CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Hållbarhetsanalys med SCORE-metoden av in situ-lösningar inom Södra området, BT Kemi

PM 190115

Jenny Norrman

Lars Rosén

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Geology and Geotechnics

Engineering Geology

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Gothenburg, Sweden 2019

PM

Hållbarhetsanalys med SCORE-metoden av in situ-lösningar inom Södra området, BT Kemi

JENNY NORRMAN
LARS ROSÈN

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Geology and Geotechnics
Engineering Geology
Chalmers University of Technology
Göteborg, Sweden 2019

Hållbarhetsanalys med SCORE-metoden av in-situ lösningar inom Södra området, BT Kemi

JENNY NORRMAN

LARS ROSÈN

© JENNY NORRMAN, LARS ROSÈN, 2019

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Geology and Geotechnics
Engineering Geology
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Göteborg
Sweden
Telephone: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Överblick över BT Kemi Södra Området.

Department of Architecture and Civil Engineering

Göteborg, Sweden, 2018

Sammanfattning

En hållbarhetsanalys av två nya alternativ med in situ-sanering inom BT Kemis södra område har genomförts. I analysen har dessa in situ-åtgärder jämförts med schaktsanering i kombination med termisk behandling respektive deponering. Analysen kompletterar den hållbarhetsanalys av saneringsåtgärder som tidigare genomförts år 2016 av Chalmers tekniska högskola.

Föreslagna in situ åtgärder innebär termisk avdrivning med förångning av föroreningar. Insamlade föroreningar behandlas på plats med kolfilter. De två föreslagna in situ-alternativen skiljer sig åt med avseende på den schaktning som behöver göras som ett komplement till in situ-saneringen.

Hållbarhetsanalysen ska kunna utgöra ett underlag för val av åtgärdsmetod. Den kompletterande hållbarhetsanalysen har genomförts med SCORE-metoden, vilken utvecklats vid Chalmers tekniska högskola.

Utifrån den genomförda kompletterande hållbarhetsanalysen av saneringsalternativ inom BT Kemi Södra området kan följande slutsatser dras:

- In situ-åtgärder uppvisar en högre grad av hållbarhet - uttryckt som ett sammantaget hållbarhetsindex där miljömässig, social och ekonomisk hållbarhet vägs samman - än åtgärder med schaktsanering.
- In situ-åtgärderna presterar bättre än schaktsaneringsåtgärder i den miljömässiga dimensionen och marginellt bättre i den sociala dimensionen.
- På grund av högre åtgärdskostnader presterar in situ-åtgärderna sämre än schaktsaneringsåtgärder i den ekonomiska dimensionen.
- Osäkerheterna i bedömningarna är stora, framförallt till följd av osäkerheter avseende åtgärdskostnader och externa ekonomiska effekter i samhället (framförallt inverkan på fastighetspriser i Teckomatorp).
- Den genomförda osäkerhetsanalysen visar att det är ca 65 % sannolikhet att en in situ-åtgärd är den mest hållbara åtgärdslösningen.
- Av de två studerade in situ-alternativen får Alternativ 1 (In situ-sanering med begränsad schaktning) ett något högre sammantaget hållbarhetsindex än Alternativ 5 (In situ-sanering med schaktning av betsvämmeområdet och jordtvätt av betongen). Detta beror framförallt på en lägre kostnad för Alternativ 1. Skillnaden är dock liten mellan dessa alternativ och det ska påpekas att det råder osäkerhet kring huruvida det är möjligt att genomföra borrningar genom betsvämmornas betong så att denna mera omfattande in situ-sanering kan göras. Testborrningar har dock gett positiva resultat, vilket indikerar att schaktning och uppgrävning av betong skulle kunna undvikas eller bli mycket begränsad.

Sammantaget visar den genomförda analysen att det ur hållbarhetssynpunkt bör vara lämpligt att välja en in situ-lösning framför schaktsanering. Dock är det mycket osäkert vilken av de två in situ-åtgärderna som är mest lämplig. Detta beror på möjligheterna att kunna borra genom betsvämmornas betongkonstruktioner för att installera de rör som behövs för den termiska in situ-behandlingen.

Nyckelord: SCORE, In situ, Sanering, Hållbarhet, Förorenade områden, LCA

Innehåll

SAMMANFATTNING I
INNEHÅLL I

1 INTRODUKTION 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Syfte 1
1.3 Deltagare 1

2 KORT BESKRIVNING AV DE INGÅENDE ALTERNATIVEN I ANALYSEN 2
2.1 Nytt alternativ 1 – In situ-sanering med begränsad schaktning 2
2.2 Alternativ 2, 3 och 4 – som i tidigare utredning 2
2.2.1 Alt 2 (I2): Inneslutning 2
2.2.2 Alt 3 (U4_T): Urgrävning och termisk behandling 2
2.2.3 Alt 4 (U4_D): Urgrävning och deponi i Kumla 3
2.3 Nytt alternativ 5 – In situ-sanering med schaktning av betsvämmeområdet och jordtvätt av betongen 3

3 SCORE-ANALYS 4
3.1 Miljömässiga effekter 4
3.1.1 E1 – Jord 4
3.1.2 E2 – Flora och fauna 4
3.1.3 E3 – Grundvatten 4
3.1.4 E4 – Ytvatten 6
3.1.5 E5 – Sediment 6
3.1.6 E6 – Luft och E7 – Icke förnybara naturresurser 6
3.1.7 E8 – Icke återvinningsbart avfall 9
3.2 Sociala effekter 10
3.2.1 S1 – Närmiljö och trivsel 10
3.2.2 S2 – Kulturarv 10
3.2.3 S3 – Hälsa och säkerhet 10
3.2.4 S4 – Rättvisa 12
3.2.5 S5 – Lokalt deltagande 12
3.2.6 S6 – Lokal acceptans 12

3.3 Ekonomiska effekter 12
3.3.1 B2 – B4 Samlade positiva externa effekter 12
3.3.2 C1d – Åtgärdskostnader 12
3.3.3 C2a – Ökade hälsorisker till följd av åtgärden på platsen 13
3.3.4 C2b, C3a, C3b samt C3c 13
3.4 Resultat av SCORE-analysen 14

4 SLUTSATS OCH REKOMMENDATION 19

5 REFERENSER 20

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Sedan 2011 har projektet BT Kemi Efterbehandling arbetat med det södra området. Under 2016 slutfördes huvudstudien som godkänts av Svalövs kommun, Länsstyrelsen i Skåne och Naturvårdsverket. I huvudstudien förordades schaktning och termisk behandling av massorna alternativt schaktning och deponering.

Som en del av utredningsunderlaget av olika åtgärdslösningar genomfördes en hållbarhetsanalys av möjliga åtgärdsalternativ med SCORE-metoden (Volchko et al, 2016).

Inför upphandlingen av saneringsentreprenaden har projektledningen genomfört en marknadsundersökning. Denna har visat att in situ-sanering med termiska metoder skulle kunna vara en möjlig åtgärdslösning för området. Länsstyrelsen i Skåne önskar därför att den tidigare genomförda SCORE-analysen kompletteras med en analys av föreslagna in situ-åtgärder.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie har varit att genomföra en hållbarhetsanalys av två nya åtgärdsalternativ med in situ-sanering samt att jämföra dessa med de mer traditionella schaktsaneringsalternativen i den ursprungliga analysen. De två alternativen skiljer sig åt med avseende på den schaktning som behöver göras som ett komplement till in situ-sanering. Hållbarhetsanalysen ska kunna utgöra ett underlag för val av åtgärdsmetod.

Den kompletterande hållbarhetsanalysen har genomförts med SCORE-metoden. För beskrivning av SCORE-metoden, se Volchko et al (2016).

