

EKA-PROJEKTET I BENGTSFORS

Miljökonsekvensbeskrivning



Rapport nr EKA 2003:14

Bengtsfors kommun

2004-01-19

Författad av

Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB¹

¹ Delprojektledare projektering

Innehållsförteckning

1	ICKE TEKNISK SAMMANFATTNING.....	4
1.1	Allmänt	4
1.2	Hälso –och miljösituationen	4
1.3	Åtgärder	5
1.4	Hälso- och Miljökonsekvenser	6
1.4.1	Nollalternativ	6
1.4.2	Under byggskedet	6
1.4.3	Efter byggskedet	7
2	BAKGRUND	8
2.1	Administrativa uppgifter.....	8
2.2	utgångspunkt.....	8
2.3	Projektet	8
2.4	Tidigare utredningar och beslut	9
3	RIKTLINJER FÖR MILJÖARBETET	11
3.1	Hälso- och miljörisksituationen	11
3.2	Nationella miljömål.....	14
3.3	regionala miljömål	14
3.4	Miljö kvalitetsnormer	15
3.5	Avgränsningar.....	16
3.6	Åtgärds mål	16
4	SAMRÅD OCH INFORMATION	17
5	OMRÅDET.....	18
5.1	Lokalisering, verksamhet och skyddsområden	18
5.1.1	Tidigare verksamhet.....	18
5.1.2	Nuvarande verksamhet.....	18
5.1.3	Planerad markanvändning.....	19
5.1.4	Planförhållanden	19
5.1.5	Skyddsvärden avseende mark och kulturmiljö	19
5.1.6	Motstående intressen.....	20
5.1.7	Alternativ lokalisering	21
5.2	Mark- och vattenförhållanden.....	21
5.2.1	Geologi och geoteknik	21
5.2.2	Hydrologi och hydrogeologi	24
6	FÖRORENINGSSITUATIONEN.....	26
6.1	Jord	26
6.2	Grundvatten	27
6.3	Byggnader.....	30
6.4	Sjösystemet	30
7	SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	33
7.1	Transport av föroreningar från området	33
7.2	Föroreningsspridning till sjösystemet.....	34

8	ÅTGÄRDER.....	35
8.1	Nollalternativ.....	35
8.2	Studerade åtgärdsalternativ	35
8.3	Avfärdade åtgärdsalternativ.....	37
8.4	möjliga åtgärdsalternativ	38
8.4.1	Barriärer	38
8.4.2	Sanering och rivning av byggnader	39
8.4.3	Uppgrävning av förorenade jordmassor.....	40
8.4.4	Upptagning av sediment	41
8.4.5	Behandling av förorenade massor, byggnadsmaterial och sediment	42
8.4.6	Deponering.....	42
8.4.7	Administrativa åtgärder	43
9	ÅTGÄRDERNAS HÄLSO- OCH MILJÖKONSEKVENSER.....	45
9.1	Hälsokonsekvenser.....	45
9.1.1	Under byggskedet	45
9.1.1.1	Damning.....	45
9.1.1.2	Gas	46
9.1.1.3	Lukt.....	46
9.1.1.4	Buller	47
9.1.1.5	Transporter till och från området	47
9.1.1.6	Utsläpp till Bengtsbrohöljen	47
9.1.2	Efter byggskedet	48
9.2	Miljökonsekvenser	49
9.2.1	Under byggskedet	49
9.2.1.1	Grumling av vatten	50
9.2.1.2	Övriga utsläpp till vatten.....	50
9.2.1.3	Utsläpp till luft	50
9.2.1.4	Transporter	50
9.2.2	Efter byggskedet	52
9.2.2.1	Utsläpp till vatten	52
9.2.2.2	Utsläpp till luft	53
9.2.2.3	Landskapsbild, naturmiljö och kulturmiljö.....	53
9.3	Hushållning med naturresurser.....	54
9.3.1	Under byggskedet	54
9.3.2	Efter byggskedet	54

BILAGOR

- Bilaga 1 Referenser
Bilaga 2 Översigtskartor
Bilaga 3 Tabell över Miljö- och hälsorisker i nuläget samt tänkbara skadehändelser, effekter och åtgärdsförslag.

1 ICKE TEKNISK SAMMANFATTNING

1.1 ALLMÄNT

EKA-området, centralt beläget i Bengtsfors intill sjön Bengtsbrohöljen, består av heterogena massor som lagts ut under olika tidsskeden från slutet av 1800-talet fram till mitten av 1900-talet. Jordmassorna är ställvis kraftigt förorenade, dominerande föroreningar är kvicksilver och dioxiner, vilka härstammar från en kloralkalifabrik. Senare verksamheter med bl.a. träimpregnering och kemtvätt har också lämnat spår i form av polyaromatiska kolväten (PAH) och perkloretylen (PCE). Idag används marken och byggnaderna inom området för trävaruhandel, bilförsäljning och bilverkstad, bussgarage och bensinstation, båtuppläggningsplats samt brygga för ångbåtstrafik.

1.2 HÄLSO – OCH MILJÖSITUATIONEN

De miljö- och hälsorisker som i nuläget dominerar är exponering för kvicksilver och dioxiner i den så kallade cellhallsbyggnaden, exponering av höga halter i ytlig jord samt spridning av föroreningar i partikulär och i löst fas till Bengtsbrohöljen.

I en fördjupad miljö- och hälsoriskbedömning visar beräkningar att med dagens användning som industriområde finns risk för att hälsobaserade lågrisknivåer² överskrids för arsenik, kvicksilver och vissa av dioxinföreningarna. Inkluderas bakgrundsbelastningen ligger samtliga analyserade dioxiner nära eller över lågrisknivån. I cellhallsbyggnaden ligger uppmätta halter av kvicksilver i luft i nivå med det yrkeshygieniska riktvärdet och överskrider rekommenderad lågrisknivå. Inom främst område 1 och 2 (se figur 1 i avsnitt 2) finns risk för att människor redan vid ytterst litet intag av jord kan överskrida den hälsobaserade lågrisknivån. Baserat på maximalt uppmätta halter i jord beräknas även bly, kobolt och vissa PAH-föreningar (bens(a)pyren och fluoranten) passera den hälsobaserade lågrisknivån. Halterna av klorerade alifater i analyserade jordprover och i luft i jordens porer ovan grundvattenytan indikerar relativt låga halter av lättflyktiga ämnen. Med hänsyn till stor utspädning bedöms hälsoriskerna med avseende på PCE och dess nedbrytningsprodukter som små vid normal utevistelse i området.

Föroreningshalterna i Bengtsbrohöljens sediment är höga i relation till bakgrundshalter och effektbaserade nivåer. Det akvatiska systemets biologiska struktur (bottenfauna och fiskpopulationer) bedöms vara jämförbar med den i sjöar med lägre föroreningshalter i sediment. Miljöstörande effekter har dock noterats hos vattenlevande organismer. Halterna av kvicksilver och dioxiner i analyserad abborre (15-20 cm) och öring underskrider Livsmedelsverkets gränsvärde för konsumtion, men då ämnena bioackumuleras förväntas högre halter längre upp i näringskedjan.

Inom landområdet överstiger många föroreningar Naturvårdsverkets generella ekotoxikologiska riktvärde för mindre känslig markanvändning (MKM). Detta medför att det finns risk för att ekologiska processer i marken påverkas, liksom risk för spridning till och negativa miljöeffekter i Bengtsbrohöljen och nedströms vattenområden.

Utöver ovan redovisade situation finns ett antal potentiella skadehändelser, t ex olyckor, som innebär eller kan innebära menlig hälso- och miljöpåverkan. Dessa skadehändelser innefattar också händelser till följd av åtgärder, t ex utsläpp vid saneringsgrävning i området.

² Nivå när oacceptabla långtidseffekter inte bedöms uppstå enligt bl.a. Naturvårdsverkets bedömning

Dagens utsläpp till Bengtsbrohöljen är begränsade på grund av att föroreningarna i jord är starkt partikelbundna och har låg löslighet. Årliga utsläppen för kvicksilver är beräknade till cirka 400 gram, för dioxiner cirka 6 milligram. I båda fallen dominerar partikelspridningen stort. Byggmaterialen i cellhallsbyggnaden är däremot starkt lakande (lösta ämnen) vad gäller kvicksilver och skulle inte tas emot vid en deponi för farligt avfall med utgångspunkt från kommande kriterier för deponering (gäller från 2005).

1.3 ÅTGÄRDER

Ett antal åtgärdsalternativ har undersökts mot bakgrund av dagens och framtidens risksituation. Åtgärderna i sig innebär också risker för exponering och utsläpp.

Beträffande planerade åtgärder se en överblick i figur 1 i avsnitt 2. Huvudskyddsåtgärd för entreprenadarbetena är att området kommer att "spontas in", dvs en barriär med stålspons byggs i strandlinjen utmed hela området. Området stängs därmed av mot kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen och det överskottsvatten som bildas på området tas om hand, renas och kontrolleras innan vattnet släpps ut i sjön.

Inflödet till Bengtsbrohöljen av kvicksilver och dioxiner från uppströmskällor har beräknats till i storleksordningen 0,7 kg/år respektive 20 mg toxiska ekvivalenter (TEQ) per år. Detta är cirka två respektive tre gånger mer än beräknad tillförsel till sjön från landområdet. Tillskottet från uppströmsområden kan härröra från naturlig bakgrund, historiska emissioner och utsläpp upplagrade i mark och sediment och/eller från långväga lufttransporterade emissioner. Uppströms källor, t.ex. anläggning för kvicksilverbetning, historiskt luftburna och deponerade föroreningar från EKA-fabriken och/eller nedlagda massafabriker, har identifierats men ej kvantifierats. Sanering av Bengtsbrohöljen utan åtgärd av uppströms källor kan därmed medföra viss risk för återkontaminering av åtgärdade områden. Vid passage genom Bengtsbrohöljen indikeras ett nettotillskott av kvicksilver och vissa dioxinföreningar till vattenmassan. Mot bakgrund av bl.a. detta har inte muddring och omhändertagande av sediment i Bengtsbrohöljen, annat än nära strandlinjen, ansetts vara motiverat.

Strandnära sediment tas upp för att inte någon uttryckning och omlagring av sedimenten ska ske i samband med vattenarbetena utmed strandlinjen. Sedimenten avvattnas i en temporärt byggd tät bassäng. Bassängen används fortsättningsvis också som utjämnings- och sedimentationsbassäng för det överskottsvatten som uppstår i området under entreprenadtiden. Ett reningsverk ansluts till bassängen. Efter reningsverket byggs ytterligare en mindre bassäng med en distinkt utsläppspunkt. Vattnet analyseras och godkänns före utsläpp till Bengtsbrohöljen.

Cellhallsbyggnaden kommer att rivas, liksom övriga byggnader inom område 1 och 2, se figur 1 i avsnitt 2. Ett fribärande tält med kontrollerad ventilation byggs över cellhallsbyggnaden. Tältet står kvar under entreprenadtiden. Viss mängd förorening inom område 1 och 2 kommer att grävas upp, tas in i tältet, sorteras och eventuellt behandlas med tvättning. Förorenat material körs (eventuellt efter tvättning) till annan anläggning för vidare behandling. Ingen annan behandling än sortering och tvättning kommer således att utföras i området. Inte heller kommer någon deponering att ske på EKA-området. Massor för behandling och/eller deponering kommer att utföras på externa anläggningar som innehar erforderliga tillstånd.

Områdets ledningar samlas i ”rena korridorer”. Syftet är att inte behöva gräva i området i framtiden vid läckor, komplettering och omläggning av ledningar etc.

Område 1 och 2 fylls upp så att exponeringen av kvarvarande föroreningar elimineras samt för att möjliggöra parkvegetation. Området utformas därefter till parkmark. Övriga byggnader och verksamheter kvarstår. Även på område 3A och 3C görs uppfyllning för att eliminera exponeringsrisken.

Inströmmande grundvatten från kraftverksdammen kommer att reduceras med vertikal tätmur (slitsmur). Dräneringsdike och vägdike utmed Strömgatan etableras för att reducera inströmningen av vatten från högre liggande terräng samt för att reducera inverkan av tankbilsolycka eller liknande på Strömgatan. Ett dräneringsdike byggs utmed strandlinjen i syfte att styra grundvattennivån i områdets nedre del.

För att långsiktigt säkerställa efterbehandlingsresultatet överväger kommunen att förse strandlinjen med vertikal tätmur (slitsmur) som installeras ned i underliggande morän. Lösningen möjliggör kontroll av utgående vatten från området.

Den nuvarande ångbåtsbryggan rivs och en ny brygga eller angöring byggs. Den nya bryggan eller angöringen tar i anspråk mindre eller lika stor yta som den gamla bryggan.

Utöver tekniska åtgärder planerar Bengtsfors kommun administrativa åtgärder som bl.a. innebär restriktioner för grävning och rivning av kvarvarande byggnader i framtiden.

1.4 HÄLSO- OCH MILJÖKONSEKVENSER

1.4.1 Nollalternativ

Nollalternativet innebär att inte genomföra några åtgärder överhuvudtaget, vilket medför att de hälso- och miljörisker som idag finns kommer att kvarstå.

Det finns i dagsläget hälsorisker vid vistelse inom området och i cellhallsbyggnaden relaterade till höga koncentrationer av framför allt kvicksilver och dioxiner. Beräknade platsspecifika riktvärden för jord överskrids inom stora delar av det aktuella området. Föroreningar sprids till Bengtsbrohöljen, vilket med tanke på de stora föroreningsmängderna är en process som kommer att pågå under mycket lång tid. Detta medför att miljö- och hälsorisker i dagsläget motiverar åtgärder inom landområdet. Flera potentiella skadehändelser, som kan leda till ökade exponeringsrisker och väsentligt ökad spridning med påföljande miljörisker i Bengtsbrohöljen och nedströms vattenområden om inga åtgärder vidtas, har identifierats. Exempel på skadehändelser är förändrad mark- och byggnadsanvändning, eftersatt underhåll av byggnader, brand, vägolyckor, ökad vattenföring med ökad erosion i strandområden och högre grundvattenflöde.

1.4.2 Under byggskedet

Den omfattande spontningen utmed kraftverkskanalen och övriga strandlinjen bedöms kraftigt reducera risken för utsläpp till vatten utanför EKA-området under byggskedet (entreprenadskedet). Åtgärden innebär att större delen av det vatten som området naturligt avbördar till Bengtsbrohöljen

kommer att tas om hand och renas. Förutom detta vatten kommer den begränsade mängden tvättvatten som uppstår från tvättning av jord samt tvätt av fordon och maskiner att också renas i anläggningen. Omhändertagandet och reningen av vattnet medför god kontroll av vattnet före utsläpp till Bengtsbrohöljen. Villkor för riktvärden på halter i vatten före utsläpp föreslås i ansökan.

Risken för grumling av Bengtsbrohöljens vatten är relativt liten under vattenarbetena. Dubbla geotextilskärmar installeras dock inför vattenarbetena och bedöms ge gott skydd. Sammanfattningsvis blir utsläppen till vatten under byggskedet lika med eller mindre än dagens utsläpp.

Utsläppen till luft domineras av damm, från dels rivningen av cellhallsbyggnaden, dels från finkornig jord som torkar i markytan. Tältet med undertryck och filtrering av utgående luft, indelning av området i "ren" och "smutsig" sida samt vattensprayning vid behov bedöms dock förebygga och minska damningen så att menlig påverkan på hälsa och miljö i och omkring området inte ska uppkomma. I samband med grävningsarbeten finns risk för avgång av PCE till luft. Dessa utsläpp kan förebyggas med åtgärder som liknar skyddsåtgärder vid rivning.

Mängden massor som totalt skall transporteras till och från EKA-området är i storleksordningen 100.000 ton. Transportarbetet blir således betydande under byggskedet och antalet fordonsrörelser uppskattas till storleksordningen 30 om dagen under den mest intensiva fasen som bedöms kunna utsträcka sig till cirka 12 månader. Den dominerande delen är rena jordmassor och samtliga transporter av förorenade massor kommer att ske i täckta fordon. Transporterna innebär en olägenhet främst för de boende omedelbart intill området samt de personer och företag som frekvent utnyttjar Strömgatan. Sett till dagens trafiksituation utgör ökningen cirka 0,5 % av total trafik (personbilar och lastbilar) på vägnätet runt Bengtsfors och knappt 10 % vad avser lastbilstrafiken.

1.4.3 Efter byggskedet

Spridningen av föroreningar via grundvatten bedöms dominera utsläppen från området och vara proportionell mot grundvattenflödet. Passage genom filter bedöms reducera föroreningskoncentrationen i grundvatten med mer än 90 %.

Åtgärderna beräknas vidare medföra en minskning av vattenomsättningen i området med 50-90 % samt en minskning av källtermen kvicksilver och dioxin med 30-90 % respektive 10-35 % beroende på hur mycket som grävs bort. Detta innebär att i storleksordningen 5-14 ton kvicksilver grävs bort samt att 1 ton kvicksilver bortskaffas via rivning av byggnader. Åtgärderna medför sammantaget att utsläpp av föroreningar från området reduceras med mer än 90 %. Detta ger teoretiskt ett årligt utsläpp av kvicksilver i storleksordningen några gram per år, jämfört med dagens som beräknats till 400 gram per år. Bedömningen är därför att hälso- och miljösituationen långsiktigt blir väsentligt bättre.

Landskapsbild och naturmiljö bedöms bli avsevärt bättre av åtgärderna. Industrikultur går dock förlorad när cellhallsbyggnaden rivs.

2 BAKGRUND

2.1 ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

Länsstyrelsen i Västra Götaland har i beslut, daterat 2003-10-02 med Dnr 551-50781-2003, bedömt att Bengtsfors kommuns planerade verksamhet avseende efterbehandling av EKA-området kan medföra betydande miljöpåverkan. Med anledning av detta har utökat samråd med miljökonsekvensbedömning genomförts, varefter denna MKB upprättats.

Platsnamn:	EKA-området
Kommun:	Bengtsfors kommun
Fastigheter som berörs:	Bengtsfors 4:49, Bengtsfors 4:50 EKA 1, EKA 2 Möbelsnickaren 1
Huvudman:	Bengtsfors kommun Box 14 666 21 Bengtsfors
Ansvarig:	Sven-Åke Gustavsson (ordf. Kommunstyrelsen)
Kontaktperson:	Boh Tivesten
Telefon:	0531-52 60 10
Telefax:	0531-124 52
E-postadress:	boh.tivesten@bengtsfors.se
Tillsynsmyndighet:	Länsstyrelsen i Västra Götaland, Miljö- och räddningsnämnden i Bengtsfors kommun
Tillståndsmyndighet:	Miljödomstolen vid Vänersborgs tingsrätt.

2.2 UTGÅNGSPUNKT

Denna MKB omfattar de efterbehandlingsåtgärder (i fortsättningen benämnt åtgärder) som planeras genomföras i det så kallade EKA-projektet i Bengtsfors. Eftersom detaljprojektering ännu inte utförts skall beskrivningen av de ansökta åtgärdernas utformning betraktas som exempel. Det är alltså inte säkert att åtgärder som exakt motsvarar beskrivningen kommer att vidtas. Åtgärder med motsvarande funktion och miljökonsekvenser kommer dock att vidtas.

2.3 PROJEKTET

Under det senaste decenniet har flera undersökningar genomförts inom EKA-området och den angränsade sjön Bengtsbrohöljen. Sedan hösten 2002 utförs undersökningar och utredningar i syfte att komplettera och verifiera tidigare resultat för att få underlag för konkreta åtgärdsförslag. Undersöknings- och utredningsresultaten har lett till ett antal rapporter som bland annat bildar underlag för denna MKB. I MKB-texten refereras på vissa ställen till dessa rapporter. Referenserna benämns här ”EKA” följt av aktuellt nummer på rapporten. En förteckning av utredningsrapporterna finns i bilaga 1.

Projektet, som omfattar undersökningar och utredningar samt projektering och sanering, finansieras med bidragsmedel från Naturvårdsverket, via Länsstyrelsen i Västra Götalands län, och Bengtsfors kommun.

Beträffande områdets lokalisering se bilaga 2. Området består av heterogena utfyllnadsmassor som är utlagda under olika tidsskeden. Massorna är ställvis kraftigt förorenade och innehåller olika föroreningar, som domineras av kvicksilver och polyklorerade dibensofuraner och dibensodioxiner (båda nedan benämnda dioxiner). Kvicksilvret och dioxinerna härrör från tiden (1897-1923) då en kloralkalifabrik var i drift i området. Senare verksamheter inom området (bl.a. träimpregnering och kemtvätt) har också bidragit med föroreningar såsom tungmetaller, polyaromatiska kolväten (PAH) samt perkloretylen (PCE) och dess nedbrytningsprodukter. I dag används marken och byggnaderna inom undersökningsområdet för trävaruhandel, bilförsäljning, bilverkstad, bussgarage inklusive bensinstation, båtuppläggningsplats samt brygga i Bengtsbrohöljen för båtutrustning.

Sjön Bengtsbrohöljen (Höljen) ligger i omedelbar anslutning till EKA-området. Tillströmningen till Höljen sker genom sjön Lelången. Nivåskillnaden mellan sjöarna är ca 3-4 meter och ett vattenkraftverk finns sedan starten av kloralkalifabriken etablerat mellan sjöarna. Kraftverket ligger omedelbart intill EKA-området och utloppskanalen utgör den nordvästra begränsningen av EKA-området.

Föroreningshalterna i Bengtsbrohöljens sediment är höga i relation till bakgrundshalter och effektbaserade nivåer. Undersökningarna visar dock att halterna i ytliga lager av sediment är lägre än i djupare liggande sediment. En långsam förbättring av bottenförhållandena kan således konstateras. Mätningar av kvicksilver och dioxin visar att diffus spridning och spridning från punktkällor uppströms Bengtsbrohöljen bidrar med föroreningsmängder som är större än dagens utsläpp från EKA-området. Det finns därmed viss risk för återkontaminering från andra källor än EKA-området och ställningstagandet har gjorts att någon upptagning (muddring) av sjösediment inte kommer att göras, fränsett den upptagning som planeras omedelbart utanför EKA-området med anledning av de vattenarbeten som ska genomföras.

