

Riskvärdering av åtgärdsalternativ

Rapport nr EKA 2002:18

Bengtsfors kommun

2005-02-21

Författad av

Marie Arnér, WSP Environmental¹

¹ Miljökemi och miljöriskbedömning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	BAKGRUND OCH SYFTE	3
2	MILJÖ- OCH HÄLSORISKER	3
2	ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL	4
	SKYDD AV MÄNNISKORS HÄLSA	4
	SKYDD AV OMGIVANDE MILJÖ	4
3	VÄRDERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV	4
4	ÅTGÄRDSALTERNATIV	5
	ÅTGÄRDSNIVÅ 1 OCH 2	5
	ÅTGÄRDSNIVÅ 3 – 7, N1 - N4	9
	Vertikala barriärer	9
	Dräneringar (mot Strömgatan och Bengtsbrohöljen).....	9
	Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen, intill kraftverket	9
	Spont utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen.....	9
	Slitsmur utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen.....	10
	Filterfyllning och erosionsskydd	10
	Upptagning av sediment.....	11
	Reduktion källterm	13
	Cellhallen	13
	Förorenad jord.....	13
	Horisontella barriärer	14
	Hälsoskydd.....	14
	Infiltration.....	14
	Kontroll, utredningar och kvalitetssäkring	14
	ANDRA ÖVERVÄGANDEN.....	15
	In-situ sanering av PCE	15
	Metaller och PAH	15
	Övervägande avseende åtgärder i Bengtsbrohöljen	15
	ENSKILDA OCH ALLMÄNNA INTRESSEN	16
	Verksamhetsutövare	16
	Samråd – kommunikation med allmänheten	16
	Naturvårdsverket	17
	SAMMANVÄGD VÄRDERING	18
	EKONOMISKA ASPEKTER	18
	KOSTNADSPOSTER	18
	N3	19
	Alternativ 3a, 3b	19
	Alternativ 6 Miljödomstolen.....	20
	N1	20
	N2	20
	N4	20
	Åtgärds mål och kostnadseffektivitet.....	21
	SLUTSATS	21
	DETALJERADE ÅTGÄRDSMÅL	22
	SKYDD AV MÄNNISKORS HÄLSA	22
	SKYDD AV OMGIVANDE MILJÖ	22
	ÅTGÄRDSKRAV	22

Bilageförteckning

Bilaga 1	PM till Miljödomstolen avseende biogeokemiska och hydrologiska överväganden, daterat 2005-01-28.
Bilaga 2	PM Alternativa efterbehandlingsåtgärder, daterat 2005-02-14.
Bilaga 3	Sammanfattande matris avseende värdering av åtgärder.
Bilaga 4	Redovisning av kostnadsposter.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Under det senaste decenniet har flera undersökningar genomförts i anslutning till den nedlagda kloralkalifabriken (Elektrokemiska AB, EKA) i Bengtsfors kommun och i ytvattenrecipienten Bengtsbrohöljen. Stora mängder och höga halter av föroreningar, främst kvicksilver och polykloretrade dibensofuraner och dibensodioxiner (dioxiner), har påträffats i mark, byggnader och sediment. Inom området förekommer även höga halter av tetrakloreten (PCE) i grundvatten sedan tidigare kemtvättsverksamhet. Undersökningar och utredningar har sedan hösten 2002 utförts i syfte att komplettera och verifiera tidigare resultat för att erhålla underlag för projektering av efterbehandlingsåtgärder. Projektet finansieras med bidragsmedel från Bengtsfors kommun och Naturvårdsverket via Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Utifrån visade miljö- och hälsorisker, har alternativa åtgärdsförslag utarbetats med hänsyn taget till projektets övergripande åtgärds mål. Syftet med föreliggande rapport är att redovisa en värdering av åtgärdsalternativen avseende riskreduktion, teknik, enskilda och allmänna intressen samt ekonomi. Värderingen ligger till grund för beslut om åtgärder för efterbehandling av EKA-området samt förslag till mätbara åtgärds mål och åtgärds krav.

2 MILJÖ- OCH HÄLSORISKER

Utredningarna har visat att det i dagsläget finns hälsorisker vid vistelse inom området och i cellhallsbyggnaden relaterade till höga föroreningshalter (EKA 2002:15, Tabell 8.1). Inom stora delar av det aktuella området överskrider beräknade platsspecifika riktvärden för jord. Spridning av föroreningar till Bengtsbrohöljen pågår, vilket med tanke på de stora föroreningsmängderna är en process som kommer att pågå under mycket lång tid. Det har dock konstaterats att utläckage av kvicksilver och dioxiner är lågt i dagsläget (Bilaga 1). Inom området sker metylering av kvicksilver i liten omfattning och spridningen till recipienten är liten i relation till tillskottet från uppströms ytvatten.

Inom landområdet har flera potentiella skadehändelser identifierats, vilka inom rimligt överskådbar framtid kan leda till väsentligt ökad spridning och ökade exponeringsrisker om inga åtgärder vidtas (EKA 2002:15, Tabell 8.1). Erosion i strandnära områden bedöms t.ex. utgöra den största risken för spridning av kvicksilver och dioxiner till recipienten. Ändrat utnyttjande av cellhallsbyggnaden, liksom eftersatt underhåll, utgör andra potentiella risker för hälsa och miljö. Sammantaget medför detta att befintliga och potentiella miljö- och hälsorisker motiverar riskreducerande åtgärder inom EKA-området.

Höga föroreningshalter och stora föroreningsmängder i kombination med närheten till skyddsvärda vattenområden medför att särskilda skyddsåtgärder erfordras under entreprenadarbeten. Det är också av vikt att beakta eventuella osäkerheter under och efter åtgärder, särskilt relaterade till hur spridning av kvicksilver och dioxiner påverkas av förändringar i komplexa biogeokemiska processer och grundvattenförhållanden. För att säkerställa att osäkerheterna inte på ett avgörande sätt motverkar åtgärdernas riskreducerande syfte, har kommunen fördjupat analysen av biogeokemiska och hydrologiska förutsättningarna (Bilaga 1). För att långsiktigt säkerställa att risken för framtida spridning är låg, bör föroreningskällan reduceras, särskilt i strandnära områden.

Risken för utläckage av kvicksilver, metylkvicksilver och dioxiner från kvarvarande föroreningar inom området till recipienten kan minskas genom:

- Minskat grundvattenflöde
- Sänkt högsta grundvattennivå
- Minskade nivåfluktuationer
- Filter i strandkant

De komplexa förhållandena inom området motiverar uppföljning av hydrologiska och biogeokemiska förhållanden under och efter åtgärd.

2 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL

Kommunens målsättning är att långsiktigt och hållbart minska befintliga och potentiella miljö- och hälsorisker relaterade till EKA-området. De övergripande åtgärds mål har varit vägledande för utarbetande av åtgärdsalternativ.

SKYDD AV MÄNNISKORS HÄLSA

Området ska kunna utnyttjas för rekreation och lättare industriändamål. För skydd av människors hälsa ska normal vistelse i området inte innebära hälsofarlig exponering för föroreningar. Detta innebär att humantoxikologiska lågrisknivåer inte ska överskridas.

SKYDD AV OMGIVANDE MILJÖ

Nuvarande och framtida spridning till Bengtsbrohöljen och vattensystemet nedströms ska reduceras, liksom risken för framtida skadehändelser. Åtgärderna i sig ska inte leda till långsiktigt ökade risker för föroreningsspridning.

3 VÄRDERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV

Åtgärds kombinationerna inom EKA-området har värderats avseende:

- riskreduktion
- teknik
- enskilda och allmänna intressen samt
- ekonomi.

Nedan beskrivs och jämförs åtgärdsalternativen avseende dessa aspekter.

4 ÅTGÄRDSALTERNATIV

I projektrapport 1 redovisas sju kombinationer av åtgärder (åtgärdsnivåer) som i olika grad reducerar risken för nuvarande och framtida exponering och spridning av föroreningar inom EKA-området (Figur 1; EKA 2002:15). Den fördjupade analysen av biogeokemiska och hydrologiska förutsättningarna inom området har resulterat i ytterligare fyra åtgärdsalternativ, varav tre även tillgodoser Naturvårdsverkets önskemål om en 90 % reduktion av kvicksilvermängden inom området. Alternativ N1 - N4 beskrivs mer i detalj i Bilaga 2.

I processen har områdesbeteckningarna ändrats något, se Tabell 1, Figur 1 och 2. Med kompletterat underlag har också bedömningen av föroreningsmängderna inom delområden och totalt modifierats, vilket medför att uppgifterna i Tabell 1 och projektrapport 1 avviker något från varandra.

Tabell 1. Områdesindelningar i projektrapport 1 (alternativ 1 – 7)
(EKA 2002:15) och Bilaga 2 (alternativ 6, N1 – N4)

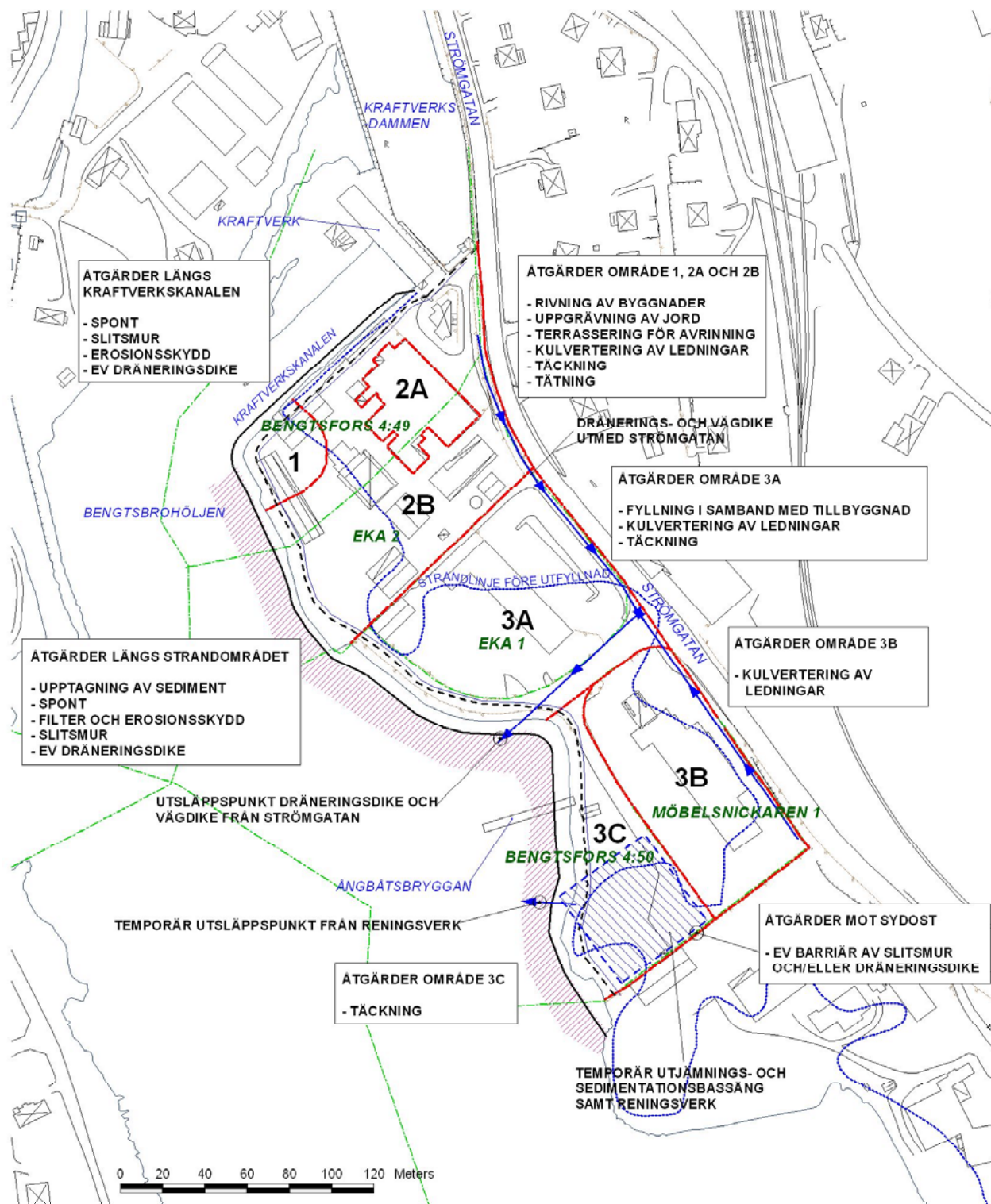
Projektrapport 1	Bilaga 2
1	≈ A, A2
2A	≈ B
2B	≈ C+D
3A	≈ E+F
3B	--
3C	Södra området

ÅTGÄRDSNIVÅ 1 OCH 2

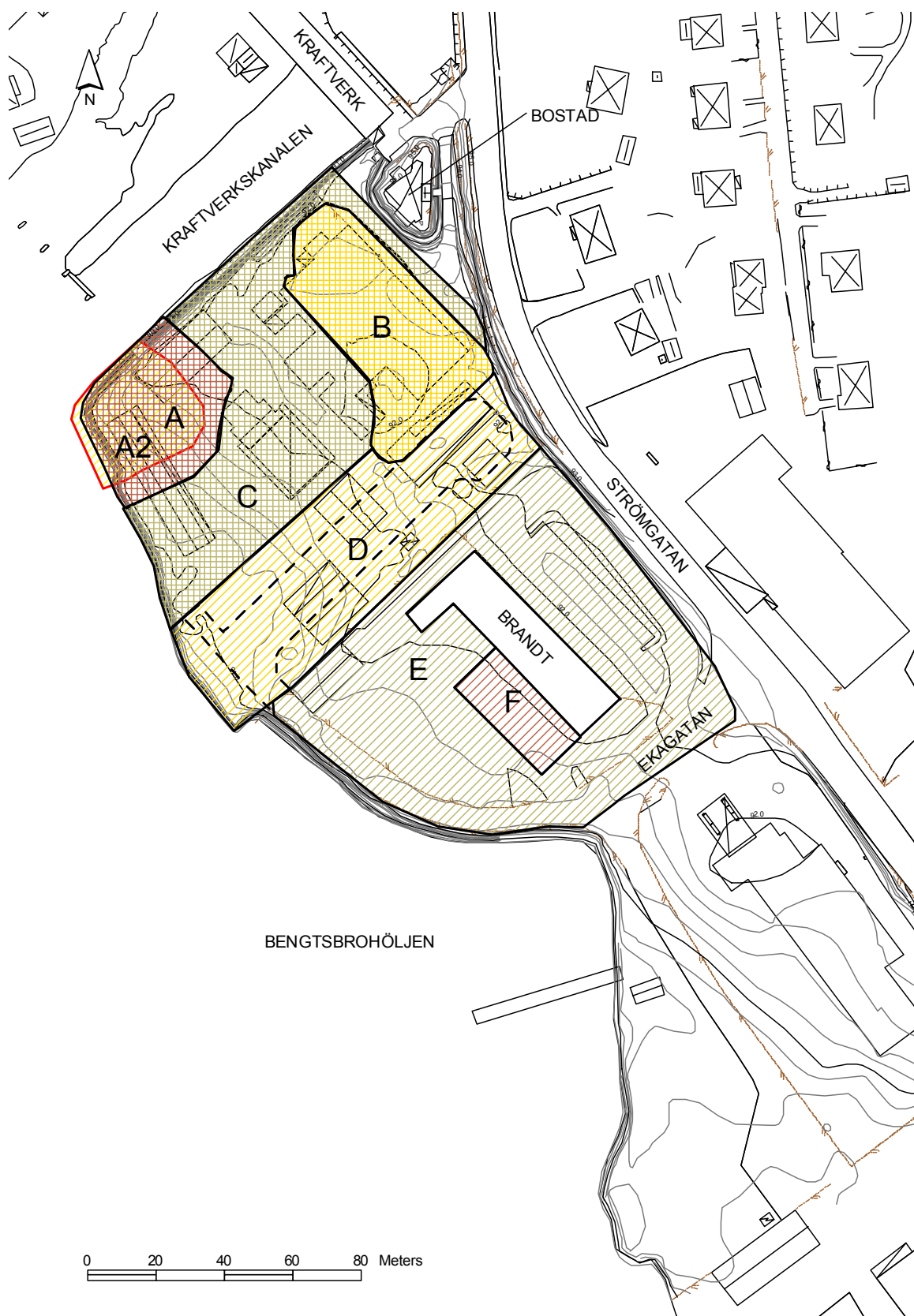
Åtgärdsnivå 1 innebär att ett miljöriskområde skapas. Nuvarande och potentiella risker kvarstår, men via villkor som begränsar tillträde samt mark- och byggnadsutnyttjande kan hälsorisker och vissa spridningsrisker reduceras något. Risken för potentiella skadehändelser kvarstår.

Åtgärdsnivå 2 kan ses som ett minimalalternativ som genom rivning av byggnader, anläggandet av vissa horisontella och vertikala barriärer uppfyller åtgärdsmålen avseende hälsa och risken för spridning av föroreningar i dagsläget. Alternativet reducerar inte riskerna för vissa potentiella skadehändelser, såsom tex. erosion utmed Bengtsbrohöljen.