1.3 Deltagare

Studien har genomförts av Jenny Norrman och Lars Rosén vid Chalmers tekniska högskola. Kontaktpersoner vid BT Kemi-projektet har varit Eva Ringshagen (Svalövs kommun) och David Bohgard (Tyréns).

2 Kort beskrivning av de ingående alternativen i analysen

2.1 Nytt alternativ 1 – In situ-sanering med begränsad schaktning

Denna in situ-sanering är tänkt att vara en så ren in situ-lösning som möjligt. Förutsättningen är att betsvämmorna kan saneras in situ-och därför kommer endast mindre schaktarbeten att genomföras. Den begränsade schaktningen görs för att optimera saneringsåtgärden.

In situ-saneringen görs i område A (betsvämmeområdet) och de förorenade massorna som finns i andra områden samlas som en packe inom detta område. Spont kan behöva slås ner i marken för att begränsa vattengenomströmningen i området. Inom området görs borrningar för att sätta ner rör för uppvärmning. Området täcks över och de förångade föroreningarna samlas in. Ångan går i rör till avkylning där vattenfasen skiljs ut. Vattenfasen och ångfasen renas därefter separat med kolfilter. Det förbrukade aktiva kolet går till deponering efter avslutad åtgärd. Uppvärmningen beräknas pågå i ett år och därefter görs provtagning med rotosonic för att säkerställa att åtgärdsmålen har nåtts. Om målen inte nåtts fortsätter uppvärmningen ytterligare en tid.

Inom det södra området finns strukturer och ledningar i marken som både härrör från BT Kemis verksamhet och från den tidigare sockersaftfabriken. För att säkerställa att ingen spridning sker kommer viss schaktning behöva ske för att plugga rör och i vissa fall ta bort ledningar.

Mer detaljerad beskrivning finns i rapporten ”Beskrivning av in situ”.

2.2 Alternativ 2, 3 och 4 – som i tidigare utredning

2.2.1 Alt 2 (I2): Inneslutning

Fysisk inneslutning av källområden med vertikal barriär och tät övertäckning med skyddslager (horisontell barriär). Täta barriärer förhindrar föroreningsspridning till det övre grundvattenmagasinet. Området övertäcks med 1 meter ren jord för växtetablering. Skydd av människors hälsa, markmiljön och Braån uppnås. Föroreningar lämnas dock kvar i marken vilket medför framtida markrestriktioner i detaljplanen. Detta alternativ innebär att funktionen på konstruktionen behöver kontrolleras i framtiden samt att framtida underhåll kommer att krävas. I åtgärdsutredningen (ÅU, 2016) benämns detta alternativ som I2.

2.2.2 Alt 3 (U4_T): Urgrävning och termisk behandling

Schaktsanering, transport av förorenade massorna för termisk behandling vid mobil anläggning och återföring av behandlade rena massor till återfyllning. Området övertäcks med 1 meter ren jord för växtetablering. Skydd av människors hälsa, markmiljön och Braån uppnås. En del föroreningar (ca 36 %) lämnas dock kvar vilket medför framtida markrestriktioner i detaljplanen. Undermarkskonstruktioner som har påverkats av föroreningar grävs upp och omhändertas. Markförlagda ledningar säkras. I åtgärdsutredningen (ÅU, 2016) benämns detta alternativ som (U4_T).

2.2.3 Alt 4 (U4_D): Urgrävning och deponi i Kumla

Schaktsanering med samma omfattning som Alt 3, deponering av förorenade massor i Kumla samt återfyllning av området med rena jordmassor. Området övertäcks med 1 meter ren jord för växtetablering. Skydd av människors hälsa, markmiljön och Braån uppnås. En del föroreningar (ca 36 %) lämnas dock kvar vilket medför framtida markrestriktioner i detaljplanen. Undermarkskonstruktioner som har påverkats av föroreningar grävs upp och omhändertas. Markförlagda ledningar säkras. I åtgärdsutredningen (ÅU, 2016) benämns detta alternativ som (U4_D).

2.3 Nytt alternativ 5 – In situ-sanering med schaktning av betsvämmeområdet och jordtvätt av betongen

Om det inte går att borra i betsvämmeområdet behöver betsvämmorna först grävas upp. Anledningen till att det kan vara svårt att borra i området är att det troligtvis finns bland annat järnskrot och rivningsmaterial från rivningen på 1970-talet i betsvämmorna. Efter att betsvämmorna grävts upp så görs in situ-saneringen i området A (betsvämmeområdet). Förorenad jord som följer med vid uppgrävningen återläggs och massorna från övriga områden tas upp och läggs i område A. Uppgrävd betong krossas och tvättas för att sedan återanvändas på plats eller transporteras iväg (troligast). I övrigt utförs sanering som för Alternativ 1.

Mer detaljerad beskrivning finns i rapporten ”Beskrivning av in situ”.

3 SCORE-analys

3.1 Miljömässiga effekter

Tabell 3-1 redovisar poängsättningen för alla alternativ i den nya analysen. Alternativ 1 och 5 är de nya alternativen, men några förändringar i poängsättning är gjorda även för alternativ 3 och 4 i den uppdaterade analysen jämfört med den analys som gjordes 2016 (Volchko et al., 2016). För mer utförliga resonemang gällande bedömning av de miljömässiga effekterna hänvisas till Volchko et al. (2016). Nedan redovisas endast kortfattat hur resonemanget förts för de nya alternativen.

3.1.1 E1 – Jord

Alternativ 1 och 5 har bedömts få samma poäng som alternativ 2, 3 och 4 i bedömningen. Ingen ökad risk för markens ekosystem till följd av saneringens genomförande har bedömts finnas (ekotoxrisk RA on-site). Övertäckning av förorenad jord med en meter ren jord i de fem studerade alternativen minskar de ekotoxikologiska riskerna i de översta jordlagren (ekotoxrisk SC on-site). Positiva effekter på markfunktioner förväntas inom det efterbehandlade området oavsett saneringsalternativ (markfunktioner RA on-site).

3.1.2 E2 – Flora och fauna

Alternativ 1 och 5 har bedömts få samma poäng som alternativ 2, 3 och 4 i bedömningen. Positiva effekter på flora och fauna förväntas inom det efterbehandlade området oavsett saneringsalternativ. Området återställs och blir park eller naturmark.

3.1.3 E3 – Grundvatten

Alternativ 1 och 5 har bedömts få samma eller något högre poäng som alternativ 3 och 4 i bedömningen.

Poängsättningen av effekter på grundvattenkvaliteten till följd av åtgärdens genomförande beror på schaktarbetets omfattning som kan medföra en viss risk för oönskad spridning av föroreningar till eller i grundvattnet. Alternativ 1 och 5 bedöms få samma effekt som alternativ 3 och 4 men med hög osäkerhet (grundvatten RA on-site). Ingen ökad spridning av föroreningar off-site till följd av saneringens genomförande har bedömts finnas (grundvatten RA off-site), detta gäller för alla alternativ.

In situ-saneringen bedöms få något bättre långsiktig effekt på grundvattenkvaliteten än grävalternativen 3 och 4, då man kan behandla mer massor. Dock bedöms osäkerheten vara något högre (grundvatten SC on-site). Samma bedömning görs för grundvattenkvaliteten utanför platsen (grundvatten SC off-site).

