

Thyborøn Havn

UDVIDELSE AF HAVNESEDIMENTDEPOT RØNLAND

Miljørisikovurdering ved etablering af etape 2b af Havnesedi-
mentdepot Rønland, depot nr. 673-9.

29. marts 2006

Indholdsfortegnelse:

1.	Indledning	2
2.	Baggrund.....	2
3.	Generelle forudsætninger.....	2
4.	Vurdering af forurenende stoffer.	4
5.	Miljørisikovurdering for tungmetaller og PAH'er	5
6.	Miljørisikovurdering for TBT	5
7.	Konklusion	14
8.	Referencer	15

Bilag:

- Bilag 1** **Analyserapporter** dateret 27.10.03 fra Miljøcenter
Vestjylland I/S.
- Bilag 2** **Tegninger** stemplet "Foreløbigt tryk den 11.12.03" med
planlagt udformning af Havnesedimentdepot Rønland,
etape 2b:
Tegn. nr. 1, Oversigtsplan med bundforhold, mål
1:2.000
Tegn. nr. 2, Plan, mål 1:1.000
Tegn. nr. 3, Tværsnit i dæmninger, mål 1:100.

1. **Indledning**

NIRAS har den 9. januar 2004 på vegne af Thyborøn Havn fremsendt en miljørisikovurdering til Ringkjøbing Amt. På baggrund af denne risikovurdering fandt amtet det godtgjort, at den planlagte etape 2b kunne etableres uden membran og perkolatopsamling.

På et møde den 7. december 2005 mellem Ringkjøbing Amt, Cheminova og Thyborøn Havn, er der indgået aftale om et alternativt projekt, hvor den vestlige randdæmning udformes anderledes, og tværdæmningen flyttes helt ned til depotets etape 1 med den hensigt, at der kunne opnås positive effekter for Cheminovas afværgeforanstaltninger ved Gl. Fabriksgrund (uden drængrøft mellem fabriksgrunden og vestlig randdæmning)/Ref. 1/

Til brug for en fornyet myndighedsbehandling redegøres i dette notat for en ajourført og justeret miljørisikovurdering.

2. **Baggrund**

Thyborøn Havn ønsker at etablere etape 2b af "Havnesedimentdepot Rønland. Depot nr. 673-9".

Den eksisterende miljøgodkendelse af 19. august 1999 for "Havnesedimentdepot Rønland" er gældende for etape 2b. I henhold til miljøgodkendelsen skal projekt for udvidelse af sedimentdepotet med etape 2b fremsendes til Ringkjøbing Amts accept inden etablering.

Etape 2b skal leve op til kravene i bekendtgørelse nr. 650 af 29. juni 2001 bl.a. om etablering af membran og perkolatopsamling, med mindre det ved en miljørisikovurdering kan godtgøres, at udvaskningen af tungmetaller, TBT og PAH'er fra etape 2b kan overholde kravene til udledning til hav ifølge bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996 og recipientkvalitetskriterierne jf. regionplanen for Ringkjøbing Amt.

Området, hvor depotet etableres, er stærkt kviksølvforurenet. Forureningen stammer fra Cheminovas tidligere fabriksanlæg. I Miljøgodkendelsen af depotet /ref. 2/ har Ringkjøbing Amt vurderet, at det vil være en miljømæssig gevinst at inddæmme og fylde de områder op, hvor 2/3 af kviksølvet ligger.

3. **Generelle forudsætninger**

3.1 *Omfang af depot*

Etape 2b etableres med dæmninger i sand og vil jf. "forslag 2" på bilagte tegninger få et areal på ca. 93.000 m². Fuldt udnyttet vil depotet kunne rumme ca. 355.000 m³ sediment.

3.2 Tungmetaller, TBT og PAH

Til grundlag for risikovurderingen af tungmetaller er anvendt data fra sedimentprøver, der i årene 1999-2004 er udtaget fra det sediment, der er blevet deponeret i etape 2a af depotet. Tungmetalkoncentrationen i sedimentet er angivet i tabel 1.

	1999*	2000*	2001	2002	2003	2004
Cadmium	0,33	0,45	0,40	0,37	0,28	0,48
Kviksølv	0,13	0,07	0,07	0,09	0,06	0,11
Bly	16	21	20	22	17	19
Nikkel	12	15	13	14	13	14
Chrom	20	22	17	20	18	18
Zink	170	210	196	170	109	195
Kobber	60	46	38	40	22	49

* Tørret sediment

Der er ikke deponeret sediment i 2005.

Tabel 1 Analyseresultater for tungmetaller som vægtet gennemsnit i mg/kg TS.

