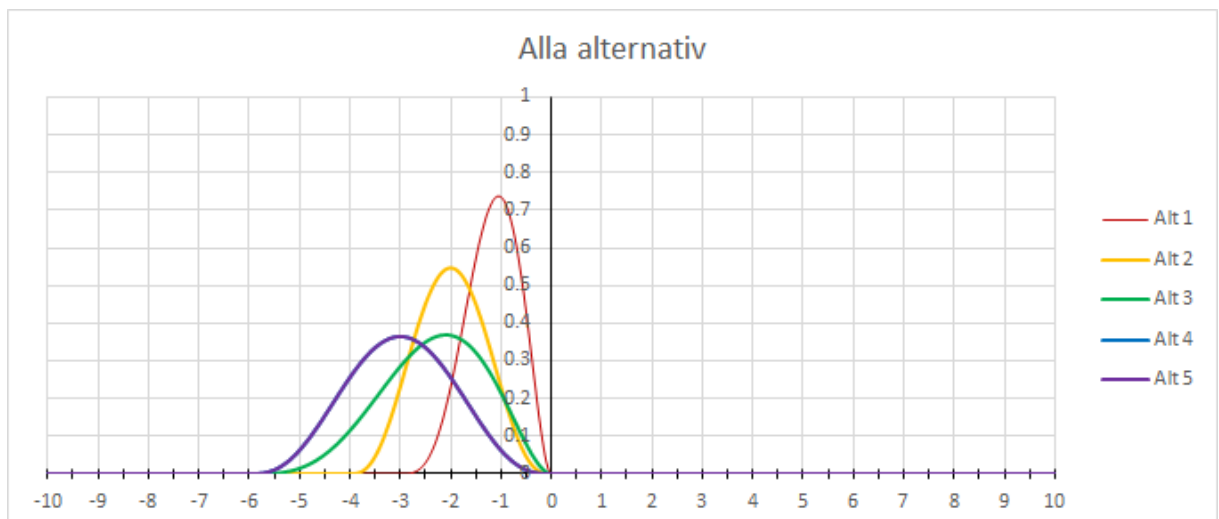
Mer kopplat till risken för arbetare. Med en termisk behandling innebär det mer borring och risk för arbetsolyckor. Generella arbetsolyckor ska inte tas med här – utan titta på speciella risker kopplat till efterbehandlingen. Det är risk för exponering för föroreningen som är en hälsorisk. Det får antas att de har tillräcklig skyddsutrustning och följer arbetsmiljöföreskrifter.

Injekttering i alt 2-4 och handskande av kemikalier innebär en risk eftersom de är frätande och inandning kan ge skador på andningsorgan. Det bör dock antas att de hanterar även denna fara på ett tillfredsställande sätt.

Schaktarbetet innebär risker, men inte högre här än om de gjort samma på en annan plats vilket de antas göra i referensalternativet.

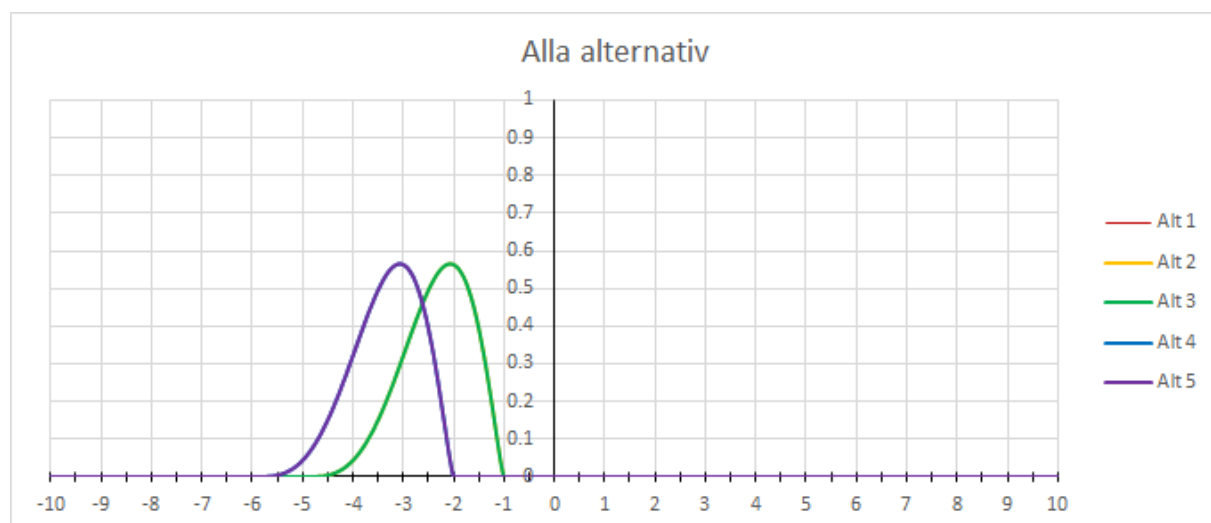
Det är skonsammare med denna typ av ebh än ett stort schaktarbete. Dessa åtgärder är mindre arbetsintensiva.

De mer omfattande och längre alt innebär att något större risker uppstår för de arbetande. Dock betraktas inte riskerna som väldigt omfattande för någon av metoderna.



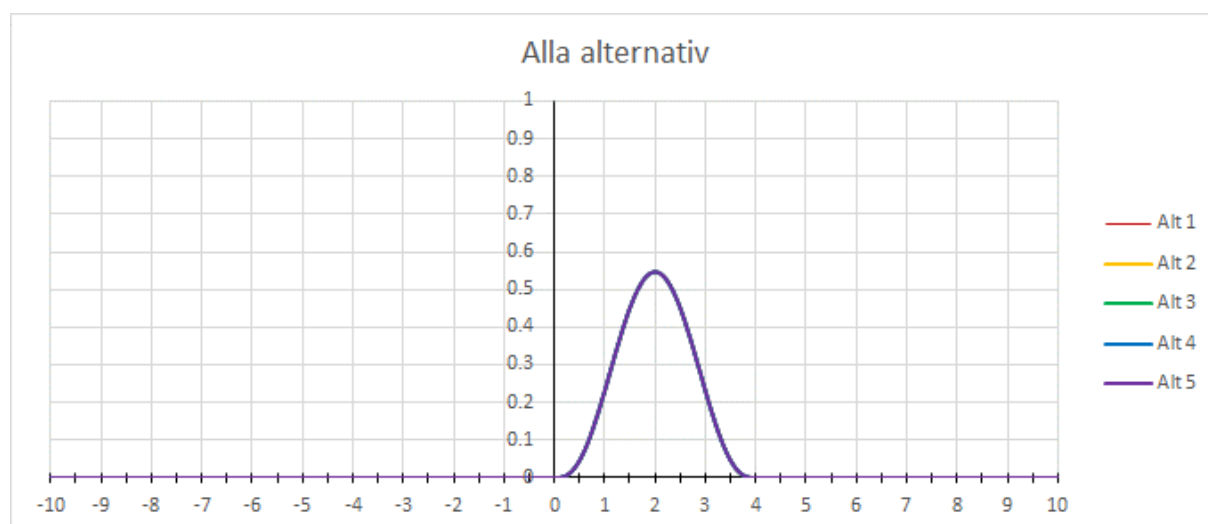
S3-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	-5	-5	-5	-6	-6
Mest troliga poäng	-2	-2	-2	-3	-3
Högsta möjliga poäng:	-1	-1	-1	-2	-2
Motivering och diskussion:					
Lastbilstrafik i tätbebyggt område innebär en stor risk. Spill vid transport är en risk. Mer lastbilstrafik innebär större risk. Grävning ingår i alla alternativ, därför liten skillnad mellan alternativen. 100 transporter för grävning och bara några stycken för övriga åtgärder. Termisk behandling något fler Det är väldigt tajt i området. Det leder dock till lägre hastigheter. Dock större risk vid höga hastigheter. Dagis i området gör det till en större risk (på en global skala) höjer det till närmare -10. Men jämfört med vissa andra saneringsobjekt så bör dessa risker (och störningar i S1) ändå anses som måttliga.					



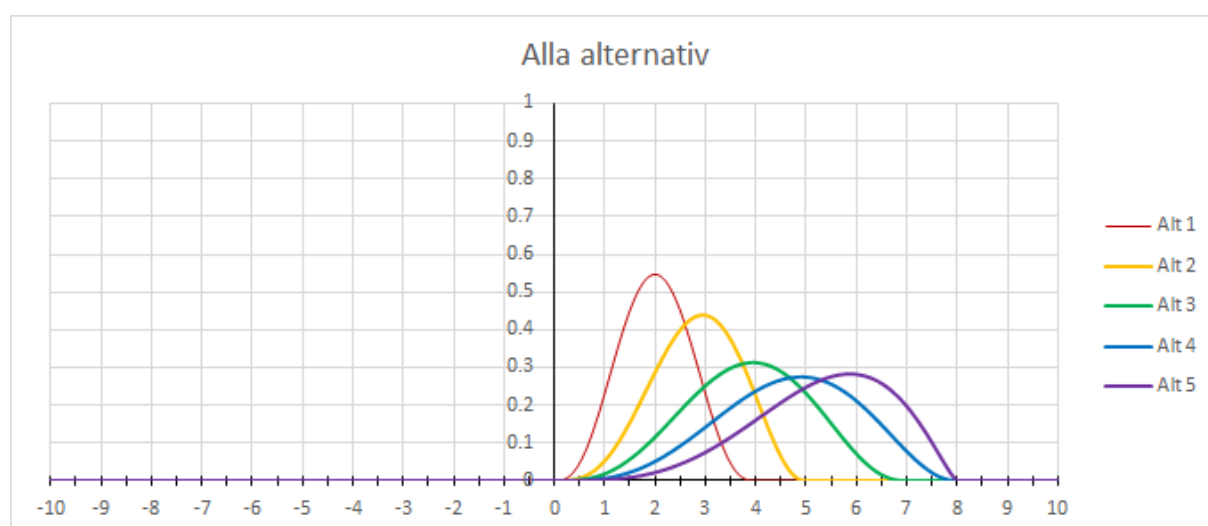
S3-III. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst möjliga poäng:	0	0	0	0	0
Mest troliga poäng	2	2	2	2	2
Högst möjliga poäng:	4	4	4	4	4
Motivering och diskussion: Hur mycket bättre blir det efter åtgärd på lång sikt på själva området? Det kan inte bli sämre än idag. Hade inget gjorts hade det med tiden blivit sämre. Det finns ingen risk för att själva åtgärden gör hälsoriskerna högre på området. Du kommer inte ha någon högre effekt på hälsoriskerna trots att alt 4-5 är säkrare metoder. Alla åtgärder ska leda till att acceptabla nivåer för inomhusmiljö uppnås, det kan därför inte vara någon större skillnad mellan alternativen. Den samlade bedömningen är att det blir en liten positiv effekt på hälsorisker på området.					



