

# Afgravning, transport og kontrolleret deponering af forurenede sediment fra Høfde 42

Peter A. Petersen og Henrik Benn  
COWI

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Forord</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Baggrund og formål</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Generelle Forudsætninger</b>	<b>6</b>
3.1	Geologisk opbygning	6
3.2	Forureningssituationen	7
3.3	Indspunsning af depotet	8
3.4	Forudsætninger i nærværende redegørelse	9
<b>4</b>	<b>Projektbeskrivelse</b>	<b>11</b>
4.1	Forstærkning af spunsvæg	11
4.2	Grundvandssenkning	12
4.3	Afgravning, transport og slutdisponering	13
4.4	Økonomi	15
<b>5</b>	<b>Konsekvenser af afgravningen</b>	<b>17</b>
5.1	Arbejds miljø	17
5.2	Infrastruktur og energi (transport)	18
5.3	Miljøpåvirkninger i øvrigt	19
<b>6</b>	<b>Pilotprojekt</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Referencer</b>	<b>22</b>



## **1 Forord**

Miljøstyrelsen og Ringkjøbing Amt har i 2006 igangsat 6 teknologiudviklingsprojekter, for at afklare de tekniske og økonomiske muligheder for oprensning af den konstaterede forurening ved Høfde 42.

Nærværende projekt omhandler en beskrivelse og økonomisk overslag i forbindelse med en løsning, der er baseret på en egentlig bortgravning og behandling af den forurenede jord.

Projektet er udarbejdet i perioden januar-november 2006 af følgende personer:

Peter A. Petersen, COWI

Henrik Benn, COWI

Der har været nedsat en følgegruppe der, udover ovenstående, har bestået af følgende personer:

Ole Kiilerich, Miljøstyrelsen

Børge Hvidberg, Ringkjøbing Amt

Henrik Aktor (konsulent for Miljøstyrelsen)



## 2 Baggrund og formål

I 1981 blev der gennemført afgravning, transport og deponering af ca. 1200 ton kemikalier fra depotet ved Høfde 42. Afgravningen omfattede primært forurenede sedimenter over grundvandsspejlet. Den efterladte forurening udgør skønsmæssigt 120 ton kemikalier fordelt over et stort sediment volumen under grundvandsspejlet.

Der er i nærværende rapport foretaget en vurdering af den mulige anvendelse af afgravning, transport og kontrolleret deponering af forurenede sedimenter fra Høfde 42. Vurderingen er gennemført med udgangspunkt i den tilgængelige viden omkring den arealmæssige fordeling af restforureningen i øvre og nedre grundvandsmagasin.

COWI har i nærværende udredning lagt vægten af vores udredning på de faktorer, vi vurderer, vil tilføre størst værdi til et beslutningsgrundlag. Det er i nævnte og prioriterede rækkefølge:

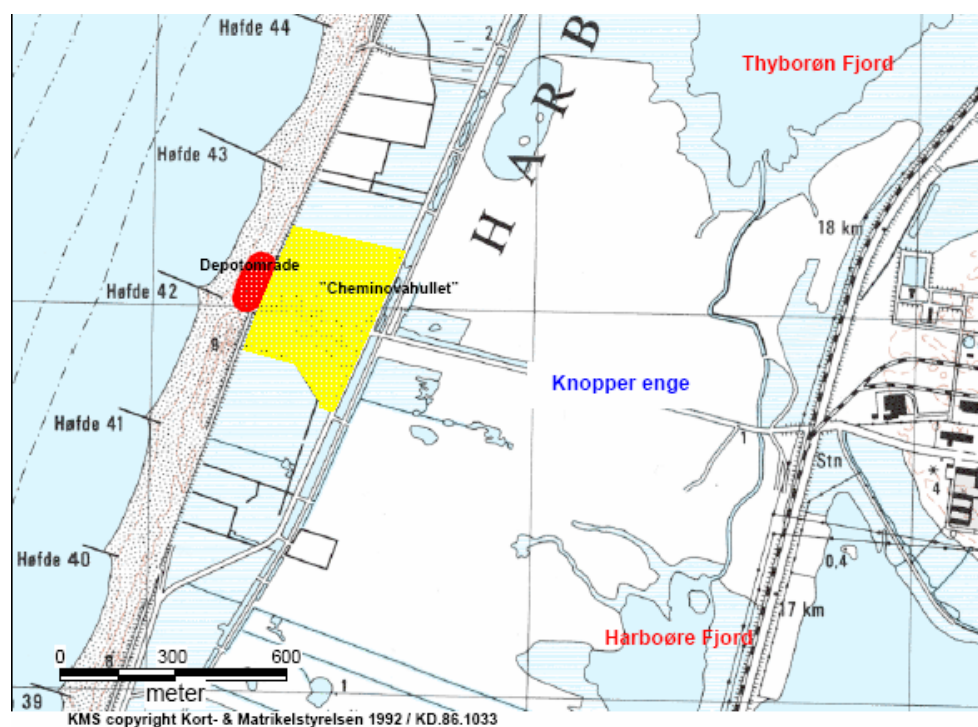
1. Bortskaffelsesomkostninger
2. Opgravnings- og transportomkostninger
3. Effekt på og krav til spunsvæg, herunder korrosion af spuns
4. Grundvandsforhold, herunder grundvandsbehandling
5. Arbejdsmiljøforhold
6. Infrastruktur, herunder vej og energi
7. Miljøpåvirkninger i øvrigt

Udredningen er således primært koncentreret om en afgravningsløsning.