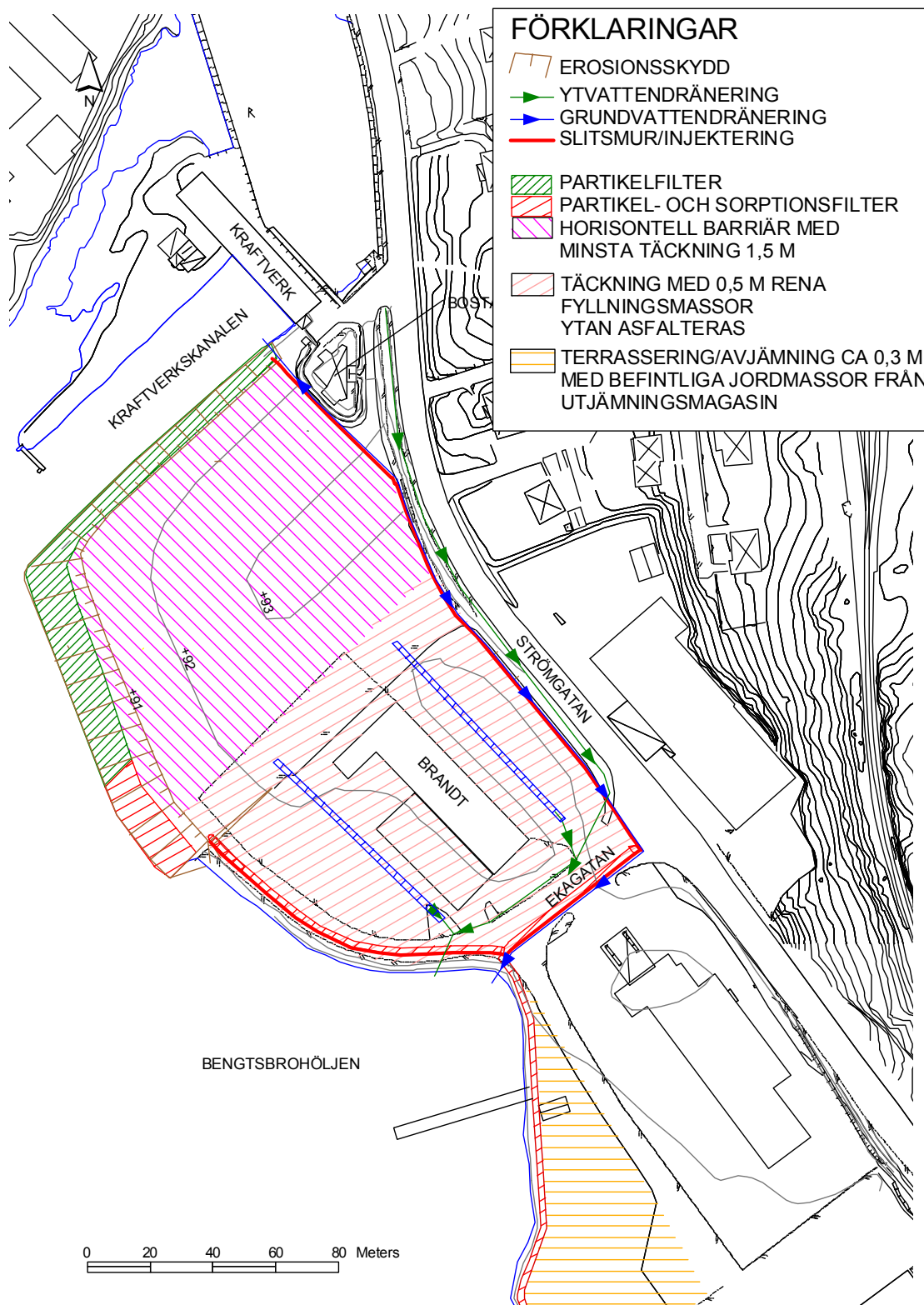
Åtgärdsalternativ 1 och 2 uppfyller inte kommunens övergripande åtgärds mål och har därmed inte inkluderats i riskvärderingen.



Figur 1. Områdesindelning och åtgärder enligt projektrapport 1 (alternativ 2 – 7).



Figur 2. Områdesindelning enligt Bilaga 2 (alternativ N1 - N4).



Figur 3. Principiell beskrivning av åtgärder enligt Bilaga 2 (alternativ N1 - N4).

ÅTGÄRDSNIVÅ 3 – 7, N1 - N4

Kombinationer av åtgärder som ingår i alternativen sammanfattas översiktligt i Bilaga 3, Tabell 2, Figur 1 och 3. Nedan redovisas åtgärdens funktionella mål och alternativen jämförs, bla. avseende kontrollerbarhet, reparerbarhet, bedömd livslängd och riskreduktion.

Vertikala barriärer

De vertikala barriärernas huvudsyfte är att minska risken för spridning av föroreningar under och efter entreprenad. Med hänsyn till att åtgärd 7 innefattar en fullständig urschaktning, finns inget behov av skyddsåtgärder som syftar till att minska spridningen från kvarvarande förorenade massor.

Dräneringar (mot Strömgatan och Bengtsbrohöljen)

Avskärande dränering mot Strömgatan syftar till att begränsa inflödet av vatten till EKA-området, samt att begränsa grundvattennivåns högsta läge. Åtgärden syftar också till att säkerställa att olyckor och spill på Strömgatan inte påverkar EKA-området. Åtgärden bedöms kontrollerbar, reparerbar och livslängden bedöms till 100-talet år. Skillnaden mellan alternativen bedöms som liten och utvärderas inte ytterligare.

Dräneringsdike mot Bengtsbrohöljen ger möjlighet att styra grundvattennivån. Åtgärden bedöms kontrollerbar, reparerbar och livslängden bedöms till 100-talet år. I alternativ N1 – N4 erfordras inte diket för att uppnå önskad hydraulisk situation. Den något enklare tekniska lösningen bedöms som en viss fördel.

Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen, intill kraftverket

Tätningen medför en reduktion av mängden vatten som pga. fallhöjden vid kraftverket tränger in i EKA-området från Lelången. Tätningen föreslås utföras som en injekteringsmur som är kontrollerbar och livslängden bedöms till 100-tals år. Reparation kan utföras genom installation av ny mur intill befintlig. Åtgärdsalternativen är lika i detta avseende.

Spont utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen

Sponten utgör en skyddsåtgärd under entreprenadarbetena (reduktion av spridningsrisk) samt en förutsättning för etablering av filter. Sponten är kontrollerbar och reparerbar i de delar som ligger över sjöbotten. Livslängden för spont bedöms till 50 – 100 år. Genom erosionskydd utanför (alternativ 3 – 6) eller innanför spont (mot kanalen i samtliga alternativ, N1 - N4), är inte filterfunktionen avhängig av spontens livslängd. I de senare alternativen föreslås slitsmur i stället för spont inom område E, för att med bibehållen funktion minska behovet av filter och fyllnadsmassor innanför strandkanten. Kvarvarande fyllning i strandlinjen utanför slitsmuren har i undersökningar visat låga föroreningshalter.

Skillnaden mellan alternativen avseende spontens, eller motsvarandes, funktion bedöms som liten och påverkar inte värderingen. Lösningen med slitsmur inom område E i N1 - N4 leder till ett minskat behov av urschaktning och fyllning och filter, dvs. något mer fördelaktigt avseende naturresurser och kostnader.

I södra området/3C är föroreningshalterna i jord lägre, i de flesta fall i nivå med Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig eller mindre känslig markanvändning. Högre halter av dioxiner finns i anslutning till EKA-gatan. Vid ett tillfälle har höga halter av kvicksilver påträffats i grundvatten. Inga uppgrävningar planeras i området, vilket medför att spont installerar för att kunna anlägga ett filter. I alternativ 3 – 6 föreslås en spont utanför område 3C. I alternativ N1 - N4 planeras partikelfilter i en smal slits utmed strandkanten. Särskilt erosionskydd bedöms inte erfordras då lösningen medför att befintliga fyllningsmassor med lågt föroreningsinnehåll kvarstår utanför filtret. Filterbarriärerna anläggs av försiktighetsskäl då föroreningssituationen inte är känd i detalj. Alternativt, vilket inte utesluter behov av filter, kan en detaljerad undersökning utföras inom området. Baserat på områdets storlek, skulle uppskattningsvis enbart analyskostnaden för klassificeringen uppgå till mellan 1 och 2 Mkr, vilket är högre än kostnaden för filterinstallationen.

Slitsmur utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen

Slitsmur mot kraftverkskanalen (alternativ 3 – 6) syftar till att ytterligare reducera spridningsrisken, särskilt av föroreningar som förekommer i löst form genom att förlänga och troligen fördröja grundvattnets strömning. Den riskreducerande effekten är dock svår att bedöma, vilket är en av anledningarna till att slitsmur har uteslutits i alternativ N1 – N4. Slitsmur är kontrollerbar (koncentration av föroreningar innanför mur kan kontrolleras) och livslängden bedöms till 100-tals år, dvs. längre än spontens. Reparation kan utföras genom installation av ny mur intill befintlig.

En slitsmur mot Bengtsbrohöljen (alternativ 3b, 5, 6) förlänger på motsvarande sätt vattnets strömningssväg och ger möjlighet till kontroll av det vatten som lämnar området. Vattnet kan släppas i särskilda utsläppspunkter eller över slitsmuren (via filter). Slitsmuren medför att påverkan av vattenståndsvariationer i Bengtsbrohöljen, med resulterande fluktuationer i grundvattennivåer, blir mindre. Slitsmuren motverkar också inflödet av löst organisk kol (DOC) och närsalter från Bengtsbrohöljen. Ökade koncentrationer kan bidra till ökad rörlighet av dioxiner respektive metylering av kvicksilver. I alternativ N1 - N4 ger den föreslagna filterlösningen en hydraulisk tröghet i systemet och minskar inflödet av DOC och närsalter. Trögheten dimensioneras genom val av filtermaterial. Alternativerna bedöms likvärdiga avseende hydraulisk tröghet och reduktion av inflöde DOC och närsalter.

Filterfyllning och erosionskydd

Utredningar inom ramen för EKA-projektet har visat att mer än 90 % av föroreningstransporten av kvicksilver och dioxiner sker via grundvatten. Vidare visar försök att kvicksilverhalterna i förorenat grundvatten från området reduceras med mer än 95 % vid passage genom sandfilter. Filter finns därför i samtliga alternativ för att reducera spridning från kvarlämnade massor. Erosionskydd anläggs utanför och/eller innanför spont. Filterkonstruktionen är kontrollerbar och reparerbar.

Uppschaktningen i strandlinjen i område A – D är mer omfattande i alternativ N1 – N4, vilket i kombination med filtrets hydrauliska tröghet, leder till att kontakt mellan ytvatten och förorenade fyllningsmassor undviks under normala vattenståndsvariationer. Filtret kan, med beaktande av flöde och källterm, dimensioneras för en livslängd på flera hundra år.

I alternativ N1 - N4 planeras filter, med inblandning av svårnedbrytbart organiskt material utmed område D och E för att ytterligare minska risken för spridning av dioxiner. Även kvicksilver har hög affinitet till organiskt kol, men för att undvika en ökad risk för metylering har filter med

organiskt innehåll uteslutits i de områden där de högsta kvicksilverhalterna efter åtgärd förväntas. Skillnaden mellan alternativen avseende filterfunktion är liten.

Reaktiva barriärer för att stimulera nedbrytning av PCE har övervägts men föreslås inte i åtgärdsalternativen. Förekomst av PCE på stort djup och förorenings heterogena utbredning i höjd- och sidled medför svårigheter att installera en barriär på ett funktionellt och kontrollerbart sätt. Åtgärdens riskreducerande effekt blir därmed osäker.

Upptagning av sediment

Skyddsåtgärden erfordras för att minska risken för spridning av förorenat sediment i samband med de vattenarbeten som ingår i vid anläggandet av partikelbarriär och erosionskydd i alternativ 2 – 6. Inför muddringsarbeten krävs också skärmar för att minska risken för spridning av förorenade partiklar vid muddringen. En indirekt positiv effekt av muddringen blir att ca 3 kg kvicksilver avlägsnas från Bengtsbrohöljen.

I alternativ N1 - N4 planeras ingen fyllning utanför spont, vilket medför att risk för spridning av bottensediment blir obetydlig. Upptagning av sediment och skärmar som skyddsåtgärder behövs därmed inte. Grumlingen när spanten vibreras ned är mindre än vid installation av skyddskärmar.

Muddring av motsvarande mängd sediment har övervägts som efterbehandlingsåtgärd, men föreslås ej pga. att sedimenten i närområdet bedöms stabila och kostnaden uppgår till ca 5 Mkr (ca 1,5 Mkr/kg upptaget kvicksilver). Det finns också en viss risk för att muddringen skapar en erosionszon, vilket temporärt kan leda till något ökad erosion av intilliggande kvarlämnade sediment.

Tabell 2. Översiktlig sammanfattning av kombinationer av åtgärder som ingår i åtgärdsalternativ 2 – 7, N1 - N4 Inom parentes redovisas åtgärdens funktionsmål. För detaljer se EKA 2002:15 och Bilaga 2. A, B, 1, 2A osv områdesindelning enligt Figur 1 och 2. x = ingår i åtgärdsalternativet. Strandlinje avser strand mot Bengtsbrohöljen.

Åtgärd	Åtgärdskombination									
	Projektrapport 1					Bilaga 2				
	3a	3b	4	5	6	7	N1	N2	N3	N4
Vertikala barriärer (reduktion spridning under och efter åtgärd samt erosionsrisk)										
Dränering mot Strömgatan	X	X	X	X	X	--	X	X	X	X
Dränering mot Bengtsbrohöljen	X	X	X	X	X	--	--	--	--	--
Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Spont utmed kraftverkskanalen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Slitsmur utmed kraftverkskanalen	X	X	X	X	X	--	--	--	--	--
Spont utmed strandlinjen	X	X	X	X	X	X	X ²	X ²	X ²	X ²
Slitsmur utmed hela strandlinjen	--	X	--	X	X	--	--	--	--	--
Filter och erosionskydd delvis utanför spont	X	X	X	X	X	--	--	--	--	--
Filter och erosionskydd innanför spont	X	X	X	X	X	--	X	X	X	X
Upptagning av sediment	X	X	X	X	X	X	--	--	--	--
Reduktion källterm (reduktion exponering och spridning)										
Rivning av byggnader och installationer (A och B)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Schakt A/1	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4
Schakt B/2A	--	--	3	3	3	4	4	4	5,6	4
Schakt C/del av 2B	--	--	--	--	3	4	4	5,6	5,6	4
Schakt D/del av 2B	--	--	--	--	--	4	5,6	5,6	5,6	4
Schakt E/3A	--	--	6	6	6	4	6	6	6	6
Schakt F/del av 3A	--	--	7	7	7	4	7	7	7	7
Horisontella barriärer (reduktion exponering och infiltration)										
Fyllning A/1 (m)	>2	>2	>2	>2	>4	>4	>4	>4	>1,5	>4
Fyllning B/2A (m)	>1,1	>1,1	>2	>2	>2	>2	>2	>2	>1,5	>2
Fyllning C/del av 2B (m)	>1,1	>1,1	>1,1	>1,1	>1,1	>2	>2	>2	>1,5	>2
Fyllning D/del av 2B (m)	>1,1	>1,1	>1,1	>1,1	>1,1	>2	>1,5	>1,5	>1,5	>1,5
Fyllning E/3A (m)	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	>2	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5
Fyllning F/del av 3A (m)	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1	>1
Tätning A/1 (infiltration, l/m ²)	10	10	10	10	10	--	50	50	50	50
Tätning B/2A (infiltration, l/m ²)	10	10	10	10	10	--	50	50	50	50
Tätning C/del av 2B (infiltration, l/m ²)	10	10	10	10	10	--	50	50	50	50
Tätning D/del av 2B (infiltration, l/m ²)	10	10	10	10	10	--	50	50	50	50
Tätning E/3A (infiltration, l/m ²)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Tätning F/del av 3A (infiltration, l/m ²)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Tätning södra området/3C (infiltration, l/m ²)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Reduktion kvicksilver (ton) (totalt 12,3 ton)	3,8	3,8	8,5	8,5	11,1	12,3	11,6	11,5	4,7	11,8
Kvicksilverreduktion, %	30	30	70	70	90	100	95	95	35	97
Reduktion dioxiner (g) (totalt ⁸ ca 360 g)	50	50	80	80	100	350	260	260	50	300
Dioxinreduktion %	15	15	25	25	30	100	80	80	15	83
Total schaktvolym (1000-tal ton)	7	7	25	25	30	200	53	49	29	66
Totalkostnad (Mkr)	126	128	142	144	153	600	158	155	120	180

² Ersätts med slitsmur utanför område E och partikelfilter utmed södra området/3C.

³ Schakt ned till grundvattenytan.

⁴ Schakt till bedömt ren jord.

⁵ Schakt ned till +88,9 mot kanal/strandlinje.

⁶ Schakt ned till 0,5m under nuvarande markyta.

⁷ Schakt ned till 1 m under nuvarande markyta.

⁸ Troligen något underskattad.

Reduktion källterm

Cellhallen

Cellhallen rivs i syfte att eliminera riskerna för hälsa och spridning från den förorenade byggnaden. Samtliga alternativ innefattar rivning av förorenade byggnader, med tillhörande säkerhetsåtgärder mot spridning och för arbetarskydd under entreprenaden. Någon skillnad mellan alternativen avseende detta moment finns inte. Åtgärden medför att kvicksilver- och dioxinmängden minskar inom området.

Förorenad jord

Uppgrävning av förorenad fyllning varierar mellan de olika alternativen avseende total schaktmängd, källtermsreduktion och lokalisering av markarbetet. Sammanfattningar ges i Tabell 2 och Bilaga 3. För detaljer se Projektrapport 1 och Bilaga 2.

Alternativens reduktion av kvicksilver varierar mellan ca 4 och 12 ton, vilket beräknas motsvara en reduktion mellan 30 och 97 % (Tabell 2). Alternativ 6, 7, N1, N2 och N4 bedöms ge en kvicksilver reduktion som överskrider 90 %. De senare alternativen medför omfattande schaktningsarbeten under grundvattennivån i områden med höga föroreningshalterna och i direkt anslutning till en skyddsvärd recipient. För att reducera spridningsrisken kommer särskilda skyddsåtgärder (tex. spont, se ovan) och omhändertagande av förorenat vatten att bli aktuella.

