

Bilag 3.3. Miljøkonsekvensvurdering

Teknisk notat

Miljøkonsekvensvurdering for spulefeltet i Rærup

25. november 2011
Projekt: 23.1450.01
Rev. 2

Udarbejdet : Erik Dal

0 FORORD

Miljøkonsekvensvurderingen er opdateret med vurdering af sorption og nedbrydning samt vurdering af sedimenter med koncentrationer op til modtagekriteriet..

Ændringer i forhold til revision 1 er markeret med lodret markering i marginen.

1 INDLEDNING

Nærværende miljøkonsekvensvurdering for Rærup spulefelt (havbundssedimentdepot) er udarbejdet i overensstemmelse med Miljøministeriets vejledende udtalelse til brug for gennemførelse af en miljøkonsekvensvurdering for et bestående deponeringsanlæg for havbundssedimenter, /Ref. 1/, samt i overensstemmelse med deponeringsbekendtgørelsens bilag 2, /Ref. 2/.

Miljøkonsekvensvurderingen er udarbejdet med henblik på at kunne danne baggrund for en miljøgodkendelse af spulefeltet til deponering af havbundssedimenter under yderligere reducerede krav til membransystemet jf. deponeringsbekendtgørelsen bilag 2. Miljøkonsekvensvurderingen omfatter derfor en vurdering af koncentration af udvaskning af miljøfremmede stoffer sammenholdt med miljøkvalitetskrav for det nærliggende marine vandområde.

Miljøkonsekvensvurderingen er udarbejdet ud fra faststofsanalyser fra udtagne sedimentprøver fra depotet samt vurderinger af udvaskningsegenskaber for forurende stoffer fra Rærup spulefelt fra Miljøstyrelsen "Udsivning fra spulefelter", /Ref. 3/. Herudover er der udarbejdet konsekvensvurdering for modtagelse af havbundssedimenter med forurening op til foreslået modtagekriterier.

I vejledningen fra Miljøstyrelsen er anført hvordan en risikovurdering af havnesedimentdepoter skal gennemføres. Denne vejledning tager udgangspunkt i resultaterne fra rapporten "Udsivning fra spulefelter"

2 BAGGRUND

2.1 Eksisterende tilladelser

Havbundssedimentdepotet ved Rærup er et eksisterende depot miljøgodkendt i 1987 af Nordjyllands Amt, som var tilsyns- og godkendelsesmyndighed indtil 2007.

Nordjyllands Amt tidsbegrænset miljøgodkendelsen for at sikre sig, at depotet efter en periode bliver taget op til vurdering i relation til gældende lovgivning. Siden er depotet blevet en (i) – mærket virksomhed og dermed omfattet af krav om regelmæssig revurdering hvert 10. år. Det er tilsynsmyndigheden Miljøstyrelsen Aarhus, der foretager revurdering af virksomheden samt meddeler afgørelse om overgangsplan.

I Miljøcenter Århus's (nu Miljøstyrelsen Aarhus) afgørelse om overgangsplan og revurdering af 19. november 2009 fastsættes vilkår om nedlukning pr. 1. januar 2010, fordi den eksisterende miljøgodkendelse er tidsbegrænset til denne dato.

Aalborg Kommune har som godkendelsesmyndighed forlænget tidsbegrænsningen for havbundssedimentdepotet med 2 år i afgørelse om revurdering og overgangsplan af 17. december 2009, for at give virksomheden mulighed for at få belyst, hvorvidt depotet kan drives videre på yderligere reducerede vilkår jf. deponeringsbekendtgørelsen.

Nærværende miljøkonsekvensvurdering danner grundlag for myndighedernes vurdering af, hvorvidt depotet kan drives videre på yderligere reducerede vilkår.

2.2 Hidtidig drift

Der modtages udelukkende havbundssediment fra oprensning af sejlrender og havnebassiner samt fra uddybningsarbejder. Sedimenterne deponeres hovedsagelig ved indpumpning, men mindre mængde deponeres ved bagtipping.

