

EKA-PROJEKTET I BENGTSFORS

Teknisk Beskrivning



Rapport nr EKA 2003:13

Bengtsfors kommun

2004-01-19

Författad av

Bo Carlsson, Envipro Miljöteknik AB¹

¹ Delprojektledare projektering

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	4
1.1	UTGÅNGSPUNKT	4
1.2	ALLMÄNT OM EKA-PROJEKTET	4
2	PLANERADE ÅTGÄRDER	6
2.1	Översikt	6
2.2	Barriärer	9
2.2.1	Allmänt	9
2.2.2	Funktionsmål barriärer.....	9
2.2.3	Kravspecifikation för barriärer.....	9
2.2.4	Exempel på utförande av horisontella barriärer	10
2.2.5	Exempel på utförande av vertikala barriärer	12
2.2.6	Sammanfattning av barriärernas effekter	20
2.3	Sanering och rivning av byggnader	22
2.3.1	Allmänt	22
2.3.2	Funktionsmål rivning av byggnader	22
2.3.3	Kravspecifikation för rivning av byggnader	22
2.3.4	Exempel på utförande vid rivning av byggnader och installationer.....	23
2.4	Uppgrävning av kontaminerade massor	24
2.4.1	Allmänt	24
2.4.2	Funktionsmål uppgrävning	24
2.4.3	Kravspecifikation för uppgrävningen	24
2.4.4	Exempel på utförande av uppgrävning	25
2.5	Upptagning av sediment	28
2.5.1	Allmänt	28
2.5.2	Funktionsmål sedimentupptagning	28
2.5.3	Kravspecifikation för sedimentupptagning.....	28
2.5.4	Exempel på upptagning av sediment	28
2.6	Behandling av förorenade massor, byggnadsmaterial och sediment	30
2.6.1	Allmänt	30
2.6.2	Funktionsmål behandling.....	30
2.6.3	Kravspecifikation för behandling.....	30
2.6.4	Exempel på behandlingsmetoder	31
2.7	Deponering	33
2.7.1	Allmänt	33
2.7.2	Funktionsmål deponering.....	33
2.7.3	Kravspecifikation deponering	33
2.7.4	Alternativa platser för deponering	33
3	FÖRDJUPNING AV KRAFTVERKSKANALEN	35
4	RENING AV VATTEN	36
4.1	Under byggskedet	36
4.2	Efter byggskedet	36
5	NY BRYGGA	37

6	SKYDDSÅTGÄRDER OCH FÖRSIKTIGHETSMÅTT	38
6.1	Allmänt	38
6.2	Kontroll.....	40
6.2.1	Under byggskedet	40
6.2.2	Efter byggskedet	41

1 BAKGRUND

1.1 UTGÅNGSPUNKT

Denna tekniska beskrivning omfattar de efterbehandlingsåtgärder (i fortsättningen benämnt åtgärder) som planeras genomföras i det så kallade EKA-projektet i Bengtsfors. Åtgärdernas förutsättningar, funktioner och tekniska utförande beskrivs.

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.

1.2 ALLMÄNT OM EKA-PROJEKTET

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

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). Kviksilveret och dioxinerna härrör från tiden (1897-1923) då en kloralkalifabrik var i drift i området. Mängden kvicksilver och dioxin i mark bedöms till respektive cirka 16 ton och 850 gram. 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 bryga i Bengtbrohöljen för båtutrustning.

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

Mätningar av kvicksilver och dioxiner visar att diffus spridning och spridning från punktkällor uppströms Bengtsbrohöljen bidrar med föroreningsmängder som är större än dagens utsläpp från EKA-området. Någon upptagning (muddring) av sjösediment, frånsett den upptagning som planeras omedelbart utanför EKA-området, avses därför inte göras eftersom risken för återkontaminering från andra källor än EKA-området är uppenbar.

Av byggnaderna inom EKA-området är cellhallsbyggnaden kraftigt förorenad. Detta har noterats i föroreningshalten i byggnadsmaterialet men också i kvicksilverhalten i inomhusluft. Kviksilveret i byggnadsmaterialet är dessutom mycket 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.

Beträffande områdets lokalisering, geologi, hydrogeologi och annan liknande karaktäristik hänvisas till miljökonsekvensbeskrivningen (MKB).

2 PLANERADE ÅTGÄRDER

2.1 ÖVERSIKT

Åtgärderna har främst två syften:

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

Styrande för åtgärdernas omfattning och utförande är dagens miljö- och hälsorisker samt de hälso- och miljörisker som framtida skadehändelser kan innebära.

Två ställningstaganden har gjorts när det gäller åtgärdernas genomförande på platsen. Det ena gäller deponering, där kommunen har beslutat att ingen deponering ska ske på platsen. Massorna som ska deponeras, dvs uppgrävd förorenad jord, upptagna förorenade sediment samt förorenade rivningsmassor från byggnader, kommer att transporteras till externa anläggningar. Det andra ställningstagandet gäller behandling, där endast sortering och tvättning kommer att utföras på platsen, övrig behandling kommer att utföras på externa anläggningar.

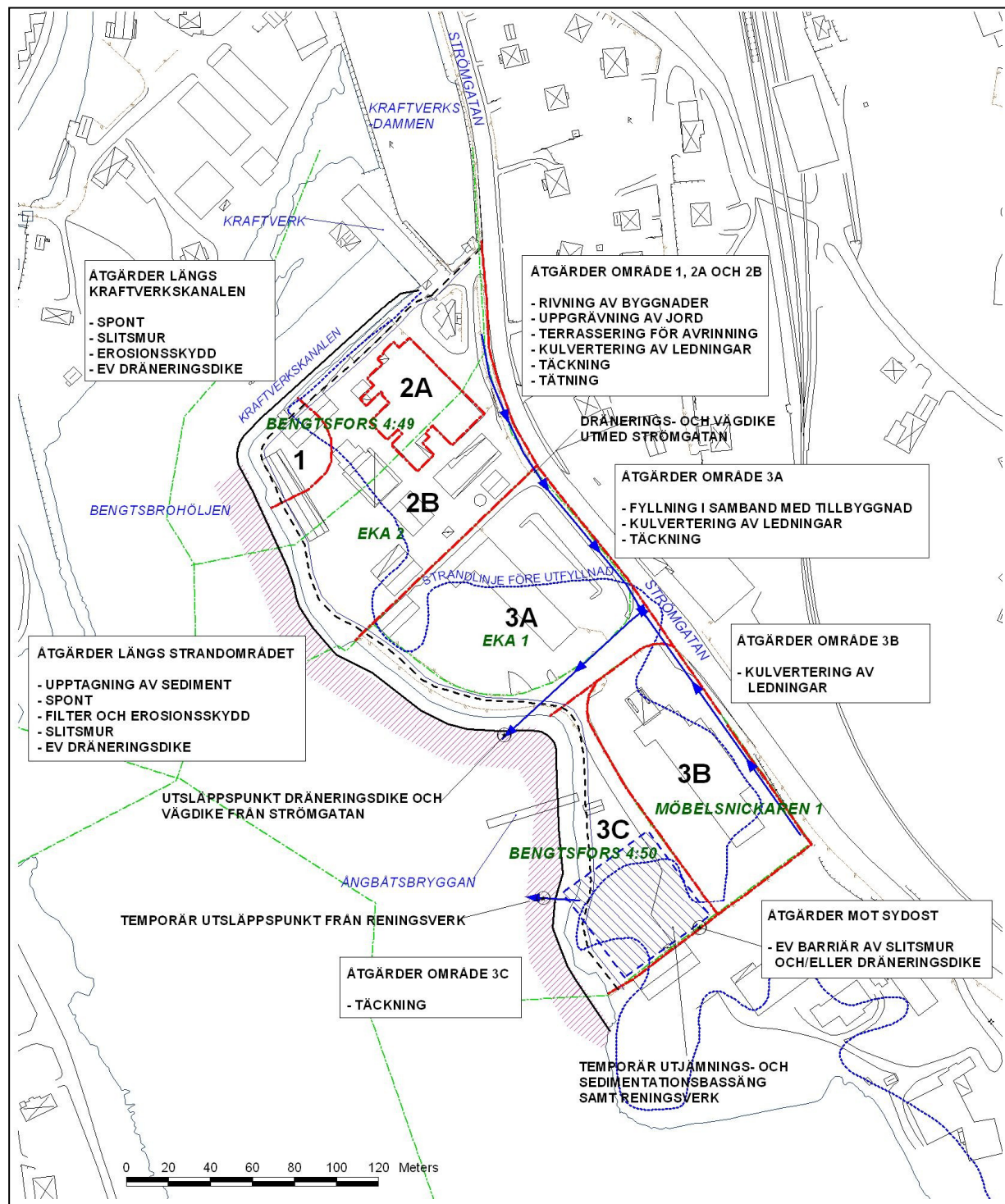
Följande åtgärder har studerats:

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 för att koncentrera kvicksilver samt 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

Av ovanstående åtgärder har alternativ 4 uteslutits, vilket innebär att behandling inte kommer att ske i mark eller i de byggnader som lämnas kvar efter arbetena. Övriga alternativ kvarstår, dock med tillägget att behandling enligt 5 och 7 samt deponering (9) läggs på externa anläggningar med erforderliga tillstånd.

Målsättningen är att inget vatten från området ska släppas till Bengtsbrohöljen under okontrollerade former under den tid som efterbehandlingsarbetena pågår. Behandling av överskottsvatten och tvättvatten i området kommer därför att ske i ett särskilt reningsverk som byggs på platsen i anslutning till en utjämnings- och sedimentationsdamm. Överskottsvatten är det vatten som bildas i området av nederbörd samt tillrinning från områdets sidor och som via skyddsbarriären (spont) mot Bengtsbrohöljen samlas inom området. Tvättvatten är de (mindre) mängder vatten som uppstår vid tvättning av jord och fordon.

I figur 1 har en sammanställning gjorts av de åtgärder vars genomförande övervägs (helt eller delvis). I figuren ges också benämningen på de olika delområdena samt fastighetsgränser.



Figur 1. Övervägda åtgärder inom EKA-området

Planerade åtgärder omfattar i korthet följande:

- upptagning av strandnära förorenade sediment
- spont mot sjön och kraftverkskanalen (generell skyddsåtgärd för mark- och rivningsarbeten)
- uppsamling och rening av lakvatten från sediment samt rening av överskottsvatten och tvättvatten (preliminär placering i område 3C)
- fyllning utmed strandlinjen bestående av filter och erosionsskydd, eventuellt i kombination med slitsmur och dränering (tätning/dränering kan även ske längs fastighetsgränsen i den södra delen av området)
- slitsmur eller annan tätningsåtgärd mellan Lelången och området (vid kraftverket)
- dräneringsdike inklusive vägdike utmed Strömngatan samt eventuell tätning mot EKA-området
- rivning av samtliga byggnader inom område 1 och 2, varav cellhallsbyggnaden (2A) är kraftigt förorenad
- uppgrävning av förorenad jord inom område 1 och 2
- sortering och selektiv tvättning av förorenad jord och förorenat rivningsmaterial (sker i tält)
- åtgärder för avlämning till extern behandling och/eller deponering av förorenad jord, förorenade sediment samt förorenat byggnadsmaterial
- kulvertering av VA-ledningar och andra installationer i området
- täckning av område 1, 2, 3A och 3C med rena massor

Åtgärderna beräknas 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 storleksordningen 5-14 ton kvicksilver grävs bort samt att 1 ton bortskaffas via rivning av byggnader. Åtgärderna medför att utsläpp av föroreningar från området reduceras med mer än 90 %.

2.2 BARRIÄRER

2.2.1 Allmänt

Med barriär avses här en ”spärr” för att reducera, eller i bästa fall eliminera, spridningen eller exponeringen av en förorening.