Det gennemsnitlige indhold af tungmetaller i sediment deponeret i etape 2a er rimeligt stabilt. Det forventes derfor, at sediment, som fremover vil blive tilført etape 2b, vil have et tilsvarende indhold af tungmetaller.

For TBT er anvendt to sedimentprøver udtaget fra depot 2a i 2003. De to sedimentprøver til TBT-analyse er blandingsprøver af en række prøver, der er udtaget forskellige steder i depotet, og i forskellig dybde. De intakte sedimentsøjler er herefter blevet blandet inden udtagning af delprøver til analyse. Analyseresultaterne er derfor et mål for den gennemsnitlige koncentration af de analyserede stoffer i depotet på rækken af prøvetagningslokaliteter.

Der er endvidere analyseret for nedbrydningsprodukterne dibutyltin (DBT) og monobutyl tin (MBT) samt triphenyltin (TPhT) og polyaromatiske kulbrinter (PAH).

I analyserapporterne, som er vedlagt som bilag 1, er indhold af TBT, DBT og MBT angivet i $\mu\text{g Sn/kg TS}$. I /ref. 3/ angives, at omregningsfaktorer fra $\mu\text{g organotin (som Sn)/kg tørstof}$ til $\mu\text{g organotin kation/kg tørstof}$ er henholdsvis 2,44 (TBT), 1,96 (DBT), 1,47 (MBT) og 2,93 (TPhT). Det vil sige, at et indhold på fx 100 $\mu\text{g TBT (som Sn)/kg tørstof}$ svarer til et indhold på 244 $\mu\text{g TBT/kg tørstof}$.

I tabel 2 fremgår de målte indhold af TBT, DBT, MBT og TPhT samt summen af PAH'er, hvor indhold af TBT, DBT, MBT og TPhT er omregnet.

	Enhed	Vest pkt. 1,2,3,4	Øst pkt. 5,6,7,8
Tributyltin, TBT	µg/kg TS	805	2.196
Dibutyltin, DBT	µg/kg TS	155	294
Monobutyltin, MBT	µg/kg TS	18	31
Triphenyltin, TPhT	µg /kg TS	<9	15
PAH	Mg/kg TS	0,82	<0,2

Tabel 2 Analyseresultater for indhold af TBT, DBT, MBT og TPhT samt summen af PAH'er i blandingsprøver af sediment.

4. **Vurdering af forurenende stoffer.**

4.1 *Tungmetaller og PAH'er*

Tungmetallerne cadmium, bly, nikkel, chrom, zink og kobber er alle stoffer, der bindes godt i sediment. De har vanskeligt ved at mobiliseres, og de fundne værdier er lave.

Tungmetallet kviksølv kan omdannes til en mobil form, men de præcise omstændigheder er ikke belyst. De målte værdier for kviksølv er dog lave.

Det påviste indhold af PAH'er er relativt lave.

4.2 *TBT og metabolitter*

Tributyltin (TBT) har været anvendt i stor udstrækning som begrovningshæmmende tilsætningsstof i skibsbundmaling og må stadig anvendes på skibe større end 25 m indtil 2008. Herefter forbydes anvendelse af TBT-holdig skibsbundmaling på skibe fra EU og indholdet af TBT i havnesedimenter må således forventes at falde ganske markant i løbet af de kommende år.

Effekter i form af misdannelser og kønsforandringer på flere arter af laverestående dyr samt påvirkning af immunsystemer i fugle og pattedyr kan direkte henføres til TBT, der frigives fra bundmaling /ref. 4/. Det er derimod langt fra dokumenteret i hvilken udstrækning sedimentbundet TBT bidrager til effekter på dyr og planter. Nedbrydningsprodukterne DBT og MBT er væsentligt mindre toksiske end moderproduktet.

Under Oslo-Paris Kommisionen (OSPAR) er der foreslået et økotoxikologisk bedømmelseskriterium for TBT på 5-50 µg/kg sediment. Værdierne er vejledende og ikke udarbejdet med henblik på risikovurdering i forbindelse med deponering, men er tænkt anvendt i forbindelse med vurdering af overvågningsdata. Ved værdier lavere end det angivne interval forventes ikke økologiske effekter. /ref. 5/.

Ved udledning af spildevand til havet er kravet for TBT på 1 ng/l efter initialfortynding jf. bekendtgørelse nr. 921 af 8. oktober 1996.

5. **Miljørisikovurdering for tungmetaller og PAH'er**

Koncentrationerne af de forskellige PAH-forbindelser er alle så lave, at de ved udsivning og efter initialfortynding ikke vil medføre en uacceptabel påvirkning af vandkvaliteten i recipienten. Det vil sige, at de konkrete vandkvalitetskrav generelt ikke vil overskrides.