Dioxiner förekommer över större områden, varför den relativa reduktionen (15 –80 %) av dioxiner är mindre med föreslagna schaktningsinsatser.

Kombinationen av horisontella barriärer och källtermsreduktion bedöms i alternativ 3 – 7, N1 – N4 leda till att normal vistelse inte medför hälsofarlig exponering för föroreningar.

De beräknade kvarstående mängderna av kvicksilver och dioxiner i olika alternativ redovisas i Tabell 3. Beräkningarna av totalmängder, källtermsreduktion och kvarlämnade mängder ska ses som indikativa då de påverkas av osäkerheter som finns i underlaget, tex. avseende föroreningarnas utbredning, fördelning och halter.

Tabell 3. Beräknade mängder och andel av kvicksilver och dioxin i kvarlämnad förorenad jord inom A-F (exklusive naturligt låga halter i påfört fyllningsmaterial). Observera att skattningen är osäker, särskilt avseende dioxiner.

Alternativ	Kvicksilver (ton)	Kvicksilver (%)	Dioxin (g)	Dioxin (%)
3a, 3b	8,5	70	310	85
4, 5	3,8	30	280	75
6	1,2	10	260	70
7	0	0	10	0
N1 ⁹	0,5-1	5	100	20
N2 ⁹	0,6-1,1	5	100	20
N3	7,9	65	310	85
N4 ⁹	0,5-0,9	3	60	17

⁹ Intervall följer av att en mer noggrann beräkning av osäkerheten i mängden kvarlämnad kvicksilver har utförts. Osäkerheten är inte mindre i övriga redovisade mängder.

Horisontella barriärer

De horisontella barriärerna har till funktion att minska risken för exponering för kvarlämnade föroreningar samt i viss mån minska infiltrationen.

Hälsoskydd

Vid normal vistelse inom området (parkområde, service och lättare industri) bedöms risken för exponering av föroreningar i jord som försumbar om den förorenade jorden finns på större djup än 1 m under markytan. Detta medför att åtgärdsåtgärden avseende hälsa, oavsett reduktion av föroreningsmängd och åtgärdsalternativ, uppfylls inom område A, B, C och F. Inom dessa områden är den horisontella barriärens mäktighet mer än 1 m (Tabell 2).

Inom område 3A/E avses 0,5 m förorenad jord uppschaktas i åtgärdsalternativ 3 – 6, N1 – N4 och ersättas med rena fyllnadsmassor. Nivån på befintliga byggnader medför att barriärens mäktighet inte kan ökas utan ytterligare uppschaktningar. Barriärens mäktighet medför ett något lägre skydd mot exponering inom området, men bedöms med hänsyn till områdets nuvarande och planerade användning och föroreningssituationen utgöra en acceptabel skyddsnivå. Föroreningen finns sannolikt även under befintliga byggnader. Kostnaden för att schakta upp, omhänderta och återfylla ytterligare 0,5 m inom område E uppgår till ca 4,3 Mkr. Miljönyttan med denna kompletterande uppschaktning bedöms inte motivera kostnaden.

I södra området/3C ligger föroreningshalterna på en låg nivå och i samtliga åtgärdsalternativ föreslås terrassering och avjämning med 0,3 m jord.

Infiltration

Den årliga infiltrationen genom tätskiktet i alternativ 1 – 6 beräknas till ca 10 l/m². I alternativ N1 – N4 planeras en mindre tät barriär med en beräknad årlig infiltration på 50 l/m². Tätskiktet motsvarar i båda fallen kraven på icke-farlig deponi.

Tätskikt som resulterar i lägre infiltration medför en större påverkan på grundvattenförhållanden inom området (flöde, nivåer) och har med referens till slutsatserna i Bilaga 1 inte övervägts.

Kontroll, utredningar och kvalitetssäkring

Med undantag för alternativ N3 innehåller alternativen kontroll, utredningar och kvalitetssäkring i syfte att bla. säkerställa att planerade hydrologiska och biogeokemiska förhållanden uppnås inom området. Aktiviteterna genomförs fortlöpande under de stegvisa entreprenaderna och omfattar också kontroll och dokumentation av kvarlämnade föroreningar.

Avsaknad av kontroll och uppföljning i N3 leder till att möjligheten att styra åtgärderna minskar samt att underlag för utvärdering av måluppfyllelse kommer att saknas. Tillkommande kostnad för detta moment är ca 3 Mkr.

ANDRA ÖVERVÄGANDEN

In-situ sanering av PCE

PCE med nedbrytningsprodukter förekommer på större djup i grundvatten inom område 1/A och 2/B. Fri fas har påträffats i en brunn i anslutning till cellhallen. Föroreningsförekomsten kan medföra en miljö- och hälsorisk med nuvarande områdesutnyttjande, under saneringsarbetet och genom spridning av kvarlämnade föroreningar.

Risken för spridning av gas till byggnader kommer att elimineras genom planerade rivningar. PCE som påträffas i fri fas under rivnings- och markarbeten kommer att omhändertas. Säkerhetsåtgärder kommer att vidtas för att minimera de arbetsmiljörisker (hälsa, brand/explosion, luktolägenheter) som kan uppkomma vid tex. markarbeten på större djup.

Föroreningen bedöms i dagsläget inte utgöra en risk för recipienten. Analyserade ytvattenprover visar halter som väsentligt underskrider kriterier för skydd av akvatiskt liv. Den stora föroreningsmängden medför dock att spridning till recipienten kommer att ske under lång tid. Förekomst av PCEs nedbrytningsprodukter visar att en naturlig nedbrytning sker, vilket successivt kommer att minska källtermen. Risken för hälsofarlig exponering av gasformiga föroreningar vid framtida vistelse inom området bedöms som liten. Vidare har möjligheten för ökad framtida spridning av dioxiner genom förekomst av PCE i grundvatten utretts genom provtagningar inom området och lakförsök. Det finns i dagsläget inget samband mellan uppmätta halter av PCE och dioxiner i grundvatten.

In situ åtgärder, tex. ”pump and treat” och vacumextraktion, har övervägts för att reducera källtermen. Tekniska svårigheter och osäkerheter i reningseffektivitet, bla. relaterade till föroreningsdjuputbredning och områdets heterogenitet, i kombination med bedömningen av nuvarande och framtida miljö- och risker och en pågående naturlig nedbrytning, medför att inga ytterligare åtgärder föreslås för reduktion av PCE-källan.

Metaller och PAH

Förhöjda halter av tungmetaller (bla. bly, koppar, zink) samt PAH föroreningar har påträffats i jord och grundvatten inom områden där koncentrationerna av kvicksilver och dioxiner är höga. Dessa föroreningar bedöms inte dimensionerande för åtgärder. Redovisade åtgärdsalternativ innebär minskad exponering, spridning och reduktion i föroreningsmängd även av dessa ämnen.

Övervägande avseende åtgärder i Bengtsbrohöljen

Föroreningshalterna i Bengtsbrohöljens sediment är höga i relation till bakgrundshalter och effektbaserade nivåer. Baserat på följande har efterbehandlingsåtgärder i sjön inte bedömts motiverade i relation till insatser inom landområdet:

- Föroreningsmängderna i sjön (ca 150 kg kvicksilver och 6 g dioxin) är väsentligt mindre än inom landområdet samt fördelade på en större yta. Detta medför en högre kostnad per reducerad mängd förorening jämfört med åtgärder inom landområdet.
- Ytliga sediment har lägre föroreningshalt, vilket tyder på en långsam förbättring av bottenförhållandena.

- I delar av närområdet (området runt ångbåtsbryggan), där föroreningshalterna i sediment är högre, indikerar datering och analyser att sedimenten är relativt opåverkade av erosion och omblandningsprocesser och att en överlagring genom nysedimentation sker.
- Miljöstörande effekter har noterats på subcellulär- och individnivå, men det akvatiska systemets struktur bedöms inte avvika från jämförbara sjöar med väsentligt lägre föroreningshalter. Sannolikt kan därmed även ekosystemets processer upprätthållas på en acceptabel nivå.
- Inflödet av kvicksilver och dioxiner från uppströmskällor är i samma storleksordning eller större än beräknad tillförsel till sjön från landområdet.
- Skillnaden mellan föroreningshalter in Bengtsbrohöljens in- och utlopp är små. Ett visst nettotillskott av kvicksilver och dioxiner beräknas ske vid vattnets passage genom sjön. Detta, i kombination med identifierade potentiella risker för större föroreningstillskott, motiverar åtgärder inom landområdet.

Belastning i andra områden pga. åtgärder

En reduktion av miljö- och hälsoriskerna inom och i anslutning till EKA-området ger ökad miljöbelastning inom andra områden. Uppgrävning av förorenade massor och val av deponeringsalternativ påverkar energiförbrukning, transportbehov och emissioner i anslutning till transporter samt hushållning med naturresurser. Generellt kan sägas att belastningen står i proportion till uppschaktningens omfattning. Alternativ 7, total uppschaktning av alla förorenade massor inom området, leder därmed till i särklass störst belastning utanför EKA-området. Därefter följer alternativ N4, N1, N2 och 6.

ENSKILDA OCH ALLMÄNNA INTRESSEN

Verksamhetsutövare

Planerade åtgärder medför att Trävaruhandeln inom område 1/A och 2/B inte kan fortsätta. Entreprenadarbetena kommer att påverka verksamheterna inom och i anslutning till EKA-området, närmast Brandt bil inom område 3A/E, F samt bussgaraget inom område 3B. Även transporter till och från fastigheterna söder om EKA-gatan berörs. Åtgärderna kommer att planeras så att störningar och olägenheter minimeras. Om sanering enligt alternativ 7 genomförs måste samtliga verksamheter inom åtgärdsområdet avetableras.

Representanter för pappersbruk nedströms Bengtsbrohöljen har uttryckt oro för att vattenarbeten kommer att leda till ökad grumlighet, vilket kan påverka processerna. I alternativ 3 – 7 ingår muddring och skyddsskärmar för att minska denna risk. Med alternativ N1 – N4 minskar denna risk då vattenarbeten (spont i strandkant inom område A, C och D) inte bedöms medföra menlig påverkan på enskilda och allmänna intressen.

Samråd – kommunikation med allmänheten

Vid informationsmöten och i samrådsprocessen har oro uttryckts över att åtgärden i sig medför risker för nedströms vattendrag, särskilt avseende fisk och fiske. Uppföljande undersökningar av föroreningshalter i fisk kommer att genomföras under och efter åtgärd.

Naturvårdsverket

I Tabell 4 görs en avstämning mellan Naturvårdsverkets principer för efterbehandling och föreslagna åtgärdsalternativ. Naturvårdsverket har även framfört önskemål om en 90 %-ig reduktion av kvicksilvermängden.

Tabell 4. Avstämning mellan Naturvårdsverkets principer för efterbehandling (kursiv stil) och åtgärdsalternativen
Åtgärden skall reducera den risk det förorenade området innebär till godtagbara nivåer på ett kostnadseffektivt sätt.

Under förutsättning att en 90 % reduktion av kvicksilvermängden ska uppnås, bedöms alternativ N2 vara mest kostnadseffektivt. Se avsnitt Ekonomi.

Skador som uppstår under genomförande får totalt sett inte bli större än de som orsakas av det förorenade området.

Skyddsåtgärder kommer att vidtas under entreprenaden för att förhindra spridning och exponering. Särskilda utredningar har genomförts för att säkerställa att åtgärden i sig inte kommer att leda till att läckaget av föroreningar från kvarlämnade föroreningar ökar och överstiger det nuvarande låga utläckaget.

Åtgärderna bör vara av engångskaraktär.

I alternativ 7 elimineras föroreningskällan. Kombinationer av beständiga horisontella och vertikala barriärer samt varierande grad av permanent föroreningsreduktion ingår i övriga alternativ för att säkerställa att oacceptabel spridning och exponering inte sker över tid.

Åtgärderna skall inte annat än övergångsvis kräva underhåll och skötsel efter avslutad åtgärd.

Långsiktig övervakning av barriärernas funktion och uppfyllelse av åtgärds mål föreslås i samtliga alternativ utom N3 och 7.

Åtgärderna skall genomföras så att delar av området som sanerats inte återförorenas av delar där sanering inte ännu genomförts.

Risk för kontamination av åtgärdade områden på nivåer över områdets högsta grundvattenyta är liten. I alternativ 6, N2 och N4 kan påförda rena massor på större djup förorenas av grundvatten. Föroreningar kommer att ansamlas i filter i strandzonen.

Efterbehandling bör genomföras innan spridning av föroreningar orsakar än mer kostsamma åtgärder och akuta situationer uppstår.

I dagsläget är spridningen av kvicksilver och dioxiner från området låg. Potentiella skadehändelser, tex. ökad erosion till följd av ökade flöden i ytvattensystem bedöms vara den största risken för större utsläpp från EKA-området. Fortsatt eller ökad spridning till recipienten kan medföra att åtgärdsområdet och därmed kostnaderna ökar. Detta motiverar åtgärder i dagsläget.

Bästa tillgängliga teknik skall användas om det inte medför orimliga kostnader. Energisnål teknik bör väljas så långt möjligt.

Åtgärdsalternativen innehåller till största del kända och beprövade tekniker, vilket medför minskad osäkerhet med hänsyn till de risker som finns under entreprenaderna. Alternativ 3 – 6 innehåller upptagning av sediment med frysmuddring som ett diskuterat alternativ. Metoden som är ny, kräver relativt mycket energi, men underlättar avvattnings genom att sedimentens torrsubstanshalt blir högre. Alternativ som innebär uppschaktning av förorenade massor kommer att medföra transporter för deponering på annan ort.

Ytterligare saneringar får inte omöjliggöras om föroreningar lämnas kvar t ex genom att bostadsbebyggelse uppförs.

Kvarlämnade föroreningar kommer, med undantag av ev. föroreningar under befintliga byggnader inom område E, F/3A, att vara åtkomliga.

Efterbehandlingsåtgärder ska genomföras så att den planerade framtida markanvändningen begränsas så lite som möjligt.

Åtgärdsalternativ 7, total sanering, kommer medföra att området i framtiden kan utnyttjas helt utan restriktioner. I övriga alternativ kommer markanvändningen att vara begränsad till parkområde och lättare industri och handel, vilket är i enlighet med gällande detaljplan.

Åtgärder ska väljas så att intrånget i andra intressen blir så litet som möjligt, t ex avseende kulturminnesvärden.

De industri- och kulturhistoriskt intressanta industribyggnaderna inom EKA-området kommer att rivas. En detaljerad kulturhistorisk dokumentation av område och byggnader har genomförts. Åtgärderna förutsätter att trävaruhandeln inom område A och B avvecklas inom området. En totalsanering av området enligt alternativ 7 medför att nuvarande verksamheter (bilhandel) inom område C och D måste avetableras inom området

SAMMANVÄGD VÄRDERING

Sammanfattningsvis kan konstateras att alternativ 1 och 2 inte uppfyller kommunens åtgärds mål. Nivå 3 – 7, liksom N1 - N4, bedöms uppfylla samtliga åtgärds mål avseende hälsorisker och spridning av föroreningar i dagsläget samt reducerar risken för potentiella skadehändelser. Alternativen skiljer sig huvudsakligen åt avseende hydrogeologiska överväganden, barriärutformning samt graden av källtermsreduktion. Alternativ 6, 7, N1, N2 och N4 bedöms ge en kvicksilverreduktion som överskrider 90 %.

Urgrävning av föroreningar, med extern deponering, leder i alternativen till olika grad av permanent reduktion av föroreningskällan. Med minskad källterm följer också minskad risk för potentiella skadehändelser. Med undantag för alternativ 7, total urschaktning av förorenade massor, kommer föroreningar att kvarlämnas inom området. Spridningen från dessa föroreningar påverkas av kvarvarande mängder och koncentrationer, men också av vilka hydrologiska och biogeokemiska förhållanden som åtgärderna resulterar i. Under gynnsamma betingelser, som i dagsläget, kan utläckaget från jordmassor med höga föroreningskoncentrationer vara lågt. På motsvarande sätt kan utläckaget under ogynnsamma förhållanden men lägre koncentrationer och mindre mängder vara högt eller öka jämfört med dagsläget.

De fördjupade utredningarna har visat att lägre grundvattenflöde, i kombination med sänkt högsta grundvattennivå, minskade nivåfluktuationer och filter i strandkant leder till mindre risk för utläckage av kvarvarande föroreningar. Alternativ N1 – N4 tillgodoses i huvudsak de tre sistnämnda aspekterna. Avsaknad av kontroll och uppföljning i N3 leder dock till att möjligheten att styra åtgärderna minskar samt att underlag för utvärdering av måluppfyllelse kommer att saknas. Kombinationen av vertikala och horisontella barriärer i alternativ 3 – 6 leder till en konstant grundvattennivå några decimeter högre än i dagsläget. En ökad möjlig kontaktyta mellan grundvatten och föroreningar i dessa alternativ medför risk för ökad rörlighet av föroreningar och metylering. Avseende fluktuationer och filterfunktion bedöms alternativ 3 – 6, N1 – N4 likvärdiga.

Under förutsättning att en 90 % reduktion av kvicksilvermängden ska uppnås, medför detta att alternativ 7, N1, N2 och N4 bäst svarar mot kommunens och Naturvårdsverkets åtgärds mål.