S3-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

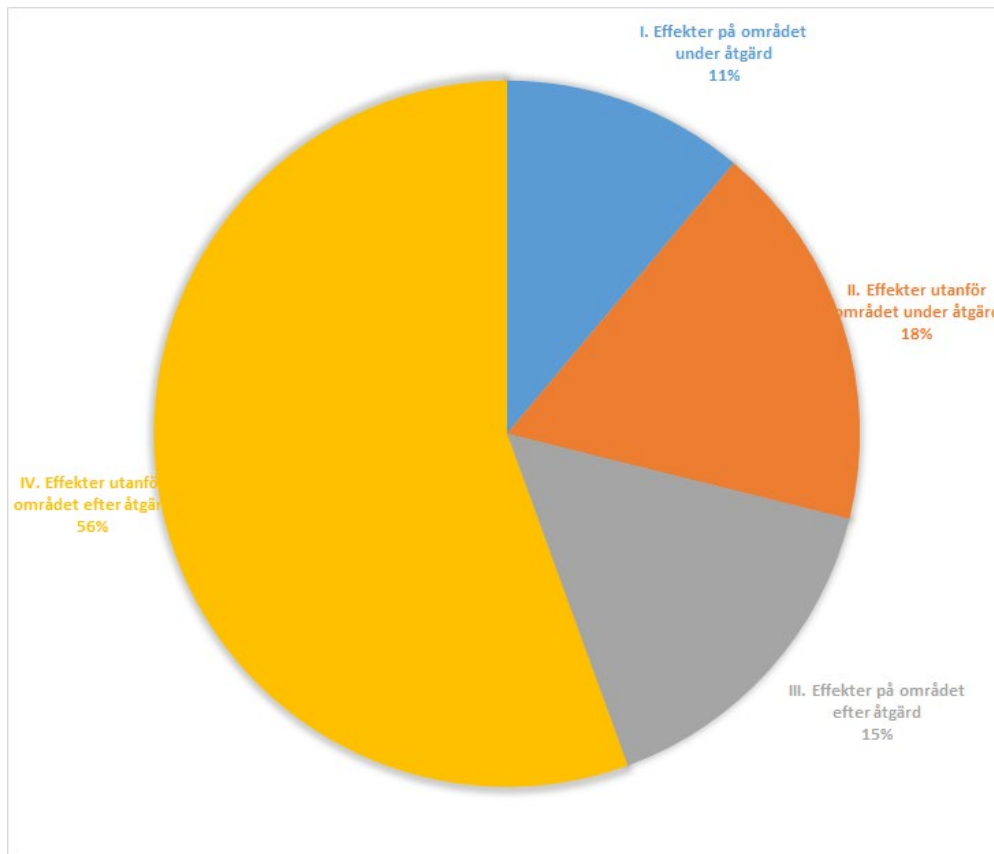
Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägst möjliga poäng:	0	0	0	0	0
Mest troliga poäng	2	3	4	5	6
Högst möjliga poäng:	4	5	7	8	8
Motivering och diskussion:					
Alt 4 och 5 är mer robusta och säkra åtgärder vilket gör att de har en högre möjlighet att uppnå en stor positiv effekt					
Risken för spridning sänks med alla alternativ, men klart effektivare med för de alternativ där aktiv sanering genomförs i den mättade zonen (i grundvattnet).					



Risker under arbetet är ett nödvändigt ont för att nå bättre hälsa på lång sikt. De ska såklart ändå hållas så låga som möjligt. De långa effekterna (utanför området) är mycket viktigare än under åtgärden.

Utanför området är mycket viktigare än på området på lång sikt. Arbetarna på området är dock också viktiga. Hälsorisker efter åtgärd på området är av lägre betydelse, men å andra sidan är det där vi redan gjort åtgärder vilket indikerar att det har viss betydelse.

Efter en visuell feedback landade gruppen i denna fördelning.



S4 – Rättvisa

Här bedöms effekter på svaga grupper i samhället, exempelvis med avseende på ekonomiska förutsättningar, etnicitet, kön/gender, framtida generationer

	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

Svaga grupper i det här fallet skulle kunna vara den familjen som bott på Råven 58, men också eventuella andra fastighetsägare där inga tekniska skyddsåtgärder införts (och som kanske kommer att behöva installera sådana i referensen). Framtida generationer räknas också med som svaga grupper i samhället.

Familjen på området har redan tagits hand om och behandlas därför inte som en svag grupp i diskussionerna, se S4 – I.

För övriga eventuella svaga grupper (här övriga fastighetsägare) kan dessa drabbas av kostnader för att installera tekniska skyddsåtgärder (som de kan slippa i vissa alternativ). Man kan också tänka sig att det förväntade värdet av fastigheter i närheten av Råven 58 sjunker och påverkar övriga fastighetsägare negativt (t.ex. att de blir inlåsta i sitt boende, eller förlorar ekonomiskt på försäljning av fastighet under andra förutsättningar än när de köpte).

Gällande framtida generationer kan det ha stor påverkan på om grundvattenresursen är förorenad eller inte: kan den användas som dricksvattenresurs i framtiden, står vi inför betydligt större kostnader som framtida generationer får ta pga. att grundvattenresursen är påverkad.	
Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om någon utsatt grupp drabbas mycket negativt, t.ex. genom att en viktig mötesplats blir förstörd när åtgärden pågår. (-10 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt negativa effekter om man lämnar kvar befintliga miljöskulder till framtida generationer (0 p).
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter om utsatta grupper gynnas i mycket hög grad under genomförandet av åtgärden (+10 p). Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om en stor miljöskuld elimineras och/eller om någon utsatt grupp som tidigare inte haft tillgång till en för dem viktig plats nu får det (+10 p).

S4-I. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta möjliga poäng:					
Motivering och diskussion: Vad är relevant att ta upp under detta kriterium? Familjen tycker nog att de är missgynnade medan andra kommer tycka att de är förfördelade. Gruppen är dock överens om att s4-I inte är relevant					

S4-II. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av åtgärdsaktiviteten (under åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
II 2 IV 25	Övriga 0. Miljöskulden är en betydligt viktigare aspekt än de enskilda fastighetsägarnas ev förluster vid försäljning				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	-4	-4	-5	-6	-5
Mest troliga poäng	-2	-3	-4	-5	-4
Högsta möjliga poäng:	0	-1	-1	-1	-1
Motivering och diskussion: Fastighetspriser: de kan sjunka under åtgärd till följd av störningar från arbetet. Om ebh inte blir så bra som tänkt kan värdet stanna där nere. Om det som byggs är en statushöjare kan det dra upp värdet i området.					

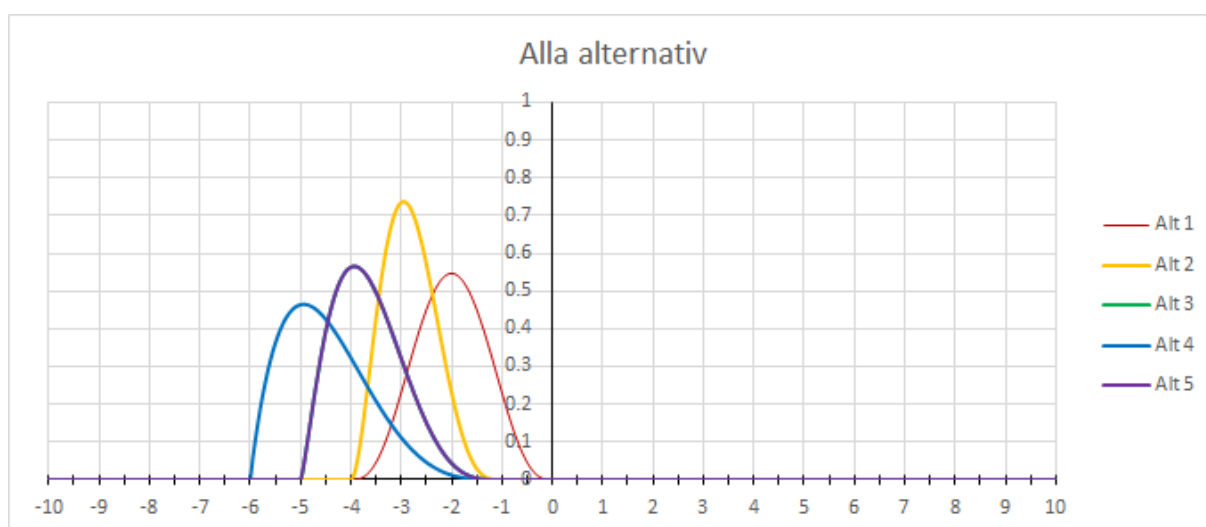
Dagiset. Är barnen en svag grupp som påverkas negativt av att arbetet försämrar området där dagiset ligger?

En person som vill sälja under pågående arbete kan känna sig orättvist behandlad eftersom de inte haft något att göra med vare sig föreningen eller ebh.

En metod som stör mycket kommer ha större inverkan än en som stör mindre och pågår under kortare tid. Alt 4 är därmed sämst

Det kommer sättas upp ett insynsskydd som gör att det inte kommer störa lika mycket.

Arbete med barriären gör alt 3-5 sämre än 1-2

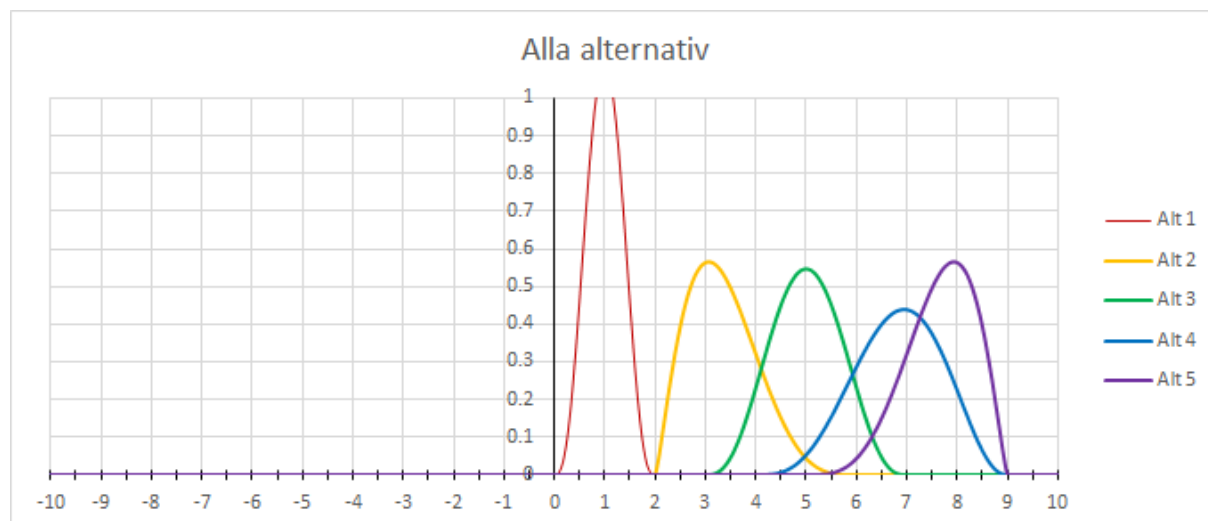


S4-III. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår på området till följd av förändringar i källföreningen (efter åtgärd):