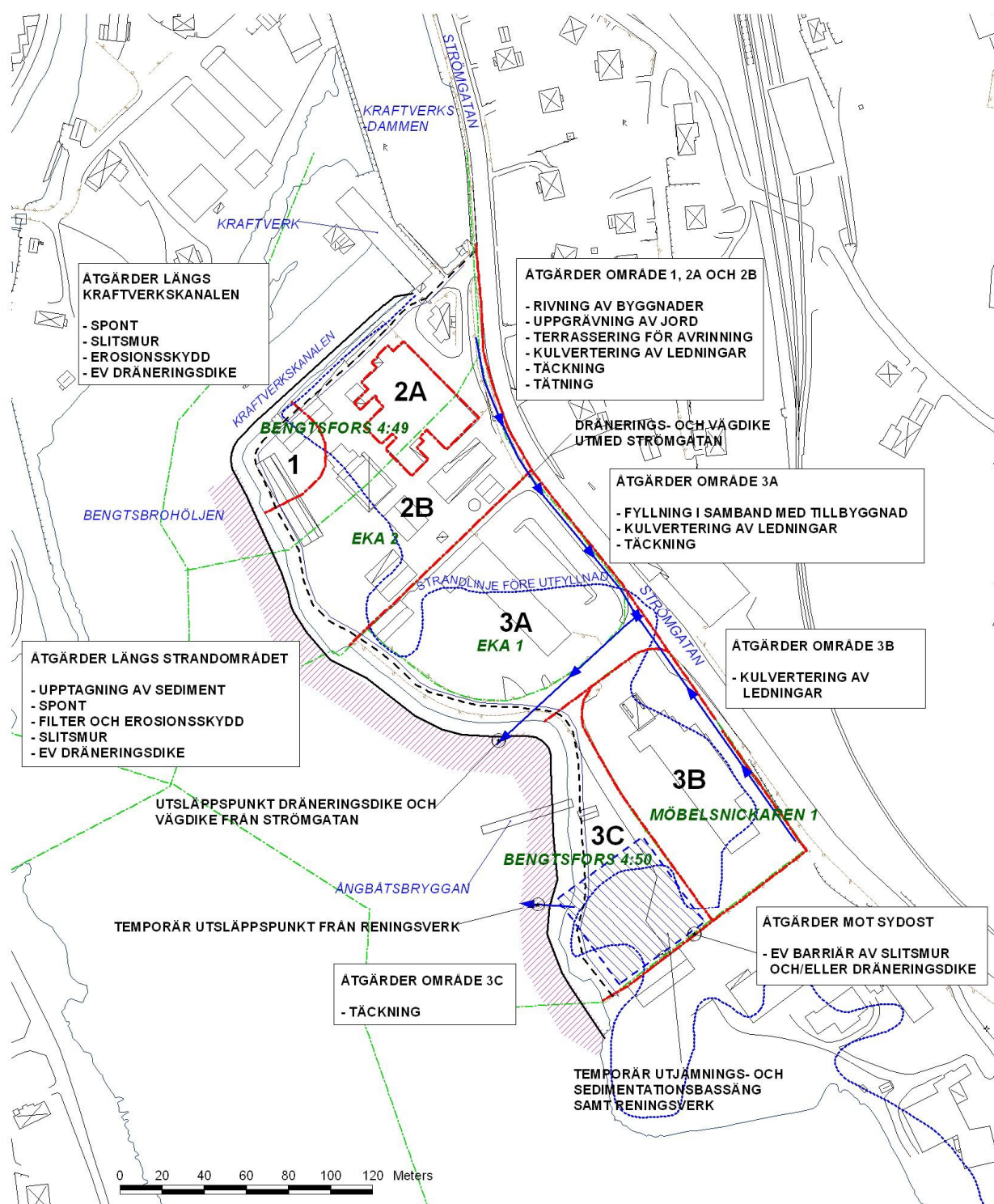
Av byggnaderna inom EKA-området är cellhallsbyggnaden, vilken var en viktig del av kloralkalifabrikens produktionsanläggning, kraftigt förorenad. Detta har noterats i föroreningshalten i byggnadsmaterialet men också i kvicksilverhalten i inomhusluft. Kvicksilvret i byggnadsmaterialet är dessutom lättlakat, dvs höga halter fås i det vatten som penetrerar eller kommer i kontakt med materialet.

Förutom de hälso- och spridningsrisker som finns i dagsläget på EKA-området har ett antal potentiella skadehändelser (händelser som medför eller kan medföra menliga hälso- och miljökonsekvenser) identifierats, t ex brand och erosion, som ger anledning till åtgärder.

I figur 1 har en orienterande sammanställning gjorts av de åtgärder som planeras genomföras för EKA-området och som Bengtsfors kommun ansöker om tillstånd att få genomföra. I den Tekniska Beskrivningen redovisas åtgärderna samt de tekniska aspekterna på åtgärderna.

2.4 TIDIGARE UTREDNINGAR OCH BESLUT

En förteckning av genomförda utredningar och undersökningar återfinns i bilaga 1. Inga tidigare beslut som är baserade på hälso- och miljösituationen har fattats om EKA-området. I ansökan redogörs dock för vattendomar som berör Bengtsbrohöljen.



Figur 1. Övervägda åtgärder inom EKA-området

3 RIKTLINJER FÖR MILJÖARBETET

3.1 HÄLSO- OCH MILJÖRISKSITUATIONEN

EKA-området innehåller föroreningar i halter och mängder som ger anledning till saneringsåtgärder av olika slag. De miljö- och hälsorisker som i nuläget dominerar är:

- Exponering för kvicksilver och dioxiner i cellhallsbyggnaden
- Exponering av höga halter i ytlig jord
- Spridning till Bengtsbrohöljen av föroreningar i partikulär och i löst fas.

I en fördjupad miljö- och hälsoriskbedömning visar beräkningar (EKA 2002:15) att med dagens användning som industriområde finns risk för att hälsobaserade lågrisknivåer överskrids för arsenik, kvicksilver, och vissa av dioxinföreningarna. I dessa siffror har då inte bakgrundshalten adderats för PAH- och dioxinföreningar. För dioxinerna bedöms bakgrundsbelastningen ligga i nivå 90–100 % av det tolerabla intag, vilket medför att addition av bakgrundsbelastningen leder till att samtliga analyserade dioxiner ligger nära eller över lågrisknivån.

Baserat på maximalt uppmätta halter i jord beräknas även bly, kobolt och vissa PAH-föreningar (bens(a)pyren och fluoranten) passera den hälsobaserade lågrisknivån.

Inom främst område 1 och 2 finns risk för att människor redan vid ytterst litet intag av jord kan överskrida den hälsobaserade lågrisknivån.

Halterna av klorerade alifater i analyserade jordprover och i porluft ovan grundvattenytan indikerar relativt låga halter av lättflyktiga ämnen (EKA 2002:2, EKA 2002:10). Med hänsyn till stor utspädning bedöms hälsoriskerna med avseende på PCE och dess nedbrytningsprodukter som små vid normal utevistelse i området. Om nya byggnader uppförs inom område 1 och 2 kan PCE och dess nedbrytningsprodukter utgöra ett problem för inomhusmiljön. Förekomsten av lättflyktiga klorerade alifater medför att särskilda skyddsåtgärder kan behöva vidtas för att reducera exponeringsrisk och/eller risk för störande lukt vid schaktning vid eller under grundvattenytan.

Föroreningshalterna i Bengtsbrohöljens ytvatten är låga och under eller i nivå med svenska eller internationella dricksvattenkriterier (EKA 2002:16). Kontakt med sediment kan ske vid bad och/eller hantering av ankare/ankarlinor etc. I två prover överskrider påträffade halter av dioxiner beräknade hälsobaserade riktvärden för sediment. Noteras bör dock att dessa prov är tagna på större djup (större än 10 m) vilket avsevärt reducerar exponeringsrisken.

Svenska riktvärden för dioxiner i yt- och grundvatten saknas. Uppmätta dioxinhalter i Bengtsbrohöljens ytvatten ($4 - 80 \text{ fg}^3 \text{ TEQ/l}$) ligger under den holländska "Serious Risk Concentration"-nivån för grundvatten ($3 \text{ } 100 \text{ fg TEQ/l}$) men i nivå med eller över det amerikanska dricksvattenkriteriet (5 fg TEQ/l).

EUs vetenskapliga livsmedelskommitté har angivit det tolerabla dagsintaget till 2 pg TEQ/kg kroppsvikt, vilket för ett barn på 10 kg medför ett tolerabelt intag av ca 20 pg TEQ/dag (EG 2001, i

³ fg = $1 * 10^{-15}$ gram

Naturvårdsverket 2003). Baserat på uppmätta dioxinhalter, kan detta översättas till intag av mellan ca 250 - 5 000 l ytvatten/dag, förutsatt att barnet inte får i sig dioxiner från andra källor.

Kvicksilver har analyserats i abborre (honor längd 15-20 cm) från Bengtsbrohöljen vid två tillfällen inom ramen för projektet (EKA 2002:16). Uppmätta halter varierar mellan 0,11 och 0,35 mg Hg/kg vv (våtvikt, färskvikt), med en medelhalt av 0,22 mg Hg/kg vv, vilket underskrider Livsmedelsverkets gränsvärden. Kvicksilver ackumuleras i näringskedjan, vilket medför att halterna i större/äldre konsumtionsfisk förväntas vara högre. Livsmedelsverkets kostråd för fisk bör därför följas.

Uppmätta dioxinhalter i abborre (samlingsprov) från Bengtsbrohöljen varierar mellan 0,12 och 3,7 pg TEQ/g vv. Analyserade abborrar var, enligt vikt – åldersförhållande, ca två till sju år. Resultaten tyder på att dioxiner ackumuleras i abborre, dvs högre halter kan förväntas med ökande trofinivå. Dioxinhalter i öring från Höljerudsforsarna liksom uppmätta halter i abborre ligger under Livsmedelsverkets gränsvärde (4 pg WHO-TEQ/g vv) (Livsmedelsverket 2002). Livsmedelsverkets kostråd för fisk bör följas. Analyserade öringar vägde ca 180 – 460 g.

EUs vetenskapliga livsmedelskommitté har angivit det tolerabla veckointaget till 14 pg TEQ/kg kroppsvikt, vilket för en person på 70 kg medför ett tolerabelt intag av ca 980 pg TEQ/vecka (EG 2001, i Naturvårdsverket 2003). Baserat på uppmätta dioxinhalter i analyserade fisk, kan detta översättas till en konsumtion av mellan ca 265 - 8 000 g fisk/vecka, förutsatt att personer inte får i sig dioxiner från andra källor. Medelkonsumtionen av fisk uppgår enligt Livsmedelsverket 2002 till ca 35 g fisk/dag, d v s ca 245 g/vecka. Enligt Livsmedelsverket (2002) beräknas dock cirka 50 % av dioxinintaget via föda komma från fisk, vilket medför att veckointaget av fisk, baserat på högsta uppmätta halterna, bör ligga i storleksordningen 130 gram/vecka.

Miljöstörande effekter har noterats i Bengtsbrohöljen (EKA 2002:15), men det akvatiska systemets struktur (bottenfauna och fiskpopulationens art- och individrikedom, diversitet) bedöms inte avvika från jämförbara sjöar med väsentligt lägre föroreningshalter. Mot bakgrund av detta, föroreningsmängderna i sjön (cirka 150 kg kvicksilver och 6 gram dioxin) och dess förekomst över stor yta, samt att återkontaminering kan ske via vattnen uppströms Bengtsbrohöljen (se kommentar i avsnittet 2) är bedömningen att sanering av sjösedimenten inte kan motiveras i relation till insatserna inom landområdet.

Vatten från Bengtsbrohöljen utnyttjas i viss omfattning för bevattningsändmål och koncentrationerna av kvicksilver och dioxiner har därför analyserats i två bevattningsföreningar (EKA 2002:16). Vid provtagningstillfället var skillnaderna i kvicksilver- samt dioxinkoncentrationer små mellan vatten taget från bevattningsföreningens pump (-ar) och ytvatten i Lelång och Bengtsbrohöljen. Kvicksilverhalten i analyserade vattenprover är låga och underskrider Livsmedelsverkets gränsvärde för dricksvatten och bakgrundshalter i Sverige. Uppmätta kvicksilverhalter bedöms inte utgöra någon fara vid bevattning.

Uppmätta dioxinhalter i ytvatten (4 – 80 fg TEQ/l) ligger under den holländska ”Serious Risk Concentration”-nivån för grundvatten (3 100 fg/l) men i nivå med eller över det amerikanska dricksvattenkriteriet (5 fg TEQ/l). För att minimera halterna av dioxiner och kvicksilver i vatten för bevattningsändamål är det av stor vikt att intagets placering och pumpkapacitet anpassas så att material från botten inte suggs upp. Vid höga flöden sker en större partikeltransport vilket ökar dioxinhalterna i ytvattnet.

Utöver ovan redovisade risksituation finns ett antal potentiella skadehändelser som innebär eller kan innebära menlig hälso- och miljöpåverkan. Dessa skadehändelser redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Skadehändelser och effekter om inga åtgärder vidtas.

Potentiell skadehändelse	Effekt om åtgärder ej vidtas
Okontrollerad grävning i området.	Exponering och spridning av föroreningar i och utanför området.
Okontrollerad markanvändning.	Exponering och spridning av föroreningar i och utanför området.
Okontrollerad användning av cellhallen.	Exponering av främst kvicksilver.
Brand i cellhallsbyggnaden.	Spridning av föroreningar till luft och vatten via rök och släckvatten.
Eftersatt underhåll av cellhallsbyggnaden.	Ökad utlösning av främst kvicksilver från byggnadsmaterial och undergrund.
Brand i övriga byggnader i området.	Ökad spridning av föroreningar mot Höljen. Stora mängder släckvatten kan medföra erosion av jord i markytan och ökad omsättning av vatten i förorenade markpartier.
Vattenledningar springer läck i området. Avloppsledningar går sönder och medför läckage.	Ökad (temporär) vattenomsättning i området. Lagning innebär grävning i förorenat område som medför exponerings- och spridningsrisk.
Drivmedelscistern eller annat läckage från bensinstationen i område 3B.	Risk för ökad löslighet av dioxin i jordmassorna mot Ekagatan, vilket medför ökad spridningsrisk av dioxiner mot Höljen.
Brott i huvudvattenledning i Strömgatan eller annan orsak uppströms Eka-området som medför ökad strömning av grundvatten mot området.	Väsentligt ökad (temporär) vattenomsättning i de förorenade massorna på Eka-området, vilket medför ökad spridning av föroreningar mot Höljen.
Trafikolycka på Strömgatan där tankbil eller bil innehållande kemikalier välter; vätska rinner ut mot Eka-området.	Lösningssmedel kan infiltrera Eka-området och öka lösligheten av dioxin. Svårigheter att sanera Eka-området från vätskan p g a kvarvarande föroreningar inom området.
Dambrott som medför snabb höjning av vattennivån i Höljen kring Eka-området eller som medför en kraftigt riktad ström av vatten mot området vid kraftverkskanalen.	Erosion som medför spridning av partikelbundna föroreningar, främst från det kraftigt förorenade området vid kraftverkskanalen och från "udden".
Större båt kör in i Eka-området.	Spridning av partikelbundna föroreningar via jordmassor som pressas och rasar ut i Höljen på grund av påkörningen.
Kemisk eller biologisk förändring i förorenade massor.	Ökad löslighet av främst kvicksilver och dioxin medför ökade utsläpp av lösta ämnen i det vatten som omsätts i området (partikelfilter inte tillräckligt).

3.2 NATIONELLA MILJÖMÅL

Följande av de 15 nationella miljömål som Sveriges riksdag antog 1999 har direkt anknytning till efterbehandlingsarbetena på EKA-området:

- Giftfri miljö
- Levande sjöar och vattendrag
- God bebyggd miljö

Utöver dessa miljömål finns indirekt anknytning till målen "Frisk luft" (förekomst av partiklar och VOC) samt "Grundvatten av god kvalitet" (grundvattens påverkan på ytvatten).

Nollalternativet, dvs att inte genomföra några efterbehandlingsåtgärder, påverkar samtliga miljömål på ett negativt sätt. Undantag är målet god bebyggd miljö, eftersom en av åtgärderna medför att industrihistoriskt värdefull bebyggelse kommer att rivras.

Planerade åtgärder minskar både källan samt pågående exponering och spridning. Åtgärderna bidrar därför till att målen för giftfri miljö och levande sjöar och vattendrag kan uppfyllas. Beträffande målet om god bebyggd miljö bidrar åtgärderna framför allt till att byggnaders påverkan på hälsan elimineras (rivning av cellhallsbyggnaden föreslås).

3.3 REGIONALA MILJÖMÅL

Länsstyrelsen i Västra Götaland konkretiserar och preciserar de nationella miljömålen i delmål för regionen. Nedan kommenteras Länsstyrelsens delmål (här benämnda regionala delmål) som har anknytning till EKA-området och de åtgärder som planeras där.

- Giftfri miljö.
I regionalt delmål 6 "Fler åtgärdade förorenade områden" anges att i de 10 högst prioriterade områdena ska arbetet med sanering och efterbehandling ha påbörjats före 2005. EKA-projektet är ett av dessa prioriterade områden.
- Levande sjöar och vattendrag.
I regionalt delmål 1 "Åtgärdsprogram för natur- och kulturmiljöer" anges att senast år 2010 ska minst hälften av de skyddsvärda miljöerna ha ett långsiktigt skydd. Miljöerna omfattar bl.a. sådana områden som finns i anslutning till sjöar och vattendrag. Åtgärderna kring EKA-området kommer att förbättra förutsättningarna för ett långsiktigt skydd för Bengtsbrohöljen och övriga ytvatten nedströms området.
- God bebyggd miljö
I regionalt delmål 1 c anges att senast år 2010 ska fysisk planering och samhällsbyggande i Västra Götaland grundas på program och strategier för hur grön- och vattenområden i tätorter och tätortsnära områden ska bevaras och utvecklas och andelen hårdgjord yta inte ökas. Åtgärderna på EKA-området kommer enligt kommunens planering att leda till att ny parkmark etableras i en central del av Bengtsfors som är tillgänglig för många människor och som är attraktiv för aktiviteter med anknytning till fritid och turism.

I regionalt delmål 2 ”Skydd för kulturhistoriskt värdefull bebyggelse” anges att kulturhistoriskt värdefull bebyggelse ska vara identifierad senast år 2010 och ett program finnas för skydd av dess värden. Samtidigt skall minst 25 procent av den värdefulla bebyggelsen vara långsiktigt skyddad. Rivningen av cellhallsbyggnaden, som är en industrihistorisk värdefull byggnad, motverkar detta mål.

Beträffande ”Frisk luft” finns i det regionala delmålet att minska på utsläpp av flyktiga organiska föreningar (VOC). År 2010 skall utsläpp av flyktiga organiska ämnen (VOC) i Västra Götalands län, exklusive metan, ha minskat till under 40 000 ton. Även om utsläppen av VOC från EKA-tomten är låga så bidrar saneringen till minskade utsläpp av VOC.

EKA-områdets geologi och geohydrologi innebär att områdets grundvattenmagasin är tämligen väl definierat och begränsat till storleken. Läget i omedelbar anslutning till Bengtsbrohöljen medför att praktiskt taget allt grundvatten som lämnar området omedelbart blir ytvatten. Inga intressen finns att utvinna områdets grundvatten. Inget av de fyra regionala delmålen kring grundvatten har direkt bäring på EKA-områdets grundvatten. I det nationella målet kring grundvatten finns dock formuleringen att man ska arbeta för att ”det utläckande grundvattnets kvalitet är sådant att det bidrar till en god livsmiljö för växter och djur i sjöar och vattendrag”. Åtgärderna bidrar här till måluppfyllelse genom att det totala utsläppet via grundvattnet (och ytvatten) från EKA-området väsentligt minskar.

3.4 MILJÖKVALITETSNORMER

Regeringen har utfärdat förordningen om miljö kvalitetsnormer för fisk- och musselvatten (SFS 2001:554) och Naturvårdsverket (NV) har utfärdat föreskrifter om i vilka vatten som förordningen ska tillämpas (NSF 2002:6). Begränsningar som ingår i miljö kvalitetsnormen gäller följande parametrar: temperatur, löst syre, pH, uppslammade fasta substanser, syreförbrukning, nitriter, fenolföreningar, mineralbaserade kolväten, ammoniak, ammonium, restklor, zink och löst koppar.

Bengtsbrohöljen och nedströms liggande vattendrag omfattas inte av miljö kvalitetsnormerna för fisk- och musselvatten. Det kan dock noteras att ingen av parametrarna kommer att påverkas negativt av efterbehandlingsåtgärderna, fränsett att det under entreprenadarbetena kan uppstå grumling av vatten i omedelbar närhet av EKA-området. Skyddsåtgärder med geotextilskärmar kommer dock att vidtas som skyddsåtgärd.

Befintliga miljö kvalitetsnormer (SFS 2001:527) för utomhusluft anger haltkriterier, dvs halter av som inte får överskridas. Normerna gäller kväveoxid, kvävedioxid, svaveldioxid, kolmonoxid (efter 31 december 2004), bly samt partiklar (efter 31 december 2004). Tillämpningen av miljö kvalitetsnormerna är störst i tätt trafikerade områden eller industriområden med stora utsläpp till luft. Miljö kvalitetsnormerna gäller inte arbetsplatser.

Efterbehandlingsåtgärderna på EKA-området innebär ingen ökning av ovannämnda ämnen efter det att åtgärderna är genomförda. Miljö kvalitetsnormerna för utomhusluft kommer därför inte tillnärmelsevis att nås. De huvudsakliga utsläppskällorna kommer att vara fordon och maskiner som arbetar med åtgärderna i olika entreprenader. Entreprenadernas omfattning kommer inte att vara sådan att de kan liknas vid en hårt trafikerad väg eller gata.

3.5 AVGRÄNSNINGAR

Åtgärderna på EKA-området omfattar det område som visas i figur 1. Upptagning av sjösediment omfattar endast närområdet till strandlinjen. Någon behandling annat än sortering och tvättning kommer inte att bedrivas inom området. Inte heller kommer någon deponering att bedrivas på området eller i dess närhet. De förorenade massor som uppstår genom rivning eller grävning kommer efter sortering och eventuell tvättning att transporteras till anläggning eller anläggningar som innehar erforderliga tillstånd för behandling respektive deponering.

Vissa effekter (t ex olika utsläpps storlek) av åtgärderna kan inte kvantifieras. Detta gäller i ännu högre utsträckning effekternas konsekvenser (respektive utsläpps påverkan på hälsa och miljö). Särskilt gäller detta åtgärder som minskar olika risker för utsläpp eller exponeringar. En kvantifiering kräver i sådana fall statistik som kan härledas ur tidigare skadehändelser eller olyckor. Sådan statistik finns inte (särskilt inte platsspecifik) och kvantifieringen blir därför omöjlig att genomföra. Däremot kan en kvalitativ diskussion föras över effekterna och konsekvenserna i sådana fall, vilket görs fortlöpande i texten. Den geografiska omfattningen av effekterna berör huvudsakligen EKA-området, medan konsekvenserna också rör främst Bengtsbrohöljen, Bengtsfors samhälle och området nedströms Bengtsbrohöljen.