Miljöeffekterna av barriärinstallationerna i EKA-området är generellt sett svåra att kvantifiera, speciellt för de barriärer som syftar till att reducera effekterna av skadehändelser. Däremot är miljöeffekterna av de barriärer som varaktigt minskar omsättningen av vatten i de förorenade massorna enklare att kvantifiera, eftersom reduktionen i vattenomsättning i stort sett också ger motsvarande minskning i utsläpp.

Barriärerna som presenteras nedan kan utföras enskilda eller i kombination. Barriärerna har i framställningen nummerats.

2.2.2 Funktionsmål barriärer

På kort sikt:

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

På lång sikt:

2. Minska risken för spridning och exponering av ytnära föroreningar.
3. Minska omsättningen av vatten i förorenade massor.
4. Minska risken för spridning via grundvatten och erosion.
5. Filtrera allt förorenat vatten som släpps mot Bengtsbrohöljen.
6. Styra grundvattennivån inom EKA-området.
7. Minska risken för inläckage av vatten eller andra ämnen orsakad av olyckor uppströms EKA-området (gäller framför allt olyckor med tankfordon på Strömgatan).
8. 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.

2.2.3 Kravspecifikation för barriärer

Funktionsmål 1 uttrycker behovet av att säkra entreprenadarbetena på sådant sätt att dessa inte medför menlig exponering eller spridning av föroreningarna. Utan skyddsbarriär mot Bengtsbrohöljen är denna risk betydande, t.ex. vid uppgrävning av jordmassor intill sjön. Ett baskrav för säkringen av entreprenadarbetena är därför att etablera en barriär mot sjön.

För att undvika åtaganden för underhåll på lång sikt (100-tals år) är avsikten att skapa barriärer som är beständiga och underhållsfria. Barriärer kan dock fallera, t.ex. till följd av höga tryckgradienter (t.ex. rörbildning i filter) eller att kapaciteten snabbt tar slut på grund av inhomogen vattenströmning (endast del av barriären utnyttjas). För säkringen av funktionen bör därför kravspecifikationen gällande placering och konstruktion vara:

- kontrollerbarhet
- åtkomlighet och
- reparerbarhet

I beskrivningen av varje barriär kommenteras de tre punkterna. Kontrollen kan omfatta en direkt kontroll av barriärmaterialet men också indirekt kontroll av barriärens funktions genom att se på dess effekt, t.ex. via mätning i vattnet nedströms barriären.

Funktionsparametrarna i kravspecifikationen för barriärerna är effektiviteten (t.ex. hur mycket barriären reducerar halten av en förorening vid viss föroreningsbelastning) och/eller barriärens kapacitet (mängd vid mätnad, dvs när barriären måste ersättas).

I framställningen nedan har barriärerna indelats i horisontella och vertikala barriärer. Utöver dessa gäller generellt vid alla vattenarbeten att tillfälliga dubbla vertikala geotextilskärmar ("gardiner") ska monteras i Bengtsbrohöljen utom i kraftverkskanalen (där förorenade sediment ej förväntas). Dessa förses med sänke och flytkropp så att de från botten till vattenytan täcker in hela det arbetsområde där vattenarbete pågår. Skyddskonstruktioner av geotextilskärmar är vanligt förekommande vid vattenarbeten.

2.2.4 Exempel på utförande av horisontella barriärer

Uppmätta föroreningshalter i ytlig jord överskrider beräknade platsspecifika riktvärden inom hela eller delar av blivande parkområden och industrimark och åtgärder för att förhindra exponering fordras. De horisontella typer av barriärer som föreslås på EKA-området ansluter primärt till funktionsmål 2 och 3 och är av två slag:

- barriär för att hindra exponering och spridning av ytnära föroreningar.
- barriär för att minska infiltrationen av nederbörd i förorenat område.

Horisontell barriär mot exponering och spridning av ytnära föroreningar (barriär nr 1)

Föroreningarna på EKA-området förekommer högt upp i markprofilen och risken för exponering är därför påtaglig för dem som vistas i området. Särskilt stor är risken för exponering och spridning vid framtida markarbeten.

Reduktion av risken för exponering och spridning av marknära föroreningar föreslås ske genom fyllning med rena jordmassor på befintlig markyta, se figur 2. Fyllningen bör till viss del bestå av krossad kalksten. Skälet är önskemålet om att upprätthålla pH-värdet i grundvattnet, eftersom en sänkning av pH bidrar till ökad löslighet hos vissa av föroreningarna.

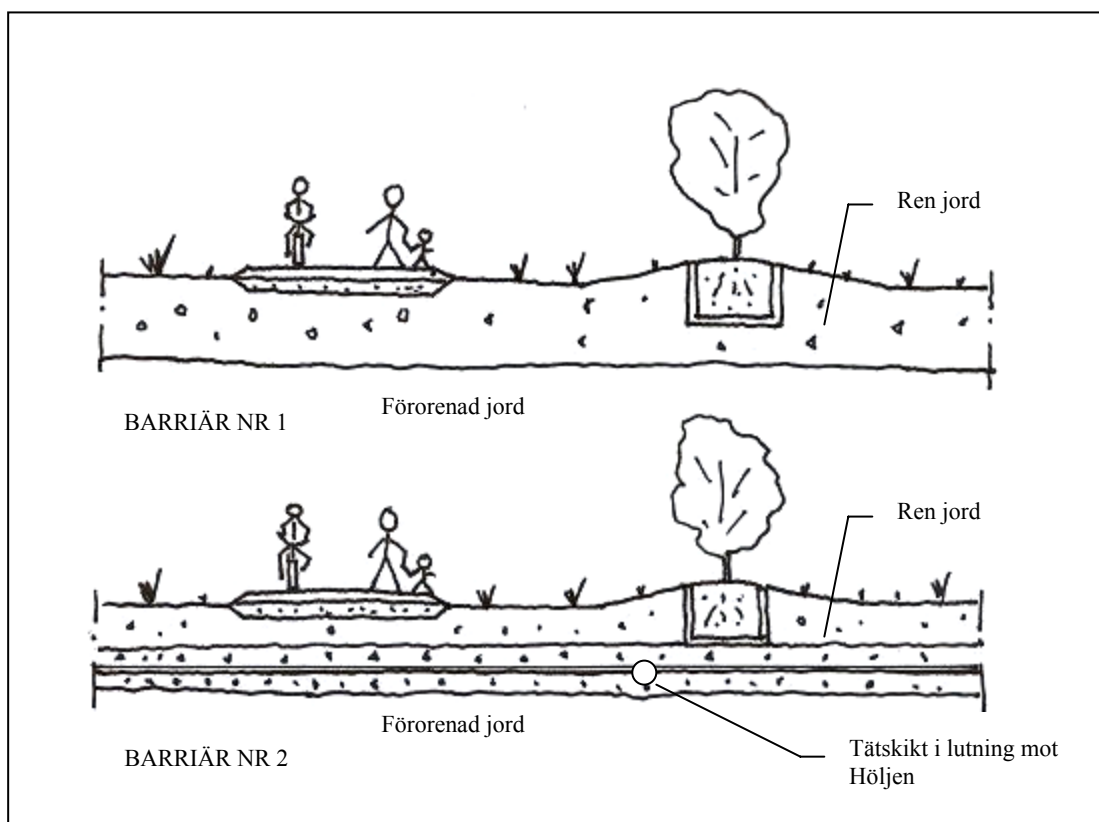
Åtgärden innebär en höjning av marknivån. Där markhöjningen inte kan genomföras, t.ex. på grund av krav på ytavrinning, sker nödvändig urschaktning av förorenad jord så att återfyllning med rena jordmassor kan göras.

Tillbyggnad planeras ske inom område 3A. Fyllning sker där med rena massor till minst en meters tjocklek under kommande tillbyggnad. Åtgärden innebär att man vid reparationsåtgärder och framtida rivning inte kommer att konfronteras med den förorenade jorden. I övrigt föreslås att

fyllning utförs på område 3A i sådan utsträckning att minst 0,5 meters täckning på befintlig yta erhålls. Intill byggnaderna blir dock tjockleken något mindre (utspetsning av fyllningen görs mot socklar). Borttagning av infiltrationskistor mm inom området bedöms ge en reduktion av vattenomsättningen i område 3A med storleksordningen 3.000 m³, vilket motsvarar cirka 15 % av nuvarande vattenomsättning.

Fyllning inom område 3C sker med minst 0,5 meters täckning, dock lämnas genomfartsvägen fri och utspetsning av fyllningen sker mot denna.

Barriär nr 1 är långtidsbeständig under förutsättning att administrativa åtgärder som anges i MKB:n efterlevs. Barriären är också kontrollerbar, åtkomlig och reparierbar.



Figur 2. Exempel på horisontella barriärer

Barriär för att minska infiltrationen av nederbörd i förorenat område (barriär nr 2)

I område 1, 2A och 2B planeras som ersättning för enbart exponeringsskyddet (se ovan) installation av ett tätskikt med ovanförliggande dränering och skyddsskikt för att minska infiltrationen av vatten i de förorenade massorna, se figur 2. Barriären föreslås preliminärt innehålla följande (underifrån räknat):

- terrassering med krossad kalksten i fraktionen cirka 0-100 mm
- avjämning med stenmjöl, tjocklek cirka 0,1 m, fraktion 0-4 mm
- tätskikt med lergeomembran eller annan beständig tätning

- skyddsskikt av stenmjöl, tjocklek cirka 0,1 m, fraktion 0-4 mm
- dräneringsskikt av krossat berg, tjocklek cirka 0,4 m, fraktion 4-32 mm
- skyddsskikt av välgraderade mineraljord, tjocklek minst 0,5 m

Valet av krossad kalksten i terrasseringskiktet under tätningen är föranlett av önskemålet att upprätthålla pH-värdet i grundvattnet, eftersom en sänkning bidrar till ökad löslighet hos vissa av föroreningarna. Tätskiktet av lergeomembran torde komma att behöva hålla en hydraulisk konduktivitet (vattengenomsläpplighet) på cirka 1×10^{-10} m/s.

Fyllningen på område 1, 2A och 2B sker med lutning ut mot Bengtsbrohöljen, vilket medför att dagvattenbrunnar och dagvattenledningar inte är nödvändiga. Åtgärden reducerar väsentligt risken för inre erosion i området, liksom risken för ökad vattenomsättning i förorenade jordmassor, till följd av framtida fel i dagvattenledningar och brunnar.

Tätskiktet medför en långsiktig infiltration på mindre än 10 liter per m² och år, vilket innebär en reduktion med storleksordningen 5.000 m³. Detta medför en total minskning av vattenomsättningen i EKA-områdets massor med cirka 25 %.

Färdig yta besås omedelbart efter utläggningen. Buskar och träd kan planteras, dock inte större träd. Buskar planteras i skyddsskiktet medan träden planteras i täta lådor (betonglådor). Lådornas storlek utreds vid projekteringen. Syftet med lådorna är primärt att trädens rötter inte ska tränga ned och förstöra tätningen. Täckningens tätning ansluts till lådornas sidor alternativt att lådorna läggs över tätningen och att en förhöjning av skyddsskiktet görs för lådan.

Genom uppsamling av ytavrullet vatten i kanten mot Höljen kan, om så önskas, funktionen hos barriär 2 kontrolleras. Tätskiktet bedöms som långtidssäkert under förutsättning att de administrativa åtgärder som anges i MKB:n efterlevs (ingen okontrollerad grävning får ske i barriären).