EKONOMISKA ASPEKTER

KOSTNADSPOSTER

En sammanställning av projektkostnader redovisas i Bilaga 4. För samtliga redovisade alternativ ingår kostnader för huvudaktiviteterna projektledning, projektering, miljökontroll, tillstånd, byggledning och kontroll, entreprenader, utredningar och kunskapsuppbyggnad.

Generellt gäller att huvudmannens kostnader för ledning, styrning, organisering, upphandling, projektering, kontroll och uppföljning är i samma storleksordning för alla studerade alternativ. Den signifikanta skillnaden mellan alternativen är entreprenadens omfattning och kostnader.

I efterföljande stycken kommenteras genomförda beräknade projektkostnader för alternativen N3, 3a, 3b, 6, N1, N2, och N4. Ordningsföljden grundas på beräknade projektkostnader, som är lägst för N3 och högst för N4.

N3

Beräknad kostnad för alternativet är 120 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnad är 105 – 126 Mkr. Nedan kommenteras de kostnadsposter som skiljer mellan alternativen.

Entreprenad: skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är främst omfattningen av urgrävning (ca 35 % reduktion av källterm). Entreprenadens omfattning har rationaliserats jämfört med alternativ 3 - 6. I alternativ N1 - N4 anläggs filter och erosionskydd innanför spont för att minska behovet av återfyllningsmassor. Muddring och anläggande av skyddsskärm utgår således. Sponten ersätts med slitsmur med filter utanför område E och med filter utanför södra området.

Byggledning och kontroll: kostnaden för byggledning är något lägre i detta alternativ pga. att urgrävningen är mindre omfattande och att muddring av sediment utgår. Entreprenaden kan genomföras på kortare tid vilket gör att personalen på arbetsplatsen inte behövs i samma omfattning som för de andra alternativen. I alternativet ingår inte kostnader för verifiering och kontroll av kvarlämnade massor eller egenkontroll av uppschaktade massor. Om sådan kontroll ska genomföras ökar projektkalkylen med minst 0,7 Mkr.

Miljökontroll: kostnaden för miljökontroll är någon lägre för N3 jämfört med de andra alternativen eftersom saneringen är mindre omfattande och kräver något mindre kontroll.

Kunskapsuppbyggnad: till skillnad från övriga alternativ ingår endast kostnad för slutrapport i detta alternativ. I övriga alternativ ingår kostnader för erfarenhetsrapport och slutrapport.

Utredningar - kvalitetssäkring: projektet har haft som mål att genom stegvis uppföljning av genomförda åtgärderna verifiera att åtgärder som projektet planerar har avsedd effekt och leder till stabila geohydrologiska och biokemiska förhållanden i området. Programmet för uppföljning omfattar fältobservationer, modellering, lakförsök, geohydrologiska studier och riskanalys av biokemiska risker med de planerade efterbehandlingsåtgärderna och syftar främst till att ta fram underlag för design och dimensionering av barriärer men även att kontrollera att åtgärder som utförts får önskad effekt och uppfyller projektets uppsatta övergripande och detaljerade åtgärds mål.

I alternativ N3 är inte programmet lika omfattande då utgrävningen är förutbestämd till att omfatta 0,5 meter inom område A, B, C och E och 1 meter inom område F samt urgrävning för filter och erosionskydd vid strandlinjen för område A och C (Tabell 2).

Alternativ 3a, 3b

Beräknad kostnad för alternativet är 126 respektive 128 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnaden är 108 – 131 Mkr. Den högre kostnaden för 3b härrör från installation av slitsmur mot Bengtsbrohöljen inom område A – E.

Entreprenad: skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning. Erosionskydd anläggs utanför spont vilket minskar kostnad för omhändertagande men förutsätter muddring och skyddsskärm. I alternativet ingår spontning längs med kraftverkskanalen och utmed strandlinjen för område A - E och södra området.

Alternativ 4, 5

Beräknad kostnad för alternativet är 142 respektive 144 Mkr. Den högre kostnaden för 5 härrör från installation av slitsmur mot Bengtsbrohöljen inom område A – E.

Entreprenad: skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning. Spontning, filterfyllning, erosions skydd enligt alternativ 3a, 3b.

Alternativ 6 Miljödomstolen

Beräknad kostnad för alternativet är 154 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnaden är 131 – 161 Mkr. Alternativ 6 inkluderar installation av slitsmur mot Bengtsbrohöljen inom område A – E.

Entreprenad: skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning. Spontning, filterfyllning, erosions skydd enligt alternativ 3a, 3b.

N1

Beräknad kostnad för alternativet är 158 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnaden är 134 – 167 Mkr. Skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning samt skillnader som nämnts i samband med beskrivning av alternativ N3.

N2

Beräknad kostnad för alternativet är 154 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnaden är 130 – 162 Mkr. Skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning samt skillnader som nämnts i samband med beskrivning av alternativ N3.

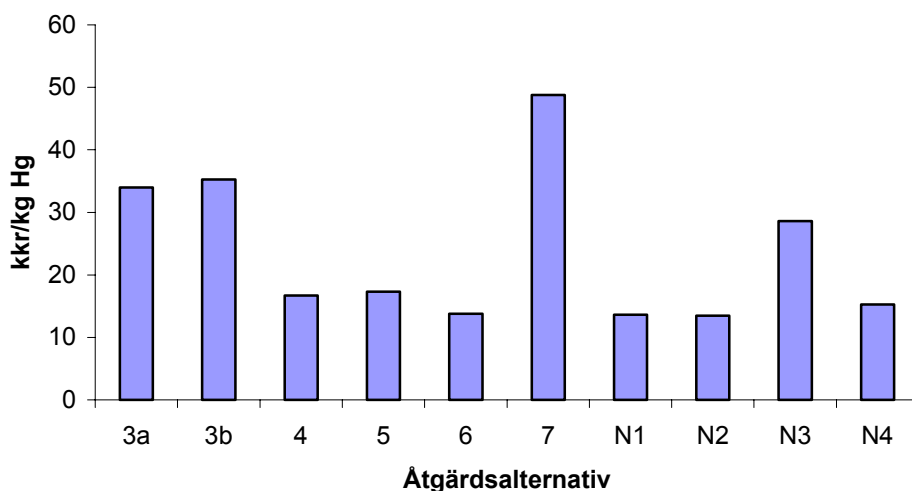
N4

Beräknad kostnad för alternativet är 180 Mkr och beräknat osäkerhetsintervall för lägsta och högsta projektkostnaden är 152 – 191 Mkr. Skillnaden i entreprenadkostnad mot övriga alternativ är omfattningen av urgrävning samt skillnader som nämnts i samband med beskrivning av alternativ N3.

Åtgärds mål och kostnadseffektivitet

Kostnaden för de åtgärdsalternativ (7, N1, N2 och N4) som bedöms tillgodose kommunens åtgärds mål varierar mellan ca 155 och 600 Mkr. Dessa alternativ leder också till en 90 % reduktion av föroreningskällan. Alternativ N3 bedöms kunna uppfylla kommunens åtgärds målen om kontroll, uppföljnings och kvalitetssäkringsaktiviteter adderas. Tillkommande kostnad för detta uppgår till ca 3 Mkr.

Som jämförelse mellan alternativen har kostnad per reducerat kg kvicksilver beräknats (Figur 4). Om den totala kostnaden för åtgärd inte är styrande, uppnås den största kostnadseffektiviteten, uttryckt som kostnad per reducerad mängd kvicksilver, i åtgärdsalternativ N2. I jämförelse med N2 (13 kkr/kg) uppgår marginalkostnaden för ökad reduktion av kvicksilver i alternativ N1 (100 kg) och N4 (300 kg) till ca. 30 respektive 80 kkr/kg.



Figur 4. Kostnad per reducerat kg kvicksilver inom EKA-området. Enhet kkr/kg.

SLUTSATS

Värderingar av miljö- och hälsorisker, tekniska aspekter och kostnader visar att av ovan redovisade alternativ uppfyller alternativ N2 Bengtsfors kommuns och Naturvårdsverkets åtgärds mål med störst kostnadseffektivitet. Om den totala kostnaden är styrande för åtgärdens omfattning, kan viss minskad uppgrävning av föroreningskällan rymmas inom ramen för Bengtsfors kommuns åtgärds mål.

DETALJERADE ÅTGÄRDSMÅL

Kommunens målsättning är att långsiktigt och hållbart minska befintliga och potentiella miljö- och hälsorisker relaterade till EKA-området. Baserat på ovan slutsatser och en 90 % reduktion av kvicksilvermängden föreslås följande mätbara åtgärds mål:

SKYDD AV MÄNNISKORS HÄLSA

Området ska utnyttjas som parkområde och för lättare industriändamål. För skydd av människors hälsa ska normal vistelse i området inte innebära hälsofarlig exponering för föroreningar. Detta uppnås genom:

- Rivning av förorenade byggnader.
- Reduktion av kvicksilvermängden inom området med minst 90 %.
- Anläggandet av horisontella barriärer.
- Reglering av markanvändning genom administrativa åtgärder via detaljplan.

SKYDD AV OMGIVANDE MILJÖ

Nuvarande och framtida spridning till Bengtsbrohöljen och vattensystemet nedströms ska reduceras, liksom risken för framtida skadehändelser. Åtgärderna i sig ska inte leda till långsiktigt ökade risker för föroreningsspridning. Detta uppnås genom:

- Rivning av förorenade byggnader.
- Erosion av föroreningar i strandlinjen förhindras genom uppschaktning av strandnära föroreningar och anläggandet av filter med erosionskydd.
- Reduktion av kvicksilvermängden inom området med minst 90 %.
- Risken för spridning av föroreningar från kvarvarande föroreningar minskar genom att dagens grundvatten och biogeokemiska förhållanden bibehållas eller förbättras. Detta uppnås genom att
 - Filter anläggs i strandlinjen.
 - Den högsta grundvattennivån inom området ska inte öka jämfört med nuvarande.

ÅTGÄRDSKRAV

Åtgärdskraven kommer att preciseras inom ramen för projekteringen av åtgärder. Principiella beskrivningar av vilka åtgärder som planeras, hur och vilka massor som ska åtgärdas samt behandling och deponering finns Projektrapport 1 och Bilaga 1.

Kompletteringar av ansökan om tillstånd till efterbehandlingsåtgärder på EKA-området i Bengtsfors mm

Fråga A avseende efterbehandlingsstrategin

Datum: 2005-01-28

Mål nr: M 3015-04

Utförd av: Karsten Håkansson & Jan Sundberg, Geo Innova AB, Olof Regnell & Niklas Törneman, Ekologiska Institutionen, Lunds Universitet

Sammanfattning

EKA-området i Bengtsfors är kraftigt kvicksilverkontaminerat. Lakförsök med de kontaminerade massorna från området har påvisat ett tydligt positivt samband mellan kvicksilverhalt i fastfasen och utlakad mängd kvicksilver. Genom att kraftigt reducera mängden kvicksilverföroreningar (med c:a 95%) minskar således risken för stora framtida läckage av kvicksilver. Avlägsnandet av kontaminerade massor minskar även risken för framtida spridning av andra miljögifter, av vilka dioxin har hög prioritet.

Utläckaget av kvicksilver från området med grundvatten till Bengtsbrohöljen är i dagsläget av samma storleksordning som den mängd kvicksilver som kommer in med vatten från Lelången via kraftverkskanalen. Utläckaget av dioxin är däremot minimalt på grund av detta ämnes begränsade rörlighet i mark. Det är därför i synnerhet erosion av strandnära områden som utgör störst risk för spridning. Även för kvicksilver utgör erosion vid kraftiga flöden den största spridningsrisken. Det är därför av stor vikt att sanera de högkontaminerade strandnära områdena. Man bör emellertid även sanera högkontaminerade ovanliggande områden, eftersom läckage av kvicksilver från dessa områden leder till transport av kvicksilver ner mot strandregionen.

För att långsiktigt och hållbart minska miljö- och hälsoriskerna på EKA-området är det också viktigt att ta hänsyn till risken för metylering av det kvicksilver som kommer att ligga kvar inom området. Risk föreligger att förändringar i mark- och grundvattenförhållanden, till följd av åtgärdsarbeten inom området, leder till ökad kvicksilvermetylering. Denna risk kan minskas genom att motverka vattenflöde genom kontaminerade massor, samt genom att skapa förhållanden som bidrar till att hålla grundvattenytan så konstant som möjligt. Effektiviteten i tätande och vattenavledande åtgärder bör avpassas så att de geohydrologiska och geokemiska förhållandena bibehålls eller förbättras gentemot dagens situation.

Viktigt i sammanhanget är att en metylkvicksilverkoncentration på 100 ng Hg/L (10 ggr högre koncentration än den hittills högst uppmätta i grundvattnet på området) vid nuvarande grundvattenutflöde skulle orsaka ett utflöde av metylkvicksilver per tidsen-

het som är mindre än 10 % av den metylkvicksilvermängd som kommer in i Bengtsbrohöljen med vattnet från Lelången. En höjning av metylkvicksilverhalterna i grundvattnet med en faktor 10 skulle således fortfarande vara ett jämförelsevis marginellt problem. En så stor höjning är dessutom osannolik med tanke på att en metylkvicksilverkoncentration på 100 ng Hg/L är extremt hög även för högkontaminerade miljöer.

Den största risken med kvicksilvret på EKA-området under nuvarande förhållanden är att detta kvicksilver i stor omfattning sprids till det intilliggande vattensystemet och i detta undergår metylering. I jämförelse med denna risk är risken förknippad med kvicksilvermetylering inom EKA-området liten. Eftersom risken för spridning av kvicksilver från området rimligen minskar avsevärt om mer än 90 % av kvicksilvret avlägsnas, görs bedömningen att ett genomförande av planerade åtgärder leder till väsentlig reduktion av risken för förhöjda metylkvicksilverhalter i Bengtsbrohöljen och nedanliggande sjöar och vattendrag. Samtidigt minskas risken för spridning av andra miljöfarliga ämnen som dioxin.

Förhållandevis stor risk för spridning av föroreningar och kvicksilvermetylering föreligger under rivnings- och schaktningsarbetena. En spontning av strandsträckan runt EKA-tomten där strandnära urgrävning av förorenad jord sker, samt beredskap för omhändertagande av förorenat vatten förhindrar sådan spridning.

Ett minskat vattenflöde genom området åstadkoms i huvudsak genom en ovanförliggande tätning och dränering

När schaktningsarbetena avslutats anläggs erosionskydd och sandfilter längs strandlinjen. Längs de södra delarna av området planeras dessutom ett sorptionsfilter.

Åtgärds mål

Projektets åtgärds mål är att långsiktigt och hållbart minska befintliga och potentiella miljö- och hälsorisker relaterade till EKA-området. Området skall kunna utnyttjas för rekreation och lättare industriändamål. För skydd av människors hälsa ska normal vistelse i området inte innebära någon hälsofarlig exponering för föroreningar i mark. Nuvarande och framtida spridning till Bengtsbrohöljen och vattensystemet nedströms ska reduceras. Åtgärderna i sig skall inte leda till ökade risker för föroreningsspridning. Vidare skall mängden kvicksilver inom området minskas med minst 90 %.

Föroreningars mobilitet

Kvicksilvers mobilitet

Kvicksilver i elementär form och lättlösliga kvicksilveroxider kan förorsaka mycket höga kvicksilverhalter i vatten. Enbart kvicksilverångans löslighet i vatten kan ge upphov till så höga halter som 10 – 100 µg Hg/l. Detta kan jämföras med de naturliga halterna i sjövattnet och grundvattnet som ligger kring eller under 1 ng Hg/l.

Kvicksilver i naturliga jordar och sediment är emellertid normalt hårt bundet till organiskt material. Detta gäller både i den fasta fasen och i porvattnet. I porvattnet är kvicksilvret bundet till lösta och kolloidala organiska föreningar. Detta innebär till skillnad från många andra så kallade tungmetaller att läckaget av kvicksilver från naturliga jordar och sediment inte ökar vid försurning. Ett högt pH (över 7) kan dock leda till desorption av de organiska ämnen till vilka kvicksilvret är bundet.

Tillförsel av starka komplexbildare, i synnerhet av löst organiskt material, borde i princip kunna leda till desorption av kvicksilver från den fasta fasen, men i praktiken sker detta i ringa grad i normalfallet då i stort sett allt kvicksilver är hårt bundet till organiskt material och därmed reagerar trögt. Däremot kan tillförsel av organiskt material genom att stimulera den *mikrobiella aktiviteten* öka mineraliseringen av den fasta fasen och därigenom leda till frisättning av kvicksilver. Även tillförsel av näringsämnen, höjd temperatur och ökad vattenhalt stimulerar den mikrobiella aktiviteten.

Den anaeroba processen sulfatreduktion borde enligt läroboken minska lösligheten genom bildning av fast kvicksilversulfid. Tvärtom visar det sig i praktiken att halten av löst eller kolloidalt kvicksilver ökar när sulfid uppträder. Detta beror troligen främst på att sulfidbildning leder till att järn- och manganoxider upplöses och därmed avger sorberat organiskt material till vilket kvicksilver är bundet. Bindningen till de desorberade organiska föreningarna är så stark att den förhindrar att kvicksilver fälls av sulfiden. Ytterligare en orsak kan vara att kvicksilvermetyleringen är kopplad till sulfatreduktion och att kvicksilver, när det metylerats, avges från den fasta fasen som lösligt metylkvicksilversulfid.