Depotets samlede areal udgør ca. 50 Ha. Det afgrænses af diger med digekrote i maks. kote. 8,0 m. Der er i dag deponeret i alt ca. 355.000 m³ sediment, og der kan indbygges yderligere omkring 3.815.000 m³ inden depotet skal afsluttes. Alle volumener er angivet som geometriske volumener efter indbygning. Det samlede deponeringsvolumen er det, der kan rummes indenfor det areal og niveaumæssige afgrænsninger, der er angivet i lokalplanen for området.

En skitse af depotet er vedlagt som bilag 1

3 MILJØKONSEKVENSVURDERING

En miljøkonsekvensvurdering for et bestående deponeringsanlæg for havbundssedimenter, der ønsker yderligere reducerede vilkår skal indeholde 3 hovedelementer

1. En beskrivelse af deponeringsanlægget med fastlæggelse af kildestyrken til forurenende stoffer
2. Beskrivelse af transport- og fortyndingsforhold for forureningsstofferne
3. Beskrivelse af den miljøeffekt, som deponeringsanlægget påvirker det tilstødende vandområde med.

4 KILDESTYRKE

Miljøkonsekvensvurderingen foretages på baggrund af det sediment, der allerede er bortskaffet i deponeringsanlægget. For at estimere kildestyrken skal faststofindholdet af forureningsstofferne samt udvaskningsegenskaberne for disse stoffer fastlægges.

4.1 Kritiske forureningsparametre

Miljøstyrelsens vejledning indeholder en oversigt over de parametre, der som udgangspunkt bør indgå i en miljøkonsekvensvurdering. Det fremgår af vejledningen, at såfremt der er dokumentation for, at parametrene i oversigten ikke udgør et miljømæssigt problem, kan disse udelades i vurderingen af miljøkonsekvenserne.

I forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen er der udtaget sedimentprøver fra 3 af spulefeltets 4 felter. Der er ikke udtaget prøver fra det sidste felt, da dette felt endnu ikke er taget i brug og der derfor ikke er indfyldt havbundssedimenter.

For hver felt er der etableret en blandprøve fra 10 delprøver. Blandprøven er analyseret for alle de parametre, som er listet i Miljøstyrelsens vejledning. Resultaterne fra prøverne er gengivet i bilag 3. Prøvetagningsplanen er vedlagt som bilag 2.

Baseret på disse analyser samt historisk kendskab til depotet er der nedenfor foretaget en screening af, hvilke stoffer fra vejledningens oversigt, der er relevante at medtage i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.1 Almindeligt forekommende tungmetaller: Arsen, cadmium, chrom, kobber, kviksølv, nikkel, bly og zink

Disse metaller forekommer normalt i havnesedimenter, og der undersøges traditionelt for disse ifm. klapning. Det vurderes derfor, at stofferne er relevante at medtage i miljøkonsekvensvurderingerne for spulefelterne i Rærup.

4.1.2 Særlige metaller: Barium, Molybdæn, Antimon og Selen

Disse metaller forekommer normalt ikke i havnesedimenter, men kommer typisk fra særlige industrivirksomheder og for molybdæn særligt fra udvaskning af flyveaske.

I faststofanalyserne er der ikke påvist antimon og selen, og disse stoffer er derfor ikke relevante at medtage i en miljøkonsekvensvurdering.

Der er derimod påvist et indhold af barium og molybdæn, hvorfor disse 2 stoffer bør indgå i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.3 Kalium, Natrium, Calcium, Jern, Aluminium og Svovl

Der er typisk tale om ion-forbindelser og salte, som optræder naturligt i miljøet. Høje koncentrationer kan være kritiske for særligt følsomme ferskvandsområder, men forekomsten af forbindelserne vurderes ikke at være kritisk i det marine miljø, hvor de optræder i naturlige koncentrationer. Forbindelserne vurderes derfor ikke at være relevante at medtage i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.4 Mineralolie (C6-C40)

Benzin- og olieforbindelser findes ofte som følge af spild. I forbindelse med oprensings- og uddybningskampagner måles der in-situ for mineralolie, og der er kun i enkelte tilfælde detekteret olie og kun i lave koncentrationer. Der deponeres ikke havbundsmateriale fra Oliehavnen, hvor de eventuelt højeste koncentrationer formodes at kunne forekomme.