Tabell 3-1. Bedömning av effekter i den miljömässiga dimensionen. Fetmarkerade noteringar är uppdaterade jämfört med Tabell 4-1 i Volchko et al. (2016). F: fördelningstyp, P: endast positiva effekter möjliga, A: alla effekter möjliga, N: endast negativa effekter möjliga. P: poäng. O: Osäkerhetsnivå, L: låg, M: måttlig, H: hög. RA: effekter till följd 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**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**
E1: Jord	Ekotoxrisk RA On-site	**A**	**0**	**M**	A	0	M	A	0	M	A	0	M	**A**	**0**	**M**
	Ekotoxrisk SC On-Site	**P**	**6**	**M**	P	6	M	P	6	M	P	6	M	**P**	**6**	**M**
	Markfunktioner RA On-Site	**P**	**6**	**M**	P	6	M	P	6	M	P	6	M	**P**	**6**	**M**
E2: Flora och fauna	Flora & fauna RA On-Site	**P**	**6**	**M**	P	6	M	P	6	M	P	6	M	**P**	**6**	**M**
E3: Grundvatten	Grundvatten RA On-Site	**N**	**-2**	**H**	N	-1	M	N	-2	M	N	-2	M	**N**	**-2**	**H**
	Grundvatten RA Off-Site	**A**	**0**	**M**	A	0	M	A	0	M	A	0	M	**A**	**0**	**M**
	Grundvatten SC On-Site	**P**	**7**	**H**	P	2	M	P	6	M	P	6	M	**P**	**7**	**H**
	Grundvatten SC Off-Site	**P**	**3**	**H**	P	1	H	P	2	H	P	2	H	**P**	**3**	**H**
E4: Ytvatten	Ytvatten RA On-Site	**N**	**0**	**M**	N	0	M	N	-1	M	N	-1	M	**N**	**0**	**M**
	Ytvatten RA Off-Site		**IR**			**IR**			**IR**			**IR**			**IR**	
	Ytvatten SC On-Site	**P**	**4**	**H**	P	2	H	P	3	H	P	3	H	**P**	**4**	**H**
	Ytvatten SC Off-Site		IR			IR			IR			IR			IR	
E5: Sediment	Sediment RA On-Site	**N**	**0**	**M**	N	0	M	N	-1	M	N	-1	M	**N**	**0**	**M**
	Sediment RA Off-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Sediment SC On-Site	**P**	**0**	**M**	P	0	M	P	0	M	P	0	M	**P**	**0**	**M**
	Sediment SC Off-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
E6: Luft	Luft RA Off-Site	**N**	**-4**	**H**	**N**	**0**	**H**	**N**	**-5**	**H**	**N**	**-5**	**H**	**N**	**-4**	**H**
E7: Naturresurser	Naturresurser RA Off-Site	**N**	**-2**	**H**	**N**	**-2**	**H**	**N**	**-3**	**H**	**N**	**-10**	**H**	**N**	**-2**	**H**
E8: Avfall	Avfall RA Off-Site	**N**	**0**	**M**	**N**	**0**	**M**	**N**	**0**	**M**	**N**	**-1**	**M**	**N**	**0**	**M**

3.1.4 E4 – Ytvatten

Definitionsmässigt i den tidigare analysen är Braån att betraktas som on-site, och Öresund utanför Landskrona som off-site. Eftersom pumpningsalternativet är borttaget ur analysen blir det ingen effekt off-site, varför dessa indikatorer har bedömts som icke relevanta (IR) i den uppdaterade analysen.

Möjligen kan schaktarbeten (Alt 3 och 4) innebära risker för oönskade och olycksartade utsläpp till ytvatten genom markförlagda ledningar, de negativa effekterna bedöms dock som mycket låga. För alternativ 1 och 5 görs samma bedömning som för alternativ 2, d.v.s. troligen ingen effekt alls (ytvatten RA on-site).

Sammantaget har samtliga åtgärdsalternativ inom södra området bedömts medföra vissa positiva effekter på Braån till följd av minskning av källföroreningen (ytvatten SC on-site). De nya alternativen bedöms få något högre positiv effekt, då in situ-saneringen kan antas behandla lite mer massor. Osäkerheten är hög för samtliga alternativ.

3.1.5 E5 – Sediment

Definitionen av on-site och off-site är samma som för ytvatten[1]. Bedömningen med avseende på efterbehandlingens utförande är samma som för ytvatten (sediment RA on-site), men effekterna på sedimenten i Braån bedöms som försumbara (sediment SC on-site).

3.1.6 E6 – Luft och E7 – Icke förnybara naturresurser

För att kunna bedöma effekterna på Luft och Icke förnybara naturresurser har en förenklad livscykelanalys genomförts. I den tidigare analysen var utgångspunkten transporter, men de nya in situ-alternativen innebär inte en stor mängd transporter utan snarare en stor mängd energiåtgång. För att jämställa beräkningarna för alla alternativ har därför även bedömningarna för alternativ 2, 3 och 4 gjorts på samma sätt som för de nya alternativen. Den förenklade livscykelanalysen följer metoden som redovisas i Franceschini (2018), och förklaras endast kortfattat här.

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). Detta är ett bredare angreppssätt än att bara ta hänsyn till transporter som gjordes i den ursprungliga analysen. 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. SimaPro[2] 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 3-2.

---

[1] Notera att det blivit ett misstag i den ursprungliga rapporten i Tabell 4-1, gällande on-site och off-site.
[2] https://simapro.com/

Tabell 3-2. Olika typer av påverkan som beräknas i SimaPro. De ljust 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**

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 återfyllnadmaterial 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.

Indata som använts för analysen är dels åtgång av stålrör samt energiåtgång för in situ-lösningarna (svensk el-mix), användning av diesel i den termiska behandlings-anläggningen, åtgång av aktivt kol i luftfiltren både för in situ-lösningarna samt för den termiska anläggningen, samt schaktarbeten, lastningsarbeten och transporter i de alternativ som innehåller transporter. För alternativ 2 har antagits att en viss mängd stål går åt för sponterna. I underlaget från BT Kemi-projektet har inte all data funnits tillgänglig varför vissa antaganden gjorts (åtgång stålrör, stål och aktivt kol). Resterande data är angivet i underlaget. För alternativ 2 har antagits att mängden transporter av spont och annat material är samma som för Alternativ 1 som transporterar in situ-utrustningen.

All indata redovisas i Tabell 3-3 och resultatet i Tabell 3-4.

Tabell 3-3. Indata till livscykelanalysen, samt åtgång av återfyllnadsmaterial för de olika alternativen.

Material	Enhet	Typ av process i SimaPro	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Stål rör	kg	Chromium steel pipe {GLO}| market for | APOS, U	4 500	0	0	0	0
Stål	kg	Steel, chromium steel 18/8 {GLO}| market for | APOS, U	0	4 500	0	0	4 500
Aktivt kol	kg	Activated carbon, granular {GLO}| market for activated carbon, granular | APOS, U	4 000	0	4 000	0	4 000
Elektricitet	MJ	Electricity grid mix 1kV-60kV, AC, consumption mix, at consumer, 1kV - 60kV SE S	$8{,}28\times10^{7}$	0	0	0	$7{,}2\times10^{7}$
Diesel	kg	Diesel {Europe without Switzerland}| market for | APOS, U	0	$1{,}43\times10^{6}$	0	0	0
Transport rena massor	kgkm	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4 {GLO}| market for | APOS, U	$8{,}4\times10^{8}$	$8{,}4\times10^{8}$	$8{,}4\times10^{8}$	$3{,}38\times10^{9}$	$8{,}4\times10^{8}$
Grävare	m^3	Excavation, hydraulic digger {GLO}| market for | APOS, U	$5{,}13\times10^{4}$	4×10^{4}	$6{,}25\times10^{4}$	$8{,}67\times10^{4}$	$5{,}73\times10^{4}$
Lastare	m^3	Excavation, skid-steer loader {GLO}| market for | APOS, U	$5{,}13\times10^{4}$	4×10^{4}	$6{,}25\times10^{4}$	$8{,}67\times10^{4}$	$5{,}73\times10^{4}$
Transport andra massor och material	kgkm	Transport, freight, lorry 7.5-16 metric ton, EURO4 {GLO}| market for | APOS, U	1×10^{8}	1×10^{8}	$4{,}73\times10^{9}$	$2{,}18\times10^{10}$	$2{,}23\times10^{8}$
Deponi	kg	Process-specific burden, sanitary landfill {CH}| processing | APOS, U	0	0	0	$4{,}73\times10^{7}$	0
Mängd återfyllnads-material	kg	(ej relaterat till SimaPro)	$8{,}4\times10^{7}$	$8{,}4\times10^{7}$	$8{,}4\times10^{7}$	$1{,}35\times10^{8}$	$8{,}4\times10^{7}$