2.2.5 Exempel på utförande av vertikala barriärer

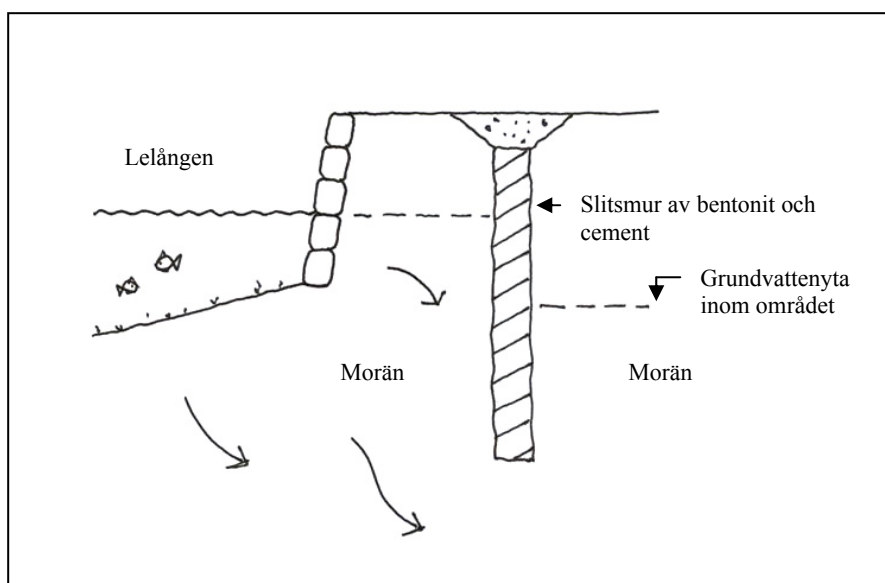
De vertikala typer av barriärer som planeras på EKA-området anknyter samtliga till ovan angivna funktionsmål utom mål 2. Följande typer av vertikala barriärer övervägs (barriärnummer inom parentes):

- tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen vid kraftverket (3).
- dräneringsdike och vägdike utmed Strömgatan (4).
- stålspontning utmed slänkfoten i strandlinjen mot Bengtsbrohöljen (5).
- filtermaterial och stödfyllning mot Bengtsbrohöljen (6).
- filtermaterial och erosionsskydd mot Bengtsbrohöljen (7).
- tätning med slitsmur utmed strandlinjen och eventuellt i den södra delen av området (8).
- dräneringsdike i områdets nedströmssida (9).

I vissa partier kan komplettering med reaktiv barriär och sorptionsbarriär komma att övervägas i anslutning till barriär 6 och 7.

Tätning mellan Lelången och Bengtsbrohöljen intill kraftverket (barriär nr 3)

Storleksordningen 8.000 m³ vatten tränger igenom EKA-områdets nordvästra sida på grund av genomsläpplig jord mellan Lelången och Bengtsbrohöljen där den ”drivande kraften” är fallhöjden vid kraftverket (3-4 meter). För att väsentligt minska mängden inträngande vatten in mot EKA-området föreslås att en tätskärm, exempelvis i form av en slitsmur, placeras vid infarten från Strömgatan till kraftverket. Skissad sektion utmed infarten till kraftverket visas i figur 3.



Figur 3. Sektion, exempel på tätning med slitsmur vid kraftverket (barriär nr 3)

Permeabiliteten (hydrauliska konduktiviteten) på materialet i en slitsmur bör sättas till maximalt 1×10^{-9} m/s, vilket i praktiken innebär att inga eller ytterst små mängder vatten kommer att passera genom själva muren. Eftersom muren inte kommer att nå ned till tät jord eller tätt berg, kommer vatten att passera i moränen under muren. Muren innebär dock att strömningsarean som finns i moränen mellan EKA-området och Lelången väsentligt minskar. Föreslagen tätning vid kraftverket bedöms därför minska nuvarande mängd vatten från Lelången mot EKA-området (cirka 8.000 m³) med minst 60 %, dvs 5.000 m³, vilket innebär en reduktion på knappt 25 % på dagens totala vattenomsättning i EKA-området.

En slitsmur kan genomföras med tung vätska av bentonit och cement, vilken i samband med schakten installeras till cirka 8 meters djup under markytan. Slitsmurens underkant kommer därvid att ligga några meter under kraftverkskanalens botten på nedströmssidan och dess bredd blir cirka en meter. Slitsmurens längd vid kraftverket är cirka 25 meter, vilket med ett djup på 8 meter innebär cirka 200 m².

Slitsmurstekniken är känd och har använts på flera håll i Sverige och utomlands. Barriären kan kontrolleras under och efter utförandet genom provtagning (vertikal borring) och test. Slitsmuren kan betraktas som beständig över lång tid (100-tals år) och funktionen är kontrollerbar. Reparation kan ställvis göras genom ny installation intill befintlig mur.

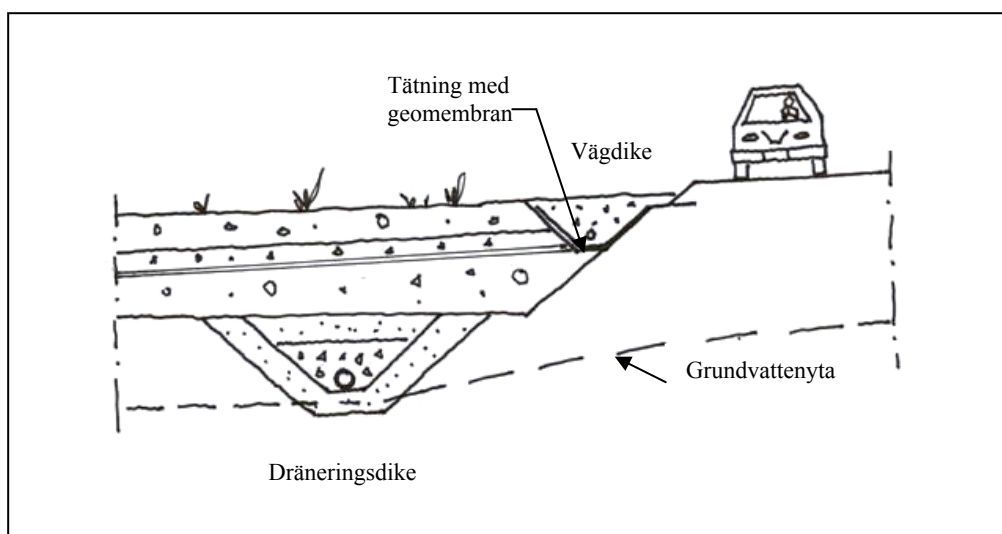
Dräneringsdike och vägdike utmed Strömgatan (barriär nr 4)

För att minska inflödet av vatten från uppströms liggande område föreslås ett avskärande dräneringsdike på EKA-området omedelbart nedanför slänten mot Strömgatan, se figur 4. Installationen gäller både område 2B och 3B. Dräneringsdiket kommer också att fungera som uppsamlare av vatten om ett brott inträffar på den huvudvattenledning som ligger i anslutning till gatan.

Mellan dräneringsdiket och Strömgatan installeras intill vägkroppen också ett särskilt tätat ”vägdike” för att kunna avleda farlig vätska från t.ex. en tankbilsolycka på Strömgatan. Den sistnämnda funktionen är inte minst viktig eftersom lösningsmedel som bensin eller dieselolja kan öka lösligheten på kvarvarande dioxin i EKA-områdets jordmassor.

Dräneringsdiket och vägdiket utförs med fall mot Ekagatan och nivån på dräneringsdiket läggs något lägre än nuvarande medelgrundvattenhöjder utmed tomten. Vägdiket läggs högre upp. De båda sträckningarna (från område 2B och 3B) förenas i två brunnar vid Ekagatans anslutning mot Strömgatan. Brunnen för vägdiket utförs med oljeavskiljare. Från brunnarna leds vattnet till Bengtsbrohöljen via tät ledning. Utloppsledningen mot Bengtsbrohöljen läggs så högt som möjligt för att minska risken för inträngande vatten från sjön vid högvatten.

Dräneringsdiket utförs med dräneringsledning som omges av så grovt material att enbart detta material kan leda vatten den dag dräneringsledningen inte fungerar. I dräneringsdikets botten och kanter läggs filter av sand för att filtrera eventuellt vatten som kan rinna in i dräneringen från EKA-området. Vidare används naturligt material (grus och sand i vissa fraktioner) som materialavskiljande lager (inte geotextil) för att få en långsiktigt hållbar konstruktion. Dräneringsdiket förses med inspektionsbrunnar som också kan fungera som provtagnings- och spolbrunnar. Dräneringsdikets respektive vägdikets totala längd inklusive tät ledning till Bengtsbrohöljen blir cirka 400 m.



Figur 4. Exempel på dräneringsdike och vägdike vid Strömgatan (barriär nr 4). Horisontell barriär 2 också visad i figuren. Dräneringen kan vid behov kompletteras med vertikal tätning mellan diket och EKA-området.

Dräneringsdiket mot Strömgatan bedöms minska inflödet av vatten till EKA-området med storleksordningen några tusen kubikmeter per år, vilket innebär 10% på den totala vattenomsättningen i EKA-området.

För att undvika att förorenat grundvatten från EKA-området (från väster) strömmar in i dräneringen kan den vid behov kompletteras med en vertikal tätning nedströms dräneringsdiket.

Stålspontning utmed släntfoten i strandlinjen mot Bengtsbrohöljen (barriär nr 5)

Slänterna utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen är stensatta (mindre block) i ytan. Släntlutningen varierar. För att få en god säkring mot utsläpp i sjön vid entreprenadarbetena (främst grävning nära sjön) samt för att få ett filter etablerat på lång sikt mot sjön föreslås att en spont vibreras ned vid släntfoten utmed kraftverkskanalen och övriga strandlinjen. Spontens överkant läggs cirka en meter över högsta nivån i Bengtsbrohöljen. Sponten utförs tät (t.ex. genom att spontlåsen förses med tätremsa) och fungerar därmed som hydraulisk barriär.

Spontkonstruktionen är kontrollerbar (t.ex. via provtagning och analys av vatten på insidan av sponten), den är också åtkomlig och reparerbar.

Spontningen utmed Bengtsbrohöljen genomförs efter det att sedimenten tagits upp från botten vid släntfoten och några meter ut i vattnet, se särskild beskrivning kring sedimenthanteringen. Dykningar har visat att botten utanför släntfoten är relativt fri från block. En grävmaskin (liksom spontkranen på pråm) kan ”maka undan” eventuella block från botten om sådana skulle ligga i vägen för spontplankorna. Genom borttagningen av sedimenten bedöms själva nedvibreringen av sponten kunna ske utan grumling av sedimenten (geotextilskärmar kommer dock att monteras, se avsnitt 2.2.3). Blockigheten i moränen innebär sannolikt dock att sondering bör föregå spontningen för att i detalj finna bästa läge på sponten.

Sponten kan utföras som kvarsittande eller så kan sponten efter entreprenadarbetena dras upp. Vi uppdragning fås antingen ett utseende enligt figur 7 utan spont (om stödfyllning utförs, se text nedan) eller en släntkonstruktion som redovisas i figur 8 (sand bakom sponten lägger sig då i rasvinkel och erosionsskyddet påförs).

Om beslut tas om att sponten ska sitta kvar anpassas den till den högsta nivån som regleras i vattendomen för Bengtsbrohöljen för att inte orsaka en höjning av grundvattenytan över denna nivå inne på EKA-området.

Vid kvarsittande spont kommer den under relativt lång tid förbli tät. På lång sikt kan antas att tätremarna förlorar sin funktion och viss genomsläpplighet för vatten kommer att finnas i spontlåsen. På mycket lång tid (100-årsperspektiv) kommer sponten att rosta sönder. Som framgår nedan övervägs att använda hyttsand som fyllning bakom sponten. Hyttsanden hårdnar inom några månader och blir betongliknande. Fyllningen kommer således att kunna bära sig själv och övriga laster den dag spontens stödfunktion upphör.

