

Kemakta AR 2010-06

Fd oljedepån, östra delen av Väster 1:42, Nyköpings kommun.

Åtgärdsutredning samt underlag för riskvärdering



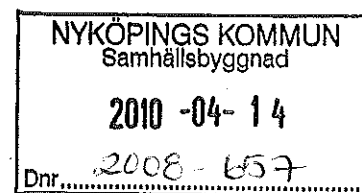
Michael Pettersson¹, Håkan Svensson¹, Mark Elert¹, Stig Gustavsson²

2010-04-09

Kemakta Konsult AB

Box 12655, 112 93 Stockholm

Telefon: 08-617 67 00, Telefax: 08-652 16 07, Internet: www.kemakta.se



1 Kemakta Konsult AB
2 PentaCon

Sammanfattning

Kemakta Konsult har på uppdrag av Jernhusen genomfört en åtgärdsutredning och tagit fram underlag för riskvärdering avseende området för en fd oljedepå inom den östra delen av fastighet Väster 1:42 i Nyköping. Arbetet utgår från genomförda miljötekniska markundersökningar samt den fördjupade riskbedömning som Kemakta har genomfört i ett tidigare projekt. De undersökningar som har genomförts tidigare visar på förekomst av petroleumförorening i marken inom den östra delen av fastigheten Väster 1:42. Även förekomst av förorening i fri fas har konstaterats. Metallhalterna inom området är i huvudsak låga. Inom området bedrivs idag viss industriell verksamhet alternativt kontorsverksamhet.

Åtgärdsutredningen utgår från de övergripande åtgärdsåtgärder som har formulerats för området liksom övriga aspekter som Jernhusen vill skall gälla för området. I detta ligger bland annat att en saneringsåtgärd skall kunna genomföras under en period av drygt ett år för att kunna vara avslutade under 2011.

Den genomförda åtgärdsutredningen har bedömt att in situ-metoder där förorening i fri fas avlägsnas genom mekanisk avskiljning (pumpning) är tillämplig. Detta kommer dock endast att omhänderta en del av den fria fas som förekommer inom området. För att erhålla en betydande reduktion av mängden petroleumförorening inom området måste detta kombineras med annan saneringsmetod. Utredningen belyser en åtgärd där pumpning kombineras med en schaktåtgärd. För att omhänderta den restförorening som återstår efter en pumpåtgärd skulle denna även kunna kombineras med någon form av in situ-metod istället för urschaktning. Detta skulle kunna medföra en lägre saneringskostnad än om pumpning kombineras med urschaktning. Däremot bedöms en sådan åtgärd vara förknippad med osäkerheter vad gäller den reningsgrad som kan erhållas och den tid som krävs för att genomföra åtgärden. Det krav som finns att åtgärden skall vara avslutad under 2011, medför att pumpning kombinerad med någon form av in situ-metod inte har belysts i denna rapport.

Rapporten belyser olika åtgärdsalternativ som innebär olika omfattande åtgärder inom området. I det underlag till riskvärdering som presenteras jämförs de olika alternativen avseende teknisk genomförbarhet, riskreduktion, kostnader samt övriga aspekter. Värderingen av åtgärdsalternativen görs med avseende på riskreduktion, genomförbarhet, målpuppfyllelse, kostnader. Vissa av de åtgärdsalternativ som redovisas kommer att inverka på möjligheten att bedriva verksamhet inom åtgärdsområdet i samband med en åtgärd eller till och med omöjliggöra att verksamhet bedrivs.

Den genomförda analysen visar på osäkerheter som beror på att föroreningsutbredningen inte är klarlagd i detalj och vilka krav som ställs för kvarlämnande av massor med viss restförorening. Dessa osäkerheter fortplantas till de kostnads-skattningar som görs för respektive åtgärdsalternativ. En känslighetsanalys som har genomförts visar på stora variationer i åtgärds-kostnader.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
1 UPPDRAG OCH SYFTE	7
1.1 BESTÄLLARE.....	7
1.2 BAKGRUND OCH SYFTE	7
2 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ÅTGÄRDSUTREDNINGEN	8
2.1 ÖVERGRIPANDE FÖRUTSÄTTNINGAR.....	8
2.2 PLATSSPECIFIKA FÖRUTSÄTTNINGAR.....	8
2.3 ÖVERGRIPANDE ÅTGÄRDSMÅL	10
3 TÄNKBARA ÅTGÄRDSMETODER.....	11
3.1 METODER EFTER URSCHAKTNING	11
3.1.1 Förbehandling	11
3.1.2 Separationsmetoder.....	11
3.1.3 Deponering av förorenad jord.....	12
3.1.4 Destruktionsmetoder.....	13
3.2 IN SITU-METODER	13
3.2.1 Övertäckning och avskärmning	13
3.2.2 Filter/barrjär.....	14
3.2.3 Forcerad utlakning in situ	15
3.2.4 In-situ biologisk rening.....	15
3.2.5 Omhändertagande av fri fas.....	15
3.3 TILLÄMPBARA ÅTGÄRDSMETODER	17
4 INLEDANDE ALTERNATIVANALYS.....	21
4.1 MÖJLIGA ÅTGÄRDER FÖR ÖSTRA DELEN AV VÄSTER 1:42	21
4.1.1 Pump and treat	21
4.1.2 Bioslurping	22
4.1.3 Urschaktning	23
4.1.4 Pump and treat i kombination med urschaktning	23
4.1.5 Bioslurping och behandling i kombination med urschaktning	23
4.1.6 Omhändertagande av fri fas och förorenad grundvatten	23
4.1.7 Omhändertagande av förorenad jord.....	24
4.2 RESULTAT AV DEN INLEDANDE ALTERNATIVANALYSEN.....	24
5 FÖRDJUPAD ALTERNATIVANALYS	25
5.1 KLASSNING AV UPPGRÄVDA FÖRORENADE MASSOR	25
5.1.1 Klassning.....	25
5.1.2 Haltgränser för farligt avfall.....	25
5.2 STUDERADE ÅTGÄRDER	26
5.2.1 Förutsättningar för kostnadsberäkningarna.....	26
5.2.2 Nollalternativet.....	27
5.2.3 Åtgärd 1 – Omhändertagande av fri fas inom område A och urgrävning av cisterner	27
5.2.4 Åtgärd 2 – Urgrävning av jord inom område där fri fas förekommer (område A).....	29
5.2.5 Åtgärd 3 – Urgrävning av jord under byggnader och omhändertagande av eventuell fri fas på bergöveryta	31
5.2.6 Åtgärd 4 - Rivning av byggnader.....	33
5.3 STUDERADE ÅTGÄRDSALTERNATIV	34
5.3.1 Nollalternativet.....	34
5.3.2 Alternativ 1	34
5.3.3 Alternativ 2	36
5.3.4 Alternativ 3	37
5.3.5 Sammanfattning av studerade åtgärdsalternativ	38
6 VÄRDERING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV	39

6.1	BEDÖMNINGSKRITERIER	39
6.1.1	<i>Riskreduktion</i>	39
6.1.2	<i>Genomförande</i>	39
6.1.3	<i>Måluppfyllelse</i>	40
6.1.4	<i>Kostnader</i>	40
6.1.5	<i>Övrigt</i>	40
6.2	BEDÖMNING AV ÅTGÄRDSALTERNATIV	40
6.2.1	<i>Riskreduktion</i>	40
6.2.2	<i>Genomförande</i>	40
6.2.3	<i>Måluppfyllelse</i>	42
6.2.4	<i>Kostnader</i>	43
6.2.5	<i>Övrigt</i>	43
6.3	SAMMANSTÄLLNING AV VÄRDERING	44
7	SLUTSATSER OCH DISKUSSION	45
7.1	SLUTSATSER	45
7.2	DISKUSSION	45
8	REFERENSER	47
	BILAGA 1 – INLEDANDE ÅTGÄRDSANALYS OCH FÖRDJUPAD ALTERNATIVANALYS	
	BILAGA 2 – UNDERLAG FÖR RISKVÄRDERING	
	BILAGA 3 - FÖRSLAG TILL HUR PUMPBRUNNARNA UTFORMAS	
	BILAGA 4 - BILAGA 4 - INVERKAN AV ÅTGÄRDSVOLYM PÅ KOSTNAD FÖR EN SCHAKTÅTGÄRD ENLIGT ÅTGÄRD 2	

1 Uppdrag och syfte

1.1 Beställare

Kemakta Konsult har på uppdrag av Jernhusen genomfört en åtgärdsutredning och tagit fram underlag för riskvärdering avseende området för en fd oljedepå inom den östra delen av fastigheten Väster 1:42 i Nyköping. Arbetet utgår från genomförda miljötekniska markundersökningar samt den fördjupade riskbedömning som Kemakta har genomfört i ett tidigare projekt.

1.2 Bakgrund och syfte

De undersökningar som har genomförts tidigare visar på förekomst av petroleumförorening i marken inom den östra delen av fastigheten Väster 1:42. Även förekomst av förorening i fri fas har konstaterats.

Slutsatserna från den fördjupade riskbedömningen som genomfördes 2009 av Kemakta var att inom den östra delen av Väster 1:42 förekommer oljeförorening i fri fas som innebär en risk för spridning. Om inga åtgärder genomförs bedöms den fria fasen kvarstå under lång tid framöver.

Nyköpings kommun har 2009-12-17 förelagt Jernhusen AB att senast 2010-05-01 redovisa en åtgärdsutredning och riskvärdering för den fd oljedepån på Väster 1:42. Utredningen skall göras enligt avsnitt 15 och 16 i Naturvårdsverkets kvalitetsmanual för efterbehandling av förorenade områden, utgåva 4, 2008.

2 Förutsättningar för åtgärdsutredningen

2.1 Övergripande förutsättningar

Åtgärdsutredningen utgår från Naturvårdsverkets utgångspunkter för efterbehandling, vilka syftar till att säkerställa att de efterbehandlingsåtgärder som vidtas långsiktigt minskar risken för skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön samt minskar mängderna och halterna av metaller och naturfrämmande ämnen i miljön. Dessa utgångspunkter är:

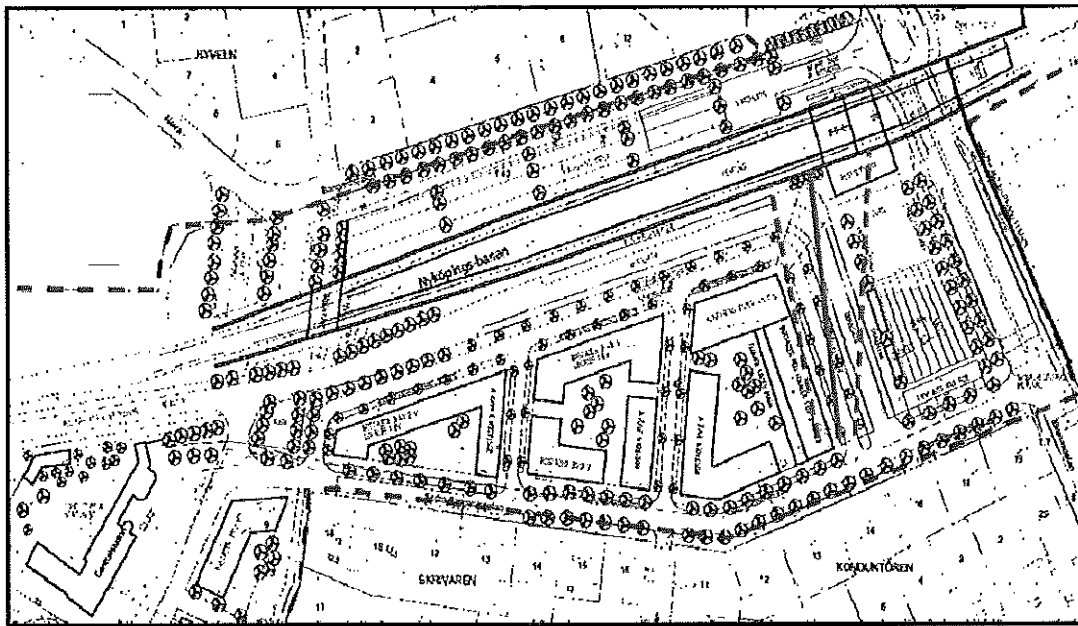
- Bedömning av miljö- och hälsorisker vid förorenade områden bör göras i såväl ett kort som långt tidsperspektiv.
- Grund- och ytvatten är naturresurser som i princip alltid är skyddsvärda.
- Spridning av föroreningar från ett förorenat område bör inte innebära vare sig en höjning av bakgrundshalter eller utsläppsmängder som långsiktigt riskerar att försämra kvaliteten på ytvatten- och grundvattenresurser.
- Sediment- och vattenmiljöer bör skyddas så att inga störningar uppkommer på det akvatiska ekosystemet och så att särskilt skyddsvärda och värdefulla arter värnas.
- Markmiljön bör skyddas så att ekosystemets funktioner kan upprätthållas i den omfattning som behövs för den planerade markanvändningen.
- Lika skyddsnivåer bör eftersträvas inom ett område som totalt sett har samma typ av markanvändning, exempelvis ett bostadsområde.
- Exponering från ett förorenat område bör inte ensam stå för hela den exponering som är tolerabel för en människa.

2.2 Platsspecifika förutsättningar

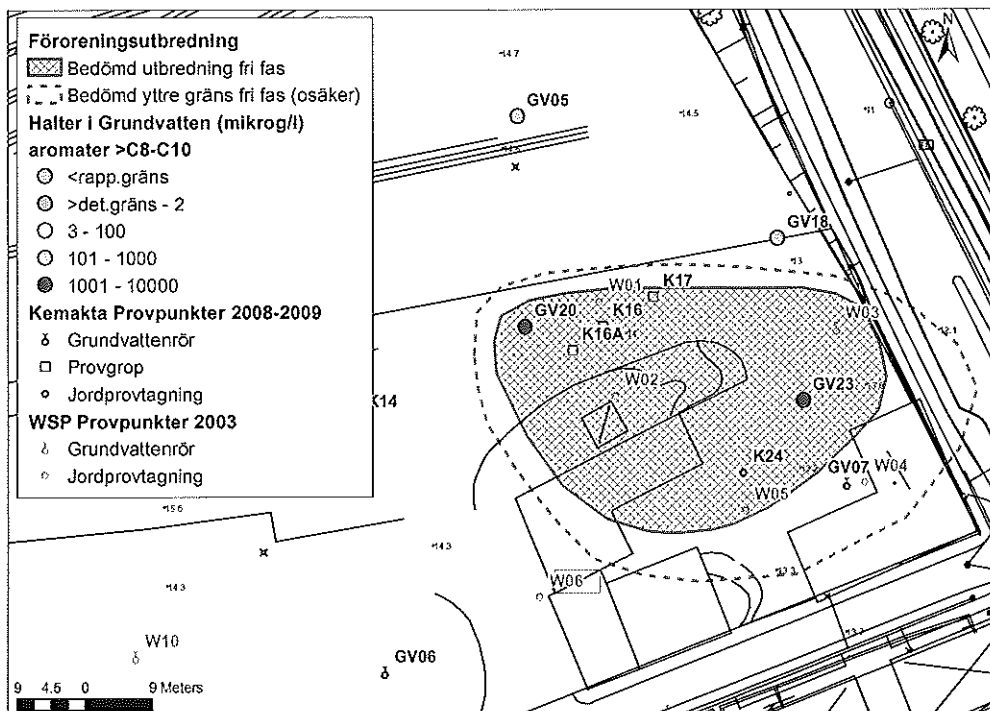
Föreliggande rapport berör den östra delen av fastigheten Väster 1:42 i Nyköpings kommun där en tidigare oljedepå varit belägen, se Figur 2.1. Områdets yta är omkring 2 000 m² och begränsas i öster och söder av Brunnsgratan respektive Södra Bangårdsgatan, i norr av fastigheten Väster 1:2 och åt väster av en vattendelare på fastigheten Väster 1:42. Där fastigheten angränsar till Södra Bangårdsgatan ligger byggnader som används för industriell verksamhet/kontorsverksamhet. Här finns också tre cisterner nedgrävda. Under verksamhetstiden utgjordes dessa av två cisterner för bensin (25 m³ respektive 50 m³) och en cistern på 25 m³ för värmefotogen.