Tabell 3-4. Resultat från livscykelanalysen. De ljust grå markerade uppgifterna används för att beräkna effekten på luft i analysen. De mörkare grå markerade uppgifterna 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**	**1.52E+06**	**2.70E+05**	**2.07E+06**	**5.68E+06**	**1.39E+06**
Stratospheric ozone depletion	kg CFC11 eq	2.07E+05	1.19E-01	1.76E+06	2.49E+00	1.81E+05
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	7.45E+05	5.62E+03	1.06E+06	1.13E+05	7.03E+05
Ozone formation, Human health	**kg NOx eq**	**5.88E+04**	**1.39E+03**	**2.23E+05**	**2.49E+04**	**5.43E+04**
Fine particulate matter formation	**kg PM2.5 eq**	**9.66E+07**	**4.45E+02**	**1.03E+04**	**7.19E+03**	**8.40E+07**
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	kg NOx eq	5.64E+05	1.42E+03	7.04E+04	2.54E+04	4.91E+05
Terrestrial acidification	**kg SO2 eq**	**3.49E+03**	**9.26E+02**	**1.36E+04**	**1.71E+04**	**3.37E+03**
Freshwater eutrophication	kg P eq	2.93E+03	2.83E+01	1.25E+04	4.89E+02	2.79E+03
Marine eutrophication	kg N eq	9.92E+03	2.03E+00	1.62E+04	3.82E+01	9.81E+03
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	2.23E+06	2.62E+06	1.30E+07	5.83E+07	2.52E+06
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	4.16E+03	5.00E+03	2.44E+04	9.66E+04	4.65E+03
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	9.51E+03	8.10E+03	4.28E+04	1.62E+05	9.99E+03
Human carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	8.70E+03	1.40E+04	3.92E+04	1.40E+05	9.46E+03
Human non-carcinogenic toxicity	kg 1,4-DCB	1.48E+05	1.61E+05	8.13E+05	3.62E+06	1.67E+05
Land use	m2a crop eq	1.27E+04	8.01E+03	4.44E+04	2.14E+05	1.33E+04
Mineral resource scarcity	**kg Cu eq**	**5.82E+02**	**2.76E+03**	**2.90E+03**	**1.24E+04**	**6.55E+02**
Fossil resource scarcity	**kg oil eq**	**9.02E+04**	**8.77E+04**	**4.34E+05**	**1.91E+06**	**1.01E+05**
Water consumption	**m3**	**7.21E+02**	**7.59E+02**	**3.57E+03**	**1.58E+04**	**8.10E+02**
Mängd återfyllnads-material	***kg***	***$8{,}4\times10^{7}$***	***$8{,}4\times10^{7}$***	***$8{,}4\times10^{7}$***	***$1{,}35\times10^{8}$***	***$8{,}4\times10^{7}$***

För alla beräknade effekter har antagits en hög osäkerhet, se Tabell 3-1.

3.1.7 E8 – Icke återvinningsbart avfall

I analysen som genomfördes 2016 betraktades minskningen av lakvatten som pumpades till Landskrona som en positiv effekt. I den här uppdaterade analysen ändras detta utifrån att ett lakvatten mer bör bedömas som en spridning till ytvatten. Utifrån detta resonemang är det endast grävalternativet (Alternativ 4) där massorna går till deponi som genererar ett avfall. Utifrån resonemanget i Volchko et al. (2016) motsvarar dessa massor ca 10% av en maximal uppgrävning av området, varför poängen blir -1.

3.2 Sociala effekter

Tabell 3-5 redovisar poängsättningen för alla alternativ i den nya analysen. Alternativ 1 och 5 är de nya alternativen, men några justeringar i poängsättning är gjorda för alternativ 2, 3 och 4 i den uppdaterade analysen jämfört med den analys som gjordes 2016 (Volchko et al., 2016). För mer utförliga resonemang gällande bedömning av de miljömässiga effekterna hänvisas till Volchko et al. (2016). Nedan redovisas endast kortfattat hur resonemanget förts för de nya alternativen.

3.2.1 S1 – Närmiljö och trivsel

In situ-lösningarna antas ge något mindre störningar än grävalternativen (Alternativ 3 och 4) i och med mindre luktproblematik som var det tidigare som lyftes som största problemet. Alternativ 5 är något sämre än Alternativ 1 eftersom mer grävning sker (närmiljö RA off-site).

Bedömningen av slutresultatet av saneringen bedöms bli det samma för alla alternativ (närmiljö SC off-site).

3.2.2 S2 – Kulturarv

Gällande effekter på kulturarv bedöms de nya in situ-saneringsalternativen ge samma möjlighet att återställa järnvägsknuten som Alternativ 3 och 4 och därmed samma effekt (kulturarv SC off-site).

3.2.3 S3 – Hälsa och säkerhet

För arbetarna på området bedöms de två nya alternativen vara något mindre riskfyllda än Alternativ 3 och 4, då de innebär mindre schaktning (hälsa RA on-site).

Effekter till följd av saneringsaktiviteterna i närområdet bedöms som en effekt av transporter. Här gjordes i ursprungsanalysen en mycket försiktig bedömning av de faktiska riskerna (Volchko et al., 2016) och i en uppdaterad bedömning så skiljer Alternativ 4 ut sig betydligt mer p.g.a. att mängden transportkilometer är betydligt högre. Bedömningen är gjord utifrån beräknade marginalkostnader av olycksrisker (hälsa RA off-site).

Hälsoeffekter på och utanför området som ett resultat av att man hanterar källföroreningen bedöms som samma för Alternativ 1 och 5 som för Alternativ 3 och 4 (hälsa SC on-site och hälsa SC off-site).

Tabell 3-5. Bedömning av effekter i den sociala dimensionen. Fetmarkerade noteringar är uppdaterade jämfört med Tabell 4-1 i Volchko et al. (2016). F: fördelningstyp, P: endast positiva effekter möjliga, A: alla effekter möjliga, N: endast negativa effekter möjliga. P: poäng. O: Osäkerhetsnivå, L: låg, M: måttlig, H: hög. RA: effekter till följd 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**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**	**F**	**P**	**O**
S1: Närmiljö och trivsel-faktorer	Närmiljö RA On-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Närmiljö RA Off-Site	**A**	**-2**	**M**	A	-2	M	A	-2	M	A	-2	M	**A**	**-2**	**M**
	Närmiljö SC On-Site	**P**	**7**	**M**	P	4	M	P	7	M	P	7	M	**P**	**7**	**M**
	Närmiljö SC Off-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
S2: Kulturarv	Kulturarv SC On-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Kulturarv SC Off-Site	**A**	**9**	**L**	A	0	M	A	9	L	A	9	L	**A**	**9**	**L**
S3: Hälsa och säkerhet	Hälsa RA On-Site	**N**	**-2**	**L**	N	-2	L	N	-4	L	N	-4	L	**N**	**-3**	**L**
	Hälsa RA Off-Site	**N**	**0**	**L**	**N**	**0**	**L**	**N**	**-2**	**L**	**N**	**-10**	**L**	**N**	**0**	**L**
	Hälsa SC On-Site	**P**	**3**	**L**	P	2	L	P	3	L	P	3	L	**P**	**3**	**L**
	Hälsa SC Off-Site	**P**	**3**	**M**	P	2	M	P	3	M	P	3	M	**P**	**3**	**M**
S4: Rättvisa	Rättvisa RA On-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Rättvisa RA Off-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Rättvisa SC On-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Rättvisa SC Off-Site	**P**	**6**	**M**	A	1	H	P	6	L	P	6	L	**P**	**6**	**M**
S5: Lokala arbets-tillfällen	Arbetstillfällen RA On-Site		**IR**			IR			IR			IR			**IR**	
	Arbetstillfällen RA Off-Site	**P**	**1**	**M**	P	1	M	P	2	M	P	2	M	**P**	**1**	**M**
	Arbetstillfällen SC On-Site	**P**	**3**	**H**	P	2	H	P	3	H	P	3	H	**P**	**3**	**H**
	Arbetstillfällen SC Off-Site	**P**	**3**	**H**	P	2	H	P	3	H	P	3	H	**P**	**3**	**H**
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	**P**	**8**	**M**	A	4	M	P	8	L	P	8	L	**P**	**8**	**M**

3.2.4 S4 – Rättvisa

Effekter på rättvisa bedöms vara den samma för Alternativ 1 och 5 som för Alternativ 3 och 4, dock bedöms osäkerheten vara något högre (rättvisa SC off-site).