Skulle hyttsanden vid projekteringen befinnas olämplig att använda kan en sand eller ett stenmjöl användas inom sponten samt ett stöd- och erosionsskydd av krossmaterial läggas utanför sponten. Stödfyllningen förs i detta fall upp till vattenytan och kommer vid den tidpunkt när sponten upphör att fungera att hålla filtermaterialet på plats. För att få utrymme för en sådan stöd-

konstruktion bör sedimenten tas bort så långt ut som stödfyllningen når, för att fyllningen inte ska trycka undan och omlagra sedimenten. Släntlutning på stödfyllningen kan läggas i 1:1,5 (V:H), vilket vid 3 meters vattendjup och horisontell botten betyder 4,5 meters stödfyllning utanför sponten.



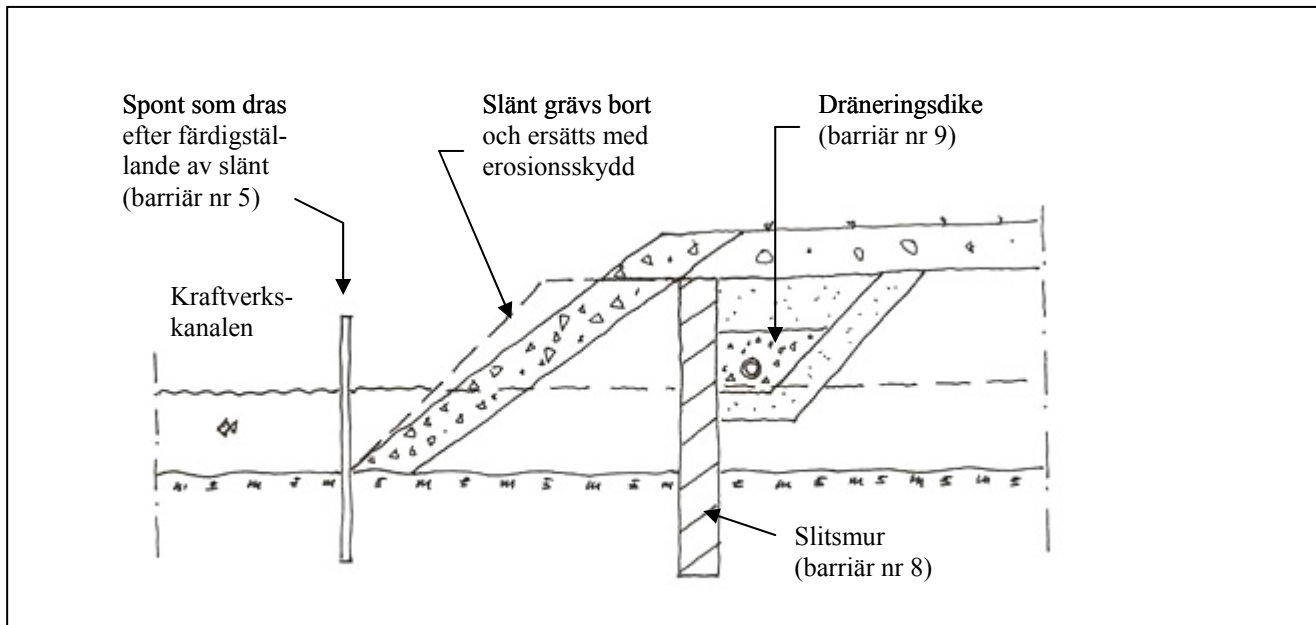
Figur 5. Slänten utmed kraftverkskanalen (till vänster) samt del av strandkanten mot Bengtsbrohöljen utmed område 3A (till höger).

I figur 5 visas bilder på strandlinjen längs kraftverkskanalen. Som framgår av bilden är slänten mycket brant, en del material har rasat ned och intilliggande byggnads vägg ligger delvis i luften. I figur 6 presenteras en skissad principsektion för EKA-området mot kanalen efter åtgärder.

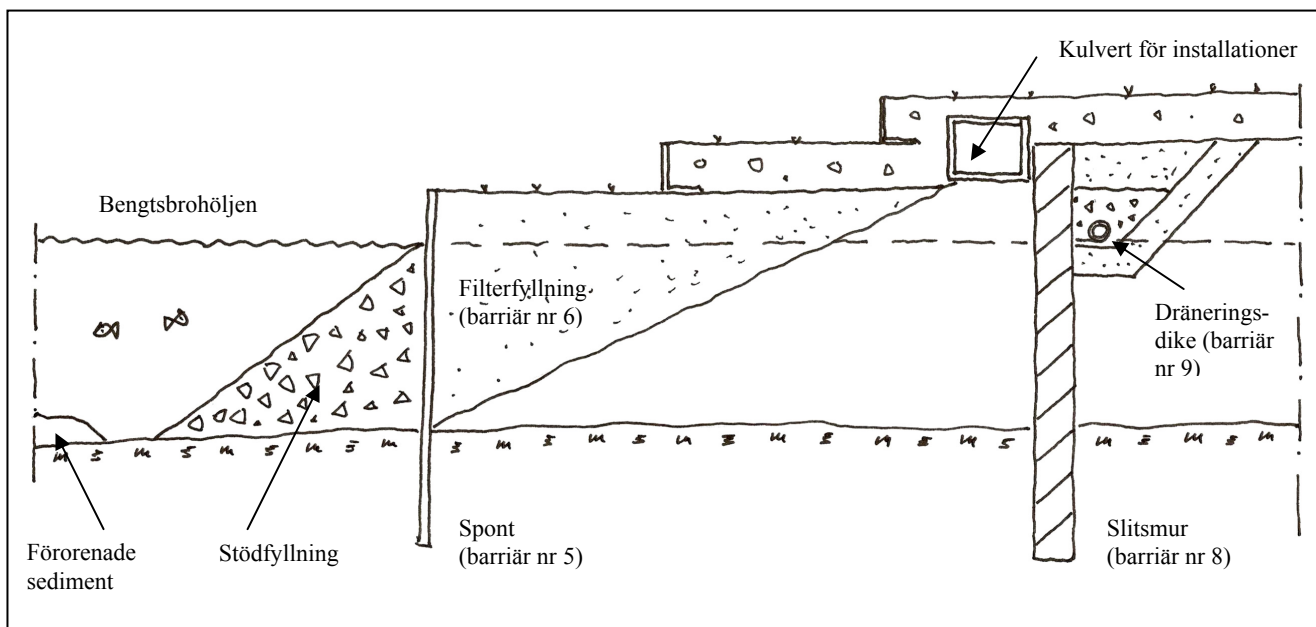
Den högra bilden i figur 5 visar en del av strandlinjen utmed Bengtsbrohöljen (bilden är tagen från ångbåtsbryggan, läge se figur 1). I figur 7 presenteras en skiss på konstruktion utmed denna strandlinje samt övriga strandlinjen mot sydväst efter åtgärder.

Total längd på sponten blir cirka 500 meter. Medellängden på spontplankorna uppskattas till 7 meter, vilket innebär en yta på cirka 3.500 m². Spontningen behöver sannolikt utföras från pråm.

Spontkonstruktionen är kontrollerbar, åtkomlig och reparerbar i de delar som ligger över sjöbotten. Vid kvarsittande spont är beständigheten främst beroende av avrostningen vid vattenytan och livslängden bedöms till 50-100 år.



Figur 6. Sektion, exempel på utförande vid slänt utmed kraftverkskanalen



Figur 7. Sektion, exempel på filter med stödfyllning utmed strandlinjen (barriär 5, 6, 8 och 9)

Filtermaterial mellan spont och befintlig slänt (barriär nr 6)

Fyllningen mellan spont och befintlig slänt, se figur 7, kan ske med s.k. hyttsand. Hyttsanden förekommer i fraktionen 0-8 mm och härrör från masugnsslagg. Produkten är lätt glasig och liknar sand. Hyttsand används bland annat i vägbankar när man vill ha en lätt och stark väggkropp. Hyttsanden hårdnar med tiden och denna egenskap kan accelereras med tillsättning av kalk.

Hyttsanden blir lättbetongliknande vid liten packning och materialet är vattengenomsläppligt. Kornstorleksfördelningen innebär att hyttsanden sannolikt fungerar som partikelfilter. Detta kommer att undersöka i samband med detaljprojekteringen. Totala mängden fyllning bakom sponten bedöms till storleksordningen 15.000 ton.

Alternativet till hyttsanden är vanlig sand eller välgraderat stenmjöl. På lång sikt, när sponten har mist sin funktion, måste sanden ha ett stöd och erosionsskydd, vilket kan åstadkommas genom en stöd- och erosionsfyllning med hög friktionsvinkel 1:1,5 (V:H) på utsidan av sponten, se beskrivning under stålspont ovan. Stödfyllningsmängden blir cirka 10.000 ton vid ett medeldjup på 4 meter.

I båda fallen (hyttsand eller vanlig sand/stenmjöl) kan mindre stödmurar i fyllningens översida ge en avtrappning mot vattnet, eftersom spontens överkant läggs enbart någon meter över Bengtsbrohöljens vattenyta. Barriär nr 6 är kontrollerbar, åtkomlig och reparerbar.

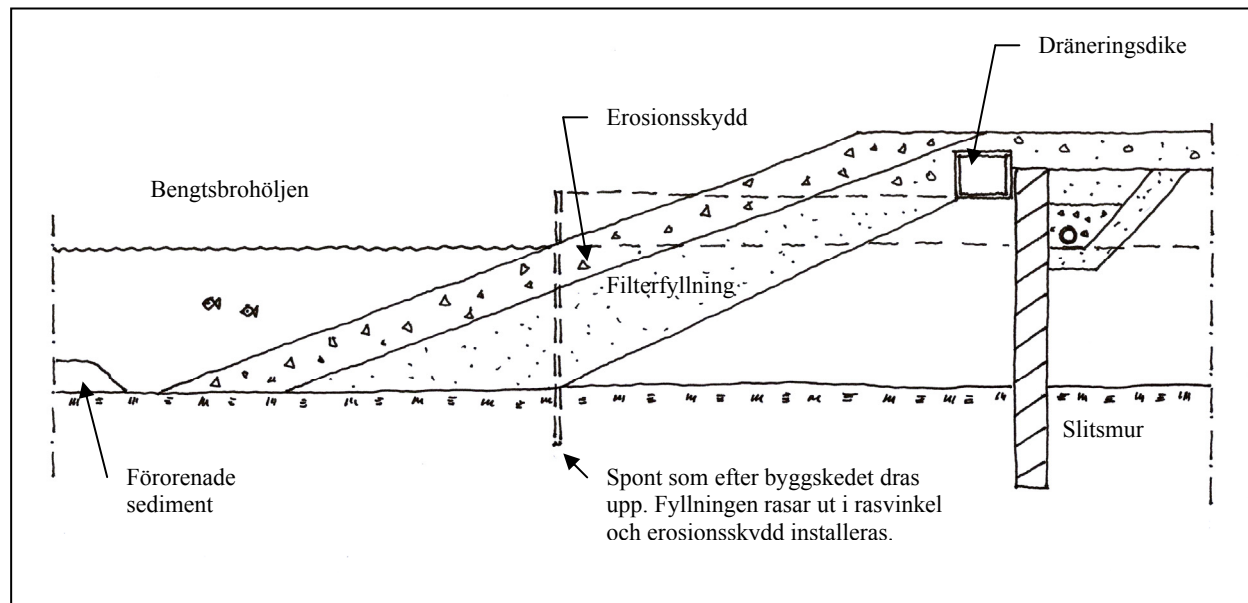
I vissa partier kan komplettering med reaktiv barriär och sorptionsbarriär komma att övervägas i anslutning till barriär 6. Reaktiv barriär i jordprofilen är tänkbar i EKA-området för att omvandla PCE i grundvattnet. Installationen av en reaktiv barriär förutsätter en definierad tryckgradient över barriären ("drivande kraft" för vattnet att ta sig igenom barriären) samt en homogen barriär med samma hydrauliska konduktivitet (vattengenomsläpplighet). I annat fall sker grundvattenströmningen i en begränsad del av barriären och omvandlingskapaciteten kan gå förlorad. Förekomsten av PCE-föroreningen på stort djup (djupa schakter) och dess ojämna utbredning i både höjd- och sidled kan medföra svårigheter att installera en reaktiv barriär på ett funktionellt sätt. Sorptionsbarriären avser att över tiden fördröja och fördela grundvattnets lösta föroreningar. Lösta föroreningar förekommer dock i liten omfattning i grundvattnet.