Koncentrationerne af de forskellige tungmetaller er ligeledes alle så lave, at de ved udsivning og initialfortynding ikke vil medføre en uacceptabel påvirkning af vandkvaliteten i recipienten. Det vil sige, at de konkrete vandkvalitetskrav generelt ikke vil overskrides.

Området, hvor depotet etableres, er stærkt kviksølvforurenet. Forureningen stammer fra Cheminovas tidligere fabriksanlæg. I Miljøgodkendelsen af depotet /ref. 1/ har Ringkøbing Amt vurderet, at det vil være en miljømæssig gevinst at inddæmme og fylde de områder op, hvor 2/3 af kviksølvet ligger.

Der vurderes på denne baggrund ikke at være behov for yderligere risikovurderinger af tungmetaller og PAH'er.

6. **Miljørisikovurdering for TBT**

Det fundne niveau af TBT i sedimentprøverne er som nævnt ovenfor højere end det økotoksikologiske bedømmelseskriterium for TBT, hvorfor der foretages en mere omfattende vurdering for dette stof. I det følgende præsenteres de forudsætninger og beregninger, som anvendes til at estimere den årlige udsivningsmængde af TBT samt koncentrationen af TBT i recipienten umiddelbart efter initialfortynding.

6.1 *Omfang af udsivning*

Udvaskning af forurenede stoffer i et kystnært havnedepot vil hovedsageligt skyldes:

1. Nedbør som enten infiltrerer depotets overflade eller opsamles som overfladevand, hvorefter det vil strømme ud mod recipienten og eventuelle dræn/grøfter.
2. Terrænnært grundvand, som fødes i oplandet beliggende bag ved depotet, og som passerer igennem havnedepotet på vej mod recipienten og eventuelle dræn/grøfter.
3. Vandudveksling mellem depot og recipient som følge af vandstandsvariationer i recipient og eventuelle dræn/grøfter.

I den aktuelle situation med en udvidelse af havnedepotet svarende til etape 2b vurderer NIRAS, at udvaskning af forurenede stoffer primært skal tilskrives nettonedbøren inden for selve depotarealet.

Denne vurdering begrundes med:

- At der generelt ikke vil strømme terrænnært grundvand, som fødes i oplandet beliggende bagved den planlagte depotudvidelse, igennem området på vej ud mod Nissum Bredning. Dette skyldes, at oplandet beliggende umiddelbart vest for området drænes via Cheminovas afværgeforanstaltning og at oplandet beliggende nord og nordøst for området drænes via grøfter.
- At vandstandsvariationer i Nissum Bredning genereret af henholdsvis tidevand og vind generelt vil etablere en opblandingszone under henholdsvis tværdæmning og randdæmning. Overordnet så vil vandstandsvariationerne i Bredningen således ikke formå at presse vand fra Nissum Bredning ind i selve depotet.

Udvaskningen af forurenende stoffer vil således primært stamme fra udstrømning af overfladevand (nedbør), der siver gennem depotet. Udsivningen må forventes at foregå gennem dæmningerne.

6.2 Øvrige forudsætninger

Målinger af TBT i det deponerede materiale er i tabel 2 angivet i μg TBT/kg tørstof (TS) og gennemsnittet af de to analyserede blandeprøver giver en gennemsnitlig værdi på ca. 1.500 μg TBT/kg TS. Dette kan omregnes til vægt/volumenenheder ved at anvende en massefylde for havnesediment på 1,45 ton/m^3 og et tørstofindhold for havnesediment på 77,75 %. Massefylden er tidligere målt til ca. 1,45 ton/m^3 i havnesediment fra Thyborøn Havn og tørstofindholdet er målt til henholdsvis 77,8 % og 77,7 % i de to blandeprøver udtaget i depotområde 2a.

Til belysning af depotvolumen i forhold til de årlige mængder, der forventes deponeret fra Thyborøn Havn, er i tabel 4 angivet de seneste 7 års deponeringsmængder.

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
M³ tørret sediment:	4.050	7.320	10.000	8.900	5.000	4.000	0

Tabel 3 Deponeret sediment fra Thyborøn Havn i Havnesedimentdepot Rønland.

Det gennemsnitlige deponeringsbehov har dermed i perioden 1999 til og med 2004 (6 år) ligget på ca. 6.500 m^3 pr. år. Til sammenligning forventes udvidelsen af havnedepotet at kunne modtage ca. 355.000 m^3 tørret sediment, hvilket giver en forventet opfyldningsperiode på omtrent 50 år.