De undersökningar som har genomförts tidigare visar på förekomst av petroleum-förorening i marken inom den sydöstra delen av fastigheten. Här har även förorening i fri fas konstaterats i två grundvattenprov (GV20 och GV23), se Figur 2.2. Mängden fri fas har uppskattats till 6-13 m³. Även grundvatten och jordmassor är förorenade av petroleumförorening. Halterna i grundvattnet inom området med fri fas var mycket höga av såväl alifater, aromater, BTEX samt PAH-föroreningar. Föroreningen har trängt ned under grundvattenytan i det mest förorenade området. Metallhalterna inom området är i huvudsak låga.

Det har konstaterats att avgränsningen av föroreningsutbredningen inom området är osäker. Detta gäller såväl förekomsten av fri fas som mängden jordmassor som är förorenade.



Figur 2.1 Detaljplan över området. Planen visar föreslagna markanvändning och fastighetsgränser för Väster 1:42. Vattendelaren inom fastigheten visas i blått.



Figur 2.2 Bedömd utbredning av området med oljeföreningar i frifas.

Åtgärdsutredningen utgår från den fördjupade riskbedömningen som genomfördes 2009 av Kemakta (Kemakta, 2009), vilket innebär en markanvändning motsvarande mindre känslig markanvändning enligt Naturvårdsverkets definitioner med vissa platsspecifika anpassningar (se Kemakta, 2009).

Huvudmannens (Jernhusen) utgångspunkt är att efterbehandlingsåtgärden på området kan påbörjas under 2010 och bör vara avslutad under 2011. Befintliga byggnader kan rivas om åtgärden kräver det. Hänsyn skall tas så att störningarna för omkringboende begränsas så långt som är rimligt.

2.3 Övergripande åtgärds mål

I Kemaktas rapport (2009) formulerades följande övergripande åtgärds mål:

- Området skall kunna användas som industrimark och parkeringsyta
- Föroreningarna skall inte utgöra någon risk för människors hälsa eller miljö, varken för de som arbetar inom området eller för de som tillfälligtvis uppehåller sig inom området.
- Ekologiska funktioner för den tänkta markanvändningen ska skyddas.
- Befintliga bostäder i områdets närhet skall kunna fortsätta nyttjas på samma sätt som idag utan risk eller olägenhet för de boende.
- Den nedströms liggande Nyköpingsån respektive Larslundsmalmen skall inte påverkas negativt.

3 Tänkbara åtgärdsmetoder

I åtgärdsutredningen identifieras vilka åtgärdsmetoder som är tillämpbara för det aktuella fallet och hur dessa lämpligen kombineras för att formulera tänkbara åtgärdsalternativ. Metodernas tillämpbarhet styrs av bland annat vilka föroreningar som är aktuella, deras kemiska form och egenskaper, vilka de förorenade medierna är samt koncentrationer av föroreningarna. Vidare påverkar platsspecifika förutsättningar som till exempel hydrologi och hydrogeologi, geotekniska förhållanden, eventuella konstruktioner eller växtlighet på området, avstånd till recipient samt eventuell pågående verksamhet.

Efterbehandling av förorenad jord kan ske med hjälp av en mängd olika metoder. Nedan beskrivs ett antal olika metoder indelade efter om metoden är tillämplig efter urschaktning av den förorenade jorden eller om den används *in-situ* (avlägsnande av föroreningar utan att schakta ur material).

3.1 Metoder efter urschaktning

En vanligt förekommande åtgärd för förorenade markområden som reducerar eller eliminerar föroreningskällan är urschaktning och omhändertagande av förorenad jord *ex situ* (på annan plats) eller *on site* (på platsen). En fullständig urschaktning av förorenad jord medför att spridningen till omgivande yt- och grundvatten upphör samt att markområdet kan användas utan begränsningar och restriktioner. Urschaktning sker normalt i enlighet med de åtgärdsåtgärder som tagits fram för den aktuella markanvändningen.

I fall där stabilitetsproblem finns eller om schaktning behöver ske under grundvattenytan kan det krävas att spont installeras innan urschaktning kan ske. Åtgärden kan behöva kombineras med en avledning eller pumpning och rening av länsvatten för att hindra föroreningsutbredning under schaktentreprenaden. Förorening har påvisats i massor under grundvattenytan varför schaktning under grundvattennivå inte kan avskrivas.

3.1.1 Förbehandling

När förorenade massor schaktas upp för att omhändertas genomförs i regel någon form av förbehandling som första åtgärd. Förbehandlingen kan vara exempelvis sortering och/eller klassning baserat på olika kriterier som föroreningsgrad, typ av förorening eller jordart.

3.1.2 Separationsmetoder

Jordtvätt

Jordtvätt är en mekanisk process där den förorenade jorden siktas samtidigt som den behandlas med en tvättvätska för att koncentrera föroreningarna till finjordsfraktionen och tvättvätskan. Tvättvätskan utgörs vanligtvis av vatten eventuellt med tillsats av ytaktiva ämnen. Resultatet av jordtvätten är således en finfraktion med högre koncentration av förorening men med mindre volym, en fraktion bestående av grövre partiklar med låg koncentration av förorening samt en förorenad tvättvätska. Metoden lämpar sig för framförallt för metallförorenade massor.

Jordtvätt kan utföras i mobila anläggningar inom det förorenade området (*on site*) eller i stationära anläggningar efter borttransport av jorden. En fördel med att genomföra jord-

tvätt on site är att man reducerar den miljöbelastning som transporter medför. För att genomföra jordtvätt on site räcker det med ett anmälningsförfarande, under förutsättning att behandlingen genomförs under maximalt ett års tid. Vid längre genomförandetid krävs dock ett omfattande tillståndsförfarande för att uppföra en behandlingsanläggning på plats, vilket kan fördyra och senarelägga genomförandet av en efterbehandling. En behandling på plats riskerar även att medföra olägenhet för närboende på grund att risken för buller och spridning av damm.

Det kan finnas anledning att harpa/sikta uppschaktade massor innan de får genomgå jordtvätt. Anledningen till detta är att andelen förorening som återfinns på stenblock och grovt grus normalt är mindre och föroreningarna sitter lösare bundet än vad som kan förväntas för mindre partiklar såsom silt- och lerpartiklar. Harpning/siktning kan därför medföra att volymen som måste genomgå jordtvätt reduceras. Förekomsten av större partiklar kan även inverka negativt på förmågan att rena mindre partiklar i en jordtvättsanläggning.

Siktning eller harpning kan vara fördelaktigt även om behandling med jordtvätt inte skulle vara aktuellt. Praktiska exempel finns där grovt material (> 60 mm) efter siktning tvättats i en enklare stentvätt och därefter har kunna återläggas (pers. kommun. Peter van den Bosche). Därigenom kan man reducera både mängden massor som behöver transporteras till en mottagningsanläggning och mängden ersättningsmassor som behöver införskaffas. Siktanalyser har inte genomförts på de aktuella massorna.

Jordtvätt lämpar sig bäst för metallförorenade sandiga och grusiga jordar där föroreningen främst sitter bunden till de finare fraktionerna. Petroleumförorenade massor bedöms inte vara lämpliga för att genomgå jordtvätt.

Termisk avdrivning

Vid termisk avdrivning frigörs föroreningarna genom uppvärmning av jorden (100 – 800 °C). Metoden är framför allt tillämplig på flyktiga organiska ämnen och ett flertal tyngre organiska föroreningar. De förångade ämnena förbränns eller tas om hand genom kondensation eller adsorption. I det senare fallet återstår en förorenad restprodukt men volymen har reducerats avsevärt.

Metoden kan användas på olika jordtyper, dock fungerar den sämre eller inte alls för massor med en ler- och silthalt över 20%. Hög organisk halt kan försvåra reningen, liksom hög vattenhalt som kan öka kostnaden flera gånger.

Sammantaget bedöms termisk avdrivning på uppgrävda förorenade massor vara en principiellt möjlig behandlingsmetod för petroleumförorenade massor. Det är dock tveksamt om den är kostnadseffektiv.

3.1.3 Deponering av förorenad jord

Ett sätt att omhänderta urschaktad jord är genom deponering. Beroende på halt och egenskaper hos den förorenade jorden kan placering bli aktuell på en deponi för icke-farligt avfall (IFA) och/eller en deponi för farligt avfall (FA). Metoden innebär ingen destruktion av föroreningarna.

Om mängden massor som ska deponeras är stor kan ett alternativ till deponering på en extern deponi vara att anlägga en lokal deponi på plats inom området. Den främsta anledningen till att anlägga en lokal deponi är att reducera mängden massor som måste transporteras längre sträckor. Sådana transporter är både kostsamma och utgör dessutom en miljöbelastning. Om stora mängder förorenade massor ska deponeras kan det även

vara svårt att finna erforderlig kapacitet för omhändertagande. Utformningen av en lokal deponi styrs av de massor som deponeras och vilket skydd som krävs för att undvika att föroreningar frigörs.

En lokal deponi bedöms inte vara en genomförbar lösning för det aktuella objektet eftersom det ligger centralt inom Nyköping med närhet till ett stort antal bostäder etc.

3.1.4 Destruktionsmetoder

Biologisk behandling

Biologisk behandling kan effektivt bryta ner ett stort antal organiska föroreningar som olja och lättare PAH. Behandling av urschaktade massor är snabbare, lättare att kontrollera och kan användas för ett större spektra av föroreningar än vid biologisk behandling in-situ. Nackdelen är att de kräver urschaktning av massorna och i vissa fall måste de kombineras med andra reningstekniker före eller efter den biologiska behandlingen. Biologisk nedbrytning av förorenad jord bedöms vara ett miljömässigt bättre alternativ än direkt deponering. Biologisk behandling lämpar sig dock inte för föroreningar av t ex metaller.

Biologisk behandling bedöms vara en tillämplig metod för urschaktade massor inom det aktuella objektet.

Förbränning

Förbränning sker vid en högre temperatur än termisk avdrivning (vanligtvis mer än 1 200°C) och vid närvaro av syre varvid organiska föroreningar omvandlas till oorganiska restprodukter. Metoden är en etablerad teknik för behandling av främst organiska föroreningar. Vid förbränning destrueras oljeföroreningar. Förbränning lämpar sig för samtliga typer av jordar. En nackdel med metoden är att den är dyr.

Förbränning är en tillämplig metod för petroleumförorening. Kostnaden är dock för hög för att den ska vara kostnadseffektiv och behandlas därför inte vidare i denna rapport.

3.2 In situ-metoder

Med *in situ*-rening avses avlägsnande av föroreningar i mark eller grundvatten utan att schakta ur material, t ex biologisk rening, markventilering, etc. Några av fördelarna med detta är att man slipper kostnader för uppgrävning och eventuell transport till annan anläggning samt att sanering även kan ske under byggnader. Bland nackdelarna kan nämnas att alla föroreningar inte är lämpliga att behandla på detta sätt, saneringen tar ofta längre tid och är mer känslig för de lokala betingelser som råder på platsen (t ex jordmån och klimat). Ofta krävs därför ett omfattande fältundersökningsprogram innan man kan fastställa vilken saneringsmetod som är optimal. De in situ-metoder som innebär att förorening lämnas kvar har en nackdel då detta begränsar markanvändningen och inte reducerar riskerna på lång sikt. Detta omfattar till exempel övertäckning och inneslutning.

3.2.1 Övertäckning och avskärmning

Ett alternativ till urschaktning som också syftar till att minska spridning av föroreningar och direkt exponering för dessa, är att täcka marken med ett tätt ytskikt. På så sätt förhindras nederbörd att infiltrera genom marken och sprida föroreningar som ligger ovanför grundvattnet ned till grundvattnet. En täckning kan antingen utföras som en

kvalificerad täckning som syftar till att begränsa spridningen under överskådlig tid eller som en enklare täckning som främst förhindrar direkt kontakt med förorenat material.

En kvalificerad täckning innebär att mäktiga tät- och skyddsskikt läggs på det förorenade området enligt de krav som ställs på en deponi för farligt avfall. En nackdel med metoden är att den, trots en hög kostnad, innebär risk för ökad utlakning av föroreningar under perioder då grundvattenytan står högt i området.

En enklare form av skyddstäckning kan utgöras av t ex en asfalterad yta eller ett geomembran. Detta bedöms vara en praktiskt genomförbar åtgärd till en begränsad kostnad. Det kan dock befaras att materialen åldras och därmed får försämrade egenskaper som påverkar dess effektivitet i ett längre tidsperspektiv.

Inom områden där förorening förekommer under grundvattenytan kan en övertäckning behöva kombineras med en åtgärd som förhindrar den horisontella grundvattenströmningen genom förorenade massor. Detta kan man erhålla genom att anlägga sk vertikala barriärer. Ett billigare alternativ för att förhindra den horisontella grundvattenströmningen är att enbart anlägga ett avskärande dike tvärs grundvattenströmningen. Diket kan utformas som ett öppet dike eller som ett täckdike som anläggs till en nivå som säkerställer att grundvattenytan ligger djupare än det förorenade materialet (om detta är praktiskt möjligt). En nackdel med diken är att de riskerar att sätta igen med tiden varför de i ett långsiktigt perspektiv kommer att kräva kontroll och underhåll.

Oberoende av utformning kommer en övertäckning, utan att schakta bort förorenade massor, att ställa restriktioner på den framtida markanvändningen.

En övertäckning och eller avskärmning bedöms inte vara tillämbam inom den aktuella fastigheten. Exempelvis är kvarlämnande av förorening inte förenligt med att fastigheten skall kunna användas för industriell verksamhet även i framtiden.

3.2.2 Filter/barriär

De senaste 15-20 åren har olika metoder att rena lakvatten i marken i passiva eller semipassiva system testats, framförallt i Nordamerika men även i Europa. Fördelar med passiva system är att de inte kräver tillsyn, eller bara minimal tillsyn, och kan åstadkomma en kostnadseffektiv rening av grundvatten. Nackdelar är att det är svårt att praktiskt utforma ett system som inte kräver tillsyn och att vissa typer av system har sämre funktion under den kalla årstiden. Möjligheten att få ett fungerande system påverkas starkt av de lokala hydrogeologiska förhållandena.

Olika typer av passiva system är tänkbara för rening av grundvatten, exempelvis markfilter där föroreningar fångas upp genom adsorption på ett filtermaterial eller där en kemisk omvandling sker som bildar en svårslöslig förening mellan föroreningen och en kemisk tillsats i filtermaterialet. Det kan även utgöras av någon form av biokemiskt aktiv bädd där mikrobiella processer medverkar till nedbrytning av föroreningarna eller att den geokemiska miljön förändras så att en kemisk fastläggning kan ske. Passiva system i marken/grundvattenzonen kan åstadkommas på olika sätt, till exempel genom nedfräsning av adsorbenter i jorden (exempelvis torv, bark, kompost, aska, bentonit, vissa slaggmaterial, järnoxider etc) eller anläggning av permeabla zoner i marken som fångar in förorenat grundvatten för att möjliggöra behandling.