Beklädnad av befintlig slänt med partikelfilter och erosionsskydd (barriär nr 7)

En beklädnad på befintlig slänt med enbart filter och erosionsmaterial är ett alternativ till stödfyllning. Sponten dras upp efter entreprenadarbetena, sanden bakom sponten rasar ut i rasvinkel och erosionsskyddet påförs, se figur 8.

Släntlutningen kommer sannolikt att bli 1:3,5 (V:H). Filterplaceringen i slänt innebär att föroreningarna fastnar nära sjön, varför erosionsskyddet bör vara kraftigt. Mängden sand som fordras bedöms till 15.000 ton och mängden erosionsskydd till 10.000 ton.

Barriär nr 7 är kontrollerbar och åtkomlig. Filterfyllningen är dock svår att reparera utan att vidta speciella åtgärder mot sjön.



Figur 8. Sektion, exempel på beklädnad av slänt vid strandlinjen (barriär nr 7, ej mot kraftverkskanalen)

I vissa partier kan komplettering med reaktiv barriär och sorptionsbarriär komma att övervägas i anslutning till barriär 7, se barriär 6 ovan.

Tätning med slitsmur utmed strandlinjen (barriär nr 8)

Undersökningarna som gjorts på EKA-området visar att föroreningarna i jord ligger fast på partiklar och därmed är partikelfilter tillräckligt som säkring mot spridning via vatten (givet att lösligheten inte ökar). Vidare visar undersökningarna att fluktuationerna i Bengtsbrohöljen inte ”slår in” i tomten i någon hög grad, dvs fluktuationerna skapar inget eller liten mängd lakvatten. Någon hydraulisk avskärmning mot sjön skulle därmed inte behövas.

En slitsmur av bentonit/cement innebär dock ett långsiktigt skydd mot Bengtsbrohöljen och hindrar bl.a. strömning av vatten mot sjön i ett eventuellt genomsläppligt skikt mellan fyllning och underliggande morän. Muren ger också kontrollerbarhet på lång sikt av det vatten som lämnar området genom att både halt och mängd kan registreras.

Slitsmuren förs ned några meter i underliggande morän och förlänger den strömningsväg som det förorenade grundvattnet tar i moränen. Slitsmuren i sig själv kommer att släppa igenom ytterst små mängder vatten, varför avbördningen av vatten från området antingen släpps över slitsmurens överkant eller genom utsläppspunkter i slitsmuren.

Om det behövs med hänsyn till grundvattenflöden inom och från området, kan tätning utföras i den södra delen av området, ungefär vid den sydöstra gränsen av fastigheterna Bengtsfors 4:50 och Möbelsnickaren 1 (se figur 1).

Beträffande utförandet av slitsmuren, se beskrivningen ovan av slitsmur vid kraftverket. Slitsmuren kan betraktas som beständig över lång tid (100-tals år) och funktionen är kontrollerbar. Reparation kan lokalt göras genom ny installation intill befintlig mur.

Dräneringsdike för att styra grundvattennivån (barriär nr 9)

I likhet med dräneringsdiket uppströms EKA-området mot Strömgatan planeras eventuellt ett dräneringsdike att installeras utmed strandlinjen, se figurerna 6, 7 och 8. Utformningen med filter innebär att inget vatten lämnar området utan att vara filtrerat.

Höjden på dikets dränering anpassas till önskad nivå och avrinning arrangeras genom eller över slitsmur och spont (vid kvarsittande spont). Grundvattenytan kommer därvid att hamna mellan dräneringshöjden på tomtens upp- och nedströmssida. En strävan är att så långt möjligt behålla dagens grundvattennivå och strömningsriktning.

Dräneringsdiket utförs med naturmaterial på sådant sätt att diket kan fungera på lång sikt (100-tals år). Barriär nr 9 är kontrollerbar, åtkomlig och reparerbar.

2.2.6 Sammanfattning av barriärernas effekter

I tabell 1 ges en sammanställning av olika enskilda barriärer (som fungerar för sig själva) och kombinationer av barriärer (kräver kombinationen för att fungera) och deras förväntade effekter.

Efter det att åtgärderna införts kommer allt vatten att vara filtrerat innan vattnet når Bengtsbrohöljen. Information och diskussion om detta tas upp i MKB:n.

Tabell 1. Bedömda effekter av enskilda barriärer

Barriär* nr	Förväntade effekter på exponering och spridning
1	Reducerar exponeringen av ytnära föroreningar och reducerar vattenomsättningen med 15%.
2	Reducerar vattenomsättningen (och därmed varaktiga utsläpp) i kvarvarande förorenade massor med minst 25 %.
3	Reducerar vattenomsättningen (och därmed varaktiga utsläpp) i förorenade massor med 25 %.
4	Reducerar vattenomsättningen (och därmed varaktiga utsläpp) i kvarvarande förorenad jord med 10 %. Reducerar risken för temporär ökning av vattenomsättning till följd av läcka uppströms området. Reducerar risken för intrång av drivmedel/kemikalier till följd av olycka på Strömgatan.
5	Reducerar risken för utsläpp i Bengtsbrohöljen under entreprenadarbetena.
6	Filtrerar utgående vatten från området, reducerar framtida erosionsrisker i området.
7	Filtrerar utgående vatten från området. Reducerar till viss del framtida erosionsrisk i området.
8	Reducerar kort- och långsiktigt risken för okontrollerade utsläpp via lösta och partikelbundna ämnen från området. Ger möjlighet till långsiktig kontroll av halter och flöden från området.
9	Säkrar grundvattenytans läge i området mot Bengtsbrohöljen.

FÖRKLARING:

1 = jordtäckning av överyta

2 = jordtäckning och tätning av överyta

3 = tätning vid kraftverket mellan Lelången och Bengtsbrohöljen

4 = dräneringsdike och vägdike mot Strömgatan

5 = spont mot Bengtsbrohöljen

6 = filterfyllning bakom spont och stödfyllning (erosionsskydd) utanför spont, ev. dragning av spont

7 = filterfyllning bakom spont, dragning av spont och fyllning med erosionsskydd (barriär 7 alternativ till barriär 6 utmed sydvästra strandlinjen)

8 = slitsmur utmed strandlinjen kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen

9 = dräneringsdike på nedströmssidan

2.3 SANERING OCH RIVNING AV BYGGNADER

2.3.1 *Allmänt*

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 vid en deponi för farligt avfall om inte materialet stabiliseras så att lakningskaraktären ändras.

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

Cellhallsbyggnaden (2 A) omfattar cirka 1.800 m² och innehåller "Tornet/Lager" (430 m²), "Cellhallen/Indunstningen" (850 m²), "Verkstad/Matsal/Transformator" (230 m²) och "Kontor" (260 m²). Byggnaderna på område 1 och 2B omfattar cirka 3.000 m².

2.3.2 *Funktionsmål rivning av byggnader*

Funktionsmålet med rivningen av byggnaderna inom område 1, 2A och 2B är att:

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

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

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

2.3.3 *Kravspecifikation för rivning av byggnader*

Provsanering har skett av cellhallsbyggnaden (område 2A) där luftens innehåll av damm och föroreningar studerades. Resultatet visar att vid rivningen bör skyddsåtgärderna ägnas särskild uppmärksamhet. Detta gäller såväl intern miljö (arbetsmiljön) som extern miljö (omgivningen). I rivningsmassorna från cellhallsbyggnaden (exklusive golv och undergrund) bedöms finnas cirka 1 ton kvicksilver.

Risken för spridning av föroreningar till omgivningen är 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 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.

Golvkonstruktionen och undergrunden i cellhallsbyggnaden är på flera ställen sammansatt av flera skikt med innehåll av block och grova stenar. Indikationer finns på att föroreningsmängden kan vara betydande och beredskap ska finnas hos rivningsentreprenören att bl.a. kunna suga upp kvicksilver och lösningsmedel i fri fas.

I cellhallsbyggnadens träkonstruktioner har kvicksilverhalter på mer än 10 % uppmätts och inget byggnadsmaterial från denna byggnad bör få lämna tältet utan att vara emballerat för vidare transport.

Rivning av byggnaderna på område 1 och 2B kan ske utan särskilda skyddsanordningar, dock bör fundament och alla konstruktionsdelar i mark lämnas kvar. Vissa av dessa tas senare om hand vid efterföljande uppgrävningsarbeten.

Inom område 2B finns en transformator som ska rivas. Byggnadsytan är cirka 20 m². Omhändertagande av olja krävs. Oljan innehåller inte PCB.

2.3.4 Exempel på utförande vid rivning av byggnader och installationer

Rivningsarbetet inleds med rivning av de byggnader som ligger inom område 1 och 2B och som inte omfattas av cellhallsbyggnaden. Eftersom dessa byggnader inte varit i kontakt med den förorenade jorden eller ingår i cellhallsbyggnaden kan större delen av byggnadsmaterialet från denna rivning återvinnas eller deponeras utan särskilda undersökningar. Sortering sker lämpligen i fraktionerna metaller, trä, brännbart, farligt avfall (av typen strömbrytare, oljekablar, spänningsskydd etc.) samt deponirest (asbest, puts, tegel, betong etc.).

Parallellt med rivningen i område 1 och 2B kan tältet installeras över cellhallsbyggnaden (område 2A). Rivning sker därefter av cellhallsbyggnaden. Rivningen delas upp i etapper där varje etapp isoleras med avskärmningar, vilka har sitt eget reningsfilter. Tältet som ska vara fribärande (inte stödja sig på byggnaden) planeras att behållas även under markarbetena för att fungera som sorterings- behandlings-, mellanlagrings- och emballeringsställe av förorenad jord.

Byggnadsmaterialet från cellhallsbyggnaden delas upp i minst tre huvuddelar; brännbart (råspont, träbjälkar etc), icke organiskt (skrot, puts, tegel, betong etc) och övrigt material (elkablar, strömbrytare etc). Huvuddelarna delas sedan upp i lämpliga fraktioner. All hantering av rivet byggnadsmaterial ska ske i tältet och lagring ska också ske i tältet.

De befintliga VA-ledningar för byggnaderna inom område 3A som vid ett ledningsbrott kan öka vattenomsättningen i förorenad jord föreslås att pluggas och nya ledningar installeras. Kulvertar föreslås för de nya installationerna, se avsnitt 2.4.

Inom område 3A planerar man att bygga till bilhallen. Tillbyggnaden föreslås ske så att ren fyllningsjord till minst en meters tjocklek läggs under tillbyggnaden, se också avsnitt 2.2.4.

Inom område 3B förläggs ledningar och installationer som kan innebära ökad vattenomsättning i områdets jordmassor i kulvert (liksom för område 3A).

2.4 UPPGRÄVNING AV KONTAMINERADE MASSOR

2.4.1 *Allmänt*

Utöver det samhälleliga ställningstagandet att ta bort kvicksilver ur kretsloppet är de huvudsakliga hälso- och miljöskälen för uppgrävning och bortskaffande att minska den totala föroreningspotentialen på EKA-området.

