

Tolust ETT AB och Munksjö Sweden AB

SÖDRA MUNKSJÖOMRÅDET

Åtgärdsutredning med kostnadsbedömning



Byggnad 134, vy från sydost.

Göteborg 2009-05-14
Sweco Environment AB
Miljöteknik, Göteborg och Vatten & Miljö, Jönköping

Marie Börnell

Lars Grahn

Louise Johansson
Uppdragsnummer 1300120000

Staffan Kaltin

SWECO
Gullbergs Strandgata 3
Box 2203, 403 14 Göteborg
Telefon 031-62 75 00
Telefax 031-62 77 22

p:\1353\1300120_södra_munksjöområdet\000\19
original\åtgärdsutredning\090514_åtgärdsutredning.doc

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Målsättning, syfte och omfattning	1
1.3	Organisation	2
1.4	Avgränsningar	2
2	Genomförande	4
2.1	Allmänt om åtgärdsutredningar och exploateringsprojekt	4
2.2	Åtgärdsutredning för södra Munksjöområdet	5
3	Allmänna förutsättningar	6
4	Metoder vilka kan uppfylla övergripande åtgärds mål	7
4.1	Inledning	7
4.2	Behandling in situ	8
4.3	Övertäckning/inkapsling	8
4.4	Filter/reaktiv barriär	9
4.5	Uppgrävning med behandling on site	9
4.6	Uppgrävning med behandling off site	10
4.7	Uppgrävning och deponering av massor	10
4.8	Administrativa åtgärder	10
4.9	Övrigt	10
5	Föreslagna åtgärdsalternativ	11
5.1	Inledning	11
5.2	Nollalternativet	13
5.3	Delområde A	14
5.4	Delområde B	16
5.5	Delområde C	19
5.6	Delområde D	20
5.7	Delområde E	21
5.8	Delområde F	22
5.9	Generella konsekvenser	23
6	Kostnadsbedömning	25
6.1	Inledning	25
6.2	Osäkerhet i bedömningarna	26
6.3	Metodik	27
6.4	Förutsättningar för beräkningar	29
6.5	Beräkningar	31
6.6	Efterbehandling inför exploatering	32
6.7	Merkostnader i samband med byggnation	34
7	Resultat kostnadsberäkningar	37
7.1	Allmänt	37
7.2	Nollalternativet	37

7.3	Efterbehandling inför exploatering	37
7.4	Merkostnader i samband med exploatering	38
7.5	Byggnader	40
7.6	Asfalt	40
7.7	Övrigt	41
8	Omgivningspåverkan	42
8.1	Inledning	42
8.2	Emission av PAH från fordon	43
9	Förslag till riskvärdering samt rekommenderat huvudalternativ	45
9.1	Inledning	45
9.2	Delområde A, värdering och rekommendation	46
9.3	Delområde B, värdering och rekommendation	47
9.4	Delområde C, värdering och rekommendation	48
9.5	Delområde D, värdering och rekommendation	48
9.6	Delområde E, värdering och rekommendation	48
9.7	Delområde F, värdering och rekommendation	49
9.8	Rekommenderat huvudalternativ	49
10	Tillämpning av mätbara åtgärds mål	51
11	Slutsatser och rekommendationer	52
12	Fortsatta utredningar	54
12.1	Allmänt	54
12.2	Efterbehandling av punktkällor	55
12.3	Efterbehandling av övriga markområden	56

- Bilagor:**
1. Situationsplan med delområdesindelning (1300120-2)
 2. Miljöinventering av byggnader (Sweco, 2008-06-02)
 3. Underlag kostnadsberäkning

1 Inledning

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Tolust ETT AB och Munksjö Sweden AB har SWECO utfört flera miljöutredningar inom fastigheten "Lappen 5", d v s södra Munksjöområdet, Jönköping.

Föreliggande dokument omfattar en åtgärdsutredning med kostnadsbedömning. I dokumentet görs emellanåt hänvisningar till underlagsmaterialet vilket redovisats i andra dokument, dessa utgörs av:

Lägg in nya datum för fältrapport och riskbedömning!

- "Södra Munksjöområdet. Miljöhistorisk inventering avseende verksamhetslokaler och fastighet på Munksjö Paper AB:s verksamhetsområde söder om Bygatan" SWECO VIAK 2008-01-25, unr 12033190.000
- "Södra Munksjöområdet, Lappen 5. Översiktliga miljötekniska markundersökningar – fältrapport" SWECO 2009-05-14, unr 1300120.000
- "Södra Munksjöområdet, Lappen 5, Jönköping. Fördjupad riskbedömning" SWECO 2009-05-14, unr 1300120.000

Denna rapport innehåller revideringar och kompletteringar av den åtgärdsutredning som är daterad 2008-06-02.

1.2 Målsättning, syfte och omfattning

Målsättningen med utredningarna enligt ovan är att förutom att undersöka områdets föroreningsstatus och bedöma risker för människor och miljö att låta presentera en prognos (+/-20 %) för kommande saneringskostnader inom södra Munksjöområdet.

Syftet med föreliggande rapport är att efter en preliminär riskvärdering rekommendera vilken åtgärd som bör genomföras inom respektive delområde. Denna rekommendation kan utgöra beslutsunderlag för kommande planering och exploatering av området.

Åtgärdsutredningen och kostnadsbedömningen kommer att utgöra underlag för projektering och upphandling av kommande efterbe-

handlingsarbete inför bostadsexploatering i området. Uppdragets hela omfattning framgår av beställningsskrivelse daterad 2008-01-08. Denna åtgärdsutredning och kostnadsbedömning utgör del av ett större uppdrag som beskrivs i beställningsskrivelsen.

Åtgärdsutredningen och kostnadsbedömningen har genomförts i samråd med tillsynsmyndigheten.

Observera! Planerade utredningar och åtgärder som beskrivs i föreliggande utredning utförs under förutsättning att detaljplanen för området ändras samt att Tolust ETT AB väljer att gå vidare med planerna att exploatera området.

1.3 Organisation

Följande organisation har genomfört uppdraget:

Person	Ansvar
Lars Grahn	Uppdragsledning samt övergripande kvalitetsansvar
Louise Johansson	Uppdragsledning kompletteringar samt handläggare åtgärdsutredning
Marie Börnell	Ansvarig handläggare åtgärdsutredning och kostnadsbedömning
Staffan Kaltin	Handläggare kostnadsbedömning
Håkan Wennerberg	Handläggare åtgärdsutredning samt kostnadsbedömning
Thomas Holm	Kvalitetsgranskning åtgärdsutredning

1.4 Avgränsningar

SWECO har i denna rapport utfört en *åtgärdsutredning och kostnadsbedömning*, varvid andra frågeställningar såsom exempelvis legala, finansiella och affärsmässiga frågor inte beaktats.

Resultatet av *åtgärdsutredningen och kostnadsbedömningen*, såsom det presenterats i denna rapport, baserar sig på den fackkunskap och expertis som finns inom SWECO koncernen med hänsyn till teknisk kunskap och de svenska tekniska föreskrifter och normer som gäller per 2008-05-26. Eventuella förändringar i dessa kan resultera i att de

rekommendationer/kostnadsuppskattningar som presenterats i denna rapport kan bli otillräckliga och ofullständiga.

SWECO har förlitat sig på att såväl muntlig som skriftlig information som tillhandahållits varit i allt väsentligt fullständig. SWECO har inte haft möjlighet att verifiera att lämnade uppgifter är fullständiga och korrekta. Vissa kontroller, mätningar och visuella uppskattningar har genomförts av utvalda representativa delar i uppdraget.

Åtgärdsutredningen och kostnadsbedömningen har till viss del begränsats i både omfattning och djup med hänsyn till den *begränsade tid och budget* som stått till SWECOs förfogande.

Denna rapport och dess innehåll är avsedd för Tolust ETT AB och Munksjö Sweden AB och får inte användas på annat sätt eller visas för tredje man utan SWECOs skriftliga godkännande.

De metoder och rekommendationer som SWECO presenterar i denna rapport skall inte anses vara fullständiga. Ytterligare, alternativa, metoder eller rekommendationer och därmed kostnadsuppskattningar och beräkningar kan inte uteslutas i tillägg till de som SWECO redogör för i denna rapport.

De slutsatser, rekommendationer, kostnadsuppskattningar och kalkylberäkningar som SWECO redogör för i denna rapport relaterar till *områdets* status vid den tidpunkt som SWECO utredning genomförts. SWECO ansvarar inte för eventuella förändringar i egendomen efter denna tidpunkt vilka kan påverka de slutsatser, rekommendationer, kostnadsuppskattningar som framförs i denna rapport.

Myndigheterna kan komma att ställa krav på utformningen av området, villkor i detaljplanen, samt efterbehandlingen av området vilket kan medföra att vissa av de antaganden som gjorts i denna utredning inte överensstämmer med myndigheternas krav. Detta kan då komma att påverka exempelvis kostnadsbedömningen.

2 Genomförande

2.1 Allmänt om åtgärdsutredningar och exploateringsprojekt

Syftet med en åtgärdsutredning är att utifrån förorenings-situation, riskbedömning och markanvändning utreda och föreslå lämpliga åtgärder så att åtgärds-målen uppnås. Vanligen utförs åtgärds-utredningar i samband med huvudstudier, d v s inför efterbehandling av förorenade områden med statliga medel.

Åtgärdsutredningar genomförs även i samband med exploaterings-projekt inom förorenade områden, i detta fall södra Munksjöområdet. Förutsättningarna för en åtgärdsutredning i det senare fallet, liksom genomförandet, kan dock skilja sig avsevärt åt jämfört med det förra.

Efterbehandlingar med statliga medel är vanligen i hög grad inriktade på att skydda känslig och skyddsvärd miljö, t ex en ytvattenrecipient eller ett grundvattenmagasin, i vissa fall även människors hälsa inom mindre känsliga områden, eller t ex rörligt friluftsliv. Beroende på risk-värderingens utfall kan mycket stora resurser satsas på att främst reducera risker enligt ovan och långsiktigt förbättra skyddet för miljön och människors hälsa.

Vid exploateringsprojekt inom förorenade områden är det så gott som alltid äldre industriområden i storstäder som ska bebyggas med bostäder eller kontor. Detta ställer vanligen höga krav, främst vad gäller riskreduktion för de människor som i framtiden ska vistas på platsen, eftersom markanvändningen vanligen förändras. De möjliga åtgärdsalternativen kan vara av liknande karaktär som de som nyttjas vid efterbehandling med statliga medel, även om vissa typer av åtgärder, där t ex möjligheten att kontrollera och säkerställa behandlingsresultat inte är aktuella. Skillnad i tidsplaner mellan statligt finansierade efterbehandlingsprojekt och exploateringsprojekt medför också att man i det sistnämnda fallet redan från början måste fokusera på ett begränsat antal åtgärdsalternativ.

En väsentlig skillnad föreligger däremot när det gäller rimlighetsbedömningen vid en sammanvägning av föreslagna åtgärder och deras konsekvenser, inklusive åtgärds-kostnader. Vid ett exploateringsprojekt måste kostnaderna för efterbehandlingsåtgärderna kunna bäras av själva exploateringen, i annat fall utförs inga åtgärder (förutom akuta skyddsåtgärder, om sådana behövs). I sistnämnda fall (inga åtgärder genomförs) kan det även innebära att en eventuell

påverkan på omgivande miljö fortgår, vilken hade motverkats vid en exploatering. Det ovan nämnda får dock inte under några omständigheter ge avkall på att risken för människors hälsa efter genomförda åtgärder måste vara acceptabel.

Om den tidigare verksamhetsutövaren inom området finns kvar, kan tillsynsmyndigheten komma att rikta krav på efterbehandling gentemot densamme. De åtgärder som en verksamhetsutövare i ett sådant fall kan krävas att vidta motsvarar vanligtvis en efterbehandling så att kraven för mindre känslig markanvändning (MKM) uppnås. Om en exploatering för bostadsändamål skall genomföras kommer således en mer långtgående efterbehandling att ske på bekostnad av exploatören.

Sammanfattningsvis genomförs och hanteras en åtgärdsutredning delvis annorlunda vid ett exploateringsprojekt, än vid efterbehandling av förorenade områden med statliga bidrag.

2.2 Åtgärdsutredning för södra Munksjöområdet

Inledningsvis diskuteras möjliga efterbehandlingsmetoder. De metoder vilka bedöms vara lämpliga för området, studeras mer ingående. För dessa redovisas förutsättningar för genomförande, bedömd riskreduktion samt efterbehandlingskostnader m m.

Åtgärdsutredningen baseras på de övergripande och mätbara åtgärdsområden vilka har presenterats i den fördjupade riskbedömningen.

Då det inom området identifierats flera delområden beskrivs möjliga efterbehandlingsåtgärder för respektive delområde. De delområden som redovisas i denna åtgärdsutredning skiljer sig till viss del från de delområden som identifierades i riskbedömningen. Denna förändrade indelning har bl a genomförts för att underlätta kostnadsbedömningen.

I föreliggande rapport redovisas möjliga åtgärdsalternativ, och kostnader förknippade med dessa, för respektive delområde. Rekommenderad åtgärd per delområde redovisas.

Den slutliga riskvärderingen och val av slutlig åtgärd genomförs av Munksjö Sweden AB och Tolust ETT AB tillsammans med Länsstyrelsen. Målsättningen är att Länsstyrelsen skall godkänna de föreslagna efterbehandlingsåtgärderna inom området.

3 Allmänna förutsättningar

Under lång tid (ca 150 år) har industriell verksamhet bedrivits inom undersökningsområdet vilket medfört att det i viss mån finns begränsad och osäker information om t ex vilken verksamhet som bedrivits på vilken plats inom området, i vilken omfattning kemikalier har hanterats samt hur avfall och restprodukter har hanterats.