Metyleringen av kvicksilver är beroende av mikrobiell aktivitet. I synnerhet när hög mikrobiell aktivitet leder till sulfatreducerande förhållanden kan kvicksilvermetyleringen öka dramatiskt. Metylering är en mycket viktig faktor att ta hänsyn till eftersom både upptag av kvicksilver i organismer och dess rörlighet i mark ökar väsentligt vid metylering. Växlingen mellan sulfatreducerande förhållanden och aeroba förhållanden är idealiska för kvicksilvermetylering. Detta har att göra med att sulfatreducerande bakterier är beroende av näringsämnen (enkla organiska molekyler) och elektronacceptorn sulfat. Utan extern tillförsel eller återföring av dessa ämnen under aeroba förhållanden avstannar sulfatreduktionen. En syretillförsel kan därför paradoxalt nog stimulera den anaeroba processen sulfatreduktion, under förutsättning att anaeroba förhållanden uppstår på nytt. Således leder en ökad mikrobiell aktivitet till en ökad frisättning och metylering av kvicksilver, särskilt när förhållanden blir tillräckligt reducerande för sulfatreduktion. När detta sker kan den totala kvicksilverhalten i vattnet kan öka med en faktor 2 – 10 medan metylkvicksilverhalten kan öka med en faktor 10 – 100. Sjunkande syrehalter och sulfathalter samt stigande halter av löst organiskt kol (DOC), järn, mangan och sulfid indikerar att förhållanden uppstått som leder till frisättning och metylering av Hg.

Produktionen av metylkvicksilver är nettoeffekten av metylering och demetylering av kvicksilver. Uppbyggnad av mycket höga metylkvicksilverhalter (högre än 10 ng Hg/l) förhindras i allmänhet av att demetyleringen absolut sett ökar med ökad mängd metylkvicksilver. I starkt kvicksilver kontaminerade miljöer är koncentration av substratet för metylering mycket hög, d. v. s. av oorganiskt Hg. Detta kan leda till att signifikanta mängder metylkvicksilver bildas även under förhållanden som inte medger hög metyleringshastighet. En bidragande orsak kan vara att sådana förhållanden samtidigt missgynnar demetyleringen. Troligen bildas metylkvicksilver abiotiskt under sådana förhållanden. Metylkvicksilver bryts ner fotokemiskt i vatten, men i jord bryts metylkvicksilver ner huvudsakligen mikrobiellt. Man har anledning att misstänka att en stor del av metylkvicksilveret på EKA-området bildas abiotiskt. Vidare har man anledning att misstänka att den abiotiska metyleringen gynnas av att kvicksilverföreningarna vatten-dränks, vilket för övrigt gäller även mikrobiellt betingad metylering. När det gäller den senare är dessutom fluktuerande vattennivåer ytterligare en riskfaktor, eftersom detta

leder till växelvis aeroba och anaeroba förhållanden. Vattennivåer i marken påverkar således i hög grad metyleringen av kvicksilver.

Mobilitet av dioxin och PCE

Dioxin har alltid mycket låg vattenlöslighet och transporteras till största delen med partiklar. En viss andel av dioxinet är mer vattenlösligt och dess transport kan också underlättas av löst organiskt kol (DOC). PCE i grundvatten har en viss potential att öka utlakningen av dioxin från den fasta fasen. Sorptionsjämvikten av dioxin mellan fast och löst fas tar lång tid vilket innebär att ökade uppehållstider kan ge upphov till högre koncentrationer av dioxin i grundvatten.

Styrande parametrar för emissioner

Styrande parametrar för föroreningars utlakning bedöms främst vara följande:

Kvicksilver

1. När stora mängder elementärt kvicksilver (Hg^0) kommer i kontakt med markvatten kan detta resultera i mycket höga kvicksilverhalter i markvattnet. Dessutom är fastläggningen av elementärt kvicksilver i mark låg varför betydande uttransport av kvicksilver kan ske.
2. Höga vattenflöden innebär ökat flux av alla föroreningar. Dessutom ökar sannolikt mängden av partikulärt transporterade föroreningar.
3. Höjda vattennivåer innebär att markvattnet kommer i kontakt med större kvicksilvermängder. Den mikrobiella aktiviteten i marken stimuleras och ökar därmed risken för frisättning och metylering av kvicksilver. Även temperaturen är härvid en viktig faktor.
4. Tillförseln av näringsämnen som stimulerar den mikrobiella aktiviteten ökar risken för frisättning och metylering av kvicksilver.
5. Hög mikrobiell aktivitet under begränsad syretillförsel kan leda till sulfatreduktion, vilket är den mikrobiella process som kan sättas i samband med både hög metylering och hög frisättning av kvicksilver. Förutsättningen för sulfatreduktion minskas emellertid med tiden om de ämnen som sulfatreduktionen är beroende av inte ersätts. Tillförsel kan ske genom extern tillförsel eller genom att det sker växlingar mellan aeroba och anaeroba förhållanden. Växlingar kan orsakas av fluktuerande grundvattennivåer och temperaturväxlingar.

Dioxin

1. Dioxin kan binda till DOC vilket ökar dioxinets vattenlöslighet som trots detta alltid är mycket låg.
2. Ökad uppehållstid vid minskade grundvattenflöden ökar sannolikt koncentrationen av dioxin i grundvatten. Totalmängden utlakad dioxin bör dock inte öka i motsvarande eftersom minskade flöden också ger mindre volym grundvatten.

3. Varierande grundvattennivåer kan öka dioxinutlakning från ytliga fyllnadsmassor. Suspenderade partiklar kan öka transporten av dioxiner som är sorberade till det fasta materialet och samtidigt öka desorptionen av dioxin till grundvatten

Vatten som styrande parameter

Vatten har, som framgår ovan, en avgörande roll för de biogeokemiska förhållandena i marken. Fluktuerande grundvattennivåer ger upphov till växelvis aeroba och anaeroba förhållanden, d.v.s. förhållanden som är optimala för metylering av kvicksilver och som kan öka dioxinutlakningen. Konstant hög grundvattennivå medför att tidigare ej utlakade kvicksilver- och dioxininnehållande skikt i jorden ökar utläckaget av dessa ämnen. Dessutom ökar den mikrobiella aktiviteten i dessa skikt med följden att mobilisering och metylering av kvicksilver ökar. Även mobilisering av dioxiner ökar. Nya flödesvägar, horisontellt eller vertikalt, kan påverka utlakningen av dioxin och kvicksilver direkt eller som en följd av ökad DOC-halt i vattnet eller av att halten av andra ämnen (PCE) som påverkar mobiliseringen av kvicksilver och dioxin ökar.

Värdering av styrande parametrar för EKA-området

Förekomst av elementärt kvicksilver i jorden innebär en risk för höga kvicksilverhalter i markvatten och därmed hög transport från området. På EKA-området föreligger kvicksilvret troligen i betydande utsträckning som elementärt kvicksilver. Både sekventiella lakningstest och andra lakförsök (tunnförsök) med material från området tyder på detta. Ett borttagande av stora delar av källtermen kommer att minska transporten av kvicksilver och även av dioxin.

Uttransporten av föroreningar minskar av direkt fysikaliska skäl till följd av ett lägre vattenflöde. Därför bör vattenflödet begränsas. Viktigt är också att tillförseln av näringsämnen som kan stimulera den mikrobiella aktiviteten då minskar.

Dioxin har alltid mycket låg vattenlöslighet och transporteras till största delen med partiklar vilket också lakförsök med material från EKA området visat. En viss andel av dioxinet är relativt sett mer vattenlösligt (men har ändå i absoluta mått en mycket låg vattenlöslighet) och dess transport kan också underlättas av löst organiskt kol (DOC). Mängden DOC-transporterat dioxin kan reduceras dels genom att minska inflödet av grundvatten och DOC-rikt ytvatten från Lelången och dels genom att ta bort de fyllnadsmassor på EKA området som är rika på organiskt kol.

De genomförda lakförsöken visade att det finns en potential för en initial dioxinutlakning i ytliga fyllnadsmassor. En sådan dioxinutlakning kan förhindras genom att ta bort källtermen och genom att undvika hög och fluktuerande grundvattenyta i förorenade massor.

Fluktuerande grundvattennivåer bedöms kunna öka metyleringen av kvicksilver. Om grundvattnet tillåts fluktuera endast i material som är fritt från kvicksilver kan denna risk elimineras. Utformningen av tätande och vattenavledande åtgärder skall emellertid i första hand utformas så att transporten av kvicksilver från området minskar och i andra hand så att en helt stabil grundvattennivå upprätthålls, eftersom data från grundvatten och från ytvatten visar en lägre metylering inom området än i Bengtsbrohöljen. Generellt visar data från EKA-området att metyleringen inom området är låg. Risken för metylering inom området bör ändå beaktas vid utformning av åtgärder.

Halterna av kvicksilver och dioxin i filtrerade respektive ofiltrerade prover från grundvatten och i tunn försök skiljer sig tydligt åt, vilket indikerar att framtida begränsningar av partikeltransporten kommer att ha betydelse. Anläggning av sorptionsfilter kommer att reducera utflöde även av lösta föroreningar

De olika styrande parametrarna påverkar huvudföroreningarna dioxin, kvicksilver och PCE i varierande grad men bedöms verka i samma riktning för de olika ämnena.

Sammanfattningsvis bör åtgärderna på EKA-området ha som delmål att minska grundvattenflödet, undvika hög grundvattennivå och att minska nivåfluktuationerna i förorenade massor.

Efterbehandlingsstrategi

Med den nedan valda strategin för efterbehandling uppnås både att stora delar av källtermen avlägsnas och att förhållanden skapas som kraftigt minskar risken för att kvarvarande föroreningar skall frisättas och läcka ut i Bengtsbrohöljen.

Huvuddragen i efterbehandlingsstrategin kan sammanfattas enligt följande:

- Bortschaktning av de mest kvicksilverförorenade massorna så att minst 90 % av kvicksilvret schaktas bort samt större delen av de dioxinhaltiga massorna.
- Begränsad omfattning av kontaminerade massor som kan påverkas av varierande grundvattennivåer.
- Minskad vattentillförsel och styrd grundvattennivå genom tätande och vattenavledande åtgärder.
- Motverkad föroreningstransport från området genom att ett filter anläggs på nedströmssidan samt att ett erosionskydd anläggs mot strandkanten.
- Motverkad direktexponering av människor och miljö genom utskiftning av ytliga förorenade massor.

Över stora delar av området kommer bortschaktning av massor att ske. Schaktningen kommer att utföras så att åtgärds målet avseende 90 % reduktion uppfylls, och dessutom så att fluktuationer i grundvattennivåer så långt som möjligt helt undviks eller minskas i kvarvarande kontaminerat material. Effektiviteten i tätande och vattenavledande åtgärder skall därför avpassas så att de geohydrologiska och geokemiska förhållandena bibehålls eller förbättras gentemot dagens situation. Detta kan innebära att tätningars effektivitet avpassas så att grundvattennivån bibehålls på tillräcklig nivå så att grundvattennivåvariationer undviks i kvarvarande kontaminerat material och i rena utskiftade massor. Prognos- och uppföljningsarbete avseende geohydrologi och geokemi kommer att utföras under projektiden som ett underlag för hur önskade grundvattenförhållande skall åstadkommas.

2005-02-14

EKA-PROJEKTET, BENGTSFORS PM, Alternativa efterbehandlingsåtgärder

Av: Bo Carlsson, Göran Nilsson, Mikael Pyyny, Envipro Miljöteknik AB

Innehåll

- 1 Bakgrund
 - 2 Tidigare lagt förslag
 - 3 Nya förslag
 - 3.1 Alternativ 1 och åtgärder
 - 3.2 Alternativ 2
 - 3.3 Alternativ 3
 - 3.4 Alternativ 4
-

1 Bakgrund

Ett särskilt beaktande av biogeokemiska processer har skett i Eka-Projektet där syftet är att i kvarlämnade massor reducera riskerna för:

- ökad löslighet av kvicksilver
- ökad metylering av kvicksilver
- ökad löslighet av dioxin

Bland betydande riskfaktorer som identifierats utmärker sig främst tillförsel av lösta organiska föreningar (DOC) och näringsämnen som främjar mikrobiell aktivitet samt omväxlande aero- och anaeroba förhållanden. Slutsatsen är därför att vattenomsättningen och grundvattenfluktuationen i kvarvarande föroreningar i området bör vara så liten som möjligt.

Mot bakgrund av vad som sägs ovan har projektgruppen inom EKA-Projektet kommit fram till några alternativa förslag. I sammanhanget ska påminnas om kravet från Naturvårdsverket på omhändertagande av 90% av områdets kvicksilver, vilket styr omfattning och lokaliseringen av uppgrävningen.

Nedan beskrivs förslagen i grova drag. Endast de delar som i någon mån är olika i förslagen tas med (t.ex. tas inte rivning med). Observera att barriär mot Strömgatan och Ekagatan (inkl. utanförliggande dränering) förekommer i samtliga alternativ.

Av bifogade ritningar framgår områdesindelning och efterbehandlingsåtgärder i plan.

Envipro Miljöteknik AB

Huvudkontor:
Repslagaregatan 19 Tel 013-357270
582 22 Linköping Fax 013-357271

Avd. kontor:
Magasinsgatan 22 Tel 031-3397740
411 18 Göteborg Fax 031-3397741

Avd. kontor:
Rehngatan 20 Tel 08-54666600
Box 19090 Fax 08-54666780
104 32 Stockholm

2 Tidigare lagt förslag

Tidigare lagt förslag avser förslag som finns i ansökan med uppfyllande av 90%-kravet. Förslaget ger liten vattenomsättning och en konstant grundvattenyta på en nivå som ligger några decimeter över den medelnivå som finns idag. Muddring inkl. skyddsskärmar ingår.

Omhändertagande:

Cirka 30.000 ton förorenade massor.

Schakter

Område A: Schakt till ca +86,5 (ca 2,5 meter under grundvattenytan)

Område B: Schakt till ca +90,0 (ca 2 meter under mark/golvnivå)

Område C, D: Ingen schakt

Område E: Schakt generellt 0,5 meter under marknivå

Område F: Schakt 1,0 meter under marknivå (ytan bebyggs)

Övrigt: För kulvertering av ledningar, slitsmurar, dräneringar etc.

Fyllningar

Område A, B,

C, D: Tätning och fyllning läggs till formen av en kulle. Ytorna tätas som för deponi.

Område E: Ytan förses med fyllning för tung trafik och asfalteras.

Södra området: Fyllning och utjämning med 0,5 meter jord (i ansökan), men modifierad i diskussionen senare till 0,3 meter.

Vertikala

barriärer: Spont utmed kraftverkskanalen samt utmed Höljen till Ekagatan.
Slitsmurar runt området samt dränering mot Strömgatan.

3 Nya förslag

3.1 Alternativ 1 och åtgärder

Åtgärder som beskrivs nedan gäller för samtliga urgrävningsalternativ

Alternativ 1 innebär ta bort föroreningarna ned till lägsta grundvattenytan eller ned till vad som bedöms som ren jord i område A, B och C. Fyllning över denna nivå sker med rena massor.

Tätning görs med bentonitmatta på fyllningsmassor ovan Bengtsbrohöljens högsta normala fluktuationsnivå. Tätskiktets skyddstäckning kommer att minsta vara 1,5 m.

Den totala schaktmängden i alt 1 är ca 53.300 ton och motsvarar en borttagen kvicksilvermängd på ca 11,6 ton (95 % av totalmängden)

Område D och E betraktas ha liknande föroreningskaraktär. Schaktning sker där med 0,5 meters djup över hela ytan. Påträffade hot spots grävs ur och hålen fylls med rena massor. Område D förses med tätskikt av bentonitmatta som hindrar infiltration i underliggande massor. Över tätskiktet läggs dränerings- och täcksikt med en minsta skyddstäckning på 1,5 meter.

Område E förses med 0,5 meter rena fyllningsmassor och asfaltering (krav att bärighet finns för tung trafik på denna yta).

Området mellan Ekagatan och tomten Möbelsnickare kommer tillfälliga utjämningsmagasin att placeras. Efter avslutade åtgärder kommer använda fyllningsmassor för magasinerna att användas för terrassering och avjämning av området (mäktighet ca 0,3 m).

Spontning föreslås att utföras utmed kanalen och utanför område A, C och D. För område E installeras en slitsmur utmed strandkanten innan urgrävning sker. Det kan finnas problem med slitsmursinstallationen på grund av den blockiga fyllningen i detta område (vätska kan läcka ut mot Höljen under installationen), varför spont även utanför E kan bli aktuell. Frågan klarläggs i samband med att slitsmur respektive injekteringsmur installeras utmed Strömgatan respektive Ekagatan.

Avskärande dränering utförs utanför slits- och injekteringsmur mot Lelången, Strömgatan och Ekagatan. Avsikten är begränsa ökat inflöde till EKA-området och att begränsa grundvattennivå till ett högsta läge.

Ingen fyllning utanför spont förekommer, varför muddring och skyddsskärm utgår.

Partikelfilter (fraktion finsand) installeras utmed kanalen och utmed stranden i område A och C. Partikelfilter plus sorptionsfilter (prel. torv som sorbent) installeras utmed stranden i område D och E. Filtret i område E installeras ovan (från + 88,9 m till + 91,1 m) slitsmuren. Utmed södra området installeras partikelfilter genom grävning av smal slits i strandkanten. Partikelfiltret ska ge en hydraulisk tröghet inom området. Påverkan av vattenståndsväxlingar i Bengtsbrohöljen, med resulterande fluktuationer i grundvattennivåer, minskas därmed. Partikelfiltret ska också motverka infiltration av DOC från Bengtsbrohöljen samt utläckage av föroreningar ut till Sjön.

3.2 Alternativ 2

Alternativ 2 är utformat i princip som alternativ 1, dock sker inte nedschaktning till lägsta grundvattenyta på hela yta C utan endast mot kanalen och mot Höljen (Schakt sker även inom område D mot Höljen). Alternativ 2 innebär något mindre omhändertagande.