I utredningen kring EKA-området kan konstateras att lösligheten hos kvicksilver och dioxin är låg och att huvuddelen av spridningen sker via partiklar. Ändrade kemiska och biologiska förhållanden kan dock öka lösligheten, vilket kan åtgärdas genom att reducera vattenomsättningen (se avsnittet om barriärer) men också genom uppgrävning och bortskaffande av föroreningarna.

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 att mindre eroderad mängd av föroreningarna är möjlig. 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 är belägna där ytnära föroreningar förekommer (exponeringsrisken störst) och längst ut på tomten mot kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen (erosionsrisken störst). Dessutom gäller att ju djupare föroreningen ligger desto mindre är både exponerings- och erosionsrisken. Nedan ges ett antal alternativ; definitiv omfattning av uppgrävningen kan först avgöras i samband med projekteringen och upphandlingen av grävarbetena och bortskaffningen.

2.4.2 *Funktionsmål uppgrävning*

Funktionsmålet med uppgrävning av förorenade massor är att:

1. reducera källtermen vilket generellt minskar exponerings- och spridningsrisken av föroreningarna på EKA-området
2. minska konsekvenserna av oförutsedda förhållanden eller olyckor på och omkring EKA-området.

2.4.3 *Kravspecifikation för uppgrävningen*

Uppgrävningen bör koncentreras till sådana delar av området som har störst mängd föroreningar (område 1 och 2), samt till de delar som har störst potential för att exponeras och spridas vid oförutsedda förändrade förhållanden eller olyckor i eller kring EKA-området.

Grävning under grundvattenytan medför en omrörning i massorna. Finpartiklar, på vilka föroreningarna huvudsakligen förekommer, grumlas i vattnet i schakten. Vid grävning under grundvattenytan planeras särskilda skyddsåtgärder vidtas, t.ex. spontning kombinerad med rening av grundvattnet inom spontanen, alternativt att jorden fryses i sektioner och därefter grävs upp. Detta kommer inte att påverka grundvattennivån inom området.

2.4.4 Exempel på utförande av uppgrävning

Nedan beskrivs uppgrävning av förorenad jord inom olika delområden. Bortgrävning av förorenade massor kan utföras med olika ambitionsnivå. Som angivits i avsnitt 2.1 ovan beräknas åtgärderna medföra en minskning av källtermen kvicksilver och dioxin med 30-90 % respektive 10-35 % beroende på hur mycket som grävs bort. Detta innebär att storleksordningen 5-14 ton kvicksilver grävs bort. Kommunen har ännu inte beslutat vilken ambitionsnivå som ska tillämpas för delområdena. Den slutliga omfattningen kommer att styras av tillgängliga medel för efterbehandlingsarbetena.

Område 2A

Inom område 2A ligger cellhallen med anslutande byggnader. Totala ytan är cirka 1.800 m². Uppgrävning antas behöva ske till 2 meter under nuvarande marknivå, vilket innebär en massvolym på cirka 3.500 m³ motsvarande cirka 6.000 ton. Som nämnts tidigare är sammansättningen av massorna blandad och det kan bl.a. finnas fritt kvicksilver i massorna som måste sugas upp med spruta (t.ex. typ vaccinspruta).

Uppgrävning inom område 2A kommer att ske under tält, se avsnittet om rivning av byggnader, och förväntas vid full utgrävning ge en reduktion av kvicksilvermängden i storleksordningen 5 ton. Reduktion av dioxinmängden bedöms till storleksordningen 15 gram.

Område 1 och mindre del av område 2B

Område 1 innehåller de högsta halterna av kvicksilver. Uppgrävning i detta område ger således störst effekt per ton jord som tas bort om man ser till minskningen av föroreningskällan i området. Område 1 ligger dessutom på udden längst ut mot kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen där föroreningarna bedöms ha störst risk att spridas.

Grundvattenytan i område 1 ligger cirka 2 meter under markytan. För att få bort större delen av föroreningen från område 1 behöver uppgrävningen ske till cirka 4 meters djup, vilket innebär cirka 2 meter under grundvattenytan (och under sjöytan).

Bortgrävning gör lämpligen först till cirka 2 meters djup, dvs över grundvattenytan, på en yta som är cirka 2.000 m². Detta innebär uppgrävning av 4.000 m³ massor motsvarande cirka 7.000 ton. Mängden kvicksilver som grävs upp är i storleksordningen 5 ton och dioxinmängden blir knappt 150 gram. Genom att gräva ned ytterligare 2 meter på djupet inom en yta av cirka 1.000 m² (mängd 2.000 m³), motsvarande cirka 3.500 ton, bedöms uppgrävd mängd kvicksilver till cirka 3 ton. Totalt skulle detta tillsammans med jorden över grundvattenytan och uppgrävningen inom område 2A samt rivningen av cellhallsbyggnaden innebära en borttagning av cirka 14 ton kvicksilver. Totala reduktionen skulle därmed bli drygt 85 %, dvs cirka 15 % (2 ton) av kvicksilvret skulle lämnas kvar i området.

Reduktionen av dioxin genom uppgrävningen under grundvattenytan bedöms stå i proportion till den ytterligare grävningen i område 1 och del av 2A (få analyser gjorda på detta djup). Detta innebär en reduktion på storleksordningen 50-100 gram, dvs tillsammans med massorna över grundvattenytan totalt 200-250 gram, vilket motsvarar 25-30 % av den beräknade totala dioxinmängden inom området.

Grävning från 2 meters djup till 4 meters djup innebär 2 meters grävning under grundvattenytan, vars nivå är lika med Bengtsbrohöljens yta i detta område. Uppmärksamhet måste därvid ägnas grundvattnet i schakten. Särskild bassäng kommer att ordnas för rening av vatten, se särskilt avsnitt om temporärt reningsverk.

Området 3A

Inom område 3A, som innehåller bilförsäljning och bilverkstad, avser Brandt Personbilar AB att expandera byggnaden, vilket innebär att en yta på 500-1.000 m² behöver grävas ur och förses med rena massor. Enligt undersökningarna innehåller denna yta främst dioxin och PAH.

Tillbyggnaden läggs med platta på mark och uppgrävningen bedöms behöva göras till cirka en meters djup och återfyllning ske med rena massor. Detta innebär ett omhändertagande av cirka 1.000 ton förorenade massor. Uppgrävda massor transporteras till tältet för sortering och eventuell tvättning.

Uppgrävning inom område 3A förväntas ge en reduktion av kvicksilvermängden med storleksordningen 50 kg och av dioxinmängden med 10 gram.

Uppgrävda massor från dräneringsdiken

Två dräneringsdiken föreslås, uppströms mot Strömgatan och i områdets nederände mot kraftverkskanalen och mot Bengtsbrohöljen. Tvärsektionen ska innehålla dränering och filtermaterial. Den mängd material som grävs bort för dräneringsdikena bedöms till i medel 4 m² per löpmeter. Totala dikeslängden är 900 meter, vilket innebär uppgrävning av 3.600 m³ motsvarande 6.000 ton. Uppgrävda massor transporteras till tältet för sortering och eventuell tvättning.

Uppgrävning för dräneringsdiken förväntas ge liten reduktion av kvicksilver och dioxin, eftersom en betydande del av grävningen sker i områden som har, relativt sett, låga halter. Med en medelhalt på kvicksilver på 50 mg/kg, blir totalreduktionen cirka 0,3 ton och med en medelhalt på dioxin på 200 ng/kg TS, blir mängden bortgrävt dioxin 1 gram.

Uppgrävda massor från kulvertering och nya ledningar

För att undvika risken med läckor från vatten- och avloppsledningar i området samt för att undvika så mycket av grävarbeten som möjligt i framtiden i området föreslås att nuvarande och framtida infrastruktur bestående av ledningar (vatten, avlopp, el, tele, fjärrvärme etc) läggs i särskilda betongkulvertar. Uppgrävning för kulvertarna görs och kulvertarna säkras med avrinning till Bengtsbrohöljen, för att förebygga skador om läckor skulle uppstå i någon ledning i kulvertarna.

Kulvertlängden bedöms totalt till 800 meter. Tvärsektionen som ska grävas bort bedöms bli i medel cirka 1,5 m² per löpmeter, vilket innebär 1.200 m³ jord motsvarande cirka 2.000 ton. Uppgrävda massor transporteras till tältet för sortering och eventuell tvättning.

Uppgrävningen för kulvertarna ger, relativt sett, små reduktioner av kvicksilver- och dioxinmängden. Viss uppgrävning sker i högkontaminerad jord medan annan grävning sker i lågkontaminerad jord. Om tre gånger så höga halter antas som vid uppgrävning för dräneringsdiken blir totala reduktionen i samma storleksordning, dvs 0,3 ton kvicksilver och 1 gram dioxin.

Uppgrävda massor från slitsmurar

Mängden överskottmaterial från slitsmuren vid kraftverksdammen är i storleksordningen 200 m³. Mängden från slitsmuren utmed kraftverkskanalen och Bengtsbrohöljen är i storleksordningen 2.000 m³ motsvarande cirka 3.000 ton. Uppgrävd jord transporteras till tältet för sortering och eventuell tvättning.

Jordmassorna vid kraftverksdammen bedöms inte vara kontaminerade. Grävning för slitsmuren utmed strandkanten sker däremot till viss del i högkontaminerat område. Om medelhalten kvicksilver antas till 200 mg/kg blir reduktionen 0,6 ton. Med dioxinhalten 200 ng/kg blir uppgrävd dioxinmängd mindre än 1 gram.

I tabell 2 har en sammanställning av reduktionen i källtermen redovisats som effekt av olika uppgrävningar.

Tabell 2. Reduktion av kvicksilver och dioxin i olika uppgrävningalternativ

Områden	Kvicksilver	Dioxin	Anmärkning
Område 2A* Golv + undergrund (ca 1.800 m ²)	5 ton	15 gram	Ca 6.000 ton golv- och jordmassor
Område 1 + del av 2B Över grundvattenytan (ca 2.000 m ²)	5 ton	150 gram	Ca 7.000 ton jordmassor
Område 1 Under grundvattenytan (ca 1.000 m ²)	3 ton	50-100 gram	Ca 3.500 ton jordmassor
Område 3 A	0,05 ton	10 gram	Ca 1.000 ton jordmassor
Dräneringsdiken	0,3 ton	1 gram	Ca 6.000 ton jordmassor
Kulverteringar	0,3 ton	1 gram	Ca 2.000 ton jordmassor
Slitsmurar	0,6 ton	1 gram	Ca 3.000 ton jordmassor

*Rivning av cellhallsbyggnaden innebär ytterligare ca 1 ton reduktion av kvicksilver

2.5 UPPTAGNING AV SEDIMENT

2.5.1 Allmänt

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

Entreprenadarbetena utmed strandlinjen innebär risk för uppgrumling av sedimenten. Vid fyllning i vattnet kommer sedimenten dessutom att tryckas undan och omlagras, varvid sediment med höga koncentrationer kan blottläggas. För att mer eller mindre eliminera grumling, undantryckning och omlagring föreslås att de strandnära sedimenten lyfts upp och deponeras eller förbränns. Bedömningen är att det är tillräckligt att ta upp sedimenten inom ett avstånd på cirka 6-8 meter räknat från släntfoten och ut i Bengtsbrohöljen.

2.5.2 Funktionsmål sedimentupptagning

Funktionsmålet med upptagning av sedimenten är att

1. Eliminera grumling, undantryckning och omlagring av sediment vid entreprenadarbetena i strandlinjen
2. Minska risken för grumling av sedimenten i framtida verksamheter i närheten av strandlinjen.