I faststofanalyserne kan der påvises lave koncentrationer af de tunge oliekomponenter. Koncentrationerne er lavere end afskæringsniveauerne for ren jord, hvorfor det vurderes, at mineralolie ikke skal medtages i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.5 BTEX: Benzen, Toluen, Ethylbenzen og Xylener

BTEX er særlige farlige udgaver af de oliestoffer, som forekommer i benzin og andre olieprodukter. Der er ikke påvist BTEX i faststofanalyserne, hvorfor disse stoffer ikke medtages i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.6 Naphtalen, flouranthen, benz(b+j+k)flouranthen, benz(a)pyren, di-benz(a,h)anthracen og indeno(1,2,3-c,d)pyren

Hører til gruppen af Polycykliske Aromatiske Hydrocarboner (PAH), som er en gruppe organiske forbindelser som udledes til luften i forbindelse med forbrænding af fossile brændsler f.eks. i biler, ved energiproduktion og skovbrande.

Disse stoffer undersøges der normalt for i havnesedimenter, og de medtages ligeledes i miljøkonsekvensvurderingen.

Herudover vurderes det som relevant at medtage en række PAH'er i miljøkonsekvensvurderingen. Disse stoffer er ligeledes medtaget i faststofanalyserne.

4.1.7 Tributyltin (TBT), Dibutyltin (DBT) og Monobutyltin (MBT)

Tributyltin (TBT) har siden 1960erne været brugt i stort omfang som antibegrøningsmiddel i bundmalinger til skibe. Anvendelsen af stoffet er nu forbudt. DBT og MBT er nedbrydningsprodukter fra TBT.

Selvom stofferne er udfaset, findes de i havnesedimenter, som tidligere er deponeret i spulefelterne, hvorfor stofferne vil indgå i miljøkonsekvensvurderingen.

4.1.8 PCB (kongenerer nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, og 180)

Anvendelsen af PCB har været vidt udbredt i 1960erne og 1970erne, men har siden midten af firserne været forbudt.

Der er tidligere målt for PCB, men det er ikke fundet i havnesedimenterne fra de relevante havnebassiner.

I faststofanalyserne er PCB påvist, men i meget lave koncentrationer som ligger under det niveau, hvor affald vurderes som rent til fri omsætning. At PCB nu kan påvises kan skyldes, at den seneste analysemetode for PCB kan stoffet påvises ved meget lave koncentrationer.

Stofferne vurderes ikke relevante at medtage i miljøkonsekvensvurderingen.

4.2 Faststofindhold for deponeret havbundssedimenter

I forbindelse med miljøkonsekvensvurderingen er der, som nævnt ovenfor, udtaget en række sedimentprøver fra det eksisterende spulefelt, hvorpå der er foretaget analyse af faststofindholdet af forurenende stoffer.

I forbindelse med Miljøministeriets "Udsivning fra spulefelter" er der ligeledes foretaget analyse af faststofindholdet af en række forurenende stoffer i 2004 og 2006.

Resultaterne fra alle analyser er gengivet og diskuteret i bilag 3.

I nedenstående tabel er faststofindholdet som vægtet middelværdi af de udførte analyser gengivet for de relevante stoffer. Disse værdier anvendes i den efterfølgende miljøkonsekvensvurdering.