### 3 Generelle Forudsætninger

I nærværende rapport er der gjort en række forudsætninger, for at kunne afgrænse opgaven. Forudsætningerne er baseret på de tidligere undersøgelser.

Områdets afgrænsning fremgår af nedenstående figur 1.



Figur 1: Oversigtsfigur fra 1/1.

#### 3.1 Geologisk opbygning

Den geologiske opbygning i området er overordnet karakteriseret ved et fyldlag øverst med overvejende mellemkornet sand. Herunder træffes der intakte aflejringer bestående af mellem- til finkornet sand, som i kote -2m til -3.5 m afløses af et tyndt lerlag (<1 m), der minder om Fjordleret. Den dybdemæssige placering af le-roverfladen kan i depotområdet variere med op til 2 meter. Lerlaget ser ud til at være gennemgående i depotområdet.

Under lerlaget følger en finkornet sekvens af vekslende ler- og siltlag med lokale indslag af finsand lige under lerlaget. De lokale finsandslag har en tykkelse på op til et par meter.

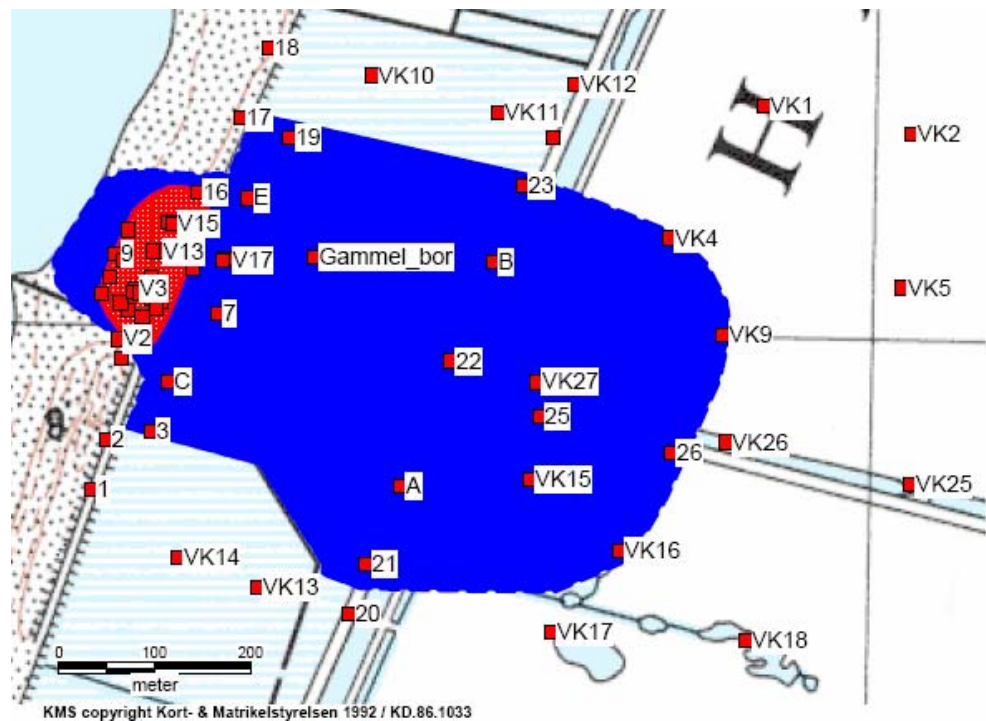


Under dette lag træffes Fjordleren i ca. kote -8 m.

### 3.2 Forureningsituationen

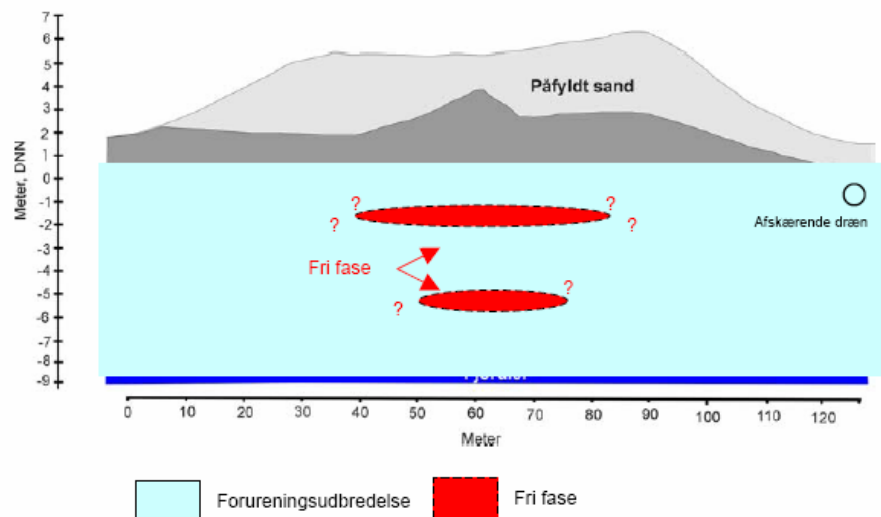
Der er lavet stofspecifikke undersøgelser af sammensætningen af forureningen i Høfdedepotet /1/. Resultaterne heraf viser, at de påviste stoffer for størstepartens vedkommende er relateret til fosforinsekticiderne parathion, methylparathion og malathion. Der er ligeledes påvist andre pesticider, men ud over MCPA og nedbrydningsprodukter i relation til MCPA, er det kun påvist i meget ringe koncentrationer. Udover pesticiderne og deres nedbrydningsprodukter er der påvist kviksølv, arsen, en række chlorerede opløsningsmidler og mineraloliekomponenter i midre koncentrationer. Disse stoffer har alle være anvendt i Cheminovas tidligere produktion /1/.