Inom området planeras flerbostadshus av "stadskaraktär" att uppföras. Planarbetet har ännu inte påbörjats. Det är i detta skede osäkert hur bebyggelsen kommer att utformas, varför som en extra försiktighetsåtgärd exponeringsvägen "intag av växter" inte har uteslutits trots att det bedöms som mindre sannolikt att detta kommer att möjliggöras.

Det underlag som lämnas i denna utredning, och i övriga dokument som tidigare tagits fram inom ramen för uppdraget, kan inte direkt användas som underlag för en entreprenadupphandling. Materialet kan däremot användas som underlag för den projektering som måste ske inför kommande markentreprenad.

Det relativt stora området (ca 100 000 m²) har undersökts i totalt 103 provpunkter genom provtagning av jord, grundvatten och asfalt. Detta medför att varje provpunkt kan sägas representera förorenings-situationen inom ca 1 000 m². Bedömd mängd och utbredning av förorenade massor har baserats på områdets tidigare verksamhet, iakttagelser vid fältundersökningarna, analysresultat samt erfarenhet från andra miljötekniska markundersökningar och efterbehandlings-av äldre industriområden.

Provpunkternas läge inom området har fått anpassas efter befintliga byggnaders lägen (provtagningar har i enstaka fall kunnat genomföras under byggnaderna) samt ledningar och installationer under och ovan jord.

Det bör dock observeras att det är stickprover som tagits ut från området vilket innebär att massor av annan karaktär och med ett annat föroreningsinnehåll än nu påvisats kan återfinnas i samband med att byggnader och installationer har avlägsnats och schaktarbeten genomförs.

Såväl genomförd fältundersökning, riskbedömning och denna åtgärdsutredning har främst grundat sig på den lagstiftning och de

rikt-, gräns- och jämförvärden som finns tillämpliga våren 2008¹. Naturvårdsverket publicerade 2008-10-24 nya generella riktvärden för förorenad mark, vilket har föranlett att nya beräkningar av platsspecifika riktvärden för den dominerande föroreningen PAH har genomförts.

Föreslagna åtgärdsalternativ och behandlingsmetoder baseras på den kunskap och de erfarenheter som är tillgängliga våren 2008. Alternativa metoder kan finnas tillgängliga då efterbehandling skall genomföras vilket innebär att mer kostnadseffektiva åtgärder skulle kunna bli aktuella att använda.

Grundvattenytan står i allmänhet knappt 1 m under markytan, lokalt kan avståndet vara mindre eller större. Vid schakt djupare än cirka 1 m under markytan krävs grundvattensänkning med wellpoint alternativt i kombination med spontning så att schakt kan ske i torra massor.

Om grundvattensänkning sker i området, gäller även temporära lösningar, bör en riskanalys på närliggande objekt inom 100 m avstånd utföras i enlighet med den geoteknisk utredning som utförts.

4 Metoder vilka kan uppfylla övergripande åtgärds mål

4.1 Inledning

Området kommer att detaljplanläggas för nya bostäder. Baserat på områdets föroreningsituation, framtida markanvändning samt övergripande och mätbara åtgärds mål bedöms ett antal metoder inledningsvis vara aktuella att diskutera. Tänkbara åtgärdsalternativ kan också omfatta en kombination av metoderna.

Efterbehandlingsåtgärder som kan medföra ökad risk för spridning eller exponering av förorening och där risken inte bedöms som obetydlig är den anmälningspliktiga verksamhet enligt 28 § i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899).

Åtgärder kan även kräva tillstånd enligt 9 kapitlet i miljöbalken, om åtgärden omfattar vattenverksamhet eller behandling (typ krossning,

¹ Ex NV Rapport 4638, 4639, 4889, 4918 m fl

³ NV Rapport 4638 och 4889

avvattning, sortering, jordtvätt, kompostering etc) som kan medföra risk för olägenheter av väsentlig betydelse för människors hälsa eller miljön. Många gånger kan viss behandling enligt ovan, exempelvis sortering, rymmas inom ramen för anmälan om efterbehandling enligt 28 §.

En anmälan bör vara tillsynsmyndigheten tillhanda cirka 6 veckor innan planerad arbetsstart, ett tillstånd kan ta betydligt längre tid att erhålla och ansökan bör därmed lämnas in minst 6 månader innan planerad arbetsstart.

Nedan anges några olika typer av behandlingar. Med "in situ" menas behandling på plats och med "ex situ" menas att massorna grävs upp och behandlas på annan plats. Med "on site" menas behandling på plats (efter det att massorna grävts upp).

4.2 Behandling in situ

Metoden skulle kunna innebära en stimulering av den mikrobiologiska nedbrytningen av organiska föroreningar, framförallt petroleumkolväten. Syftet är att minska källtermen och därmed risken för spridning. In situ behandling fungerar främst då flyktiga till halvflyktiga ämnen dominerar föroreningsbilden. Metoden påverkar inte metallhalterna. Om föroreningarna återfinns över eller under grundvattenytan påverkas möjligheten att uppnå ett fullgott resultat. Resultatet är osäkert att bedöma i förväg och svårt att kontrollera. Behandlingen bedöms vara mycket tidskrävande.

4.3 Övertäckning/inkapsling

Övertäckning innebär att förorenade massor täcks med godkända massor. Syftet kan vara att minska risken för exponering av förorenade massor för människor, samt för att minska spridningen till grund- och ytvatten genom att reducera genomströmningen av vatten. Metoden åtgärdar inte själva föroreningskällan, utan förändrar exponerings- och spridningsriskerna. Täckning kan innebära att markytan höjs, alternativt kan urschaktning ske till ett begränsat djup och därefter sker täckning upp till vald nivå. Inkapsling innebär att förorenade massor schaktas upp och placeras på ett tätskikt för att därefter inneslutas på ett sådant sätt att vatten hindras att tränga in.

4.4 Filter/reaktiv barriär

Filter används främst vid grundvattenföroreningar i syfte att omhänderta/motverka spridning av föroreningar via grundvattnet. Ett filter byggs upp av en sorbent vari vattenlösta föroreningsämnen fångas upp. Filteranläggningar som avskiljer metallhaltiga föroreningar från ett vatten benämns sorptionsfilter.

Reaktiv barriär/zon utgörs av ett filter som anläggs i grundvattenzonen nedströms en föroreningsplym. Barriären kan t ex utgöras av kassetter med aktivt kol och används då för organiska föroreningar.

Filtertechniken är i första hand tillämpligt för föroreningsämnen med en relativt hög sorptionsbenägenhet, ex metaller, PAH, dioxin och PCB. För föroreningar med hög densitet (t ex tjära) i kombination med genomsläppliga jordlager bedöms barriärer vara mindre lämpliga eftersom dessa föroreningar kan spridas vertikalt och "under" barriären. Filtertechniken lämpar sig således bäst i jordlager som gränsar mot tätare skikt, t ex lera eller berg i djupled.

Vid avvattning av ett markområde som efterbehandlas kan ett filter anläggas i syfte att fånga upp och behandla utgående vatten från området, under förutsättning av vattenflödet från området kan koncentreras till någon enstaka utsläppspunkt.

Laboratorieförsök och pilotförsök kan krävas för att fastställa vald metods funktion. Om en permanent lösning väljs kommer den att kräva underhåll, igensättning av filtermaterial kan ske efter 5-10 år.

4.5 Uppgrävning med behandling on site

Metoden innebär att massorna grävs upp och därefter behandlas på platsen. Möjliga behandlingsmetoder kan omfatta termisk/biologisk behandling eventuellt i kombination med jordtvätt. Syftet är att minska källtermen och därmed risken för exponering och spridning. Områdets placering och storlek kan påverka om denna typ av efterbehandling är möjlig. Vid uppgrävning av massor belägna under grundvattenytan måste dränvatten hanteras och massor avvattnas. Detta ställer sannolikt krav på vattenbehandling före eventuellt utsläpp. Behandling kan ta avsevärd tid om omfattande volymer måste hanteras.

4.6 Uppgrävning med behandling off site

Metoden innebär i stort sett samma förfarande och har samma syfte som behandling on site, förutom att massorna fraktas till annan plats för efterbehandling. Uppgrävning av förorenade massor belägna under grundvattenytan innebär att dräneringsvatten måste hanteras och massor måste avvattnas. Detta ställer stora krav på behandling av dräneringsvatten före eventuellt utsläpp, och kan också medföra krav på "täta" transporter från området av massor. Uttransport av massor kan innebära mycket omfattande schakt- och transportarbete inom området samt till aktuell behandlingsanläggning. Samtidigt tillkommer ett stort transportarbete, genom att massor utifrån skall användas för återfyllnad. Återfyllnad med stora volymer massor utifrån bedöms sannolikt innebära nyttjande av naturresurser.

4.7 Uppgrävning och deponering av massor

Metoden innebär i stort sett samma förfarande och har samma syfte som uppgrävning och behandling off site, förutom att massorna fraktas till annan plats för (enbart) deponering. Även förutsättningar och konsekvenser vad gäller hantering av dränvatten, transportarbete m m blir liknande. Enligt de krav som finns i deponiförordningen bör inte behandlingsbara massor deponeras utan föregående behandling på relevant sätt, varför denna metod egentligen är en variant av den närmast föregående.

4.8 Administrativa åtgärder

Ett område kan förses med restriktioner avseende markanvändningen.

4.9 Övrigt

Massorna innehåller ställvis inslag av ex skrot. Utsortering av sådant material kan vara nödvändig innan behandling, beroende på val av åtgärdsalternativ. Krav på sortering kan exempelvis ställas av mottagare av förorenade massor.

Sållning av jordmaterial görs ibland i saneringssammanhang. Föroreningar är ofta bundna till jordens finpartiklar. De grövsta fraktionerna, som block och sten, har sällan några föroreningar bundna till sig.

Sortering av massorna bedöms vara kostnadseffektivt. Mest effektivt bör en sortering på plats vara, men det kan även vara lönsamt att låta en mottagare genomföra sortering och behandling off site.

För att minska mängden massor som ska transporteras bort till en extern mottagare bör om möjligt även tegel och betong sorteras ut om dessa fraktioner bedöms vara opåverkade av föroreningar.

5 Föreslagna åtgärdsalternativ

5.1 Inledning

Nedan presenteras de åtgärdsalternativ som bedömts vara lämpliga att vidare utveckla för södra Munksjöområdet. En sammanfattning av åtgärdsalternativen, deras positiva och negativa konsekvenser, inklusive kostnader, återfinns i **kapitel 9** till detta dokument.

Vanligtvis är efterbehandling av förorenad mark ett anmälningsskyldigt ärende enligt 28 § förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (SFS 1998:899). Under vissa omständigheter kan dock tillsynsmyndigheten kräva att en tillståndsansökan skall lämnas in, exempelvis om man bedömer att det föreligger en risk för påverkan på människa eller miljö samt att denna risk inte är ringa.

Det bör observeras att några av de möjliga behandlingsalternativ som redovisas under kapitel 4 ej bedömts vara tillämpliga för södra Munksjöområdet och därför ej diskuteras vidare, dessa är:

Behandling in situ bedöms vara orealistiskt beroende på aktuell föroreningsbelastning, tillgänglig metodik och krav på kontrollmöjligheter och resultat. Framförallt behandlingsmöjligheter för PAH är osäker. Bedöms även vara olämplig p g a tidplan för bostadsexploateringen.

Behandling on site bedöms vara svårt p g a ovan nämnda tidplan. Viss behandling, exempelvis sållning och sortering, kan dock komma att genomföras. Biologisk behandling, kompostering, fungerar bra på petroleumkolväten men sämre på PAH. PAH (polycykliska aromatiska kolväten) är ringformade kolvätestrukturer. Det är främst PAH som innehåller 2-3 ringformade strukturer som kan brytas ned. De större PAH-erna (med fler än 2-3 ringar), däribland cancerogena PAH, är betydligt svårare att bryta ned. Försök att kompostera PAH-förorenade massor genomfördes ex inom ramen för efterbehandlingsförsök

på Kv Lyftkranen i Stockholm. Resthalterna av PAH i materialet var fortfarande höga efter utförd biologisk behandling.

Inkapsling av massor bedöms inte heller vara ett realistiskt alternativ då det först kräver urschaktning för att därefter genomföra inkapslingen. Det bedöms inte heller finnas utrymme inom området för att kapsla in dessa massor då bostäder ska uppföras.

Filter eller barriär syftar till att reducera spridningen av föroreningar med grundvattnet och i detta fallet till en recipient. För att tekniken ska vara användbar måste föroreningarna ha hög benägenhet att absorberas till filtermaterialet, inte ha så hög densitet att de kan förflytta sig vertikalt under barriären och dessutom måste jordlagren vara avgränsade i djupled, företrädesvis mot tätare skikt, t ex lera eller berg. Inom södra Munksjöområdet förekommer t ex tjärliknande ämnen i grundvattnet och dessa kan spridas vertikalt. Sandlagren i centrala Jönköping som underlagrar utfyllnaden är omkring 40 meter djupa. Att konstruera en barriär för eventuellt kvarvarande halter i grundvattnet bedöms inte som ekonomiskt rimligt eller stå i proportion till den troligt begränsade effekt den skulle få med givna geologiska förutsättningar.

Administrativa åtgärder som enskilt alternativ är inte heller realistiskt då området förutsätts exploateras för bostadsbebyggelse.

De alternativ som återstår blir därmed främst att schakta ur de massor som är så pass förorenade att de inte kan lämnas kvar på platsen med anledning av planerad bostadsexploatering. Övertäckning bör vara en lämplig åtgärd inom delar av området.

När projekteringen av de efterbehandlingsåtgärder som ska genomföras inom området sker bör det utredas vilken form av vattenbehandling som är mest lämplig. Sedimentationsanläggningar kan exempelvis kombineras med kolfilter.