Stof / parameter	CAS-nr	Tørstofsindhold			
		Afsnit A mg/kg tør- stof	Afsnit B mg/kg tørstof	Afsnit C mg/kg tørstof	Gennemsnit mg/kg tørstof
Arsen (As)	CAS-7440-38-2	2,8	4,3	3,3	3,47
Cadmium (Cd)	CAS-7440-43-9	0,34	0,43	0,39	0,39
Chrom (Cr)	CAS-7440-47-3	8,46	18,8	15,1	14,12
Kobber (Cu)	CAS-7440-50-8	47,8	12,7	14,5	25,0
Kviksølv (Hg)	CAS-7439-97-6	0,1	<0,1	<0,1	0,10
Nikkel (Ni)	CAS-7440-02-0	5,9	13,6	10,9	10,13
Bly (Pb)	CAS-7439-92-1	22,8	16,9	15,5	18,4
Zink (Zn)	CAS-7440-66-6	122	51,6	60,4	78,0
Barium (Ba)	CAS-7440-39-3	31,9	27	24,6	27,8
Molybdæn (Mo)	CAS-7439-98-7	3,3	10,3	8	7,2
Acenaphthen	CAS-83-32-9	0,019	<0,01	0,037	0,020
Acenaphthylen	CAS-208-96-8	0,050	0,013	0,089	0,051
Antracen	CAS-120-12-7	0,056	<0,01	0,122	0,061
Benz(a)anthracen	CAS-56-55-3	0,557	0,129	1,392	0,693
Benz(a)pyren	CAS-50-32-8	0,035	<0,01	0,143	0,061
Benz (b)flouranthen	CAS-205-99-2	0,416	0,172	1,155	0,416
Benz (j+k)flouranthen	CAS-207-08-9 (k)	0,187	0,091	0,546	0,275
Benzo(ghi)perylen	CAS-191-24-2	0,288	0,121	0,695	0,368
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	CAS-193-39-5	0,171	0,086	0,609	0,289
Chrysen	CAS-218-01-9	0,331	0,098	1,184	0,538
Dibenz(a,h)anthracen	CAS-53-70-3	0,044	0,32	0,101	0,059
Flouranthen	CAS-206-44-0	0,521	0,204	1,701	0,808
Flouren	CAS-86-73-7	0,034	0,011	0,049	0,031
Naphtalen	CAS-91-20-3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Phenantren	CAS-85-01-8	0,288	0,041	0,182	0,170
Pyren	CAS-129-00-0	0,456	0,159	1,416	0,677
Monobutyltin	CAS-78763-54-9	0,013	<0,005	<0,005	0,006
Dibutyltin	CAS-1002-53-5	0,045	<0,005	0,007	0,018
Tributyltin	CAS-36643-28-4	0,023	0,010	0,036	0,023
Tørstofsindhold		74,9%	71,7%	63,5%	70,0%
TOC		1,52%	2,16%	1,07%	1,60%
pH-værdi		8,7	8,9	9,1	8,9
Alkalinitet		1,46 mmol/l	2,63 mmol/l	3,74 mmol/l	2,6 mmol/l

Tabel 1: Faststofsindhold af forurenende stoffer i indpumpet havbundssediment

4.3

Modtagekriterier for havbundssedimenter

I forbindelse med miljøansøgningen for havbundssedimentdepotet i Rærup foreslås kriterier for modtagelse af havbundssedimenter. Havbundssedimenter, der skal modtages på depotet, skal overholde grænseværdierne i tabel 2.

Stof / parameter	CAS-nr	Grænseværdi mg/kg tørstof
Arsen (As)	CAS-7440-38-2	30 (60) ¹⁾
Cadmium (Cd)	CAS-7440-43-9	5
Chrom (Cr)	CAS-7440-47-3	540
Kobber (Cu)	CAS-7440-50-8	180
Kviksølv (Hg)	CAS-7439-97-6	2
Nikkel (Ni)	CAS-7440-02-0	120
Bly (Pb)	CAS-7439-92-1	400
Zink (Zn)	CAS-7440-66-6	1000
Tributyltin	CAS-36643-28-4	40
Sum PAH (anthracen, benz(a)anthracen, benz(ghi)perylene, benz(a)pyren, chrysen, flouranthen, indeno(1,2,3-c,d)pyren, pyren og phe-nanthren) ²⁾		60
Sum PCB (kongenernr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) ³⁾		0,4

Tabel 2: Modtagekriterier for havbundssediment.

1) For arsen kan partier med værdier op til 60 mg/kg tørstof tillades, så længe mid-delværdien for alle partier under hele gravekampagnen ikke overstiger 30 mg/kg tørstof.

2) I modtagekriterierne vurderes på sum PAH. I forbindelse med miljøkonsekvens-vurderingen forudsættes fordelingen af de forskellige PAH'er at svare til de fundne fordeling fra de udtagne prøver fra depotet.