En typ av passiva/semipassiva system är så kallade reaktiva barriärer. Funktionsprincipen är att en schaktning görs nedströms ett förorenat område till ett djup och en längd som säkerställer att en betydande andel av lakvattenplymen passerar genom den planerade barriären och med tillräcklig bredd för att tillhandahålla en tillräcklig

uppehållstid för lakvattnet i den reaktiva barriären. Schaktgropen fylls därefter med ett högpermeabelt material, vanligen makadam, ärtsingel eller annat lämpligt material. I detta fyllnadsmaterial kan blandas i olika typer av aktiva material beroende på vilken förändring av den geokemiska miljön som man önskar åstadkomma med den reaktiva barriären såsom lövkompost, järnoxider eller andra adsorbenter, metalliskt järn etc.

Metoden bedöms inte vara aktuell som en åtgärd inom det aktuella objektet. Exempelvis bedöms inte kravet att en åtgärd skall vara avslutad under 2011 kunna uppfyllas.

3.2.3 Forcerad utlakning in situ

Forcerad utlakning är en form av jordtvätt på förorenat material in situ. Metoden innebär att en vätska, exempelvis vatten, sprayas över de förorenade massorna och får infiltrera genom massorna varvid föroreningar fastlagda på massorna överförs till tvättvätskan. Tvättvätskan, tillsammans med tillströmmande grundvatten, pumpas upp, renas och återförs till en del över de förorenade massorna igen, medan överskottsvatten motsvarande volymen tillströmmande grundvatten och nederbörd avleds till ett närbeläget ytvatten. Detta pågår till dess att massorna når en acceptabel föroreningshalt eller till dess föroreningskoncentrationen i det uppumpade vattnet inte minskar längre. En noggrann kartläggning av de geologiska förhållandena innan genomförande är av vikt för att säkerställa att man inte får en oavsiktlig spridning av föroreningar.

Lösligheten av de komponenter som en petroleumförorening utgörs av varierar kraftigt. Inom området har dock höga halter även av tyngre, mer svårösliga komponenter påvisats. Detta gör att endast forcerad utlakning inte bedöms vara en tillämplig metod i det aktuella fallet. Däremot skulle den, åtminstone i teorin, kunna utgöra en del av en åtgärd i kombination med andra metoder.

3.2.4 In-situ biologisk rening

Nedbrytning av organiska föreningar kan även genomföras in-situ, dvs utan att massorna grävs upp. Fördelen med detta är att kostnaderna för exempelvis urschaktning och omhändertagande på en extern anläggning utgår.

Generellt är det dock svårare att uppnå samma reningsgrad som på urschaktade massor eftersom det är svårt att erhålla optimala förhållanden för den biologiska nedbrytningen. Detta kan leda till att det främst är de mer lättnedbrytbara oljeföreningarna som kan behandlas in-situ. Biologiska processer i marken hämmas även av låg temperatur, varför metoden är begränsat tillämpbar under kallare årstider.

Även om in-situ biologisk rening är tillämplig för de aktuella föroreningarna generellt (tveksamt vad gäller tyngre alifater och aromater som har påvisats), avskrivs metoden då den inte bedöms kunna uppfylla kravet att en sanering skall vara avslutad inom 2011.

3.2.5 Omhändertagande av fri fas

Erfarenheter från åtgärder av föroreningsproblem med fri fas relaterat till LNAPL (Light Non-Aqueous Phase Liquids), dvs icke vattenlösliga föreningar som har en lägre densitet än vatten, avser i de flesta fall petroleumföroreningar. Fri fas kan förekomma både i den omättade zonen, i form av en residual, och i den mättade zonen.

Metoder för aktivt omhändertagandet av fri fas är ofta inriktade på massreduktion i källtermen eller reduktion av den mobila fasen (US EPA, 2005). Exempel på metoder för aktivt omhändertagande visas nedan.

- *Pump and treat*: Pump and treat innebär allmänt att grundvatten pumpas upp till markytan för behandling. Behandling av grundvattnet kan t ex ske med oljeavskiljare, aktivt kol eller andra filtermaterial. Behandlat grundvatten kan återinjekteras i grundvattenzonen eller avledas till en ytvattenrecipient. Grundvattnet kan även behandlas ytterligare genom avledning till kommunalt reningsverk via avloppssystemet (Helldén et al., 2006). En negativ effekt som kan uppstå vid pump and treat är att en alltför stor avsänkning kring pumpbrunnarna kan leda till föroreningsspridning i vertikalled. Fri produktfas bör således avlägsnas under successivt ökande grundvattenpumpning (Helldén et al., 2006).
- *Tvåfasextraktion*: För att undvika problem med överbelastning av ett reningsystem med frifas kan sk tvåfasextraktion tillämpas där en pump installeras i en brunn i gränsskiktet mellan vatten och luft för att skumma av den fria fasen för direkt uppsamling i t ex en tank utan föregående rening, medan en djupare pump installeras på ett större djup för att skapa en avsänkningstratt. Reningsystemet kan således effektivare användas för det mindre förorenade grundvattnet från den djupare pumpen (MB Envirotech, 2010). Metoden tillämpas företrädesvis i akviferer med relativt hög hydraulisk konduktivitet. Även för denna metod föreligger risk för föroreningsspridning i vertikalled vid pumpning.
- *Biologiska nedbrytningsmetoder*: Marken tillförs syre och näringsämnen för att påskynda den biologiska nedbrytningen av den aktuella föroreningen (US EPA, 2005). Näringsämnen kan tillföras genom injektion i brunnar eller löst i vatten för att infiltrera ned genom det förorenade markområdet. Syre kan tillföras genom direkt tillförsel av syrgas, tillförsel av syremättat vatten, tillförsel av väteperoxid eller genom vakuumentilation. Användningen av biologisk behandling begränsas av jordar med låg luft- och vattengenomsläpplighet. Behandlingen är i de flesta fall begränsad till sommarhalvåret då den biologiska aktiviteten avstannar under vinterhalvåret (Helldén et al., 2006). Vidare hämmar höga koncentrationer av föroreningar i många fall den mikrobiella aktiviteten. Behandling av förorenade områden med biologisk nedbrytning kan beroende på plats specifika faktorer variera mellan 6 månader till tiotals år (Enquist och Lindquist, 2004).
- En variant av biologisk rening in-situ är *bioventilering*. Metoden bygger på att luft tillförs den omättade zonen för att stimulera den biologiska nedbrytningen av föroreningar. Erfarenheter från USA visar att sanering av olja genom bioventilering kan ta lång tid (mellan 2 – 10 år) (Lindmark och Larsson, 1995). Då människor vistas i området måste man säkerställa att de gaser som tränger upp ur marken inte är skadliga alternativt samla upp gaserna för rening. Det senare alternativet medför kraftigt ökade kostnader. Enligt data från US EPA ligger kostnaden för att genomföra bioventilering i intervallet 300 – 1 300 kr/m³.
- *Bioslurping*: En kombination av upptagning av fri fas av kolväten och bioventilering genom vakuumentilation benämns bioslurping. Metoden innebär behandling av fri fas på grundvattentytan samtidigt som jorden i den omättade zonen behandlas. En del vatten sugas upp tillsammans med oljan, men i jämförelse med konventionell pumpning fås en väsentligt mindre avsänkning av grundvattentytan. Tillsammans med olja och vatten kommer stora mängder luft att sugas genom jorden och påskynda den biologiska nedbrytningen i den omättade zonen (bioventilering). Rening eller omhändertagande av grundvatten med fri fas samt rening av luft före utsläpp kan komma att krävas (Helldén et al.,

2006). Metodens effektivitet begränsas bl a av lågpermeabla jordar, låg markfuktighet som hämmar bioventilering och kallt klimat (Enquist och Lindquist, 2004).

Tekniska skyddsåtgärder innebär att med olika åtgärder isolera föroreningen på plats för att eliminera de exponeringsvägar som ger upphov till miljö- eller hälsorisker. Exempel på tekniska skyddsåtgärder diskuteras i avsnitt 3.2.1 och 3.2.2 och bedöms inte vara tillämpbara inom det aktuella objektet.

Det finns metoder för passiv behandling av föroreningar i fri fas. Dessa metoder riktar dock inte in sig på den fria fasen utan baseras på att sänka föroreningskoncentrationen i grundvattnet i föroreningsplymen nedströms källtermen. Passiva metoder som enskild metod är generellt inte lämpliga för att åtgärda mobil NAPL, dock kan en passiv metod i kombination med en aktiv metod vara tänkbar. Exempel på passiva metoder är:

- Naturlig självrening (eng.monitored natural attenuation, MNA) baseras på att en biologisk nedbrytningsprocess under naturliga betingelser är tillräckligt effektiv för att bryta ned den aktuella föroreningen till tillräckligt låga koncentrationer. Vid naturlig självrening är det av stor vikt att bildade nedbrytningsprodukter inte skall ge upphov till risker. De naturliga nedbrytningsprocesserna följs upp med bl a frekvent jord- och grundvattenprovtagning (US EPA, 2005).
- Till metoder för passiv behandling räknas även reaktiva barriärer som innebär rening av grundvatten, dock med mindre behov av översyn. Flera av de problem som gäller för konventionell pumpning och rening av grundvatten gäller även för detta alternativ: viss fortlöpande kontroll (under lång tid), behov att återställa filter, svårigheter att testa och utvärdera effekten av reningen, mm.

Att sanera området genom passiv behandling enbart bedöms inte vara en möjlig lösning i det aktuella fallet.

3.3 Tillämpbara åtgärdsmetoder

I detta avsnitt görs en inledande bedömning av de olika åtgärdsmetodernas lämplighet med avseende på de platsspecifika förhållandena inom Väster 1:42. Här bedöms teknisk genomförbarhet för åtgärderna, lämplighet med avseende på mark- och grundvattenförhållanden, om metoderna bygger på beprövad teknik, samt en bedömning om metoderna kan vara effektiva för de aktuella föroreningarna.

Av in situ-metoderna bedöms metoder som enbart grundas på biologisk nedbrytning vara begränsat tillämpbara. Detta motiveras med att klimatologiska förhållanden som låga temperaturer har en negativ inverkan samt att huvuddelen av föroreningen förekommer som fri fas vilket ofta innebär en större toxicitet och därmed hämmar nedbrytningshastigheten. Vidare är effektiviteten av biologisk nedbrytning av tyngre komponenter osäker.

Däremot bedöms in situ-metoder där massreduktion genom mekanisk avskiljning, t ex pump and treat, genomförs vara tillämpbar och då framförallt på den fria fasen då reduktion av denna ger stor effekt på den totala mängden förorening. Flera in situ-metoder är beroende av de hydrologiska förutsättningarna eftersom möjligheten att påverka grundvattenströmningen styr effektiviteten av metoden. Alltför täta jordar medför att det varken går att omsätta grundvatten eller markluft. Förutsättningarna för att påverka strömningsförhållandena i marken bedöms som medelgoda eftersom marken där källtermen är belägen utgörs av grusig och sandig fyllning underlagrad av växelvis lagrade silt- och sandlager. För det aktuella objektet skulle fler in situ-metoder än pump

and treat kunna vara tillämpbara, exempelvis genom luftning. Tidsaspekten är en nackdel då metoderna delvis bygger på nedbrytning av petroleumföroreningarna. Exempelvis kan sanering genom luftning av petroleumförorenad jord ta allt mellan några månader och fem år beroende på bland annat föroreningshalter, åtgärdsområde och platsspecifika betingelser (Naturvårdsverket, 2008). Kostnadsmässigt bedöms dock dessa metoder vara konkurrensmässiga i jämförelse med omhändertagande genom urschaktning och behandling vid en mottagningsanläggning.

Erfarenheter från bland annat in-situsanering av petroleumförorenad mark i Sverige har sammanställts i rapporten *Åtgärdslösningar, erfarenheter och tillgängliga metoder*, som är framtagen inom Naturvårdsverkets program Hållbar Sanering (Helldén et al., 2006). Av åtgärdade petroleumförorenade områden har markventilering tillämpats i ca en tredjedel av objekten, biologisk nedbrytning i en femtedel och spargningmetoder i en tiondel.

Behandling av grundvatten, t ex pump and treat med efterföljande sand- och kolfilter, uppges ha utförts i ett fåtal av områdena. Dock förekommer grundvattenbehandling i betydligt fler objekt då t ex grävsaneringar under eller i anslutning till grundvattennivån medfört att omhändertagande av dräneringsvatten till schaktgrop varit nödvändigt. I dessa fall renas grundvattnet i oljeavskiljare och eventuellt i något filter, t ex aktivt kol. Grundvattnet har därefter i många fall avletts till ett kommunalt spill- eller dagvattensystem.

Erfarenheter från objekt där åtgärderna omfattat fri fas visar att omhändertagande genom pump and treat alternativt länspumpning i schakt med efterföljande rening i oljeavskiljare och filter är en tillämpbar åtgärdsmetod. I vissa fall har fri fas och/eller förorenat vatten transporterats iväg för behandling på avfallsanläggning (Helldén et al., 2006). Erfarenheter från stora förekomster av fri fas finns även från grundvattensanering inom Sundsvalls oljehamn där bioslurping tillämpats genom vacuumextraktion av olja, porluft och grundvatten (Golder, 2009).

Urschaktning och åtgärdande av förorenade massor off-site är den vanligaste åtgärden på petroleumförorenade fastigheter. Efter urschaktning av massor som behöver åtgärdas sker sortering och karakterisering. Därefter omhändertas massorna på lämpligt sätt beroende på bland annat föroreningsgrad och materialegenskaper. Möjliga metoder för omhändertagande är förbränning, kompostering och deponering.

I Tabell 3.1 har de beaktade åtgärdsmetoderna sammanställts och en grov sällning görs för att välja ut de metoder som bedöms vara realistiska att genomföra och som kan vara av värde för valet av åtgärdsalternativ som sedan studeras vidare med kostnadsberäkningar.

Tabell 3.1. Sammanställning av beaktade åtgärdsmetoder och bedömning av metodernas lämplighet för tillämpning på fastigheten Väster 1:42.