Den totala schaktmängden i alt 2 är ca 49.100 ton och motsvarar en borttagen kvicksilvermängd på ca 11,5 ton (95 % av totalmängden)

3.3 Alternativ 3

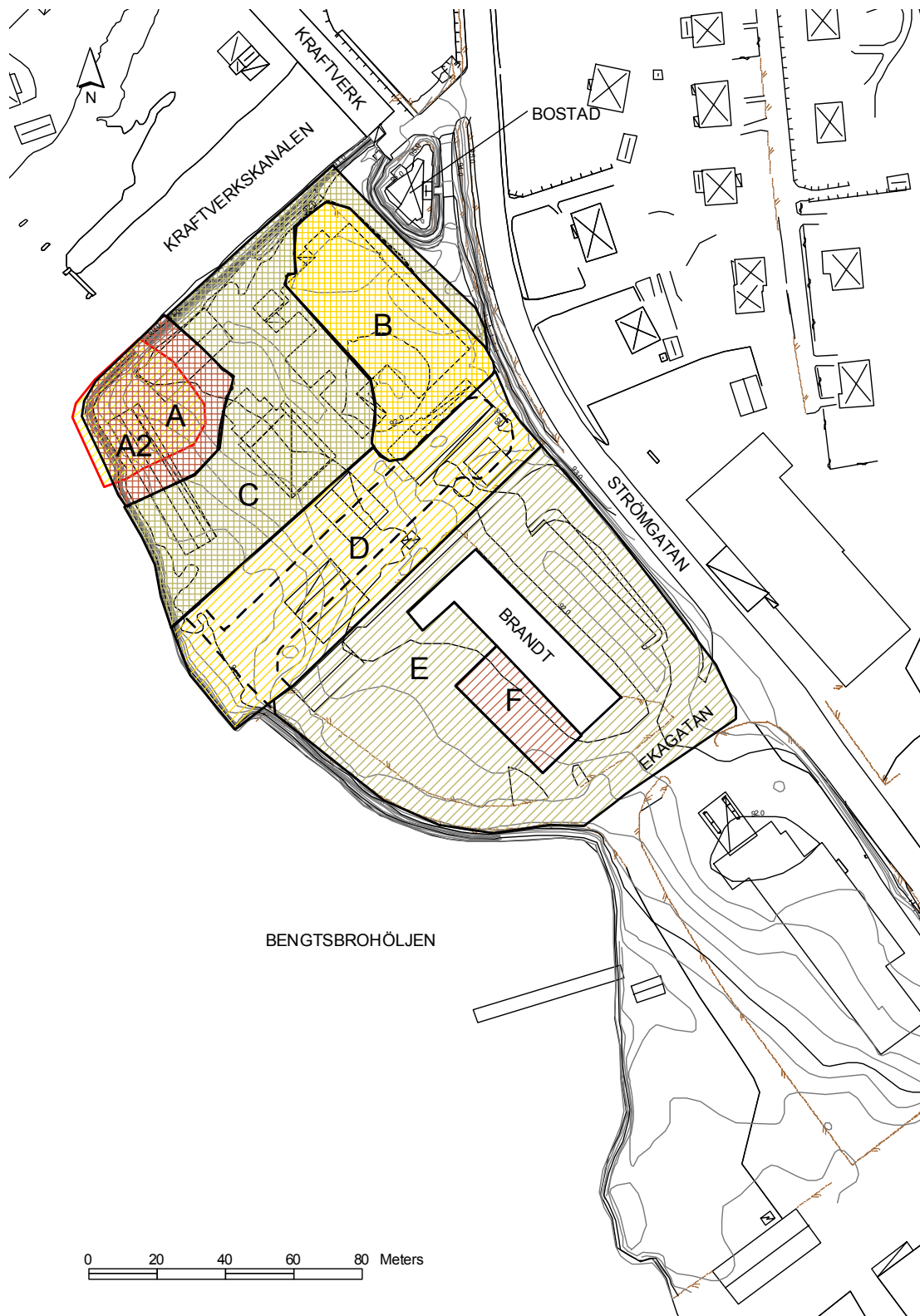
I alternativ 3 schaktas slänter mot kanalen i lutning 1:3 i område C och D. Område A schaktas till nivån + 88,9 m. Övriga delar utom område F (1,0 m) schaktas 0,5 m.

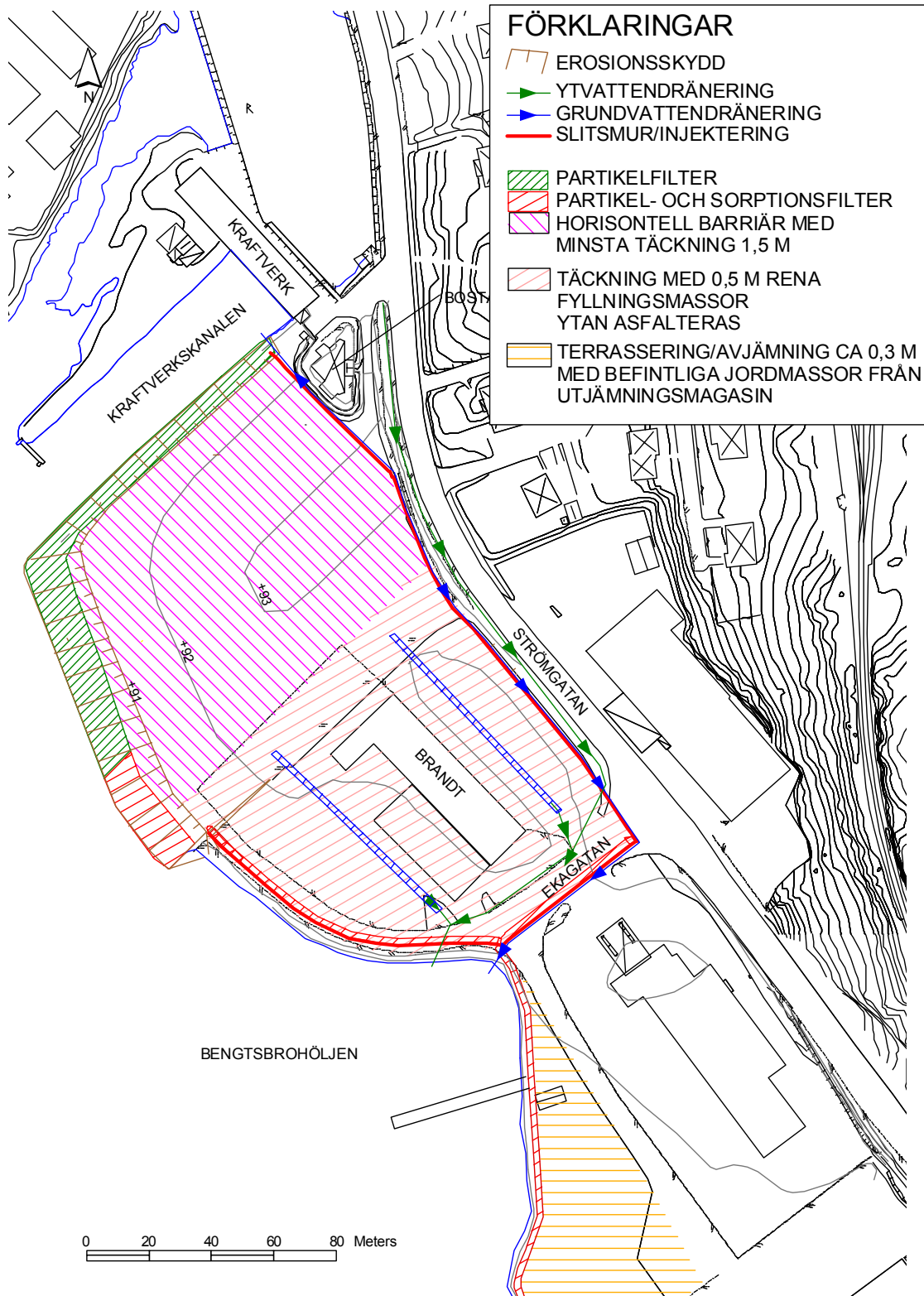
Den totala schaktmängden i alt 3 är ca 29.200 ton och motsvarar en borttagen kvicksilvermängd på ca 4,4 ton (35 % av totalmängden)

3.4 Alternativ 4

I alternativ 4 schaktas all förorenad jord bort ned till lägsta grundvattennivå (+88,90 och lutande uppåt mot områdets inre delar) på område A, B, C och D. . Alternativet medför omfattande schakt och omhändertagande.

Den totala schaktmängden i alt 4 är ca 65.800 ton och motsvarar en borttagen kvicksilvermängd på ca 11,8 ton (97 % av totalmängden)





Perspektiv	Miljö - Hälsa	Juridik	Kostnader	Teknik	Natur - Kultur - Fritid	Landskapsbild	Kommunikation	Närings	Övriga intressen
Nollalternativ Inga efterbehandlingsåtgärder	Exponeringsrisk relaterad till höga föroreningshalter i yttlig jord. Exponeringsrisk vid vistelse i cellhallen. Pågående förorenings-spridning (nuläge och under lång tid). Det förorenade området ökar över tid. Potentiella skadehändelser (bl a erosion, brand, olyckor) ej säkrade och kan leda till spridning och exponering.	Ingen saneringsansvarig enl ansvarsutredning inom större delen av undersökningsområdet. Förvärv av Bengtsfors 4:49, EKA 2 och Möbelsnickaren 1 har skett efter införande av Miljöbalken. Fastighetsägaren/ verksamhetsutövaren har arbetsmiljöansvar (cellhallen) och ansvarig för skyddsåtgärder.	Över tiden ökande kostnader för efterbehandlingsåtgärder. Ökade underhållskostnader i cellhallen.	Tekniskt ökande underhållskrav på byggnader och anläggningar. Saneringsomfattningen ökar över tiden, vilket leder till ökad omfattning, komplexitet och kostnader beträffande efterbehandlingsåtgärder.	Industrihistoriskt och kulturellt intressanta byggnader kan bevaras. Landområdet kan inte utnyttjas utan restriktioner. Friluftsliv och naturvärden i Bengtsbrohöjden och nedströms vattenområden kan påverkas negativt.	Ingen förändring.	Nuvarande kommunikationsproblem kan inte lösas (bl a gång- och cykelväg, förbindelse båtbrygga - centrum). Utbyggnad av infrastruktur försvåras. Ev. begränsningar i framtida båtrafik.	Begränsningar för användningen av mark- och byggnader. Risk för negativ påverkan på fritidsfiske/turism och fiskbestånd i Höljen och nedströms. Ökade underhållskostnader och skyddsåtgärder avseende arbetsmiljö i cellhallen. Samtliga reparationsåtgärder fördras pga föroreningar inom området.	Allmän oro för miljö- och hälsorisker inom EKA-området och spridning till Bengtsbrohöjden.
Åtgärdsnivå 1 Miljörisikområde bildas	Enligt nollalternativ, men ökad kontroll via villkor. Risker för hälsa kan begränsas via villkor.	Enligt nollalternativ. Tillstånd enligt SFS 98:930. Restriktioner för markanvändning och -arbeten enligt villkor.	Enligt nollalternativ. Kostnad för tillstånd och administration.	Enligt nollalternativ och villkor.	Enligt nollalternativ och villkor.	Enligt nollalternativ.	Enligt nollalternativ.	Enligt nollalternativ och villkor.	Enligt nollalternativ.
Åtgärdsnivå 2 (minimialternativ) Rivning av byggnader inom område A-D och omhändertagande av material. Horisontella barriärer (täckning) inom område A-F, H. Filterbeklädnad av slänt utmed Bengtsbrohöjden, utan erosionskydd. Slitsmur eller spont mot kraftverkskanalen. Upptagning och behandling av sediment.	Uppfyller åtgärds mål avseende hälso- och miljösituationen i dagsläget. Uppfyller ej åtgärds mål avseende potentiella skadehändelser. Spridning av kvarvarande föroreningar reduceras med filterinstallation. Åtgärden medför att föroreningar över tid koncentreras i partikelfilter nära sjön. Reduktion av källterm (byggnadsmaterial)	Tillstånd enligt PBL och MB, miljöprövning omfattar vattenverksamhet. Avtal med fastighetsägare. På EKA 1, Möbelsnickaren 1, Bengtsfors 4:50 för tillträde/störningar under entreprenad.	Entreprenad 40 MSEK	Teknik och skyddsåtgärder mot exponering och spridning anpassade till föroreningssituationen i cellhallen. Horisontella barriärer långtidsbeständiga (100-tals år), Kontrollerbara, åtkomliga och reparerbara. Partikelfilter mindre beständigt genom avsaknad av erosionskydd och källtermsreduktion. Filter kontrollerbart och åtkomligt. Reparation erfordra skyddsåtgärder mot Bengtsbrohöjden. Skyddsåtgärder (muddring och skyddssärmar) inför etablering av vertikal barriär.	Byggnader rivs, men industrihistoriskt och kulturellt intressanta byggnader dokumenteras. Ett parkområde kan skapas inom området. Förutsättningarna för det rörliga friluftslivet oförändrade eller förbättrade.	Förbättring.	Nuvarande kommunikationsproblem kan lösas (bl a gång- och cykelväg, förbindelse båtbrygga - centrum). Utbyggnad/förändring av ledningsnät försvåras. Risken för att båtrafik grumlar sediment minskar.	Begränsad markanvändning. Risk för negativ påverkan på fritidsfiske/turism och fiskbestånd i Höljen och nedströms minskar. Omlokalisering av trävaruhandel nödvändig.	Huvudsakligen positiv respons från allmänheten för att åtgärder vidtas. Omvandling till parkområde och möjligheten till gång- och cykelväg ger mervärde för kommunens invånare och ökad acceptans.
Åtgärdsnivå 3a Enligt åtgärdsnivå 2, <i>men med följande tillägg:</i> Dränering mot Strömngatan och Bengtsbrohöjden. Tätning mellan Lelängen och Bengtsbrohöjden vid kraftverket. Spont och slitsmur utmed kraftverkskanalen. Filterfyllning och erosionskydd innanför och delvis utanför spont. Kulvertering av ledningar. Uppgrävning av massor ned till grundvattenytan i område A.	Enligt åtgärdsnivå 2, <i>men med tillägget:</i> Uppfyller kommunens samtliga åtgärds mål. Spridning av kvarvarande föroreningar reduceras med filterinstallation och viss källtermsreduktion. Risk för höjd grundvattenyta med ökad kontaktyta mellan grundvatten och kvarvarande föroreningar. Reduktion av källterm med ca 3,8 ton Hg och 50 g dioxiner (ca 30 respektive 15 % av tot).	Enligt åtgärdsnivå 2.	Totalkostnad 126 Mkr.	Enligt åtgärdsnivå 2, <i>men med tillägget:</i> Partikelfilter och erosionskydd beständiga 100-tals år. Sponten beständig ca 50-100 år. Filter kontrollerbara, åtkomliga och reparerbara. Uppsackning kräver beredskap för hantering av förorenat vatten i schakt. Minskad källterm och reducerat flöde ger lägre belastning och längre beständighet av filter (i proportion till flödesreduktion). Möjlighet till kontroll av spridningsmängd (via mätning av flöde och förorenings-koncentration).	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2 <i>med tillägg:</i> Anläggande av ny ångbåtsbrygga underlättas.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2, <i>med tillägg:</i> Reduktion av risk för potentiella skadehändelser. Viss källtermsreduktion.
Åtgärdsnivå 3b Enligt åtgärdsnivå 3a, <i>men med tillägget:</i> Slitsmur längs strandlinjen mot Bengtsbrohöjden (område A-E).	Enligt åtgärdsnivå 3a, <i>men med tillägget:</i> Slitsmur kan ge reduktion av spridning av lösta föroreningar genom att grundvattnet får förlängd strömningsväg.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Totalkostnad 128 Mkr.	Långtidsbeständig beständig barriär (slitsmur) mot inflöde från sjön.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.
Åtgärdsnivå 4 Enligt åtgärdsnivå 3a, <i>men med tillägget:</i> Uppgrävning av massor ned till grundvattenytan inom område A och B.	Enligt åtgärdsnivå 3a, <i>men med tillägget:</i> Reduktion av källterm med ca 8,5 ton Hg och 80 g dioxiner (70 respektive 25%).	Enligt åtgärdsnivå 2.	Totalkostnad 142 Mkr.	Enligt åtgärdsnivå 3a, <i>men med tillägget:</i> Mer omfattande schaktningsarbeten i anslutning till grundvatten. Större hantering av förorenat vatten i schakt.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a. Ytterligare reduktion av källterm.
Åtgärdsnivå 5 Enligt åtgärdsnivå 4, <i>men med tillägget:</i> Slitsmur längs strandlinjen mot Bengtsbrohöjden (A-E).	Enligt åtgärdsnivå 4 och 3b.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Totalkostnad 144 Mkr.	Enligt åtgärdsnivå 4 och 3b.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 4.
Åtgärdsnivå 6 (Miljödomstolen) Enligt åtgärdsnivå 5, <i>men med tillägget:</i> Uppgrävning av massor ned till grundvattenytan inom område A och B samt 2 m under grundvattenytan inom A.	Enligt åtgärdsnivå 5, <i>men med tillägget:</i> Reduktion av källterm med ca 11,1 ton Hg och 100 g dioxiner (ca 90 respektive 30%). Större risk pga schakt under grundvattenyta.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Totalkostnad 153 Mkr.	Enligt åtgärdsnivå 5, <i>men med tillägget:</i> Komplicerade entreprenader med bl a schakt under grundvattenytan inom delar av området.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 4. Uppfyller Naturvårdsverkets krav på 90% reduktion av kvicksilvremängden.
Åtgärdsnivå 7 (totalsanering) Spont utmed kanal och Bengtsbrohöjden (skyddsåtgärd vid entreprenad). Inga övriga horisontella eller vertikala barriärer erfordras. Uppsackning av all förorenad fyllning.	Eliminering av ursprunglig källterm (ca 12,3 ton Hg och 300 g dioxiner). Större risk pga schakt under grundvattenyta.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Entreprenad 600 MSEK	Enligt åtgärdsnivå 4, <i>men med tillägget:</i> Komplicerade entreprenader med bl a schakt under grundvattenytan inom stora delar av området.	Enligt åtgärdsnivå 2. Inga restriktioner för markutnyttjande.	Enligt åtgärdsnivå 2.	Enligt åtgärdsnivå 3a.	Omlokalisering eller av- och återetablering av samtliga verksamheter. Inga restriktioner för markutnyttjande.	Enligt åtgärdsnivå 6. Oro pga åtgärdens storlek.