Den horisontale forureningsfordeling er vis på nedenstående figur 2



**Figur 2:** Horizontal afgrænsning af forureningen. Det røde område angiver kildeområdet, dvs. areal med høje jordkoncentrationer, medens det blå område angiver vandbåren forurening. Fra /1/. Røde prikker angiver boringer.

Den vertikale udstrækning af forureningsudbredelsen er vist i nedenstående figur 3.



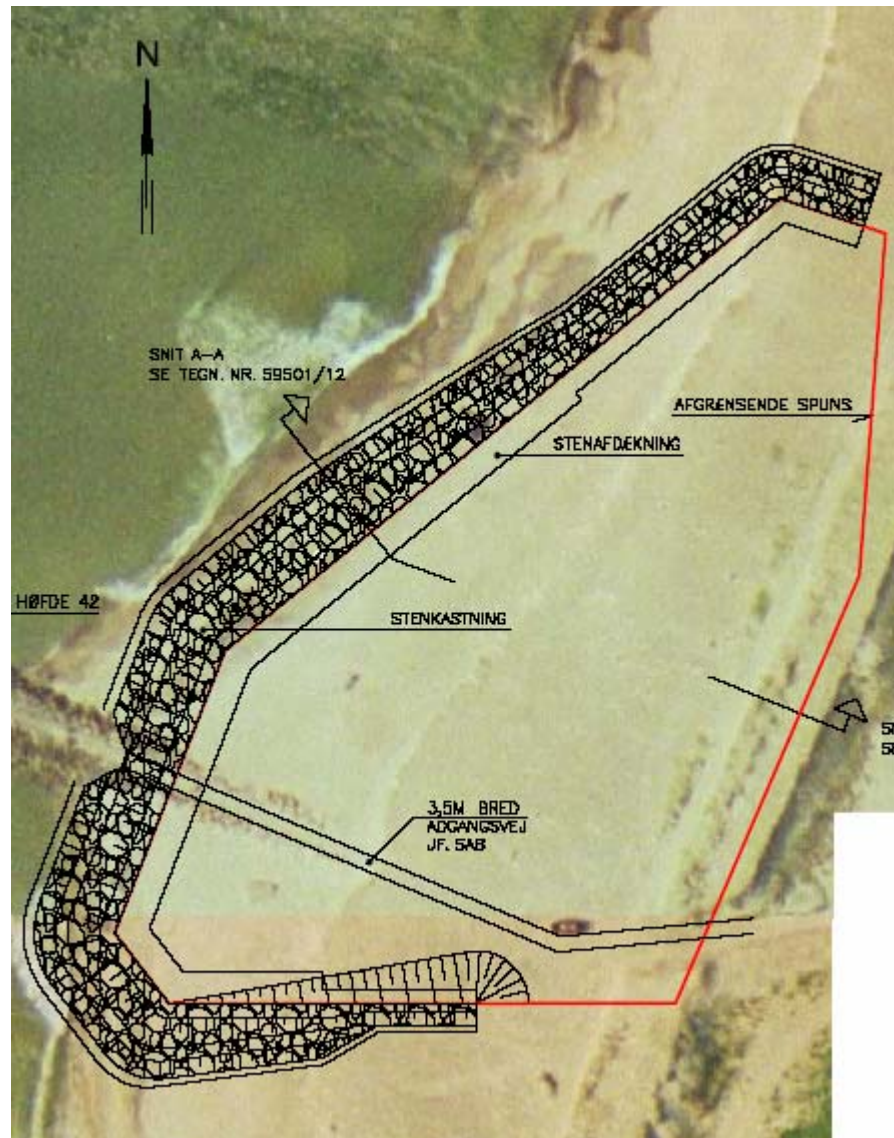
**Figur 3:** Principskitse for den vertikale udbredelse af jord- og grundvandsforureningen ved depotet. Fra /1/.

Helt overordnet er der ved det tidligere høfde depot fundet klart mere jordforurening over end under lerlaget /1/. Udbredelsen af grundvandsforureningen dækker både det øvre og det nedre grundvandsmagasin. Fri fase i høfde depotet er i den sydlige del påvist såvel over som under lerlaget. Hvordan den frie fase under lerlaget er dannet er ikke afklaret /1/.

### 3.3 Indspunsning af depotet

I forbindelse med et ønske om at reducere udsivning af miljøfremmede stoffer fra Høfde 42 området, har Ringkjøbing Amt ladet udarbejde et projekt, som indebærer nedsætning af en spunsvæg omkring det kraftigst forurenede område.

Det område, der spunses, er vist på nedenstående figur 4.



*Figur 4: Figuren viser det fremtidige indspunsede område. Spuns er angivet med rødt.*

Spunsen føres ned til ler i den geologiske model.

### 3.4 Forudsætninger i nærværende redegørelse

På baggrund af forureningssituationen, som den kendes nu, er følgende væsentlige forudsætninger gjort i forbindelse med udarbejdelsen af redegørelsen.

Den væsentligste reduktion af kildestyrken kan ske ved en bortgravning indenfor det fremtidige spunsede område ned til og med det indskudte ler-/gytjelag, benævnt som lag 3 jfr. de udførte beregningerne af forureningsmassen i depotområdet /8/. Oprensningen/afgravningen omfatter altså lag 1, lag 2 og lag 3 jfr. /8/. Opførelse af den forventede fjernelse af sedimentbundet forureningsmasse er anført i omstående tabel 1.