Åtgärdsmetod	Bedömd effektivitet för förekommande föroreningar	Beprövad teknik	Bedömd lämplighet för lokala förhållanden	Kommentar
Urschaktning	++	++	++	Fungerar i flertalet situationer, schakt under grundvattenyta besvärligt
<i>Omhändertagande av urschaktade massor</i>				
Extern deponering	++	++	++	Problemen flyttas till annan plats. Medför behov av transporter.
Jordtvätt	--	+	-	
Termisk avdrivning	+	-	+	Tänkbar off-site, bedöms inte vara kostnadseffektiv
Förbränning	++	++	+	Bedöms inte vara kostnadseffektiv
Biologisk behandling	+	+	+	Tänkbar off-site,
<i>Metoder i samband med åtgärder in-situ jord:</i>				
Övertäckning och avskärmning	+	+	-	
Filterbarriär	-	-	-	Metoden behandlar löst föroreningar i grundvatten men inte den fria fasen
Forcerad utlakning in situ	+	+	+	
In situ biologisk rening	+	+	-	
<i>Metoder i samband med åtgärder in-situ fri fas:</i>				
Pump-and-treat	+	+	+	
Tvåfasextraktion	+	+	+	
Biologisk nedbrytning	+	+	-	
Bioslurping	+	+	+	
Naturlig självrening	-	-	-	
Reaktiva barriärer	-	-	-	Metoden behandlar löst föroreningar i grundvatten men inte den fria fasen

De åtgärdsmetoder som bedöms vara aktuella att kombinera till olika åtgärdsalternativ och därmed beaktats i den inledande alternativanalysen är följande:

- Pump and treat
- Bioslurping.
- Urschaktning

De olika åtgärdsmetoderna har med rätt förutsättningar samt beroende på åtgärds mål potential att var och en utgöra ett alternativ för genomförande av efterbehandlingsåtgärder. I många fall brukar dock en kombination av metoder leda till bästa resultat. Utöver de enskilda metoderna betraktas i den inledande alternativanalysen även:

- Pump and treat i kombination med urschaktning
- Bioslurping och behandling i kombination med urschaktning

Dessutom tillkommer omhändertagande av avfall som övergripande indelas enligt nedanstående punkter:

- Omhändertagande av förorenad jord
- Omhändertagande av fri fas och förorenat grundvatten

4 Inledande alternativanalys

I detta avsnitt utvärderas ett antal olika åtgärder gentemot de övergripande åtgärdsmålen samt huvudmannens och andra intressenters förutsättningar.

Förslag på övergripande åtgärds mål har formulerats enligt följande:

- Området skall kunna användas som industrimark och parkeringsyta
- Föreningarna skall inte utgöra någon risk för människors hälsa eller miljö, varken för de som arbetar inom området eller för de som tillfälligtvis uppehåller sig inom området.
- Ekologiska funktioner för den tänkta markanvändningen ska skyddas.
- Befintliga bostäder i områdets närhet skall kunna fortsätta nyttjas på samma sätt som idag utan risk eller olägenhet för de boende.
- Den nedströms liggande Nyköpingsån respektive Larslundsmalmen skall inte påverkas negativt.

I huvudmannens intresse utöver de övergripande åtgärds målen finns följande aspekter i samband med genomförande av åtgärder:

- Tillträde för åtgärder kan ske tidigast hösten 2010. Åtgärderna skall vara klara under 2011 dvs tillgänglig tid för genomförande av åtgärder uppgår till ca ett år.
- Under genomförande av åtgärder skall hänsyn tas till boende i närområdet.
- De byggnaderna som finns inom området idag får rivas i samband med genomförande av efterbehandlingsåtgärder.

I övrigt beaktas följande aspekter vid den inledande alternativanalysen:

- Tekniska förutsättningar
- Lagkrav

I följande avsnitt diskuteras dessa olika aspekter för respektive åtgärd. En sammanställning analysen redovisas i bilaga 1.

4.1 Möjliga åtgärder för östra delen av Väster 1:42

4.1.1 Pump and treat

Pump and treat med efterföljande rening är ett möjligt åtgärdsalternativ med avseende på avlägsnandet av mobil fas, dvs den del av den fria fasen som kan påverkas genom att inducera en grundvattenströmning genom marken där ytterligare effekt kan erhållas genom återcirkulation av renat uppumpat vatten. Dock kommer fri fas bundet i porer, t ex i anslutning till partier med finkorniga jordar, att kvarstå då grundvattenflöde primärt sker i de mer genomsläppliga delarna marken. Om en alltför intensiv pumpning sker kan detta leda till att föroreningshalterna i det uppumpade grundvattnet blir låga varvid man konstaterar att saneringen kan avslutas. I själva verket kvarstår rörlig fri fas i marken som kan leda till att grundvattnet ”återförorenas”. Eventuellt kan pumpning under lång tid förbättra resultatet, dock kan erforderlig behandlingstid vara längre än ett år. Detta skulle i så fall inte vara förenligt med att åtgärderna skall vara avslutade under 2011.

Endast pump and treat bedöms därför inte som enskild metod kunna utformas så att åtgärds mål om skydd av såväl de som arbetar inom området som för de som tillfälligtvis uppehåller sig inom området samt skydd av ekologiska funktioner för den tänkta markanvändningen ska skyddas kan uppfyllas.

Störningar från åtgärder med pump and treat bedöms vara begränsat till mindre buller från pumpar.

Genomförandet av pump and treat försvåras av de kvarstående osäkerheterna som finns beträffande utbredning av fri fas. Fri fas kan även finnas i anslutning till underjordiska installationer som kan vara svåråtkomligt med pumpning.

En efterbehandlingsåtgärd skall alltid anmälas till tillsynsmyndigheten enligt 28§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Anmälan ska lämnas till miljökontoret senast sex veckor före efterbehandlingen planeras startas.

Vidare definieras vattenverksamhet enligt 11 kapitlet i miljöbalken som *bortledande av grundvatten och utförande av anläggningar för detta* (MB 11 kap 2 §) vilket eventuellt pump and treat skulle kunna inordnas under och därmed vara tillståndspliktigt. Dock krävs inte tillstånd *om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena* (MB 11 kap 12 §).

Tillståndärenden kan vara tidskrävande vilket i detta fall skulle kunna medföra svårigheter att under den ovan angivna tidsbegränsningen genomföra efterbehandling med pump and treat. Dock bedöms effekten av en pump and treat på området inte inverka på vattenförhållanden i den omfattning att tillstånd krävs. Tillståndsmyndigheten bör ändå höras i frågan innan efterbehandling påbörjas.

4.1.2 Bioslurping

Bioslurping med efterföljande rening är liksom pump and treat en möjlig åtgärd för att avlägsna mobil fas samt även reducera mängden föroreningar i den omättade zonen pga ventilering. Då den fria fasen avlägsnas med hjälp av vakuum sker ingen grundvattenavsänkning och därmed förhindras att petroleumförorening sprids i vertikalled. Liksom för pump and treat kommer fri fas bundet i porer, t ex i anslutning till partier med fin-korniga jordar, att kvarstå då strömningsvägar av luft och vatten primärt sker i de mer genomsläppliga delarna marken.

Endast bioslurping bedöms därför inte som enskild metod kunna utformas så att åtgärds mål om skydd av såväl de som arbetar inom området som för de som tillfälligtvis uppehåller sig inom området samt skydd av ekologiska funktioner för den tänkta markanvändningen ska skyddas kan uppfyllas.

Störningar från åtgärder med bioslurping bedöms vara begränsat till mindre buller från pumpar.

Genomförandet av bioslurping försvåras av de kvarstående osäkerheter som finns beträffande utbredning av fri fas. Fri fas kan även finnas i anslutning till underjordiska installationer.

En efterbehandlingsåtgärd skall alltid anmälas till tillsynsmyndigheten enligt 28§ förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Anmälan ska lämnas till miljökontoret senast sex veckor före efterbehandlingen planeras startas.

4.1.3 Urschaktning

Schaktning och efterföljande omhändertagande av massor vid en extern mottagningsanläggning innebär att samtliga åtgärds mål kan uppfyllas. Graden av måluppfyllelse kan dock variera beroende på hur omfattande urschaktningen genomförs. Vidare kan schaktning av jord med stora mängder fri fas innebära praktiska problem, exempelvis hur massorna skall hanteras efter urgrävningen. Urschaktningsåtgärder bedöms kunna genomföras inom de tidsramar som gäller en efterbehandling av fastigheten.

Genomförandet av grävningen försvåras av de kvarstående osäkerheter som finns beträffande utbredning av fri fas. Fri fas kan även finnas i anslutning till underjordiska installationer. Dock underlättar urschaktning möjligheten till kontroll avseende grad av avlägsnande samt avgränsning av förorening.

Störningar från schaktåtgärder bedöms vara buller från maskiner samt eventuell lukt från uppgrävda massor.

Anmälan ska lämnas till miljökontoret senast sex veckor före efterbehandlingen planeras startas.

4.1.4 Pump and treat i kombination med urschaktning

En möjlig åtgärd för det aktuella området är att kombinera en urschaktning med pump and treat. Genom att först ta hand om den rörliga andelen fri fas med pump and treat ökar förutsättningarna med enklare urgrävning. Dessutom medger detta förfarande att en del av den fria fasen kan omhändertas i ”ren form”. Dock kan fri fas som inte varit åtkomlig vid pump and treat eventuellt bli rörlig i samband med en schaktåtgärd i anslutning till grundvattennivån. Genom läns-pumpning i schakt kan således ytterligare uppsamling av fri fas/grundvatten ske.

Genom att kombinera pump and treat med urschaktning bedöms det föreligga goda förutsättningar att uppnå de övergripande åtgärds målen med beaktande av huvudmannens intresse, t ex tidsramar.

Beträffande juridiska aspekter och störningsaspekter gäller samma förutsättningar som för de enskilda metoderna enligt ovan.

4.1.5 Bioslurping och behandling i kombination med urschaktning

En alternativ åtgärd är att kombinera en urschaktning med bioslurping istället för pumpning. Fördelarna med detta är de samma som för kombinationen pump and treat och urschaktning.

Även för denna typ av åtgärd bedöms det föreligga goda förutsättningar att uppnå de övergripande åtgärds målen med beaktande av huvudmannens intresse, t ex tidsramar. Fördelar att kombinera metoder enligt ovan.

Beträffande juridiska aspekter och störningsaspekter gäller samma förutsättningar som för de enskilda metoderna enligt ovan.

4.1.6 Omhändertagande av fri fas och förorenat grundvatten

Avfall av flytande bränslen och drivmedel som t ex bensin och diesel klassas som farlig avfall enligt avfallsförordningen (SFS 2001:1063). Detta medför att tillvaratagen fri fas skall transporteras till anläggning för omhändertagande av farligt avfall. Material från oljeavskiljare eller sandfilter som kan användas för rening av grundvatten betraktas även det som farligt avfall. Hur fri fas omhändertas vid en mottagningsanläggning kan

variera mellan olika anläggningar. Det kan till exempel vara förbränning, deponering eller biologisk behandling.

Vid pump and treat alternativt bioslurping finns möjligheten att återinfiltrera vatten inom området efter rening. Detta medför att problem med kvittblivning av renat vatten minskar. Det har också den fördelen att återfört vatten fungerar som en form av forcerad utlakning av föroreningar i massor inom den omättade zonen. Detta kan därmed öka den totala reningsgraden. En sak att beakta vid återinfiltrering är hur stora mängder vatten som är möjligt att återinfiltrera vilket begränsas av markens vattengenomsläpplighet. Begränsning i infiltrationskapaciteten kan innebära att en viss mängd uppumpat grundvatten måste tas om hand på annat sätt.

Hanteringen av utgående vatten från oljeavskiljare och/eller filter beror på den reningsgrad som kan uppnås. Det finns exempel på saneringar där man har fått tillstånd att släppa ut oljehaltigt vatten till avlopps- eller spillvattennätet. De allmänna bestämmelserna för vatten- och avloppsanläggningar (ABVA) inom Nyköpings kommun anger inga haltgränser avseende föroreningar i vatten som får släppas ut på kommunen avlopps- respektive spillvattennät (pers. kommun. Gunnar Larsson). Detta avgörs från fall till fall. Problemägaren för göra en anmälan om efterbehandlingsåtgärd enligt 28 § i förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd hos Nyköpings kommunen (pers. kommun. Kristina Ajaxson). En sådan anmälan skall göras minst sex veckor innan en åtgärd vidtas.

4.1.7 Omhändertagande av förorenad jord

Schaktning och efterföljande omhändertagande genom deponering skulle avlägsna föroreningen från platsen. Under förutsättning att åtgärdens ambitionsnivå inte är för låg uppfylls samtliga av de övergripande åtgärdsmålen.

4.2 Resultat av den inledande alternativanalysen

Den inledande alternativanalysen utvärderar de uppställda alternativen med avseende på om de uppfyller de övergripande åtgärdsmålen samt om alternativen är i linje med huvudmannens och andra intressenters önskemål och förutsättningar.

Ett åtgärdsalternativ som uppfyller detta är pump and treat i kombination med urschaktning med efterföljande deponering. För att omhänderta den restförorening som återstår efter en pumpåtgärd, skulle denna även kunna kombineras med olika in situ-metoder istället för att schakta ur massorna. Detta skulle antagligen medföra en lägre saneringskostnad än pumpning kombinerad med urschaktning. Osäkerheten vad gäller erhållen reningsgrad med dessa in situ-metoder och den tid som krävs för åtgärden gör att ett sådant alternativ inte har belysts vidare i rapporten.

5 Fördjupad alternativanalys

Kvarvarande åtgärdsalternativ utvärderas avseende:

- Teknisk genomförbarhet
- Uppnådda resultat
- Kostnader
- Risker under och efter åtgärdens genomförande
- Störningar under åtgärden

5.1 Klassning av uppgrävda förorenade massor

5.1.1 Klassning

De uppgrävda massorna kan klassas i olika grupper av flera skäl. Beroende på föroreningsgrad krävs i vissa fall tillstånd för hantering, transport och behandling. Massor med låg föroreningsgrad kan i vissa fall återvinnas eller användas som konstruktionsmaterial till exempel inom deponier. Föroreningsgraden påverkar även kostnaderna för omhändertagande.

Hanterandet och transport av förorenade jordmassor styrs i första hand av Miljöbalkens 9:e kapitel och förordning (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd.

Enligt 20 § gäller särskilda bestämmelser för mellanlagring, återvinning och bortskaffande av farligt avfall. En ansökan om tillstånd till mellanlagring, återvinning eller bortskaffande av farligt avfall skall, utöver vad som anges i 22 kap. 1 § miljöbalken, alltid innehålla uppgifter om art och mängd av det farliga avfall som sökanden avser att mellanlagra, återvinna eller bortskaffa och varifrån avfallet kommer, samt uppgifter om var och på vilket sätt avfallet skall mellanlagras, återvinnas eller bortskaffas.

I avfallsförordningen (SFS 2001:1063) ges upplysningar om hur kategoriseringen och klassningen av jordmassor skall ske. Avfallskategorin för förorenad jord är Q15, ”förorenade material, ämnen och produkter som uppkommit som resultat av marksanering”. Avfallsklassningen innebär att jord innehållande ämnen över haltgränsen för farligt avfall hamnar i klass 17 05 03 och övrig jord i klass 17 05 04.

5.1.2 Haltgränser för farligt avfall

Vid en eventuell sanering är val av metod för omhändertagande och hantering av uppgrävda förorenade massor beroende av bl.a. hur stor andel som klassas som farligt avfall. För farligt avfall ställs högre krav vid transport, mellanlagring, deponering, m.m. Avfall Sverige har tagit fram bedömningsgrunder gällande klassificering av förorenade massor som farligt avfall som utgår från EG-direktivet om farligt avfall i Avfallsförordningen (SFS, 2001). Föreslagna haltgränser för olika petroleumföroreningar är sammanställda i tabell 5.1.

En förenklad klassificering av det aktuella jordmaterialet har gjorts genom direkt jämförelse av halterna av olika föroreningar i de analyserade fasta proven med de förslag till haltgränser för klassning av farligt avfall som föreslagits av Avfall Sverige (2007).

De analyser som har genomförts visar generellt på halter av alifatiska och aromatiska kolväten som underskrider föreslagna haltgränser för farligt avfall. Undantaget är ett jordprov på djupet 2,3-3,0 m i provpunkt K24 som innehåller aromater C8-C10 i en halt av 1 800 mg/kg TS. Av detta dras slutsatsen att endast en mindre mängd massor behöver hanteras som farligt avfall.

Tabell 5.1 Föreslagna haltgränser för när förorenade massor skall anses utgöra farligt avfall (Avfall Sverige, 2007).