Nedan presenteras åtgärder och konsekvenser för nollalternativ och för de olika delområden vilka har identifierats inom området, se ***bilaga 1***. PAH, och då främst PAH M och PAH H, har bedömts vara den dimensionerande föroreningen inom området.

De konsekvenser som berör flera alternativ, ex transporter, redovisas separat.

5.2 Nollalternativet

Bakgrund och föreslagna åtgärder

Inga åtgärder vidtas inom området. Markanvändningen, samt områdets utseende i övrigt, fortsätter att vara precis som det är idag, d v s inhägnat industriområde motsvarande mindre känslig markanvändning (MKM).

Positiva konsekvenser

- Området är inte tillgängligt för allmänheten och nuvarande verksamhet innebär att ett fåtal människor under begränsad tid vistas inom området.
- Markytan inom området är i huvudsak hårdgjord eller bebyggd vilket innebär att möjligheten att direktexponeras för de förorenade fyllnadsmassorna, ex genom inandning av damm, är mycket begränsade.

Negativa konsekvenser

- Inom området kommer stora volymer förorenade massor att finnas kvar, ställvis med stor föroreningspotential. Höga föroreningshalter förekommer inom delar av området, i markytan påvisas halter över de platsspecifika riktvärdena i ett stort antal provpunkter.
- Viss uttransport av organiska ämnen (ex naftalen och bensen) till Munksjön sker idag. En stor del av utfyllnaden har dock funnits på platsen i mer än 75-100 år, vilket innebär att de mest lättlösliga ämnena till stor del redan bedöms ha transporterats bort från området. Viss erosion av strandzonen samt avrinning av ytvatten inom icke hårdgjorda ytor kan medföra att partiklar, även förorenade sådana, transporteras ut i Munksjön. Tillskottet bedöms vara ringa.

Övrigt

- Förorenade massor finns inom området och därmed bör alla markarbeten föregås av en kontakt med tillsynsmyndigheten, för att avgöra om en anmälan om efterbehandling enligt miljöbalken skall lämnas in eller ej.

- Vid alla markarbeten, såsom schaktning, måste föroreningsinnehållet beaktas och risken för spridning av föroreningar utredas.
- Markekosystemet är sannolikt redan idag kraftigt påverkat av föroreningssituationen inom större delen av området. Ett nollalternativ innebär inga förändringar.

5.3 Delområde A

Bakgrund och åtgärdsalternativ:

Den förorening som dominerar detta delområde bedöms vara PAH och då främst PAH M och PAH H. Ett par punktkällor bör åtgärdas och övriga ytor efterbehandlas i samband med markarbeten vid exploatering. Nedan redovisas vilka åtgärder som kan bli aktuella att vidta.

Alternativ 1 – enbart punktkällor inom området åtgärdas. Dessa punktkällor är:

A1 – Inom detta område har den tidigare tjärdränken varit belägen. Föroreningar antas återfinnas ner till mellan 1,5-2,5 m u my. För att minska källtermen och för att säkra framtida inomhusmiljö bör huvuddelen av denna punktförorening avlägsnas. Områdets area har bedömts vara cirka 1 600 m².

A2 – Inom detta område har det tidigare funnits cisterngårdar inklusive påfyllnadsplatser och ledningar. Spill och läckage har sannolikt förekommit. Föroreningar antas återfinnas ner till mellan 1,5-3 m u my. För att minska källtermen och för att säkra framtida inomhusmiljö bör huvuddelen av dessa punktföroreningar avlägsnas. Områdets area har bedömts vara cirka 2 000 m².

Alternativ 2 – punktkällor (enligt ovan) samt ytjord (0-0,5 m) inom resterande del av område A åtgärdas. I ytjorden inom resterande del av området har halter av PAH påvisats i så höga halter att det plats-specifika riktvärdet överskrids. I den ytliga jorden överskrids det platsspecifika riktvärdet i cirka hälften av provpunkterna.

Alternativ 3 – punktkällor (enligt ovan) samt massor mellan 0-1 m inom resterande del av område A åtgärdas. Mellan 0,5 -1 m under markytan är föroreningsnivån fortfarande förhöjd, om än något lägre än i ytskiktet (0-0,5 m).

Merkostnader - I ett senare byggskede, kan de massor som inte omfattas av ovan beskrivna åtgärder komma att kräva särskilt omhändertagande om dessa blir s k överskottsmassor. Det innebär att borttransport av massorna kan medföra en mottagningskostnad på deponi vid halter som överstiger NV's generella riktvärden³ för KM (känslig markanvändning). Dessa merkostnader har bedömts.

Positiva konsekvenser:

- Åtgärderna innebär att föroreningsmängderna av PAH reduceras i olika omfattning. Efterbehandling enligt alternativ 2 innebär att cirka 1 ton (baserat på medelhalt) PAH avlägsnas. Efterbehandling enligt alternativ 2 innebär att cirka 1,6 ton (baserat på medianhalt) PAH avlägsnas. Dessutom kommer andra föroreningar, ex alifatiska och aromatiska kolväten, att avlägsnas i samband med den föreslagna åtgärden.
- De risker som är förknippade med föroreningarna begränsas. Möjligheten för direktexponering utgår till största del om förorenade massor belägna i markytan ersätts av icke förorenade massor. Källtermen minskas.
- Resultatet av saneringen är relativt enkelt att säkerställa och verifiera genom schaktbottenprovtagning.
- Markekosystemet, se kommentarer nedan i 5.9.

Negativa konsekvenser:

- Förorenade massor lämnas kvar inom området om alternativ 1 väljs. Större volymer förorenade massor åtgärdas i alternativ 2 och alternativ 3. Markarbeten som genomförs inom området efter utförda åtgärder måste ta hänsyn till att föroreningsnivåer överskridande såväl platsspecifika riktvärden som NVs generella riktvärden för KM kan påträffas.
- Kan medföra stor transportvolym, långväga transporter, buller, damning, återfyllnad med nya massor etc, se kommentarer nedan i 5.9.

5.4 Delområde B

Bakgrund och åtgärdsalternativ:

För delområde B rekommenderas även att när blivande byggnaders placering har bestämts utförs porgasmätningar för att bedöma om några särskilda byggnadstekniska åtgärder måste vidtas.

Utfyllnadsområdet är beläget i direkt anslutning till Munksjön. Fyllnadsmassornas mäktighet varierar, medelmäktigheten är cirka 2 m. Ställvis bedöms fyllnadsmassornas mäktighet uppgå till över sex meter. Massornas föroreningsinnehåll domineras av PAH men det finns även alifatiska och aromatiska kolväten samt metaller inom utfyllnadsområdet.

Mot Munksjön finns ett cirka 3 m brett och 0,5 m tjockt påldäck. Vid schakt djupare än cirka 1 m under nuvarande markyta behöver spontning genomföras mot sjösidan om schakt ska ske närmare strandkanten än 25-30 m. Sprängsten har ställvis påträffats i massorna vilket kan medföra problem att få ner spanten. Spontning kan ske i etapper, cellindelning, för att minimera kostnaderna. På så vis kan schakt genomföras i "torra" massor.

Olika alternativ finns för detta område, vilket innebär urschaktning (i olika omfattning) med eller utan en höjning av nuvarande marknivå genom uppfyllnad med nya massor. En uppfyllnad/övertäckning kan komma att medföra sättningar, men planerade byggnader inom området ska pålas så dessa kommer ej att påverkas. Anläggande av gator och andra konstruktioner som kan påverkas av ev sättningar måste utföras på ett sådant sätt att ingen negativ påverkan uppkommer, ex genom extra komprimering av materialet.

Alternativ 1 – sanering av de punktkällor som har identifierats, B1 och B2, baserat på utförd grundvattenprovtagning. Under fältundersökningen har det i grundvattnet i en punkt påträffats bensen och lätta alifater i halter över riktvärdet för "ångor i byggnader".

I totalt fyra grundvattenrör (GV 2 och 2b, GV 11 och GV 14) överskrider uppmätt halt av $PAH_{övr}$ i grundvattnet riktvärdet för "effekter i ytvattnet". Med en målsättning att avlägsna källan till de förhöjda halterna i grundvattnet bör massor i anslutning till dessa platser schaktas ur. Det bedöms att schakt utförs ned till 3 m u my. För att klara detta kommer sannolikt spontning krävas för att

möjliggöra uppgrävning av massorna. Den areella utbredningen av såväl B1 som B2 bedöms vara 800 - 1 200 m².

Observera! Det är osäkert om det är möjligt att slå spont i direkt anslutning till strandlinjen. Förekomst av sprängsten och liknande kan påverka möjligheten att avgränsa de ytor i anslutning till B1 och B2 inom vilka sanering ska ske. Svårigheter med spontslagningen kan därmed innebära att en mindre yta kan avgränsas med spont alternativt kan spont komma att slås till en grundare nivå än planerat. För att kunna schakta till 3 m djup krävs att sponten slås till 5-6 m under markytan. Kortare spont kommer att medföra att schaktdjupet blir grundare.

Alternativ 2 – sanering av punktkällor enligt ovan samt uppfyllnad med nya massor inom hela området vilket innebär att ny marknivå blir ca 1 m högre än dagens.

Alternativ 3 – sanering av punktkällor enligt ovan samt urschaktning ner till 0,5 m inom resterande del av område B. Återfyllnad sker till nuvarande marknivå.

Alternativ 4 – sanering av punktkällor enligt ovan samt urschaktning ner till 1 m inom resterande del av område B. Återfyllnad sker till nuvarande marknivå.

Om schakt enbart utförs ner till 0,5 alternativt 1 m under nuvarande markyta bedöms fyllnadsmassorna inte innehålla några större inslag av exempelvis skrot och trä som kan kräva sortering. För att nedbringa transport och deponikostnaden bör det dock övervägas att sortera ut större stenar, tegel och betong.

Positiva konsekvenser:

- Alternativ 1 bedöms innebära att källan till påvisad grundvattenförorening minskas och därmed kommer utläckage av bensen och naftalen till Munksjön att minska över tiden.
- Åtgärderna innebär att föroreningsmängderna av PAH i jord reduceras i olika omfattning om alternativ 3 eller 4 väljs. Alternativ 3 respektive alternativ 4 innebär att cirka 4,3 ton alternativt 7,4 ton (baserat på medelhalt) PAH schaktas bort. Dessutom kommer andra föroreningar, ex alifatiska och aromatiska kolväten, att avlägsnas i samband med föreslagen efterbehandling.

- Om massor ska tas bort från området bör någon form av sortering övervägas för att minimera den volym som kräver särskilt omhändertagande.
- Samtliga alternativ medför att ingen risk för direktexponering (hudkontakt, intag av jord och damning) kvarstår då ytjorden, efter utförd efterbehandling, kommer att utgöras av nya massor.
- Om markytans nivå höjs och i framtiden ligger cirka 1 m högre än dagens nivå kommer även risken för att området översvämmas att minska.
- Markekosystemet, se kommentarer nedan i 5.9.

Negativa konsekvenser:

- Vid schakt på ett större djup än cirka 0,5 m under nuvarande markyta kan schakt komma att behöva utföras under grundvattenytan, samtidigt som inträngande av vatten från Munksjön sannolikt blir aktuellt. Begränsning av mängd inträngande vatten (tätning), dräneringsåtgärder, hantering av "blöta" massor, liksom hantering av länshållningsvatten är därför högst aktuellt och måste utredas. Pilotprojekt/förprojektering kan krävas för att undersöka lämplig metodik.
- Arbetet med själva saneringsarbetet medför i sig själv risk för spridning av föroreningar till Munksjön, t ex vid hantering av länshållningsvatten. Detta måste beaktas vid planering och projektering och skyddsåtgärder vidtas. Med hänsyn till att konstaterade föroreningar främst är partikelbundna bör någon form av sedimentering genomföras innan utsläpp i sjön. Vid behov kan ytterligare behandling, exempelvis med kolfilter, krävas.
- Förorenade massor kommer att lämnas kvar inom området, oavsett vilket av föreslagna alternativ som väljs, efter att efterbehandlingen har genomförts.
- Eventuella markarbeten, som kan komma att beröra kvarlämnade förorenade massor, som därefter genomförs inom området måste ta hänsyn till att föroreningsnivåer överskridande NVs generella riktvärden för KM kan påträffas.

- Mycket stor transportvolym, långväga transporter, buller, damning, återfyllnad med nya massor etc, se kommentarer nedan.
- Sortering av massorna på plats, se kommentarer nedan.

5.5 Delområde C

Bakgrund och åtgärdsalternativ:

Detta område omfattar i princip de södra delarna av undersökningsområdet vilka är belägna väster om järnvägen. Cistern- och distributionsledningsområdet bildar dock ett eget område, område D.

Föroreningsnivån är, jämfört med område A och B, att betrakta som mycket låg. I någon enstaka provpunkt har halter av PAH M och PAH H påvisats i en halt som överskrider det mätbara åtgärds målet. Inga direkta saneringsinsatser föreslås, utan eventuellt påträffade föroreningar åtgärdas i samband med planerad byggnation.

Merkostnader - I ett byggskede kan förorenade massor komma att kräva särskilt omhändertagande om dessa blir s k överskottsmassor. Det innebär att borttransport av massorna kan medföra en mottagningskostnad på deponi vid halter som överstiger NV's generella riktvärden⁴ för KM (känslig markanvändning). Dessa merkostnader har bedömts.

Positiva konsekvenser:

- Ingen skillnad jämfört med dagens situation!

Negativa konsekvenser:

- Förorenade massor kan sannolikt komma att påträffas i samband med planerad exploatering. Eventuella markarbeten inom området måste ta hänsyn till att föroreningsnivåer överskridande NVs generella riktvärden för KM kan påträffas.