Tidsperspektivet för temporära åtgärders effekter och konsekvenser under byggtiden är i storleksordningen några år. Tidsperspektivet för permanenta åtgärders effekter och konsekvenser är flerhundraårigt, dvs åtgärdernas funktion ska bestå under mycket lång tid. Vidare ska åtgärderna i största möjliga utsträckning vara underhållsfria och kontrollerbara samt åtkomliga och reparerbara. Det medför emellertid orimliga konstruktioner om åtgärderna inte kompletteras med administrativa åtgärder som styr t.ex. markanvändning och annat beteende, bl.a. grävning, inom området. Bengtsfors kommun kommer därför att vidta administrativa åtgärder för EKA-området som kompletterar de fysiska åtgärderna.

3.6 ÅTGÄRDSMÅL

Projektets målsättning är att långsiktigt och hållbart minska befintliga och potentiella miljö- och hälsorisker relaterade till EKA-området.

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

Nuvarande och framtida spridning till Bengtsbrohöljen och vattensystemet ska reduceras. Åtgärderna i sig ska inte leda till ökade risker för förorenings spridning.

4 SAMRÅD OCH INFORMATION

Tidigt samråd och utökat samråd har genomförts under sensommaren och hösten 2003. Redogörelse för samrådets omfattning, innehåll och deltagare framgår av ansökan. Förutom samråden har fortlöpande information om projektet presenterats på Bengtsfors kommuns hemsida samt genom nyhetsbrev som sänts till hushållen i Bengtsfors. Länsstyrelsen har beretts tillfälle att granska utkast till MKBn.

Det som framkommit vid ovan nämnda samråd har beaktats vid upprättandet av denna MKB.

5 OMRÅDET

5.1 LOKALISERING, VERKSAMHET OCH SKYDDSOMRÅDEN

EKA-området ligger i en nord-sydlig sprickdal på nordöstra sidan av sjön Bengtsbrohöljen, se bilaga 2 samt figur 1. Undersökningsområdet, omfattande område 1, 2 och 3 (se figur 1), begränsas i norr av sjön Lelångens kraftverksdamm, i öster av väg 172 (Strömgatan) och i söder av fastighetsgränsen inkluderande fastigheten Möbelsnickaren 1. I väster gränsar området till sjön Bengtsbrohöljen. Område 3B, bussgaragen inklusive en bensinstation, liksom bostadsfastigheten omedelbart nordost om område 2, ingår inte i projektet, men har delvis ingått i EKA-projektets utredningar.

EKA-området är relativt flackt. I norra delen, invid kraftverksdammen är marknivån som högst (ca 94,4 m ö h) och den lägsta delen återfinns vid ångbåtsbryggan (ca 90,5 m ö h). Sjön Lelången har en vattennivå kring ca 93 m.ö.h. och vattennivån i den reglerade Bengtsbrohöljen är ca 89 m.ö.h. Öster om Strömgatan höjer sig ett bergsområde (Majberget) till drygt 160 m.ö.h.

EKA-området ligger inom Bengtsfors tätortsområde, avståndet till centrum är ca 0,5 km, och området utgör en väsentlig del av stadsbilden i den sydöstra delen av Bengtsfors.

5.1.1 Tidigare verksamhet

I norra delen av det aktuella området etablerade Elektrokemiska AB (EKA) 1897 ett kraftverk och en kloralkalifabrik (område 1 och 2, område 2A kloralkalifabriken). Driften av kloralkalifabriken ledde till utsläpp av främst kvicksilver och dioxiner. Kvicksilver- och dioxinhaltigt slam tippades troligtvis vid den nordvästra udden av EKA-området. Det kan inte uteslutas att slam tippats även inom andra delar av området. År 1924-25 flyttades den elektrokemiska verksamheten till Bohus. Kraftverksverksamheten fortsatte under namnet Bengtsfors Kraft- och Industri AB.

Mellan 1955 och 1976 drev Bengtsfors Kem kemtvätt i kloralkalifabrikens tidigare lokaler. Verksamheten bedöms ha orsakat de föroreningar av klorerade lösningsmedel som finns på EKA-området.

Bengtsfors Sågverks AB, bedrev sågverk med träimpregneringsverksamhet inom området, bl.a. i kloralkalifabrikens tidigare lokalerna. Verksamheten, som troligen pågick till 1977, kan ha gett upphov till förhöjda halter av bl.a. de PAH-föreningar som noterats inom området.

En rad andra verksamheter, bl.a. ett bageri, har också funnits inom området. För mera detaljerad historisk information hänvisas till Rapport nr EKA 2002:14.

5.1.2 Nuvarande verksamhet

Det aktuella området utnyttjas idag för lättare industri och handel. Bengtsfors Trä AB (tidigare Bengtsfors Sågverks AB) driver byggvaruhandel i EKAs tidigare lokaler (område 2A) samt på markområdet mot kraftverkskanalen (område 1 och 2B). Bolaget hyr lokalerna av Bengtsfors Kraft och Industri AB. I den mellersta delen av området driver Brandt Personbilar AB sedan 1980-talet bilförsäljning och verkstad (område 3A). I den södra delen finns ett bussgarage och en bensinstation (område 3B) samt båtuppläggningsplats och ångbåtsbrygga (område 3C).

På östra sidan om Strömgatan finns en bensinstation samt bostadshus.

5.1.3 Planerad markanvändning

Efter det att efterbehandlingsåtgärderna genomförts planeras område 1 och 2 att omvandlas till parkområde med möjlighet att skapa en tilltalande stadsmiljö med gång- och cykelväg som förbinder de östra och västra stadsdelarna. Inga förändringar är planerade för övriga verksamheter inom området. Utbyggnad av Brandts Bil ABs lokaler (område 3A) planeras.

5.1.4 Planförhållanden

Enligt gällande detaljplan (1982-06-16) är Bengtsfors 4:49 och EKA 2 planlagda för industriell verksamhet.

Kommunen har initierat ett arbete för att fastställa ny detaljplan för området. Detaljplanen skall återspegla den användning av EKA-området som är planerad efter genomförda efterbehandlingsåtgärder. Området som omfattas av Bengtsfors 4:49 och EKA 2 avses planläggas som allmän plats och göras tillgängligt som ett rekreationsområde invid vattnet. Planändamålet för fastigheterna EKA 1 och Möbelsnickaren 1 avses vara oförändrat. I den del av projektet som tar sikte på markanvändningsrestriktioner kommer EKA-området att beläggas med de administrativa restriktioner som finns lämpliga för att undvika den eventuella föroreningsspridning som i framtiden kan aktualiseras. Kommunen avser att anta den nya detaljplanen innan efterbehandlingsåtgärderna påbörjas.

5.1.5 Skyddsvärden avseende mark och kulturmiljö

Området har under lång tid utnyttjats för industriändamål som generellt klassificeras som mindre känslig markanvändning (Naturvårdsverket 1997). Direkt norr om EKA-området finns en bostadsfastighet där markanvändningen bedöms som känslig.

Det historiska ursprunget (till delar utfyllt område) och användningen för industriändamål medför att miljöns skyddsvärde inom området bedöms som lågt i nuläget. Skydds- och naturvärdet inom planerade nyanlagda parkområdet bedöms som lågt, däremot ökar känsligheten vid omformning av området till parkområde.

Bengtsbrohöljen är belägen i Upperudsälvens avrinningsområde, se bilaga 2. EKA-området och Bengtsbrohöljen utgör riksintresse för friluftslivet och kulturmiljövården (3 kap 6 § miljöbalken) och områdena ska därför så långt som möjligt skyddas mot åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön. Bengtsbrohöljen ingår vidare i området Dalsland – Nordmarken, som i sin helhet utgör riksintresse med hänsyn till natur- och kulturvården (4 kap 1 § miljöbalken).

Skyddsvärdet för Bengtsbrohöljen och nedströms vattenområden bedöms högt. Bengtsbrohöljen rinner ut till Laxsjön via en kilometerlång älv. Den övre delen av denna, Höljerudsforsarna, är oreglerade och avsatta som naturreservat. Reservat finns även vid Egersknatten, väster om Svärdlången och Skärbo, öster om Laxsjön. Höljerudsforsarna är värdefulla ur naturvårdssynpunkt bl.a. beroende på att de är lek- och uppväxtområde för insjööring och en av länets få oreglerade forssträckor av betydelse.

Upperudsälven är ett försurningskänsligt vattensystem med låg alkalinitet. Omfattande kalkningsinsatser har skett från 1980-talet och framåt, framför allt i Foxen/Stora Le samt Lelångens och Silensjöarnas tillrinningsområden. Alkaliniteten är högre i de nedre delarna av sjösystemet (från Laxsjön och nedströms).

Den historiska och pågående föroreningsspridningen har medfört höga föroreningshalter i Bengtsbrohöljen. Undersökningar av bottenfaunan visar på höga naturvärden i Bengtsbrohöljen. Fiskfaunan betraktas som normal för en djup och relativt näringsfattig sjö.

Dalslandskanalssystemet, och delområdet runt kraftverksområdet är av riksintresse för kulturminnesvården. Etableringen av Elektrokemiska Aktiebolaget har haft stor betydelse för Bengtsfors utveckling och är därför även av lokalt industri- och kulturhistorisk intresse. Enligt Thomas Engels, Länsstyrelsen i Västra Götaland, kan området karaktäriseras på följande sätt:

”Under åren före sekelskiftet hade Bengtsfors ett industriellt bra läge, vatten och kommunikationer. På platsen anlades ett för tiden helmodernt kraftverk som blev förutsättningen för de många industrier som kom att följa efter Elektrokemiska Aktiebolaget som lät bygga lokalerna i direkt anslutning till vattnet. De var tidstypiskt byggda av tegel med ett enkelt formspråk. Endast taket med sin höga resning och fasadmateriell skvallrar om att det är en industribyggnad. Genom att byggnaderna i sen tid använts för helt nya ändamål har till och ombyggnader skett i stor utsträckning. Dessa har dock skett på ett sådant sätt att den ursprungliga byggnadskroppen fortfarande är klart synlig”.

En detaljerad kulturhistorisk dokumentation av område och byggnader genomförs för närvarande där kontakter har etablerats med Länsstyrelsen i Västra Götaland och Hembygdsföreningen i Bengtsfors. Framtagning av informationstavla, utställning och/eller modell av området diskuteras för att efter åtgärderna kunna informera om kultur- och industrimiljö, genomförda saneringsåtgärder och kvarvarande föroreningar.

5.1.6 Motstående intressen

Intressen som påverkas av efterbehandlingen av EKA-tomten berör de företag som idag finns etablerade i området, dvs

- Bengtsfors Kraft och Industri AB (inklusive Bengtsfors Trä AB)
- Vexia AB (inklusive Brandt Personbilar AB)
- Vänersborgs Linjetrafik AB

Även Rederierna som driver ångbåtstrafiken och som lägger till vid ångbåtsbryggan kan komma att beröras i viss utsträckning.

Förhandlingar pågår mellan Bengtsfors kommun och dessa intressenter. Framst påverkas Bengtsfors Kraft och Industri AB, eftersom verksamheten inom område 1 och 2 kommer att upphöra.

Ångbåtsbryggan som ägs av Bengtsfors kommun kommer att rivras och en ny brygga kommer att uppföras på ungefär samma plats som tidigare, alternativt att den blivande skyddskonstruktionen mot sjön kan utnyttjas för att anlägga kaj.

Övriga motstående intressen berör främst företag, föreningar och personer som utnyttjar Bengtsbrohöljen och vattnen nedströms på olika sätt. Här finns bl.a.:

- Bengtsbrohöljens fiskevårdsområdesförening
- Billingsfors amatörfiskeklubb
- Dalslands Kanal AB

Under det utökade samrådet har även synpunkter lämnats av bl.a. Skogdals Naturskyddsförening, Vänerens vattenvårdsförbund och Smurfit Munksjö Paper AB.

Generellt gäller att efterbehandlingsåtgärderna kommer att minska såväl dagens exponering och utsläpp som potentiella risker för framtida exponering och utsläpp. Entreprenadarbetena innebär dock i sig risker för exponering och utsläpp. I projektet kommer därför omfattande skyddsåtgärder att vidtas för att kraftigt reducera dessa risker, bl.a. med barriär av spont mot omgivande vatten.

5.1.7 Alternativ lokalisering

Efterbehandlingen, utom lagring och behandling av förorenade massor etc., kan inte utföras på annan plats än EKA-området, varför en diskussion om lokaliseringsprincipen i fråga om dessa åtgärder inte är meningsfull.

Tillfällig lagring, sortering och tvättning av jordmassor och rivningsmaterial etc. bör utföras på EKA-området för att kunna bereda vidare transporter och därmed minska totala transportbehovet samt för att minska risken för spridning av de föroreningar som finns på området till annan plats.

Med hänsyn till lokaliseringsprincipen har kommunen valt att förlägga vissa verksamheter, t.ex. annan behandling än sortering och tvättning samt deponering, till annan plats.

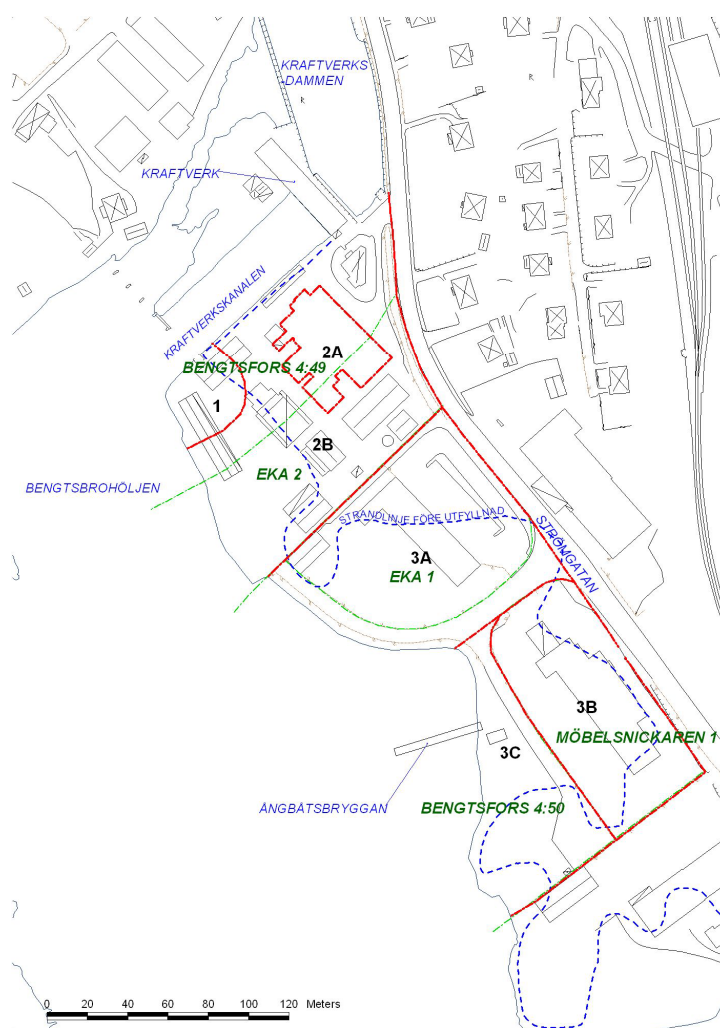
5.2 MARK- OCH VATTENFÖRHÅLLANDEN

5.2.1 Geologi och geoteknik

Bengtsfors ligger under högsta kustlinjen inom det sydvästra Värmland - Dalslandsområdet. Området kännetecknas av sprickdalssystem med höga bergpartier och djupa dalgångar med nord-sydlig utsträckning. I sprickdalarna påträffas normalt moränavlagringar ställvis med stora mäktigheter. Bergsområdena utgörs till stor del av kalt berg medan det i svackor påträffas morän och torv. Sjöar i området finns huvudsakligen i sprickdalarna och tillsammans med de höga bergspartierna ger detta landskapet ett fjordliknande utseende.

Bergarterna i Dalsland hänförs till Dalslandsgruppens bildningar som består av kvartsit, skifferar och porfyryrer samt Åmåls- och Kroppefjällsintrusivbergarter som framförallt består av graniter och gnejser. Berg som går i dagen intill EKA-området består mestadels av gnejs och granit. Under EKA-området har berg påträffas på 20-40 meters djup under markytan (EKA 2002:1).

Före etableringen av verksamheterna vid EKA-området fanns en fors mellan Lelång och Bengtsbrohöljen. Kring 1895-1897 byggdes ett vattenkraftverk i Bengtsforsen. Kraftverket byggdes i syfte att ge elkraft till framställning av klorkalk i den kloralkaliindustri som blev EKA. Strandlinjen i början av 1900-talet visar att området ursprungligen utgjordes av en udde, där EKA-fabriken byggdes, intill forsén, se figur 2. Där Brandt Personbilar ABs bilhall ligger idag (område 3A) fanns vid den tiden en relativt vid vik som sträckte sig in mot Strömgatan. Mitt emot Brandts Bil AB (vid Statoil) finns en bergsbrant som delvis är utsprängd för att erhålla tillräckligt med plats för etablering av bensinstationen.



Figur 2. Bedömt läge på ursprunglig strandlinje i EKA-området

Den "naturliga" jorden under fyllningen vid udden (område 1 och del av 2B) utgörs huvudsakligen av morän (EKA 2002:1). Vid borrhningar i området har grusig sand påträffats omväxlande med enbart sand och stora mängder silt. Det har varit svårt att i fält benämna jordarterna varför moränbenämningarna är osäkra. Det har också varit svårt att avgöra om "sandigt grus" är naturligt avsatt eller består av fyllnadsmaterial. Avlagringarna består av skikt och linser med sand, grusig sand och ibland siltiga skikt. Det verkar också som om morän och vattentransporterat material såsom sand och grus lagrats om vartannat. Detta kan förklaras med att inlandsisens avsmältning inte skett kon-

tinuerligt utan ibland under kallare perioder ryckt fram och avlagrat nya moränskikt. Detta är typiskt för den mellansvenska randzonen i vilken Bengtsfors är beläget. Moränen har benämnts ”normal” (med normal menas ofta sandig siltig morän) men också grusig sandig, siltig samt lerig.

Etableringarna från 1890-talet och framåt har inom EKA-området medfört stora utfyllnader. Området domineras av utfyllnader dels vid udden och dels vid viken där ångbåtsbryggan är belägen. Utfyllnaderna har olika karaktär. Undersökningarna (EKA 2002:1) visar att det ställvis (särskilt område 3A) är mycket svårt att ta sig ner till djup större än 3 meter och att många borrhopp inträffar inom en meter. Detta indikerar att fyllningen är rik på block och sten. Inom område 3A visar också asfalten spår av att fyllningen innehåller håligheter. Vid efterfyllning av borrade provhål på område 3A kunde konstateras att sanden inte bara fyllde igen hålet utan att också stora mängder sand gick åt för att fylla hålrum i anslutning till borrhålet. Flera av både äldre och nyare grundvattenrör har satt sig i området, vilket bedöms bero på omlagring och erosion av löst packat fyllnadsmaterial i området.

I område 3A förekommer huvudsakligen fyllning av grus, sand och sten och i en punkt har bark påträffats på 6 meters djup. Området vid udden (område 1 och del av 2B) har en något annan karaktär. Här återfinns fyllnadsmassor som delvis utgörs av restprodukter – avfallsprodukter från kloralkaliindustrin och sågverket, vitt slam, svart slam, sågspån, metallspån och stora mängder bark. Denna fyllning varvas dock även av grusig sandig fyllning och block kan förekomma även här. Fyllningens mäktighet har i borrhöjningarna konstaterats vara upp till 7 meter i område 3A och cirka 5 meter på udden (område 1). I de östra delarna av undersökningsområdet är fyllningens tjocklek någon halvmeter.

Utförda geotekniska undersökningar visar att området är mycket heterogent och att fyllningens sammansättning varierar. Som nämnts ovan domineras fyllningen av stenig grusig sand och fyllningen är ställvis rik på sprängsten. Fyllningen på udden och i ett 20-30 m brett stråk söder ut mot EKA-områdets södra gräns har en lösare fyllning med sågspån och bark.

Fyllningen i området är fast till mycket fast. Området med bark- och sågspånsfyllning är något lösare än omgivande fyllning men har ändå visat sig ha god hållfasthet. Stabiliteten i EKA-området bedöms vara god (EKA 2002:1).

EKA-områdets strandlinje mot Bengtsbrohöljen och kraftverkskanalen består av slänt med varierande beskaffenhet. Utmed kraftverkskanalen är släntlutningen brant och visst material har rasat ut i kanalen, särskilt större stenar, se figur 5 i Teknisk Beskrivning. Kraftverkskanalens botten är närmast horisontell och vattendjupet är cirka 1,5 meter, vilket innebär att botten är klart synlig. Inga sediment från EKA-området finns, såvitt känt, avlagrade i kraftverkskanalen; botten utgörs sannolikt där av de ursprungliga jordarterna i området.

Övriga strandlinjen är i stora partier klädd med sprängsten och släntlutningen varierar. Dykningar har gjorts mellan ångbåtsbryggan och udden där det bl.a. konstaterats att sprängstenen i slänten upphör vid släntfoten. Vattendjupet vid släntfoten varierar mellan någon halvmeter (vid udden) till cirka 4 meter (vid ångbåtsbryggan). Dykningarna har videofilmats. Av filmerna framgår att sjöbottnen utanför strandlinjens slänt består av lösa organiska sediment. Tjockleken på sedimenten varierar, vid udden är sedimenttjockleken någon decimeter, i höjd med Ekagatan är tjockleken mer än en meter. Vid ångbåtsbryggan finns större mängder bark med mäktigheter på över en meter.

5.2.2 *Hydrologi och hydrogeologi*

Bengtsbrohöljen är en reglerad sjö och enligt vattendomen (daterad 1992-12-03) får vattennivån variera mellan +89,72 och +90,71 m.ö.h. mätt i RH70 (0,958 meter över Bengtsfors lokala höjdsystem). Vid den högre nivån ska samtliga vattenvägar stå öppna till dess att nivån sjunkit under denna gräns. Nivån i Bengtsbrohöljen styrs främst av ett dämme i utloppet ur sjön. Dämnet sköts av företaget Dalsland kanal AB under den årstid när turistbåtar trafikerar sjön, dvs under sommarhalvåret. Under resterande delen av året sköts regleringen av Bengtsfors Kraft och Industri AB.