Ämne	Föreslagen haltgräns för farligt avfall (mg/kg TS)
Alifatiska kolväten C6-C10	1 000
Alifatiska kolväten C10-C16	10 000
Alifatiska kolväten C16-C35	10 000
Aromatiska kolväten C8-C10	1 000
Aromatiska kolväten C10-C35	1 000

5.2 Studerade åtgärder

I detta avsnitt beskrivs de åtgärdsalternativ som utvärderas i den fördjupade alternativanalysen. Som underlag för diskussionen om olika åtgärdsalternativ har området delats in i olika åtgärdsområden baserat på i huvudsak föroreningsituationen.

5.2.1 Förutsättningar för kostnadsberäkningarna

Det som förväntas vara styrande för hur de urschaktade massorna omhändertas är dess innehåll av oljeförorening. Förorenade massor transporteras till Ragn-Sells mottagningsanläggning i Högbytorp. Anläggningen har uppgivit en mottagningskostnad på 250 kr/ton. Eventuellt kommer massor där föroreningshalten är så låg att de kan anses vara rena att kunna återläggas inom området. En sådan åtgärd och vilken haltgräns som skulle gälla för att återläggning av massor skulle vara acceptabel får beslutas under entreprenadskedet i samråd med tillsynsmyndigheten.

I Tabell 5.2 ges å-priser för de moment som omfattas av de olika åtgärdsalternativ som diskuteras för åtgärd inom området. Å-priserna är ungefärliga och baserar sig på uppgifter erhållna vid kontakt med entreprenörer och på prisuppgifter från andra miljöutredningar. Vid omräkning mellan volym och mängd massor har en densitet på 1,8 ton/m³ använts.

Tabell 5.2. Antagna å-priser för olika åtgärdsmoment

Moment	Kostnad
Antagen kostnad schaktning, sortering, miljökontroll (kr/ton)	70-130
Ersättningsmassor (kr/ton)	50-100
Kostnad transport till deponi (kr/mil) ¹⁾	180-220
Kostnad transport av ersättningsmassor (kr/ton) < 5mil	80-140
Mottagningskostnad massor (kr/ton)	200-300
Mottagningskostnad fri fas Högbytorp (kr/ton)	700-1 000
Vattenrening - hyra utrustning samt filtermassor (kol el. torv) (kr/dag) ²⁾	4 000-6 000 kr
Pump and treat – installation	25 000-30 000
Rivning och omhändertagande av tre cisterner (kr)	50 000
Övrigt (projektering, entreprenad, byggherre mm)	30%

1) Kostnad för bil med släp (ca 35-40 ton/ekipage), 2) Baserad på en kapacitet på 16 m³/vecka

5.2.2 Nollalternativet

Nollalternativet innebär att inga efterbehandlingsåtgärder genomförs. Alternativet kan dock innebära oacceptabla risker på såväl kort som lång sikt. Platsspecifika riktvärden överskrids inom delar av området. Risk finns för såväl hälsoeffekter samt spridning till nedströms liggande bostäder. Vidare skulle nollalternativet kräva restriktioner för markanvändningen.

De direkta kostnaderna för ett nollalternativ är kortsiktigt låga. De inkluderar till exempel ett kontrollprogram för att övervaka utläckaget från området. Nollalternativet kan även innebära indirekta kostnader, exempelvis i form av minskat/förlorat markvärde, restriktioner för markanvändning som omöjliggör framtida exploatering, ökade framtida kostnader till följd av fortsatt förorenings-spridning om en sanering i ett senare skede skulle anses nödvändig. Nollalternativet kan därför inte utan vidare sägas representera det billigaste alternativet. Som framgår är resonemangen svåra att föra i kvantitativa termer, varför inga försök görs att uppskatta de faktiska kostnaderna för nollalternativet.

5.2.3 Åtgärd 1 – Omhändertagande av fri fas inom område A och urgrävning av cisterner

Denna åtgärd utgår från att oljeförorening i fri fas pumpas upp. I samband med pumpning av fri fas kommer även grundvatten att pumpas upp. Olje- och vattenfasen separeras i en oljeavskiljare. Mängden fri fas har tidigare uppskattats till 6–13 m³. Pga markprocesser som t ex ytspänning, kapillaritet och vattengenomsläpplighet är endast en del av den totala mängden fri fas tillgänglig för avlägsnande genom pumpning. För de aktuella markförhållandena och den uppskattade mängden fri fas bedöms mängden rörlig fri fas uppgå till ca 20-25 %, dvs 1–3 m³. Vid pumpningen kommer även en del grundvatten med varierande föroreningsgrad att erhållas, vid en avsänkt grundvattennivå på ca 1 m i ett system av pumpbrunnar uppskattas ca 120 m³/månad kunna genereras. Avsänkning av grundvattennivån och därmed pumpflöde bör hållas relativt lågt för att undvika att fri fas på grundvattenytan dras ned i djupare liggande icke-förorenad jord.

Den mängd vatten som finns i den jordvolym som bedöms påverkad av fri fas, dvs porvolym, uppskattas till ca 370 m³. Uppskattningen baseras på en yta på 1900 m², en förorenad jordmäktighet under grundvattenytan på 1 m och en porositet på 20 %. Teoretiskt innebär detta att med det uppskattade pumpflödet skulle porvolymen kunna omsättas på drygt 3 månader. Dock begränsas mängden uppumpat grundvatten av kapaciteten på vattenreningsanläggningen. I kostnadsberäkningarna har en vattenreningsanläggning med kapaciteten 16 m³ per vecka antagits vilket medför en omsättningstid av den förorenade porvolymen på ca 5-6 månader.

Preliminärt kan antas att fyra stycken pumpbrunnar etableras inom den östra delen av aktuellt område. Brunnarna placeras då i grundvattnets strömningsriktning och kommer att fånga upp föroreningen på ett mycket effektivt sätt. En preliminär bedömning är att brunnarna bör placeras intill undersökningspunkterna W03, GV23 samt väster/sydväst denna punkt och i läget något öster/söder om punkterna K16/K17. Slutgiltig placering av brunnarna avgörs på plats utifrån utrustning och lämplighet beträffande platsens förutsättningar. Ett förslag till hur pumpbrunnarna utformas ges i bilaga 3.

Oljefasen skickas till en mottagningsanläggning för destruktion och vattenfasen genomgår rening på plats. Behandlat grundvatten återinjekteras i grundvattenzonen alternativt avleds till kommunalt reningsverk via avloppssystemet för ytterligare rening.

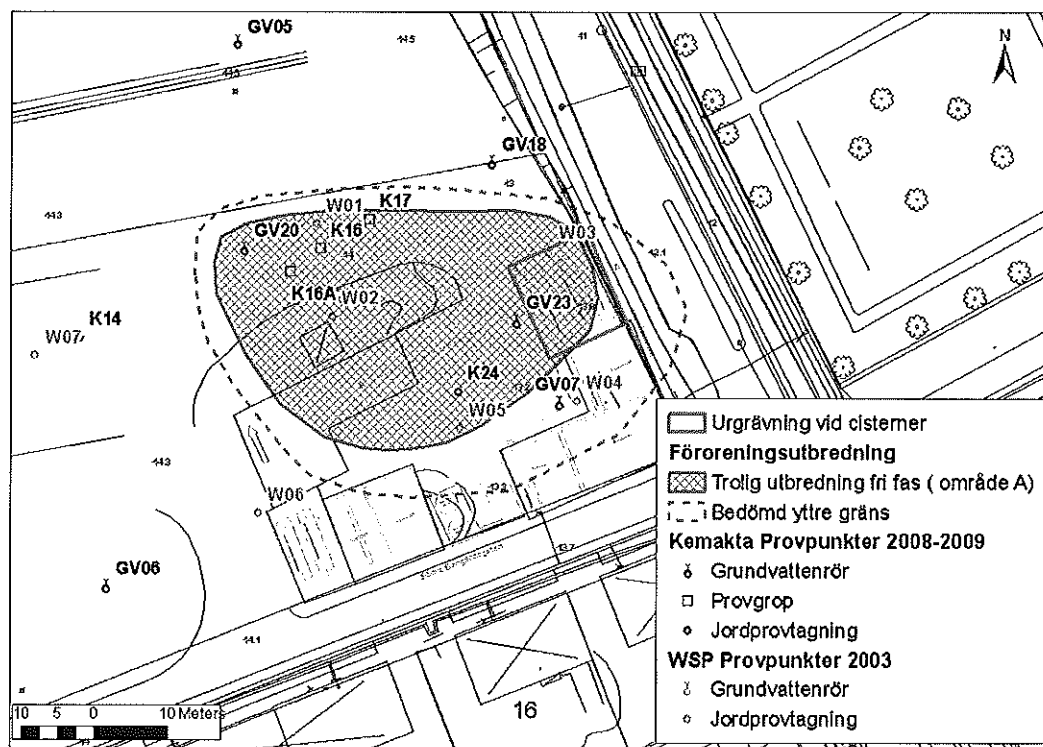
De tre underjordiska cisternerna i den östra delen av området grävs upp och omhändertas. Detta motiveras av att det kan bildas "fickor" med förorening i fri fas kring dessa cisterner och den betongplatta som de står på och som en pumpåtgärd inte "kommer åt". Åtgärden motiveras även av att det råder en osäkerhet om cisternerna verkligen är tömda och i vilket skick de befinner sig i. För att omhänderta cisterner och kringutrustning bedöms en yta på 160 m² behöva schaktas ur till ett djup på fyra meter. Detta ger en volym förorenade massor på cirka 640 m³. Vid den tidigare provtagningen under våren 2009 låg grundvattenytan cirka tre meter under markytan i området kring de tre cisternerna. En schakt ned till fyra meter innebär att arbetet kommer att behöva omfatta pumpning och rening av länsvatten för att så långt möjligt schakta under torra förhållanden. Mängden länsvatten har uppskattats till ca 60 m³ baserat på att schakt sker ned till en meter under grundvattennivån samt att tiden för schakt uppgår till en månad. Kostnadsberäkningar för vattenrening för alternativ 1, både pump and treat och schaktning, baseras dock endast på ovan angivna vattenmängd på 370 m³ då även schaktområdet för cisternerna omfattas av pump and treat.

Uppskattningar av vattenmängden är grova uppskattningar och baseras på antaganden om markens genomsläpplighet och gradienter.

Cisternerna ligger nära delar av byggnaden där "Mycke och Mera i Nyköping" har sin verksamhet. Beroende på hur byggnaden är konstruerad kan åtminstone delar av byggnaden att behöva rivras innan en schaktåtgärd kan genomföras. Kostnaden för en sådan rivning har inte beaktats i de kostnader som redovisas för åtgärden.

De områden som saneras i denna åtgärd redovisas i Figur 5.1 och antagna mängder fri fas och åtgärdsvolymen är sammanställda i Tabell 5.3

Kostnaden för Åtgärd 1 uppskattas till intervallet 1,4-2,2 miljoner kronor, se Tabell 5.4.



Figur 5.1. Åtgärd 1 - Bedömt område med förekomst av fri fas (område A) samt område som för urgrävning och avlägsnande av cisterner.

Tabell 5.3. Sammanställning över mängd fri fas som bedöms omhändertas liksom åtgärdsvolym som schaktas ur.

Volym fri fas (m ³)	3
Vattenvolym för rening (m ³)	370
Schaktyta (m ²)	160
Schaktdjup (m)	4
Schaktvolym (m ³)	640

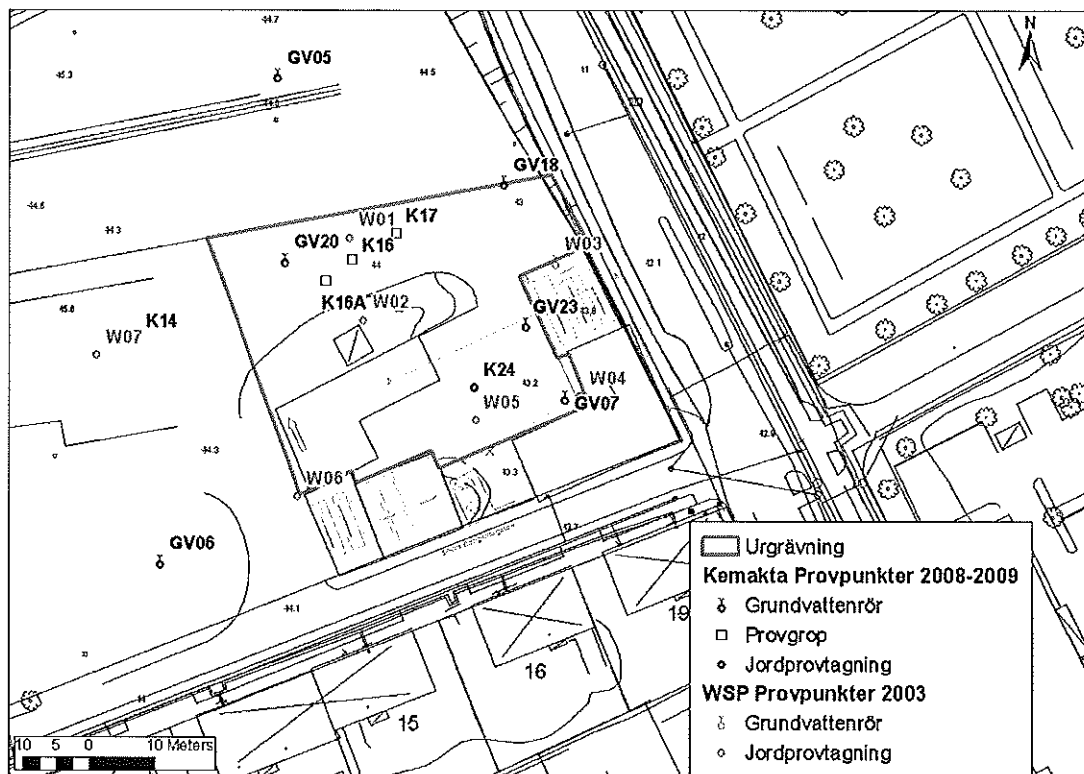
Tabell 5.4. Sammanställning över kostnader för sanering enligt Åtgärd 1

Moment	Kostnad (Mkr)	
	Min	Max
Antagen kostnad schaktning, sortering, miljökontroll	81 000	150 000
Ersättningsmassor, exkl transport	58 000	120 000
Kostnad transport till deponi	83 000	100 000
Kostnad transport av ersättningsmassor till området	92 000	160 000
Mottagningskostnad på deponi	230 000	350 000
Vattenrening	460 000	690 000
Omhändertagande av fri fas	2 100	3 000
Pump and treat (installation)	25 000	30 000
Omhändertagande av cisterner	50 000	50 000
Total	1 100 000	1 700 000
Övrigt (projektering, entreprenad, byggherre mm) 30 %	300 000	500 000
Summa	1 400 000	2 200 000

5.2.4 Åtgärd 2 – Urgrävning av jord inom område där fri fas förekommer (område A)

En åtgärd enligt Åtgärd 1 medför att den mobila föroreningen i fri fas omhändertas. Saneringen innebär dock att en restförorening kvarlämnas i marken. Denna utgörs dels av förorening fastlagd (sorberad) till jordpartiklar, dels av droppar av fri fas i porer i marken (icke rörlig fri fas, s.k. residual). Residualen uppskattas utgöra cirka 75-80 % av den totala mängden fri fas inom området.