2.5.3 Kravspecifikation för sedimentupptagning

Upptagningen ska ske på sådant sätt att så liten grumling av sedimenten som möjligt sker. Även om grumlingen bedöms som liten med de metoder som föreslås nedan så ska dubbla geotextilskärmar monteras ute i vattnet. Skärmarna förses med sänke och flytkroppar och ska täcka från vattenytan till sjöbotten. Skärmarna ska innesluta hela arbetsytan.

Sedimenten läggs upp i tät damm och avvattnas. Mekanisk avvattningsanläggning kan dessutom behöva utföras i det fall sugmuddring eller grävning används.

2.5.4 Exempel på upptagning av sediment

Metoder som övervägs för att ta upp sedimenten är grävuddring, sugmuddring och frysning. Grävuddring övervägs på grund av att metoden är enkel, att mängden är förhållandevis liten och för att sedimenten ligger nära land. Sugmuddringen ger ringa grumling, men kräver större utrustning samt ger stor mängd vatten (3-4 gånger naturligt vatteninnehåll i sedimenten). Frysningen sker med elektroder som sticks ned i sedimenten till den nivå man vill frysa och de frysta sedimentsjoken lyfts upp med lyftkran. Kranen kan i detta fall placeras på land vid strandkanten. Torrsubstanshalten (TS) blir vid frysning lika med den halt som finns naturligt i sedimenten och en avvattning fås automatiskt vid upptagningen av sedimenten. På detta sätt kan avvattning undvikas i t.ex. centrifug eller silbandspress för att man ska nå rimlig TS-halt inför vidare hantering.

Flera entreprenörer finns när det gäller grävuddring och sugmuddring. En leverantör finns av frystekniken i Sverige som bygger på ett svenskt-norskt samarbete.

Vid sugmuddring behöver sedimenten sannolikt avvattnas i speciell anläggning (utöver bassängen beskriven nedan). Vilken avvattningsmetod som kommer att användas är ännu inte utprovad, men flera metoder finns.

Sedimenten läggs i en specialbyggd bassäng (preliminär plats område 3C), se figur 1, där de avvattnas. Det organiska innehållet i sedimenten innebär att deponeringsförordningens förbud mot deponering av organiskt avfall diskvalificerar sedimenten för deponering. Det alternativ som återstår är därför förbränning såvida inte mottagande anläggning medges avsteg från deponeringsförbudet.

Mängden sediment som minst bedöms behöva tas upp för att nå funktionsmål 1 är i storleksordningen 1.200 m³ (cirka 1300 ton våtvikt). TS-halten (medel) uppskattas till cirka 20%. TS-halten efter avvattning antas bli 30%, vilket ger cirka 800 ton sediment som ska destrueras. Vattenmängden som ska renas är vid frysmuddring cirka 500 m³. Om sugmuddring används blir vattenmängden som ska renas 3-4 gånger större.

2.6 BEHANDLING AV FÖRORENADE MASSOR, BYGGNADSMATERIAL OCH SEDIMENT

2.6.1 Allmänt

De föroreningar som förekommer på EKA-området och som ska beaktas vid en behandling är kvicksilver, dioxin, klorerade lösningsmedel (PCE), polyaromatiska kolväten (PAH) och tungmetaller (utöver kvicksilver).

Allt material som hanteras på EKA-området kommer att sorteras, se också avsnitten om rivning och sanering av byggnader samt uppgrävning. All sortering sker i det tält som etableras för rivning av cellhallsbyggnaden.

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. Detta innebär att allt brännbart och organiskt avfall måste destrueras. För EKA-området medför detta att brännbart som rivs i cellhallsbyggnaden måste brännas (inget material bedöms där som återvinnbart på grund av föroreningshalten). Likaså bedöms upptagna sediment behöva brännas på grund av organiskt innehåll och hög föroreningsgrad.

Ingen annan behandling än sortering och tvättning kommer att ske på EKA-området. Övrig behandling kommer att ske på godkänd anläggning på annan ort. Nedan redovisas dock samtliga alternativa behandlingsmetoder som bedöms som realistiska för EKA-områdets massor.

2.6.2 Funktionsmål behandling

Funktionsmålet med behandlingen är att:

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

2.6.3 Kravspecifikation för behandling

Kravet på behandlingen är att denna ska ge påvisbara positiva hälso- och miljöeffekter, vilka helst ska kunna kvantifieras. Behandlingsmetoden ska i sig inte medföra menliga miljöstörningar.

Med tanke på de allvarliga föroreningarna, närheten till Bengtsbrohöljen och Bengtsfors samhälle samt vetenskapen om att behandlingsmetoderna kräver avancerade anläggningar har beslut tagits om att behandling, förutom sortering och tvättning, ska ske externt vid annan miljöprövad och godkänd anläggning. Behandling på platsen (sortering och tvättning) ska ske under tak (i tält).

Vid anlitan av extern anläggning tas hänsyn till följande:

- anläggningen ska ha tillstånd att behandla aktuella jord-, sediment- eller byggmaterialmassor

- vid val mellan anläggningar för behandling ska den eller de anläggningar väljas som sammantaget ger mest fördelaktig behandling med avseende på den totala miljösituationen (transportarbete, utsläpp, reningsgrad, tillförlitlighet, restprodukt- och avfallshantering etc) och behandlingens kostnad.

2.6.4 Exempel på behandlingsmetoder

Utöver sortering har följande behandlingsmetoder undersökts:

1. tvättning (fysisk borttagning av föroreningarna)
2. kemisk extraktion
3. förbränning
4. termisk avdrivning
5. stabilisering
6. solidifiering

Det kan antas att förekomsten av kvicksilver innebär att få entreprenörer kommer att våga offera en reningsgrad utan att ha provat materialen på sin metod. Upphandlingen kommer därför troligtvis att delas upp i två steg där alla behandlingsmetoder kommer att föregås av laborietester/pilotstudier samt utvärderingar som utförs av potentiella entreprenörer som bjuds in att lämna anbud (helst flera per metod). Det är först efter dessa pilotförsök som omfattningen och fördelningen på olika behandlingsmetoder kan bedömas.

Tvättning

Etablering av en tvättningsanläggning planeras ske på platsen som en komplettering till sorteringen. Tvättning avses ske av främst de grövre fraktionerna (makadam, sten och block), där direkt synliga föroreningar och finjord som "häftat fast" på den grövre fraktionen tas bort. Tvättningsanläggningen placeras i tältet som lämnas kvar efter rivningen av cellhallsbyggnaden. Tvättningsmetoden ska vara sluten, dvs inget tvättvatten ska släppas ut kontinuerligt. Överskottsvatten som uppstår från anläggningen eller vatten som måste bytas till följd av t.ex. höga salthalter, samlas upp och behandlas i reningsanläggningen, se avsnitt 5.

Tvättningen kräver behandling eller deponering av restprodukt (koncentrat) som sänds till extern anläggning. Eventuell användning på området av renad restprodukt (t.ex. grus, sand eller block) från tvättningsanläggningen föreslås ske i samråd med tillsynsmyndighet.

Kemisk extraktion

Kemisk extraktion av kvicksilver och andra tungmetaller är föreslagen av ett svenskt bolag, som önskar genomföra pilotförsök på sin egen anläggning. Metoden ger en anrikning av kvicksilver (och andra metaller), vilket för med sig vissa frågor kring mellanlagringen och deponeringen, se avsnitt 2.7. Metoden ger också en restprodukt som antagligen måste deponeras på deponi för icke-farligt avfall.

Förbränning

Förbränning kommer att ske av brännbara fraktioner av främst rivet byggnadsmaterial och någon förbehandling, utom sortering, föreslås inte. På grund av föroreningsinnehållet måste större delen av förbränningen ske i godkänd anläggning för farligt avfall med innehåll av kvicksilver. Metoden ger en aska, vilken deponeras på deponi för farligt avfall.

Termisk avdrivning

Termisk avdrivning (med vissa kompletteringar) destruerar dioxin, PAH och PCE och anrikar kvicksilvret i resterna från processen. Beträffande anrikningen se kommentar ovan för kemisk extraktion. Metoden ger utöver anrikningsprodukten en restprodukt som antagligen kan deponeras på deponi för icke-farligt avfall. Deponeringsklassen beror dock på lakningen i restprodukten av andra tungmetaller (än kvicksilver) som inte förångats i processen.

Stabilisering

Stabilisering måste t.ex. tillgripas inför deponering av de byggnadsmaterial som inte klarar mottagningskriterierna för deponi för farligt avfall enligt EU-rådets beslut 2003/33/EG. Metoden kan också användas för att ge massorna sådana lakningsegenskaper att massorna kan läggas på deponi för icke-farligt avfall i stället för deponi för farligt avfall. Förhållandet gäller större delen av jordmassorna på EKA-området som med endast kvicksilverutlakningen som grund (utan stabilisering) måste hänvisas till deponi för farligt avfall.

Solidifiering

Solidifiering är ett alternativ till stabilisering. Massorna gjuts till hårda kroppar. Mottagningskriterier saknas dock idag för klassificering inför en deponering, men sådana kriterier är enligt Naturvårdsverket under utredning.

2.7 DEPONERING

2.7.1 Allmänt

Deponeringen av kvicksilverhaltiga massor har diskuterats under samråden och problematiken har beskrivits i underlaget för tidigt samråd. Som påpekats inledningsvis har ett ställningstagande gjorts att ingen deponering ska ske på platsen.

2.7.2 Funktionsmål 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.

2.7.3 Kravspecifikation deponering

Kraven på en deponi framgår av Deponeringsförordningen (Förordningen om deponering av avfall, SFS 2001:512). I förordningen föreskrivs bl.a. hur en deponi ska vara utformad samt hur kontrollen under drift samt efter avslutning ska ordnas. Vidare kommer EU-rådets beslut den 19 december 2002 gällande mottagningskriterier för mottagning av avfall vid avfallsdeponier att gälla fr.o.m. 16 juli 2005.

Vid anlåtande av extern deponeringsanläggning tas hänsyn till följande:

- anläggningen ska ha tillstånd att deponera aktuella jord-, sediment- eller byggmaterialmassor samt uppfylla deponeringsförordningens (SFS 2001:512) eller EU-direktiv (1999/31/EG) krav på deponering
- mottagningskriterierna för avfall för deponering enligt EU-direktivet ska tillämpas
- vid val mellan anläggningar för deponering ska den eller de anläggningar väljas som sammantaget ger mest fördelaktig deponering med avseende på den totala miljösituationen och deponeringskostnaden.

2.7.4 Alternativa platser för deponering

De alternativ som kommer att undersökas för deponering av massorna från EKA-området är:

1. deponering på miljöprövad och godkänd anläggning i Sverige
2. deponering på deponeringsanläggningen på Langöja i Norge
3. deponering i saltgruva i Tyskland
4. mellanlagring av avfall med höga kvicksilverhalter på miljöprövad och godkänd anläggning i Sverige inför ett framtida djupförvar i Sverige

Vid undersökning av alternativ 4, mellanlagring, antyder några anläggningar i Sverige att det är tveksamt om man ur kommersiell synpunkt kan ta på sig en mellanlagring inför slutförvar. Denna inställning kan medföra att de avfall som inte klarar mottagningskriterierna och som inte stabiliseras eller solidifieras måste deponeras i saltgruva i Tyskland. Även anrikat kvicksilver vid extraktion och termisk avdrivning behöver sändas till saltgruva i Tyskland.

Det är i Sverige idag endast SAKAB som har tillstånd att ta emot avfall med höga kvicksilverhalter för deponering. SAKAB har i dagarna fått nytt tillstånd, som medger deponering av kvicksilveravfall med halter upp till 3.000 mg/kg TS. Direktdeponering kan ske om halten är under 100 mg/kg TS. Halter mellan 100-1.000 mg/kg TS stabiliseras och halter mellan 1.000-3.000 mg/kg TS stabiliseras och solidifieras före deponering. Totalt får dock deponeringen inte överstiga 1 ton kvicksilver per år.