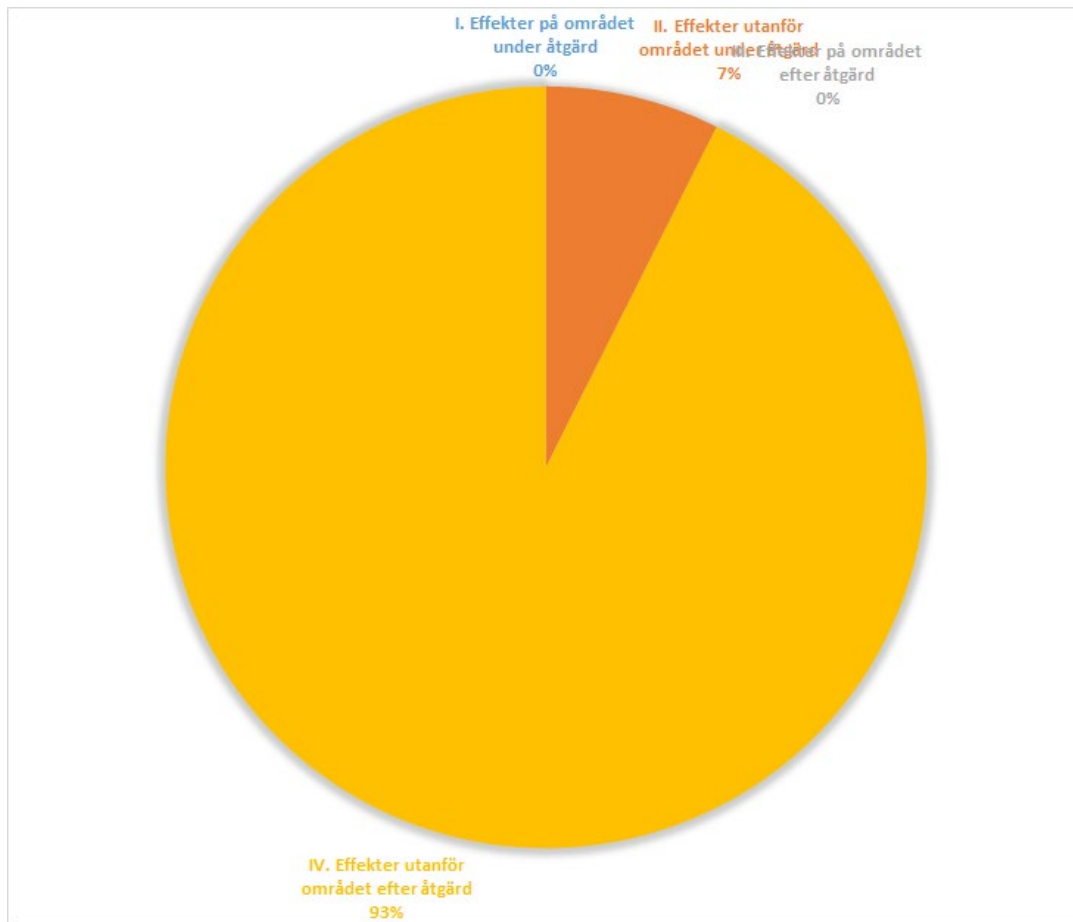
Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:					
Mest troliga poäng					
Högsta möjliga poäng:					
Motivering och diskussion:					
III och IV tas samlat, se IV.					

S4-IV. Viktning och poängsättning av effekter som uppstår utanför området till följd av förändringar i källföroreningen (efter åtgärd):

Vikt:	Motivering och diskussion:				
Poäng:	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Lägsta möjliga poäng:	0	2	3	4	5
Mest troliga poäng	1	3	5	7	8
Högsta möjliga poäng:	2	6	7	9	9
Motivering och diskussion:					
III och IV tas samlat. Det handlar om en miljöskuld till kommande generationer. Ju mer vi gör desto mindre miljöskuld lämnar vi. Naturlig nedbrytning kommer ta hand om föroreningen tids nog, vilken är tidshorisonten? Har vi tid att invänta denna nedbrytning om det inte finns något akut miljöproblem? Isf bör skillnaden mellan alternativen och skillnaden till referensen vara liten. Gruppen menar dock att när det faktiskt görs något och ju mer som görs desto bättre blir det. Att ta bort hela problemet är därmed +10. Alt 4-5 kommer nära. Liten skillnad mellan 3 och 4 eftersom det området som inte tas om hand om i alt 3 är litet förorenat. Alt 5 är bättre än 4 eftersom termisk behandling är en mer robust metod. (något perifer diskussion gällande miljöskuld: Hur långt sprider sig värmen vid alt 5? Inte långt alls. Kan växtligheters naturliga cykel påverkas av detta om tjälen uteblir. Svårt att bedöma men inget kommer göras på de översta marklagren där rötter finns.)					



Gällande viktning: Miljöskulden är en betydligt viktigare aspekt än de enskilda fastighetsägarnas ev. förluster vid försäljning.



S5 – Lokala arbetstillfällen och mötesplatser

Här bedöms lokala effekter på arbetstillfällen samt lokalbefolkningens tillgång på platser att mötas och engagera sig		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens:

De fastigheter det gäller är till största delen privata tomter, så det finns inget offentligt utrymme som kan skapa tillgång till mötesplatser. Referensen innebär lite arbetstillfällen i form av kontrollprogram och tekniska skyddsåtgärder (och eventuellt rivning av hus) – men dessa arbetstillfällen kan knappast betraktas som av lokal betydelse.

Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om lokala arbetstillfällen omöjliggörs och lokalbefolkningen förlorar tillgång till platsen (-10 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt negativa effekter om lokala arbetstillfällen permanent omöjliggörs eller flyttas, eller om lokalbefolkningen permanent förlorar tillgång till platsen (-10 p)
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter om det skapas många lokala arbetstillfällen genom efterbehandlingen (+10 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om det skapas möjligheter för många arbetstillfällen, och/eller viktiga mötesplatser möjliggörs (+10 p).

Lokala arbetstillfällen är inte något som blir relevant för Helsingborg. Det som möjligtvis kan vara intressant att få med är att man bygger upp kompetens omkring in-situ metoder, vilket kan ha betydelse nationellt. Detta kan man försöka fånga upp i den ekonomiska dimensionen. Inga mötesplatser tros kunna bildas eftersom det uttalade slutmålet är att en ny bostad ska byggas. Detta kriterium beaktas där för inte i analysen.

S6 – Lokal acceptans

Kriteriet S6 Lokal acceptans poängsätts genom att lokalbefolkningen tillfrågas direkt om deras syn på olika alternativ. Nedan finns det möjlighet att ge kommentarer om vad man tror om den lokala acceptansen och vilka grupper som är viktiga att tillfråga om detta.

Här tillfrågas lokalbefolkningen om deras syn på de olika åtgärdsalternativen		
	<i>På området</i>	<i>Utanför området</i>
<i>Till följd av åtgärdsaktivitet (under åtgärd)</i>	I	II
<i>Till följd av förändring i källförorening (efter åtgärd)</i>	III	IV

Referens: *Vad anser lokalbefolkningen om området idag?*

De som bor närmast har fått information kontinuerligt när nya insatser gjorts. Det skiljer sig mycket mellan vad olika personer tycker, vissa tänker egoistiskt på sitt eget fastighetspris, andra långsiktigt där de ser åtgärden som något positivt och andra bryr sig inte alls. Många är negativa mot förändring och hörs mycket, men den tysta majoriteten kan ha en annan åsikt.

I andra studier får maxalternativen ofta högsta poäng och alla andra låga poäng eller noll.

Finns det inte tidigare studier där detta undersöks?

Tycker ni att det ska göras en undersökning där olika scenarier tas fram och som respondenter får rangordna? Det finns en risk för att man skapar förväntningar på att en viss åtgärd ska genomföras. Och att man väcker fler frågor bland vissa invånare som i nuläget inte är berörda av frågan.

Värsta fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt negativa effekter om åtgärdens genomförande inte alls accepteras av lokalbefolkningen (-10 p). Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt negativa effekter om åtgärdens resultat inte alls accepteras av lokalbefolkningen utan istället betraktas som en kraftig försämring (-10 p).
Bästa fall:	Till följd av åtgärd (I+II): Maximalt positiva effekter om åtgärdens genomförande betraktas som mycket positiv av lokalbefolkningen (+10 p) Till följd av källförorening (III+IV): Maximalt positiva effekter om åtgärdens resultat blir väl accepterat av lokalbefolkningen och betraktas som en kraftig förbättring (-10 p)

Viktning av sociala kriterier

Viktningen av de sociala kriterierna hanns inte med under workshopen. Dock har S2 och S5 ansetts som att inte vara relevanta för analysen. S6 kommer inte att undersökas genom att tillfråga lokalbefolkningen – däremot kan det hanteras genom att undersöka om det kan få stor betydelse för utfallet av analysen om det finns intresse. Detta innebär att gruppen via mail behövde tycka till om hur viktigt S1 (närmiljö och trivselfaktorer), S3 (Hälsa och säkerhet) och S4 (Rättvisa) är relativt varandra. Av de sju deltagarna från workshopen, svarade fyra stycken. Deras respektive viktningar (givet att S6 – Lokalt acceptans inte inkluderas) visas i fyra olika diagram nedan.

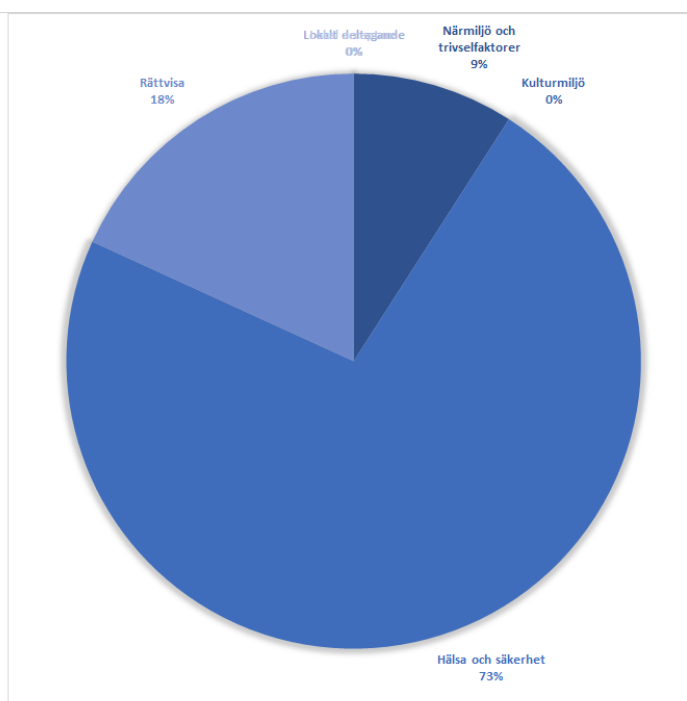
	Nyckelkriterier	Vikt	Vikt (%)
S1	Närmiljö och trivselfaktorer	1	9%
S2	Kulturmiljö	0	0%
S3	Hälsa och säkerhet	8	73%
S4	Rättvisa	2	18%
S5	Lokalt deltagande	0	0%
S6	Lokal acceptans	0	0%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