För att åtgärda fastlagd förorening och residual skulle en schaktåtgärd genomföras som komplement till Åtgärd 1. Trots att huvuddelen av den fria fasen kommer att avlägsnas genom schaktning är ändå en föregående pumpning att föredra för att undvika grävning i massor med "överskott" av fri fas vilket kan medföra praktiska och miljömässiga problem. Åtgärden skulle omfatta massor där en påtaglig förekomst av residualförorening förekommer. Omfattningen av en sådan schaktåtgärd är svår att bestämma utifrån de undersökningar som har genomförts. För kostnadskattningen antas schaktåtgärden utföras inom en yta på 1 900 m² (se figur nedan).



Figur 5.2 Åtgärd 2 - Åtgärdsyta i anslutning till område där fri fas bedöms förkomma.

Nivån över vilket residualförorening förekommer bedöms utifrån uppmätta halter med PID-instrument. I den södra delen av åtgärdsområdet (GV07 och K24) påvisas höga halter ned till bedömd nivå för bergöverytan på cirka tre meters djup. I den nordvästra delen (GV20) bedöms massor ned till åtminstone sju meter under markytan vara förorenade. För kostnadsskattningen ansätts ett saneringsdjup på i medeltal fyra meter och att massor i intervallet 0-2 meter under markytan har så låga föroreningshalter att dessa kan återläggas inom området. Tillsammans med en yta på 1 900 m² ger detta en urschaktad volym på 7 600 m³ varav en volym på 3 800 m³ skickas till en mottagningsanläggning.

En schakt som lokalt görs ned till sju meters djup innebär att schaktning görs med släntlutning (vilket medför att en större yta och därmed större volym än som redovisas i Figur 5.2 och Tabell 5.5 påverkas av en schaktåtgärd) eller att spont installeras kring delar av åtgärdsområdet (kostnad för eventuell spont ej beaktad). Schakt ned till bergöverytan i den södra delen av åtgärdsområdet kan vara förknippad med stabilitetsproblem för befintliga byggnader. Detta kan sätta begränsning på hur långt söder ut en schaktåtgärd kan genomföras, alternativt att byggnaderna behöver rivras.

En åtgärd ned till sju meters djup innebär en schakt ned till åtminstone tre meters djup under den nivå på vilken grundvattenytan låg vid Kemaktas tidigare undersökning i den norra delen av åtgärdsområdet. I den södra delen däremot finns förutsättningar att schakta under torra förhållanden utan att behöva sänka grundvattenytan. Inom delar av området kommer arbetet därför att behöva omfatta pumpning och rening av länsvatten för att så långt möjligt schakta under torra förhållanden. Mängden länsvatten har uppskattas till ca 400 m³ baserat att schakt sker ned till en meter under grundvattennivån samt att tiden för schakt uppgår till en månad.

Tabell 5.5. Sammanställning över potentiellt förorenat område i anslutning till område där fri fas bedöms förekomma.

Åtgärdsområde	Yta (m ²)	Åtgärdsdjup (m)	Volym (m ³)
Urschaktning	1 900	4	7 600
Ersättningsmassor			3 800
Vattenrening			400

Urschaktade massor förväntas var förorenad av oljeförorening i halter som medger omhändertagande genom biologisk behandling vid en extern mottagningsanläggning.

Kostnaden för Åtgärd 2 uppskattas till intervallet 5,5-9,0 miljoner kronor, se Tabell 5.6.

Tabell 5.6. Sammanställning över kostnader för sanering enligt Åtgärd 2.

Moment	Kostnad (Mkr)	
	Min	Max
Antagen kostnad schaktning, sortering, miljökontroll	960 000	1 800 000
Ersättningsmassor, exkl transport	340 000	680 000
Kostnad transport till deponi	490 000	600 000
Kostnad transport av ersättningsmassor till området	550 000	960 000
Mottagningskostnad på deponi	1 400 000	2 100 000
Vattenrening	500 000	750 000
Total	4 200 000	6 900 000
Övrigt (projektering, entreprenad, byggherre mm) 30 %	1 300 000	2 100 000
Summa	5 500 000	9 000 000

5.2.5 Åtgärd 3 – Urgrävning av jord under byggnader och omhändertagande av eventuell fri fas på bergöveryta

Kemiska analyser av jord har visat på förekomst av alifatiska och aromatiska kolväten i marken i hörnet av byggnaden där "Mycke och Mera i Nyköping" har sin verksamhet (provpunkt GV07 och W04). Analyserna visar generellt på något högre halter mot djupet och att föroreningar förekommer även på de djup där borrstopp har erhållits. Detta tillsammans med det faktum att halterna av alifatiska och aromatiska kolväten är i stort sett identiska med de halter som uppmäts i GV23 där fri fas har påvisats, kan betyda att förorening i fri fas ligger på bergöverytan.

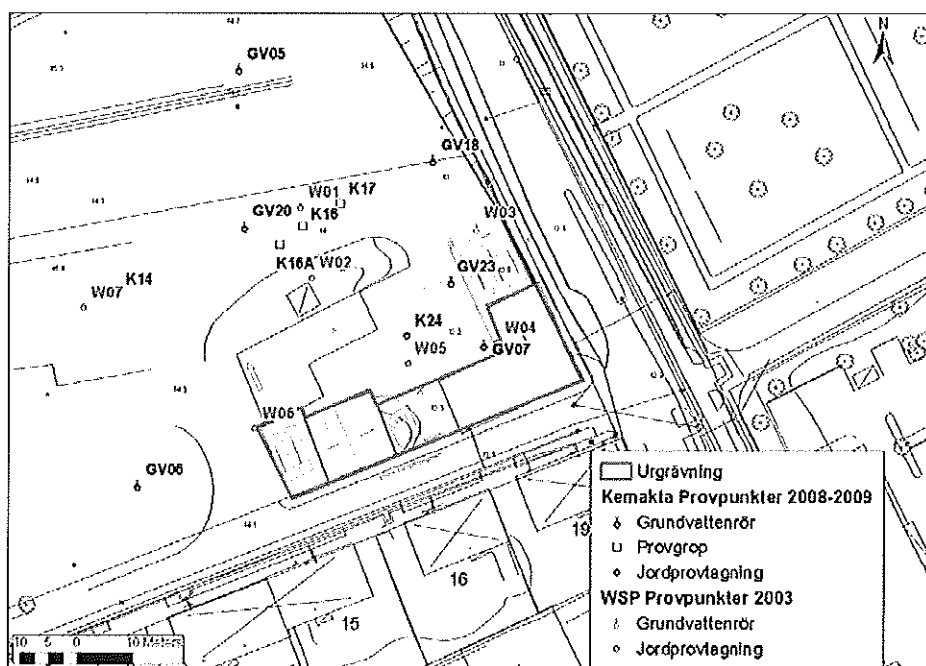
Åtgärd 3 omfattar en urschaktning av jord under byggnader i det sydöstra hörnet av fastigheten Väster 1:42. Detta motiveras med misstankar om att marken under byggnaderna kan ha förorenats under perioder med höga grundvattennivåer inom området och att detta även har medfört att det finns "pölar" med fri fas kvar i lågpunkter i bergöverytan.

Åtgärden inleds med att de befintliga byggnaderna inom åtgärdsytan rivs. Därefter genomförs en urschaktning av jordmassor inom ett område på cirka 700 m², se Figur

5.3. Schaktningen omfattar samtliga massor ned till bergöverytan där bergöverytans nivå ligger högre än grundvattennivån. I de fall där bergöverytan ligger under grundvattennivån och grundvattenmagasin i jord påträffas under byggnaderna antas att urgrävning ned till fyra meter kommer att krävas för att säkerställa att jord med fri fas omhändertas.

Massornas mäktighet inom ytan för de befintliga byggnaderna bedöms utifrån genomförda skruvborrningar och slagsonderingar vara i huvudsak en till tre meter. Vid den del av byggnaden som ligger närmast de tre nedgrävda cisternerna bedöms bergöverytan sluta nedåt varför mäktigheten antas vara större. För en skattning av mängden massor som behöver schaktas ur inom Åtgärd 3 ansätts mäktigheten till i medeltal 2,5 meter. Detta ger en volym massor att schakta ur som uppgår till ca 1 750 m³. Urschaktade massor ersätts med rena massor. Eventuell fri fas som påträffas omhändertas genom pumpning. Det antas att massor ned till 1,5 meter under markytan har föroreningshalter som medger att massorna kan återläggas inom området. Detta innebär att 1 050 m³ återläggs och 700 m³ skickas till en mottagningsanläggning.

En åtgärd förutses ske under en period då grundvattnet inte når upp till området under de aktuella byggnaderna. En schaktåtgärd kan därmed till stora delar genomföras under torra förhållanden vilket innebär att det inte krävs något omhändertagande av större mängder vatten. Mindre mängder vatten kan dock behöva omhändertas. Mängden länsvatten har uppskattats till ca 40 m³ baserat på att schakt sker ned till en meter under grundvattennivån samt att tiden för schakt uppgår till en månad. Schakt under grundvattennivån bedöms i första hand ske i anslutning till byggnadens östra delar, den sk tapplokalen. Uppumpat vatten kan utgöras av vatten som finns tillsammans med eventuella förekomster av fri fas i sänkor i bergöverytan. Vidare kan en viss nederbörd falla under den period då schakten genomförs. Schakt närmast cisternerna kommer till viss del att kunna ske under de grundvattennivåer som råder normalt. Vattnet leds till en oljeavskiljare för att separera vatten och fri fas, varefter vattenfasen renas på samma sätt som inom Åtgärd 1.



Figur 5.3. Åtgärd 3 - Åtgärdsyta under byggnaden i den sydöstra delen av Väster 1:42.

Tabell 5.7. Sammanställning över potentiellt förorenat område under byggnaden.

Åtgärdsområde	Yta (m ²)	Åtgärdsdjup (m)	Volym (m ³)
Urschaktning	700	2.5	1750
Ersättningsmassor			700
Vattenrening			40

För kostnadsskattningen antas att samtliga urschaktade massor omhändertas genom biologisk behandling. Kostnaden för denna åtgärd skattas till intervallet 1,0-1,7 miljoner kronor.

Tabell 5.7. Sammanställning över kostnader för sanering enligt Åtgärd 3.

Moment	Kostnad (Mkr)	
	Min	Max
Antagen kostnad schaktning, sortering, miljökontroll	220 000	410 000
Ersättningsmassor, exkl transport	63 000	130 000
Kostnad transport till deponi	91 000	110 000
Kostnad transport av ersättningsmassor till området	100 000	180 000
Mottagningskostnad på deponi	250 000	380 000
Vattenrening	50 000	75 000
Total	770 000	1 300 000
Övrigt (projektering, entreprenad, byggherre mm) 30 %	230 000	400 000
Summa	1 000 000	1 700 000

5.2.6 Åtgärd 4 - Rivning av byggnader

De åtgärder som beskrivs inom Åtgärd 1-3 kommer helt eller delvis att omfatta massor i anslutning till byggnader inom den sydöstra delen av fastigheten Väster 1:42.

Byggnaderna måste därför rivas, partiellt eller helt och hållet. Innan en rivning kan påbörjas måste rivningslov utfärdas. Vidare behövs en rivningsanmälan och rivningsplan för att redovisa hur rivningsmaterial tas om hand.

Kostnaden för att riva samtliga byggnader inom den sydöstra delen av Väster 1:42 skattas mycket grovt till mellan en och två miljoner kronor. En mer detaljerad uppskattning av rivningskostnaden kräver att en byggnadsinventering genomförs och att en rivningsplan upprättas där det specificeras hur stora mängder och volymer av olika material och föroreningar (t ex asbest, PCB) som finns i byggnaderna.

5.3 Studerade åtgärdsalternativ

Utöver nollalternativet har tre olika åtgärdsalternativ definierats. Dessa alternativ omfattar en allt mer omfattande grad av åtgärd från Alternativ 1 till Alternativ 3. I följande avsnitt diskuteras respektive alternativ utifrån uppnådd riskreduktion, de kostnader som är förknippade med åtgärden samt övriga aspekter. En sammanställning av analysen redovisas i bilaga 1.

5.3.1 Nollalternativet

Omfattning

Detta alternativ innebär att området lämnas utan åtgärd.

Teknisk genomförbarhet

Inga åtgärder genomförs.

Riskreduktion

Riskerna med området i dagsläget utgörs främst av spridning av föroreningar i fri fas och lösta i grundvattnet. Uppmätta halter av lätta alifater och lätta aromater, inklusive bensen och xylene, förekommer i halter över plats specifika riktvärden för skydd av grundvatten nedströms området (skyddsobjektet är bostäder 50 meter nedströms området och exponeringsrisken utgörs av inandning av ångor i inomhusluft).

Hälsoriskerna bedöms vara begränsade i dagsläget då halter över plats specifika hälso-riktvärden överskrider i huvudsak på djup större än två meter under markytan och området till stor del är asfalterat. Det är främst vid markarbeten som risker kan uppkomma.

Den markmiljö som finns att skydda i dagsläget är uteslutande marklevande organismer. Bedömningen är att det lokalt finns områden, främst i djupare jordlager, där uppmätta föroreningshalter överskrider riktvärden för miljöskydd. Detta bedöms dock inte ha någon effekt för områdets ekologiska funktion i stort.

Den naturliga nedbrytningen av höga halter av petroleumförorening i marken går långsamt. De risker som föreligger med området idag kommer att därför kvarstå i framtiden med nollalternativet.

Kostnader

Ej definierbar då ingen åtgärd utförs.

Övrigt

Detta medför att restriktioner för markanvändningen måste upprättas. Sådana restriktioner kan exempelvis omfatta begränsningar vid markarbeten, anläggande av ledningar och nya byggnader. Vidare måste ett miljökontrollprogram införas för att säkerställa att det inte föreligger några risker för dem som uppehåller sig inom fastigheten eller för de bostäder som ligger nedströms området.

5.3.2 Alternativ 1

Omfattning

Detta alternativ utgörs av Åtgärd 1. Åtgärden omfattar omhändertagande av rörlig fri fas (uppskattningsvis 1-3 m³). Vidare sker en urgrävning av massor (cirka 640 m³) kring de

tre cisterner (2 st à 25 m³, 1 st à 50 m³) som är nedgrävda i den sydöstra delen av fastigheten och cisternerna omhändertaras. För att detta skall kunna genomföras kommer eventuellt en del av byggnaden där ”Mycke och Mera i Nyköping” bedriver sin verksamhet att behöva rivras. Den del som primärt ligger i farozonen utgörs av verkstadsdel/lager.

Teknisk genomförbarhet

Den metod som förespråkas för omhändertagande av förorening i fri fas är etablerad. De undersökningar som har gjorts visar att markförhållanden som råder inom området inte skall utgöra något problem vid installation av pumpbrunnar. Den tekniska genomförbarheten bedöms därför i huvudsak vara god. Den osäkerhet som föreligger är kopplad till osäkerheten vad gäller utbredningen av förorening i fri fas och därmed behovet av antal pumpbrunnar och den tid som krävs för att genomföra åtgärden.

Riskreduktion

Saneringsalternativet innebär att en del av den fria fasen, den rörliga delen, omhändertas. Som med alla åtgärder som utförs in situ är det svårt att uppnå en fullständig reduktion av mängden fri fas med en pumpåtgärd. Åtgärden kommer dock att kraftigt reducera de risker som förekomst av fri fas innebär inom området liksom risken för transport av fri fas utanför fastigheten. Åtgärden kommer även att medföra en reduktion av de höga föroreningshalter som har påvisats i grundvatten inom de delar av området där fri fas förekommer.