Vattenståndsvariationen i Lelången och Bengtsbrohöljen finns registrerade sedan lång tid genom kraftverkets försorg. Utöver detta finns även flöden genom kraftverket registrerade.

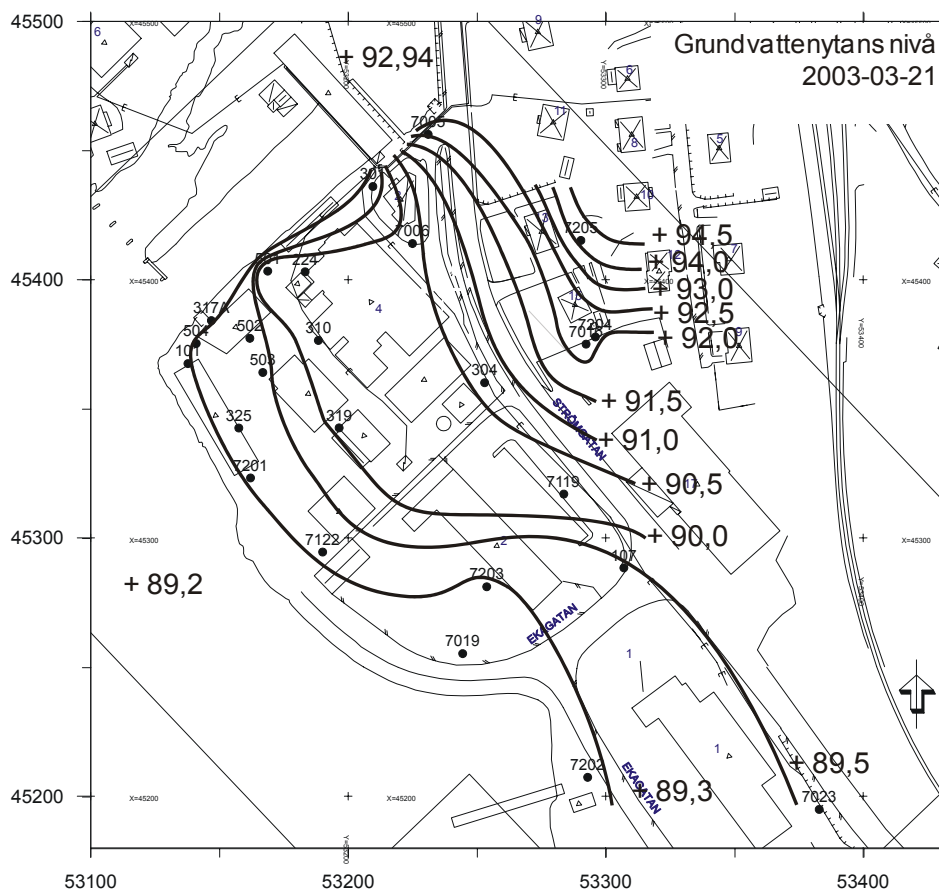
Medelvattenståndet i Lelången var under perioden 1961-2003 +93 m.ö.h. med en variation mellan +92,56 och +93,26 m.ö.h. Bengtsbrohöljen hade under samma tid ett medelvattenstånd på +89,31 m.ö.h. med en variation mellan 88,56 och 90,19 m.ö.h. Vid extremflödet år 2000 indikerades nivåer i Bengtsbrohöljen till högre än 90,3 m.ö.h. Samtliga registreringar i Lelången och Bengtsbrohöljen ovan är angivna i Bengtsfors lokala höjdsystem.

Medelvattenföringen via kraftverksdammen mellan Lelången och Bengtsbrohöljen är 20 m³/s. Beräknat högvattenflöde (100-årsflöde) är 152 m³/s. Under extremåret 2000 uppmättes 200 m³/s. Korttidsvariationen styrs främst av regleringen vid sjöns utlopp, dvs det tidigare nämnda dämnet. Tiden från det att dämningshöjden ändras till det att en nivåförändring slagit igenom i sjön är 6-10 timmar.

Bengtsbrohöljens medeldjup är ca 20 meter och maximalt uppmätt djup är 38 meter. Omsättningstiden är 11 dygn vid medelvattenföring och beräknad volym ca 20 Mm³. Avrinningsområdets storlek är 2.682 km².

Vattendjupen i strandzonen på EKA-området har registerats med lodningar och dykningar. Detaljerade resultat finns i rapport EKA 2002:7. Sammanfattningsvis visar mätningarna att vattendjupet i kraftverkskanalen var cirka 1,2 meter (vattenytans nivå vid detta tillfälle var +88,85 m.ö.h.) Vid strandkanten vid udden är vattendjupet mindre än en halv meter och ökar till drygt 2 meter cirka 30 meter ut från udden. Vid ångbåtsbryggan (ett stycke ut från stranden) är vattendjupet 6-8 meter. Dykningarna, som har genomförts mellan ångbåtsbryggan och udden, har videofilmats och visar att utanför strandlinjens slänt (som mestadels består av sprängsten) består sjöbotten av lösa sediment av organiskt material. Vid ångbåtsbryggan finns större mängder bark med mäktigheter över en meter.

EKA-området ligger i den nedre delen av ett avrinningsområde som avgränsas av vattendelare belägen på höjdpartierna i öster samt Bengtsbrohöljen och Lelången i väster och norr, se bilaga 2. De högre partierna öster om Strömgatan består huvudsakligen av berg i dagen och i viss mån morän. De hydrauliska förhållandena är heterogena och den hydrauliska konduktiviteten varierar över ett relativt stort intervall (från 10⁻³-10⁻⁵ m/s som medelvärde för fyllning till 10⁻⁷ m/s för djupare liggande morän) (EKA 2002:1; EKA 2002:3). Grundvattennivåerna varierar mellan 89,3 och ca 91 m ö h inom området, se figur 3, vilket innebär mellan 1,6-2 meter under markytan. Grundvattnets dominerande strömningsriktning är mot Bengtsbrohöljen (vinkelrätt mot de interpolerade grundvattennivåerna i figur 3), men lokala avvikelser på grund av skillnader i markens heterogena egenskaper kan förekomma.



Figur 3. Grundvattennivåer (interpolerade från observationer i grundvattenrör)
(EKA- rapport 2002:1)

Grundvattenströmningen från undersökningsområdet har beräknats uppgå till cirka 21 000 m³/år. En stor del av detta flöde bedöms strömma in i området från omkringliggande högre partier. En ansenlig del, cirka 8 000 m³/år, bedöms bero på nivåskillnaderna mellan Lelången och Bengtsbrohöljen. Snabb nivåhöjning i Bengtsbrohöljen kan orsaka kortvarig inströmning av sjövattnet i de mest strandnära områdena. Bidraget bedöms dock försumbart i relation till det totala flödet.

Huvuddelen av grundvattnet strömmar idag via fyllningen på EKA-området till Bengtsbrohöljen och en mindre del, storleksordningen någon procent, strömmar i den underliggande moränen.

Inget grundvattenuttag finns i anslutning till EKA-området och inga dricksvattenbrunnar bedöms kunna påverkas av nuvarande eller framtida förhållanden på EKA-området.

6 FÖRORENINGSSITUATIONEN

6.1 JORD

Föroreningsmängder

Undersökningsområdet för jord omfattar områdena 1, 2 och 3, se figur 1. Referensprover för att fastställa bakgrundshalter har tagits i yttlig jord i 6 punkter i Bengtstors samhälle, inom någon kilometers avstånd. Hälften av punkterna ligger nordost respektive sydväst om EKA-området.

Den totala föroreningsmängden i jord uppskattas till ca 16 ton kvicksilver och cirka 0,85 kg dioxiner (EKA 2002:2). Förutom inom den högkontaminerade EKA-udden (område 1), har inget samband mellan utbredningen av kvicksilver och dioxin kunnat visas. En grov överslagsberäkning pekar på att mängden klorerade alifater uppgår till 1-10 ton.

Oorganiska ämnen

Ca 85 % av kvicksilvermängden bedöms finnas inom område 1 och i marken under den före detta cellhallen (område 2A). Inom dessa områden har kvicksilverhalter på större än 4 000 mg/kg TS uppmätts (figur 4). Den högsta rapporterade koncentrationen är 9 039 mg/kg TS. Höga halter av kvicksilver i yttlig jord förekommer huvudsakligen inom område 1 och 2. I anslutning till bostads- huset (norr om område 2) har kvicksilverhalter i nivå med mindre känslig markanvändning (MKM⁴) uppmätts.

Noterbara halter av andra oorganiska ämnen (framför allt bly och koppar) har påträffats i jord vid område 1. Halterna ligger i de flesta fall under humantoxikologiska riktvärden för MKM. Platina, som användes i kloralkalifabriken, har inte påträffats över analysens rapporteringsgräns (3 mg/kg TS).

Undersökning av föroreningshalt i olika kornstorleksfraktioner i tre prover indikerar högre metallhalter i finmaterial (mindre än 0,063 mm). Motsvarande resultat erhöles inte för dioxiner och PAH-föreningar.

Organiska ämnen

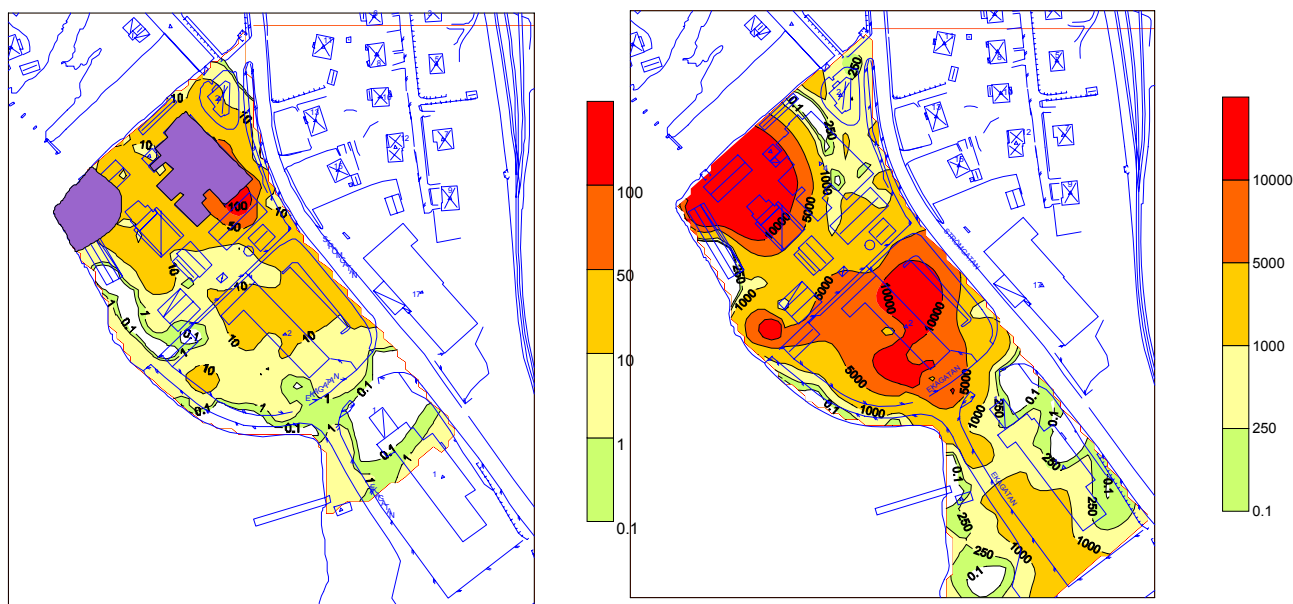
Av undersökningarna framgår att höga halter av dioxiner kan påträffas inom större delen av undersökningsområdet (figur 4), men bedöms koncentrerade till utfyllnadsområden och därmed huvudsakligen avgränsade av den ursprungliga strandlinjen. Förhöjda halter har dock påträffats inom ej utfyllda delar av område 2. De högsta halterna, >10 000 ng TEQ⁵/kg, har påträffats inom område 1, 2 och 3A. Den högsta rapporterade koncentrationen är 52 600 ng TEQ/kg TS. Höga dioxinhalter har påträffats i yttliga jordprover över ett större område jämfört med kvicksilver. Kompletterande provtagning kommer att genomföras under projekteringsfasen i de södra delarna av området för att säkrare kunna avgränsa föroreningsutbredning. I samlingsprov taget vid bostadshuset uppmättes dioxinhalterna strax under MKM.

Den relativa sammansättningen av kongener (olika typer av dioxiner) skiljer mellan olika provpunkter inom undersökningsområdet, vilket medför att andra föroreningskällor inte kan uteslutas. Huvuddelen av dioxinerna bedöms dock härröra från verksamheten vid klor-alkalifabriken.

⁴ Mindre känslig markanvändning, utan grundvattenuttag (Naturvårdsverket 1996)

⁵ Beräknade enligt Kutz et al 1990.

Cancerogena PAH-föreningar har uppmätts i utfyllda delar av område 3A (större än 100 mg/kg TS). PAH-halterna i analyserade ytliga prover ligger, med något undantag, under det generella MKM⁶-riktvärdet eller "normala" bakgrundshalter i tätort. Halterna av analyserade PCB- och monoaromatiska föreningar låg under rapporteringsgränsen. Tyngre oljekolväten har påträffats i halter under eller i nivå med MKM. Vid organiska screeninganalyser, riktade mot pesticider och träskyddsmedel, har inga "nya" föroreningstyper påträffats.



Figur 4. Utbredning av kvicksilver (0-6 m) (vänstra bilden) och dioxiner (0-4 m) (högra bilden) i undersökningsområdet. Naturvårdsverkets generella riktvärde för mindre känslig markanvändning för kvicksilver och dioxiner är 7 mg/kg TS respektive 250 ng TEQ/kg TS. Lila områden i den vänstra bilden betecknar de mycket höga kvicksilverhalter som påträffats inom område 1 och 2A (EKA 2002:2).

pH och organisk halt

I analyserade prover varierar pH mellan 5,8 och 12,1, med ett medianvärde på 7,6. De högsta pH-värdena har påträffats i anslutning till de tidigare klorkamrarna, i övrigt bedöms uppmätta pH-värden som normala för fyllningsjord. Halten organiskt kol varierar mellan 0,1 och 6,8 % av torrsubstanshalten (median 1,3 %).

6.2 GRUNDVATTEN

Oorganiska ämnen

Grundvatten filtreras i normal jord. Provtaget grundvatten bör därför filtreras eftersom totalhalterna oftast blir påverkade av provtagningen. Filtringen är dock inte oproblematiske eftersom lösta föroreningar, utöver partiklar, kan fastna i filtret. För att kringgå svårigheterna med tolkningen av filtrerade prover har, förutom filtring, också dekantering av grundvatten skett, dvs upptagna prover har fått stå viss tid och sedimentation av partiklar har skett. Därefter har "klarfasen" av vattnet för-

⁶ Mindre känslig markanvändning, utan grundvattenuttag (Naturvårdsverket 1996)

siktigt dekanterats. Metodiken kan sägas vara på ”säkra sidan”, eftersom dekanterat vatten kan sägas innehålla minst de lösta föroreningarna i vattenprovet.

Höga kvicksilverhalter har uppmätts både inne i EKA-området och i östra kanten av undersökningsområdet (upp till 223 µg/l i dekanterade prover) (EKA 2002:2). Inom område 1 och 2 har kvicksilverkoncentrationer över Naturvårdsverkets bedömning för mycket allvarligt tillstånd påträffats i fem grundvattenrör (Naturvårdsverket 1999a). Höga halter av kvicksilver har även uppmätts inom områden där halterna i jord inte är anmärkningsvärt höga (område 3C). I filtrerade prover är halterna låga, i flera fall under rapporteringsgränsen.

I tidigare undersökningar har huvudsakligen filtrerade prover analyserats, vilket medför att halterna i den senast rapporterade undersökningen där dekanterade prover analyserats, generellt sett är högre (EKA 2002:2).

Metylkvicksilver i halter större än 0,06 – 9,3 ng/l har påträffats i analyserade grundvattenprover. Andelen metylkvicksilver uppgick till 0,3 – 2 % av totalhalten. För att visa på storleksordningen kan jämförelsen med andelen metylkvicksilver i den atmosfäriska depositionen av kvicksilver göras. Denna är 1,5 %.

Halterna av övriga analyserade metaller är generellt låga till måttliga, men noterbara halter av framför allt bly och koppar, kadmium och zink kan förekomma inom område 1 och 2 samt i undersökningsområdets östra del (EKA 2002:2). Uppmätta maxhalter överskrider för dessa metaller kanadensiska ytvattenkriterier (CCME 2002), medan medianhalterna i grundvattnet ligger under dessa kriterier eller rapporteringsgränsen.

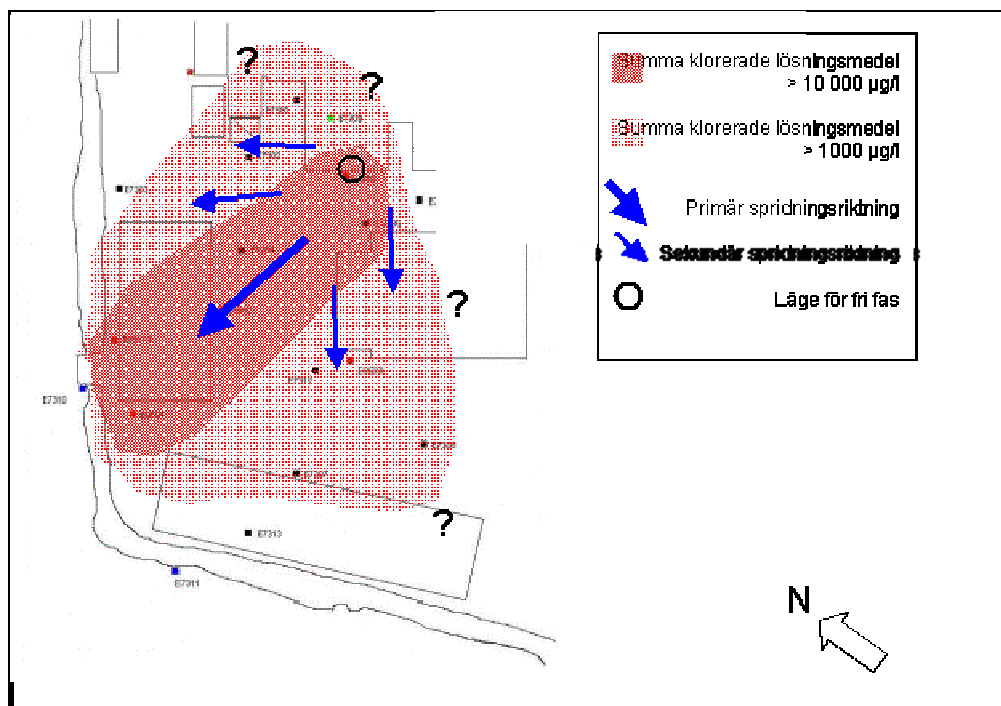
Organiska ämnen

Dioxiner har påvisats i 7 av 23 provtagna grundvattenrör, med de högsta halterna inom område 1 (EKA-udden). Furaner, som är typiska för kloralkaliindustri och generellt har högre löslighet, dominerar i analyserade prover. Föroreningskoncentrationerna varierar mellan icke detekterbara halter och 0,442 ng TEQ/l. Proverna dekanterades före analys. Som jämförelse kan nämnas att det holländska humantoxikologiska dricksvattenkriteriet är 0,0031 ng TEQ/l och amerikanska dricksvattenkriterier varierar mellan 0,000005 till 0,03 ng TEQ/l (RIVM 2001; USEPA 2002). Det bör även noteras att dioxinhalter över det holländska dricksvattenkriteriet har detekterats inom område 3B och öster om själva EKA-området.

PAH-halterna i grundvatten är i allmänhet låga, och kreosottypiska PAH-er dominerar i flertalet vattenprover. Cancerogena PAH-föreningar över Naturvårdsverkets förslag till riktvärde (0,2 µg/l) har påträffats i fyra av 22 analyserade grundvattenrör. I utförda screeninganalyser, riktade mot pesticider och träskyddsmedel, har inga ”nya” föroreningstyper påträffats. Klorfenoler har påträffats i låga halter (pentaklorfenol under eller i nivå med det kanadensiska ytvattenkriteriet). Halterna av BTEX-ämnen (bensen, toluen, etylbensen, xylener) är låg i analyserade prover. Opolära alifatiska kolväten har påträffats i halter över Naturvårdsverkets förslag till riktvärde i några punkter inom de västra delarna av område 1, 2 och 3A.

PCE-föreningens utbredning är avgränsad till den sydvästra delen av EKA-området (EKA 2002:10). Fri fas har påträffats i en brunn i anslutning till före detta cellhallen (figur 5). Höga halter (större än 1 000 µg/l) har påträffats mellan 3 och 14 m under markytan. Tri- och dikloreten liksom

vinylklorid och triklormetan har framför allt påträffats där höga halter av PCE har uppmätts. Nedbrytningsprodukterna indikerar att nedbrytning av PCE via reduktiv deklorinering pågår.



Figur 5. Utbredningen av klorerade alifatiska kolväten (EKA 2002:10).
Frågetecken indikerar att utbredningen inte är avgränsad i detalj.

pH och organisk halt

pH i grundvatten varierar mellan 6,1 och 9,1 (median 7,4), vilket bedöms som normalt. pH > 12 har uppmätts i anslutning till de tidigare klorkamrarna.

Bakgrundhalter jord

För bedömning av den lokala bakgrundhalten har 6 ytliga jordprover (0 – 0,2 meter under markytan) tagits på olika avstånd från undersökningsområdet (EKA 2002:2). Analyserade parametrar var metaller, dioxiner, PAH, TOC och pH. Resultaten indikerar att den lokala bakgrundhalten avseende dioxiner och kvicksilver är förhållandevis hög och överstiger nationella bakgrundshalter. Dioxinhalten överstiger MKM i en provpunkt. Minskande halter med ökat avstånd från området påvisas inte i analyserade prover.

PAH-koncentrationerna ligger i analyserade prover under bakgrundhalter i tätort och det generella MKM-riktvärdet.

6.3 BYGGNADER

Konstruktionsmaterial

De högsta kvicksilver- och dioxinhalterna har rapporterats från prover tagna i det ursprungliga byggnadsmaterialet i cellhallen (EKA 2002:13).

Höga halter av kvicksilver har påträffats i puts, murbruk och tegel (29 – 10 852 mg/kg TS). Resultaten visar att inträngningsdjupet i murbruk och tegel är betydande, t.ex. har 76 mg kvicksilver/kg TS påträffats i ett samlingsprov taget 7 - 26 cm från ytan. Resultaten tyder även på att äldre konstruktionsmaterial i trä i cellhallen, ”tornet” och ”indunstningen” är kraftigt förorenat av kvicksilver (ca 100 – 1 832 mg/kg TS). Utförda laktester visar att kvicksilver i konstruktionsmaterial har hög lakningsbenägenhet.