3) PCB er ikke medtaget i miljøkonsekvensanalysen jf. afsnit 4.1.

4.4

Udvaskningsegenskaber

For at estimere koncentrationen af forurenende stoffer i perkolatet i depotet skal vi have kendskab til stoffernes udvaskningsegenskaber for det indfyldte sediment. Udvaskningsegenskab kan beskrives ved K_d -værdien, som udtrykker graden af sorption af et stof som forholdet mellem koncentrationen af stoffet bundet til sedimentet og koncentrationen af stoffet i porevandet.

I Miljøstyrelsen "Udsivning fra spulefelter" er udvaskningsegenskaberne af en række stoffer for sedimenter indfyldt i Rærup spulefelt estimeret baseret på målte værdier af koncentration i sediment og et eluat udvundet af forurenede sediment prøver. Ideelt set skulle eluatet være porevand fra det forurenede sediment, med det var ikke praktisk muligt at udvinde tilstrækkelig porevand. Eluatet er derfor fremstillet ved at tilføre det forurenede sediment vand udtaget fra recipienten ved samme lokalitet. Efter sammenblandingen med det forurenede sediment og en vis opholdstid er vandet dekanteret fra igen og koncentrationen af forurenende stoffer er bestemt ved analyse.

For en række PAH'er har det ikke været muligt at bestemme en K_d værdi, da koncentrationen i både fast stof og vandfase er mindre end detektionsgrænsen. For disse PAH'er er en K_d fastsat som den nedre grænse for det interval, som er opgivet i Miljøstyrelsen arbejdsrapport nr. 33, /Ref. 4/.

For barium og molybdæn er anvendt K_d værdier, som tidligere er estimeret for Esbjerg Havn.

Med kendskab til K_d værdi og faststofsindhold kan ligevægtskoncentration i perkolat bestemmes.

I tabel 3 og 4 er udvaskningsegenskaberne for henholdsvis de udtagne prøver af deponeret havbundssedimenter og modtagne sedimenter med koncentrationer af forurenende stoffer svarende til modtagekriterier givet.

Stof / parameter	Faststof	K_d	Perkolat
	mg/kg tørstof	l/kg	$\mu\text{g/l}$
Arsen (As)	3,47	250 ^{a)}	13,9
Cadmium (Cd)	0,39	1.050 ^{a)}	0,37
Chrom (Cr)	14,12	1.600 ^{a)}	8,83
Kobber (Cu)	25,0	2.200 ^{a)}	11,4
Kviksølv (Hg)	0,10	550 ^{a)}	0,18
Nikkel (Ni)	10,13	1.100 ^{a)}	9,21
Bly (Pb)	18,4	1.850 ^{a)}	9,90
Zink (Zn)	78,0	3.200 ^{a)}	24,4
Barium (Ba)	27,8	1.115 ^{b)}	25,0
Molybdæn (Mo)	7,2	850 ^{b)}	8,50
Acenaphthen	0,020	183 ^{c)}	0,111
Acenaphthylen	0,051	1.830 ^{c)}	0,028
Antracen	0,061	5.800 ^{c)}	0,011
Benz(a)anthracen	0,693	1.830 ^{c)}	0,378
Benz(a)pyren	0,061	3.660 ^{c)}	0,017
Benz (b)flouranthen	0,416	1.830 ^{c)}	0,317
Benz (j+k)flouranthen	0,275	2.910 ^{c)}	0,095
Benzo(ghi)perylene	0,368	2.910 ^{c)}	0,127
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,289	3.660 ^{c)}	0,079
Chrysen	0,538	1.830 ^{c)}	0,293
Dibenz(a,h)anthracen	0,059	1.830 ^{c)}	0,032
Flouranthen	0,808	9.600 ^{a)}	0,084
Flouren	0,031	580 ^{c)}	0,054
Napthalen	<0,01	18,3 ^{c)}	0,545
Phenantren	0,170	580 ^{c)}	0,294
Pyren	0,677	7.700 ^{a)}	0,088
Monobutyltin	0,006	830 ^{a)}	0,007
Dibutyltin	0,018	4.300 ^{a)}	0,004
Tributyltin	0,023	21.700 ^{a)}	0,001

Tabel 3: Udvasningssegenskaber for det deponerede havbundssediment i Rærup spulefelt.

a) K_d værdi fra Miljøstyrelsens rapport "Udsivning fra spulefelter", 2006.

b) K_d værdi tidligere anvendt ved Esbjerg Havn.

c) K_d værdi er baseret på nedre værdi af K_{oc} med en organiske indhold f_{oc} på 1,8%.