Åtgärden innebär dock att en restförorening kvarlämnas i marken, se avsnitt 5.2.4. Erfarenhetsmässigt kan residualen komma att uppgå till en så stor andel som 75-80 % av den totala mängden fri fas som finns inom området. Kvarlämnad residual (som till stor del återfinns i massor som normalt ligger under eller i nivå med grundvattenytan) innebär att grundvattnet inom området riskerar att vara förorenat även efter en sanering. De grundvattenhalter som kvarlämnad residual kommer att ge upphov till är svår att bedöma. Det kan dock konstateras att lösligheten av de enskilda komponenter som finns i en petroleumprodukt kan ligga i nivå med eller överskrida halter i grundvatten som kan medföra risk vid inandning av ångor i nedströms liggande bostäder. Det största problemet bedöms bensen utgöra. Lösligheten av bensen i en typisk bensin uppskattas till cirka 70 mg/l. Detta skall jämföras med den grundvattenhalt (0,05 mg/l) som teoretiskt ger upphov till en halt i inomhusluft som överskrider den koncentration som motsvarar acceptabel risk ($RISK_{inh}=0,0017 \text{ mg/m}^3$)^{1 2}. Om grundvatten tränger in under byggnaderna i den sydöstra delen av Väster 1:42, någonting som bara bedöms kunna ske under perioder med höga grundvattennivåer inom området, skulle det även kunna medföra att halten i inomhusluft riskerar att överstiga de lågrisknivåer som gäller.

Hälsorisker i samband med markarbeten kvarstår då förorening kvarlämnas i form av orörlig fri fas. Riskerna för markmiljön bedöms även de i stort vara oförändrade i förhållande till dagsläget.

Kostnader

Kostnader för omhändertagande av fri fas samt urgrävning av cisterner uppgår till intervallet 1,4–2,2 miljoner kronor.

¹ I denna beräkning antas en utspädning mellan porluft och inomhusluft på 5 000 gånger.

² RISK-värdet beskriver risken för cancer där ett extra cancerfall per 100 000 invånare accepteras.

Övrigt

Då saneringen innebär att en restförorening kvarlämnas i marken kommer restriktioner för markanvändningen sannolikt att behöva upprättas. Dessa är av samma typ som redovisas för nollalternativet ovan.

5.3.3 Alternativ 2

Omfattning

Alternativ 2 är identiskt med alternativ 1 förutom att även massor inom området där fri fas förekommer schaktas ur och omhändertas (Åtgärd 1+2). Åtgärden omfattar därmed urschaktning av 7 600 m³ massor utöver de som omhändertas inom åtgärd 1.

Åtgärden har som mål att omhänderta även den fria fas som kvarlämnas inom Alternativ 1. En viss osäkerhet föreligger vad gäller möjligheten att omhänderta fri fas som eventuellt återfinns långt under grundvattenytan.

Teknisk genomförbarhet

Den tekniska genomförbarheten vad gäller omhändertagande av fri fas bedöms i huvudsak vara god, se Alternativ 1. Detta gäller även genomförande av föreslagen schakt-åtgärd. De problem som kan förutses med schaktåtgärden är att delar av massorna som skall omhändertas ligger i direkt anslutning till befintliga byggnader. Stabilitetsproblem kan göra att massor närmast byggnaderna måste kvarlämnas. Mängden förorening i massor som inte kan åtgärdas bedöms dock vara begränsad.

Ett annat problem med föreslagen åtgärd är att schaktningen kan behöva genomföras till förhållandevis stort djup inom en del av åtgärdsområdet (främst i den nordvästra delen). Här har höga halter påvisats ned till sju meters djup vid analys med PID. Detta innebär att massor tre meter under befintlig grundvattenytan skall åtgärdas. En sådan schakt-åtgärd måste i huvudsak genomföras under torra förhållanden, dvs fritt från grundvatten. Att sänka grundvattenytan tre meter genom pumpning anses inte vara en genomförbar åtgärd. Att sponta in en del av åtgärdsområdet kan vara en möjlig åtgärd. Här råder dock osäkerhet om hur omfattande, och därmed kostsam, en sådan åtgärd skulle behöva vara.

Riskreduktion

Åtgärden kommer att i stort sett eliminera risken med fri fas inom området och risken för transport av fri fas ut från området. Likaså kommer halterna av lösta föroreningar i grundvattnet att reduceras till låga nivåer. Den förorening som kan kvarstå inom området är eventuell förorening på djup som överskrider åtgärdsdjupet samt eventuell förekomst av förorening under byggnaderna i den östra delen av fastigheten. Den del urschaktade massor som kan komma att återläggas inom området skall innan återläggning vara miljökontrollerade för att säkerställa att inga petroleumförorenade massor återläggs.

Riskerna för hälsa och miljö bedöms komma att reduceras markant med detta alternativ då huvuddelen av den fria fasen omhändertas. Risker kan kvarstå på större djup där förorening kvarlämnas men sannolikheten att en människa ska komma i kontakt med massor på så stort djup är liten.

Den miljö som finns att skydda på djup ned mot fem meter under markytan är begränsad varför detta alternativ bedöms utgöra ett fullgott skydd för markmiljön inom området.

Kostnader

Kostnader för omhändertagande av fri fas, urgrävning av cisterner samt urgrävning av massor inom område där fri fas förekommer skattas till intervallet 6,9-11,2 miljoner kronor.

Dessa kostnader baseras på antagandet att 7 600 m³ massor schaktas ur, att 3 800 m³ av detta utgörs av förorenade jordmassor som transporteras till mottagningsanläggning och att resterande 3 800 m³ av urschaktade massor kan återläggas inom området samt att 400 m³ vatten behöver renas.

Då utbredningen av förorenade jordmassor inte är klarlagd råder en stor osäkerhet vad gäller volymen massor som behöver schaktas ur. Likaså är mängden massor som kan återläggas svårbedömd. Detta beror dels på att föroreningshalterna är begränsat kartlagd, dels på att det inte är fastställt vilka föroreningshalter som kan accepteras i återlagda massor. För att få en indikation på hur dessa osäkerheter påverkar åtgärds-kostnaden har en känslighetsanalys utförts. Denna redovisas i bilaga 4 och visar på kostnader för urgrävning av jord inom området där fri fas förekommer (se åtgärd 2 i avsnitt 5.2.4) som varierar mellan 2,7 och 16,9 miljoner kronor exklusive kostnad för vattenrening och så kallade övriga kostnader (projektering, entreprenad, byggherre mm).

Övrigt

De restriktioner som behöver läggas för området inskränker sig till undersökningsplikt i samband med eventuella markarbeten etc inom den del av fastigheten som inte åtgärdas (i huvudsak de ytor där byggnaderna står idag).

5.3.4 Alternativ 3

Omfattning

Detta alternativ omfattar de åtgärder som vidtas i Alternativ 2 men dessutom en rivning av samtliga byggnader i det sydöstra hörnet av fastigheten Väster 1:42 och en urschaktning av jord under dessa byggnader (Åtgärd 1, 2, 3 och 4). Åtgärden omfattar urschaktning av 1 750 m³ massor utöver de som omhändertas inom Alternativ 2. Åtgärden medför att den förorening som kan kvarstå inom området är eventuell förorening på djup som överskrider åtgärdsdjupet för Åtgärd 2. Mängden förorening som omhändertas är identisk med Alternativ 2 plus eventuell förorening som förekommer under byggnaderna.

Teknisk genomförbarhet

Den tekniska genomförbarheten är till stor del den samma som för alternativ 2. Genomförbarheten för tillkommande åtgärder, rivning av byggnader och omhändertagande av massor under dessa, bedöms i huvudsak inte utgöra några svårigheter. Ett praktiskt problem skulle kunna vara att trottoarer längs Södra Bangårdsgatan och Brunnsgatan kan komma att förstöras och inte kan utnyttjas av allmänheten under en åtgärd.

Riskreduktion

Det är inte klarlagt om marken under byggnaderna är förorenad. Rent topografiskt bedöms den största risken för förekomst av föroreningar under byggnaderna utgöra den del av byggnaden som angränsar mot Brunnsgatan. Spridningen med grundvatten från området under byggnaderna bedöms vara begränsad då grundvattennivån normalt inte står så högt som krävs för att tränga in under byggnaden. Även vad gäller spridning är

risken störst från området som angränsar mot Brunnsgatan där höjdskillnaden mellan markytan och Brunnsgatan är cirka 1,5 m.

Om föroreningar förekommer under byggnaderna kan detta medföra en risk vid inandning av inomhusluft. Den provtagning av inomhusluft som har gjorts visar inte på några halter över rapporteringsgräns.

Kostnader

Kostnader för omhändertagande av fri fas, urgrävning av cisterner, urgrävning av massor inom område där fri fas förekommer samt rivning av byggnader och omhändertagande av massor under dessa skattas till intervallet 8,9-14,9 miljoner kronor. Då även detta alternativ omfattar urschaktning av massor inom område där fri fas förekommer, är kostnadsskattningen mycket osäker även för detta alternativ.

5.3.5 Sammanfattning av studerade åtgärdsalternativ

I Tabell 5.8 redovisas den riskreduktion som bedöms erhållas med respektive åtgärdsalternativ.

Tabell 5.8. *Erhållen riskreduktion för respektive åtgärdsalternativ*

Alt.	Hälsorisker inom området	Miljörisker inom området	Spridning
Nollalternativ	Risker uppkommer främst i samband med markarbeten inom området. Inandning av ångor i inomhusluft kan komma att utgöra ett problem.	Någon effekt för områdets ekologiska funktion i stort bedöms inte föreligga i dagsläget.	Risker med spridning av fri fas och löst i grundvatten. Skyddsobjektet är bostäder 50 meter nedströms området och exponeringsrisken utgörs av inandning av ångor i inomhusluft
Alternativ 1	Reducering av mängd fri fas medför att hälsoriskerna minskar. Risker kvarstår dock då förorening kvarlämnas i form av orörlig fri fas.	Riskerna för markmiljön bedöms även de i stort vara oförändrade i förhållande till dagsläget.	Reducering av mobil fri fas medför minskad spridning av fri fas och lägre halter i grundvatten som sprids från området. Det är dock osäkert vilka föroreningshalter i grundvatten som kvarlämnad förorening ger upphov till. Risker för nedströms boende kan därför inte uteslutas även efter en åtgärd.
Alternativ 2	Riskerna för hälsa reduceras markant då huvuddelen av den fria fasen omhändertas. Risken med kvarlämnad förorening på större djup bedöms vara liten.	Alternativet bedöms utgöra ett fullgott skydd för markmiljön inom området.	I stort sett elimineras risken för transport av fri fas ut från området. Halterna av lösta föroreningar i grundvattnet reduceras till låga nivåer.
Alternativ 3	Se Alternativ 2	Se alternativ 2	Se alternativ 2

6 Värdering av åtgärdsalternativ

I detta kapitel redovisas underlaget till riskvärdering. Riskvärderingen baseras i huvudsak på den tidigare genomförda riskbedömningen (Kemakta, 2009) och den åtgärdsutredning som har genomförts inom föreliggande uppdrag. Det slutgiltiga beslutet om val av åtgärdsalternativ görs av huvudmannen i samråd med tillsynsmyndigheten.

Kapitlet inleds i avsnitt 6.1 med att definiera de olika kriterier som har utvärderats. I avsnitt 6.2 görs en bedömning av de olika åtgärdsalternativen med avseende på de olika bedömningskriterierna.

6.1 Bedömningskriterier

Underlaget för riskvärdering av de olika åtgärdsalternativen bedöms med avseende på fem huvudkriterier:

- Riskreduktion
- Genomförande
- Måluppfyllelse
- Kostnader
- Övrigt

Varje huvudkriterie är indelat i underkriterier som var och en graderas enligt en femgradig skala där 0 är lägst betyg och 4 högst betyg. För varje huvudkriterie beräknas ett medelvärde utifrån graderingen för respektive underkriterie. På detta sätt får varje huvudkriterie samma vikt oberoende av hur många underkriterier som har definierats för huvudkriteriet.

En sammanställning av värderingen redovisas i bilaga 2.

6.1.1 Riskreduktion

Bedömningskriteriet riskreduktion omfattar:

Skydd av människors hälsa och miljö: hur väl skyddas människors hälsa och miljö med respektive åtgärdsalternativ. Som grund för denna bedömning ligger den nuvarande markanvändningen (verksamhet alternativt kontorsverksamhet).

Långtidseffekt: medför åtgärdsalternativet en långsiktig lösning på förorenings-situationen eller inte.

Reduktion av förorenings toxicitet, mobilitet, mängd eller volym: Här bedöms i vilken grad föroreningsmängden reduceras genom åtgärden. Bedömningen baseras på den reduktion som erhålls initialt efter genomförd åtgärd och beaktar inte mer långsiktiga effekter såsom biologisk nedbrytningen av föroreningar med tiden.

6.1.2 Genomförande

Bedömningskriteriet genomförande omfattar:

Teknisk genomförbarhet. Är åtgärdsalternativet förknippad med tekniska svårigheter vid genomförande. Detta kan exempelvis utgöras av problem vid schaktarbeten (stabilitetsproblem, schaktdjup kontra grundvattennivå, risker för spridning av föroreningar i samband med åtgärd).

Genomförbarhet sett ur juridiska och administrativa aspekter: Påverkas genomförandet av olika juridiska och/eller administrativa aspekter. Detta kan till exempel vara krav på tillstånd eller anmälan enligt gällande lagstiftning för att genomföra en åtgärd, i vilken grad fastighetsägare och verksamhetsutövare berörs (krävs tillstånd från eller överenskommelse med dessa), påverkas enskilda eller allmänna intressen.

Korttidseffekter (störningar under genomförande): Här bedöms påverkan på omgivning, arbets- och miljöaspekter under åtgärd.

Genomförandetid: Här bedöms alternativen utifrån den tid som krävs för att genomföra en åtgärd.

Kontrollerbarhet: Vilken form av kontroll krävs i samband med åtgärd för att säkerställa att åtgärden uppfyller åtgärdsmålen och vilka krav ställs på kontroll för att följa upp att önskad effekt erhålls efter det att åtgärden är genomförd.

6.1.3 Måluppfyllelse

Bedömningskriteriet måluppfyllelse omfattar:

Övergripande åtgärds mål: Inom detta kriterium bedöms i vilken grad respektive åtgärdsalternativ uppfyller de olika övergripande åtgärds mål som har ställts upp.

Övriga aspekter: Kriteriet bedömer hur väl respektive åtgärdsalternativ uppfyller aspekter som inte omfattas av övriga kriterier. Detta kan exempelvis vara de olika krav som huvudmannen har ställt upp.

6.1.4 Kostnader

Bedömningskriteriet *kostnader* graderar de olika åtgärdsalternativen efter den totalkostnad som skattas för respektive alternativ.

6.1.5 Övrigt

Under detta bedömningskriterie samlas aspekter som inte passar in under någon av tidigare fyra huvudkriterier. I detta fall bedöms *inverkan på landskapsbild*.

6.2 Bedömning av åtgärdsalternativ

6.2.1 Riskreduktion

Riskreduktionen bedöms vara högst för alternativ 3 då i stort sett all förorening åtgärdas. Snittbetyget blir högsta möjliga (4 poäng). Alternativ 2 får 3 poäng för samtliga underkriterier. Det lägre betyget motiveras med den osäkerhet som alternativet ger angående eventuell förorening som lämnas kvar under byggnaderna.

Alternativ 1 erhåller en lägre poäng för riskreduktion då en stor andel av den fri fasen lämnas kvar inom området. Snittpoängen blir 1.