Parameter	Sedimentbundet forurening indenfor spuns (spuns A modificeret jfr. /8/)		Oprensning af sedimentbundet forurening indenfor spuns	
	Lag 1 til 4 ton	Lag 4 <b>kg</b>	Lag 1 til 3 ton	Lag 1 til 3 % af samlet forureningsmængde
Parathion	165	500	164	99
Methyl-parathion	53	700	52	99
Ethyl-sulfotep	6	60	6	99
Ethylamino-parathion	3	300	2	88
Fyanon	18	40	18	99
Kviksølv	1	40	1	97

**Tabel 1:** Fjernelse af sedimentbundet forureningsmasse ved afgravning af lag 1 til 3

I /8/ er tillige foretaget en beregning af massen af fri organisk fase i depotområdet. Det er anslået, at massen af fri organisk fase udgør 11.000 kg primært i form af stofferne parathion og methyl-parathion. Det er i /8/ vurderet, at den fri organiske fase primært er til stede over det indskudte ler-/gytjelag (lag 3), hvorfor der ved afgravningen også forventes en væsentlig reduktion af denne forureningsmasse.

Afgravningsdybden vil variere over det indspunsede område, men bunden af ler-/gytjelaget (lag 3) nås typisk indenfor gravedybder ned til mellem kote -2,5 m og -3,5 m. Stedvist er laget dog dybereliggende.

Under det indspunsede område findes to grundvandsmagasiner, adskilt af det indskudte ler-/gytjelag. Der kan være risiko for opadrettet gradient mellem de to magasiner, hvorfor en trykaflastning (grundvandsenkning) i det nedre magasin kan blive påkrævet.

## 4 Projektbeskrivelse

### 4.1 Forstærkning af spunsvæg

#### Grundlag

Den afgrænsende spuns omkring høfdedepotet har en udstrækning på 586 lbm og består af en fri stålspunsindfatning med tætnede spunslåse. Spunsprofil Acelor AZ 13 10/10, stål kvalitet 240 Mpa. Spunsen har en topkote på +3,00 m og en spidskote på -10,80 m. Den afgrænsende spuns er mod Vesterhavet beskyttet af en stenkastning.

Som grundlag for de geotekniske forhold er anvendt rapporten "Etablering af spunsvæg ved høfdedepotet på Harboøre Tange, Geoteknisk undersøgelse, Data af marts 2004, udarbejdet af COWI.

Maksimal oprensingsdybde ved fri åben udgravning indenfor spunsvæggen er forudsat til ca. kote -3,0 m.

Afgravning forudsættes udført tørt hvorfor vandstand indenfor den afgrænsende spuns regnes sænket til kote -3,5 m. Vandstand udenfor den afgrænsende spuns fastsættes til kote +1,0 m.

For at reducere jordtrykket forudsættes terrænet bag ved den afgrænsende spuns afgravet ned til niveau med toppen af spunsvæggen. Der regnes ikke med overfladelast fra maskiner og oplag med videre bag den afgrænsende spuns. Der kan således ikke etableres arbejdsveje og standpladser for gravemateriel bag den afgrænsende spuns, mens udgravning indenfor væggen pågår.

#### Konsekvenser

Indledende spunsberegninger viser, at med et udgravningsniveau på kote -3,0 m, har den afgrænsende spuns ikke den fornødne bæreevne til at stå som en fri spuns. Det vil derfor være nødvendigt med afstivning af denne. Der er efterfølgende foretaget overordnede betragtninger for udformning af spunsafstivninger.

På spunsstrækninger mod land etableres uden for den afgrænsende spuns afstivning med nedgravede ankerplader og ankerbolte pr. ca. 4,2 m. På den afgrænsende spuns monteres i ca. kote +1,0 m et langsgående stålstræk.

På spunsstrækninger der vender mod Vesterhavet etableres afstivning med nedrammede skrå stålpæle pr. ca. 2,4 m med tilhørende strålstræk på den afgrænsende spuns. Med de foreliggende geotekniske forhold opnår stålpælene den bedste bæreevne som trykpæle og vil som følge heraf stå indenfor den afgrænsende spuns. Såfremt dette findes uhensigtsmæssigt kan forankringen alternativt udformes med jordankre som formodes at være dyrere end de foreslåede skråpæle.

## 4.2 Grundvandssænkning

### Grundvandsforhold

Den overordnede geologiske opbygning af ved Harboøre Tange er opsummeret i /1/. I forbindelse med /1/ blev den geologiske model opdateret. Således er tolkningen nu, at der eksisterer to grundvandsmagasiner, adskilt af et tyndt lerlag. Der er en vis usikkerhed med hensyn til, om det nederste magasin er sammenhængende over større områder eller består af afsnørede lommer, hvilket har en væsentlig betydning for de mængder af vand, som skal behandles.

Som før nævnt antages, det at det nederste magasin er hydraulisk sammenhængende.

Der er risiko for, at der er en opadrettet gradient mellem de to magasiner. Gradientforskellen kan medføre risiko for grundbrud i forbindelse med arbejdet. Trykket i det nederste magasin skal i givet fald aflastes, hvilket bedst kan ske gennem en grundvandssænkning.

Grundvandssænkningen tænkes således udført således:

1. En sænkning af grundvandsspejlet over lerlaget, således at gravning kan foregå under umættede forhold.
2. En trykaflastning af det nedre magasin for at undgå eventuel grundbrud.