⁴ NV Rapport 4638 och 4889

5.6 Delområde D

Bakgrund och föreslagna åtgärder:

Inom området har olja lossats från järnvägsvagnar samt via rörledningar transporterats till två större cisterner. Den verksamhet som har bedrivits inom området bedöms ha gett upphov till oljeförorening i någon omfattning, trots att detta inte verifierats genom provtagningen. Sannolikt kommer massor i direkt anslutning till lossningsplats, ledningsläget samt cisternerna att vara förorenade.

Ett par olika åtgärdsalternativ har bedömts.

Alternativ 1 - innebär att oljeförorenade massor i anslutning till lossningsplats och distributionsledningar samt cisterner omhändertas. Bedömt schaktdjup 0,5 m.

Alternativ 2 - innebär att oljeförorenade massor i anslutning till lossningsplats och distributionsledningar samt cisterner omhändertas. Bedömt schaktdjup 1 m.

Merkostnader - I ett byggskede kan förorenade massor komma att kräva särskilt omhändertagande om dessa blir s k överskottsmassor. Det innebär att borttransport av massorna kan medföra en mottagningskostnad på deponi vid halter som överstiger NV's generella riktvärden⁵ för KM (känslig markanvändning). Dessa merkostnader har bedömts.

Positiva konsekvenser:

- Åtgärderna innebär att föroreningsmängderna av främst alifatiska och aromatiska kolväten samt PAH reduceras.
- Risken för direktexponering (hudkontakt, intag av jord och damning) kvarstår i princip inte då ytjorden, efter utförd efterbehandling, kommer att utgöras av nya massor.
- Risken för spridning till grund- och ytvatten av lätttrörliga komponenter minskar om en stor del av de förorenade massorna schaktas bort.

⁵ NV Rapport 4638 och 4889

⁷ NV Rapport 4638 och 4889

- I samband med planerad byggnation kan ytterligare en viss volym förorenade massor skiftas ut och ersätts av nya massor.
- Markekosystemet, se kommentarer nedan i 5.9.

Negativa konsekvenser:

- Förorenade massor kan komma att lämnas kvar inom området efter att föreslagen inledande sanering har utförts. Eventuella markarbeten som därefter genomförs inom området måste ta hänsyn till att föroreningsnivåer överskridande NVs generella riktvärden för KM kan påträffas.
- Transporter, buller, damning, återfyllnad med nya massor etc, se kommentarer nedan.

5.7 Delområde E

Bakgrund och föreslagna åtgärder:

Denna del omfattar pediment sydost om järnvägsområdet. Ingen miljöstörande verksamhet har bedrivits inom detta delområde, utan främst bedöms naturligt avsatt material förekomma.

Inga efterbehandlingsåtgärder behöver vidtas.

Positiva konsekvenser:

- Inga förändringar jämfört med dagsläget.

Negativa konsekvenser:

- Inga förändringar jämfört med dagsläget.

5.8 Delområde F

Bakgrund och föreslagna åtgärder:

Detta delområde omfattar spårområdet inom hela undersökningsområdet förutom den del som ingår i delområde D. Erfarenhetsmässigt kan såväl metaller (exempelvis As, Cd, Cu och Zn) som PAH förekomma.

Inom norra delen av detta delområde, vilket ansluter till område A och B, bedöms även oljeförorenade massor kunna finnas. Två olika åtgärdsalternativ beskrivs.

Alternativ 1 – massor belägna 0-0,5 skiftas ut och ersätts av icke förorenade massor. Den volym massor som berörs utgörs till viss del av fyllnadsmassor och till viss del av räl och slipers. Den ytliga volymen bedöms sannolikt till viss del även innehålla ett grövre material, ex makadam, vilket skulle kunna särskiljas genom exempelvis siktning. Hänsyn har tagits till detta i kostnadsbedömningen.

Alternativ 2 - massor belägna 0-1 m skiftas ut och ersätts av icke förorenade massor. De ytliga massor (0-0,5 m) som berörs utgörs till viss del av fyllnadsmassor och till viss del av räl och slipers. Den ytliga volymen bedöms sannolikt till viss del även innehålla ett grövre material, ex makadam, vilket skulle kunna särskiljas genom exempelvis siktning. Hänsyn har tagits till detta i kostnadsbedömningen.

Merkostnader - I ett byggskede kan förorenade massor komma att kräva särskilt omhändertagande om dessa blir skötselmassor. Det innebär att borttransport av massorna kan medföra en mottagningskostnad på deponi vid halter som överstiger NV's generella riktvärden⁷ för KM (känslig markanvändning). Dessa merkostnader har bedömts.

Positiva konsekvenser:

- Åtgärderna innebär att föroreningsmängderna reduceras, i olika omfattning beroende av vilket alternativ som väljs.
- Om alternativ 1 eller 2 genomförs kommer risken för direktexponering (hudkontakt, intag av jord och damning) att ha minskat betydligt då ytjorden kommer att utgöras av nya massor.

- Eventuell sortering av massorna medför mindre volym som kräver särskilt omhändertagande.
- Markekosystemet, se kommentarer nedan i 5.9.

Negativa konsekvenser:

- Förorenade massor kan komma att lämnas kvar inom området på ett större djup. Eventuella markarbeten, som kan komma att beröra kvarlämnade förorenade massor, som därefter genomförs inom området måste ta hänsyn till att föroreningsnivåer överskridande NVs generella riktvärden för KM kan påträffas.
- Långväga transporter, buller, damning, återfyllnad med nya massor etc, se kommentarer nedan.
- Sortering av massorna på plats, se kommentarer nedan.

5.9 Generella konsekvenser

Konsekvenser av föreslagna efterbehandlingsalternativ är i flera fall gemensamma för samtliga delområden, se nedan.

Pålningsarbeten – de byggnader som uppförs inom området kan behövas pålas inom ramen för de grundläggningsarbeten som kommer att ske. Denna pålning bedöms inte medföra att exempelvis förorenade massor som lämnas kvar inom område B riskerar att flyttas i djup eller sidled i någon nämnvärd omfattning. Inom området finns genomsläpplig sand och silt ner till cirka 40 m under markytan, varför det inte finns någon risk för att pålarna kan punktera ett tätande lager och därmed påverka underliggande grundvattenmagasin. De pålar som kommer att användas är sannolikt trä eller betongpålar, några kalk-cement pelare bedöms inte användas inom detta område.

Markekosystemet – i samtliga fall då förorenade massor ersätts med nya massor kan förutsättningarna för det biologiska livet förbättras. Hur stor effekten blir är svår att bedöma. Exempelvis kan ytliga massor med ett relativt stort innehåll av humus och finpartiklar ge bra förutsättningar för djur och växter trots ett ringa innehåll av exempelvis PAH och metaller. Att ersätta dessa massor med ett grovt bärlager bedöms dock inte medföra någon större förbättring.

Transporter – om omfattande efterbehandlingsåtgärder genomförs inom området kan *mycket stora volymer* massor behöva transporteras bort från området, i kombination med uppgrävning och lastning av de berörda massorna. Transporten bedöms ske med hjälp av lastbilar. Flera av de aktuella mottagningsanläggningarna är belägna minst 9 mil från Jönköping. Dessutom måste nya massor tillföras området för att återfylla de schakt som utförs. Nya massor hämtas troligen från en plats som inte är belägen i anslutning till mottagningsanläggningen. Transporterna bedöms därmed inte kunna samordnas.

Detta innebär att transportarbetet kommer att generera stora utsläpp av ex koldioxid, kvävedioxid, PAH och koppar (från bromsbelägg).

Det finns dock ett fungerande industrispår inom området, vilket *eventuellt* skulle kunna användas beroende på vilken mottagningsanläggning som blir aktuell. Konsekvenser av det transportarbete som krävs för respektive alternativ redovisas separat i **kapitel 8**.

Omfattande transportarbete kommer även att innebära att sannolikheten för olyckor ökar.

Buller och damning – för närboende bedöms själva schaktarbetet inte medföra några tillkommande störningar jämfört med tidigare verksamhet inom området. Däremot bedöms det mycket stora transportarbetet kunna medföra att boende i närområdet kan uppleva en ökad intensitet av tung trafik.

Återfyllnad – en stor volym förorenade massor kommer att schaktas ur från området. Saneringen av punktkällor genomförs sannolikt innan själva bostadsbebyggelsen börjar uppföras vilket innebär att godkända massor måste transporteras till området för att användas för återfyllnad. Om övrig efterbehandling genomförts samtidigt som andra markarbeten i anslutning till planerad exploatering av området kan sannolikt vissa överskottsmassor användas för återfyllnad såväl ytligt som på ett större djup.

Sortering och mellanlagring – Delar av massorna, framförallt inom utfyllnadsområdet öster om järnvägen, innehåller ställvis skrot, trä, slagg, sprängsten o dylikt. Det kan dessutom vara ekonomiskt fördelaktigt att sortera ut större sten, tegelsten, betongrester och liknande då dessa fraktioner sällan är förorenade. Geotekniskt skall sortering och mellanlagring av massor inom området inte medföra risk för exempelvis skred. Lagring av massor inom utfyllnadsområdet öster om järnvägen kan eventuellt medföra mindre sättningar. Om

schakt utförs till ett djup större än cirka 1 m inom utfyllnadsområdet kan mottagare av massorna komma att ställa krav på att framförallt skrot- och träinnehållet måste begränsas.

Länshållningsvatten – i samband med schakt under grundvattenytan, eller i samband med stor nederbörd, kan schakt komma att ställas under vatten. Avledande av vatten till Munksjön kan ej ske utan föregående behandling. Det finns i en PM⁸, avseende pumpning till Munksjön, riktlinjer framtagna som ska följas.

Restriktioner vid framtida markarbeten – efter att efterbehandlingen har genomförts, och även efter att exploateringen utförs, kan det inom området finnas kvar massor med föreningsnivåer högre än NVs generella riktvärde för KM men lägre än de platsspecifika åtgärds-målen. Att genomföra markarbeten i massor som innehåller föroreningsnivåer högre än KM är generellt att betrakta som anmälningspliktig verksamhet (enligt SFS 1998:899).

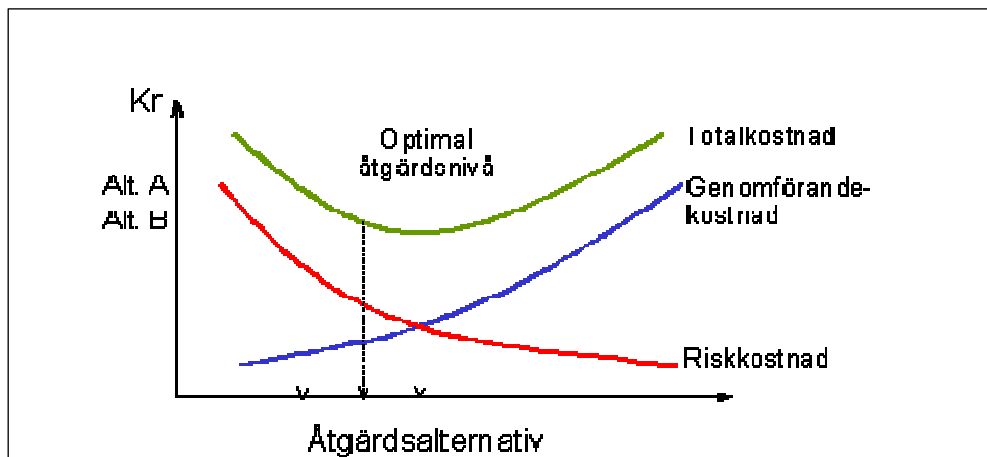
6 Kostnadsbedömning

6.1 Inledning

Under senare år har ekonomisk värdering av miljö- och hälsorelaterade risker kommit att diskuteras alltmer. Avsikten har varit att få ett riskhanteringsarbete som utnyttjar tillgängliga ekonomiska resurser så bra som möjligt. Detta avspeglas också i Miljöbalkens allmänna hänsynsregler (2 kap), som säger att miljönyttan av en miljöskydds-åtgärd skall stå i rimlig proportion till kostnaderna för åtgärden.

Ur ett strikt ekonomiskt perspektiv kan valet av riskreducerande åtgärder beskrivas enligt **figur 6.1**. Ofta har faktorer som inte kan värderas i ekonomiska termer en klar inverkan på de beslut som genomförs men den ekonomiska värderingen utgör alltmer en viktig del i val och utformning av miljöskyddsåtgärder i samhället. Det är dock viktigt att påpeka att den ekonomiska riskvärderingen endast utgör en av flera delar i beslutsunderlaget.

⁸ ”PM angående pumpning och avledning av tungmetallförorenat grundvatten till Munksjön” 2008-02-27, Länsstyrelsen i Jönköpings län



Figur 6.1. Principerna för värdering av åtgärders kostnader i förhållande till den riskreduktion de medför.

SWECO deltar i flera projekt⁹, inom Naturvårdsverkets program för "Hållbar Sanering". Dessa arbeten visar på behovet att beakta de ekonomiska aspekterna vid jämförelse av olika åtgärdsalternativ.

Nedan anges kostnader som bedöms uppkomma för efterbehandlingen av de förorenade massor som finns inom området, baserat på ovan angivna åtgärdsförslag.

6.2 Osäkerhet i bedömningarna

Många antaganden görs vid en kostnadsbedömning varav flera är förknippade med osäkerheter. En betydande osäkerhet är vanligen föroreningsvolymen och föroreningsgraden, beroende på de ofta mycket komplicerade förlopp som styr hur föroreningarna spridits på platsen. Ingående parametrar kan dessutom komma att förändras med tiden, varvid kalkylerna påverkas.

En stor osäkerhet utgör de kostnader som antas avseende transport och mottagning av förorenade massor för efterbehandling eller deponering. Kostnaderna är starkt marknadsberoende och kan därmed vara helt andra om t ex ett år, jämfört med idag. Förhandlingar i ett "skarpt läge" brukar vanligtvis ge lägre pris än det som erhålls vid en allmän förfrågan.