3.2.5 S5 – Lokalt deltagande

Eftersom de nya in situ-lösningarna är mer tekniskt avancerade bedöms det inte bli så stora positiva effekter på lokala arbetstillfällen till följd av efterbehandlingsaktiviteten (arbetstillfällen RA off-site).

För effekter på lokalt deltagande till följd av borttagandet av föroreningen bedöms Alternativ 1 och 5 få samma positiva effekt som Alternativ 3 och 4 (arbetstillfällen SC on-site och arbetstillfällen SC off-site).

3.2.6 S6 – Lokal acceptans

Poängsättningen av lokal acceptans baserades på en enkät som delades ut till allmänheten i Teckomatorp (Volchko et al., 2016). För denna uppdaterade analys genomförs ingen ny enkätundersökning. Det finns en viss osäkerhet omkring den lokala acceptansen eftersom in situ-lösningar vanligtvis är obekanta metoder för allmänheten. Dock visar erfarenheter från tidigare diskussioner i projektet att genom att informera väl och således öka kunskapen om vad in situ-lösningar innebär så kan man påverka inställningen positivt. In situ-lösningarna innebär generellt betydligt mindre störningar för närboende eftersom det inte är så många transporter och man får mycket mindre luktproblematik eftersom man inte gräver upp massor. En rekommendation är därför att tydligt informera allmänheten om vad in situ-tekniker gör och fördelarna med dessa jämfört med traditionella schaktalternativ.

Baserat på detta resonemang så bedöms den lokala acceptansen för de nya alternativen att vara densamma som för Alternativ 3 och 4, men med något högre osäkerhet.

3.3 Ekonomiska effekter

De ekonomiska effekterna är endast uppdaterade för Alternativ 1 och 5. Alla andra kostnader är desamma som för ursprungsanalysen (Volchko et al., 2016).

3.3.1 B2 – B4 Samlade positiva externa effekter

Den totala nyttan antas vara densamma men genomförandet tar 18 månader för Alternativ 1 och 5 istället för 11 månader som för Alternativ 3 och 4, varför den diskonterade nyttan blir något lägre (191,3 Mkr).

3.3.2 C1d – Åtgärdskostnader

Åtgärdskostnaderna anges i underlagsmaterialet från BT Kemi som redovisas tillsamman med nuvärdet i Tabell 3-6.

Tabell 3-6. Sammanställning åtgärdskostnader, Alternativ 1 och 5. Observera att nuvärdet inte är detsamma som summan av alla poster, då en viss diskontering görs av kostnaderna. Några poster är årliga kostnader och när en diskontering görs innebär detta att kostnader som infaller längre fram i tiden får ett lägre nuvärde än kostnader som infaller tidigt.

Kostnader	**Alternativ 1**	**Alternativ 5**
Förberedelser	2 Mkr	2 Mkr
Uppschaktning betong		1 Mkr
Termisk in situ	85 Mkr	75 Mkr
Spont runt område A	16 Mkr	16 Mkr
Jordtvätt betong		5 Mkr
Deponering betong		15 Mkr
Transport betong från området		0,5 Mkr
Ledningsarbeten	1,5 Mkr	1,5 Mkr
Övertäckning 1 m ren jord	10 Mkr	10 Mkr
Projektövergripande **årliga** kostnader, år 1 – 3	4,3 Mkr	4,3 Mkr
Projektövergripande **årliga** kostnader, år 4 – 5	3,9 Mkr	3,9 Mkr
Nuvärde	**150,7 Mkr**	**163,7 Mkr**

3.3.3 C2a – Ökade hälsorisker till följd av åtgärden på platsen

För denna post har ingen ny beräkning gjorts utan ett förenklat antagande är gjort. Eftersom hanteringen av förorenade massor är betydligt lägre för in situ-lösningarna har antagits att kostnaden är den samma som det ursprungliga Alternativ 1 för de båda nya alternativen (0,15 Mkr).

3.3.4 C2b, C3a, C3b samt C3c

Posterna C2b, C3a samt C3b är beräknade med samma antaganden gällande sträckor och mängder massor som skall transporteras som gjordes i Volchko et al. (2016). Förenklat antas att kostnaderna uppstår under samma tidsperiod som för Alternativ 2 – 4, se Tabell 3-7 – Tabell 3-9.

Gällande C3c – Minskad tillgång på ekosystemtjänster vid deponin p.g.a. åtgärden, så är detta en kostnad som bara uppstår för Alternativ 4, varför inga förändringar har gjorts.

Tabell 3-7. Totalkostnad för ökade hälsorisker till följd av transporter (C2b).

	Alt 1	**Alt 2**	**Alt 3**	**Alt 4**	**Alt 5**
Total kostnad (C2b), Mkr	0,08	0,07	0,40	2,11	0,10
Tid när kostnaden infaller (månad)	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
Nuvärde (C2b), Mkr	***0,08***	***0,07***	***0,38***	***2,04***	***0,10***

Tabell 3-8. Totalkostnad för försämrad miljö på det efterbehandlade området (C3a).

	Alt 1	**Alt 2**	**Alt 3**	**Alt 4**	**Alt 5**
Total kostnad (C3a), Mkr	0,06	0,03	0,10	0,10	0,06
Tid när kostnaden infaller (månad)	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
Nuvärde (C3a), Mkr	***0,05***	***0,03***	***0,10***	***0,10***	***0,06***

Tabell 3-9. Totalkostnad för försämrad miljö i omgivningen (C3b).

	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Total kostnad (C3b), Mkr	0,15	0,12	7,1	3,6	0,17
Tid när kostnaden infaller (månad)	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10
Nuvärde (C3b), Mkr	***0,14***	***0,12***	***7,0***	***3,5***	***0,17***

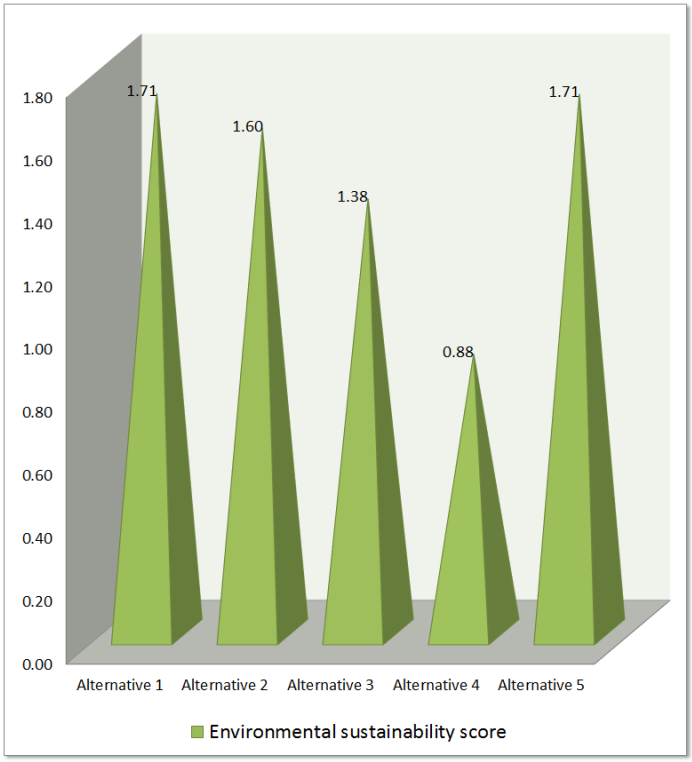
3.4 Resultat av SCORE-analysen

Resultaten från SCORE analysen presenteras grafiskt i Figur 3-1 - Figur 3-6.