Perspektiv	Miljö - Hälsa	Juridik	Kostnader	Teknik	Natur - Kultur - Fritid	Landskapsbild	Kommunikation	Näringar	Övriga intressen
<p>Åtgärdsnivå N1</p> <p>Rivning av byggnader inom område A-D och omhändertagande av material.</p> <p>Horisontella barriärer (täckning) inom område A-F.</p> <p>Dränering mot Strömgatan.</p> <p>Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöjden vid kraftverket.</p> <p>Spont utmed kraftverkskanalen och strandlinjen (A-D).</p> <p>Schakt ned till lägsta grundvatten i strandlinje inom område A-D.</p> <p>Filterfyllning och erosionskydd innanför spont. Ingen muddring.</p> <p>Slitsmur med filterfunktion i område E, partikelfilter utmed södra området. Kulvertering av ledningar.</p> <p>Schakt ned till lägsta grundvattenyta eller bedömt ren jord i område A-C. Schaktning 0,5 m i område D, E. Schaktning 1 m i F.</p>	<p>Uppfyller kommunens samtliga åtgärds mål.</p> <p>Spridning av kvarvarande föroreningar reduceras med filterinstallation och viss källtermsreduktion.</p> <p>Högsta grundvattennivån inom området kommer ej att öka.</p> <p>Reduktion av källterm med 11,6 ton Hg och 260 g dioxiner (ca 95 respektive 80 % av tot).</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2. Vattenverksamhet (spontring) i Bengtsbrohöjden bedöms ge upphov till mindre påverkan på allmänna och enskilda intressen än muddring i alternativ 2-7.</p>	<p>Totalkostnad 158 Mkr.</p>	<p>Enligt åtgärdsalternativ 6.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 3a.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 6.</p> <p>Uppfyller Naturvårdsverkets krav på 90% reduktion av kvicksilvermängden.</p>
<p>Åtgärdsnivå N2</p> <p>enligt åtgärdsnivå N1 <i>med skillnaden</i>;</p> <p>Inom område C, D sker schakt till lägsta grundvattenyta i område mot kanal och Bengtsbrohöjden, i övrigt 0,5 m inom C, D.</p>	<p>Enligt N1, <i>med skillnaden</i>;</p> <p>Reduktion av källterm med 11,5 ton Hg och 260 g dioxiner (ca 95 respektive 80 % av tot).</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå N1.</p>	<p>Totalkostnad 155 Mkr.</p>	<p>Enligt åtgärdsalternativ 6.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 3a.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå N1</p>
<p>Åtgärdsnivå N3</p> <p>enligt åtgärdsnivå N1 <i>med skillnaden</i>;</p> <p>Schakt för filterfyllning sker i område mot kanal och strandlinje vid A och C. Schaktning 0,5 m i område B, C, D och E samt 1 m i område F</p> <p>Inga kontroll- eller uppföljningsinsatser.</p>	<p>Enligt N1, <i>med skillnaden</i>;</p> <p>Reduktion av källterm med 4,7 ton Hg och 50 g dioxiner (ca 35 respektive 15 % av tot).</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå N1.</p>	<p>Totalkostnad 120 Mkr.</p>	<p>Enligt åtgärdsalternativ 3a.</p> <p>Ingen möjlighet att optimera åtgärder under entreprenaderna pga av avsaknad av kontrollprogram. Uppfyllelse av åtgärds mål kan ej utvärderas. Mindre schaktningsarbeten i anslutning till grundvattenytan inom området.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 3a.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 3a.</p>
<p>Åtgärdsnivå N4</p> <p>enligt åtgärdsnivå N1 <i>med tillägget</i></p> <p>Inom hela område D sker schakt till lägsta grundvattenyta.</p>	<p>Enligt N1, <i>med tillägget</i></p> <p>Reduktion av källterm med 11,8 ton Hg och 300 g dioxiner (ca 95 respektive 80 % av tot).</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå N1.</p>	<p>Totalkostnad 180 Mkr.</p>	<p>Enligt åtgärdsalternativ 6.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 3a.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå 2.</p>	<p>Enligt åtgärdsnivå N1</p>

Aktivitet	Omfattning
Projektledning	Arvoden, löner, ersättningar etc för beställarombud, styrgrupp, Länsstyrelsen, projektledare (projektledning, organisering, granskning, projektarkiv mm) omkost. kontorsmateriel, porto, telefon, kopiering och övriga omkost.
Möten, ekonomi och adm	Löner, arvoden, omkost. för löpande redovisning, ekonomihantering, rapporter, biträde till projektledare, delgivning, distribution, protokoll och arkivering av projektets dokument. Omkost.för möten.
Upphandlingar	Löner, arvoden och omkost. för projektets arbete med upphandlingar.
Information	Löner, arvoden och omkost.för att sammanställa information, utställningar, studiebesök, data, websida etc om projektet.
Projekteringsledning	Löner, arvoden, omkost.för projekteringsledning och möten.
Undersökningar	Löner, arvoden, omkost.för fältarbeten, analyskostnader och undersökningar kopplat till design, utförande och utvärdering av efterbehandlingsåtgärder.
Förprojektering	Löner, arvoden, omkost. för utarbetande av tekniskt underlag för efterbehandlingsåtgärder, beskrivningar till tillståndsansökningar (MKB och teknisk beskrivning).
Detaljprojektering	Löner, arvoden, omkost. för utarbetande av tekniskt underlag för förfrågningsunderlag för efterbehandlingsentreprenader. Detaljprojekteringsarbeten. Arbete med framtida använd.av det förorenade området, planering, dokumentation (modell) inför entreprenaden. Ändring av fastighetsgränser m.m.
Revideringar mm	Löner, arvoden, omkost.för att utföra eller bevaka revideringar av tekniska dokument och relationshandlingar kopplade till entreprenader.
Planering - ledning	Utarbetande av program för miljökontroll, planering och ledning av miljökontroll, upphandling och kvalitetssäkring av miljökontroll mm. Utformning av arbetsmiljöprogram rörande provtagningar och fältarbeten för ref. undersökningar. Kostnader för expertstöd i särskilda frågeställningar.
Referensundersökningar	Löner, arvoden, omkost. för undersökningar före efterbehandlingsåtgärd som behövs för att verifiera resultat och effekter (via indikatorer på måluppfyllelse), dvs visa att åtgärds mål uppnås. Kostnad för en miljökontrollant samt enskilda konsultinsatser.
Analys referensundersökningar	Analyskostnader för referensundersökningar.
Miljökontroll	Löner, arvoden, omkost. för miljökontroll under pågående efterbehandlingsarbeten, inkl. utvärdering av kontrollresultat. Kostnad för två miljökontroller samt enskilda konsultinsatser.
Analys miljökontroll	Analyskostnader för miljökontroll under entreprenadarbeten.
Efterföljande miljökontroll	Löner, arvoden, omkost. för efterföljande miljökontroll, dvs efter genomförd efterbehandling, inkl. utvärdering av kontrollresultat. Kostnader för två miljökontrollanter samt enskilda konsultinsatser.
Analys efterföljande miljökontroll	Analyskostnader för efterföljande miljökontroll.
Ersättningar	Kostnader för markersättningar.
Tillstånd	Löner, arvoden, omkost. för utarbetande av ansökningar, genomföra samråd och medverka i tillståndsprocesser. Föra sökandens talan i domstol och gentemot tillståndsmyndigheter. Juridiska frågeställningar rörande markåtkomst (tillstånd för tillträde till mark). Ombudskostnader. Kostnader för aktiviteter som utkommer pga tillstånd/miljöprövning.
Byggledning - arbetsmiljö	Löner, arvoden, omkost. för byggledning, styrning av entreprenaden och arbetsmiljöfrågor rörande entreprenadarbeten. Kostnade för arbetsmiljöutrustning för beställarens personal.
Erfarenhetsrapport	Löner, arvoden, omkost. för projektets arbete med kunskapsuppbyggnad avseende erfarenhetsrapportering.
Slutrapport	Löner, arvoden, omkost.för projektets arbete med kunskapsuppbyggnad avseende slutrapportering.
Huvudstudie - komplettering	Löner, arvoden, omkost.för projektets arbete med kompletterande utredningar inom huvudstudie och förberedelsefas, EKA - rapporter.
Utredningar - entreprenadetapper	Löner, arvoden, omkost. för projektets arbete med utredningar under entreprenadfas. Konsultinsatser samt forskarstöd från experter inom organiska och oorganiska föreningar.
Verifiering av måluppfyllelse	Löner, arvoden, omkost. för projektets arbete med utredningar för uppföljning av projektets måluppfyllelse.

Alt 3b, 3a	Kostnad (SEK)				
	Trolig	Min %	Min	Max%	Max
Aktivitet					
Projektledning inkl huvudmannen/myndighet	9 200 000	0	9 200 000	10	10 120 000
Omkostnader möten/ekonomi/administration	1 850 000	0	1 850 000	20	2 220 000
Upphandlingar	2 600 000	0	2 600 000	3	2 678 000
Information	1 010 000	0	1 010 000	20	1 212 000
Projekteringsledning	313 000	2	306 740	20	375 600
Fältundersökninga samt analyser, underlag för projektering	2 010 000	0	2 010 000	3	2 070 300
Förprojektering	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Detaljprojektering	2 250 000	0	2 250 000	10	2 475 000
Revideringar	330 000	0	330 000	100	660 000
Miljökontroll- planering/ledning/expertstöd	1 640 000	5	1 558 000	5	1 722 000
Referensundersökningar	4 296 000	0	4 296 000	0	4 296 000
Analys referensundersökningar	2 570 000	0	2 570 000	0	2 570 000
Miljökontroll - undersökningar	3 460 000	7	3 217 800	20	4 152 000
Analys miljökontroll	927 000	5	880 650	30	1 205 100
Efterföljande miljökontroll	1 700 000	7	1 581 000	15	1 955 000
Analys efterföljande miljökontroll	575 000	5	546 250	20	690 000
Ersättningar	4 500 000	0	4 500 000	0	4 500 000
Tillstånd	2 840 000	0	2 840 000	1	2 868 400
Byggläddning - arbetsmiljö inkl personal utrustning	5 100 000	20	4 080 000	0	5 100 000
Kontroll (besiktning, kontroll samt analyser)	1 150 000	0	1 150 000	0	1 150 000
Kunskapsuppbyggnad (erfarenhetsrapport samt slutrapport)	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Utredningar - kompletterande huvudstudie	6 350 000	0	6 350 000	0	6 350 000
Utredningar - kvalitetssäkring	2 488 000	0	2 488 000	0	2 488 000
Utredningar - verifiering av måluppfyllelse	250 000	0	250 000	0	250 000
Entreprenader					
Omhändertagande tunnor	500 000	0	500 000	0	500 000
Etablering och provisorier	1 400 000	10	1 260 000	15	1 610 000
Rivning av rena byggnader					
Containeruppställning omr D	1 300 000	10	1 170 000	15	1 495 000
Utjämningsmagasin för mellanlagring av förorenat vatten	600 000	10	540 000	15	690 000
Vattenrening	600 000	10	540 000	15	690 000
Tätspont i Bengtsbrohöljen och kraftverkskanalen	6 000 000	10	5 400 000	15	6 900 000
Injekteringsmurar och slitmurar (3a slitmur vid kraftverket, Lelång, 3b slitmur vid kraftverket, Lelång, strandlingen)	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Avskärande dränering mm utmed Strömgatan	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Urgrävning förorenade massor Brandts	50 000	0	50 000	25	62 500
Rivning av förorenade byggnader	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Återställning Brandts	3 500 000	10	3 150 000	15	4 025 000
Urgrävning schaktning EKA-tomten	1 000 000	0	1 000 000	25	1 250 000
Återställning EKA-tomten	5 000 000	10	4 500 000	25	6 250 000
Filter och erosionsskydd	3 300 000	10	2 970 000	15	3 795 000
Installation av filter från EKAgatans injekteringsmur och ut på udden	100 000	10	90 000	15	115 000
Avslutande återställningsarbeten	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Muddring inkl skyddsskärm	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Omhändertagande	17 843 910	10	16 059 519	25	22 304 888
Projektreserv					
Projektreserv 12 % perioden 2004-2008	10 611 949				
3a	126 214 859		108 593 959		130 444 788
3b	128 214 859		109 223 959		131 249 788

Alt 6, miljödostolen	Kostnad (SEK)				
	Trolig	Min %	Min	Max%	Max
Aktivitet					
Projektleddning inkl huvudmannen/myndighet	9 200 000	0	9 200 000	10	10 120 000
Möten, ekonomi och administration	1 850 000	0	1 850 000	20	2 220 000
Upphandlingar	2 600 000	0	2 600 000	3	2 678 000
Information	1 010 000	0	1 010 000	20	1 212 000
Projekteringsledning	313 000	2	306 740	20	375 600
Fältundersökninga samt analyser, underlag för projektering	2 010 000	0	2 010 000	3	2 070 300
Förprojektering	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Detaljprojektering	2 250 000	0	2 250 000	10	2 475 000
Revideringar	330 000	0	330 000	100	660 000
Miljökontroll- planering/ledning/expertstöd	1 640 000	5	1 558 000	5	1 722 000
Referensundersökningar	4 296 000	0	4 296 000	0	4 296 000
Analys referensundersökningar	2 570 000	0	2 570 000	0	2 570 000
Miljökontroll - undersökningar	3 940 000	7	3 664 200	20	4 728 000
Analys miljökontroll	927 000	5	880 650	30	1 205 100
Efterföljande miljökontroll	1 700 000	7	1 581 000	15	1 955 000
Analys efterföljande miljökontroll	575 000	5	546 250	20	690 000
Ersättningar	4 500 000	0	4 500 000	0	4 500 000
Tillstånd	2 840 000	0	2 840 000	1	2 868 400
Bygglledning - arbetsmiljö inkl personal utrustning	5 100 000	20	4 080 000	0	5 100 000
Kontroll (besiktning, kontroll samt analyser)	1 150 000	0	1 150 000	0	1 150 000
Kunskapsuppbyggnad (erfarenhetsrapport samt slutrapport)	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Utredningar - kompletterande huvudstudie	6 350 000	0	6 350 000	0	6 350 000
Utredningar - kvalitetssäkring	2 488 000	0	2 488 000	0	2 488 000
Utredningar - verifiering av måluppfyllelse	250 000	0	250 000	0	250 000
Entreprenader					
Omhändertagande tunnor	500 000	0	500 000	0	500 000
Etablering och provisorier	1 400 000	10	1 260 000	15	1 610 000
Rivning av rena byggnader					
Containeruppställning omr D	1 300 000	10	1 170 000	15	1 495 000
Utvärningsmagasin för mellanlagring av förorenat vatten	600 000	10	540 000	15	690 000
Vattenrening	1 500 000	10	1 350 000	15	1 725 000
Tätspont hela strandlingen mot Bengtsbrohöljen och kraftverkskanalen	6 000 000	10	5 400 000	15	6 900 000
Injekteringsmurar och slitsmurar	3 700 000	10	3 330 000	15	4 255 000
Avskärning dränering mm utmed Strömgatan	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Urgrävning förorenade massor Brandts	80 000	0	80 000	25	100 000
Rivning av förorenade byggnader	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Återställning Brandts	3 500 000	10	3 150 000	15	4 025 000
Urgrävning schaktning EKA-tomten	1 080 000	0	1 080 000	25	1 350 000
Återställning EKA-tomten	5 500 000	10	4 950 000	25	6 875 000
Filter och erosionsskydd	3 300 000	10	2 970 000	15	3 795 000
Installation av filter från EKA gatans injekteringsmur och ut på udden	100 000	10	90 000	15	115 000
Avslutande återställningsarbeten	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Muddring och skyddsskärm (kostnad för skyddsskärm 1 Mkr)	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Omhändertagande jord, byggnadsmaterial	37 726 930	10	33 954 237	25	47 158 663
Omhändertagande sediment	2 079 000	10	1 871 100	25	2 598 750
Projektreserv					
Projektreserv 12 % perioden 2004-2008	13 206 592				
Summa	153 461 522		130 806 177		161 075 813