De högsta dioxinhalterna har påträffats i ytligt material (3 300 – 4 500 ng TEQ/kg TS). Resultaten tyder på lägre grad av inträngning av dioxiner i byggnadsmaterialet (mindre än 50 ng TEQ på avstånd som är större än 3 cm från ytan) samt också lägre halter i ”tornet” (0,4 – 30 ng TEQ/kg TS).

Luft inomhus

PCE, vinylklorid och kvicksilver har detekterats vid mätningar av inomhusluft i EKA-lokalerna. Provtagning med avseende på dioxiner har ej genomförts med hänvisning till dioxinernas låga flyktighet.

De högsta kvicksilverhalterna har uppmätts i cellhallen, med högsta koncentration 0,65 mg/m³, uppmätt under trägolvet (fälmätning). I inomhusluften ligger halterna i många fall över den hälso-baserade lågrisknivån (den nivå då riskerna för negativa hälsoeffekter bedöms som mycket små) (Naturvårdsverket 1996; RIVM 2001). I ett fall ligger uppmätta halter i nivå med Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde för kvicksilver.

Den högsta uppmätta halten av PCE i inomhusluft ligger i nivå med lågrisknivån, men lägre än Arbetsmiljöverkets hygieniska gränsvärde. En hög halt vinylklorid påträffades i en golvbrunn innan brunnen tätades.

Luft utomhus

I tidigare utredningar har den teoretiskt beräknade kvicksilverdiffusionen från jord till luft bedömts som låg. Vid en referensmätning i utomhusluft i anslutning till cellhallen uppgick dock kvicksilverhalten till 0,18 µg/m³ vilket i jämförelse med rapporterade bakgrundshalter i Sverige och Finland (0,0014 µg/m³) bedöms som förhöjd. I den aktuella mätpunkten kan resultatet vara påverkat av kvicksilveravgång från jord, grundvatten och/eller konstruktionsmaterial.

6.4 SJÖSYSTEMET

Vatten

Medianhalterna av metaller i ytvatten i Bengtsbrohöljen ligger, med undantag för koppar, under eller i nivå med bakgrundsvärden för sjöar i södra Sverige (tabell 2). Medianhalterna ligger under effektbaserade internationella bedömningskriterier och dricksvattennormer. Medianhalten baseras på mellan 70 och 150 analyser.

Vid provtagningar december 2002 (lugna förhållanden) var vattenmassan homogen. Inga skillnader i halterna av kvicksilver eller andra ämnen indikerades i olika delar eller på olika nivåer i Bengtsbrohöljens vattenmassa. Vid provtagning 2001 noterades under augusti en utbildad termoklin (ett temperatursprångskikt) och något högra halter av vissa metaller och metylkvicksilver påträffades i bottenvattnet jämfört med ytliga prover.

Tabell 2. Uppmätta medianhalter av metaller i Bengtsbrohöljen ($\mu\text{g/l}$). Streck markerar att uppgift saknas.

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Medianhalt, ytvatten	0,12	0,0114	0,024	0,14	0,65	0,0012	0,46	0,095	2,94
Bakgrund, sjöar S. Sv. ¹	0,3	0,016	--	0,2	0,5	0,004	0,4	0,24	2,0
CCME ²	5	0,017	--	8,9	2-4	0,1	25-150	1-7	30
RIVM MPC ³	24	0,34	3	8,7	1,1	0,23	1,9	11	7,3
Dricksvatten-norm (SLV)	10	1	--	50	2000	1	50	10	300

¹ Bedömningsgrunder för miljökvalitet – Sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket rapport 4913)

² Kanadensiska riktvärden för effekter i ytvatten (sötvattnet) CCME, 2002

³ RIVM 2001 (Holländska Naturvårdsverket). MPC=Maximum permissible concentration. Koncentration där inga negativa effekter är förväntade för 95 % av arterna eller de ekologiska processerna.

⁴ Statens Livsmedelsverk och Naturvårdsverket Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Förorenade områden. Naturvårdsverket 1999, rapport 4918.

Koncentrationerna av dioxiner i vattenmassan varierar stort mellan provtagningstillfällena (4 – 38 fg TEQ/l) och en tydlig koppling till vattenflöde, och därmed sannolikt partikelmängd i vattenmassan, finns (EKA 2002:20). Under högflödet november - december 2000, uppmättes upp mot 80 fg TEQ/l i Bengtsbrohöljens utlopp. Även när det gäller dioxiner är, liksom för kvicksilver, skillnaderna mellan in- och utgående totalhalter av dioxiner små (tabell 3).

I en sammanställning gjord av Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environmental Agency (2003) i England konstateras att relativt få referensvärden finns för dioxiner i vatten. I mätningar i ca 40 sjöar uppgick totalhalten av dioxiner och furaner till mindre än 6 ng/l. Vid andra mätningar varierar halterna mellan mindre än 0,2 pg TEQ/l (Elbe) till 167 pg TEQ/l (dricksvattenprov i Ryssland). Uppmätta halter i Bengtsbrohöljen/Lelång ligger väsentligt lägre.

Tabell 3. Uppmätta dioxinhalter i Bengtsbrohöljens ytvatten i in- och utlopp (prover tagna Lelång respektive Bengtsbrohöljen) Enhet fg TEQ/l. Prover tagna december 2001 till augusti 2003.

	Inlopp (Lelång)			Utlopp (Bengtsbrohöljen)			USEPA ¹	RIVM ²
	min	max	median	min	max	median		
Dioxiner	3,8	26	12	4	24	15	5	3 100

¹ USEPA 2002, dricksvatten

² RIVM 2001b, SRC, serious risk concentration, groundwater

Låga halter PCE har påvisats i strandnära prover (0,1 – 0,2 $\mu\text{g/l}$). Halterna underskrider väsentligt det kanadensiska ytvattenkriteriet för skydd av akvatiskt liv (110 $\mu\text{g/l}$) liksom holländska riktvärdet för dricksvatten (40 $\mu\text{g/l}$) (CCME 2002; RIVM 2001). Halterna av tetra- och dikloreten, tetraklorometan och vinylklorid var låga (under analysens rapporteringsgräns och kanadensiska ytvattenkriterier). Att ämnena påträffas indikerar dock en pågående spridning till Bengtsbrohöljen.

Sediment

Koncentrationen av arsenik, kadmium, krom, nickel, bly och vanadin i sediment ligger i nivå med eller upp mot dubbla bakgrundsvärdet för södra Sverige. Kopparkoncentrationerna ligger 2 – 7 ggr högre, medan kvicksilver ligger mellan 50 och 160 gånger högre än bakgrundsvärdet. Median- och maxhalterna av kvicksilver i ytliga sediment (0 – 10 cm under sedimentytan) var 11 respektive 26 mg/kg TS (EKA 2002:16). Skillnaderna mellan provtagningslokaler är relativt liten, och resultaten ligger i nivå med resultaten från den tidigare undersökningen.

Halterna av dioxiner och furaner är högre i ett av de analyserade sedimentproverna, men ligger i övrigt i nivå med tidigare erhållna resultat (sedimentnivå 0 – 10 cm). Furankongenerna dominerar och utgör mellan 60 och 80 % av totalhalterna och påträffade kongener bedöms som typiska för kloralkaliindustri (EKA 2002:21). Uttryckt som toxiska ekvivalenter ligger halterna i sex av sju sedimentprover mellan ca 600 och 1 700 ng TEQ/kg TS. Den högsta uppmätta dioxinhalten, från prov taget på 17 meters djup strax söder om EKA-området, var 12 600 ng TEQ/kg.

Uppmätta halter, max- och medianhalter, av PAH-föreningar i Bengtsbrohöljens sediment är förhöjda (totalhalter upp mot 13 mg/kg TS). Vid provtagningen noterades oljeskimmer vid ett flertal av provtagningslokalerna. I analyserade prover varierade halterna mellan ca 100 – 500 mg/kg TS och tyngre alifatiska kolväten i fraktionen C₁₆ – C₃₅ dominerar. I merparten av proverna låg halterna i nivå med vad som uppmätts i opåverkade sediment. Klorfenoler, PCB eller andra semivolatila organiska ämnen detekterades inte.

Föroreningsmängderna i sjön har beräknats till ca 150 kg kvicksilver och 6 g dioxin, vilket är väsentligen mindre än inom landområdet. De högsta koncentrationerna finns i anslutning till EKA-området medan största mängderna finns i den övriga delen av sjön.

Utanför EKA-området förefaller inte sedimenten vara påverkade av omblandningsprocesser och överlagras genom nysedimentation (EKA 2002:21). De högsta föroreningshalterna påträffas i de sedimentskikt som åldersmässigt motsvarar driftsperioden för EKA-fabriken. Halterna minskar mot sedimentytan, vilket visar att spridningen från landområdet har minskat över tid (EKA 2002:21). Medelkoncentrationerna av kvicksilver och dioxin i sedimentande material låg vid provtagning under högflödet år 2000 på ca 3,8 mg Hg/kg TS respektive 190 ng TEQ/kg TS, vilket är lägre än ovan redovisade halter i ytligt sediment (0 – 10 cm).

7 SPRIDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

7.1 TRANSPORT AV FÖRORENINGAR FRÅN OMRÅDET

Bedömd årlig uttransporterad medelmängd av kvicksilver, koppar, bly, dioxiner, PCE och PAH-föreningar från EKA-området redovisas i tabell 4. Mängduppskattningen tar hänsyn till spridning via:

- Grundvatten
- Erosion
- Damning
- Gasavgång

Den partikulära transporten av kvicksilver bedöms vara mer än 90 % av den totala transporten. Detta bedöms gälla även för dioxinföreningarna eftersom deras vattenlöslighet är mycket låg. Under högflöde bedöms spridningen kunna öka väsentligt p g a risk för kraftigt ökad erosion.

Tabell 4. Uppskattad årlig mängdtransport av kvicksilver, koppar, bly, dioxiner PCE och PAH 16 från EKA-området. Tot avser spridning i partikulär och löst form. Streck markerar att data saknas/ej relevant (EKA 2002:3).

Transportväg	Hg, tot g/år	Hg, löst g/år	Cu, tot g/år	Pb, tot g/år	Dioxin mg TEQ /år	PCE kg/år	PAH16, Tot g/år
Grundvatten	360	1,7	280	260	3,6	43	41
Erosion, damning	40 ¹	--	--	--	2 ¹	--	--
Gas	4 ³	4	--	--	--	--	--
Summa	400	5	280	260	6 ²	43	41

¹Spridning via erosion kan vid högflöde vara betydligt större

²Indikationer tyder på att spridning kan vara 5-10 ggr större

³Beräknat värde, ej verifierat med mätningar.

Olika lakningstester har genomförts på jord, konstruktionsmaterial och sediment för att bl.a. bedöma risken för spridning av föroreningar (EKA 2002:5). Försök har också utförts för att undersöka hur partikelbunden föroreningstransport påverkas vid passage genom fyllningsmaterial samt hur föroreningshalterna påverkas när förorenat vatten passerar sandfilter med varierande kornstorlek.

I analyserade grundvattenprover har inga signifikanta samband mellan förekomsten av PCE och PAH respektive dioxiner erhållits. Baserat på kolonntest kan konstateras att någon tydligt mönster inte erhöles avseende PCEs effekt på utlakning av dioxiner.

Skakförsök på konstruktionsmaterial (puts, tegel, bruk) visar att lakbarheten av kvicksilver är hög och baserat på lakningsegenskaperna bedöms undersökta prover klassificeras som farligt avfall med avseende på kvicksilver. Proverna representerade ett haltintervall mellan 32 och 735 mg Hg /kg TS. Övriga undersökta metaller uppfyllde kriterierna för inert avfall. Skaktesterna med avseende på dioxiner indikerar liten utlakning. Resultaten av sekventiell lakning visar ökad lakning av metaller vid sänkt pH och redoxpotential (vid lägre syrekoncentrationer).

I utförda filterförsök framkom att vid passage av ofiltrerat och filtrerat förorenat vatten genom sandfilter med medelkornstorlek 0,1 - 0,95 mm så reduceras kvicksilverkoncentrationen med mellan 95 och mer än 99 % (från ca 80 µg/l till 0,5 µg/l). Haltreduktionen av ”löst” kvicksilver (löst eller bundet till partiklar som är mindre än 0,45 µm) är störst vid den minsta kornstorleken. Reduktionen av partikulärt bundet bly, koppar och zink varierar mellan 98 % och mer än 99 %. Reduktionen av bly, koppar och zink, som är löst eller bundet till partiklar mindre än 0,45 µm är relativt sett mindre. Sandfilter fungerar således mycket bra som barriär för det förorenade vatten som lämnar EKA-området.

7.2 FÖRORENINGSSPRIDNING TILL SJÖSYSTEMET

Lakning av sediment från Bengtsbrohöljen har utförts med avseende på kvicksilver i reducerande respektive oxiderande miljö (EKA 2002:21). Resultaten indikerar i båda fallen att kvicksilver har låg lakningsbenägenheten. Enligt utförda diffusionsberäkningar sker inget läckage av totalkvicksilver från analyserade sedimentprover, däremot visar beräkningarna att ett läckage av metylkvicksilver kan ske. På grund av den stora utspädningen i Bengtsbrohöljen kan detta vara svårt att detektera vid ytvattenprovtagning.

Tidigare utredningar och pågående övervakning av föroreningshalter i Bengtsbrohöljens in- och utlopp indikerar att ej identifierade källor uppströms Bengtsbrohöljen bidrar med större mängder av kvicksilver och dioxiner än tillskottet från EKA-området. Tillskottet av kvicksilver och dioxiner från uppströmskällor har beräknats till i storleksordningen 0,7 kg/år respektive 20 mg TEQ/år.

Skillnaderna mellan in- och utgående totalhalter av metaller och dioxiner i Bengtsbrohöljen är små (EKA 2002:20). Vid jämförelse mellan median in och median ut visas ett litet tillskott av bly, koppar, kadmium och kvicksilver. Vid passagen genom Bengtsbrohöljen beräknas vid medelvattenflöde ett tillskott av ca 0,1 kg kvicksilver.

En närmare analys av dioxiner visar dock att halterna av penta- och oktaklorerade dioxin-kongenerna generellt är något högre i inloppet, medan koncentrationen lågklorerade furaner (tetra- och i viss mån pentaklorerade) är högre i utloppet. Lågklorerade furaner är typiska för kloralkalifabriker och indikerar ett bidrag från EKA-området. Det bör observeras att lågklorerade furaner även är typiska för klorblekning av pappersmassa, vilket bl.a. ägt rum vid den nedlagda sulfidfabriken i Bengtsfors omedelbart uppströms Bengtsbrohöljen.

8 ÅTGÄRDER

Olika åtgärder har studerats i projektet kring EKA-området. Dessa åtgärder föranleds av den miljö- och hälsoriskbedömning som genomförts och sammanfattats i avsnitt 3 ovan. Kopplingen mellan miljö- och hälsoriskbedömningen och åtgärdsalternativen redovisas i tabellform, bilaga 3.

Nedan beskrivs kort alternativen samt motiven till de åtgärder som Bengtsfors kommun ansöker om att få utföra. Förhöjda halter av andra tungmetaller och PAH-föreningar i jord och grundvatten påträffas huvudsakligen inom områden där koncentrationerna av dioxiner och kvicksilver är höga och bedöms inte vara dimensionerande för åtgärdernas inriktning eller omfattning. Redovisade åtgärdsalternativ reducerar exponering, spridning samt föroreningsmängd även av dessa ämnen.

För illustration av åtgärderna samt en mera ingående teknisk diskussion kring åtgärderna hänvisas till Teknisk Beskrivning.

8.1 NOLLALTERNATIV

Nollalternativet är att inte genomföra någon efterbehandling av EKA-området överhuvudtaget, vilket innebär att de hälso- och miljörisker som redovisats under avsnitt 3.1 kommer att kvarstå.

8.2 STUDERADE ÅTGÄRDSALTERNATIV

En genomgång har skett av tänkbara åtgärder för EKA-området (EKA 2003:11). Övergripande syftar åtgärderna till att antingen koncentrera, destruera eller immobilisera ("låsa inne") föroreningarna. Åtgärderna kan i olika omfattning utföras in situ (i jorden som den ligger), on site (uppgrävd och behandlad och/eller deponerad på saneringsplatsen) eller ex site (uppgrävd, borttransporterad och behandlad och/eller deponerad på annan plats). Åtgärderna kan också användas i kombination.

Efterbehandlingsåtgärderna (i fortsättningen benämnt åtgärder) kring EKA-området ska uppnå åtgärdsmålen och har främst två syften:

- att hindra spridning av föroreningarna till omgivningen
- att minska exponeringen av föroreningarna.

Det ena ytterligheten är att riva alla byggnader som är förorenade eller som ligger på förorenad jord samt att gräva upp och transportera bort alla förorenade massor. Kostnaden för detta alternativ är dock mycket hög, i storleksordningen 500-600 Mkr. Mot bakgrund av miljö- och hälsorisk-situationen, se avsnitt 3.1, är kostnaderna i förhållande till miljönyttan orimligt stora för en sådan lösning.

Den andra ytterligheten är att låta samtliga förorenade byggnader och jordmassor ligga kvar på området och att säkra området så att spridningen och exponeringen av föroreningarna minimeras. Åtgärderna skulle i det fallet inriktas på att bygga barriärer av olika slag som är åtkomliga och reparerbara. En kalkyl visar att kostnaden för detta alternativ ligger i storleksordningen 30 Mkr. Rivs byggnaderna inom område 1 och 2 ökar kostnaden till ca 40 Mkr. Kostnadssiffrorna omfattar enbart

entreprenadarbetena (arbete och material). Utredningskostnader, bygglösning, miljökontroll etc. finns inte inkluderade.

Enbart barriärer är inte heller, i likhet med totalt bortskaffande, motiverat av hälso- och miljöskäl, eftersom uppenbara miljö- och hälsorisker kvarstår i ett sådant fall i framtiden.

Ovanstående diskussion leder till att åtgärderna bör omfatta en blandning av de båda ytterligheterna, dvs att låta vissa förorenade massor ligga kvar och bygga barriärer men att också omdisponera, behandla och/eller bortskaffa samt deponera förorenade massor.

Gjorda kostnadskalkyler visar att ett alternativ där cirka 30 % av kvicksilvret samt cirka 10 % av dioxinerna grävs bort, kostar ytterligare cirka 30 Mkr (utöver tidigare 40 Mkr). Vill man gräva bort ytterligare jord så att totalt cirka 75 % av kvicksilvret och cirka 25 % av dioxiner försvinner från området krävs ytterligare cirka 30 Mkr (utöver tidigare 70 Mkr). Kalkylen för alternativet där nära 90 % av kvicksilvret och 30 % av dioxinerna grävts bort ökar kostnaden med cirka 10 Mkr (utöver tidigare 100 Mkr). Utredningskostnader, bygglösning, miljökontroll etc. är som tidigare nämnts inte inkluderade i nämnda siffror.

Styrande för åtgärdernas omfattning och utförande är dagens miljö- och hälsorisker, och, i än högre grad, hälso- och miljörisker som följd av framtida möjliga skadehändelser och deras konsekvenser. Generellt kan sägas att marginalnyttan för hälsa och miljö avtar med ökad bortgrävning. Bedömningen är att alternativet bortgrävning så att 30 % kvicksilver och 10 % dioxiner försvinner från området är ett tillräckligt alternativ sett ur hälso- och miljösynpunkt. I detta alternativ har cellhallsbyggnaden rivits, långsiktiga barriärer har skapats och de mest utsatta kontaminerade jordmassorna har bortskaffats.

I tabell, bilaga 3, listas identifierade miljö- och hälsorisker i nuläget och de händelser som medför eller kan medföra skada, skadans art samt de åtgärder som reducerar, eller i bästa fall eliminerar, skadans effekter.

Det område som är aktuellt för åtgärder visas i figur 1. Område 3B omfattas inte av projektet, men detta område har ingått i utredningarna kring EKA-området och åtgärderna på område 3B kommenteras därför endast. Befintlig bostadsfastighet omedelbart nordost om område 2 omfattas inte av projektets undersökningar och åtgärder.

Följande åtgärder har studerats:

1. rivning av cellhallsbyggnaden inklusive skyddsåtgärder vid rivningen
2. barriärer och skyddsåtgärder mot Bengtsbrohöljen
3. barriärer för att minska exponeringsrisken i och omedelbart kring området
4. behandling in situ (utan uppgrävning) för att främst ta hand om och destruera klorerade lösningsmedel (PCE)
5. behandling av rivna byggnadsmaterial och uppgrävda massor och för att koncentrera kvicksilver och för att destruera dioxiner och PCE
6. sortering och tvättning av jordmassor och byggnadsmaterial för att enbart koncentrera föroreningarna
7. stabilisering och/eller solidifiering av jordmassor och byggnadsmaterial för att nå bättre lakningsegenskaper

8. upptagning av förorenade sediment nära strandlinjen
9. deponeringsalternativ

8.3 AVFÄRDADA ÅTGÄRDSALTERNATIV

Följande åtgärdsalternativ har avfärdats:

- in-situ-behandling (punkt 4 ovan)
- behandling på platsen för annat än sortering och tvättning (del av punkt 5 och 7)
- deponering på platsen (del av punkt 9).

Avfärdade alternativ innebär att Bengtsfors kommun inte kommer att behandla några jord- eller byggnadsrivningsmassor på platsen annat än med sortering och tvättning av massorna. Tvättning kommer att ske av en delmängd (t ex att avskilja finpartiklar från grövre material) medan sortering kommer att ske av samtliga massor. Vidare innebär avfärdade alternativ att ingen deponering kommer att ske på platsen av vare sig uppgrävd förorenad jord eller förorenade rivningsmassor.

Ovanstående innebär således att tillstånd för behandling, annat än sortering och tvättning, inte begärs och inte heller för deponering. Nedan ges några kommentarer till de avfärdade alternativen.

In situ-behandling

Vid genomgång av möjliga metoder för in-situ-behandling, dvs behandling med jordmassorna liggande kvar i jorden, har endast PCE övervägts att behandlas på detta sätt. Orsaken är att de dominerande föroreningarna, kvicksilver och dioxin, inte lämpar sig särskilt väl för in-situ-behandling.