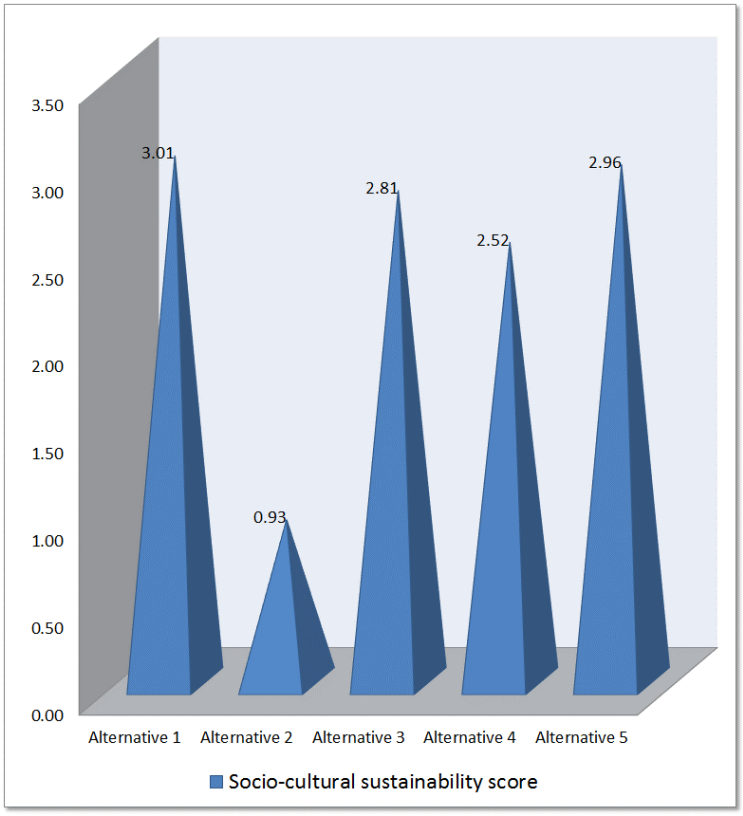
Notera att ny poängsättning av kriterierna i E6, E7, E8 och S3 ger större skillnad mellan Alternativ 3 och 4 än i ursprunglig analys (Volchko et al., 2016). Detta innebär att även om diesel används i den termiska anläggningen (vilket analysen som presenteras här förutsätter) är uppgrävning med termisk behandling (Alternativ 3) ett bättre alternativ än uppgrävning och deponering (Alternativ 4) i både miljömässig och social dimension.

Den kompletterande analysen visar att in situ-alternativen (Alternativ 1 och Alternativ 5) presterar bättre än andra alternativ i den miljömässiga och sociala dimensionen, även om skillnaderna mot övriga alternativ i vissa avseenden är små. Analysen visar att samtliga studerade åtgärdsalternativ har sammantaget positiva miljömässiga och sociala effekter.

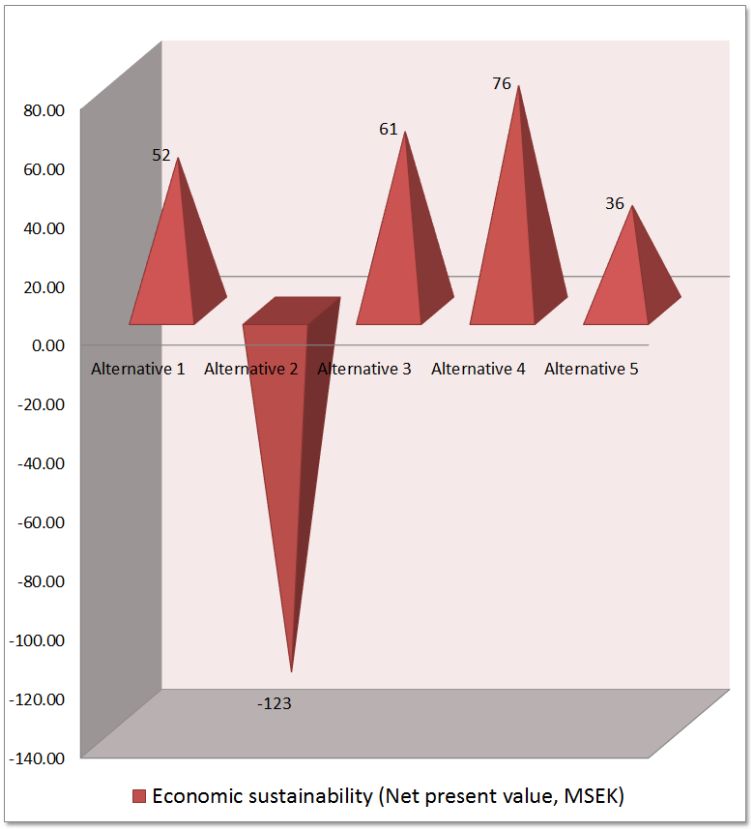
På grund av högre genomförandekostnader har in situ-åtgärderna (Alternativ 1 och 5) lägre nettonuvärden än åtgärder med schaktsanering (Alternativ 3 och 4). In situ-åtgärderna har dock positiva nettonuvärden eftersom positiva externa effekter (ökade fastighetspriser i Teckomatorp) bedöms bli betydande även för dessa åtgärdsalternativ.



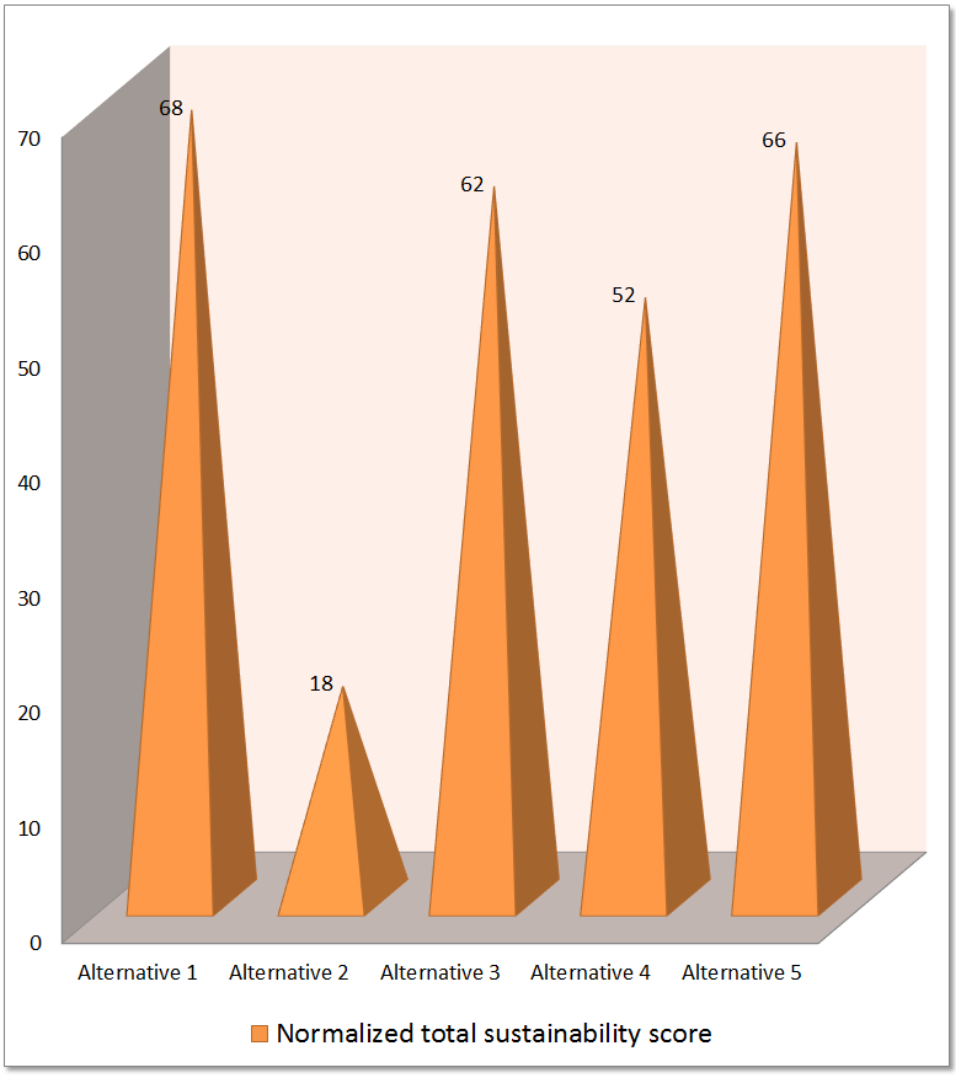
Figur 3-1 Resultat från SCORE-analysen i den miljömässiga dimensionen för studerade åtgärdsalternativ inom BT Kemi Södra området.