Villkoren för omhändertagande av förorenad massor, med avseende på vilka volymer och typer av massor som mottagare får ta emot på

⁹ "Riskvärdering vid val av åtgärdsstrategi" samt "Kostnads-nyttoanalys (KNA) som verktyg för prioritering av efterbehandlingsinsatser"

respektive anläggning, kan också ha förändrats när det blir aktuellt att transportera bort massor.

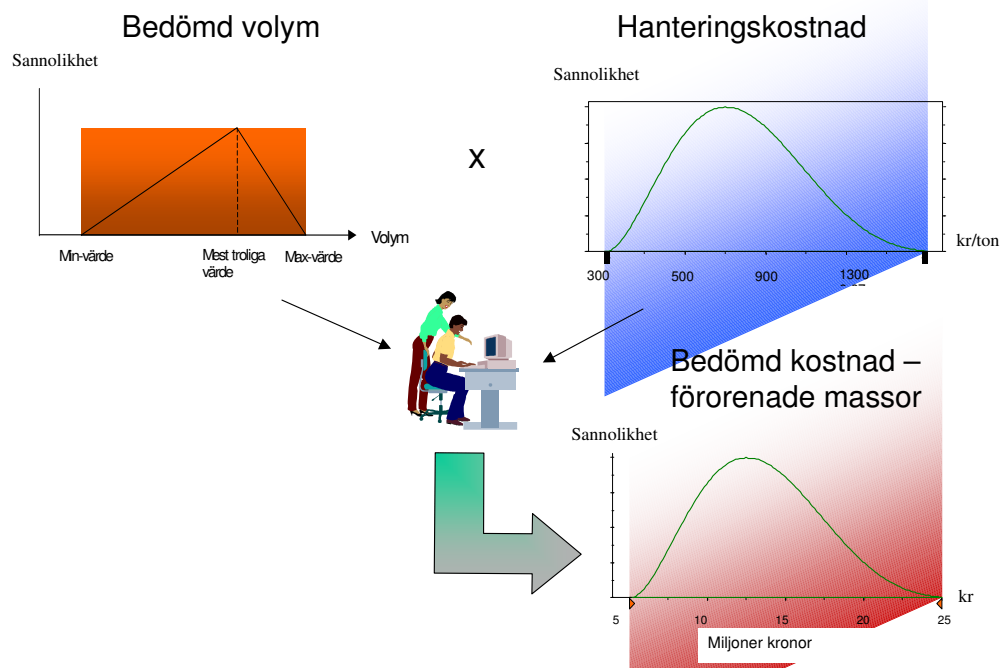
Hantering och rening av länshållningsvatten kan komma att bli omfattande och därmed kostnadskrävande, om schakt under grundvattenytan behöver utföras. Vilken kapacitet som behövs på reningsanläggningen påverkar kostnaderna för utrustning såsom pumpar, filter etc, men även för drift och underhåll. Kapaciteten är starkt beroende av hur schakten utformas, vilken tid på året den görs m m. Någon hänsyn till sådana faktorer har ej tagits vid kostnadsbedömningen (se även under förutsättningar nedan).

För varje åtgärdsalternativ har en medianvärdet redovisats tillsammans med erhållen 90-percentil. Den osäkerhet som slår kraftigast är mottagnings- och efterbehandlingskostnader, enligt ovan, därefter kommer fel i uppskattade volymer. Osäkerhetsintervallet är en preliminär bedömning, baserat på de förutsättningar som vi känner till idag.

6.3 Metodik

En metodik som tagits fram av Sweco har använts för bedömning av saneringskostnader samt merkostnader vid byggnation efter utförd sanering. Metodiken bygger på att kostnaderna beräknas m h a olika parametrar, och att osäkerheten för de enskilda parametrarna som ingår i beräkningarna beskrivs genom statistiska fördelningar.

Efterbehandlingskostnaden beräknas genom statistisk simulering, vilket resulterar i att kostnadsberäkningarna redovisas som statistiska fördelningar, med ett mest sannolikt värde och tillhörande osäkerhet, se **figur 6.2**



Figur 6.2. Förväntad saneringskostnad genom statistisk simulering av osäkerheter, Munksjöområdet.

De parametrar som beaktats är:

- Bedömd volym förorenade fyllnadsmassor som återfinns inom fastigheten.
- Vilken föroreningsklass som massorna tillhör. Fyllnadsmassorna har indelats i maximalt 5 olika föroreningsklasser, baserat på bedömd föroreningsgrad.
- Kostnaderna för hantering, särskilt för mottagning, av massor tillhörande olika föroreningsklasser.

Efter det att de olika parametrarna getts en statistisk beskrivning enligt ovan, har själva beräkningarna utförts med ett särskilt beräkningsprogram, Crystal Ball 2000 (DECISIONEERING). För att ta hänsyn till ingående parametrars statistiska fördelning och för att erhålla en kostnad med tillhörande osäkerhetsfördelning, har för varje kostnadsberäkning ca 10 000 numeriska beräkningar genomförts.

Det undersökta området har delats in i ett antal mindre delområden samt punktkällor. Beräkningar har utförts och redovisas separat för de olika delområdena samt punktkällorna för tre olika saneringsscen-

arier, se **kapitel 6.5** nedan. Beräkningar av mottagningskostnader samt kostnad för schakt, lastning, transport och återfyllnad har genomförts. Resultatet redovisas som en mediankostnad, samt den kostnad som motsvarar en 90-percentil, d v s den kostnad som med 90 % säkerhet underskrids, för efterbehandlingsscenarierna. Den förväntade merkostnaden på grund av hantering av förorenad mark vid byggnation, efter utförd efterbehandling redovisas som kostnad per ton jordmassor för respektive delområde.

Dessutom har kostnaderna för exempelvis anmälan, miljökontroll, projekteringsunderlag etc bedömts, utifrån kunskap om förorenings-situation, storlek på delområde, mängd fyllnadsmassor, men också utifrån erfarenheter från miljökontrolluppdrag inom ett stort antal byggprojekt.

6.4 Förutsättningar för beräkningar

Som grund för beräkningarna har följande förutsättningar antagits:

- Att befintlig markyta motsvarar framtida markyta.
- Att 1 m³ urschaktat material (fast volym) har antagits motsvara ca 1,8 ton.
- Kostnadsberäkningarna för de olika delområdena (dock ej punktkällor) är baserade på att en specifik volym schaktas ur enligt de olika åtgärdsalternativen (sanering till 0,5 m respektive 1 m djup). Så gäller även för kostnadsberäkningar vid exploatering.
- Inom området finns ett antal byggnader varav vissa har källare. Dessa har inte räknats bort varför den beräknade volymen jordmassor kan antas vara något överskattad i förhållande till den verkliga.
- Att det är möjligt att sortera massor i olika föroreningsklasser beroende på krav från mottagare.
- Mottagningskostnader för förorenade massor är baserade på ungefärliga priser erhållna i april 2008 på möjliga mottagnings-anläggningar. Mottagningskostnader kan ha förändrats sedan dess.

- Kostnader för lastning och schaktning samt återfyllnad är baserade på den totala volymen för varje delområde. Då en mindre del av denna volym har bedömts ej vara förorenad ger detta en överskattning av dessa kostnader. Denna överskattning är relaterad till antagen andel ej förorenade massor (klass 0) enligt tabell 6.1.
- Att inga byggnader kommer att finnas på plats när efterbehandlingsåtgärderna ska vidtas.
- Kostnader för nedtagning av träd o dylikt ingår ej.
- Kostnader för demontering, omhändertagande alternativt omläggning av installationer och/eller ledningar ingår ej. Kostnader för försvårat arbete om sådant arbete måste utföras i anslutning till efterbehandlingen har inte heller medräknats.

Potentiella entreprenörer för schaktarbetet, transportörer samt mottagare av de förorenade massorna kan i sin tur komma att ställa ytterligare krav som kan innebära merkostnader. Följande kan bli aktuellt:

- Pilotförsök på plats inför schaktning med anledning av de höga grundvattennivåerna.
- Pilotförsök för att kontrollera att länshållningsvattnet kan renas i enlighet med de krav som Länsstyrelsen ställer.
- Krav på att massorna ska avvattnas på plats innan borttransport kan ske.
- Krav på att massorna ska sorteras.
- Krav på att specialtransporter måste användas om massorna innehåller för mycket vatten.
- Krav på ytterligare analyser av jord och vatten.
- Kostnad för riskanalys vid grundvattensänkning närmare än 100 m från befintliga byggnader ingår ej. Kostnad för säkring av befintliga byggnader direkt utanför undersökningsområdet ingår ej.

6.5 Beräkningar

Vid kostnadsberäkningarna har Munksjöområdet delats in i 6 stycken delområden A-F, samt 4 "punktkällor". (A1- f d tjärdränk, A2 – f d cisterngårdar samt B1 och B2 – vid grundvattenförorening inom delområde B).

För punktkällorna A1 och A2 har beräkningar gjorts utifrån en antagen maximal horisontell begränsning vid en sanering av dessa (A1:1600 m² respektive A2:2000 m²). En mäktighetsfördelning motsvarande 1-1,5-2,5 m (min-trolig-max) har antagits för det förväntade saneringsdjupet.

För punktkällorna B1 och B2 har områdets utbredning i yttled varierats, 800-1200 m². Det föreligger en osäkerhet huruvida spont kan slås ned i anslutning till B1 och B2. Spontning är en förutsättning för att schaktning skall kunna utföras på djup större än ca 1 m. Observera att det i kostnadsbedömningen har antagits att spontning är möjlig och att schaktning kan och kommer att utföras ner till 3 m djup.

Beräkningar har utförts för förväntade kostnader vid fyra föreslagna scenarier, samt den förväntade merkostnaden på grund av hantering av förorenad mark vid byggnation efter utförda åtgärder.

Bedömningen avser merkostnader för hantering av förorenade massor, inklusive omlastning och mottagningskostnader.

Kostnader för hantering av icke förorenade massor (halt lägre än Naturvårdsverkets generella riktvärde för KM) ingår inte i beräkningarna. Kostnader för eventuell återfyllnad med tillförda, godkända massor efter utförd efterbehandling har redovisas som en separat post.

Kostnader för projektering, anmälan/tillstånd, miljökontroll inkl analyser, slutrapportering etc redovisas i form av en bedömd klumpsumma. Bedömd kostnad för hantering av länshållningsvatten samt spontning vid sanering av punktkällorna anges nedan.

6.6 Efterbehandling inför exploatering

Beräkningar har utförts för fyra föreslagna scenarier.

- 1. Sanering av punktkällor A1, A2 samt B1 och B2. Återfyllning till befintlig marknivå.**
- 2. Sanering av punktkällor samt efterbehandling inom område A,B,D och F till 0,5 meters djup. Återfyllning till befintlig marknivå.**
- 3. Sanering av punktkällor samt efterbehandling inom område A,B,D och F till 1 meters djup. Återfyllning till befintlig marknivå.**
- 4. Övertäckning av område B med 1 m godkända massor**

I scenarierna görs ingen åtgärd inom område C och E vilket medför att saneringskostnaden sätts till 0 kr.

Jordvolymen beräknas utifrån delområdenas specifika area, **se tabell 6.1**, samt mäktigheten jordmassor för varje scenario (0,5 resp 1 m). En statistisk fördelning antagits för mäktigheten på det förorenade jordlagret (trolig, lägsta samt största mäktighet), **se bilaga 3**.

Tabell 6.1. Areor för delområden och punktkällor

Område/punktkälla	Area (m ²)
A (exklusive A1,A2)	24 600
B (exklusive B1,B2)	42 300
C	17 900
D	5 300
F	8 800
A1	1 600
A2	2 000
B1	800-1200
B2	800-1200
Totalt:	ca 105 000

Den beräknade totala volymen jord för varje delområde har delats in i olika föroreningsklasser, 0-IV. I **tabell 6.2** redovisas den bedömda fördelningen, av massor i olika föroreningsklasser. Dessa klasser

baseras på mottagningskriterier för förorenad jord samt Naturvårdsverkets generella riktvärden och de mätbara åtgärds mål som gäller för området.

Tabell 6.2 *Bedömd fördelning (i %) av förorenade massor inom de olika delområdena baserat på föroreningsinnehåll, fältobservationer, laboratorieanalyser m m.*

Delområde	Klass 0	Klass I	Klass II	Klass III	Klass IV
Punktkällor					
A1	10	30	35	20	5
A2	10	30	35	15	10
B1	10	30	40	20	0
B2	10	20	30	30	10
Sanering till 0,5 m djup					
A	20	35	30	15	0
B	10	50	30	10	0
D	20	50	20	10	0
F	40	50	5	5	0
Sanering till 1 m djup					
A	30	40	20	10	0
B	10	45	30	10	5
D	20	40	30	10	0
F	50	40	10	0	0

Klassindelningen har gjorts utifrån analysresultat, observationer i fält vid jordprovtagningen, liksom från resultat av arkivstudier och erfarenhet från saneringar inom andra områden. Observera att osäkerheten i dessa fördelningar varierar för olika delområden beroende på mängden och kvalitén på den bakgrunds information som finns. Utifrån bedömd fördelning och bedömd osäkerhet beräknas med hjälp av en statistisk fördelningsfunktion den mest sannolika fördelningen avseende föroreningsklasser för varje delområde ut.

Volymen förorenad jord beräknas för varje föroreningsklass och multipliceras med en kostnad för mottagning och transport. De

kostnader som antagits för respektive "föroreningsklass", baseras främst på aktuella mottagningsmöjligheter och på ungefärliga dags-aktuella priser (april 2008) på möjliga mottagningsanläggningar, **se tabell 6.3**. En förfrågan har ställts till ett flertal mottagare inom cirka 10-15 mils radie från Jönköping. Mottagningskostnaderna har förändrats inom senare år, framförallt har priserna sjunkit något.