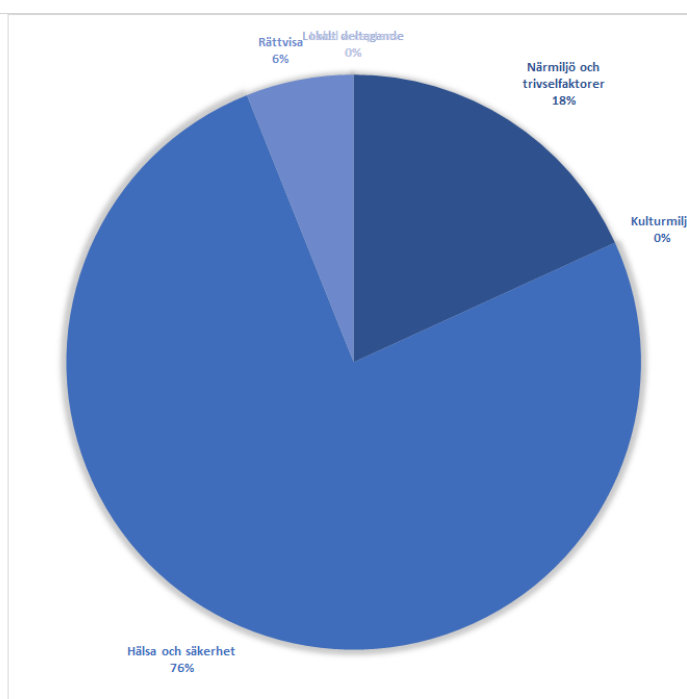
	Nyckelkriterier	Vikt	Vikt (%)
S1	Närmiljö och trivselfaktorer	6	18%
S2	Kulturmiljö	0	0%
S3	Hälsa och säkerhet	25	76%
S4	Rättvisa	2	6%
S5	Lokalt deltagande	0	0%
S6	Lokal acceptans	0	0%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



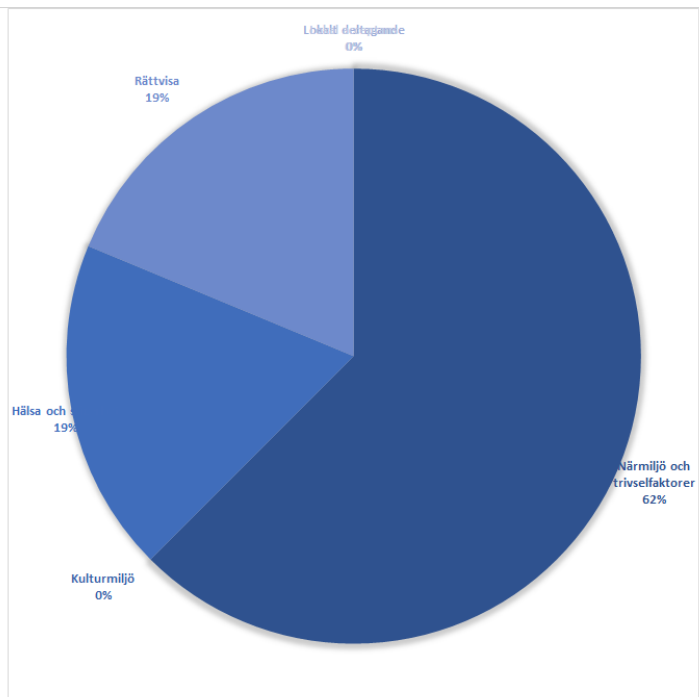
	Nyckelkriterier	Vikt	Vikt (%)
S1	Närmiljö och trivsselfaktorer	10	63%
S2	Kulturmiljö	0	0%
S3	Hälsa och säkerhet	3	19%
S4	Rättvisa	3	19%
S5	Lokalt deltagande	0	0%
S6	Lokal acceptans	0	0%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



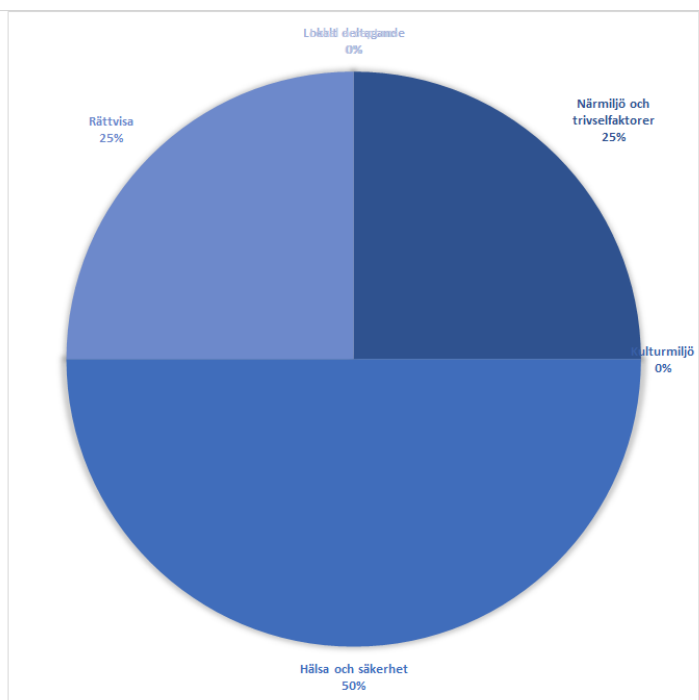
	Nyckelkriterier	Vikt	Vikt (%)
S1	Närmiljö och trivsselfaktorer	10	25%
S2	Kulturmiljö	0	0%
S3	Hälsa och säkerhet	20	50%
S4	Rättvisa	10	25%
S5	Lokalt deltagande	0	0%
S6	Lokal acceptans	0	0%

Instruktion:

Ange i de grå fälten hur viktig subkriteriet är, ge en vikt i spannet

0 - 25

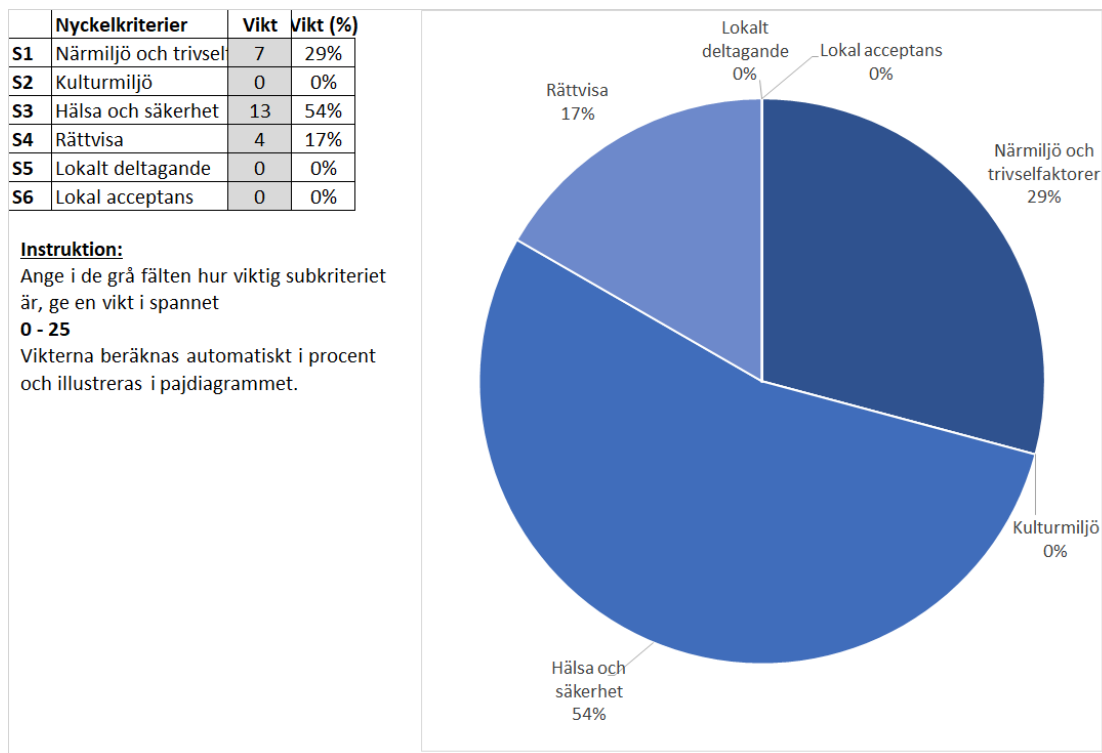
Vikterna beräknas automatiskt i procent och illustreras i pajdiagrammet.



De sammanvägda vikterna har beräknats genom att betrakta vardera deltagares åsikt som lika viktig och sammanfattas i tabellen nedan. Det är mycket möjligt att om man hade haft en gemensam diskussion så hade vikterna sett annorlunda ut.

Socialt kriterium	Vikt (0-25)	Motivering
S1: Närmiljö och trivsselfaktorer	7	
S2: Kulturarv	0	Se minnesanteckningar S2
S3: Hälsa och säkerhet	13	
S4: Rättvisa	4	
S5: Lokala arbetstillfällen och mötesplatser	0	Se minnesanteckningar S5
S6: Lokal acceptans	(0)	

Sammanvägd viktning visas i diagramform nedan.



H. Resultatrapport från SCORE-analysen

Results of SCORE® Sustainability Assessment

The sustainability assessment for:

Kvarteret Råven, Blekingegatan, Helsingborg

performed by

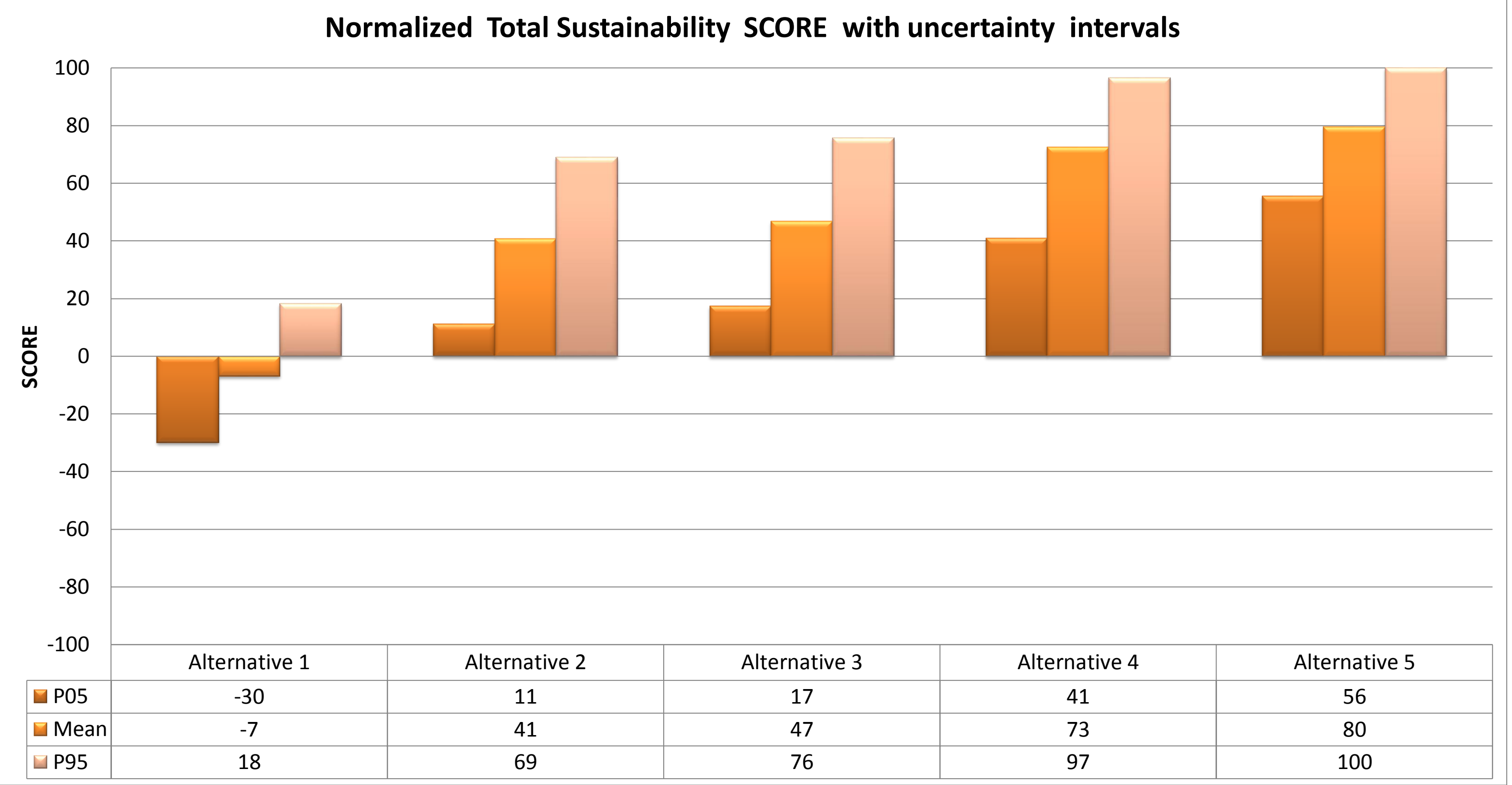
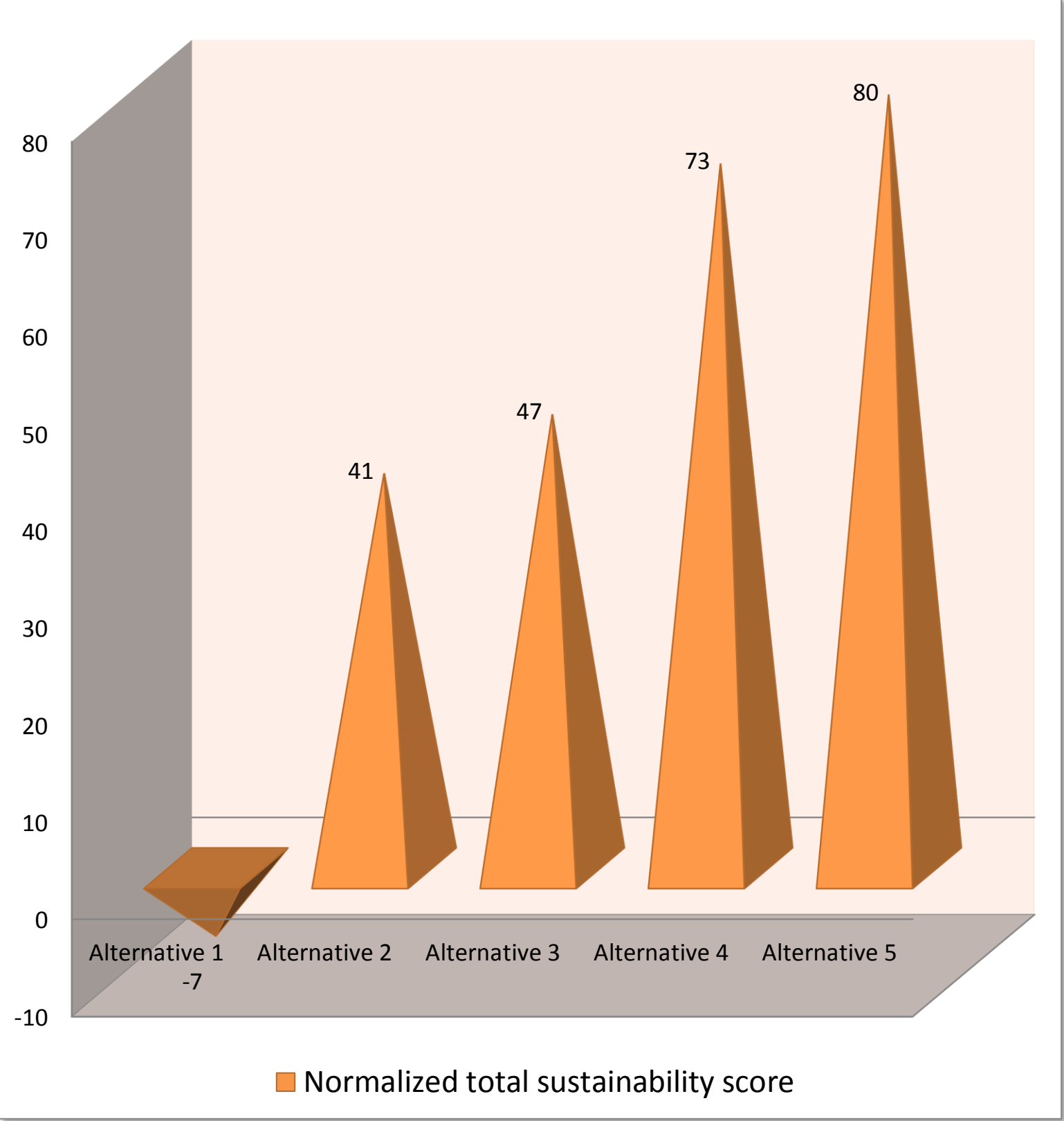
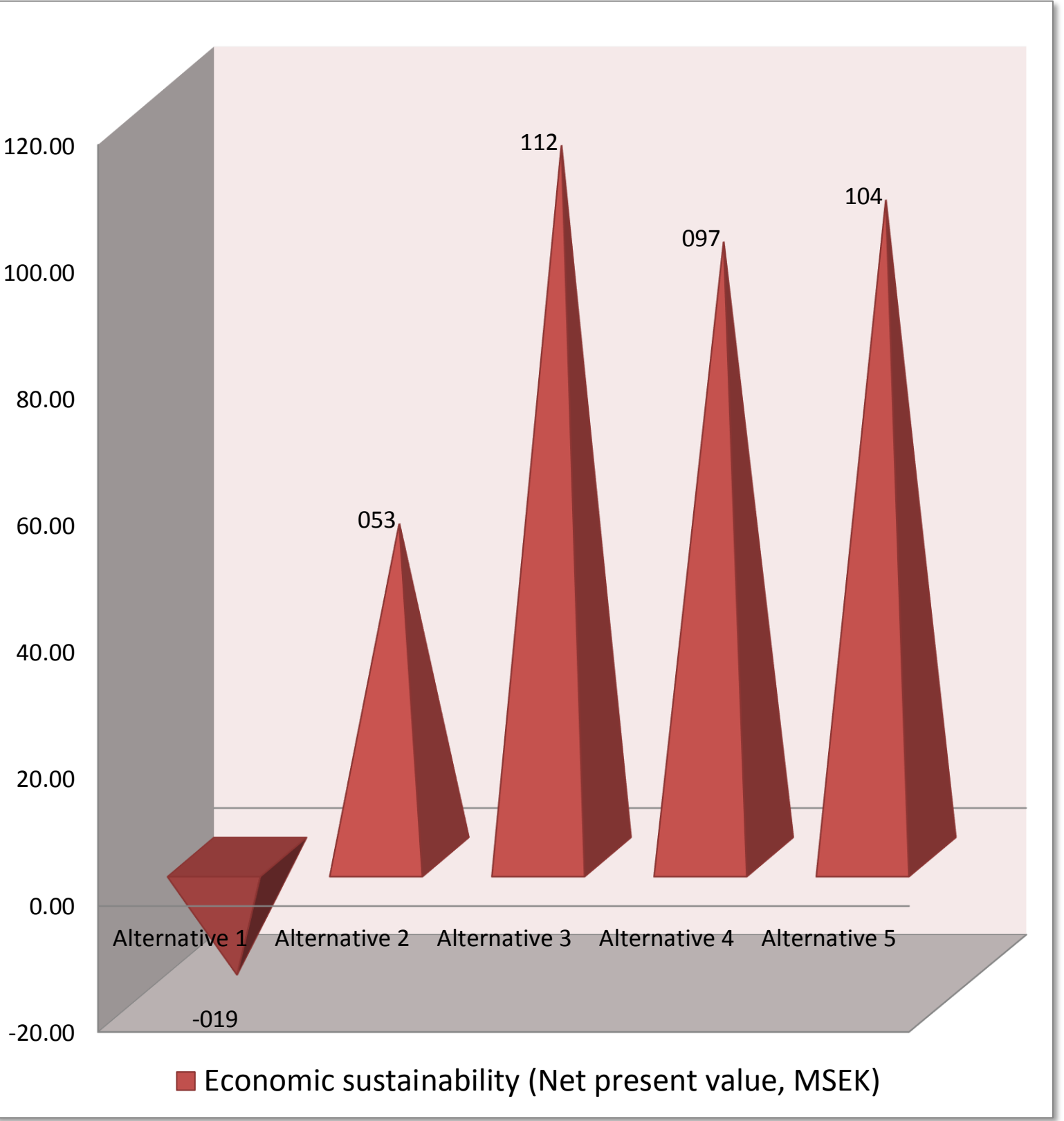