Som nævnt har EU vedtaget et forbud mod TBT som begronings-hæmmende tilsætningsstof i skibsbundmaling på samtlige skibe fra 2008. Indholdet af TBT i det deponerede sediment fra Thyborøn Havn må således forventes at falde væsentligt over de kommende år. Det forudsættes i nærværende beregning, at der ikke forekommer et væsentligt indhold af TBT i sedimentet, som deponeres om 20 år.

Fordelingskoefficienten (K_d) mellem opløst og partikelbundet TBT varierer meget, og kan ligge i intervallet 100-100.000, afhængig af bl.a. indholdet af organisk materiale, pH, lerindhold, saltholdighed m.m. /ref. 5/. Denne værdi er afgørende for udvaskningen, og som det fremgår, er usikkerheden ganske stor.

Ifølge /ref. 3/ vil hovedparten af de fundne K_d -værdier, som beregnes på baggrund af de fundne $\log K_{oc}$ for TBT samt et organisk indhold i sedimentet på 1,5 %, ligge i intervallet fra 1.200 til 12.000 l/kg.

Da depotet ligger kystnært, og da sedimentet stammer fra saltvand, er der anvendt en fordelingskoefficient for havvand på 5.500, der vurderes som den bedst anvendelige for depotet. Dette stemmer ligeledes sammen med data fundet i /ref. 5/.

Middel nedbøren i området er 800 – 1000 mm pr. år. Den årlige netto-nedbør sættes som overslag til 600 mm årligt. Den høje værdi skyldes at fordampningen er vurderet til at være forholdsvis begrænset, idet sparsom bevoksning og det høje sandindhold medfører en stor infiltration af regnvand. Efter afdækning og tilsåning med græs vurderes værdien stadig at kunne anvendes som et forsigtigt (konservativt) skøn, da fordampningen fra græstæppet er forholdsvis beskeden.

I nedenstående tabel 3 fremgår de opstillede forudsætninger, som anvendes i den konkrete risikovurdering.

Thyborøn Havn	Depot, etape 2b	Enhed
Volumen af depot	355.000	m ³
Tørstof	77,75	%
Nedbør, netto	600	mm pr. år
Koncentration i sediment, TBT	1,5	mg/kg tørstof
Fordelingskoefficient, K _d	5.500	i havvand
Koncentration i porevand, TBT	273	nanogram/l
Opfyldningsperiode i alt	50	År
Opfyldningsperiode med TBT	20	År
Depotareal	93.000	m ²
Relativt areal med TBT-holdigt sediment	37.000	m ²
Samlet årlig udvaskningsmængde fra depot	55.800	m ³
Årlig udvaskningsmængde fra TBT-holdigt sediment	22.300	m ³

Tabel 4 Beregningsforudsætninger.

6.3 Koncentration af TBT i recipienten efter initialfortynding

I det følgende estimeres koncentrationen af TBT i recipienten (Nisum Bredning) ud for depotet umiddelbart efter endt initialfortynding. Estimeringen baseres på følgende 5 beregningstrin:

1. Beregning af gennemsnitlig kildestyrkekoncentration baseret på omfanget af opblanding af porevand og overfladevand, som dels er påvirket og dels er upåvirket af TBT forurenede sediment, inden vandet når frem til sanddæmningerne (tværdæmning og nordøstlige randdæmning), herunder vurdering af koncentrationen af TBT i vandet på vej ind i dæmningerne.
2. Beregning af den gennemsnitlige opholdstid for porevand og overfladevand under gennemsivning af dæmningerne.
3. Beregning af effekt af nedbrydning af TBT i forbindelse med udsivning fra depotet gennem henholdsvis tværdæmning og nordøstlige randdæmning, herunder vurdering af koncentrationen af TBT i vandet, som siver ud af henholdsvis tværdæmning og nordøstlige randdæmning.
4. Vurdering af størrelsen af initialfortyndingen for vandet som siver fra dæmningerne ud i henholdsvis grøft og Nisum Bredning, herunder også initialfortyningsfaktoren for vandet, som strømmer fra grøften langs med den nordøstlige dæmning ud i Nisum Bredning.
5. Sammenligning af den estimerede koncentration af TBT i recipienten umiddelbart efter initialfortynding med gældende vandkvalitetskrav for TBT i overfladevand, jf. bekendtgørelse 921 fra 1996.

6.3.1 *Trin 1: Beregning af kildestyrkekoncentration inden for dæmnin- gerne*

Det antages, at nettonedbøren, som infiltrerer dels TBT foruren et sediment og dels ikke TBT foruren et sediment, opblandes inden det siver gennem de to sanddæmninger.