Miljö- och hälsoriskbedömningen visar att hälso- och miljörisken avseende PCE främst ligger i exponering av gas från lösningsmedlet och dess nedbrytningsprodukter, som kan röra sig i jord-por-systemet. Det är främst i byggnader, där det av kondensskäl alltid bör finnas ett litet undertryck, som PCE-föroreningen och/eller dess nedbrytningsprodukter kan medföra risk vid gasinträning.

PCE-föroreningens läge, dess nedbrytbarhet, tveksamheter kring reningseffektiviteten vid en behandling, exponeringssituationen samt förekomsten tillsammans med kvicksilver har varit en av huvudorsakerna till förslaget om skyddsfyllning och användning av marken inom området 1 och 2 som parkmark. Med dessa skyddslösningar innebär en behandling av PCE en begränsad hälso- och miljönytta. Det föreslås därför ingen in-situ-behandling av PCE och följaktligen inte heller någon in-situ-behandling överhuvudtaget i projektet. I samband med rivning av byggnader kommer uppsagningsutrustning att finnas till hands för eventuellt förekommande lösningsmedel i fri fas.

Behandling på platsen för annat än sortering och tvättning

Behandling på platsen kräver mobil utrustning och mängderna för avancerad behandling, t ex kemisk extraktion och/eller termisk avdrivning, är begränsade till maximalt 10-15.000 ton. Vid förfrågan till några potentiella leverantörer har man uttryckt tveksamheter om att etablera sin mobila utrustning för dessa metoder med dessa förhållandevis små mängder. Utrymmet på EKA-området är dessutom begränsat och kommunen ser med viss tveksamhet på utsläppen från mobila behandlingsprocesser på området. Mot bakgrund av detta begränsas vald behandling på platsen endast till sortering och tvättning; metoder som anses nödvändiga för att nå miljömässigt och ekonomiska accep-

tabla transporter till godkända anläggningar där annan behandling kan ske i permanenta anläggningar.

Deponering på platsen

EKA-området utgör ingen lämplig plats för en deponi, särskilt med tanke på de föroreningar som är aktuella och närheten till Bengtsbrohöljen. Området är dessutom så litet att det inte går att begränsa deponin till en yta som ligger på visst avstånd från sjön och deponikanten skulle således ligga intill sjön. Endast en omdisponering av massorna skulle vara möjlig, dvs sjönära högkontaminerade massor skulle kunna flyttas längre upp in området och mindre kontaminerade massor skulle kunna läggas nära sjön. Etablering av en deponi på platsen är därför ingen miljömässigt bra lösning. Kostnaderna för en deponietablering är därtill i en sådan storleksordning att kostnaden per ton skulle bli lika med deponeringskostnaden vid en etablerad deponi.

8.4 MÖJLIGA ÅTGÄRDSALTERNATIV

Nedan beskrivs de åtgärder som valts att utföras på och vid EKA-tomten. Beskrivningen ska ses som exempel; projekteringen får senare visa hur åtgärderna i detalj ska utformas. Åtgärdernas funktion och kontrollerbarhet kommer dock inte att ändras utifrån det som anges. Se också tabell 1 där åtgärderna anges tillsammans med den hälso- och miljörisk eller den skadehändelse som motiverar åtgärden.

Följande markanvändning har förutsatts när det gäller val av åtgärder:

- område 1, 2A och 2B ändras till parkmark, där byggnaderna rivs och inga nya byggnader uppförs
- område 3A förblir mark för lätt industri (idag en bilaffär och bilverkstad)
- område 3B förblir mark för lätt industri (idag bussgarage och en bensinstation)
- område 3C blir parkmark (genomfartsväg bevaras) med utrymme för en mindre administrationsbyggnad för båttrafiken (ny brygga byggs).

8.4.1 Barriärer

Funktionsmålet med barriärerna på EKA-området är att:

På kort sikt:

- Minska risken för exponering och spridning av föroreningar vid mark- och rivningsarbeten.

På lång sikt:

- Minska risken för spridning och exponering av ytnära föroreningar.
- Minska omsättningen av vatten i förorenade massor.
- Minska risken för spridning via grundvatten och erosion.
- Filtrera allt förorenat vatten som släpps mot Bengtsbrohöljen.
- Styra grundvattennivån inom EKA-området.
- Minska risken för inläckage av vatten eller andra ämnen orsakad av olyckor uppströms EKA-området (gäller framför allt olyckor med tankfordon på Strömngatan).
- Minska risken för erosion i förorenade massor vid extrema vattenförhållanden i Lelången och Bengtsbrohöljen eller vid olyckor som medför risk för erosion av förorenade massor.

Detta kan ske genom (se också figur 1):

- Horisontella barriärer i form av fyllning på område 1 och 2 samt 3A och 3C
- Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen vid kraftverket
- Dräneringsdike och vägdike utmed Strömngatan
- Stålspontning mot kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen
- Filterfyllning/stödfyllning/erosionsskydd
- Tätning med slitsmur utmed strandlinjen och eventuellt i den södra delen av området
- Dräneringsdike i nedströmsdelen av området

I vissa partier kan komplettering med reaktiv barriär och sorptionsbarriär komma att övervägas. I tekniska beskrivningen presenteras och illustreras metoderna närmare. Nedan ges några korta kommentarer.

Horisontella barriären består inom område 1 och 2 av täckning och tätning för att eliminera exponering av ytnära föroreningar samt för att minska vattenomsättningen i underliggande kvarvarande förorenade jordmassor. Horisontell barriär i område 3A och 3C reducerar väsentligt exponeringen av ytnära markföroreningar.

Tätningen vid kraftverket minskar vatteninträngningen i området från kraftverksdammen.

Dräneringsdiket och vägdiket begränsar inflödet av vatten från uppströms beläget område men skyddar också EKA-området för vätskor från olyckor med drivmedel och kemikalier på Strömngatan.

Spontningen görs för att säkra att överskottsvatten inom området under entreprenadtiden inte kan gå ut orenat i sjön. Spontningen är således främst en skyddsåtgärd för entreprenadarbetena.

Filterfyllningen är en säkring för att allt vatten minst ska vara filtrerat innan det lämnar området.

Stödfyllning utanför spont fungerar som stöd för filterfyllningen den dag sponten rostar sönder (alternativt när sponten dras upp).

Tätning med slitsmur utmed kraftverkskanalen och övriga strandlinjen säkrar långsiktigt (flerhundraårsperspektivet) kontrollen över området och dess vatten.

Dräneringsdiket i nedströmsdelen (på insidan av slitsmuren) säkrar filtrering av vatten ut från området samt att grundvattenytan bibehålls på bestämd nivå.

8.4.2 Sanering och rivning av byggnader

Cellhallsbyggnaden (här definierad som område 2A) skulle vid ett bevarande kräva omfattande sanering och ett "evigt" underhåll. Lakningen på byggnadsmaterialet visar att vissa delar är synnerligen lakbara och att materialet inte får tas emot ens vid en deponi för farligt avfall om inte materialet stabiliseras så att lakningskaraktären ändras.

Samtliga byggnader inom områdena 1, 2A och 2B föreslås rivas, medan övriga byggnader på område 3A och 3B föreslås ligga kvar. Bostadsbyggnaden invid kraftverket berörs dock inte. Hälso- och miljöskäl motiverar rivningen av cellhallsbyggnaden (område 2A) medan byggnaderna i område 1 och 2B behöver rivas för att kunna genomföra föreslagna markåtgärder.

Funktionsmålet för sanering och rivning av byggnader inom område 1, 2A och 2B är att:

- eliminera risken för exponering och/eller spridning av kvicksilver, dioxin och organiska lösningsmedel inom eller kring EKA-området via byggnaderna och byggnadernas material
- underlätta markåtgärder

Funktionsmålet för övriga byggnader på EKA-området (område 3A, 3B och 3C) är att:

- reducera byggnadernas indirekta påverkan på föroreningarna i mark inom EKA-området genom att ändra byggnadernas VA- och elinstallationer till för området säkrare lösningar.

Provsanering har skett av cellhallsbyggnaden där luftens innehåll av damm och föroreningar studerades. Resultatet visar att vid rivningen av cellhallen bör skyddsåtgärderna ägnas särskild uppmärksamhet. Detta gäller både intern miljö (arbetsmiljön) och extern miljö (omgivningen).

Risken för spridning av föroreningar till omgivningen är således uppenbar vid rivningen av cellhallsbyggnaden. Byggnaden innehåller förutom förorenat byggnadsmaterial också löst damm som vid rivningen kan spridas. Cellhallsbyggnaden (område 2 A) bör därför förses med ett tält innan rivningen påbörjas. Tältet förses i sin tur med ventilation som ger kontroll av all luft inom byggnaden och samtliga frånluftskanalerna förses med filter.

8.4.3 Uppgrävning av förorenade jordmassor

I utredningen kring EKA-området konstateras att lösligheten hos kvicksilver och dioxin är låg i dagsläget och att huvuddelen av spridningen sker via partiklar. Ändrade kemiska och biologiska förhållanden kan dock öka lösligheten. Uppgrävning och bortskaffande av föroreningarna reducerar denna risk.

Uppgrävningen och bortskaffningen innebär således att risken för spridning och exponering av föroreningarna minskar (föroreningar tas helt bort på vissa ställen), men också att konsekvenserna av framtida skadehändelser på tomten mildras, t ex genom mindre eroderad mängd av föroreningarna. Metoden ger störst effekt om de mest förorenade massorna grävs ur och om de mest utsatta platserna väljs för uppgrävningen där risken för exponering och spridning är störst. Sådana platser finns där ytnära föroreningar förekommer (exponeringsrisken störst) och längst ut i området mot kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen (erosionsrisken störst). Dessutom gäller att ju djupare föroreningen ligger desto mindre är både exponerings- och erosionsrisken.

Funktionsmålet för uppgrävning av förorenade massor är att:

- minska exponerings- och spridningsrisken av föroreningarna på EKA-området
- minska konsekvenserna av oförutsedda förhållanden eller olyckor på och omkring EKA-området.

Olika uppgrävningssalternativ har utretts där främst mängden upptaget kvicksilver har styrt alternativen. Alternativen visar att uppgrävning av udden (området 1) ger störst effekt och att grävning under grundvattenytan (ungefär lika med sjöytan) krävs om en signifikant mängd kvicksilver ska tas bort. Mätning av halterna i uppgrävda massor kommer att ske under grävningssentreprenaden.

Huvudskyddsåtgärden för grävningen är spontningen runt området (se barriärer ovan). Frysning av jordmassorna under grundvattenytan övervägs för att uppgrävningen ska med så liten störning som möjligt. Uppgrumlat vatten (vid grävning under grundvattenytan) behandlas i reningsanläggning som etableras på platsen och detta vatten sätts under samma villkor som annat överskottsvatten som ska släppas till sjön från området. Detta kommer dock inte att innebära att grundvattenytan sänks.

Mängden uppgrävd jord och motsvarande reduktion av källtermen (kvicksilver och dioxiner) anges i Teknisk Beskrivning (avsnitt 2.4.3).

8.4.4 Upptagning av sediment

Förorenade sediment finns utanför strandlinjen från udden och förbi nuvarande ångbåtsbrygga. Föroreningarna domineras av kvicksilver och dioxin. Sedimenttjockleken varierar från några decimeter vid udden till ca 1,5 meter vid bryggan.

Entreprenadarbetena utmed strandlinjen innebär risk för grumling av sedimenten. Vid fyllning i vattnet kommer sedimenten dessutom att tryckas undan och omlagras, varvid sediment med höga koncentrationer blottläggs. För att mer eller mindre eliminera grumling, undantryckning och omlagring föreslås att de strandnära sedimenten lyfts upp och deponeras. Bedömningen är att det är tillräckligt att ta upp sedimenten inom ett avstånd på cirka 10 meter räknat från släntfoten och ut i Bengtsbrohöljen.

Funktionsmålet med upptagning av sedimenten är att:

- eliminera grumling, undantryckning och omlagring av sediment vid entreprenadarbetena i strandlinjen
- minska risken för grumling av sedimenten i framtida verksamheter i närheten av strandlinjen.

Upptagningen ska ske på sådant sätt att så liten grumling av sedimenten sker. Oavsett risken för grumling avses dubbla geotextilskärmar monteras ute i vattnet. Skärmarna förses med sänke och flytkroppar och ska sträcka sig från vattenytan till sjöbotten samt innesluta hela arbetsytan.

Sedimenten läggs upp på tätad yta och avvattnas. Avvattning kan ske på olika sätt. Tre metoder kommer att övervägas; grävuddring, suguddring och frysning (och upplyftning). Frysmetoden kräver ingen speciell avvattning annat än det vatten som avgår vid upptagningen.

Mängden sediment som beräknas behöva tas upp beräknas minst vara 1.300 ton (våtvikt).

8.4.5 Behandling av förorenade massor, byggnadsmaterial och sediment

Så som angivits i avsnitten om rivning och sanering av byggnader samt uppgrävning kommer allt material som hanteras på EKA-området att sorteras.

Vissa massor och material är givna för behandling, t ex sådana som grävs upp eller rivs och som inte får deponeras. Idag får brännbart avfall inte deponeras och efter 2005 inte heller organiskt avfall, såvida inte undantag kan fås. Detta innebär att allt brännbart och organiskt avfall måste destrueras. För EKA-området medför detta att allt brännbart som rivs i cellhallsbyggnaden måste brännas (inget material bedöms där som återvinnbart på grund av föroreningshalten). Likaså kommer upptagna sediment att behöva brännas på grund av organiskt innehåll och hög föroreningsgrad.

Funktionsmålet med behandling är att:

- genom destruktion eller immobilisering minska föroreningarnas påverkan på hälsa och miljö
- koncentrera föroreningarna i de fall destruktion eller immobilisering inte är lämpligt att genomföra

Mot bakgrund av de föroreningar som förekommer på EKA-området har följande behandlingsmetoder övervägts:

- tvättning (fysisk borttagning av föroreningarna)
- kemisk extraktion
- förbränning
- termisk avdrivning
- stabilisering
- solidifiering

Det kan antas att förekomsten av kvicksilver innebär att få entreprenörer kommer att våga offerera en reningsgrad utan att ha provat materialen på sin metod. Upphandlingen kommer därför sannolikt att ske i två steg där behandlingsmetoderna, utom möjligen tvättning, kommer att kräva pilotstudier och utvärderingar av potentiella entreprenörer som bjuds in att lämna anbud (helst flera per metod). Det är först efter dessa pilotförsök som omfattningen av behandling kan bedömas.

Som nämnts i avsnitt 8.3 kommer endast sortering och tvättning av massor att ske på EKA-tomten. Övriga massor transporteras till etablerade behandlingsanläggningar på annan ort. Sorteringen och tvättningen sker i det tält som lämnas kvar efter rivningen av cellhallsbyggnaden. Utsug och rening av luft kommer där att ske. Överskottsvatten från tvättningen (normalt någon kubikmeter per dag) omhändertas och renas alternativt körs till godkänd anläggning.

8.4.6 Deponering

Funktionsmålet med deponering är att i ett flerhundraårigt tidsperspektiv innesluta föroreningarna på sådant sätt att menlig exponering och spridning av föroreningarna inte kan uppkomma.

Som nämnts i avsnitt 8.3 kommer ingen deponering att ske på EKA-området och projektet kommer heller inte att etablera någon ny deponi för rivet byggnadsmaterial och upptagna förorenade massor.

I praktiskt taget alla massor som rivs och grävs upp från EKA-området finns kvicksilver, vilket till stor del styr deponeringen av massorna. Två olika haltkriterier för deponering av kvicksilveravfall föreligger i Sverige; ett fastfaskriterium som förs fram i kretsloppspropositionen (proposition 2002/03:117) och ett lakningskriterium i enlighet med EG-rådets beslut (2003/33/EG) om kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid avfallsdeponier i enlighet med artikel 16 i, och bilaga II till direktiv 1999/31/EG.

I kretsloppspropositionen föreslår regeringen att avfall som innehåller minst 1 % kvicksilver (10.000 mg/kg TS) ska föras till permanent djupförvar. Vidare säger man att även avfall som innehåller 0,1-1 % kvicksilver (1.000-10.000 mg/kg TS) ska, om det är skäligt, föras till djupförvar. Kraven föreslås gälla från 1 januari 2015 och fram till dess bör lämplig mellanlagring och förbehandling av avfallet ske. Intentionen med djupförvaret är att överföra kvicksilver från biosfären till geosfären.

EU-rådet har i beslut den 19 december 2002 fastslagit mottagningskriterier för mottagning av avfall vid avfallsdeponier. Beslutet får verkan den 16 juli 2004 och fr.o.m. den 16 juli 2005 ska medlemsstaterna tillämpa de kriterier som fastställts i beslutet. Kriterierna grundas endast på lakvärden för metaller och totalinnehållet av metaller är ointressant. Lakningskriterierna innebär att ett avfall inte kan deponeras i respektive deponiklass om kriterierna överskrids. Behandling, t ex stabilisering eller solidifiering till mindre lakbarhet, måste utföras i de fall där kriterierna överskrids.

Inom projektet är ambitionen att så långt möjligt tillmötesgå de intentioner som finns från miljömyndigheterna och staten när det gäller valet av mottagare för deponering.

8.4.7 Administrativa åtgärder

Menlig exponering och spridning av föroreningarna på EKA-området minskas i framtiden genom de konstruktioner och den uppgrävning, behandling och bortskaffning som redovisats i ovanstående avsnitt. Oaktsam markanvändning eller grävning i området utgör dock en framtida risk för exponering och/eller spridning av kvarvarande föroreningar. Administrativa åtgärder som innebär restriktioner avseende markanvändning och markarbeten är därför ett kompletterande medel till de tekniska åtgärder som vidtas.

Bengtsfors kommun avser att, utöver tekniska åtgärder, vidta administrativa åtgärder för EKA-området. Funktionsmålet med administrativa åtgärder är att:

- medvetandegöra beslutfattare och allmänhet om att området innehåller föroreningar, vilket innebär begränsningar i markanvändning och markarbeten
- föreskriva alternativt rekommendera villkoren för områdets framtida markanvändning och markarbeten (även rivning av de byggnader som lämnas kvar)

Tre typer av administrativa åtgärder diskuteras:

- förklara området som miljöriskområde enligt SFS 1998:930 (kräver särskilt tillstånd)
- ge anvisningar i kommunens detaljplan om hur markarbeten ska bedrivas i området
- införa anteckning i fastighetsregistret om föroreningar i området och deras risker

Utöver ovanstående (se också avsnitt 5.1.5) övervägs det att ta fram en informationstavla, utställning och/eller modell av området, där information om bl.a. genomförda saneringsåtgärder, kvarvarande föroreningar och restriktioner kring grävning i området kan framgå.

9 ÅTGÄRDERNAS HÄLSO- OCH MILJÖKONSEKVENSER

I detta avsnitt diskuteras åtgärdernas, inklusive skyddsåtgärdernas, effekter (t ex utsläpps storlek) och åtgärdernas konsekvenser (utsläppens påverkan på hälsa och miljö). Avsnittet tar också upp aspekter på hushållningen med naturresurser.

Inom EKA-projektet genomförs omfattande informationsverksamhet genom bl.a. nyhetsbrev, informationsträffar och information genom kommunens hemsida. På så sätt är det lätt för berörda att följa projektets arbete. Informationsverksamheten kommer att fortsätta under byggtiden (entreprenadverksamheten) med möjlighet för enskilda att lämna synpunkter och ställa frågor till kommunen.

I ansökan ges förslag till slutliga villkor för verksamheten. Förslag ges i ansökan också till bemyndigande för tillsynsmyndigheten att meddela villkor och föreskrifter om försiktighetsmått. Nedan presenteras under varje rubrik respektive förslag till villkor och bemyndigande.

9.1 HÄLSOKONSEKVENSER

9.1.1 *Under byggskedet*

Hälsokonsekvenserna under byggskedet berör främst de personer som arbetar i entreprenaderna samt de personer som vistas i och i närheten av arbetsområdet.

Hälsokonsekvenserna domineras av:

- damm vid rivning av byggnader samt damm från upptorkad finkornig jord på markytor
- gaser från klorerade lösningsmedel och från kvicksilver
- eventuell lukt från upptagna sediment
- buller från arbetsmaskiner och lastfordon
- transporter till och från området
- utsläpp av förorenat vatten till Bengtsbrohöljen

Vid grävarbeten i anslutning till PCE-förorenade områden kommer risk för brand att beaktas.

9.1.1.1 Damning

Damningsrisk finns vid rivningen av cellhallsbyggnaden (område 2A). Provsanering har skett i byggnaden där luftens innehåll av damm och föroreningar studerades. Resultatet visar att skyddsåtgärderna bör ägnas särskild uppmärksamhet vid rivningen. Detta gäller både intern miljö (arbetsmiljön) och extern miljö (omgivningen).

Risken för spridning av föroreningar till omgivningen är således uppenbar vid rivningen av cellhallsbyggnaden. Byggnaden innehåller förutom förorenat byggnadsmaterial också löst damm som kan spridas vid rivningen. Kravet är därför att cellhallsbyggnaden (område 2 A) förses med ett fristående tält innan rivningen påbörjas. Tältet förses med ventilation som ger kontroll av all luft inom byggnaden och samtliga frånluftskanalerna förses med filter. För personalen kommer att krävas skyddskläder och annan personlig skyddsutrustning.

Damningsrisk finns också från finkornig torr jord som utsätts för vind eller fartvind från fordon. Denna damning kan dock förebyggas på flera sätt. Arbetsplatsen kommer att delas upp i en ”smutsig” och ”ren” del. I anslutning till tvättningsanläggningen för jord etableras också en tvätt för fordon och maskiner. Ingen maskin eller fordon kommer att få passera från ”smutsig” till ”ren” del utan rengöring. På detta sätt undviks onödig spridning av förorenad finkornig jord på större yta.

Samtliga transporter från området kommer att ske med täckta lass. Vattning (sprayning) av ytor vid torr väderlek kommer att föreskrivas i entreprenadhandlingarna för att undvika damning från vinden eller från fartvinden från fordon.

Bedömningen är att med vidtagna åtgärder enligt ovan kommer mängden damm att vara så liten att menliga hälsokonsekvenser inte uppstår.

I ansökan ges förslag till villkor för begränsning av damm från rivning av cellhallsbyggnaden samt övrigt damm. För cellhallsbyggnaden föreslås ett villkor (villkor 2) omfattande tält och filterförsedda frånluftkanaler. I villkor 4 föreskrivs att åtgärder ska vidtas som minimerar damning. Tillsynsmyndigheten föreslås bemyndigas att föreskriva villkor och föreskrifter om försiktighetsmått i det senare fallet.