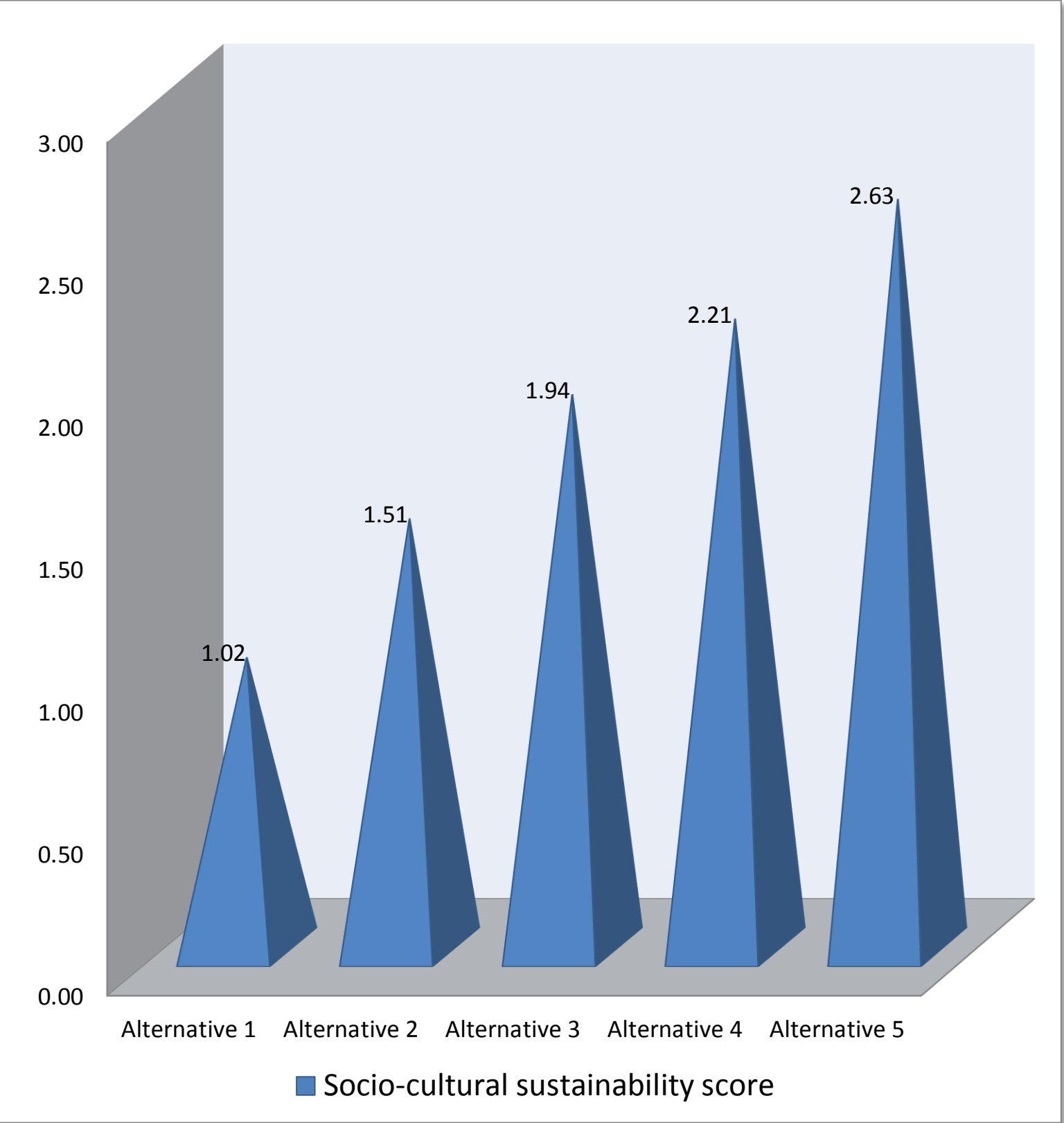
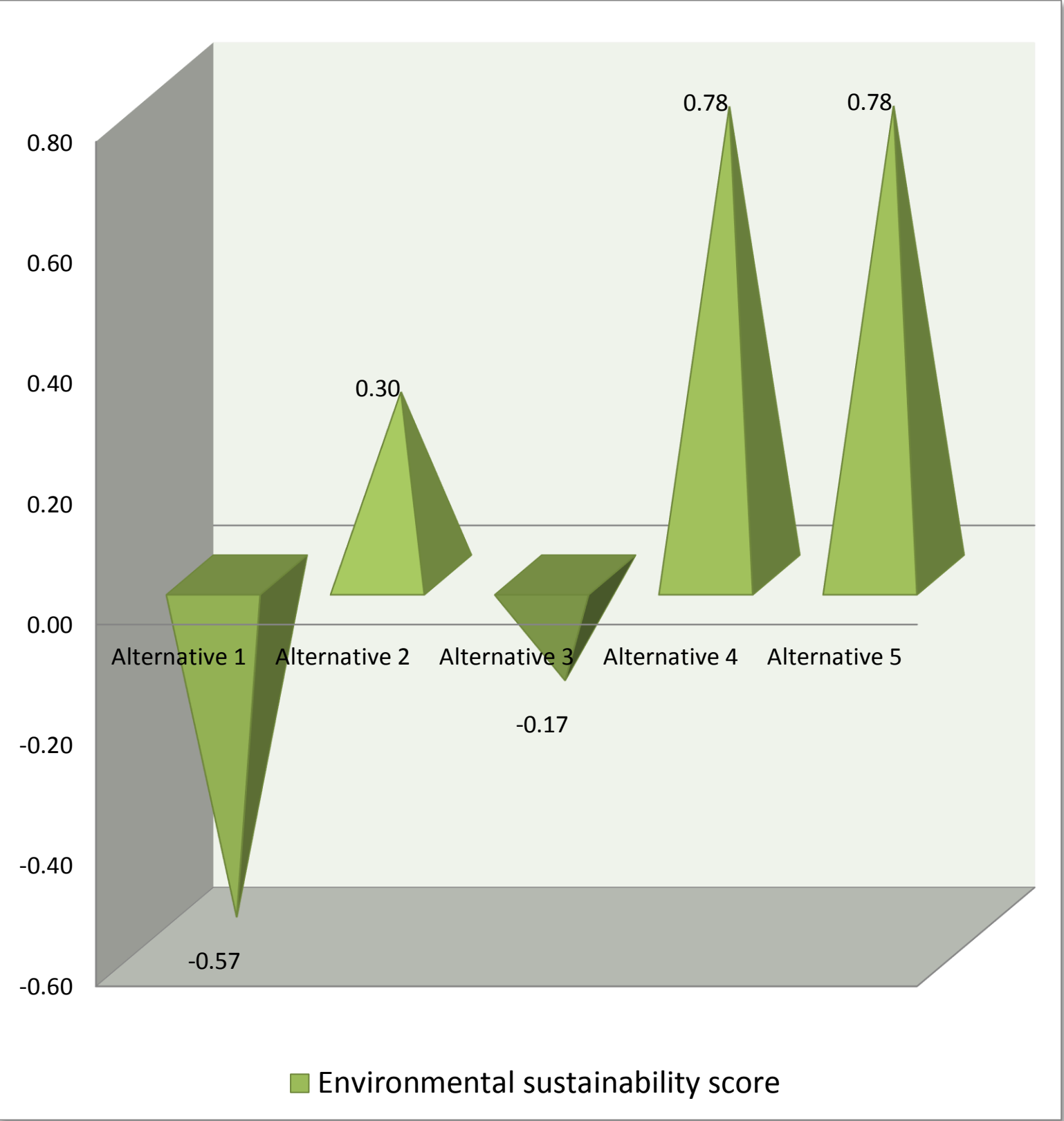
Jenny Norrman, Henrik Nordzell, Tore Söderqvist, Lars Rosén