Eftersom inga föroreningar åtgärdas inom nollalternativet får detta alternativ 0 poäng för samtliga utvärderade underkriterier.

6.2.2 Genomförande

Störningar under åtgärd

Åtgärder som omfattar urgrävning och borttransport av massor kommer att medföra störningar för omgivande bostäder på grund av det stora antalet transporter som måste ske från området. Ju mer omfattande urschaktningsåtgärder som genomförs desto fler

transporter. Närheten till stambanan gör att transport på järnväg bedöms kunna vara ett alternativ till transport med bil.

I samband med genomförande av en åtgärd kan damning och buller innebära ett störande moment för de fastigheter som ligger närmast åtgärdsområdet. Ett flertal av de aktuella föroreningarna är flyktiga varför luktproblem kan uppstå i samband med en åtgärd.

Schaktarbeten nära gator kan innebära viss störning för allmänheten då viss inverkan på trottoarer längs angränsande gator kan befaras.

Kravet att hänsyn skall tas till närboende under genomförande av åtgärd uppfylls till fullo av nollalternativet då ingen åtgärd utförs. Buller och luktproblem kan föreligga vid samtliga tre åtgärdsalternativ. Antalet transporter ökar med åtgärdens omfattning och är därmed minst för alternativ 1 och störst för alternativ 3. För alternativ 3 kan även störning uppkomma då viss inverkan på trottoarer längs angränsande gator kan befaras i samband med rivning av byggnader och schaktarbeten i mark under dessa.

Juridiska aspekter

Deponering är tillståndspliktig verksamhet, men eftersom deponering förutses ske på en extern anläggning med tillstånd för mottagning av farligt och icke farligt avfall utnyttjas det befintliga tillståndet som anläggning har.

Eventuell behandling av omhändertagna massor förutses genomföras på en extern mottagningsanläggning som redan har befintligt tillstånd för denna typ av verksamhet.

Åtgärder som innebär att grundvattenytan måste avsänkas kan vara tillståndspliktig verksamhet. En grundvattenavsänkning är alltid att betrakta som vattenverksamhet enligt 11 kap i miljöbalken och vattenverksamhet är normalt tillståndspliktig. Om verksamhetsutövaren kan visa att allmänna och enskilda intressen inte skadas behöver tillstånd inte sökas.

Den åtgärd som ligger närmast för att vara ett tillståndsärende är Åtgärd 2 som bygger på att grundvattennivån sänks. Om tillstånd kommer att krävas kan handläggningstiden för tillståndsundersökningar innebära att huvudmannens önskemål att en åtgärd skall vara avslutad under 2011 blir svår att uppfylla. Detta skulle i så fall gälla såväl Alternativ 2 som Alternativ 3. Områdets läge, centralt i Nyköping, gör att grundvattnet inte används för något specifikt ändamål. Det bedöms därför finnas förutsättningar att kunna visa att varken allmänna eller enskilda intressen skadas i samband med en avsänkning av grundvattenyta och att verksamheten därmed inte skulle kräva tillstånd.

Inverkan på övriga allmänna och enskilda intressen

Den verksamhet som bedrivs inom åtgärdsområdet idag ("Mycke och Mera i Nyköping") kommer att påverkas vid en åtgärd. En sanering enligt Åtgärd 1 kommer troligtvis att medföra att delar av byggnaden där verksamheten bedrivs kommer att behöva rivras. De delar som främst skulle behöva rivras utgörs av verkstadsdel/lager. Åtgärd 2 omfattar även andra delar av området kring byggnaden där verksamheten bedrivs. För denna åtgärd är det tveksamt om verksamhet kommer att kunna bedrivs över huvud taget. En åtgärd enligt Åtgärd 3 innebär att byggnaderna inom den sydöstra delen av Väster 1:42 rivs helt och hållet.

Längre väster ut inom fastigheten Väster 1:42, norr om godsmagasinet och lokstallet, finns parkeringsytor. Åtminstone de delar som ligger närmast åtgärdsområdet kommer att påverkas av en åtgärd inom fastighetens östra del. Exempelvis finns idag en infart till

parkeringen direkt väster om åtgärdsområdet. Denna kommer rimligen att behöva stängas. Det finns dock infarter till parkeringen inom andra delar av fastigheten som fortfarande kommer att kunna nyttjas. Detta gäller dock inte den del av parkeringen som ligger lite upphöjd. Denna del kommer rimligen att behöva stängas av för allmänheten.

En del verksamheter bedrivs i lokaler inom godsmagasinet (t ex Nicopia Plåt AB). Buller och doft under åtgärden kan uppfattas som störande för dessa verksamhetsutövare. Transporter till och från dessa lokaler bedöms kunna fortgå även under en åtgärdsfas även om transporter till och från åtgärdsområdet kommer att medföra att trafikbelastningen kommer att vara större än normalt.

Sammanvägd bedömning

Nollalternativet får högsta poäng (4) för samtliga underkriterier förutom kontrollerbarhet som får 0 poäng då omfattande kontroller kommer att krävas för att säkerställa att inga risker uppkommer i framtiden vilket ger en snittpoäng på 3,2. Övriga alternativ får lägre betyg för samtliga underkriterier förutom för kontrollerbarheten där betyget blir högre än för nollalternativet. De tre alternativen bedöms i stort sett likvärdiga vad gäller genomförande. Snittpoäng för de tre alternativen blir 2,2 (alternativ 1), 2,4 (alternativ 2) och 2,2 (alternativ 3).

6.2.3 Måluppfyllelse

Övergripande åtgärds mål

Alternativ 2 och 3 bedöms båda uppfylla samtliga fem övergripande åtgärds mål.

Att området som helhet skall kunna användas för den industriverksamhet som bedrivs idag uppfylls i huvudsak redan i dagsläget. Däremot måste restriktioner för markanvändningen upprättas. Sådana restriktioner kan exempelvis omfatta begränsningar vid markarbeten, anläggande av ledningar och nya byggnader. Detta gäller även för Alternativ 1. Detta innebär därmed att varken nollalternativet eller Alternativ 1 uppfyller kravet att området skall kunna användas för industriverksamhet om man i detta ställer krav på att man skall kunna anlägga nya anläggningar för industriverksamhet.

Någon risk för att den nedströms liggande recipienten Nyköpingsån inte skall påverkas negativt föreligger inte i dagsläget. Åtgärds målet uppfylls därmed även för övriga studerade alternativ.

Risken för nedströms liggande bostäder kan inte uteslutas i dagsläget och inte heller för Alternativ 1 även om risken reduceras med detta alternativ. I dagsläget föreligger en viss risk för människor som vistas inom området, främst i samband med markarbeten. Denna risk kvarstår, om än i reducerad form, efter en åtgärd enligt alternativ 1. Lokal påverkan på ekologiska funktioner föreligger, men däremot bedöms områdets ekologiska funktion inte vara påverkad som helhet idag. Detta gäller även efter åtgärd enligt alternativ 1.

Sammantaget erhåller Alternativ 2 och 3 maximala 4 poäng, alternativ 2 får 2 poäng och nollalternativet får 1 poäng avseende de övergripande åtgärds målen.

Övriga aspekter

Samtliga alternativ bedöms uppfylla kravet om att en åtgärd skall vara avslutade under 2011. Denna bedömning baseras på att de åtgärder som genomförs inte kräver tillstånd. Avsänkning av grundvatten inom området bedöms kunna utföras utan att den påverkar enskilda eller allmänna intressen och därmed inte är tillståndspliktig.

Sammanvägd bedömning

Högst betyg får nollalternativet (4 poäng), näst högst poäng (3) får alternativ 1 följt av alternativ 2 (2 poäng) och alternativ 3 (1 poäng).

6.2.4 Kostnader

Kostnaden samt poängbedömningen för de olika alternativen redovisas i tabellen nedan.

Tabell 6.1 Sammanställning av kostnader för alternativ.

Alternativ	Kostnad (Mkr)	Poäng
Nollalternativ	Ej definierbar	4
Alternativ 1	1,4-2,2	3
Alternativ 2	6,9-11,2	2
Alternativ 3	8,9-14,9	1

6.2.5 Övrigt

Inverkan på landskapsbild

Vid en eventuell schaktåtgärd inom området kommer urschaktade delar att återfyllas med rena ersättningsmassor. Mängden massor som tillförs området kan väljas utifrån önskemål om hur landskapsbilden inom fastigheten skall se ut efter avslutad åtgärd. Som ett minimum återförs samma mängd massor som transporteras bort från området så att dagens markhöjder återställs.

Inget av åtgärdsalternativen bedöms komma att medföra några negativa aspekter på landskapsbilden efter åtgärd.

6.3 Sammanställning av värdering

Det underlag till riskvärdering som har tagits fram är redovisat i bilaga 2. Detta visar på följande bedömning

Tabell 6.2. Sammanställning av underlag till riskvärdering.

Bedömnings- kriterie	Nollalternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Riskreduktion	0.0	1.0	3.0	4.0
Genomförande	3.2	2.2	2.4	2.2
Måluppfyllelse	2.9	3.0	3.4	3.4
Sammanvägd poäng	2.0	2.1	2.9	3.2
Kostnader	4	3	2	1

7 Slutsatser och diskussion

7.1 Slutsatser

Den genomförda åtgärdsutredningen har bedömt att in situ-metoder där förorening i fri fas avlägsnas genom mekanisk avskiljning (pumpning) är tillämplig. Detta kommer dock endast att omhänderta en del av den fria fas som förekommer inom området. För att erhålla en betydande reduktion av mängden petroleumförorening inom området måste detta kombineras med annan saneringsmetod. Utredningen belyser en åtgärd där pumpning kombineras med en schaktåtgärd. För att omhänderta den restförorening som återstår efter en pumpåtgärd skulle denna även kunna kombineras med någon form av in situ-metod istället för urschaktning. Detta skulle kunna medföra en lägre saneringskostnad än om pumpning kombineras med urschaktning. Däremot bedöms en sådan åtgärd vara förknippad med osäkerheter vad gäller den reningsgrad som kan erhållas och den tid som krävs för att genomföra åtgärden. Det krav som finns att åtgärden skall vara avslutad under 2011, medför att pumpning kombinerad med någon form av in situ-metod inte har belysts i denna rapport.

Rapporten belyser olika åtgärdsalternativ som innebär olika omfattande åtgärder inom området. I det underlag till riskvärdering som presenteras jämförs de olika alternativen avseende teknisk genomförbarhet, riskreduktion, kostnader samt övriga aspekter. Värderingen av åtgärdsalternativen görs med avseende på riskreduktion, genomförbarhet, måluppfyllelse, kostnader.

Vissa av de åtgärdsalternativ som redovisas kommer att inverka på möjligheten att bedriva verksamhet inom åtgärdsområdet i samband med en åtgärd eller till och med omöjliggöra att verksamhet bedrivs.

7.2 Diskussion

Den genomförda analysen visar på osäkerheter som beror på att föroreningsutbredningen inte är klarlagd i detalj. Detta gäller såväl förekomsten av fri fas som utbredningen av förorenade jordmassor. Då utbredningen av förorenade jordmassor inte är klarlagd råder en stor osäkerhet vad gäller volymen massor som behöver schaktas ur. Likaså är mängden massor som kan återläggas svårbedömd. Detta beror dels på att föroreningshalterna är begränsat kartlagd, dels på att det inte är fastställt vilka föroreningshalter som kan accepteras i återlagda massor. Dessa osäkerheter fortplantas till de kostnadskattningar som görs för respektive åtgärdsalternativ. För att exemplifiera hur dessa osäkerheter påverkar åtgärdskostnaden har en känslighetsanalys som baseras på åtgärd 2 genomförts. Denna redovisas i bilaga 4 och visar på kostnader för urgrävning av jord inom området där fri fas förekommer (se åtgärd 2 i avsnitt 5.2.4) som varierar mellan 2,7 och 16,9 miljoner kronor exklusive kostnad för vattenrening.

En saneringsåtgärd som kombinerar en pumpåtgärd med in situ-sanering skulle kunna vara ekonomiskt fördelaktigt i jämförelse med att kombinera pumpning med en schaktåtgärd. Uppgifter finns (Naturvårdsverket, 2008) som indikerar att åtgärds-kostnaden för in situ-sanering av petroleumförorenad jord genom luftning ligger i storleksordningen 400 kr/ton förorenad jord. Detta skall jämföras med kostnaden som inom föreliggande utredning har skattats för omhändertagande av massor som schaktas ur inom område där fri fas förekommer som ligger cirka två till tre gånger högre.

Osäkerheter i föroreningsutbredningen medför även en svårighet att avgöra om de extra kostnader som är förknippade med åtgärdsalternativ 3 är motiverade i jämförelse med

en åtgärd enligt alternativ 2. Det som skiljer dessa två alternativ är omhändertagande av massor under byggnaderna. Då föroreningssituationen under byggnaderna inte är känd, baseras behovet av att omhänderta massor under byggnaderna på en misstanke om att åtminstone delar av massorna kan vara förorenade.

Ett möjligt angreppssätt för att besluta om Alternativ 3 skall förespråkas framför Alternativ 2 är att riva byggnaderna och därefter provta och analysera porluft inom området där byggnaderna står idag. Om detta inte visar på någon förekomst av flyktiga föroreningar kan detta motivera att massorna inom denna del inte behöver omhändertas. Om förorening i porluft påvisas bör även kemisk analys av jordprover utföras för att få ett säkrare mått på föroreningshalter och omfattningen av föroreningsutbredningen.

8 Referenser

- Avfall Sverige (2007): Uppdaterade bedömningsgrunder för förorenade massor, Rapport 2007:01, Avfall Sverige Utveckling
- Enquist och Lindquist (2004): Identifiering av saneringsmetoder med översiktlig bakgrundsinformation. En studie av förorenad industrimark vid Gullspångs Elektrokemiska AB, Examensarbete 2004:13, Geologiska institutionen, Chalmers
- Golder (2009): Sanering av Sundsvalls oljehamn, Presentation vid semiarieriet "Under Ytan", 2009-10-22
- Helldén J, Juvonen B, Liljedahl T, Broms S och Wiklund U (2006): Åtgärdslösningar, erfarenheter och tillgängliga metoder, Rapport 5637, Kunskapsprogrammet Hållbar Sanering, Naturvårdsverket.
- Kemakta (2009): Markundersökning inom fastigheten Väster 1:42, Nyköpings kommun. Del av huvudstudie. Michael Pettersson, Håkan Svensson, Mark Elert, Sara Södergren Riggare, Kemakta Konsult AB, 2009-06-18.
- Lindmark P och Larsson L B (1995): Åtgärds teknik för oljeförorenad mark, NV, Rapport 4445, Naturvårdsverket, Stockholm
- MB Envirotech (2010): utdrag ur hemsida, www.mbeltd.co.uk,
- Naturvårdsverket (2008): Miljöprestanda och samhällsekonomi för saneringsmetoder, Rapport 5793, Naturvårdsverket, Stockholm
- US EPA (2005): A Decision-Making Framework for Cleanup of Sites Impacted with Light Non-Aqueous Phase Liquids (LNAPL), Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA 542-R-04-011, United States Environmental Protection Agency

Personlig kommunikation

- Peter van den Bosche, 2007 DEME Environmental Contractors, Belgium, 2007-20-02
- Kristina Ajaxson, Bygg och Miljö, Nyköpings kommun, 2010-03-31
- Gunnar Larsson, driftchef, Brandholmens reningsverk, 2010-03-31