Möjligheter finns att exportera avfallet och att deponera detta utomlands, eventuellt med föregående behandling. Det råder för närvarande inget exportförbud för kvicksilverhaltigt avfall och sökanden begär tillstånd hos NV för endast hanteringen och transporten.

Deponeringen i saltgruvor i Tyskland kan ske utan annan förbehandling än sortering och emballering. Alternativet innebär att kvicksilvret i avfallet förs ur biosfären och in i geosfären, eftersom deponering i saltgruvorna inom EU betraktas som inneslutning. Saltgruvan ligger på några hundra meters djup och tar årligen emot cirka 200.000 ton farligt avfall för slutligt förvar, huvudsakligen från Tyskland men också från andra länder.

Ett annat bolag i Tyskland offererar behandling (pyrolys) och deponering i saltgruva till ett pris av cirka 3.000 kr/ton inkl. transport från Sverige till Tyskland. Begränsningen vid behandlingen är dock att kvicksilverhalten inte får vara högre än 1.500 mg/kg TS.

Utöver export till Tyskland är också export till Norge (Langöja i Oslofjorden) möjlig. Avfallet stabiliseras där och läggs i en deponi i ett kalkstensdagbrott. Langöja har tagit emot kvicksilverförorenade jord/sediment från kloralkaliindustrin i bl.a. Danmark (cirka 120.000 ton). Man har erhållit nytt tillstånd i dagarna som innebär att man har tillstånd att deponera 600.000 ton farligt avfall per år vid anläggningen. Inga begränsningar finns i tillståndet vad gäller kvicksilverhalten.

3 FÖRDJUPNING AV KRAFTVERKSKANALEN

Skyddsåtgärder och permanenta åtgärder mot kraftverkskanalen kan komma att inkräkta på tvärsktionens yta, se figur 6. Tillstånd begärs därför för att kompensera sådan minskning. I figur 9 visas kraftverkskanalens övre ände (vid kraftverket) samt kanalens nedre ände. Vattendjupet i kanalen är cirka 1,5 meter.

Storleken på sektionminskningen är beroende på den metod som väljs för permanent skydd mot kanalen men kan bedömas bli mindre än 5 m². Bredden på kanalen är ca 30 meter vilket innebär att något mindre än 0,2 meters jämnt fördelad fördjupning kan komma att behövas över kanalbredden. Längden på kanalen är cirka 75 m, vilket betyder bortgrävning av cirka 400 m³, dvs cirka 700 ton jordmaterial. Om grävning ska ske i kanalen planeras detta ske med grävsropa.



Figur 9. Kraftverkskanalen (övre bilden = övre delen, nedre bilden = nedre delen)

4 RENING AV VATTEN

4.1 UNDER BYGGSKEDET

Området kommer att bli praktiskt taget tätt mot Bengtsbrohöljen under byggskedet på grund av den spont som slås som skyddsåtgärd för entreprenadarbetena. Viss mängd vatten passerar genom moränen under sponten; mängden är dock liten och är beräknad till mindre än 1 % av det vatten som idag lämnar området och rinner ut i Bengtsbrohöljen. "Överskottsvatten" bildas således inom området under entreprenadtiden.

Infiltrerande vatten från nederbörd och grundvatten, nuvarande mängd beräknad till 21.000 m³ per år (efter åtgärder beräknad till mindre än 5.000 m³) däms således till större delen upp och ska tas om hand. Omhändertagandet sker genom pumpning i områdets nedströmssida (t.ex. i utrymmet mellan befintlig slänt och spont) på ett sådant sätt att nuvarande grundvattenyta behålls. Vattnet, som kan vara förorenat och partikelbemat från grävning både vid strandlinjen och uppe i området, pumpas till en bassäng. Bassängen tätas med geomembran och hägnas in med högt staket. Bassängen kan först användas för avvattning av sediment, därefter som uppsamlings-, utjämnings- och sedimentationsdamm för överskottsvattnet.

Om bassängstorleken väljs till cirka 2.000 m² med 1,5 meter höga vallar blir volymen 3.000 m³. Om det antas att allt vatten som idag lämnar området (21.000 m³) behöver tas om hand på ett år och bassängen med hänsyn till utjämningsmöjligheterna hålls halvfull blir uppehållstiden i bassängen i genomsnitt cirka 3 veckor.

Rening av vattnet planeras ske i särskild filteranläggning efter bassängen. Filteranläggningen kommer att bestå av partikelfilter, som är en viktig del (se redovisade resultat i MKB) samt också jonbytarfilter (selektivt för tungmetaller) och filter av aktiverat kol. Filterrening är idag en känd metod inom industrin. Hydrauliska kapaciteten på filtren varierar; relativt små standardmoduler kan fås med kapaciteten 10 m³ per timme (250 m³ per dygn).

För att inget vatten ska kunna släppas ut i Bengtsbrohöljen utan kontroll föreslås ytterligare en bassäng efter reningen, där provtagning och analys av vattnet görs innan vattnet släpps till Bengtsbrohöljen (förslag till haltvillkor på utsläppt vatten lämnas i ansökan). Analyssvar kan fås inom 2-3 dagar, varför provtagningsbassängen bör dimensioneras så att provtagning och urpumpning kan ske med ett tidsintervall på minst en gång per vecka. I de fall kriterierna inte underskrids vid analysen pumpas vattnet tillbaka till utjämnings- och sedimentationsbassängen och vattnet genomgår ny rening.

Slutlig dimensionering av vattenreningskapaciteten fastställs i samband med entreprenadarbetena.

4.2 EFTER BYGGSKEDET

Allt överskottsvatten som uppstår i EKA-området kommer att passera filtermaterial innan vattnet når Bengtsbrohöljen, se barriär nr 6, 7 och 9. Beträffande reningsgrad se MKB:n.

5 NY BRYGGA

Den brygga ("Ångbåtsbryggan", cirka 3 meter bred och cirka 40 meter lång) som idag finns i anslutning till område 3C kommer att rivas. Ny konstruktion för angöring av båt för turisttrafik kommer att utföras. Den nya konstruktionen kommer att läggas utmed strandlinjen eller vinkelrätt ut från strandlinjen. Konstruktionen kommer att få en utsträckning som är mindre till omfattningen än dagens. Konstruktionen utförs lämpligen på pålar som vibreras ned i moränen i sjöbottnen. Bedömningen är att cirka 10 pålar kommer att behövas för den nya bryggan.

I figur 10 är den nuvarande bryggan fotograferad inklusive området i anslutning till bryggan.



Figur 10. Bild ångbåtsbryggan (i förgrunden). I bakgrunden område 3C samt 3B (bussgarage med bensinstation).

6 SKYDDSÅTGÄRDER OCH FÖRSIKTIGHETSMÅTT

6.1 ALLMÄNT

I föregående avsnitt har skyddsåtgärder och försiktighetsmått beskrivits. Sammantaget gäller följande åtgärder för att långsiktigt säkra EKA-området avseende exponering och spridning av kvarvarande föroreningar:

- minskning av källtermen genom bortskaffning av förorenad jord och förorenade byggnader
- uppfyllning med rena massor
- minskning av vattenomsättningen i området
- skydd för påverkan (erosion, påkörning mm) utmed hela strandlinjen
- kulvertering av ledningar och installationer i ”rena korridorer” i området
- skydd mot eventuella konsekvenser av olyckor med farlig vätska på Strömgatan
- filtrering av det grundvatten som i framtiden lämnar området

Vidare gäller sammantaget följande skyddsinstallationer för att säkra arbetena under byggskedet inom EKA-området:

- tält kring cellhallsbyggnaden med undertryck och filtrering av utgående luft
- vid behov åtgärd för att förhindra spridning av klorerade alifater till luft, exempelvis genom tält över schakt
- geotextilskärmar vid vattenarbeten utmed strandlinjen
- inspöntning av området mot kraftverkskanalen och övriga strandlinjen
- uppsamling och rening av vatten från området under entreprenadarbetena.

Utöver de fasta skyddsinstallationerna kommer skyddsrutiner att upprättas, t.ex. för dammbekämpning vid torr väderlek. Vidare kommer bl.a. avgränsningar att göras av ”smutsiga” och ”rena” ytor med trafikavvisning för arbetsfordon och maskiner.

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.
- Spöntning 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 vägdikey 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.

6.2 KONTROLL

6.2.1 Under byggskedet

Beställarens (kommunens) miljöplan kommer att upprättas i upphandlingsunderlaget för varje entreprenad där en kravspecifikation ställs upp rörande respektive entreprenörs miljösäkring av sina arbeten. Utgångspunkten är att signifikanta miljöaspekter, dvs sådana aktiviteter i entreprenaden som kan medföra en betydande miljöpåverkan, ska utgöra underlag för kontrollpunkter och kontrollparametrar. Sådana aspekter kommer således att identifieras, vilka bildar underlag för respektive entreprenörs kontrollplan.

Kommunen kommer under byggskedet att bedriva kontroll för att säkra efterlevnaden hos entreprenörerna men också för att bedriva egenkontroll i enlighet med egenkontrollförordningen. Den senare kommer under byggskedet i huvudsak att omfatta buller samt utsläpp till luft och utsläpp till vatten. Vibrationer bedöms inte uppkomma i sådan grad att dessa bedöms som kritiska. Nödvändiga kontroller kommer dock att utföras på närbelägna utsatta byggnader.

För utsläpp till vatten innebär inspottningen av området mot Bengtsbrohöljen samt uppsamlingen och reningen av överskottsvatten god kontroll samt goda möjligheter till korrigerande åtgärder om kriterierna överskrids. Vidare kommer dubbla geotextilskärmar att avgränsa vattenarbetena, där kontroll- och styrparametern är partikelhalten i vattnet innanför skärmarna. Förslag till villkor ges i ansökan för utsläpp till vatten.

Utsläpp till luft gäller i huvudsak damm, lukt och möjligen klorerade alifater. Övervägande delen av dammande aktiviteter kommer att utföras inne i det tält som etableras kring cellhallsbyggnaden. Styrning kommer här att ske av ventilationen så att ett ständigt undertryck finns i tältet och att frånluften leds via filter till omgivningen. Kriterium för att skyddsåtgärden fungerar är ständigt undertryck i tältet samt funktionssäkring via frekventa kontroller av filter. Beträffande lukt kan grävarbeten i PCE-förorenade områden samt upptagning av sediment medföra tillfällig störande lukt. Villkor för utsläpp till luft föreslås i ansökan.

Utöver ovanstående kontroller genomför kommunen omfattande och övergripande miljökontroll för att utvärdera projektet i sin helhet. Stora delar av denna miljökontroll pågår före, under och efter entreprenadarbetena. Kontrollaktiviteter som har bäring på byggskedet är bl.a. nedfalls-
mätning i särskilt upprättade stationer runt området, sedimentfällor i Bengtsbrohöljen samt grundvattenmätningar (nivå och halter) i området.

6.2.2 Efter byggskedet

Den övergripande miljökontrollen, som ska ligga till grund för utvärdering av projektet i sin helhet, omfattar en mängd provtagningsställen och parametrar. Kontrollen görs i syfte att utvärdera både åtgärdernas effekter samt åtgärdernas konsekvenser. Effekterna kan utgöras av ändrade grundvattennivåer, ändrade halter i grund- och sjövattnet, nedfall av partiklar etc. Konsekvenserna utgöras av bedömningar av hälsoeffekter, främst genom undersökningar av vattenkvalitet och analys av fisk (abborre) i Bengtsbrohöljen.

Linköping dag som ovan



Bo Carlsson
Envipro Miljöteknik AB