I denna bedömning har mottagningskostnader för de olika klasserna baserats på de krav som ställts av tillfrågade mottagningsanläggningar, samt vilka kostnadsfördelningar som är aktuella.

Tabell 6.3. Föroreningsklasser, mottagningskriterier och kostnader, jord

Klass	Mottagningskriterier	Mottagningskostnad (kr/ton) min – mest trolig -max	Transport kostnad
0	< KM	0	ingår ej
I	KM – MKM/platsspec *	50 – 150 – 400	ingår
II	MKM/platsspec*-2xMKM	200 – 350 – 600	ingår
III	2xMKM - Farligt avfall	300 – 450 – 800	ingår
IV	> Farligt avfall	600 – 750 – 1300	ingår

* mätbara åtgärds mål för området

Kostnaden för mottagning och transport av förorenade massor summeras och redovisas som en statistisk fördelning för varje delområde samt de fyra olika scenarier vilka har redovisats ovan.

Utöver kostnaden för mottagning och transport har kostnaden för uppgrävning och lastning samt kostnaden för återfyllning (transport, utläggning samt materialkostnad) beräknats som produkten av volymen massor för varje delområde och kostnaden för respektive post. För uppgrävning och lastning samt återfyllning har antagits en statistisk kostnadsfördelning, se **bilaga 3**.

6.7 Merkostnader i samband med byggnation

Det finns idag inga uppgifter om var framtida byggnader kommer att placeras inom området. Det är heller inte känt hur dessa byggnader kommer att grundläggas, och därmed är det inte känt vilket grundläggningsdjup som blir aktuellt. Bedömningen av merkostnader i samband med exploateringsarbetena baseras på de förutsättningar som beskrivs nedan.

För att kunna möjliggöra en bedömning av den merkostnad som uppkommer vid schaktning i samband med planerad byggnation har antagits att schakt sker ned till 2 meters djup från marknivå. Det vill säga inom de områden där åtgärder enligt ovan har utförts men föroreningar trots det kan komma att påträffas.

Merkostnader för förorenad mark vid eventuell schaktning på djup större än 2 m från marknivå har ej medräknats för något område.

Följande beräkningar har genomförts:

- Kostnad efter att punktkällor har efterbehandlats (0-2 meters djup).
- Kostnad efter att punktkällor och mark 0-0,5 m har efterbehandlats (0,5-2 meters djup)
- Kostnad efter att punktkällor och mark 0-1 m har efterbehandlats (1-2 meters djup)

Inom område C räknas endast ett scenario, 0-2 m, då ingen åtgärd föreslås i ett inledande skede.

Inom område E antas ingen förorenad mark förekomma, vilket innebär att kostnaden sätts till 0 kr/ton

Inom punktkällorna A1, A2 samt B1 och B2 antas att inga ytterligare förorenade massor behöver omhändertas.

Merkostnader i samband med byggnation har beräknats enligt samma princip som kostnaden för sanering/efterbehandling, fränsett att merkostnaden redovisas som kostnaden per ton/massor för de olika delområdena. I **tabell 6.4** redovisas den antagna fördelningen, av massor i olika föroreningsklasser, för varje delområde samt för punktkällorna.

Tabell 6.4. Bedömd fördelning (i %) av förorenade massor inom de olika delområdena baserat på föroreningsinnehåll, fältobservationer, laboratorieanalyser m m. Fördelning för 0-2 m är en viktning av fördelningen för 0-0,5 m samt 0,5-2 m, d v s $0-2 = 0,25 \times (0-0,5) + 0,75 \times (0,5-2)$.

Delområde	Klass 0	Klass I	Klass II	Klass III	Klass IV
0,5-2 m djup					
A	50	30	15	5	0
D	35	35	20	5	5
F	65	25	10	0	0
1-2 m djup					
A	60	30	10	0	0
D	45	35	15	5	0
F	75	20	5	0	0
0-2 m djup					
A	43	31	19	8	0
C	70	20	10	0	0
D	31	39	20	6	4
F	59	31	9	1	0

7 Resultat kostnadsberäkningar

7.1 Allmänt

I följande kapitel redovisas beräknade merkostnader för hantering av förorenad mark för de olika åtgärdsalternativen samt i olika skeden (efterbehandling och byggnation).

I kapitel 7.3 redovisas beräknade kostnader för de fyra åtgärdsalternativen avseende efterbehandling av förorenade massor inför en exploatering. I denna kalkyl ingår kostnader för mottagning och transport av förorenade massor, kostnader för lastning och schaktning samt kostnader för återfyllning med utifrån godkända massor.

I kapitel 7.4 beskrivs de merkostnader som kan uppstå vid byggnation efter att efterbehandling har utförts enligt åtgärdsalternativ 1, 2 eller 3 (se kapitel 6.6). Dessa så kallade merkostnader, motsvaras av kostnader för mottagning och transport av förorenade massor då schaktning utförs inom området. Kostnaden redovisas som en förväntad kostnad per ton massor.

7.2 Nollalternativet

För nollalternativet uppkommer inga omedelbara kostnader för efterbehandling. Alla eventuella framtida markarbeten inom området är dock att betrakta som anmälningspliktig verksamhet, vilket medför kontroll av masshanteringen med hänsyn till förekomst av förorenade massor inom området.

7.3 Efterbehandling inför exploatering

I **tabell 7.1** redovisas den förväntade kostnaden vid olika omfattande efterbehandlingsåtgärder inom området. Mediankostnaden motsvarar 50-percentilen. Den s k 90 percentilen motsvarar den kostnad som med 90 % säkerhet underskrids, för de olika alternativen.

Tabell 7.1. Kostnadsbedömningar för efterbehandling av förorenad mark inom Södra Munksjöområdet, exklusive miljökontroll, anmälan, förprojektering etc.

Scenarier	Mottagning + transp (Mkr)		Lastning + schaktning (Mkr)		Återfyllning (Mkr)		Total kostnad* (Mkr)	
	Median	90- percentil	Median	90- percentil	Median	90- percentil	Median	90- percentil
1. Punktkällor	8,0	9,8	0,9	1,1	1,7	1,9	10,6	12,5
2. Punktkällor + 0,5 m	29,7	35,8	3,7	4,4	7,4	8,0	40,8	47,0
3. Punktkällor + 1 m	47,0	56,5	7,0	8,3	13,1	14,6	66,9	77,0
4. Övertäckn. område B	Ej aktuellt för detta scenario				6,3	7,1	6,3	7,1

Förklaring: * Denna totalkostnad är exkl kostnad för hantering av länshållningsvatten samt spontning vid B1 och B2 vilket kan uppgå till 3,4 – (4,6) Mkr, median resp 90-percentil.

Olika faktorer i kostnadsbedömningen har olika betydelse för resultatet. För dessa beräkningar utgörs de största osäkerheterna volymen förorenad jord samt till vilken grad den är förorenad. Kostnader för mottagning och transport, särskilt för de lägre föroreningsklasserna utgör även en stor osäkerhet.

7.4 Merkostnader i samband med exploatering

I **tabell 7.2** redovisas den förväntade merkostnaden som uppstår i samband med exploatering. Mediankostnaden motsvarar 50-percentilen. Den s.k 90 percentilen motsvarar den kostnad som med 90 % säkerhet underskrids, för den merkostnad som förväntas uppstå på grund av föroreningar i exploateringskedet.

Tre olika scenarier redovisas enligt alternativ 1, 2 och 3 i avsnitt 6.6.

- 1) Sanering av punktkällorna, merkostnader vid exploatering 0-2 m inom delområde A, C, D och F.
- 2) Sanering av punktkällor samt efterbehandling till 0-0,5 m inom delområde A, D och F. Merkostnader vid exploatering 0,5-2 m djup inom nämnda delområde samt 0-2 m djup inom delområde C.
- 3) Sanering av punktkällor samt efterbehandling till 0-1 m inom delområde A, D och F. Merkostnader vid exploatering 1-2 m

djup inom nämnda delområde samt 0-2 m djup inom delområde C.

Tabell 7.2. Kostnadsbedömningar för hantering av förorenad mark i samband med bostadsexploatering inom Södra Munksjöområdet, *exklusive* miljökontroll, anmälan, förprojektering, spontning, hantering av länshållningsvatten etc.

Scenarier	Merkostnad p g a förorenad mark (kr/ton)	
	Median	90-percentil
<i>1. Merkostnad efter efterbehandling av punktkällor</i>		
A 0-2 m	220	290
D 0-2 m	260	340
C 0-2 m	180	280
F 0-2 m	230	350
<i>2. Merkostnader efter efterbehandling till 0,5 meters</i>		
A 0,5-2 m	190	260
D 0,5-2 m	250	340
F 0,5-2 m	220	340
<i>3. Merkostnader efter efterbehandling till 1 meters djup</i>		
A 1-2 m	150	230
D 1-2 m	200	280
F 1-2 m	200	320

Antalet provpunkter inom respektive delområde varierar vilket ger olika osäkerhet inom de olika delområdena. Detta innebär en större skillnad mellan 50- och 90-percentilen men påverkar också storleken på det faktiska väntevärdet (50-percentilen). Detta innebär att skillnaden i merkostnad mellan de olika delområdena bör tolkas med försiktighet. Exempelvis är säkerheten (i form av antalet provpunkter, historik och analyser) betydligt högre i område A jämfört med område F. Den lägre förväntade kostnaden i område A jämfört med område F kan här därför inte tolkas som att det är billigare att bygga inom område A.

Vid ett antagande att 25 000 m² bebyggs, med ett antaget schaktdjup på 2 m, till en à-kostnad av 220 kr/ton (uppskattat medianvärde) respektive 320 kr/ton (uppskattad 90-percentil) ger det en merkostnad på cirka 20(29) miljoner kronor. Denna kostnad är osäker dels på grund av mottagningskostnaderna men också inom vilken yta och till vilket djup mark- och anläggningsarbeten kommer att genomföras. *Denna uppskattning baseras på att punktkällorna saneras samt att*

resterande delar av undersökningsområdet väster om järnvägen efterbehandlas i samband med exploateringen.

7.5 Byggnader

En översiktlig okulär besiktning, i kombination med viss provtagning, har genomförts för att kunna kartlägga och fastställa olika miljörisker och miljökostnader som belastar befintliga byggnader inom området. Dessutom har kostnaderna för sanering inför och i samband med rivning kalkylerats, se ***bilaga 2***. Resultatet redovisas i ***tabell 7.3***.

Tabell 7.3 Sammanställning av bedömda kostnader för sanering inför rivning. I kostnaderna ingår ej Energiverkets anläggningar såsom oljecisterner, pumphus, transformatorer. Kostnaden anges i kkr.

	Min kostnad	Trolig kostnad	Max kostnad
Asbest	1 700	2 200	3 300
Kvicksilver	175	200	250
Metaller	260	330	600
PVC	50	80	200
PAH/Alifater	850	950	1 500
Övrigt	75	100	400

7.6 Asfalt

Inom undersökningsområdet har ett flertal asfaltsprov analyserats. Inte något har uppvisat så höga halter av PAH16 att asfalten kan klassas som s k tjärasfalt.

Inom undersökningsområdet har dock verksamhet bedrivits under en mycket lång tidsperiod. Det kan därför inte uteslutas att asfalten ställvis utgörs av tjärasfalt. Kostnader för omhändertagande av tjärasfalt kan bli mycket omfattande vid stora volymer med ett högt föroreningsinnehåll.

Inom området väster om järnvägen, inkl själva spårområdet, är cirka 33 000 m² asfalterat. Vid en mäktighet på 0,05-0,1 m innebär att cirka 4 000 – 7 600 ton asfalt kan finnas på platsen.

Inom delområde B är cirka 35 000 m² asfalterat. Vid en mäktighet på 0,05-0,1 m innebär det att cirka 4 000 – 8 000 ton asfalt kan finnas inom detta område.

För att ge en uppfattning om vilka kostnader som är förknippade med ett omhändertagande redovisas nedan ungefärliga mottagningskostnader.

Tabell 7.7 Föroreningsklasser, mottagningskriterier och kostnader inklusive transport av tjärasfalt

Klass	Mottagningskriterier Halt PAH -16 (anges i mg/kg TS)	Mottagningskostnad (kr/ton) Mest trolig
1	70 - 300	250
2	300 - 1 000	500
3	> 1 000	1000

Om exempelvis 10 % av denna mängd asfalt (totalt cirka 800 -1 560 ton) utgörs av asfalt enligt klass 3 ovan, medför det en mottagningskostnad motsvarande 0,8-1,6 Mkr.

7.7 Övrigt

Underlag för beräkningarna har tagits fram genom olika typer av analyser, förenklingar och bedömningar av det underlagsmaterial som funnits att tillgå. Dessa bedömningar är givetvis subjektiva, och grundar sig på erfarenheter från hantering av förorenad mark vid ett stort antal genomförda byggprojekt inom olika delar av Sverige.

Vår samlade bedömning är därför att även om redovisade kostnader inbegriper ett stort mått av osäkerhet, är det redovisade resultatet sannolikt så långt man kan nå i dagsläget. Det verkliga resultatet och den verkliga kostnaden kommer att framgå i samband med att de planerade markarbetena genomförs.

Inför en efterbehandling krävs administrativa förberedelser samt miljökontroll i samband med att arbetena utförs. I detta skede bedöms att dessa moment kan uppgå till mellan **ca 1 - 4 Mkr**. De insatser som avses är;

- Anmälan kostnad för ev tillståndsansökan ingår ej)
- Övergripande miljökontrollprogram
- Miljökontroll inkl kompletterande analyser
- Projektering/förfrågningsunderlag/upphandling
- Projektledning

- Sluddokumentation

Observera att kostnadsuppskattningen ovan grundar sig på att dessa administrativa förberedelser sker vid två tillfällen, d v s i anslutning till efterbehandling av punktkällorna samt efterbehandling av övriga områden i anslutning till planerad exploatering av området.