Det antages endvidere, at 40 % af nettonedbøren infiltrerer i TBT-foruren et sediment og 60 % af nettonedbøren infiltrerer i sediment, som er upåvirket af TBT. Fordelingen begrundes med, at kun en del af arealet forventes at blive opfyldt med TBT foruren et sediment, svarende til sedimentet deponeret i de første 20 års drift (ud af ca. 50 år).

Det vil sige, at når porevand og overfladevand når frem til sanddæmnin-
gerne vil det have et gennemsnitligt TBT-indhold på ca. 109 nano-
gram/l svarende til 40 % af porevandskoncentrationen i foruren et se-
diment.

Det fremhæves, at der her hverken regnes med nedbrydning i overfla-
devand (ilt og lys) eller retardation og nedbrydning i forbindelse med
porevands strømming i ikke foruren et sediment. Ovenstående estimat
af koncentrationen af TBT i porevand og overfladevand fremme ved
sanddæmnin-
gerne er således meget konservativt.

6.3.2 *Trin 2: Udsivning fra depotet gennem sanddæmnin- gerne*

Grøften mellem depotets nordøstlige flanke og Rønland står via et rør
nedgravet i kote -0,4 i direkte kontakt med Nisum Bredning. Vand-
standen i Nisum Bredning og grøften forventes således at ligge på
nogenlunde samme niveau. Det konkrete vandstands niveau vil over-
ordnet være styret af tidevand, vindgenereret stuvning samt nedbør.

Det antages i det følgende, at udsivningen fra depotet vil:

- Foregå jævnt fordelt hen over året.
- Foregå igennem såvel tværdæmning som randdæmning.
- Foregå over en 2 meter lodret snit i dæmnin-
gerne.

Tværdæmningen er ca. 520 m lang og den nordøstlige randdæmning
er ca. 210 m lang. Udsivningen vil således foregå over en ca. 730 me-
ter lang strækning gennem en 2 meter høj udsivningsfront. Udsivnin-
gen antages at foregå over et areal på 1.460 m².

Som nævnt tidligere forventes en årlig udsivning svarende til afstrøm-
ning af nettonedbøren i depotområdet (55.800 m³/år). Den gennem-
snitlige strømnings hastighed (Darcy) per m² per dag i udsivningsfron-
ten kan estimeres til ca. 0,1 m (55.800 m³/år divideret med 365 da-
ge/år divideret med 1.460 m²).

Dette svarer omtrentlig til, at strømmingen i sandets porer har en hastighed på ca. 0,35 m/dag. Den gennemsnitlige transport tid igennem tværdæmningen, som har en gennemsnitlig tykkelse (under vandlinien) på ca. 24 m, er således på ca. 69 dage.

Ovenstående betragtninger stemmer godt overens med vurderinger foretaget i /7/, hvor transporttiden for et konservativt stof igennem en 15 meter bred dæmning er estimeret til ca. 1,5 måneder.

6.3.3 *Trin 3. Nedbrydning i sanddæmningerne*

TBT kan nedbrydes mikrobielt til DBT, som igen kan nedbrydes til MBT. DBT og MBT er mindre toksiske i vandmiljøet end TBT og vandkvalitetskravene for DBT er en faktor 10 lavere end for TBT. Ifølge /7/ forløber nedbrydningen af TBT langsommere ved lavere temperaturer, mens nedbrydningen under aerobe forhold er væsentligt hurtigere sammenlignet med anaerobe forhold.

I /3/ gennemgås en lang række udførte laboratorieforsøg vedrørende biologisk nedbrydning af TBT under aerobe og anaerobe forhold. Forsøgene viser, at TBT nedbrydningen i vand under aerobe forhold har halveringstider fra 7-50 dage, mens halveringstiden under anaerobe forhold ligger i størrelsesordenen år.

Det er NIRAS vurdering, at forholdene i den mættede zone i tværdæmningen og den nordøstlige randdæmning generelt vil være iltede. Dette begrundes med det meget dynamiske miljø, hvor vandstanden i Bredningen konstant varierer omkring Harboøre Tange på grund af såvel tidevand som vindgeneret stuvning. Der vil således foregå en konstant opblanding og udveksling mellem vand i dæmningen og Nissum Bredning, som vil medføre iltede forhold i den mættede zone i store dele af dæmningerne.

I forhold til at vurdere effekten af den biologiske nedbrydning, som vil forekomme i dæmningerne, er valgt en halveringstid på 20 dage.