### Oppumpning og behandling

Det oppumpede grundvand tænkes behandlet i det eksisterende system, med udbygning. Rensning af vandet skal ske gennem passage af kulfiltre og efterfølgende udledning til recipient.

Oppumpningen i det **øvre** magasin forventes at være:

$$Q = A \times B \times \text{Por}, \text{ hvor } Q = \text{mængde i m}^3$$

$$A = \text{Areal af indspunsede område} = 19.000 \text{ m}^2$$

$$B = \text{Tykkelse af mættede zone} = 4 \text{ meter}$$

$$\text{Por.} = \text{Mættet porøsitet} = 0.4$$

$Q = 30.400 \text{ m}^3$ ; hertil skal lægges den mængde grundvand der forventes dannet i graveperioden, ca.  $19.000 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m} = 3.800 \text{ m}^3$ .

Samlet forventet  $Q_{\text{øvre}} = 35.000 \text{ m}^3$  afrundet.

Grundvandssænkningen etableres ved sugespidsanlæg med et forsinkelsesbassin foran selve kulfilteranlægget.

Oppumpningen i det **nedre** magasin kan beregnes ud fra sammen princip, idet der antages samme hydrauliske forhold som ved det øvre magasin. Magasinet bliver afsnøret i forbindelse med indspunsningen af depotet.

Dvs.  $Q_{\text{nedre}} = Q_{\text{øvre}} = 35.000 \text{ m}^3$  afrundet. Det vil sige, at den samlede vandmængde til behandling bliver af størrelsesorden  $70.000 - 100.000 \text{ m}^3$  totalt.

Der vil ske en vis indsivning gennem den etablerede spuns i gravningsperioden. Omfanget af denne kan, ifølge det oplyste, være op til flere m<sup>3</sup> vand i timen. Denne eventuelle mængde er indeholdt i ovennævnte usikkerhedsvurdering.

Dette tal er, som før nævnt, meget afhængig af, om der er tale om et grundvandsmagasin, eller flere ikke hydraulisk sammenhængende magasiner. Det oppumpede grundvand ledes til det udbyggede kulfilteranlæg.

Grundvandssænkningen etableres ved sugespidsanlæg med et forsinkelsesbassin foran selve kulfilteranlægget.

### 4.3 Afgravning, transport og slutdisponering

Depotområdet overtages terrænreguleret med terrænkoten i ca. +4,75 m ved den østlige depotrand, jævnt faldende til kote ca. +3,25 m ved den vestlige depotrand.

Hovedmængder

Afgravningsprojektet vil omfatte følgende skønsmæssige hovedmængder:

- Afgravning, mellemdponering og gentilfyldning af uforurenede materialer (fra terræn og ned til kote ca. + 1 m); ca. 60.000 m<sup>3</sup>.
- Afgravning, transport og slutdisponering af forurenede materialer (fra kote ca. + 1 til kote ca. - 3m); ca. 80.000 m<sup>3</sup> svarende til ca. 135.000 tons.
- Levering og indbygning af erstatningsmaterialer (sandfyld); ca. 80.000 m<sup>3</sup>.

Eventuelle efterfølgende terrænarbejder er ikke taget i betragtning.

Slutdisponering

Med hensyn til mulighederne for slutdisponering af de forurenede materialer er der rettet henvendelse til tre danskbaserede firmaer.

Firmaernes vurdering af behandlingsmulighederne og -kapaciteten for materialerne, herunder vurdering af overslagsmæssige transport- og behandlingspriser, er baseret på forureningsoplysningerne jfr. /1, 2/.

Med hensyn til behandlingsmuligheder og -kapacitet henvises til tabel 2.

Jordmodtager	Behandlingskapacitet tons/uge	Behandlingsmetode
1	ca. 1.000	Termisk behandling på anlæg i Nyborg.
2	3.000	Termisk behandling. Anlæg beliggende på Stignæs ved Skælskør.
3	>3.000	Jordvask med efterfølgende biologisk behandling. Anlæg beliggende i Nyborg og Rødby.  Efter biologisk behandling slutdeponeres jorden på kontrolleret deponi i Glatved på Djursland eller i Norge, såfremt der ikke er egnet deponeringskapacitet i Danmark.

*Tabel 2: Mulige jordmodtagere*

## Afgravning og transport

Afgravningen tænkes som udgangspunkt udført som fri, uafstivet udgravning indenfor spunsen.

Afgravningen vil forudsætte en omhyggelig planlagt sektionering af depotområdet i afgravningsfelter. Det må forudsættes, at afgravningen fortages ved en successiv nedtrapning fra terræn med efterfølgende tilbagefyldning af mellemdeponerede uforurenede materialer bag den vigende gravefront. Det må antages, at det kun i begrænset omfang vil være muligt at tilkøre nye erstatningsmaterialer til depotområdet mens selve oprensningen pågår.

Behandlingskapaciteten på de enkelte anlæg vurderes at være den tidsmæssigt begrænsende faktor i forbindelse med afgravningsprojektet. Projektets karakter taget i betragtning vil det under alle omstændigheder være hensigtsmæssig - i fornødent omfang - at forcere afgravningen ved at udvide den ugentlige arbejdstid på depotområdet. Forcing ved indsats af øgede materielressourcer på depotområdet vurderes der i mod ikke at være en realistisk mulighed.