9.1.1.2 Gas

Av de undersökningar som gjorts framgår att PCE och kvicksilver kan påträffas i fri fas i jord-por-systemet eller i brunnar inom främst område 2A (cellhallsbyggnadens golv). Eftersom dessa föroreningar är lättflyktiga så bildar de gas. Förhållandet utgör ett arbetsmiljöproblem och särskild genomgång och utbildning kommer att ske av den personal som ska arbeta i området. Skyddskläder och skyddsutrustning kommer att krävas samt beredskap för att suga upp och ta omhand dessa ämnen.

Gas i cellhallsbyggnaden beaktas genom att byggnaden kommer att byggas över med tält med luftutsug. Utgående luft filtreras och olika filter kommer att användas. Sådana filter är partikelfilter (mot damm) och sorptionsfilter av aktiverat kol.

I de fall gas i ansevärd mängd kan misstänkas uppkomma vid uppgrävning, gäller främst PCE i område 1, kan schakten förses med tält, utsugsanordning och kolfilter.

Sammantaget är bedömningen att gasförekomst främst är ett arbetsmiljöproblem. Med de skyddsåtgärder som föreslås och som är möjliga att införa bedöms menliga hälsokonsekvenser av gas inte uppkomma.

Beträffande villkor och bemyndigande se avsnitt 9.1.1.1.

9.1.1.3 Lukt

Lukt kan uppkomma från de strandnära sediment som tas upp och från PCE vid schaktning. Hanteringen är dock kortvarig och konsekvensen blir därför begränsad. Lämpligen lämnas särskild information till allmänheten inför uppgrävningen av sedimenten med uppgifter om varför lukt kan uppstå och hur länge den i så fall varar.

I ansökan har föreslagits bemyndigande för tillsynsmyndigheten att meddela villkor och föreskrifter om försiktighetsmått i fråga om lukt från EKA-området under entreprenadtiden,

9.1.1.4 Buller

Buller från maskiner och fordon inom arbetsplatsen beräknas uppstå i ungefär samma omfattning som från en normal byggarbetsplats. Inga maskiner eller fordon med särskilt höga ljudnivåer förekommer, varför buller inte väntas bli en menlig störning för omgivningen. I det fall någon maskin förväntas ge upphov till högt buller och föreslagna villkor överskridas, föreslås att särskild information lämnas enligt samma princip som för lukt, se ovan.

I ansökan anges bullervillkor (villkor 6). Tillsynsmyndigheten föreslås bemyndigas att medge tillfälliga överskridanden av bullervärdena.

9.1.1.5 Transporter till och från området

Åtgärderna kräver transportarbete, dels för borttransport till behandlings- och deponianläggningar, dels för intransport av rena massor, material och maskiner. Uttransporterna bedöms till storleksordningen 30.000 ton och intransporterna till storleksordningen 75.000 ton, dvs transporterna kommer att omfatta storleksordningen 100.000 ton totalt. Med en medellast på 20 ton per fordon innebär detta 5.000 transporter.

Behovet av transporter kommer att variera under byggtiden som totalt planeras bli cirka 1,5 år. Antalet fordonsrörelser per dag bedöms maximalt bli 30, vilket vid 8-timmars arbetsdag betyder cirka ett fordon per 15 minuter. Konsekvenserna av transporterna innebär i första hand en störning för dem som arbetar i och omkring området samt för dem som bor vid Strömgatan.

På liknande sätt som för lukt och buller bedöms informationen och kommunikationen kring transporterna med berörda vara viktig. I upphandlingsunderlaget för transporterna kommer frågan att ägnas särskild uppmärksamhet.

Beträffande transporternas omfattning i förhållande till annan trafik på anslutande vägar, se avsnitt 9.2.1.3.

9.1.1.6 Utsläpp till Bengtsbrohöljen

Inget grundvatten eller annat vatten som varit i kontakt med föroreningarna används idag i någon form i eller utanför området, varför risken för intag av sådant vatten möjligen begränsas till djur som kan ta sig in innanför de inhängningar som kommer att uppföras under byggtiden. Den risk som kvarstår att ta hänsyn till gällande vatten är därför utsläpp till Bengtsbrohöljen. Beträffande skyddsanordningar, rening av vatten före utsläpp, se avsnitt 9.1.2 nedan.

Angående hälsoriskerna med utsläpp till Bengtsbrohöljen är dessa främst knutna till intag av fisk från sjön. Hälsoriskerna bedöms inte öka under byggskedet, eftersom utsläppen från reningsanläggningen kommer att understiga dagens situation. Se också text i avsnitt 3.1 kring Bengtsbrohöljens status.

9.1.2 Efter byggskedet

Hälsoriskerna är i dagsläget förbundna med främst risken för exponering av ytnära föroreningar som kan tas in via munnen. Denna exponering kommer att helt byggas bort med bortgrävning och med de horisontella täckningarna. Hälsorisker som föreligger efter det att permanenta åtgärder införts rör okontrollerad markanvändning och grävning i området. För att förebygga sådan risk avser kommunen att införa administrativa åtgärder, se avsnitt 8.4.7.

Generellt gäller att effekterna av permanenta åtgärder medför en minskning av exponering och spridning av föroreningarna från EKA-området.

Sammantaget bedöms de permanenta åtgärderna inte medföra menliga hälsokonsekvenser med hänvisning till den betydande minskningen i spridning och exponering av föroreningarna.

9.2 MILJÖKONSEKVENSER

9.2.1 Under byggskedet

Flera potentiella spridningsrisker finns under byggskedet, se tabell 1. En del i att förebygga denna spridning är att planera in arbetena i lämplig tidsordning. Nedan ges ett exempel på tidsordning och faser som medför fördelaktiga förhållanden gällande risken för spridning av föroreningar från området.

Fas 1:

- Tät bassäng etableras i område 3C med reningsanläggning och utsläppsbassäng för avvattnat slam samt för överskottsvatten från området under entreprenadarbetena.
- Sediment tas upp och läggs i den tätade dammen, sedimenten transporteras efter avvattning från platsen för behandling och/eller deponering.

Fas 2:

- Slitsmur eller annan tätning mot kraftverksdammen installeras.
- Spontning utförs mot kraftverkskanalen och övriga strandlinjen.
- Slitsmur installeras utmed kraftverkskanalen.
- Bortgrävning görs av förorenade massor i slänten (inom spont) mot kraftverkskanalen.
- Erosionsskydd installeras (inom spont) mot kraftverkskanalen.
- Filterfyllning och stödfyllning installeras utmed övriga strandlinjen.

Fas 3:

- Tält kring cellhallsbyggnaden etableras och byggnaden rivs.
- Övriga byggnader inom område 1 och 2 rivs (materialet bedöms kunna återvinnas).
- Byggnadsmaterial från cellhallsbyggnaden sorteras fortlöpande i tältet och transporteras från platsen för behandling och/eller deponering.

Fas 4:

- Dräneringsdike och vägdike byggs mot Strömgatan och vidare utmed Ekagatan mot Bengtsbrohöljen.
- Urgrävning sker av förorenad jord i område 1, 2 och 3A.
- Sortering av jord sker fortlöpande i tältet, vissa mängder tvättas, jorden transporteras från platsen för behandling och/eller deponering.
- Återfyllning med rena massor sker efterhand i bortgrävda områden.
- Slitsmur etableras utmed övriga strandlinjen.
- Dräneringsdike utmed slitsmuren byggs.

Fas 5:

- Tältet i område 2A rivs.
- Fyllningsarbeten och markarbeten genomförs.
- Ledningsgator för kulvertar för infrastruktur (VA, el etc) grävs ur och kulvertar etableras
- Avslutningsåtgärder genomförs.

Tidsordningen för arbetenas genomförande beslutas slutligt i samband med igångsättningen av

entreprenadarbetena.

9.2.1.1 Grumling av vatten

Sedimentupptagningen väntas ge liten grumling. Skyddsåtgärd är dubbla geotextilskärmar som förses med sänke och flytkroppar och som sträcker sig från sjöbotten till vattenytan och innesluter hela arbetsytan. Med dessa åtgärder bedöms grumling från vattenarbetena inte medföra någon menlig miljö- och hälsopåverkan.

I ansökan föreslås särskilt villkor (villkor 3) för vattenarbetena. Tillsynsmyndigheten föreslås bemyndigas att besluta när geotextilskärmarna får avlägsnas.

9.2.1.2 Övriga utsläpp till vatten

Inget grundvatten i området används och inga brunnar finns som kan påverkas av grundvattnet från EKA-området. Påverkan på vatten sker därför uteslutande till Bengtsbrohöljen.

Utsläpp till vatten (utöver grumling ovan) kan ske på olika sätt. Mest konkret är situationen vid grävning nära sjön, speciellt på en nivå nära sjöns yta. Vidare kan det finnas ej kända dränerings- eller processvattenledningar i området som genom grävning inne i området kan påverkas på sådant sätt att föroreningar plötsligt lossnar och okontrollerat rinner ut i sjön. Risken för utsläpp i sjön förebyggs genom spont mot Bengtsbrohöljen.

Allt överskottsvatten som uppstår i området (av nederbörd och tillrinnande grundvatten samt viss mängd från tvättning av jord, fordon och maskiner) kommer genom sponten att stängas in i området och behöver således tas om hand. Överskottsvattnet leds därför till reningsverk där vattnet renas. Undersökningarna visar att rening med filtrering sannolikt är tillräckligt, eventuellt kan fällning via luftning också behövas. Utgångspunkten för reningen är att utsläppen till Bengtsbrohöljen ska vara högst lika stora som dagens situation och som redovisas i tabell 4, avsnitt 7.1.

Eftersom ringa menliga effekter på populationsnivå av fisk och bottenfauna konstaterats av dagens utsläpp i Bengtsbrohöljen, är bedömningen att ovan nämnda skyddsåtgärder inte medför en sådan påverkan på sjön att menliga miljörisker uppstår.

I ansökan har särskilt villkor föreslagits (villkor 5) kring utsläpp från vattenreningen under byggtiden. Villkorsförslaget grundas på ovan nämnda utgångspunkt för reningen.

9.2.1.3 Utsläpp till luft

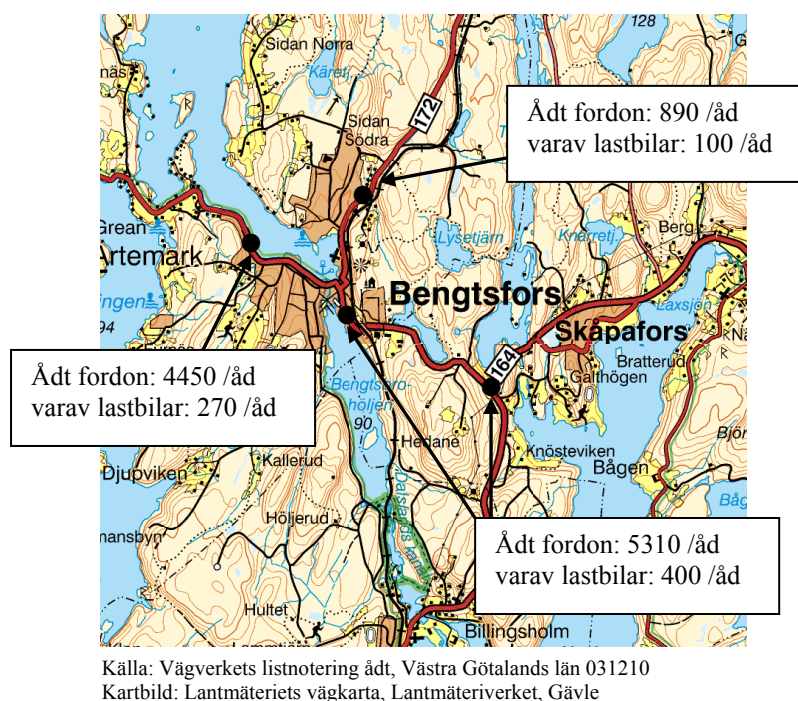
Miljökonsekvenserna för utsläpp till luft domineras av damm från området samt transporter till och från området. Beträffande damningen se avsnitt 9.1.1.

9.2.1.4 Transporter

Transporternas (totalt omfattande storleksordningen 100.000 ton) miljöeffekter och miljökonsekvenser blir i hög grad beroende av vilka anläggningar som kan bli aktuella för behandling och/eller deponering. Cirka 30 % av transportererna kan omfatta uttransporter där relativt stora transportavstånd för vissa massor kan bli aktuella. Intransport av rent material (uppskattas till 70 % av

totalmängden) kommer att styras av tillgången på dessa massor. För rena massor kommer upphandling på lokal nivå att eftersträvas.

Mängden transporter blir cirka 5.000 vid en medellast om 20 ton per transport. Byggtiden är cirka 1,5 år och transporterna bedöms bli mest intensiva under cirka 12 månader. Uppgifter från Vägverket anger att drygt 5.000 fordonrörelser sker ut och in ur Bengtsfors dagligen, varav knappt 7-8 % utgör lastbilar. Efterbehandlingsarbetet skulle därmed medföra en ökning med cirka 0,5 % av den totala trafiken och knappt 10 % ökning av lastbilstrafiken. I figur 6 visas anslutande vägar och deras trafik till och från Bengtsfors. Figuren anger att antalet fordon som dagligen (Ådt = medelantalet fordon per dygn räknat över ett år) passerar omedelbart söderut om Bengtsfors (passerar Ström-gatan) är 5310 fordon, varav 400 är lastbilar.



Figur 6. Trafikrörelser kring Bengtsfors

Trafikökningen av lastbilar är märkbar under byggskedet, vilket innebär viss störning även utanför Bengtsfors. Situationen är temporär och kan liknas vid ombyggnader och nybyggnader av vägar, men transporterna blir i detta fall sannolikt längre. Vid upphandlingen kommer typer av fordon att särskilt beaktas avseende t.ex. lastkapacitet och emissioner. Totala emissioner är i dagsläget inte möjliga att redovisa eftersom anläggningar för mottagning för behandling och/eller deponering inte är bestämda (se också Teknisk Beskrivning, avsnitt 2.7 samt underlag för samråd). Inte heller är leverantörerna av rena massor ännu upphandlade.

Järnväg finns till Bengtsfors, varför möjligheter finns att utnyttja denna för transporter av material. Det är dock för närvarande oklart i vilken omfattning, eftersom upphandling ännu inte är gjord. In- och utgående transporter från EKA-området kommer dock inte att påverkas eftersom hjultransport

måste användas från järnvägsstationen till området. Undersökningar har också gjorts angående sjötransporter, dock är slussarna för små för att bereda plats för större pråmar som i detta fall krävs.

9.2.2 Efter byggskedet

Målet med åtgärderna är att nuvarande exponering och spridning inklusive riskerna för exponering och spridning till följd av skadehändelser ska reduceras eller i bästa fall elimineras. Åtgärderna ger enbart positiva effekter, fränsett att viss industrihistorisk miljö går förlorad.

9.2.2.1 Utsläpp till vatten

Totala utsläppen under normala förhållanden i dagsläget är presenterade i avsnitt 7.1. Utsläppen av kvicksilver är beräknade till ca 400 gram per år totalt, varav 5 gram i löst form. Dominerande delen av utsläppen sker via grundvattnet. För dioxin är mängden 6 mg TEQ per år, varav mer än hälften bedöms ske via grundvattnet. Dioxin är svårlösligt och spridningen sker praktiskt taget helt via partiklar.

Undersökningarna visar att lösligheten av kvicksilver och dioxin i allmänhet är låg i de jordmassor som finns i EKA-området. Undantag kan vara undergrunden i cellhallsbyggnaden (område 2A som behandlas under täkt och där jordmassorna ska tas bort). Vidare kan sänkt pH och låg redox ge ökad löslighet av bl.a. kvicksilver. Detta kommer att utredas ytterligare under projekteringsfasen.

Filterförsök med sand visar att uppslammade jordprover från området renas på ett effektivt sätt genom sanden. För kvicksilverhalterna, som här är mest intressanta, är utgående halter i storleksordningen 0,5 µg/l.

Fyra viktiga faktorer minskar utsläppen från EKA-området efter åtgärderna:

- minskning av föroreningsmängden i området
- allt vatten som lämnar området ska vara filtrerat
- vattenomsättningen ska vara mindre än i dagsläget
- erosionsrisken till följd av olyckor eller extremt väder ska vara kraftigt reducerad

Den fjärde faktorn (erosion) är tidigare kommenterad, bl.a. i avsnittet om uppgrävningen av förorenad jord i nordvästra udden, varför denna inte kommenteras vidare.

Vattenomsättningen beräknas minska med storleksordningen 75% från 21.000 m³ till cirka 5.000 m³, vilket utan filter och med dagens halter skulle innebära en lika stor reduktion i utsläpp, dvs återstoden blir 100 gram kvicksilver och 1,5 mg TEQ dioxiner per år. Men åtgärderna innebär att allt vatten blir filtrerat och halten kvicksilver och dioxin minskar därmed radikalt så att utsläppen av kvicksilver blir endast 3 gram (halten antagen till 0,5 µg/l). För dioxiner kommer sannolikt halten inte att vara detekterbar eftersom dioxinerna till sin natur är svårlösliga. För övriga ämnen kan sägas att utsläppsmängden minst motsvarar minskningen i vattenomsättning, dvs 75 %. Bibehållna grundvattenförhållanden kommer att eftersträvas.

Den positiva effekten av de permanenta åtgärderna kommer således att bli betydande. Detta medför också att hälso- och miljökonsekvenserna enbart är positiva när det gäller EKA-områdets påverkan.

I åtgärderna ingår också att kulvertera infrastruktur som VA, el mm och att lägga kulvertarna i ”rena korridorer” där åtkomlighet kan ske utan att man konfronteras med förorenad jord. Befintliga vatten- och avloppsledningar i området kommer att pluggas. Åtgärden innebär att läckor, framtida reparationer och nyinstallationer kan ske utan grävning i förorenade massor.

9.2.2.2 Utsläpp till luft

Område 1, 2, 3A och 3C förses med täckning vilket praktiskt taget eliminerar utsläpp till luft. Tillammans med administrativa åtgärder, se avsnitt 8.4.7, bedöms efterbehandlingen ge en väsentligt förbättring jämfört med dagens förhållanden.

9.2.2.3 Landskapsbild, naturmiljö och kulturmiljö

Åtgärderna kommer att medföra en förändring av landskapsbilden såtillvida att område 1 och 2 blir parkmark. Parkmarken kommer att terrasseras så att lutning erhålls mot Bengtsbrohöljen i syfte att avrinning ska ske utan dagvattenbrunnar och dagvattenledningar. Parkområdet innebär möjligheter till gång- och cykelväg, sittbänkar etc. Ytan blir gräsbevuxen och buskar och mindre träd kan planteras.

Uppfyllningen mot Strömgatan medför att den befintliga slänten försvinner och en mjuk anslutning fås mot gatan med eventuell trottoar.

Strandlinjen förbättras genom den nya strandlinjen. Ny angöring för ångbåtstrafiken kommer att byggas.

Negativt för kulturmiljön (industrikulturmiljön) är rivningen av cellhallsbyggnaden. Kommunen kommer att dokumentera äldre byggnader inom EKA-området och redovisa dokumentationen till Länsstyrelsen. Det arbete som pågår med att utforma en modell eller informationstavla med beskrivning av verksamheterna på området väntas också ge fler personer än i dagsläget möjlighet att ta del av områdets industrihistoria och industrikultur.

Sammantaget bedöms åtgärderna ge en bättre naturmiljö och landskapsbild medan en del av gammal industrikultur går förlorad.

9.3 HUSHÅLLNING MED NATURRESURSER

9.3.1 Under byggskedet

Behovet av rena jordmassor är i storleksordningen 75.000 ton. Endast begränsade mängder av de uppgrävda massorna bedöms kunna användas, eftersom endast sortering och tvättning utförs på platsen. Möjligen kan tvättningen ge en fraktion som är återvinningsbar.

Diskussion har ägt rum om att använda restprodukten bottenaska från träeldning för återfyllning och uppfyllning. Alternativet har dock avskrivits på grund av närheten till Bengtsbrohöljen och det säkerhetsarbete som måste ske för att garantera produktens tekniska kvalitet och miljöegenskaper.

9.3.2 Efter byggskedet

EKA-området påverkar inte något grundvattenuttag för dricksvatten eller liknande. Grundvatten-akvifären är liten och avgränsad och ligger med entydig avbördning i Bengtsbrohöljen. Underliggande moränlager på berg är mäktiga och risken för förorening av djupare akvifärer i berget är liten.

Åtgärderna innebär att föroreningsskällan (källtermen) minskar och att utläckaget från området av kvarvarande föroreningar minimeras. Föroreningarna destrueras eller transporteras till deponiplatser där spridningen och exponeringen är liten och kontrollerad.