resulted in the results presented on the following pages.

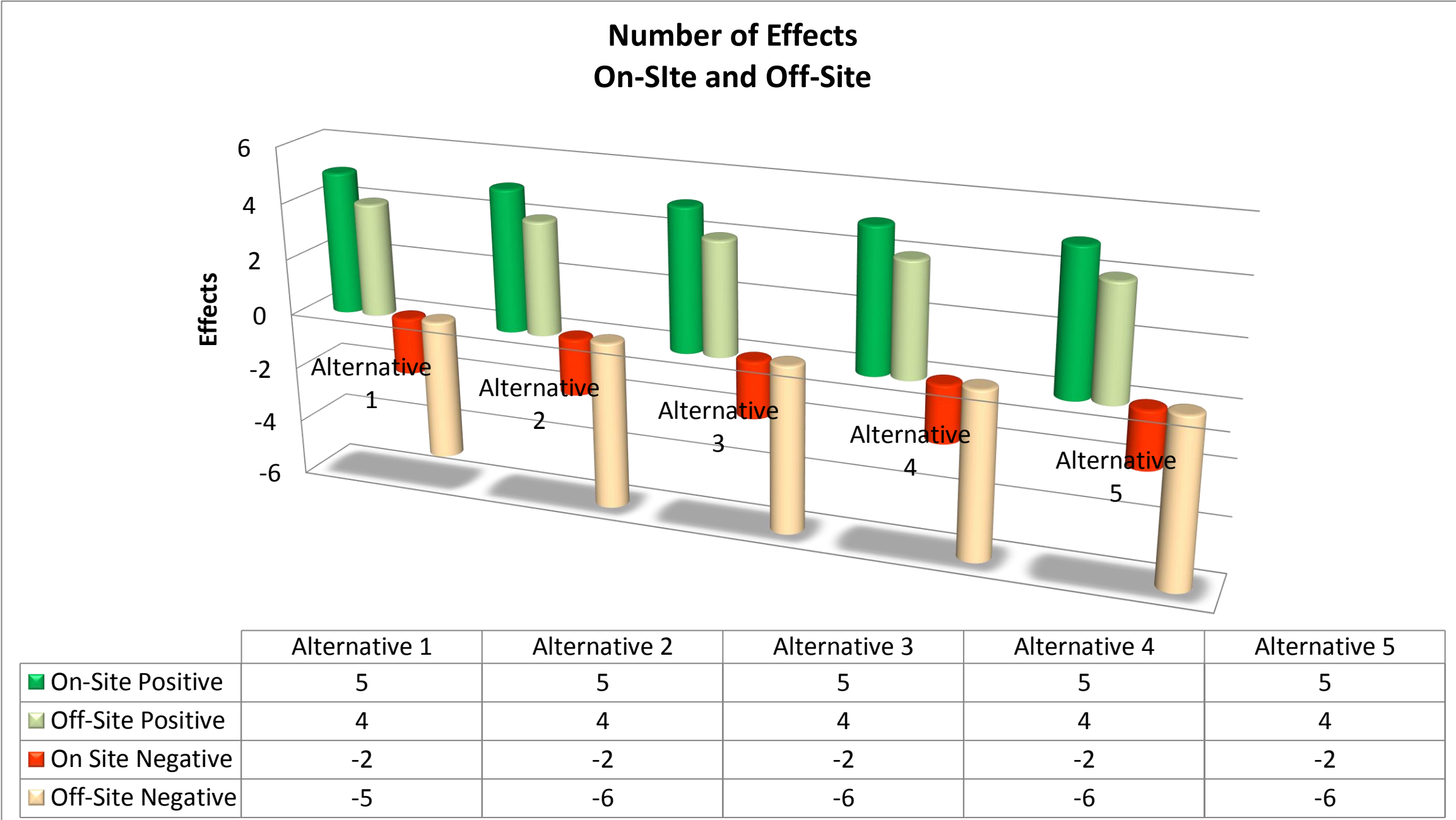
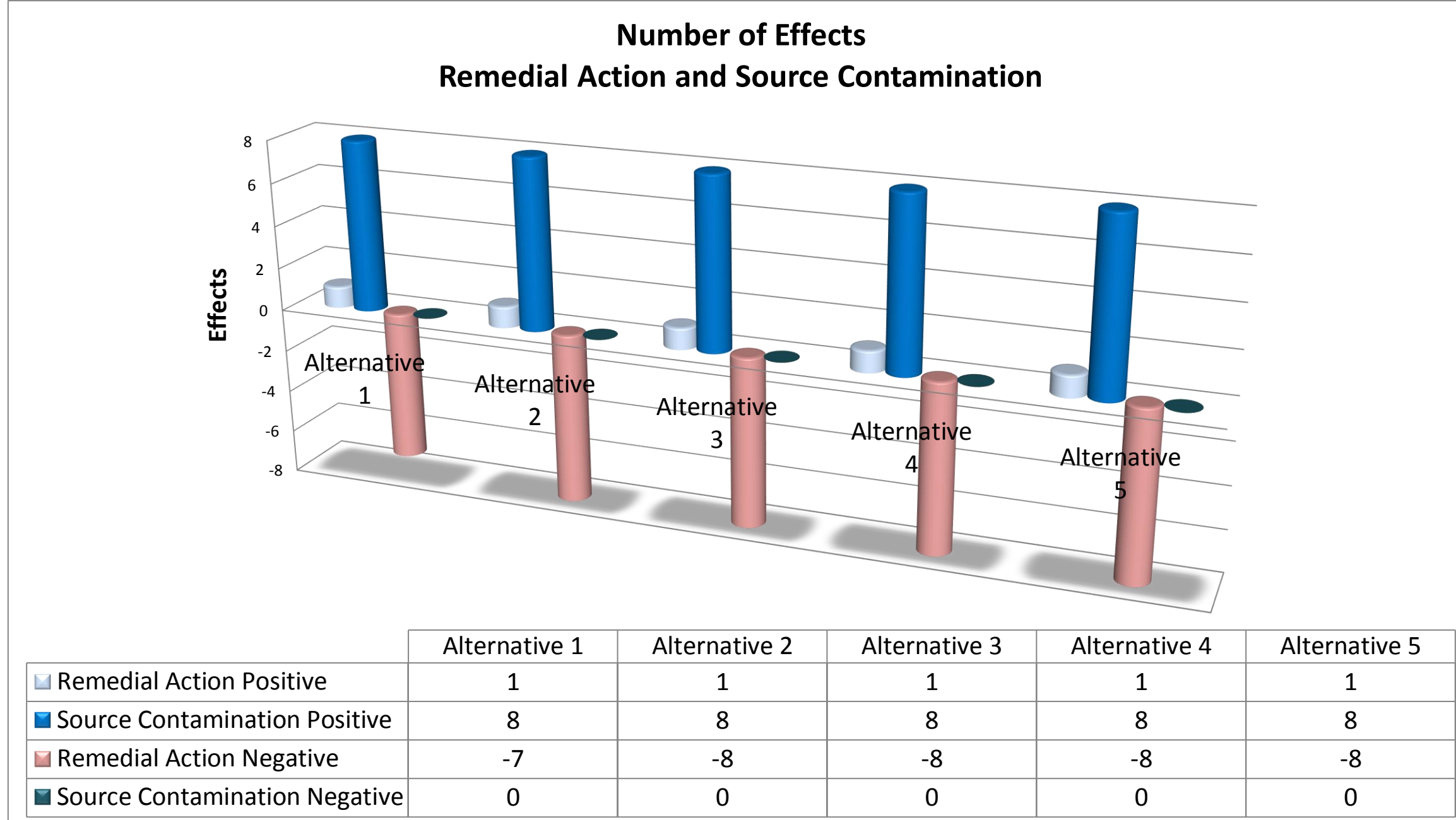
Scorings for the Environmental domain			Weight (within domain)	Alternative 1			Alternative 2			Alternative 3			Alternative 4			Alternative 5		
Soil (E1)	4%	E1A1	Risk On	Functions On	E1A2	Risk On	Functions On	E1A3	Risk On	Functions On	E1A4	Risk On	Functions On	E1A5	Risk On	Functions On		
		RA	0	1	RA	0	1	RA	0	1	RA	0	1	RA	0	1		
		SC	2	Not relevant	SC	2	Not relevant	SC	2	Not relevant	SC	2	Not relevant	SC	2	Not relevant		
Physical Impact on Flora and fauna (E2)	0%	E2A1	On	Off	E2A2	On	Off	E2A3	On	Off	E2A4	On	Off	E2A5	On	Off		
		RA	0	Not relevant	RA	0	Not relevant	RA	0	Not relevant	RA	0	Not relevant	RA	0	Not relevant		
		SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant		
Groundwater (E3)	50%	E2A1	On	Off	E2A2	On	Off	E2A3	On	Off	E2A4	On	Off	E2A5	On	Off		
		RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0		
		SC	2	1	SC	4	3	SC	4	4	SC	7	8	SC	8	9		
Surface Water (E4)	0%	E3A1	On	Off	E3A2	On	Off	E3A3	On	Off	E3A4	On	Off	E3A5	On	Off		
		RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0		
		SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0		
Sediment (E5)	0%	E4A1	On	Off	E4A2	On	Off	E4A3	On	Off	E4A4	On	Off	E4A5	On	Off		
		RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0		
		SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0		
Air (E6)	26%	E5A1	On	Off	E5A2	On	Off	E5A3	On	Off	E5A4	On	Off	E5A5	On	Off		
		RA	Not relevant	0	RA	Not relevant	-1	RA	Not relevant	-3	RA	Not relevant	-5	RA	Not relevant	-10		
		SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant		
Non-renewable Natural Resources (E7)	16%	E6A1	On	Off	E6A2	On	Off	E6A3	On	Off	E6A4	On	Off	E6A5	On	Off		
		RA	Not relevant	-3	RA	Not relevant	-5	RA	Not relevant	-8	RA	Not relevant	-10	RA	Not relevant	-6		
		SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant		
Non-recyclable Waste Generation (E8)	16%	E7A1	On	Off	E7A2	On	Off	E7A3	On	Off	E7A4	On	Off	E7A5	On	Off		
		RA	Not relevant	-2	RA	Not relevant	-2	RA	Not relevant	-2	RA	Not relevant	-2	RA	Not relevant	-3		
		SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant		
WEIGHTED SCORE Environmental domain, E				-0.6			0.3			-0.2			0.8			0.8		

Scorings for the Socio-cultural domain		Weight (within domain)	Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		Alternative 4		Alternative 5						
Local Environmental Quality and Amenity (S1)	29%		S1A1	On	Off	S1A2	On	Off	S1A3	On	Off	S1A4	On	Off	S1A5	On	Off
			RA	-6	-2	RA	-6	-3	RA	-6	-4	RA	-6	-6	RA	-6	-5
			SC	1	5	SC	2	5	SC	2	5	SC	5	5	SC	5	5
Cultural Heritage (S2)	0%		S2A1	On	Off	S2A2	On	Off	S2A3	On	Off	S2A4	On	Off	S2A5	On	Off
			RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0
			SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant	SC	Not relevant	Not relevant
Health and Safety (S3)	54%		S3A1	On	Off	S3A2	On	Off	S3A3	On	Off	S3A4	On	Off	S3A5	On	Off
			RA	-1	-2	RA	-2	-2	RA	-2	-2	RA	-3	-3	RA	-3	-3
			SC	2	2	SC	2	3	SC	2	4	SC	2	5	SC	2	6
Equity (S4)	17%		S4A1	On	Off	S4A2	On	Off	S4A3	On	Off	S4A4	On	Off	S4A5	On	Off
			RA	0	-2	RA	0	-3	RA	0	-4	RA	0	-5	RA	0	-4
			SC	0	1	SC	0	3	SC	0	5	SC	0	7	SC	0	8
Local participation (S5)	0%		S5A1	On	Off	S5A2	On	Off	S5A3	On	Off	S5A4	On	Off	S5A5	On	Off
			RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0
			SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0
Local Acceptance (S6)	0%		S6A1	On	Off	S6A2	On	Off	S6A3	On	Off	S6A4	On	Off	S6A5	On	Off
			RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0	RA	0	0
			SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0	SC	0	0
WEIGHTED SCORE Social domain, S			1.0		1.5		1.9		2.2		2.6						
NET PRESENT VALUE, Economic domain, Φ (MSEK)			-18.65		52.59		112.25		97.04		103.64						
Note: Non quantified items were not considered!																	
Normalized Sustainability SCORE, H (-100 to +100)			-7		41		47		73		80						
Strong sustainability on Domain Level?			NO		YES		NO		YES		YES						
Strong sustainability on Key Criteria Level?			NO		NO		NO		NO		NO						
Weighting Summary																	
User Weights																	
Domain Weighting - Default Economic033% Environmental033% Social033% Economic033% Environmental033% Social033%						Groundwater (E3)50% Surface Water (E5)0% Air (E6)26% Non-renewable Natural resources (E7)16% Non-recyclable Waste (E8)4% Soil (E9)4% Physical Impact on Flora and Fauna (E2)0%						Local Environmental Quality and Amenity (S1)29% Health and Safety (S3)54% Equity (S4)17% Local participation (S5)0% Local acceptance (S6)0% Cultural Heritage (S2)0%					