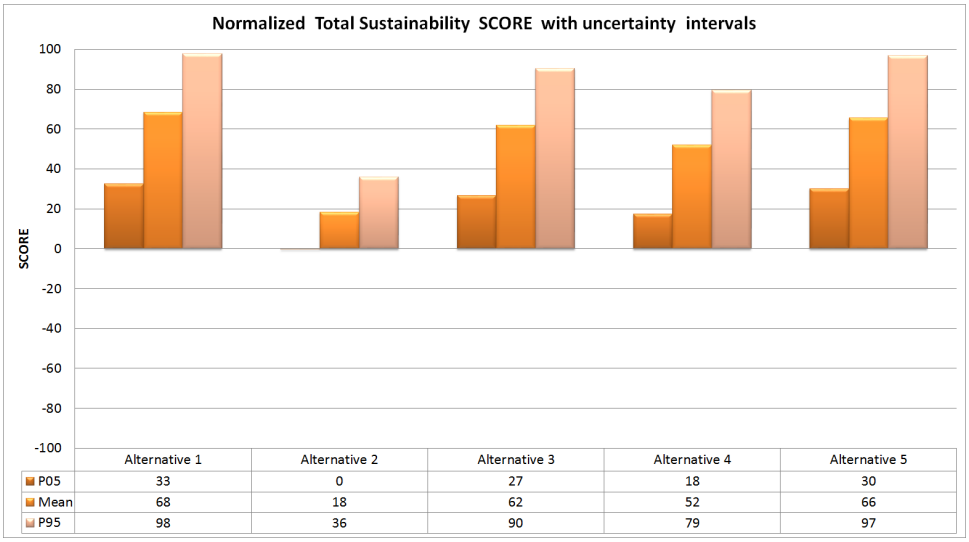


Figur 3-2 Resultat från SCORE-analysen i den sociala dimensionen för studerade åtgärdsalternativ inom BT Kemi Södra området.



Figur 3-3 Resultat från SCORE-analysen i den ekonomiska dimensionen för studerade åtgärdsalternativ inom BT Kemi Södra området.



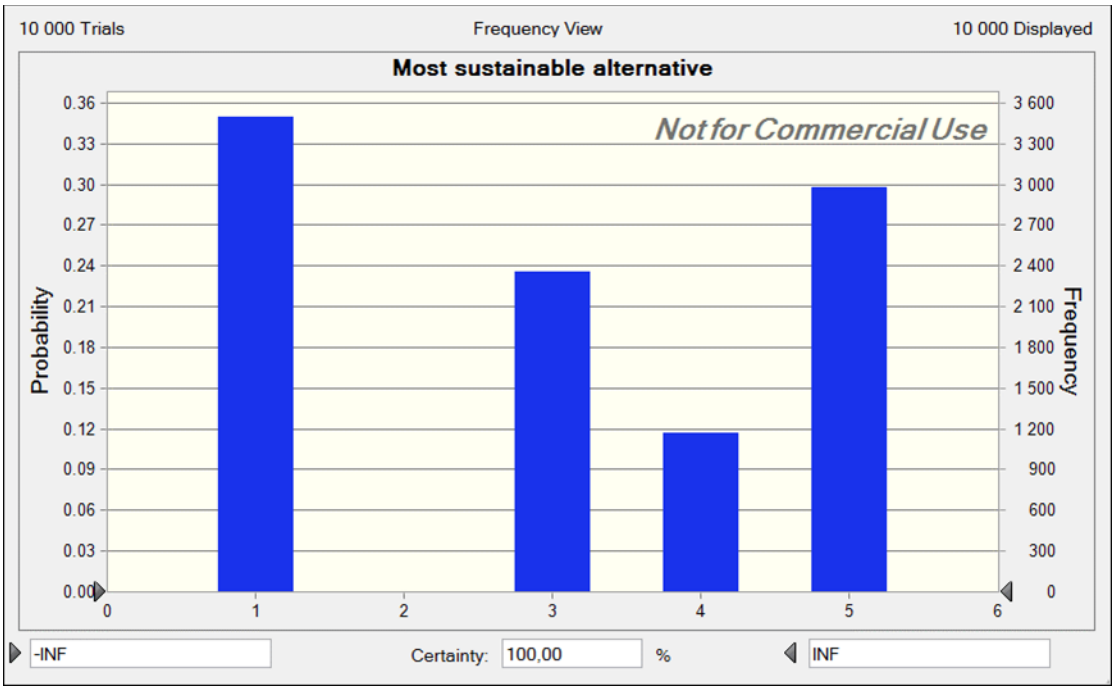


	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3	Alternative 4	Alternative 5
P05	33	0	27	18	30
Mean	68	18	62	52	66
P95	98	36	90	79	97

Figur 3-4 Resultat från SCORE-analysen för studerade åtgärdsalternativ inom BT Kemi Södra området uttryckt som ett normaliserat sammantaget hållbarhetsindex, vilket representerar en sammanvägning av miljömässig, social och ekonomisk hållbarhet. Den nedre grafen visar resultatens osäkerhet med ett rimligt lägsta värde (5-percentil, P05), ett förväntat värde (medelvärde, Mean) och ett rimligt högsta värde (95-percentil, P95).