Halveringstiden kan virke relativt kort, men NIRAS begrunder valget med, at der reelt forekommer flere forhold, som er med til at reducere koncentrationen af TBT i vandet i forbindelse med passagen af dæmningerne. Disse forhold er bl.a. biologisk nedbrydning, retardation og opblanding med recipient vand.

Det fremgår endvidere af /7/, at der i Odense Havn ikke er påvist TBT i porevandet i dæmningerne omkring et spulefelt, hvilket underbygger, at der kan foregå en markant massereduktion af TBT koncentrationen i porevandet under passage af sanddæmningen.

I tabel 5 beregnes den biologiske nedbrydning i forbindelse med udsivning gennem henholdsvis tværdæmning og nordøstlige randdæmning.

	Tværdæmning	Randdæmning
Nedbrydelighed	Aerobe forhold	Aerobe forhold
Gennemsnitlig bredde under vandlinien	24 meter	15 meter
Transporttid	69 dage	43 dage
Koncentration af vand som siver ind i dæmning C_i	109 nanogram TBT/l	109 nanogram TBT/l
Skønnet halveringstid, $T_{1/2}$	20 dage	20 dage
Koncentration af vand som siver ud af dæmning, C_u (1)	10 nanogram TBT/l	24 nanogram/l

(1) Anvendte formler $k = \ln 2 / T_{1/2}$ og $C_u = C_i \cdot e^{-kt}$

Tabel 5 Beregning af den biologiske nedbrydnings effekt på koncentrationen af TBT i perkolat fra depotet efter passage af dæmningen..

6.3.4 Trin 4: Vurdering af initialfortyndingsfaktor

I det følgende afsnit vurderes størrelsen af initialfortyndingen for perkolat, som siver henholdsvis tværdæmningen ud i Nissum Bredning og fra den nordøstlige randdæmning ud i drængrøften. For drængrøften vurderes endvidere initialfortyndingen for vandet, som strømmer fra grøften langs med en den nordøstlige dæmning ud i Nissum Bredning.

Fra Miljøstyrelsens vejledning nr. 5 fra 2002 om udarbejdelse af overgangsplaner for bestående deponeringsanlæg skal citeres følgende vedr. initialfortynding:

"Initialfortynding kan ifølge definitionen heraf kun ske hvor der er tale om en udpumpning af vand med tryk og impuls i forhold til den omgivende vandmasse - jævnfør Miljøstyrelsens vejledning Nr. 5, 1999, Kapitel 16.4.2. Ved udsivning kan der derfor pr. definition ikke ske en initialfortynding.

Såfremt udsivningen fra et deponeringsanlæg, der er beliggende umiddelbart ud til et vandområde, sker over en bred front, og ikke fra enkelte punkter, kan dette imidlertid antages at have den samme effekt som en initialfortynding, således at der i vandområdet umiddelbart uden for udsivningsområdet kan regnes med en lavere koncentration end i det udsivende vand. Hvor meget lavere vil afhænge af forholdet mellem den udsivende vandmængde og den vandudskiftning der sker i udsivningsområdet.

Som udgangspunkt kan der skønnes en initial opblandingsfaktor på 10. Skønnet er baseret på at vandudskiftningen i udsivningsområdet er i størrelsesordenen 10 gange så stor som den udsivende vandmængde. Udsivningsområdet forudsættes afgrænset til depotinddæmnings umiddelbare nærhed det vil sige området med en vandret udstrækning ud fra depotet der ikke overstiger den vanddækkede del af en depotinddæmningen ved normalvandstand. For anlæg som ikke har inddæmningsanlæg forudsættes udsivningsområdet afgrænset til brændingszonen ud for anlægget.

En højere opblandingsfaktor kan benyttes såfremt det kan dokumenteres at opblandingen inden for udsivningsområdet er større. Ved udsivning hvor der er lille vandudskiftning i udsivningsområdet, bør opblandingsfaktoren fastsættes lavere.

Såfremt der i vandområdet udenfor udsivningsområdet i regionplanen er afgrænset et nærområde med lempet målsætning kan en yderligere opblanding i dette område indregnes. For at sikre imod akut giftighed inden for nærområdet vil der for denne opblanding dog højst kunne regnes med en faktor op til 10-20 i tillæg til den initiale opblanding. Herved skal det imidlertid gøres klart at der ikke er sikret mod akutte giftvirkninger i selve udsivningsområdet.”

Jf. Regionplan for Ringkjøbing Amt 2001, Tillæg nr. 1 Vandområder har Limfjorden syd for Rønland en lempet målsætning pga. kviksølvforurening i området.