Da arbejdsraten på depotområdet vurderes at kunne følge anlæggenes modtagekapacitet kan projektets varighed med hensyn til oprensningsdelen skønnes til mellem 45 uger og 135 uger effektivt, afhængig af valget af modtageanlæg.

Udover ovennævnte skal der i en længere efterfølgende periode tilkøres nye erstatningsmaterialer. Denne fase af projektet er dog alt andet lige mindre kritisk, da den ikke omfatter håndtering af forurenede materialer. Depotbunden er på tidspunktet afdækket af den tidligere topjord.

Med udgangspunkt i en produktionsrate for forurenede jord på 3.000 tons pr. uge skal der fra depotet frakøre ca. 100 lastbiler pr. uge med lukkede tætte containere á ca. 30 tons forurenede jord. Tur og retur bliver trafikbelastningen altså af størrelsesorden 200 lastbiler pr. uge.

Skibstransport er en mulighed fra Thyborøn Havn eller Thyborøn Sydhavn til henholdsvis Nyborg, Stignæs eller Rødby. De forventede produktionsrater for forurenede jord fra depotet ligger dog vel lavt set i forhold til en skibsbaseret transport.



Dertil kommer, at der på såvel læsse som på losse havnen skal foretages omlastning af de forurenede materialer med øget eksponeringsrisiko til følge for såvel mandskab som omgivelserne i øvrigt.

#### **4.4 Økonomi**

Prisoverslag for afgravningsprojektet er anført i omstående tabel 3.

De samlede projektkostninger andrager mellem 152 mill. kr. og 709 mill. kr. ekskl. moms. Som det fremgår af tabel 3 er det de meget betydelige forskelle i jordbehandlingsomkostningerne, der giver det store prismæssige spænd på det samlede prisoverslaget. Jordbehandlingsomkostningerne andrager 80 % til 90 % af de samlede forventede projektkostninger.

Med hensyn til de billigste oprensingsmetoder er der uafklarede tekniske spørgsmål mht. rensningsgrad og endelig slutdisponering af behandlede materialer.

Omkostninger til rådgivning er ikke indeholdt i tabel 3. Skønsmæssigt vil rådgivningsomkostningerne i forbindelse med gennemførelse af projektet beløbe sig til 4-6 mill. kr.

Hovedaktivitet	Prisoverslag i 1000 kr. ekskl. moms
Arbejdsplads	2.500 - 3.000
Forstærkning af spunsvæg	5.500 - 6.500
Grundvandssænkning og vandbehandling	2.000 - 3.000
Gravearbejder	11.000 <sup>1</sup> - 14.500 <sup>2</sup>
Erstatningsmaterialer	6.000 - 7.000
Transport	0 - 30.000
Jordbehandling	125.000 - 645.000
I alt	152.000 - 709.000

\*: Indeholdt i jordbehandlingsprisen.

Arbejdsplads:  
Omkostninger til etablering, drift og afrigning af arbejdsplads er skønsmæssigt sat til ca. 10 % af de øvrige entreprenøromkostninger på pladsen, dvs. ekskl. transport og jordbehandling.

Forstærkning af spunsvæg:  
Prisoverslag er baseret på forudsætningerne i afsnit 3.1.

Grundvandsænkning og vandbehandling:  
Prisoverslag er baseret på forudsætningerne i afsnit 3.2 og overslag fra Flemming Zwicky ApS (1 stk. MA20 anlæg med en behandlingskapacitet på 25 m<sup>3</sup>/h).

Gravearbejder:  
1: Forudsat en produktionsrate på 3.000 tons forurenede jord pr. uge. Prisoverslaget er baseret på et ressourceforbrug svarende til ca. 17.000 maskintimer inkl. mandskab fordelt på henholdsvis grave-, komprimerings- og transportørmateriel.  
2: Forudsat en produktionsrate på 1.000 tons forurenede jord pr. uge. Prisoverslaget er baseret på et ressourceforbrug svarende til ca. 20.000 maskintimer inkl. mandskab i 2. holds skift fordelt på henholdsvis grave-, komprimerings- og transportørmateriel.

Erstatningsmaterialer:  
Prisoverslaget er baseret på en enhedspris for levering og indbygning af sandfyld på ca. 80 kr./m<sup>3</sup>.

Transport:  
Indhentede prisoverslag for transport er sammenkædet med den samlede jordleverance til de enkelte modtagere. Heraf følger forskellene i transportomkostninger. Transportomkostninger beløber sig til mellem ca. 165 kr./tons og ca. 230 kr./tons afhængig af jordmodtageren. For et af de indhentede prisoverslag er transportomkostningen indeholdt i jordbehandlingsprisen.

Jordbehandling:  
De indhentede prisoverslag rækker fra kr. 725 pr. tons, heri inkluderet transportomkostninger, og op til kr. 4.380 pr. tons ekskl. transport.

**Tabel 3: Prisoverslag for afgravningsprojekt**

## 5 Konsekvenser af afgravningen

### 5.1 Arbejdsmiljø

Den primære arbejdsmiljømæssige påvirkning og risiko vil relaterer sig til forureningen af sedimentet med de stærkt humantoksikoloiske fosforinsekticider (organofosfater); parathion, methylparathion og malathion /3, 4, 5, og 6/.

Helt sekundært i forhold til ovenstående er de mindre udbredte forureninger med MCPA, kviksølv, arsen, chlorerede opløsningsmidler og mineraloliekomponenter.