Linköping dag som ovan



Bo Carlsson
Envipro Miljöteknik AB

Bilaga 1

Referenser

Rapportförteckning, EKA-Projektet

- EKA 2002:1 Jan Sundberg Geo Innova AB
Mark - och grundvattenförhållanden vid EKA - området i Bengtsfors
- EKA 2002:2 Jan Sundberg Geo Innova AB
Föroreningssituationen i mark och grundvatten
- EKA 2002:3 Jan Sundberg Geo Innova AB
Föroreningsspridning från EKA-området i Bengtsfors
- EKA 2002:4 Jan Sundberg Geo Innova AB
Barriärteknik för att begränsa föroreningsspridningen från EKA-området
- EKA 2002:5 Jan Sundberg Geo Innova AB
Lakbarhet av jord, sediment och byggnadsmaterial.
- EKA 2002:6 Per Östlund Studsvik Eco&Safety AB
Identifiering och kvantifiering av källor till kvicksilver och dioxiner i systemet Lelång - Bengtsbrohöljen
- EKA 2002:7 Jan Sundberg Geo Innova AB
Sammanställning av resultat från fältundersökningar och laboratorieanalyser
- EKA 2002:8 Åsa Granath GF Konsult AB
Arbetsmiljöplan
- EKA 2002:9 Åsa Granath GF Konsult AB
Miljökontroll. Riktlinjer för provhantering och laboratorieanalyser för fördjupade undersökningar/referensundersökningar
- EKA 2002:10 Mats Tarring Golder Associates AB
Miljöteknisk undersökning av klorerade alifater i grundvatten, porluft och ytvatten inom norra och nordvästra delen av EKA - området
- EKA 2002:11 Bo Carlsson Envipro Miljöteknik AB
Efterbehandlingsåtgärder
- EKA 2002:12 Fredrik Hansson Empirikon AB
Projektstatus EKA - Bengtsfors 2001-2006
- EKA 2002:13 Mats Tarring Golder Associates AB
Kompletterande miljöteknisk undersökningar i byggnader
- EKA 2002:14 Mats Tarring Golder Associates AB
Kompletterande åtgärdsinriktad historisk inventering av EKA:s gamla industriområde i Bengtsfors
- EKA 2002:15 Marie Arnér WSP Environmental
Miljö- och hälsoriskbedömning
- EKA 2002:16 Marie Arnér WSP Environmental
Bottenfaunaundersökning samt föroreningsinnehåll i fisk och sediment i Bengtsbrohöljen
- EKA 2002:17 Marie Arnér WSP Environmental
Nätprovfiske i Bengtsbrohöljen
- EKA 2002:18 Marie Arnér WSP Environmental
Miljöriskvärdering

EKA 2002:19 Åsa Granath GF Konsult AB
Provtagningsmanual. Vägledning för kvalitetssäkrad provtagning

EKA 2002:20 Per Östlund Studsvik Eco&Safety AB
Transporter av kvicksilver och dioxiner till, inom och från Bengtsbrohöljen

EKA 2002:21 Per Östlund Studsvik Eco&Safety AB
Föreningar i Bengtsbrohöljens sediment - förekomst och spridningsförutsättningar

EKA 2003:1 Åsa Granath GF Konsult AB
XRF - resultat jämfört med laboratorieanalyser

EKA 2003:2 Åsa Granath GF Konsult AB
Provtagning i byggnader

EKA 2003:3 vakant

EKA 2003:4 Jan Sundberg Geo Innova AB
Redovisning av flottjobb. Resultat och utvärdering

EKA 2003:5 Marie Arnér WSP Environmental
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst A

EKA 2003:6 Per Östlund Studsvik Eco&Safety AB
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst B

EKA 2003:7 Jan Sundberg Geo Innova AB
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst C

EKA 2003:8 Mats Topping Golder Associates AB
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst D

EKA 2003:9 Bo Carlsson Envipro Miljöteknik AB
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst E

EKA 2003:10 Åsa Granath GF Konsult AB
Erfarenhetsrapportering, delrapport, Tjänst F

EKA 2003:11 Åsa Svensson Bengtsfors kommun
Fältlokalen för EKA - projektet i Bengtsfors. Bakgrund och framtida behov av lokalen i projektet

EKA 2003:12 Therese Steinholtz Empirikon AB Projektstatus EKA - Bengtsfors 2001-2006

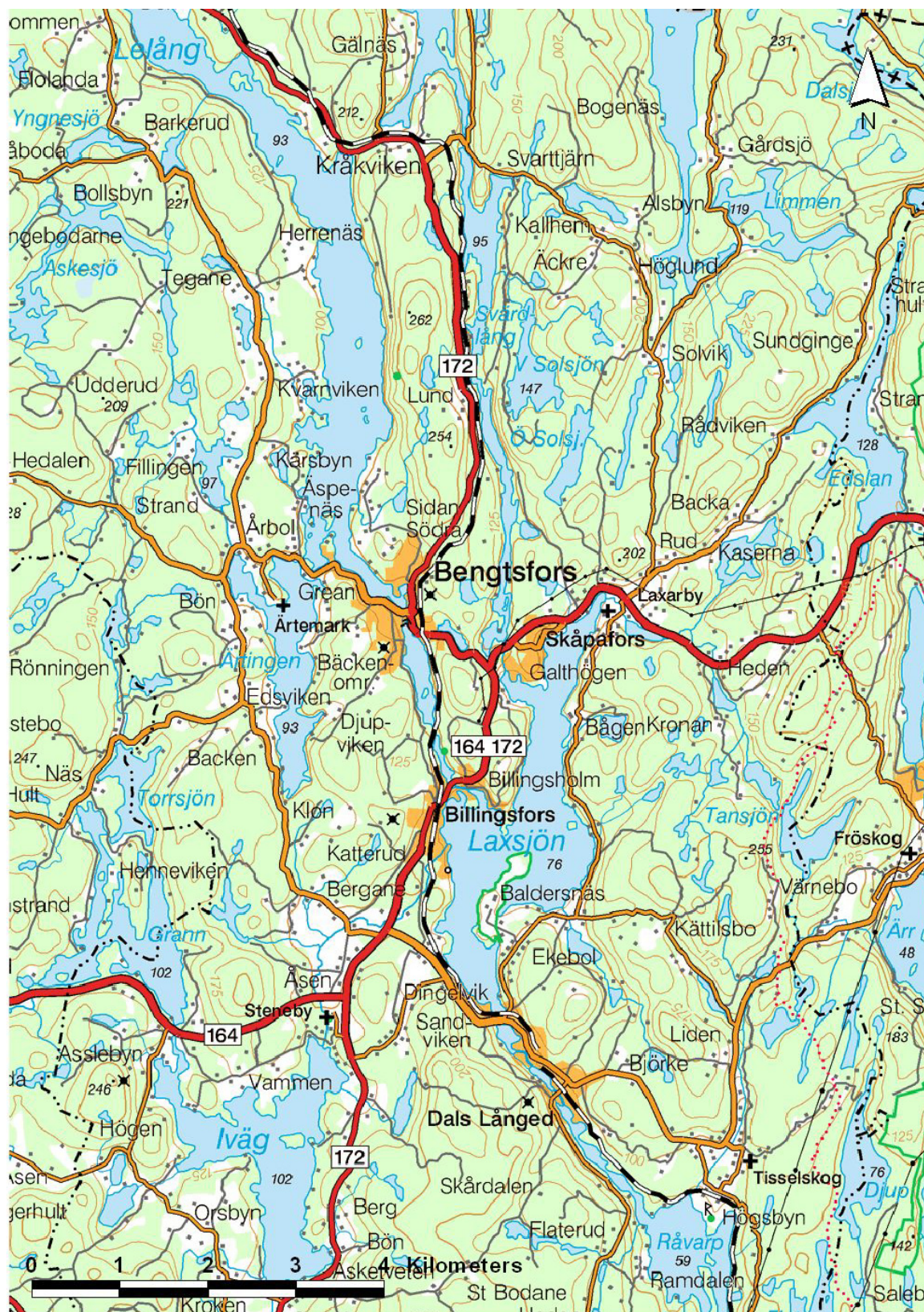
EKA 2003:13 Bo Carlsson Envipro Miljöteknik AB
Teknisk beskrivning

EKA 2003:14 Bo Carlsson Envipro Miljöteknik AB
Miljökonsekvensbeskrivning

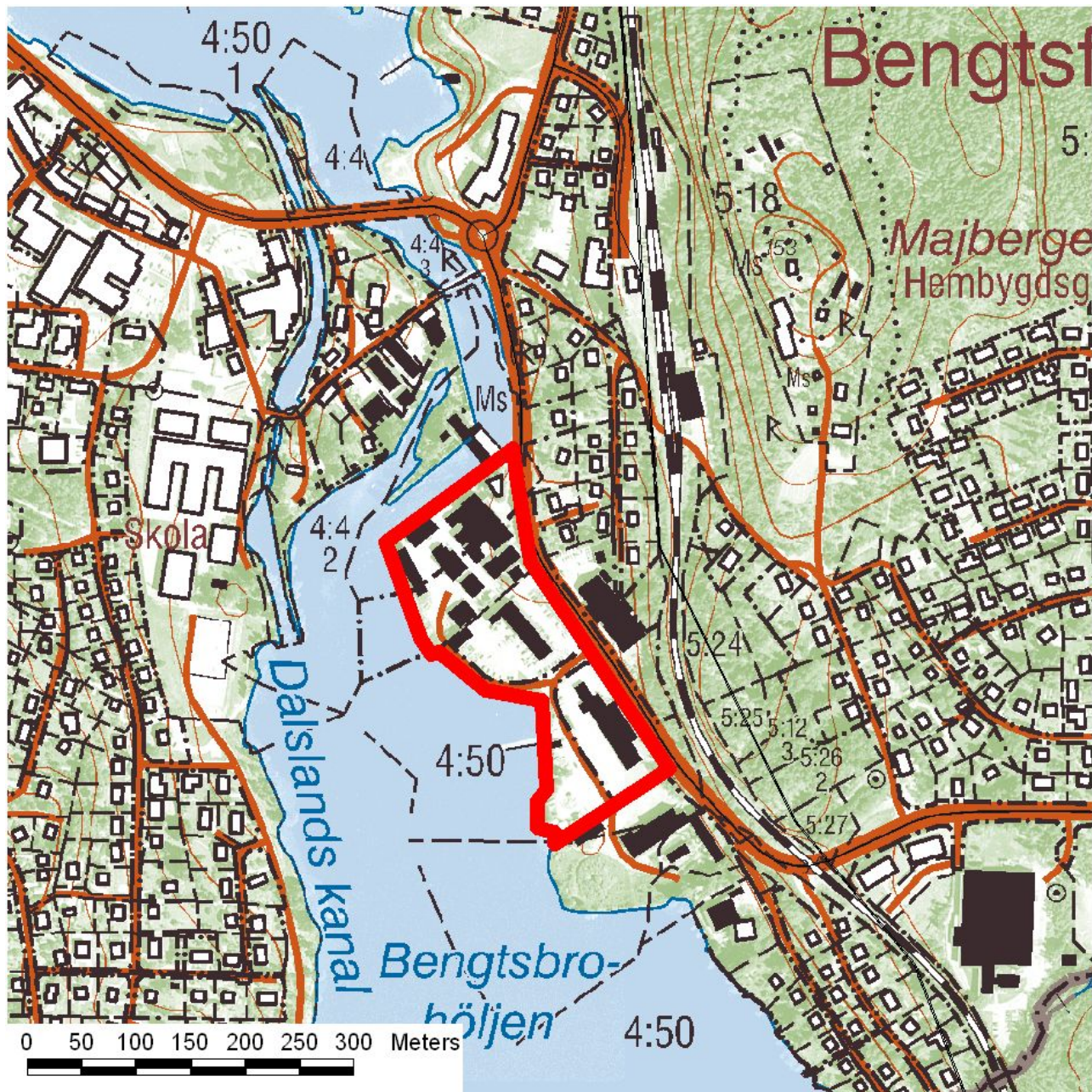
EKA 2003:15 Åsa Granath GF Konsult AB
Miljökontrollprogram

Bilaga 2

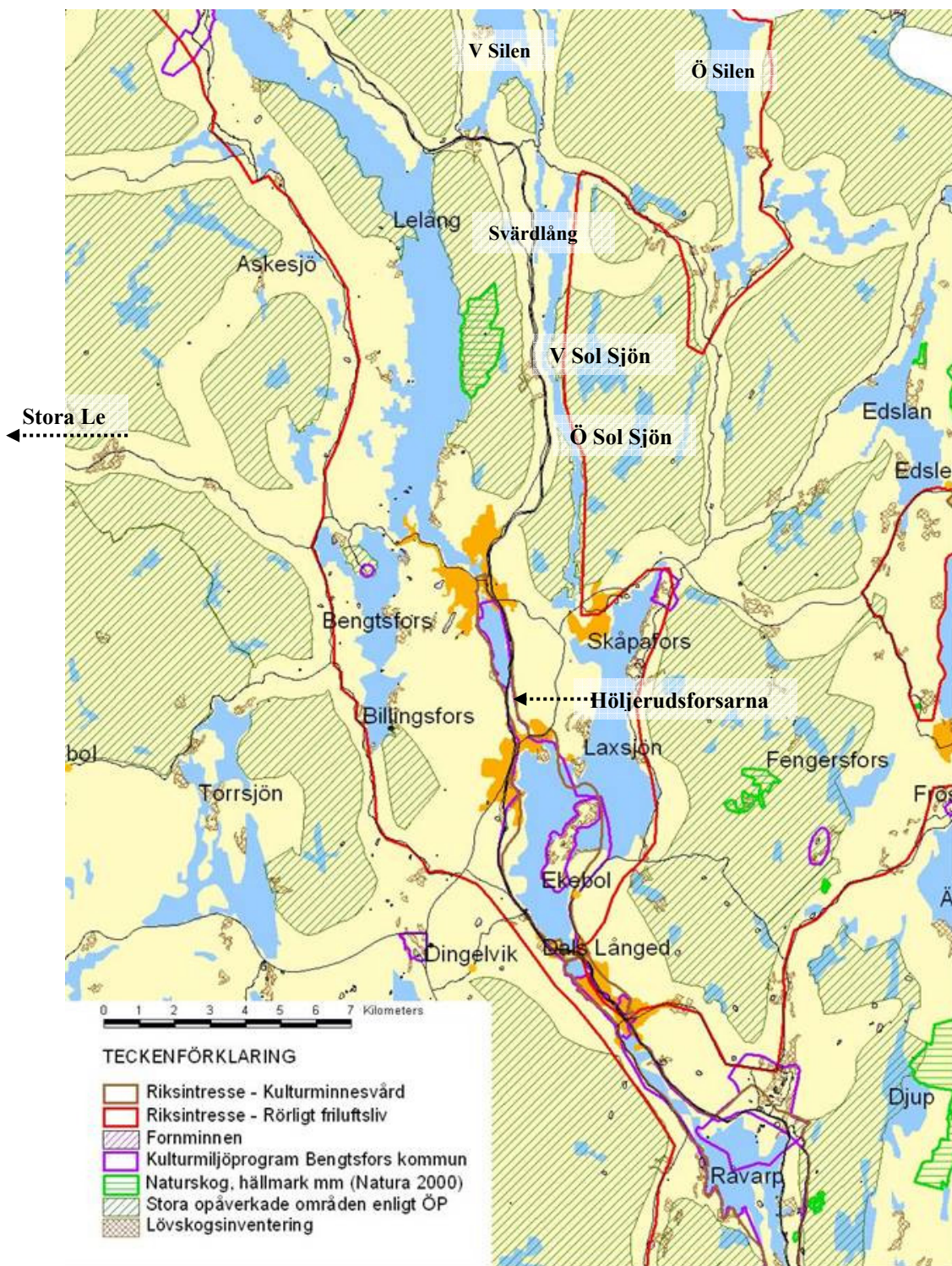
Översiktskartor



ORIENTERINGSKARTA MED ANSLUTANDE VÄGAR OCH JÄRNVÄG



EKA-OMRÅDETS PLACERING I BENGTSFORS



KARTA ÖVER KULTUR- OCH NATURINTRESSEN KRING BENGTSFORS

Bilaga 3

Miljö- och hälsorisker i nuläget samt tänkbara
skadehändelser, effekter och åtgärdsförslag

Miljö- och hälsorisker i nuläget samt tänkbara skadehändelser, effekter och åtgärdsförslag

Miljö- och hälsorisker nuläge	Åtgärdsförslag för att minska miljö- och/eller hälsorisk	Potentiell skada av åtgärd	Kommentar	
1. Exponering för kvicksilver och dioxiner i cellhallsbyggnaden.	Rivning av cellhallsbyggnaden.	Spridning och exponering av föroreningarna i samband med rivningen och anläggningsarbetena.	Tält, ventilation och filtrering av luft är viktigaste skyddsåtgärden vid rivningen.	
2. Exponering av höga halter i ytlig jord.	Horisontell barriär (täckning). Uppgrävning av förorenade massor.	Ingen potentiell skada identifierad för horisontell barriär. Stor risk för utsläpp till Höljen om grävning sker utan barriär.	Barriär (spont) skyddsåtgärd.	
3. Spridning av föroreningar via grundvatten till Bengtsbrohöljen (partikulär och löst fas). via damning och gasavgång till luft.	Horisontell barriär (täckning). Barriär mot förorenings-spridning Barriärer för att reducera vattenflöde. Uppgrävning av förorenade massor.	Ingen väsentlig skada identifierad. Ingen väsentlig skada identifierad. Ingen väsentlig skada identifierad. Stor risk för utsläpp till Höljen om grävning sker utan barriär. Risk för avgång av damm och PCE till luft.	Tätning/täckning. Filter (partikel-, sorptions-, reaktivt filter) eventuell tätning. Slitsmur mot kraftverk. Övre dräneringsdike. Barriär (spont) skyddsåtgärd samt exempelvis täckande tält.	
Potentiell skadehändelse	Effekt utan skyddsåtgärd	Åtgärdsförslag för att förebygga och/eller mildra skada	Potentiell skada av åtgärd	Kommentar
4. Okontrollerad grävning i området.	Exponering och spridning av föroreningar i och utanför området.	Administrativa åtgärder i detaljplan som kräver bygglov inför alla markarbeten i området.	Ingen potentiell skada identifierad.	
5. Okontrollerad markanvändning.	Exponering och spridning av föroreningar i och utanför området.	Administrativa åtgärder i detaljplan som kräver bygglov inför all ändrad markanvändning i området.	Ingen potentiell skada identifierad.	
6. Okontrollerad användning av cellhallen.	Exponering av främst kvicksilver.	Rivning av cellhallsbyggnaden.	Spridning och exponering av föroreningarna i samband med rivningen.	Tält, ventilation och filtrering av luft är den viktigaste skyddsåtgärden vid rivningen.

Potentiell skadehändelse	Effekt utan skyddsåtgärd	Åtgärdsförslag för att förebygga och/eller mildra skada	Potentiell skada av åtgärd	Kommentar
7. Brand i cellhallsbyggnaden.	Spridning av föroreningar till luft och vatten via rök och släckvatten.	Rivning av cellhallsbyggnaden.	Spridning och exponering av föroreningarna i samband med rivningen.	Tält, ventilation och filtrering av luft är den viktigaste skyddsåtgärden vid rivningen.
8. Eftersatt underhåll av cellhallsbyggnaden.	Ökat utlösning av främst kvicksilver från byggnadsmaterial och undergrund.	Rivning av cellhallsbyggnaden.	Spridning och exponering av föroreningarna i samband med rivningen.	Tält, ventilation och filtrering av luft är den viktigaste skyddsåtgärden vid rivningen.
9. Brand i övriga byggnader i området.	Ökad spridning av föroreningar mot Höljen. Stora mängder släckvatten kan medföra erosion av jord i markytan och ökad omsättning av vatten i förorenade markpartier.	Täckning av ytnära föroreningar. Barriär mot Höljen.	Vid installation av barriär kan grumling från sediment ske.	Borttagning av sediment, skyddsåtgärd mot grumling.
10. Vattenledningar springer läck i området. Avloppsledningar går sönder och medför läckage.	Ökad (temporär) vattenomsättning i området. Lagning innebär grävning i förorenat område som medför exponerings- och spridningsrisk.	VA-ledningar läggs i kulvertar som är lättåtkomliga. Kulvertar läggs i stråk som rensats från förorenad jord.	Uppgrävning för kulvert medför viss risk för exponering och spridning av föroreningar.	Kulverteringen avser försörjning till byggnaderna i område 3A, 3B och 3C samt kulvert för ledningar utmed områdets strandlinje till centrala Bengtsfors.
11. Drivmedelsystem eller annat läckage från bensinstationen i område 3B.	Risk för ökad löslighet av dioxin i jordmassorna mot Ekagatan, vilket medför ökad spridningsrisk av dioxiner mot Höljen.	Uppsamling av läckande drivmedel via invallade cisterner. Varningsgivare monteras inom invallningen.	Ingen potentiell skada identifierad.	Skyddsåtgärden ligger inte inom projektets ansvarsområde. Regleras med tillsynsmyndigheten.
12. Brott i huvudvattenledning i Strömgatan eller annan orsak uppströms Eka-området som medför ökad strömning av grundvatten mot området.	Väsentligt ökad (temporär) vattenomsättning i de förorenade massorna på Eka-området, vilket medför ökad spridning av föroreningar mot Höljen.	"Grundvattendike" som ligger omedelbart uppströms Eka-området utmed Strömgatan och som med självfall leder bort vatten till nuvarande grundvattennivå.	Viss risk finns för att förorenat "bakåtströmmande" lokalt grundvatten från Eka-området kan strömma in i diket.	Diket försett med filter för att säkra rening av eventuellt bakåtströmmande grundvatten.

Potentiell skadehändelse	Effekt utan skyddsåtgärd	Åtgärdsförslag för att förebygga och/eller mildra skada	Potentiell skada av åtgärd	Kommentar
13. Trafikolycka på Ström-gatan där tankbil eller bil innehållande kemikalier välter; vätska rinner ut mot Eka-området.	Lösningsmedel kan infiltrera i Eka-området och öka lösligheten av dioxin. Svårigheter att sanera Eka-området från vätskan p g a kvarvarande föroreningar inom området.	Uppsamlingsdike som ligger på vägens nedsida mot Eka-området och som kan avleda och samla upp föroreningen (detta dike ska inte förväxlas med det "grundvattendike" som installeras utmed samma sträcka).	Ingen väsentlig potentiell skada identifierad.	Diket för avledning och uppsamling förläggs så att detta kommer att tillhöra vägkroppen. Diket förses med geomembran. Avledning sker till brunn med oljeavskiljare före utlopp i Höljen.
14. Dammbrott som medför snabb höjning av vattennivån i Höljen kring Eka-området eller som medför en kraftigt riktad ström av vatten mot området vid kraftverkskanalen.	Erosion som medför spridning av partikelbundna föroreningar, främst från det kraftigt förorenade området vid kraftverkskanalen och från "udden".	Barriär mot kanalen och Höljen som skyddar Eka-området från erosion. Borttagning av förorenade jord på det mest erosionsutsatta området.	Vid installation av barriär kan grumling från sediment ske. Stor risk för utsläpp i Höljen om grävning sker utan barriär.	Borttagning av sediment, skyddsåtgärd mot grumling. Barriär är också skyddsåtgärd för bortgrävning.
15. Större båt kör in i Eka-området.	Spridning av partikelbundna föroreningar via jordmassor som pressas och rasar ut i Höljen på grund av påkörningen.	Barriär mot Höljen och/eller uppgrävning av förorenad jord närmast Höljen.	Stor risk för utsläpp i Höljen om grävning sker utan barriär. Vid installation av barriär kan grumling från sediment ske.	Barriär är också skyddsåtgärd för bortgrävning. Borttagning av sediment, skyddsåtgärd mot grumling.
16. Kemisk eller biologisk förändring i förorenade massor.	Ökad löslighet av främst kvicksilver och dioxin medför ökade utsläpp av lösta ämnen i det vatten som omsätts i området (partikelfilter inte tillräckligt).	Uppgrävning av förorenad jord (reduktion av källtermen). Barriär mot Höljen med innanförliggande dike som medför möjlighet till kontroll och uppsamling av vatten för behandling. Minskning av vattenomsättningen i förorenade jordmassor.	Vid installation av barriär kan grumling från sediment ske. Ökad löslighet och metylering av kvicksilver, t.ex. p.g.a. anaeroba förhållanden.	Stor risk för utsläpp i Höljen om uppgrävning sker utan barriär. Risk för att PCE avgår till luft. Borttagning av sediment, skyddsåtgärd mot grumling.