Results - Sustainability Scores

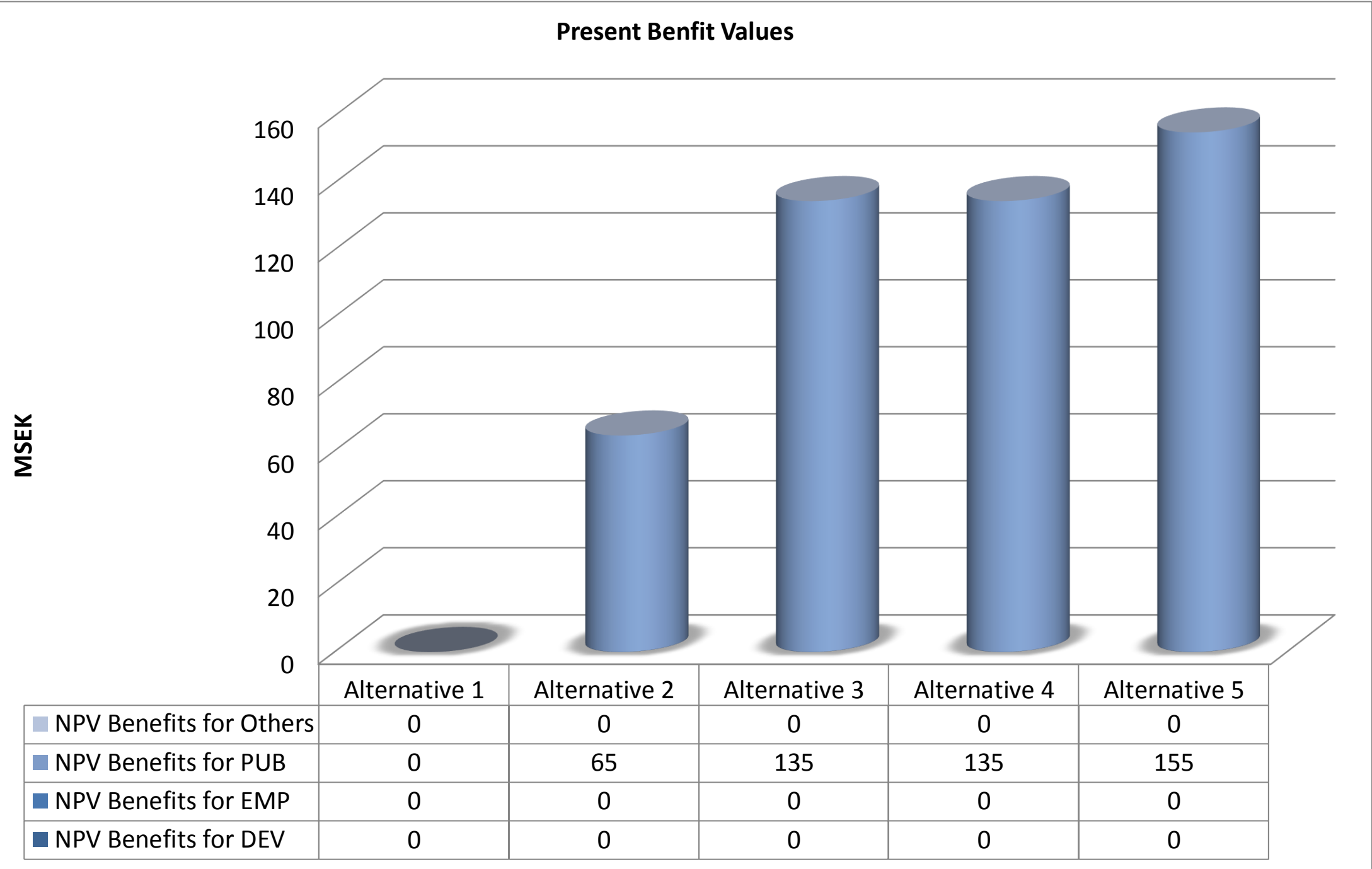
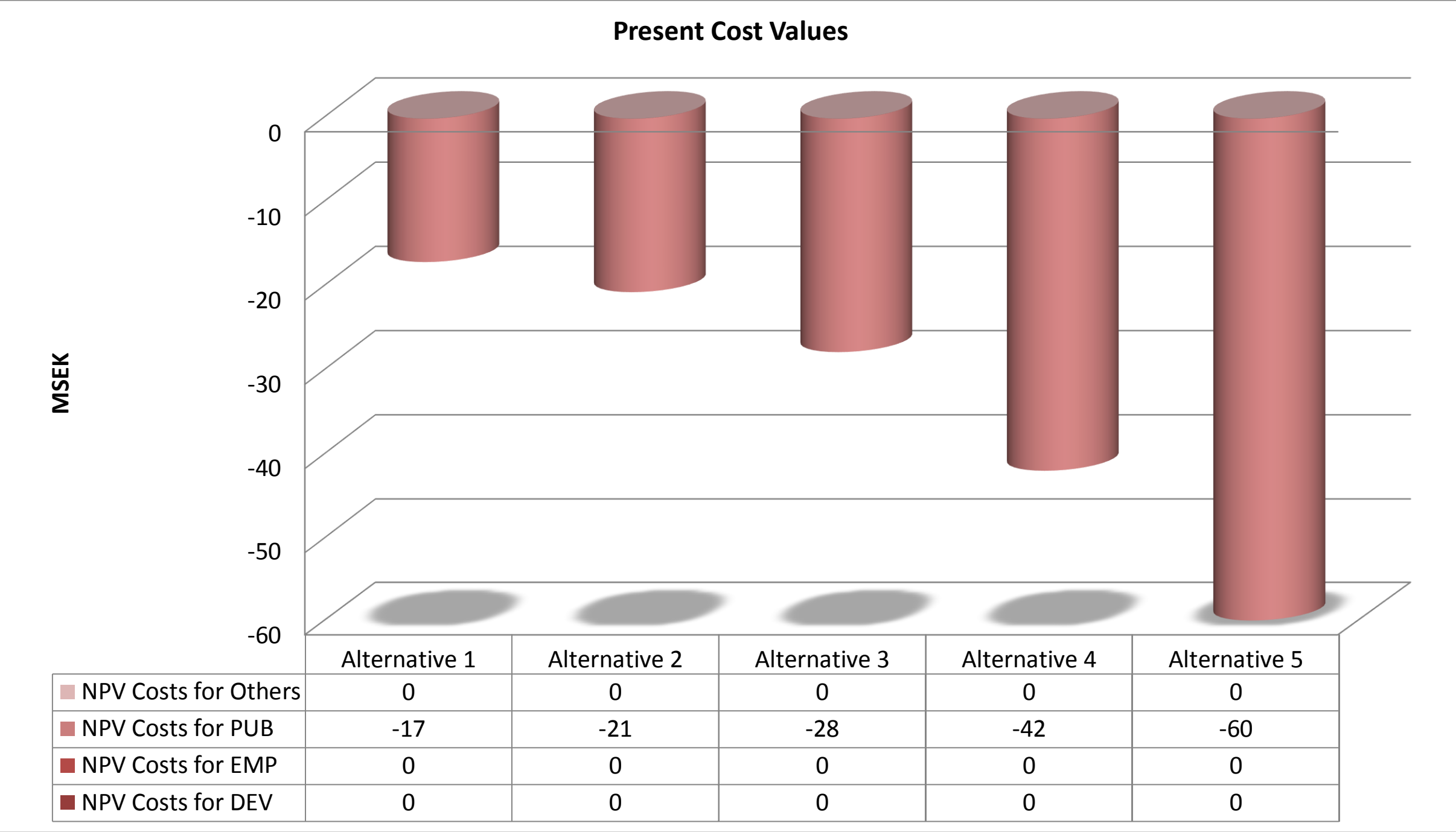


Ecological and Social Effects of Remediation Alternatives

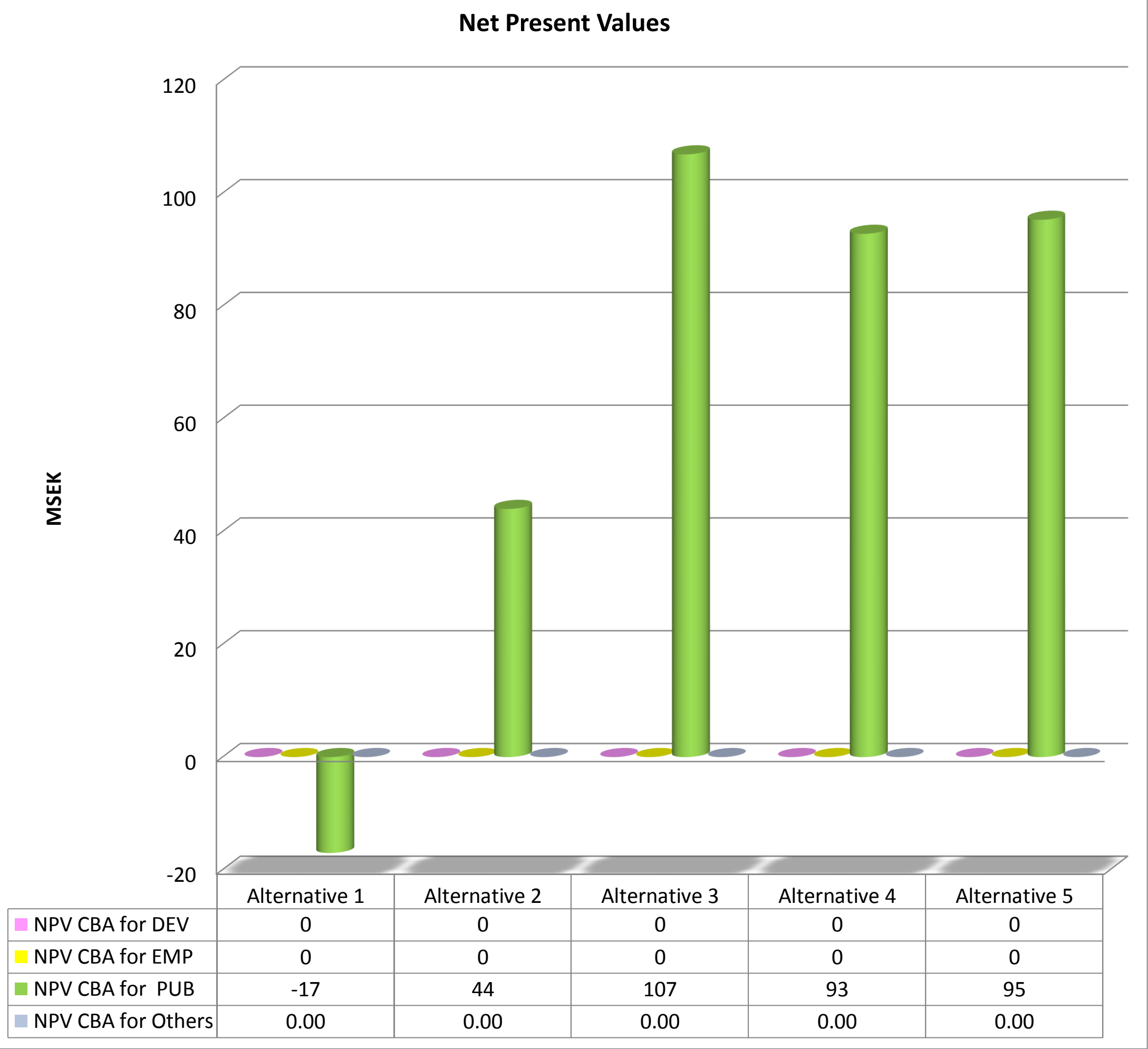


Economic effects of Remediation Alternatives

Distributional Analysis



Benefit item	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
B1. Increased property value on site	NR	NR	NR	NR	NR
B2a. Reduced acute health risks	nr	nr	nr	nr	nr
B2b. Reduced non-acute health risks	nr	nr	nr	nr	nr
B2c. Other types of improved health, e.g. reduced anxiety	nr	nr	nr	nr	nr
B3a. Increased recreational opportunities on site	nr	nr	nr	nr	nr
B3b. Increased recreational opportunities in the surroundings	nr	nr	nr	nr	nr
B3c. Increased provision of other ecosystem services	nr	61	131	131	149
B4. Other positive externalities	nr	4	4	4	6
Cost item					
C1a. Costs for investigations and design of remedial actions	nr	nr	nr	nr	nr
C1b. Costs for contracting	nr	nr	nr	nr	nr
C1c. Capital costs due to allocation of funds to the remedial action	nr	nr	nr	nr	nr
C1d. Costs for the remedial action, including transport and disposal of contaminated soil minus possible revenues of reuse of contaminants and/or soil	17	21	28	42	60
C1e. Costs for design and implementation of monitoring programs including sampling, analysis and data processing	nr	nr	nr	nr	nr
C1fa. Project risks	nr	nr	nr	nr	nr
C2a. Increased health risks due to the remedial action on site	nr	nr	nr	nr	nr
C2b. Increased health risks due to transports to and from the remediation site, e.g. transports of contaminated soil	nr	nr	nr	nr	nr
C2c. Increased health risks at disposal sites	nr	nr	nr	nr	nr
C2d. Other types of impaired health due to the remedial action, e.g. increased anxiety	nr	nr	nr	nr	nr
C3a. Decreased provision of ecosystem services on site due to remedial action, e.g. reduced recreational opportunities	nr	nr	nr	nr	nr
C3b. Decreased provision of ecosystem services outside the site due to the remedial action, e.g. environmental effects due to transports of contaminated soil	0	0	0	0	0
C3c. Decreased provision of ecosystem services due to environmental effects at the disposal site	nr	nr	nr	nr	nr
C4. Other negative externalities	nr	nr	nr	nr	nr



Uncertainty Analysis

Sensitivity analysis