I forbindelse med udarbejdelse af helt konkrete arbejdsmiljøplaner for afgravningsprojektet, herunder fastlæggelse af krav til og specifikationer for værnemidler, skal der naturligvis tages højde for tilstedeværelsen af alle de påviste kemiske stoffer og mulige krydseffekter skal belyses nøje.

Fosforinsekticiderne

Fosforinsekticiderne er kendetegnet ved en stærk ram lugt af rådne æg eller hvidløg. Lugtgener vil udgøre en arbejdsmiljømæssig gene i forbindelse med projektet, og generne kan i sig selv medføre symptomer med utilpashed.

Den kraftige lugt fra fosforinsekticiderne har dog den afledte positive effekt, at ingen beskæftigede på pladsen vil være i tvivl om hvornår der er risiko for at være eksponeret for en sundhedsskadelig påvirkning fra de pågældende stoffer.

Fosforinsekticiderne optages meget let i kroppen ved indånding, ved kontakt med øjne og hudoverflader og ved direkte indtagelse til lige gennem mave-/tarmkanalen.

Akutte forgiftningssymptomer kan omfatte:

- Hovedpine
- Kvalme og opkastning
- Sløret syn
- Trykken for brystet og åndedrætsbesvær
- Kramper
- Slimsekretion fra mund (fråde) og næse
- Bevidstløshed (i yderste konsekvens efterfulgt af død)

Kroniske effekter ved gentagne eksponeringer kan omfatte:

- Hukommelsestab

- Koncentrationsbesvær
- Nedsat reaktionsevne
- Disorientering
- Personlighedsforandringer, herunder depression
- Skader på lever og andre indre organer
- Skader på nervesystemet

Af andre væsentlige effekter skal anføres at fosforinsekticiderne er såkaldte cholinesterasehæmmere. Når en nervecelle skal overføre en impuls til en muskelcelle, udskilles der acetylcholin medens impulsen overføres. Når overførslen er slut, spaltes acetylcholinen af et enzym *cholinesterase* til cholin og eddikesyre. Denne spaltning hæmmes af fosforinsekticiderne.

#### Vurdering

På grundlag af ovenstående må det vurderes, at beskæftigede indenfor depotområdet i vid udstrækning skal benytte:

- Kemikalieresistente heldragter
- Kemikalieresistente handsker og støvler med tæt overlapning til heldragten
- Heldækkende øjen- og åndedrætsværn

Gravemaskinudstyr skal være forsynet med overtryksskabine med friskluftsforsyning eller flaskebatteri såfremt der ikke kan findes egnet filterudstyr.

Tilsvarende skal der foretages en teknisk sikring af mandskabsfaciliteter, hvis ikke der muligt at finde en optimal placering af faciliteterne i forhold til depotområdet

Det vurderes, at lastbilchauffør skal anvende åndedrætsværn indenfor depotområdet og i øvrigt forblive i kabinen under læsning.

Det forventes, at der afgravningsfasen kun vil være 5-6 fast beskæftigede personer (pr. arbejds-skift) i depotområdet. Arbejdspladsen kan således ikke betegnes som mandskabstung, hvilket helt klart vil lette og styrke sikkerhedsarbejdet og -koordineringen. Det vurderes derfor, at risikoen for svigt i sikkerhedsarbejdet er relativt lille.

#### Monitering

Som tidligere anført er fosforinsekticiderne cholinesterasehæmmere. Tegn på cholinesterasehæmmning kan påvises i blodprøver.

Der bør derfor opstilles et monitoringsprogram for de beskæftigede på pladsen, hvor der med mellemrum over projektperioden udtages blodprøver til undersøgelse for cholinesterasehæmmning.

## 5.2 Infrastruktur og energi (transport)

#### Infrastruktur

Med udgangspunkt i en produktionsrate for forurenede jord på 3.000 tons pr. uge skal der - som tidligere anført - frakøre ca. 100 lastbiler pr. uge fra depotområdet. Tur og retur bliver trafikbelastningen altså af størrelsesordenen 200 lastbiler pr. uge.

Ved ovennævnte produktionsrate er der forudsat arbejde i 2 holds skift (i alt 15 timer) på alle hverdage, dvs. i alt 75 timer pr. uge. Trafikbelastningen kan dermed

omregnes til gennemsnitlig ca. 2,5 lastbil pr. time indenfor tidsrummet ca. kl. 7 til ca. kl. 22 på hverdage.

En forøgelse af trafikbelastningen i projektperioden af ovenstående størrelsesorden vurderes at være af ingen eller kun meget ringe betydning for den lokale og regionale infrastruktur.

## Energi

Der skal i alt flyttes ca. 135.000 tons forurenede jord på lastbiler med containere á 30 tons jord, svarende til ca. 4.500 lastbilture á ca. 600 km, hvis der regnes med slutdisponering til anlæg på Stignæs.

Da der køres med tom returvogn skønnes den gennemsnitlige dieseløkonomi ved transporterne at være ca. 3 km/l. Det samlede dieselforbrug vil dermed andrage i størrelsesorden 900.000 liter (= 756 ton dieselolie).

Omregnet til energi ud fra en nedre brændværdi for diesel-/gasolie på 42,7 GJ/ton (miljødiesel) andrager det samlede energiforbrug 32.000 GJ, svarende til 0,032 PJ. Til sammenligning var det samlede energiforbrug i 2003 til dieselbaseret vejtransport i Danmark på 70,9 PJ /7/. Energiforbruget i forbindelse med selve oprensningsskeden af projektet - der forløber over knap et år - vil altså udgøre i størrelsesorden 0,5 % af årsforbruget i 2003.