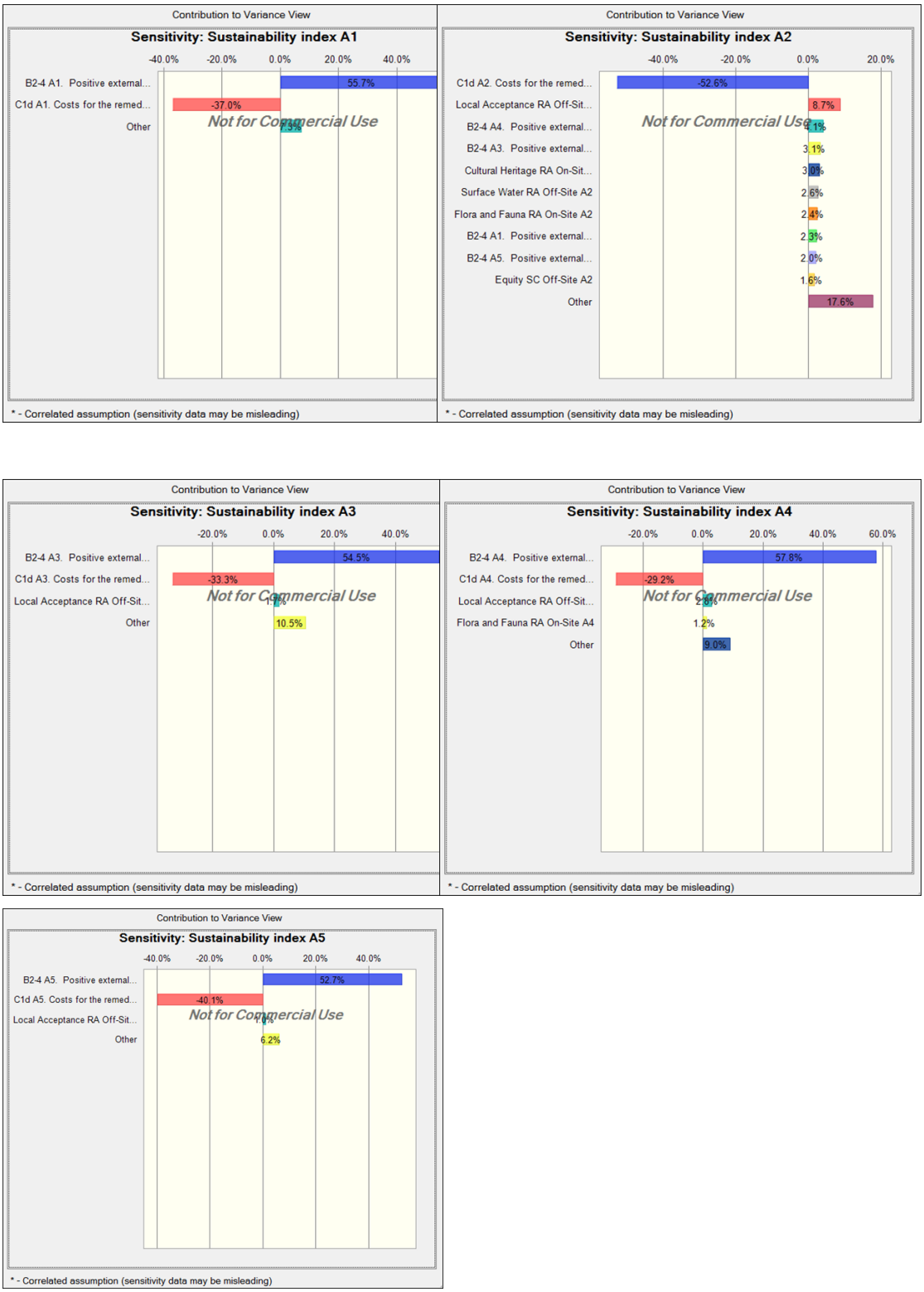
I den sammantagna hållbarhetsanalysen (Figur 3-4) är samtliga studerade åtgärdsalternativ förknippade med totalt sett positiva effekter. In situ-åtgärderna (Alternativ 1 och 5) presterar något bättre än åtgärder med schaktsanering (Alternativ 3 och 4). Inneslutning (Alternativ 2) har det lägsta sammantagna hållbarhetsindexet. Skillnaderna är dock små mellan in situ-åtgärder och schaktsanering. Detta beror på att den bättre miljöprestandan och något bättre sociala prestandan för in situ-åtgärderna till viss del förtas av de högre åtgärdskostnaderna.

I Figur 3-5 och Figur 3-6 presenteras resultat från osäkerhetsanalys och känslighetsanalys. I Figur 3-5 kan ses att Alternativ 1 har den högsta sannolikheten att vara den mest hållbara åtgärden, följt av Alternativ 5 och Alternativ 3.



Figur 3-5. Sannolikheten för respektive åtgärdsalternativ att ha det högsta hållbarhetsindexet.

I Figur 3-6 framgår att för samtliga alternativ utom Alternativ 2 (Inneslutning) ger positiva externa effekter i omgivningen (främst ökade fastighetspriser i Teckomatorp) och åtgärdskostnader de största bidragen till den totala osäkerheten. Om det är önskvärt att göra en jämförelse mellan alternativen med en högre grad av säkerhet är det således dessa kriterier/effekter som bör studeras i mera detalj.



Figur 3-6 Känslighetsanalys av studerade åtgärdsalternativ. Graferna visar ingående variablers bidrag till den totala osäkerheten (variansen) i slutresultaten. Negativa värden indikerar en negativ korrelation mellan variabeln och slutresultatet (hållbarhetsindex) och positiva värden indikerar en positiv korrelation.

4 Slutsats och rekommendation

Utifrån den genomförda kompletterande hållbarhetsanalysen av saneringsalternativ inom BT Kemi Södra området kan följande slutsatser dras:

- In situ-åtgärder uppvisar en högre grad av hållbarhet - uttryckt som ett sammantaget hållbarhetsindex där miljömässig, social och ekonomisk hållbarhet vägs samman - än åtgärder med schaktsanering.
- In situ-åtgärderna presterar bättre än schaktsaneringsåtgärder i den miljömässiga dimensionen och marginellt bättre i den sociala dimensionen.
- På grund av högre åtgärdskostnader presterar in situ-åtgärderna sämre än schaktsaneringsåtgärder i den ekonomiska dimensionen.
- Osäkerheterna i bedömningarna är stora, framförallt till följd av osäkerheter avseende åtgärdskostnader och externa ekonomiska effekter i samhället (framförallt inverkan på fastighetspriser i Teckomatorp).
- Den genomförda osäkerhetsanalysen visar att det är ca 65 % sannolikhet att en in situ-åtgärd är den mest hållbara åtgärdslösningen.
- Av de två studerade in situ-alternativen får Alternativ 1 (In situ-sanering med begränsad schaktning) ett något högre sammantaget hållbarhetsindex än Alternativ 5 (In situ-sanering med schaktning av betsvämmeområdet och jordtvätt av betongen). Detta beror framförallt på en lägre kostnad för Alternativ 1. Skillnaden är dock liten mellan dessa alternativ och det ska påpekas att det råder osäkerhet kring huruvida det är möjligt att genomföra borrningar genom betsvämmornas betong så att denna mera omfattande in situ-sanering kan göras. Testborrningar har dock gett positiva resultat, vilket indikerar att schaktning och uppgrävning av betong skulle kunna undvikas eller bli mycket begränsad.

Sammantaget visar den genomförda analysen att det ur hållbarhetssynpunkt bör vara lämpligt att välja en in situ-lösning framför schaktsanering. Dock är det mycket osäkert vilken av de två in situ-åtgärderna som är mest lämplig. Detta beror på möjligheterna att kunna borra genom betsvämmornas betongkonstruktioner för att installera de rör som behövs för den termiska in situ-behandlingen.

Skulle en in situ-åtgärd väljas som slutligt alternativ för BT Kemi Södra området rekommenderas att ha god information till allmänheten för att öka förståelsen för hur in situ-behandling av föroreningarna fungerar, samt att visa på de fördelar kopplat till närboende detta innebär (mindre transporter och mindre lukt) och miljömässiga fördelar det innebär (lägre förbrukning av naturresurser samt något lägre klimatpåverkan).

5 Referenser

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

Volchko, Y., Norrman, J., Rosén, L., Söderqvist, T. och Franzén, F., 2016. Riskvärdering med SCORE-metoden för BT Kemi Södra området i Svalövs kommun - Fallstudierapport. Rapport 2016:18. Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola. Göteborg. http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/247851/local_247851.pdf

Åtgärdsutredning (2016). Åtgärdsutredning, efterbehandling av Södra området. Svalövs kommun. BT Kemi Efterbehandling. Rapport, Koncept 2016-03-15.