Stof / parameter	Faststof	K_d	Perkolat
	mg/kg tørstof	l/kg	$\mu\text{g/l}$
Arsen (As)	30	250 ^{a)}	120
Cadmium (Cd)	5	1.050 ^{a)}	4,8
Chrom (Cr)	540	1.600 ^{a)}	338
Kobber (Cu)	180	2.200 ^{a)}	82
Kviksølv (Hg)	2	550 ^{a)}	3,6
Nikkel (Ni)	120	1.100 ^{a)}	109
Bly (Pb)	400	1.850 ^{a)}	216
Zink (Zn)	1000	3.200 ^{a)}	312

Antracen	1,0 ^{c)}	5.800 ^{b)}	0,172
Benz(a)anthracen	11,3 ^{c)}	1.830 ^{b)}	6,186
Benz(a)pyren	1,0 ^{c)}	3.660 ^{b)}	0,273
Benzo(ghi)perylene	6,0 ^{c)}	2.910 ^{b)}	2,074
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	4,7 ^{c)}	3.660 ^{b)}	1,292
Chrysen	8,8 ^{c)}	1.830 ^{b)}	4,802
Flouranthen	13,2 ^{c)}	9.600 ^{a)}	1,379
Phenantren	2,8 ^{c)}	580 ^{b)}	4,810
Pyren	11,1 ^{c)}	7.700 ^{a)}	1,440
Tributyltin	1	21.700 ^{a)}	0,046

Tabel 4: Udvaskningsegenskaber for sediment med koncentrationer af forurenende stoffer svarende til modtagekriterierne.

a) K_d værdi fra Miljøstyrelsens rapport "Udsivning fra spulefelter", 2006.

b) K_d værdi er baseret på nedre værdi af K_{oc} med en organiske indhold f_{oc} på 1,8%.

c) Sum PAH er 60 mg/kg tørstof. Fordeling på de enkelte stoffer forudsættes at svare til fordelingen i de udtagne prøver fra depotet.

5 STOFTRANSPORTVEJE TIL VANDOMRÅDET

5.1 Udledning gennem dæmning

Overskudsvand i deponeringsanlægget udledes ikke direkte til vandområdet, men udstrømmer gennem anlæggets dæmning som følge af en trykgradient rettet fra deponeringsanlægget ud mod det tilstødende vandområde.

Overskudsvand vil alene være resultat af netto nedbør og fortrængning fra indfyldte sedimenter. Der vil ikke være overskudsvand i form af spædevand fra indpumpningen, da indpumpning sker med recirkulering af spædevandet. Der er heller ikke bidrag fra tilstødende arealer, da der langs depotet er etableret afskærende grøft.

I det efterfølgende vurderes et scenarie med en årlig indfyldning af 25.000 m³ sedimenter. Ved tilførsel af spædevand i forholdet 1:2 vil indfyldningen bidrage med ca. 50.000 m³ overskudsvand pr. år.

Den årlige nettonedbør er ifølge Miljøstyrelsens JAGG model på 300 mm. Med et areal på 50 Ha vil nettonedbøren bidrage med ca. 150.000 m³ overskudsvand pr. år.

Den samlede årlige mængde overskudsvand, der udstrømmer gennem dæmningen, vil således udgøre ca. 200.000 m³ svarende til en udsivning på 6,4 l/s.

5.2 Nedbrydning og sorption af forurenende stoffer

For deponeringsanlæg for havbundssedimenter med dæmninger vil der under stoftransporten gennem dæmningen foregå en nedbrydningsaktivitet af organiske stoffer samt tilbageholdelse i form af sorption af forurenende stoffer til dæmningsmaterialet.