N1	Trolig	Min %	Min	Max%	Max
Aktivitet					
Projektledning inkl huvudmannen/myndighet	9 200 000	0	9 200 000	10	10 120 000
Möten, ekonomi och administration	2 000 000	0	2 000 000	20	2 400 000
Upphandlingar	2 600 000	0	2 600 000	3	2 678 000
Information	1 130 000	0	1 130 000	20	1 356 000
Projekteringsledning	313 000	2	306 740	20	375 600
Fältundersökninga samt analyser, underlag för projektering	2 010 000	0	2 010 000	3	2 070 300
Förprojektering	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Detaljprojektering	2 250 000	0	2 250 000	10	2 475 000
Revideringar	330 000	0	330 000	100	660 000
Miljökontroll- planering/ledning/expertstöd	1 730 000	5	1 643 500	5	1 816 500
Referensundersökningar inkl hyra bodar	4 296 000	0	4 296 000	0	4 296 000
Analys referensundersökningar	2 570 000	0	2 570 000	0	2 570 000
Miljökontroll - undersökningar	3 940 000	7	3 664 200	20	4 728 000
Analys miljökontroll	927 000	5	880 650	30	1 205 100
Efterföljande miljökontroll	1 700 000	7	1 581 000	15	1 955 000
Analys efterföljande miljökontroll	575 000	5	546 250	20	690 000
Ersättningar	4 500 000	0	4 500 000	0	4 500 000
Tillstånd	2 840 000	0	2 840 000	1	2 868 400
Bygglledning - arbetsmiljö inkl personal utrustning	5 100 000	20	4 080 000	0	5 100 000
Kontroll (besiktning, kontroll samt analyser)	1 150 000	0	1 150 000	0	1 150 000
Kunskapsuppbyggnad (erfarenhetsrapport samt slutrapport)	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Utredningar - kompletterande huvudstudie	6 350 000	0	6 350 000	0	6 350 000
Utredningar - kvalitetssäkring	2 488 000	0	2 488 000	0	2 488 000
Utredningar - verifiering av måluppfyllelse	250 000	0	250 000	0	250 000
Entreprenader					
Omhändertagande tunnor	500 000	0	500 000	0	500 000
Etablering och provisorier	1 400 000	10	1 260 000	15	1 610 000
Rivning av rena byggnader					
Containeruppställning omr D	1 300 000	10	1 170 000	15	1 495 000
Utjämningsmagasin för mellanlagring av förorenat vatten	600 000	10	540 000	15	690 000
Vattenrening	600 000	10	540 000	15	690 000
Tätspont EKA - tomten och kraftverkskanalen (inkl reserv för extra tät spont)	4 000 000	10	3 600 000	15	4 600 000
Injekteringsmurar och slitsmurar	3 700 000	10	3 330 000	15	4 255 000
Avskärande dränering mm utmed Strömgatan	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Urgrävning förorenade massor Brandts	80 000	0	80 000	25	100 000
Rivning av förorenade byggnader	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Återställning Brandts	3 500 000	10	3 150 000	15	4 025 000
Urgrävning schaktning EKA-tomten, alt 1	1 080 000	0	1 080 000	25	1 350 000
Återställning EKA-tomten	5 500 000	10	4 950 000	25	6 875 000
Filter och erosionskydd	3 300 000	10	2 970 000	15	3 795 000
Installation av filter från EKA gatans injekteringsmur och ut på udden	100 000	10	90 000	15	115 000
Avslutande återställningsarbeten	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Omhändertagande	49 332 740	10	44 399 466	25	61 665 925
Projektreserv					
Projektreserv 12 % perioden 2004-2008	13 685 009				
Summa	157 926 749		134 425 806		166 617 825

Kalkyl Alternativ N2 jan 2005

Känslighetsanalys och trolig slutkostnadsprognos

KONTO	2001-2004	2005	2006	2007	2008	2009	TROLIG	MIN %	MAX %	MIN KALK	MAX KALK	OSÄKERHET	VÄGT MEDELTAL	SPRIDNING	
Kontonr	Utfall	Kalkyl	Kalkyl	Kalkyl	Kalkyl	Kalkyl	KALKYL								
2810 Projektledning															
2811 Projektledning	3 870,1	1 481,3	1 561,9	1 759,2	600,0	0,0	9 272,5	0,0	15,0	9 272,5	10 082,9	810,4	9 434,6	162,1	26 267
2813 Möten, ekonomi och adr	1 048,0	286,1	282,9	264,9	150,0	0,0	2 031,9	0,0	20,0	2 031,9	2 228,7	196,8	2 071,3	39,4	1 549
2814 Upphandlingar	1 807,0	792,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2 599,0	0,0	10,0	2 599,0	2 678,2	79,2	2 614,8	15,8	251
2815 Information, projektrapport	390,2	178,9	200,9	179,1	120,0	0,0	1 069,1	0,0	30,0	1 069,1	1 272,8	203,7	1 109,8	40,7	1 659
SUMMA	7 115,3	2 809,1	2 073,1	2 231,7	870,0	0,0	15 099,2			15 086,5	16 401,9	1 315,4			
2820 Projektering															
2821 Projekteringsledning	186,5	70,8	27,4	28,5	0,0	0,0	313,2	5,0	50,0	306,9	376,6	69,7	324,6	13,9	194
2822 Undersökningar	1 829,2	183,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2 012,2	0,0	30,0	2 012,2	2 067,1	54,9	2 023,2	11,0	121
2823 Förprojektering	1 002,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1 002,6	0,0	0,0	1 002,6	1 002,6	0,0	1 002,6	0,0	0
2824 Detaljprojektering	1 372,9	877,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2 250,3	0,0	20,0	2 250,3	2 425,8	175,5	2 285,4	35,1	1 232
2825 Revideringar mm	7,3	0,0	228,1	94,9	0,0	0,0	330,3	0,0	100,0	330,3	653,3	323,0	394,9	64,6	4 173
SUMMA	4 398,5	1 131,2	255,5	123,4	0,0	0,0	5 908,6			5 902,3	6 525,3	623,1			
2830 Miljökontroll															
2831 Planering - ledning	1 199,9	209,6	118,4	112,4	90,0	0,0	1 730,3	10,0	10,0	1 677,3	1 783,3	106,1	1 730,3	21,2	450
2832 Referensundersökningar	6 816,2	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6 859,6	0,0	0,0	6 859,6	6 859,6	0,0	6 859,6	0,0	0
2833 Miljökontroll	31,4	1 364,8	1 412,1	1 578,4	0,0	0,0	4 386,7	10,0	20,0	3 951,2	5 257,8	1 306,6	4 473,8	261,3	68 287
2834 Efterföljande miljökontroll	0,0	0,0	0,0	0,0	2 276,7	0,0	2 276,7	10,0	10,0	2 049,0	2 504,4	455,3	2 276,7	91,1	8 293
SUMMA	8 047,5	1 617,8	1 530,5	1 690,8	2 366,7	0,0	15 253,3			14 537,1	16 405,1	1 868,0			
2840 Juridik															
2841 Ersättningar	0,0	4 500,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4 500,0	0,0	0,0	4 500,0	4 500,0	0,0	4 500,0	0,0	0
2842 Tillstånd	2 645,0	81,9	56,6	53,7	0,0	0,0	2 837,2	0,0	15,0	2 837,2	2 866,0	28,8	2 843,0	5,8	33
SUMMA	2 645,0	4 581,9	56,6	53,7	0,0	0,0	7 337,2			7 337,2	7 366,0	28,8			
2850 Entreprenader															
2851 Byggläddning - kontroll	0,0	1 649,4	1 707,4	1 765,1	0,0	0,0	5 121,9	20,0	0,0	4 097,5	5 121,9	1 024,4	4 917,0	204,9	41 974
2852 Entreprenad, etapp 1	0,0	14 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14 000,0	10,0	15,0	12 600,0	16 100,0	3 500,0	14 140,0	700,0	490 000
2853 Entreprenad, etapp 2	0,0	0,0	16 599,8	0,0	0,0	0,0	16 599,8	10,0	25,0	14 939,8	20 749,7	5 809,9	17 097,7	1 162,0	1 350 203
2854 Entreprenad, etapp 3	0,0	0,0	0,0	50 383,4	0,0	0,0	50 383,4	10,0	25,0	45 345,1	62 979,3	17 634,2	51 894,9	3 526,8	12 438 601
2855 Kontroller, provningar och	84,0	576,0	219,1	240,4	0,0	0,0	1 119,5	0,0	0,0	1 119,5	1 119,5	0,0	1 119,5	0,0	0
SUMMA	84,0	16 225,4	18 526,3	52 388,9	0,0	0,0	87 224,5			78 101,8	106 070,3	27 968,5			
2860 Entr Övrigt															
2861-2 Tunnor	563,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	563,5	0,0	0,0	563,5	563,5	0,0	563,5	0,0	0
2871-2 Rapporter	106,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	106,2	10,0	10,0	106,2	106,2	0,0	106,2	0,0	0
2881-2 Huvudstudie, utredn, kval	7 002,9	776,5	889,9	100,0	0,0	0,0	8 769,3	20,0	20,0	8 416,0	9 122,6	706,6	8 769,3	141,3	19 969
SUMMA	7 672,6	776,5	889,9	100,0	0,0	0,0	9 439,0			9 085,7	9 792,3	706,6			
(Kostnad etapp 1-3 enl kontrakt							80 983,2			Etapp 1-3:	72 884,9	99 829,0			
Projektreserv	0,0	687,5	2 062,5	6 875,0	2 337,5	1 787,5	13 750,0				26 944,1				
										TOT OSÄKERHET		32 510,3	142 679,4	6 502,1	14 453 283
PROJEKT TOTAL	29 962,9	27 829,4	25 394,4	63 463,5	5 574,2	1 787,5	154 011,8		MIN/MAX	130 050,6	162 560,9				

PROJEKTBERÄKNING

EKA Bengtsfors

Rapportdatum
2005 02 02

© EMPIRIKON januari 1996

Fördelning av projektreserv enligt underlag, markera med *
Fördelning av projektreserv i procent per år, ange procenttalet

Period : 2001-2004	0,0	100 % av projektreserv fördelad OK!
Period : 2005	5,0	
Period : 2006	15,0	
Period : 2007	50,0	
Period : 2008	17,0	
Period : 2009	13,0	

Bilaga 4

SANNOLIKT UTFALL INKL OFÖRUTSETT BERÄKNAT MED ANSVARIGA MIN- OCH MAXAVVIKELSER

VÄGT MEDELTAL (M) = 142 679,4
AVVIKELSE (A) = 3 801,7

68,3 % SANNOLIKHET FÖR UTFALL I INTERVALLET (M -/+ A) = **138 877,7** - **146 481,1**
95,4 % SANNOLIKHET FÖR UTFALL I INTERVALLET (M -/+ 2*A) = **135 075,9** - **150 282,9**
99,7 % SANNOLIKHET FÖR UTFALL I INTERVALLET (M -/+ 3*A) = **131 274,2** - **154 084,6**

N3 mindre omfattande urgrävning mot N1, N2 och N4	Kostnad (SEK)				
	Trolig	Min %	Min	Max%	Max
Aktivitet					
Projektledning inkl huvudmannen/myndighet	9 200 000	0	9 200 000	10	10 120 000
Omkostnader möten/ekonomi/administration	1 850 000	0	1 850 000	20	2 220 000
Upphandlingar	2 600 000	0	2 600 000	3	2 678 000
Information	1 010 000	0	1 010 000	20	1 212 000
Projekteringsledning	313 000	2	306 740	20	375 600
Fältundersökninga samt analyser, underlag för projektering	2 010 000	0	2 010 000	3	2 070 300
Förprojektering	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Detaljprojektering	2 250 000	0	2 250 000	10	2 475 000
Revideringar	330 000	0	330 000	100	660 000
Miljökontroll- planering/ledning/expertstöd	1 640 000	5	1 558 000	5	1 722 000
Referensundersökningar	4 296 000	0	4 296 000	0	4 296 000
Analys referensundersökningar	2 570 000	0	2 570 000	0	2 570 000
Miljökontroll - undersökningar	3 460 000	7	3 217 800	20	4 152 000
Analys miljökontroll (kontroll av kvarlämnad mängd föroreningar ingår ej)	807 000	5	766 650	30	1 049 100
Efterföljande miljökontroll	1 600 000	7	1 488 000	15	1 840 000
Analys efterföljande miljökontroll	575 000	5	546 250	20	690 000
Ersättningar	4 500 000	0	4 500 000	0	4 500 000
Tillstånd	2 840 000	0	2 840 000	1	2 868 400
Byggledning - arbetsmiljö inkl personal utrustning	3 100 000	0	3 100 000	0	3 100 000
Kontroll (besiktning, kontroll samt analyser) ingen egen kontroll av uppschaktade massor ingår eller kvarlämnad mängd)	406 800	0	406 800	10	447 480
Kunskapsuppbyggnad (endast enkel slutrapport)	500 000	0	500 000	0	500 000
Utredningar - kompletterande huvudstudie	6 350 000	0	6 350 000	0	6 350 000
Utredningar - kvalitetssäkring	1 500 000	0	1 500 000	0	1 500 000
Utredningar - verifiering av måluppfyllelse, endast rapport baserad på tidigare resultat	250 000	0	250 000	0	250 000
Entreprenader					
Omhändertagande tunnor	500 000	0	500 000	0	500 000
Etablering och provisorier	1 400 000	10	1 260 000	15	1 610 000
Rivning av rena byggnader					
Containeruppställning omr D	1 300 000	10	1 170 000	15	1 495 000
Utvärningsmagasin för mellanlagring av förorenat vatten	600 000	10	540 000	15	690 000
Vattenrening	600 000	10	540 000	15	690 000
Tätspont i Bengtsbrohöljen och kraftverksskanalen	4 000 000	10	3 600 000	15	4 600 000
Injekteringsmurar och slitsmurar	3 700 000	10	3 330 000	15	4 255 000
Avskårande dränering mm utmed Strömgatan	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Urgrävning förorenade massor Brandts	80 000	0	80 000	25	100 000
Rivning av förorenade byggnader	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Återställning Brandts	3 500 000	10	3 150 000	15	4 025 000
Urgrävning schaktning EKA-tomten (yta 0,5 m och urgrävning för filter och erosionsskydd)	1 000 000	0	1 000 000	25	1 250 000
Återställning EKA-tomten	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Filter och erosionsskydd	3 300 000	10	2 970 000	15	3 795 000
Installation av filter från EKAgatans injekteringsmur och ut på udden	100 000	10	90 000	15	115 000
Avslutande återställningsarbeten	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Omhändertagande	25 783 620	10	23 205 258	25	32 229 525
Projektreserv					
Projektreserv perioden 2004-2008 (6 %)	7 178 580				
	120 000 000		106 681 498		128 600 405

N4	Kostnad (SEK)				
	Trolig	Min %	Min	Max%	Max
Aktivitet					
Projektleddning inkl huvudmannen/myndighet	9 200 000	0	9 200 000	10	10 120 000
Möten, ekonomi och administration	2 000 000	0	2 000 000	20	2 400 000
Upphandlingar	2 600 000	0	2 600 000	3	2 678 000
Information	1 130 000	0	1 130 000	20	1 356 000
Projekteringsledning	313 000	2	306 740	20	375 600
Fältundersökninga samt analyser, underlag för projektering	2 010 000	0	2 010 000	3	2 070 300
Förprojektering	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Detaljprojektering	2 250 000	0	2 250 000	10	2 475 000
Revideringar	330 000	0	330 000	100	660 000
Miljökontroll- planering/ledning/expertstöd	1 730 000	5	1 643 500	5	1 816 500
Referensundersökningar	4 296 000	0	4 296 000	0	4 296 000
Analys referensundersökningar	2 570 000	0	2 570 000	0	2 570 000
Miljökontroll - undersökningar	3 940 000	7	3 664 200	20	4 728 000
Analys miljökontroll	927 000	5	880 650	30	1 205 100
Efterföljande miljökontroll	1 700 000	7	1 581 000	15	1 955 000
Analys efterföljande miljökontroll	575 000	5	546 250	20	690 000
Ersättningar	4 500 000	0	4 500 000	0	4 500 000
Tillstånd	2 840 000	0	2 840 000	1	2 868 400
Bygglledning - arbetsmiljö inkl personal utrustning	5 100 000	20	4 080 000	0	5 100 000
Kontroll (besiktning, kontroll samt analyser)	1 150 000	0	1 150 000	0	1 150 000
Kunskapsuppbyggnad (erfarenhetsrapport samt slutrapport)	1 000 000	0	1 000 000	0	1 000 000
Utredningar - kompletterande huvudstudie	6 350 000	0	6 350 000	0	6 350 000
Utredningar - kvalitetssäkring	2 488 000	0	2 488 000	0	2 488 000
Utredningar - verifiering av måluppfyllelse	250 000	0	250 000	0	250 000
Entreprenader					
Omhändertagande tunnor	500 000	0	500 000	0	500 000
Etablering och provisorier	1 400 000	10	1 260 000	15	1 610 000
Rivning av rena byggnader					
Containeruppställning omr D	1 300 000	10	1 170 000	15	1 495 000
Utjämningsmagasin för mellanlagring av förorenat vatten	600 000	10	540 000	15	690 000
Vattenrening	600 000	10	540 000	15	690 000
Tätspont EKA - tomten och kraftverkskanalen (inkl reserv för extra tät spont)	4 000 000	10	3 600 000	15	4 600 000
Injekteringsmurar och slitsmurar	3 700 000	10	3 330 000	15	4 255 000
Avskärande dränering mm utmed Strömgatan	2 000 000	10	1 800 000	15	2 300 000
Urgrävning förorenade massor Brandts	200 000	0	200 000	25	250 000
Rivning av förorenade byggnader	4 000 000	10	3 600 000	25	5 000 000
Återställning Brandts	3 500 000	10	3 150 000	15	4 025 000
Urgrävning schaktning EKA-tomten, alt 4	1 520 000	0	1 520 000	25	1 900 000
Återställning EKA-tomten, alt 4	8 500 000	10	7 650 000	25	10 625 000
Filter och erosionsskydd	3 300 000	10	2 970 000	15	3 795 000
Installation av filter från EKAgatans injekteringsmur och ut på udden	100 000	10	90 000	15	115 000
Avslutande återställningsarbeten	3 000 000	10	2 700 000	15	3 450 000
Omhändertagande	65 656 140	10	59 090 526	25	82 070 175
Projektreserv					
Projektreserv 12 % perioden 2004-2008	16 011 017				
Summa	179 636 157		151 876 866		190 972 075