Der skal efterfølgende tilføres ca. 80.000 m<sup>3</sup> (ca. 135.000 tons) sandfyld eller andre egnede materialer til efterfyldning i depotet. Her kan det dog med rimelighed antages, at erstatningsmaterialerne kan hentes indenfor væsentligt kortere køreafstand end forudsat ved ovenstående beregninger. Energiforbruget ved transporterne vil tilsvarende være væsentligt lavere.

## 5.3 Miljøpåvirkninger i øvrigt

I forbindelse med udførelsen af et så stort grave projekt vil der ske en vis påvirkning af det omgivende miljø under selve anlægsfasen. Påvirkningerne beskrives her kun overordnet.

Området, hvor opgravningen skal ske, er ifølge Ringkjøbing Amts kort ikke påført planmæssige restriktioner. Tilstødende arealer er imidlertid registreret som internationalt beskyttelsesområde (Natura 2000).

## Flora/fauna

Med hensyn til afgravning inden for det spursede område, er de eksisterende naturværdier minimale, fordi projektet udføres i forlængelse af spursningsprojektet. Der vil derfor ikke være etableret ny fauna/flora indenfor afgravningsområdet. Deponiets effekt vil formentlig også i stor grad forhindre etablering af naturlig flora/fauna indenfor graveområdet.

Anlægsarbejdet kan imidlertid give anledning til støvgener og aerosoler, som kan spredes til de tilgrænsende arealer og give anledning til en ikke tilsigtet påvirkning af flora og fauna. Det skal derfor under anlægsarbejdet sikres, at anlagte tilkørselsveje, arbejdsrutiner ved gravning, samt kørselshastigheder tilpasses således, at støv- og aerosol gener mindskes mest muligt.

## Støj

Projektets anlægsfase vil give anledning til en del støj fra gravemaskiner, lastbiler og andet materiel. Det skal naturligvis indskræpes, at alt materiel skal overholde

gældende grænser for støjemission, og da området er beliggende relativt langt fra nærmeste større bebyggelser, forventes støjen ikke at udgøre et problem.

#### Luftforurening

Anlægsprojektet vil betyde et stort forbrug af diesel, som vil give anledning til en øget luftforurening lokalt, herunder et stort CO<sub>2</sub> bidrag. Samtidig vil blotlæggelsen af de forurenede horisonter give anledning til væsentlige lugtgener.

Grundet lokalitetens beliggenhed, vil luftbidraget imidlertid blive væsentligt fortyndet, og det vurderes ikke at kunne give anledning til problemer.

#### Recipient

Da gravningen foregår indenfor det spunsede område, hvor gradientforholdene forventes at være rettet ind mod graveområdet, forventes projektet ikke at give anledning til en uønsket påvirkning af Vesterhavet eller andre vådområder.

Det anbefales, at ovenstående uddybes nærmere, såfremt et graveprojekt iværksættes, f.eks. ved udarbejdelse af en miljøhandlingsplan.

## 6 Pilotprojekt

Nærværende redegørelse kan med fordel udbygges i forbindelse med udførelse af et 'pilotprojekt', hvor nogle af de påpegede usikkerheder kan afdækkes. Med baggrund i ovenstående foreslås indholdet i et sådant projekt at omhandle følgende emner:

- Præcisering af behandlingstilbud og -teknikker. Redegørelsen har vist, at de største økonomiske usikkerheder ved en afgravningsløsning er knyttet til jordbehandlingsomkostningen. Der tages kontakt til de involverede jordbehandlere for en nærmere præcisering af projekt og pris. Herunder kan det være relevant at foretage en behandling af prøvelæs/-partier fra Høfde 42.
- Mulighederne for On-Site behandling (termisk behandling i mobilt anlæg) bør undersøges nærmere. Der tages kontakt til relevante udbydere med henblik på afklaring af mulighederne. En On-Site løsning kan vise sig attraktiv, idet transport delen (og dermed de forbudne risici) elimineres. Samtidigt kan det behandlede materiale tilbagefyldes, hvorved der spares transport og omkostninger til nye erstatningsmaterialer.
- Risiko for anlægget i forbindelse med forskellige stormsituationer og mere ekstrem vejrlig i al almindelighed beskrives nærmere, for at kunne sikre et eventuelt kommende afværgeprojekt bedst muligt.
- Nærmere skitsering af anlægsdelen i udførelsesfasen foretages, for at kunne justere de økonomiske forudsætninger for projektet.

Vi estimerer, at et sådant pilotprojekt vil kunne udføres for en honorarsum på ca. kr. 230.000, ekskl. moms. Her er ikke medtaget udgifter til entreprenør/jordbehandler ved eventuel prøvebehandling.

## **7 Referencer**

- /1/ Ringkjøbing Amt, januar 2001: Notat om undersøgelse af forureningssituationen ved høfte 42 og "cheminovahullet" på Harboøre Tange 2001
- /2/ Ringkjøbing Amt, juni 2003: Status over forureningssituationen ved høfte 42 på Harboøre Tange
- /3/ Cheminova, Material Safety Data Sheet: Methyl Parathion
- /4/ <http://pan-uk.org/pestnews/actives/methylpa.htm>
- /5/ <http://www.ami.dk>
- /6/ <http://www.lr.dk/middeldatabasen>
- /7/ <http://www.statistikbanken.dk>
- /8/ NIRAS: Høfde 42, Harboøre Tange, Beregning af forureningsmasse, 22. november 2005.