Övriga kostnader som uppkommer/kan uppkomma för att genomföra efterbehandling av förorenad mark är förknippade med exempelvis följande moment:

- Sällning av material (ex utsortering av tegel och sten)
- Pilotförsök
- Behandling av länshållningsvatten
- Utläggning av geotextil, spontning m m

Omfattningen av ovan nämnda poster är i dagsläget osäker. Hur åtgärderna genomförs, hur de fördelas över tiden etc kommer att påverka kostnaden.

8 Omgivningspåverkan

8.1 Inledning

Eftersom spridning av förorenat damm är en viktig exponeringsväg vid bedömning av hälsorisker med markföroreningar är detta en relevant jämförelse ur ett riskbedömningsperspektiv. PAH, och då främst PAH M och PAH H, bedöms vara den förorening som dominerar inom området. Fordonstrafik innebär utsläpp av bl a PAH vilket möjliggör en bedömning av miljöbelastning i samband med det transportarbete som blir aktuellt.

PAH som avgår från avgaser förekommer i en mycket hälsovådlig partikelfraktion ($< PM_{2,5}$) som lätt når ned i andningsvägarna. PAH från däckslitage förekommer också i en förhållandevis bioåtkomlig fas.

Samtidigt kan både metaller och PAH i jord och dammpartiklar ha en mycket låg biotillgänglighet p g a av hård inbindning till den fasta matrisen.

8.2 Emission av PAH från fordon

Det totala antalet fordonskilometer har beräknats utifrån de volymer (borttransport samt tillförsel) som kan beröras i de olika åtgärdsalternativen. *I bedömningen ingår inte emissioner från de fordon som används stationärt på platsen vid uppgrävning, lastning samt utläggning, våra antaganden avseende emissioner är därmed i viss mån underskattade!*

PAH-ämnen avgår från fordonstrafik dels via avgaser och dels via däckslitage. Omfattningen av dessa emissioner har hämtats från litteraturen¹⁰. Emissioner har endast beräknats för lastbilar eftersom information om emissioner från andra typer av fordon ej har uppbärats.

Antaganden:

- Avstånd till mottagare av massor – 120 km enkel väg
- Avstånd för transport av ersättningsmassor – 20 km enkel väg
- Bilarna går tomma ena vägen, d v s inga samordningsvinster
- Varje lastbil (med släp) kan lasta 30 ton
- Massornas densitet är 1,8 ton/m³
- PAH utsläpp från avgaser uppgår till 171 µg/km
- PAH utsläpp från däckslitage uppgår till 140 µg/km

För att beräkna totalavgången har den totala fordonssträckan multiplicerats med PAH-emissionen per km.

Enbart för de delområden där efterbehandling föreslås genomföras har en bedömning gjorts. Resultaten ses i **tabell 8.1**.

¹⁰”Icke-avgasrelaterade partiklar i vägmiljön. VTI meddelande 910”. Väg- och transportforskningsinstitutet. 2001

”Utsläpp av PAH, partiklar och flyktiga kolväten” SLB-analys 2000:7,1.

Tabell 8.1. Mängd PAH som släpps ut från fordonstrafik vid borttransport av massor samt införsel av nya massor. Samtliga värden är avrundade.

	Mängd massor (ton)	Fordonssträcka (mil)	Utsläpp vid transport (g PAH)
Delområde A			
Punktkällor (A1+A2)	12000	11 200	40
0-0,5 m	22 000	20 700	60
0-1 m	44 000	41 300	130
Delområde B			
Övertäckning	76 000	10 200	30
Punktkällor (B1+B2)	6000	5600	20
0-0,5 m	38 000	35 500	110
0-1 m	76 000	71 000	220
Delområde D			
0-0,5 m	4800	4 500	10
0-1 m	9 600	8900	30
Delområde F			
0-0,5 m	7900	7400	20
0-1 m	15 800	14 800	50

9 Förslag till riskvärdering samt rekommenderat huvudalternativ

9.1 Inledning

Nedan redovisas en utvärdering av de åtgärdsalternativ som presenterats för respektive delområde. Nollalternativet ingår inte i denna utvärdering då bostadsexploatering förväntas ske inom området. I **tabell 9.1** har en sammanvägd värdering av tidigare beskrivna efterbehandlingsscenarier genomförts. Kommentarer kring respektive delområde återfinns efter tabellen.

I tabell 9.1 har ett antal rubriker, "ämnen" av betydelse, valts att kommenteras, dessa är:

- Måluppfyllelse – hur uppfylls de övergripande och mätbara åtgärds målen?
- Teknik – är föreslagen åtgärd teknisk möjlig eller ej?
- Ekonomi – vilken kostnad uppkommer för respektive alternativ?
- Omgivningspåverkan – avser i detta fall transportarbetet.
- Risker – vilka risker kan uppkomma ex. vid behandling av länshållningsvatten och transportarbetet?

Observera att förutom de efterbehandlingsscenarier som anges i tabellen kommer ytterligare en okänd volym jordmassor att efterbehandlas i samband med markarbeten i samband med exploateringen av området. När dessa åtgärder har genomförts kommer måluppfyllelsen att öka och källtermen att minska, dessutom ökar riskerna, kostnaderna samt transportarbetet.

Tabell 9.1 Sammanställning av föreslagna efterbehandlingsscenarier inklusive konsekvenser.

Scenarier	Måluppfyllelse	Teknik	Ekonomi	Omgivningspåverkan	Risker
1. Sanering av punktkällor					
2. Punktkällor + 0,5 m					
3. Punktkällor + 1 m					
4. Övertäckning, 1 m, område B					



- Uppfyller målen, tekniskt möjligt, låg kostnad, lite omgivningspåverkan samt små risker i övrigt.



- Tveksam måluppfyllelse, tekniskt tveksamt, mellanstor kostnad, mellanstor omgivningspåverkan samt vissa risker i övrigt.



- Dålig måluppfyllelse, tekniskt svårt, hög kostnad, stor omgivningspåverkan samt stora risker i övrigt.

9.2 Delområde A, värdering och rekommendation

Det bedöms i dagsläget inte föreligga någon akut risk med de föroreningar som påvisats inom området, framförallt beroende på att marken är bebyggd och/eller hårdgjord varför direktexponeringen är försumbar.

Vår rekommendation är att enbart punktkällorna åtgärdas i ett första skede. I samband med uppförandet av den planerade bostadsbyggnaden genomförs en efterbehandling av resterande ytor. I samband med schakt, genom schaktbottenprovtagning inom ramen för miljökontrollen, får man avgöra ner till vilket djup efterbehandlingen behöver genomföras.

Det bedöms vara mest kostnadseffektivt att genomföra efterbehandlingen på detta vis inom delområde A. Riskerna kan anses vara låga.

Att åtgärda punktkällorna innebär att risken för spridning av de lätttröliga alifatiska och aromatiska kolväten minimeras då källtermen reduceras. Hantering av förorenat länshållningsvatten kan bli aktuellt.

Områdets övergripande åtgärds mål samt de mätbara åtgärds målen bedöms uppfyllas efter att de föreslagna åtgärdena genomförs.

9.3 Delområde B, värdering och rekommendation

I dagsläget föreligger inga akuta exponeringsrisker för människor som vistas inom området. Planerade byggnader kommer att pålas, varför behovet av schaktning är mycket litet.

Inom två områden (B1 och B2) har halter av vattenlösliga och lätttrörliga ämnen återfunnits i grundvattnet (ex naftalen och bensen). Halterna är högre än aktuella riktvärden för påverkan på ytvatten respektive inomhusmiljö. Med hänsyn till att massorna legat på platsen under mycket lång tid, 30-110 år, har sannolikt de mest lätttrörliga komponenterna redan lämnat området. Det kan dock inte uteslutas att denna typ av förorening kan återfinnas inom någon annan del av området.

Vår rekommendation är att en "punktsanering" utförs av B1 och B2 samt att hela område B täcks över med cirka 1 m godkända massor innan planerade byggnader uppförs.

Att genomföra schakt och borttransport av massor från området kommer att generera en stor volym jord/fyllnadsmassor som skall omhändertas. Dessutom krävs motsvarande volym nya massor för att återställa området. Grävning, lastning och transport innebär omgivningspåverkan i form av framförallt av partikelspridning, föroreningsutsläpp till luft samt buller. Det omfattande transportarbetet ökar också risken för olyckor.

Vid schakt till ett större djup än cirka 0,5 m uppkommer sannolikt länshållningsvatten som kan komma att kräva särskilt omhändertagande. Vid djupare schakt kan ytterligare tekniska svårigheter tillkomma, exempelvis spontning för att kunna schakta i torrhet. Detta innebär höga kostnader samt stora projektrisker.

Om markytan höjs innebär detta samtidigt att risken för att området kan svämma över vid höga flöden i Tabergsån minskar.

Områdets övergripande åtgärds mål bedöms bli uppfyllda. De mätbara åtgärds målen kommer att uppfyllas i ytjorden (0-1 m under befintlig markyta) men på ett större djup kommer de ställvis att överskridas då förorenade fyllnadsmassor lämnas kvar.

9.4 Delområde C, värdering och rekommendation

Det bedöms i dagsläget inte föreligga någon akut risk med de föroreningar som påvisats inom området.

Vår rekommendation är att inga tidiga efterbehandlingsåtgärder vidtas inom området. I samband med planerad exploatering får förorenade överskottsmassor hanteras inom ramen för miljökontrollen.

Områdets övergripande åtgärds mål bedöms uppfyllas. Inom mindre delområden kan de mätbara åtgärds målen överskridas. Några större sammanhängande förorenade områden har dock inte identifierats inom ramen för de undersökningar som har utförts.

9.5 Delområde D, värdering och rekommendation

Vår rekommendation är att detta delområde kontrolleras visuellt efter att cisterner och ledningar, såväl under som ovan jord, avlägsnats. Därefter genomförs åtgärder inom de delområden som bedöms vara förorenade. Föroreningsnivån i direkt anslutning till cistern- och ledningsområden kontrolleras och därefter fattas beslut om i vilken omfattning efterbehandling bör utföras. Förslagsvis sker schakt i etapper ner till det djup som krävs.

Det bedöms inte vara några tekniskt komplicerade åtgärder som krävs, vilket även innebär att kostnaden inte bedöms bli orimligt hög.

Övergripande och mätbara åtgärds mål bedöms bli uppfyllda efter att efterbehandling utförts i tillräcklig omfattning.

9.6 Delområde E, värdering och rekommendation

Hela detta område bedöms utgöras av pediment varför inga efterbehandlingsåtgärder krävs!

Såväl övergripande som mätbara åtgärds mål bedöms vara uppfyllda redan i dagsläget.

9.7 Delområde F, värdering och rekommendation

Inom ett spårområde bedöms föroreningar förekomma framförallt i ytskiktet. I dagsläget bedöms inga akuta exponeringsrisker föreligga.

Vår rekommendation är att räl och slipers avlägsnas i ett första skede. Därefter kontrolleras spårområdet visuellt och kompletterande analyser bör genomföras för att avgöra i vilken omfattning efterbehandling behöver ske. Sannolikt kommer ett ytskikt i någon omfattning att kräva särskilt omhändertagande. Inom vissa delområden kan föroreningar eventuellt återfinnas till ett större djup, exempelvis i anslutning till f d tjärdränken (A1). Efterbehandlingen genomförs inom ramen för den miljökontroll som bör kopplas till avvecklingen av spårområdet. Slipers kräver särskilt omhändertagande.

Det bedöms inte vara några tekniskt komplicerade åtgärder som krävs, vilket även innebär att kostnaden inte bedöms bli orimligt hög.

Övergripande och mätbara åtgärds mål bedöms bli uppfyllda efter att efterbehandling utförts i tillräcklig omfattning enligt ovan.

9.8 Rekommenderat huvudalternativ

Baserat på områdets föroreningssituation, spridnings- och exponeringsförutsättningar samt kommande exploateringsplaner för området lämnar SWECO följande rekommendation;

- Punktkällorna A1 och A2 samt B1 och B2 saneras (scenario 1).
- Område B täcks med cirka 1 m godkända massor (scenario 4).
- Föroreningar inom övriga delområden efterbehandlas i samband med exploateringen, det innebär att merkostnader p g a föroreningar i jord uppkommer.

I **tabell 9.2** sammanfattas de kostnader som kan förväntas uppkomma. Merkostnaden kommer att vara starkt beroende av andel byggbar yta samt var schakt och andra markarbeten utförs inom området. Den merkostnad som tagits upp i sammanställningen motsvarar att byggnation utförs inom 25 000 m² av området vilket motsvarar cirka 50 % av byggbar yta inom område A, C, D och F. Inom område B och E bedöms det inte uppkomma några merkostnader vid byggnation. Inom dessa 25 000 m² har det antagits att schakt kan ske ner till 2 m djup, d v s 50 000 m³ massor kan

beröras. Därefter har en indelning i olika föroreningsklasser genomförts av denna volym. Hänsyn har då tagits till att en viss andel av denna volym massor är förorenad

Även s k administrativa kostnader kommer att vara beroende av när och hur planerade markarbeten genomförs. Om markarbeten/ efterbehandling sker under en längre tidsperiod, d v s uppdelat i ett flertal olika entreprenader, kommer de att generera en högre administrativ kostnad jämfört med en entreprenad under en sammanhängande tidsperiod.

Tabell 9.2 Sammanställning av kostnader för efterbehandling enligt rekommenderat huvudalternativ.