Initialfortynding for udsivning langs tværdæmningen

Ifølge Miljøstyrelsens vejledning nr. 5 fra 2002 kan der således regnes med en initialfortyndingsfaktor på 10 ved udsivning fra deponeringsanlæg, men en højere opblandingsfaktor kan benyttes, såfremt det kan dokumenteres at opblandingen inden for udsivningsområdet er større.

Udsivningsområdet forudsættes afgrænset til depotinddæmnings umiddelbare nærhed. Det vil sige området med en vandret udstrækning ud fra depotet, der ikke overstiger den vanddækkede del af en depotinddæmningen ved normalvandstand. Dette vil i den konkrete situation involvere et område med en gennemsnitlig vandret udstrækning på ca. 6 meter fra tværdæmningen

Udsivningen antages således at ske jævnt over en ca. 520 meter lang og 2 meterbred front, som strækker sig i gennemsnit ca. 6 meter fra dæmningen, hvis vandspejlet i Bredningen er ca. beliggende i kote 0.

Ifølge Dansk Meteorologisk Instituts hjemmeside (www.dmi.dk) er tidevandet i Thyborøn havn normalt +/- 0,20 meter og der vil være henholdsvis høj- og lavvande to gange i døgnet. Tidevandsstrømmen vil således medføre en udskiftning af vandet i udsivningszonen nogle

gange dagligt. Derudover vil den vindgenerede stuvning i Nisum Bredning medføre meget store vandbevægelser over en periode på dage/uger. Samlet set vil der således til stadighed foregå en vandudskiftning i udsivningszonen.

Initialfortyndingen for udsivningen gennem tværdæmningen er beregnet i tabel 6.

Gennemsnitlig udsivning gennem tværdæmning	113 m ³ /dag
Volumen af udsivningszone (1)	3.120 m ³
Antal tidevandscykler per dag	2
Gennemsnitlig "vandudskiftning" i udsivningszone (2)	6.240 m ³ /dag
Faktor for initialfortynding i udsivningszone	55

(1) $(520\text{m} \times 2\text{m} \times 3\text{m}) = 3.120 \text{ m}^3$.

(2) Som konservativt skøn angives, at vandvolumen udskiftes to gange i døgnet.

(3) $(6.240/113) = 55$

Tabel 6 Beregning af initialfortynding for udsivning gennem tværdæmning.

Initialfortynding for udsivning langs nordøstlige randdæmning

Størrelsen af initialfortyndingen i grøften beregnes nedenfor:

Initialfortyndingen er beregnet i tabel 7.

Gennemsnitlig udsivning gennem randdæmning	40 m ³ /dag
Gennemsnitlig udsivning fra opland (1)	108 m ³ /dag
Faktor for fortynding i grøften	2,7
Faktor for initialfortynding ved grøftens udløb til Nisum Bredning (2)	10
Samlet faktor for fortynding	27

(1) Grøften har et afstrømningsopland beliggende på Rønland på ca. 66.000 m², som med en nettonedbør på 600 mm/år. Dette medfører en gennemsnitlig udsivning til grøften på ca. 108 m³/dag.

(2) Drænvandet i grøften strømmer ud i Nisum Bredning. Det vurderes, at drænvandet som minimum fortyndes en faktor 10 i forbindelse med initialfortyndingen i udsivningsområdet.

Tabel 7 Beregning af samlet faktor for fortynding i forbindelse med udsivning af vand fra grøft.

6.3.5 Trin 5: Sammenligning med vandkvalitetskrav for TBT

I tabel 8 fremgår koncentrationen af TBT i recipienten umiddelbart efter initialfortynding for perkolatet, som siver ud ved henholdsvis tværdæmningen og den nordøstlige randdæmning.

Det fremhæves, at der i forhold til processerne inde i depotet hverken regnes med nedbrydning i overfladevand (ilt og lys) eller retardation

og nedbrydning i forbindelse med porevandets strømning i ikke forurenede sediment. Ovenstående estimat af koncentrationen af TBT i recipienten umiddelbart efter initialfortynding er således konservativt.

Vandkvalitetskravet for TBT for overfladevand fremgår ligeledes af tabel 8. Det ses, at udsivning fra depotet ikke vil give anledning til en overskridelse af vandkvalitetskriteriet for TBT i Nisum Bredning.

Området er i Regionplanen fra 2001 udlagt med lempet målsætning for vandkvaliteten, da fjordbunden lokalt er påvirket af en kviksølvforurening hidrørende fra Cheminovas gamle fabriksgrund. NIRAS vurderer at der vil ske en yderligere fortynding inden for den udlagte zone med lempet målsætning for vandkvaliteten svarende til en faktor 5-10. I tabel 8 er angivet den forventede gennemsnitskoncentration i recipientvandet, som strømmer ud af området med lempet målsætning.