Åtgärd	Bedömd kostnad, Mkr	
	Median	90-perc.
Sanering av A1 (schakt, lastning, transport, mottagning, återfyllnad inkl material)	2,3	3,2
Sanering av A2 (schakt, lastning, transport, mottagning, återfyllnad inkl material)	2,9	3,9
Sanering av B1 (schakt, lastning, transport, mottagning, återfyllnad inkl material) <i>Kan vara tillståndspliktigt!</i>	2,5	3,2
Sanering av B2 (schakt, lastning, transport, mottagning, återfyllnad inkl material) <i>Kan vara tillståndspliktigt!</i>	2,8	3,5
Övriga kostnader vid sanering av B1 och B2 (spontning*, länshållningsvatten)	3,4	4,6
Övertäckning delområde B (ny markyta cirka 1 m högre än dagens, transport, material samt utläggning)	6,3	7,1
Exempel på merkostnader vid framtida byggnation inom övriga delar av undersökningsområdet (om 25 000 m ² bebyggs)	20	29
Särskilt omhändertagande av tjärasfalt	1	2,5
Administrativa kostnader (ex anmälan, projekteringsunderlag, förfrågningsunderlag, miljökontroll, slutrapport)	1-4	
Totalt förväntad efterbehandlingskostnad	Ca 40 - 58 Mkr	

* baseras på 100-150 m spont per område (B1 och B2) till en kostnad av 12000-15000 kronor per meter

Efterbehandling enligt det förslag som redovisats ovan kommer att medföra att det ställvis kan lämnas kvar föroreningar i så höga halter att de mätbara åtgärdsmålen överskrids. Det är svårt att identifiera punktkällor och mycket kostnadskrävande att efterbehandla alla massor. Att de mätbara åtgärdsmålen överskrids i enstaka punkter bedöms inte medföra risk för negativ påverkan på människa eller miljö.

Möjligheten för människor att exponeras för förorenade massor bedöms bli ringa då exploateringen avslutats. Något betydande läckage av föroreningar från området via grundvattnet bedöms inte heller fortgå då efterbehandlingen avslutats, varför åtgärderna bedöms vara acceptabla.

10 Tillämpning av mätbara åtgärds mål

I den fördjupade riskbedömningen redovisades förslag på mätbara åtgärds mål för området. Mätbara åtgärds mål har redovisats för ytjord och djupare jord, var gränsen går mellan ytjord och djupare jord har inte angivits.

Vid jämförelse av undersökningsresultat med de mätbara åtgärds målen, kan för vissa exponeringstyper extremvärden vara viktiga att ta hänsyn till, medan det för andra exponeringstyper är den förorenade jordens "volymsegenskap" som är viktigt. Exempel på det förstnämnda är områden där barn kan vistas stadigvarande och därmed riskera att inta förorenad jord oralt. Ett exempel på det sistnämnda är massor belägna på ett större djup där riskerna främst utgörs av påverkan på omgivande markmiljö eller på ytvattenrecipienten. Det sistnämnda gäller även för exponeringsvägen "inandning av ångor", d v s det ska inte föreligga någon risk för oacceptabelt höga halter av ett flyktigt ämne i inomhusluften.

För **ytjord** skall vid jämförelse med de mätbara åtgärds målen extremvärden hos uppmätta halter beaktas. Detta gäller enbart då jämförelse görs med ett ämne där det platsspecifika riktvärdet, eller då ett sådant saknas med Naturvårdsverkets generella riktvärden, har begränsats med hänsyn till exponeringsvägen "intag av jord".

För **djupjord** är det främst massornas volymsegenskaper som skall beaktas vid bedömning av påverkan på omgivningen. Därmed är det mest relevant att jämföra medelvärden med de mätbara åtgärds målen, beroende på statistisk fördelning.

De mätbara åtgärds målen kommer att bli aktuella att tillämpa i samband med efterbehandling av delområde A, C, D och F. Efterbehandlingen av A1 och A2 genomförs vid behov ner till maximalt 2,5 m, om tekniskt möjligt. Om det i schaktbotten finns kvar massor med föroreningsnivåer högre än de mätbara åtgärds målen bör hänsyn tas till vilken risk dessa föroreningar kan ge upphov till.

Inom område B kommer massor inom B1 och B2 att schaktas ur ner till 3 m djup, om detta är tekniskt möjligt. Sannolikt kan halter högre än de mätbara åtgärds målen påvisas i de massor som finns i schaktbotten, något djupare schakt planeras inte i detta skede.

11 Slutsatser och rekommendationer

Inom området påträffas främst PAH i jord i halter som överskrider de platsspecifika riktvärdena. Ställvis återfinns halter av alifatiska och aromatiska kolväten samt metaller i jorden i halter högre än det platsspecifika riktvärdet. I grundvattnet har det i ett par provpunkter noterats halter av bensen och naftalen vilka överskrider tillgängliga riktvärden m a p effekter i ytvattnet respektive påverkan på inomhusmiljön. För övrigt bedöms halterna i grundvattnet vara låg. Påvisad förorenings situation bedöms i dagsläget inte innebära någon akut risk för människor. Viss mängd bensen och naftalen kan spridas till Munksjön.

Undersökningsområdet har delats in i sex delområden utifrån tidigare verksamheter samt påvisad förorenings situation. I föreliggande åtgärdsutredning har ett antal åtgärdsalternativ utretts för varje delområde. Förekomsten av fyllnadsmassor är mest påtaglig inom delområde B, vilket är ett drygt 45 000 m³ stort utfyllnadsområde.

Då det inte bedöms föreligga några akuta exponeringsrisker för människor samt att det inte entydigt framgår att något större utläckage av föroreningar sker från området till Munksjön rekommenderas följande arbetsgång:

1) Ett antal punktkällor åtgärdas i ett första skede (scenario 1). Dessa omfattar området för den tidigare tjärdränken, de f d cisterngårdarna samt ett par mindre områden inom utfyllnadsområdet, delområde B, i anslutning till påvisad grundvattenförorening. Innan dessa åtgärder vidtas bör punktkällornas utbredning ytterligare avgränsas genom undersökningar. Detta genomförs lämpligast när befintliga byggnader

har avlägsnats och det finns möjlighet att fritt placera undersökningspunkter.

2) Övriga delar av undersökningsområdet efterbehandlas i erforderlig omfattning i samband med att grundläggningsarbeten och VA-arbeten m m genomförs för planerad bebyggelse. Inom ramen för miljökontroll avgörs var och hur efterbehandling bör ske. Detta kan exempelvis genomföras genom provtagning av schaktväggar och schaktbotten. För delområde B rekommenderas även att när blivande byggnaders placering har bestämts utförs porgasmätningar för att bedöma om några särskilda byggnadstekniska åtgärder måste vidtas i enskilda områden.

Rekommenderad arbetsgång kommer att medföra ett flertal fördelar såsom exempelvis;

- Schakt utförs först i samband med att markarbeten i exploateringsfasen sker. Detta innebär att ingen återfyllnad med "godkända" massor behöver ske i områden som ändå skall grävas ur inför grundläggning.
- "Godkända" massor som kan sorteras ut i samband med schakt vid byggnation kan återanvändas, exempelvis inom delområde B där övertäckning förordas.
- Transportarbetet minimeras vilket medför minskade luftutsläpp.
- Ett kostnadseffektivt genomfört arbete.

Sammantaget bedöms miljönyttan bli störst om efterbehandlingen genomförs enligt ovan. De föreslagna efterbehandlingsåtgärderna innebär en rimlig balans mellan kostnad för riskreduktion och tekniskt genomförande. Dessutom begränsas transportarbetet vilket medför att framförallt utsläpp till luft kan minimeras.

De *övergripande* åtgärds målen för området bedöms bli uppfyllda när bostadsexploateringen har slutförts.

De *mätbara* åtgärds målen bedöms bli uppfyllda framförallt i ytjord (0-1 m under blivande markyta) inom område B då övertäckning utförts. Inom övriga delområden kan det inte uteslutas att det ställvis kan förekomma halter över de mätbara åtgärds målen i enstaka punkter.

I djupare liggande marklager kan det ställvis förekomma halter av föroreningar som överstiger de mätbara åtgärds målen. Det är svårt att identifiera punktkällor och tekniskt svårt samt mycket kostnadskrävande att efterbehandla alla massor. Att de mätbara åtgärds målen överskrids i enstaka punkter behöver inte medföra risk för negativ påverkan på människa eller miljö.

12 Fortsatta utredningar

12.1 Allmänt

Efter det att Länsstyrelsen godtagit hittills utförda utredningar avseende södra Munksjöområdet kommer närmare utredning och planering för genomförandet de åtgärder som har föreslagits ta vid. Trots att södra Munksjöområdet är ett exploateringsprojekt kommer dessa utredningar i viss mån att ske i överensstämmelse med de moment som beskrivs i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual, kapitel 23 (Förberedelser) och kapitel 24 (Genomförande).

I samband med planering och genomförande avses löpande kontakter hållas med tillsynsmyndighet, berörda parter och erforderlig teknisk expertis för åtgärderna. Arbetet med ny detaljplan för området kan resultera i villkor och andra föreskrifter som kan påverka planering och genomförande och måste beaktas.

Som förberedelser för åtgärder enligt utförda utredningar måste genomförandet projekteras. Med det avses att ta fram handlingar där tidigare underlag omsätts till kalkylerbara termer och åskådliggörs med ritningar och teknisk beskrivning. Omfattning, typ av arbeten, förutsättningar, krav och restriktioner fastställs, liksom behovet av skyddsåtgärder för människor och miljö. Sannolikt kommer exploatören att upphandla entreprenaden, och om så är fallet upprättas ett förfrågningsunderlag för arbetena. Åtgärderna föreslås preliminärt ske i två steg.

Förslagsvis tas ett övergripande miljökontrollprogram fram för hela exploateringsområdet. Detta kan då tillämpas för de olika markentreprenader som kommer att genomföras inom området. Anmälan om efterbehandling måste däremot redovisas för de olika etapper av sanering/efterbehandling som genomförs.

12.2 Efterbehandling av punktkällor

Följande underlag kommer att tas fram inför efterbehandling av punktkällor:

- Projektering av genomförande av efterbehandling av punktkällor:
A1, A2, B1, B2. För områdena A1 och A2 omfattar åtgärderna schaktsanering ner till 2,5 meter under marknivån. För områdena B1 och B2 är det beräknade möjliga schaktdjupet ner till ca 3 meter under nuvarande marknivå, även om förorening kan väntas förekomma djupare. Hantering av vatten kan bli aktuell och möjligheter måste utredas, liksom behov och utformning av spontning, skyddsåtgärder mm.
- Upprättande av förfrågningsunderlag för åtgärder inom punktkällor.
- (Upprätta eventuella tillstånds- och dispensansökningar)
- Anmälan om efterbehandling av punktkällor. Anmälan beskriver de åtgärder som avses genomföras, samt vilka skyddsåtgärder som kan bli aktuella.
- Förslag till miljökontroll med arbetsmiljöplan och miljöplan vid åtgärder inom punktkällor. Miljökontrollprogrammet anger behov och omfattning av provtagning av jord och eventuellt även grundvatten före, i samband med och efter schaktning samt eventuell övrig miljökontroll. Miljökontrollprogrammet kommuniceras med tillsynsmyndigheten i samband med anmälan.
- Slutrapport. När saneringsåtgärderna har avslutats lämnas en slutrapport till Länsstyrelsen som tillsynsmyndighet.

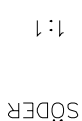
Åtgärderna avseende punktkällor utförs tidigast i samband med rivning av nuvarande byggnader eller företrädesvis efter att merparten av byggnaderna i område A och B har rivits. Detta då det i samband med rivning inte kan uteslutas att ytterligare någon punktkälla inom konstateras, vilket också har beaktats i kostnadsbedömningen.

12.3 Efterbehandling av övriga markområden

Fortsatta efterbehandlingsåtgärder utförs av kostnadsmässiga, logistiska och miljömässiga skäl i samband med byggskedet och de markförberedande arbetena.

Inför byggskedet förutsätts att detaljplan för området har fastställts, samt att eventuella restriktioner kring byggande och efterbehandling fastslagits. Enligt rekommenderat huvudalternativ saneras övriga markområden i samband med exploateringen. I detta skede utförs också övertäckning av område B med 1 meter.

Inför åtgärderna inom övriga markområden kommer motsvarande underlag som inför efterbehandling av punktkällor att tas fram. Åtgärderna projekteras i detalj, förfrågningsunderlag upprättas, liksom eventuella tillstånds- och dispensansökningar. I samband med anmälan om efterbehandling av övriga markområden inom södra Munksjöområdet upprättas ett miljökontrollprogram med arbetsmiljöplan och miljöplan för åtgärderna.



A

B

U

10



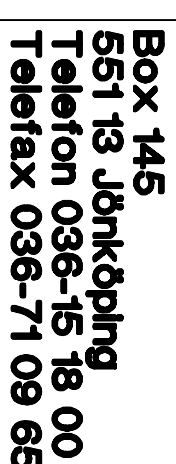
XX / XXX

XX / XXX

BYGGNADSNUMMER



SWECO VIAK



Telefon 036-15 18 00
Telefax 036-71 09 65

UPPDRAG NR 1203319	RITAD AV DAHE	GRANSKAD AV THHM
-----------------------	------------------	---------------------

DATUM	ANSVARIG
2008-06-02	HWEN

TOLUST ESTATE AB OCH

MUNKSJÖ SWEDEN AB

SÖDRA MUNKSJÖOMRÅDET - MILJÖUTREDNINGAR
OMRÅDEINDELNING FÖR DJUPAD RISKBEDÖMNING

SITUATIONSPLAN

SKALA	NUMMER	REV
-------	--------	-----

1:1000 (A1) 1:2000 (A3)	1203319
-------------------------	---------