Nanogram TBT/l	Tværdæmning	Randdæmning
Koncentration af TBT i vandet som siver ud af dæmning, C_u	10	24
Koncentration af TBT i recipienten umiddelbart efter initialfortynding	0,18	0,9
Vandkvalitetskrav for TBT	1	1
Koncentration af TBT i recipienten efter yderligere fortynding i område med lempet målsætning (fortyndingsfaktor på 5)	0,04	0,2

Tabel 8 Koncentrationer i recipienten uden for depotets tværdæmning efter henholdsvis initialfortynding og opblanding i nærzone.

7. Konklusion

Det er vurderet, at indholdet af PAH-forbindelser og tungmetaller i sedimentet er så lavt, at koncentrationerne ved udsivning fra depotet ikke vil give anledning til skader i det omkringliggende havmiljø. Det underbygges af, at området, hvor depotet etableres, er stærkt kviksølvforurenet. Forureningen stammer fra Cheminovas tidligere fabriksanlæg. I Miljøgodkendelsen af depotet /ref. 2/ har Ringkjøbing Amt vurderet, at det vil være en miljømæssig gevinst at inddæmme og fylde de områder op, hvor 2/3 af kviksølvet ligger.

En beregning af udsivningen fra indholdet af TBT i sedimentet har vist, at koncentrationen af TBT i vandmiljøet efter initialfortynding ikke vil overskride vandkvalitetskravet på 1 ng/l. Det er i beregninger dog forudsat, at TBT indholdet i sediment vil være markant reduceret om 10-20 år på grund af EU's totale forbud mod anvendelse af TBT-holdig bundmaling fra 2008.

På denne baggrund er der grundlag for, at etape 2b af Havnesedimentdepot Rønland kan få ”yderligere reducerede krav” jf. bek. nr. 650 ”om deponeringsanlæg”, således at der ikke skal etableres membran eller perkolatopsamling i etape 2b af havnesedimentdepotet.

På samme baggrund bør der være grundlag for, at kravet om sikkerhedsstillelse bortfalder eller minimeres, da depotet jf. Miljøgodkendelsen /ref. 2/ skal fyldes og færdiggøres løbende med sand- og muld-afdekning på minimum 0,5 m og tilsås med græs.

Endelig bør der være grundlag for, at der ikke stilles krav om bemanding på depotet. Der er tale om tilførsel via bil eller dumper af homogent sediment, der ikke skal sorteres eller komprimeres i forbindelse med udlægningen. Tilførslen vil naturligvis blive fulgt og reguleret af en havneformand, som sørger for at porte lukkes, at der rengøres efter evt. uheld med spild, at adgangsveje er i orden m.v.

8. Referencer

- /Ref. 1/ Møde mellem Cheminova A/S, Thyborøn Havn og Ringkøbing Amt. Mødereferat af 7. december 2005. Udarbejdet af Ringkøbing Amt.
- /Ref. 2/ Ringkøbing Amt, Miljøgodkendelse af 2. etape af depot for forurenat havnesediment på Harboøre Tange syd for Rønland, depot nr. 673-9 ”Havnesedimentdepot Rønland”, 19. august 1999.
- /Ref. 3/ Undersøgelse af eksisterende viden om tilbageholdelse og nedbrydning af PAH og TBT samt tilbageholdelse af sporelementer/tungmetaller til brug ved risikovurdering af kystnære depoter. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 33 fra 2005
- /Ref.4/ Giftighed og biotilgængelighed af sedimentbundet TBT er vi for restriktive ved vurdering af havnesediment? Flemming Møhlenberg, DHI – Institut for Vand & Miljø, 2003.
- /Ref. 5/ Extoxnet, Extension Toxicology Network, Pesticide Information Profiles, Oregon State University, Revised June 1996.
- /Ref. 6/ Chemicals Evaluation and Research Institute, Japan, 2002.

/Ref. 7/ Vurdering af udvaskning fra havnesediment under forskellige redox-forhold. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 19 2003. Udarbejdet af DHI.

Notat og beregninger udarbejdet af den 9. januar 2004:

Jette Bernt Nielsen / Henning Hjuler / Leif Østerby Pedersen
4810 4290 / 4810 4286 / 9610 1522

Revision af notat og beregninger:

Udarbejdelse: Freddy S. Petersen, civilingeniør (9626 6251)

Kvalitetssikring: Niels lave Sørensen, civilingeniør (8732 3255)