Under antagelse af en effektiv højde af den del af dæmningen, hvor udsivningen sker, på 2 m, en længde af dæmningen på 785 m, en udsivning på 200.000 m³ om året og en porøsitet af dæmningen på 0,33 fås en gennemsnitlig transporttid af porevand på

$$T = 200.000 \text{ m}^3/\text{år} / (785 \text{ m} \times 2 \text{ m}) / 0,33 = 386 \text{ m} / \text{år}$$

Med en dæmningsbredde på 15 m vil den gennemsnitlige transporttid for perkolat gennem dæmningen være ca. 14 dage.

På grund af sorption vil transporttiden for de forurenende stoffer dog være væsentlig længere. I tabel 5 er parametre til risikovurdering for sorption og nedbrydning angivet. Værdierne er hentet i ref. /3/.

Med udgangspunkt i sorptionen (K_d), dæmningsmaterialet brutto volumenvægt (ρ_b), og jorden effektive vandfyldte porøsitet (ε) kan retardationsfaktoren R bestemmes.

$$R = 1 + (\rho_b \times K_d) / \varepsilon$$

Stof / parameter	Sorption i dæmningsmateriale K_d l/kg	Nedbrydning i sediment (halvveringstid) Dage	Retardationsfaktor R	Transporttid for forurenende stoffer År
Arsen (As)	20	-	92	3½
Cadmium (Cd)	20	-	92	3½
Chrom (Cr)	23	-	106	4
Kobber (Cu)	100	-	455	17½
Kviksølv (Hg)	20	-	92	3½
Nikkel (Ni)	20	-	92	3½
Bly (Pb)	100	-	455	17½
Zink (Zn)	20	-	92	3½
Tributyltin (TBT)	100	1.825	455	17½
Acenaphten	2,5	36	12	½
Acenaphthylen	25	- ¹⁾	115	4½
Anthracen	79	86	360	14
Benz(a)antracen	25	290	115	4½
Benz(a)pyren	50	2600	228	8½
Benz(b)fluoranthren	25	230	115	4½
Benz(k)fluoranthren	40	110	181	7
Benzo(ghi)perylene	40	- ¹⁾	181	7
Indeno(123cd)pyren	50	420	228	8½
Chrysen	25	310	115	4½
Dibenz(a,h)anthracen	25	- ¹⁾	115	4½
Fluoranthren	25	150	115	4½
Fluoren	8	31	37	1½
Naphthalen	0,25	97	2,1	¹⁾ /12
Phenanthren	8	95	37	1½
Pyren	25	140	115	4½

Tabel 5: Parametre sorption og nedbrydning i dæmningsmateriale, ref /3/. Retardationsfaktoren og gennemsnitlige transporttid gennem dæmningen for forurenende stoffer.

1) Der kan ikke gives eksakte estimater for halveringstiden

Af tabel 5 ses, at transporttiden for forurenende stoffer er lavere end depotets levetid, hvorfor sorption kun har ringe betydning for koncentrationen af tungmetaller. For de organiske komponenter har transporttiden dog betydning, idet der sker en nedbrydning under transporten.

For tributyltin (TBT), hvor transporttiden er mere end 3 gange halveringstiden, fås således en reduktion til ca. 9% af de estimerede kildekonzentrationer.

For PAH'erne er transporttiden mellem 5 og 60 gange halveringstiden, undtagen for naphthalen, hvor transporttiden er en tredjedel af halveringstiden og benz(a)pyren, hvor transporttiden er 1,25 gange halveringstiden. Det betyder, at for de fleste PAH'er vil der ske en kraftig reduktion af de estimerede kildekonzentrationer inden udledning. Det skal bemærkes, at for enkelte PAH'er har det ikke været muligt at finde eksakte estimater for halveringstiden. Der vil dog også for disse stoffer ske en nedbrydning under transporten i dæmningen, dog uden at denne effekt kan kvantificeres.

5.3 Fortyndingsforhold

Til vurdering af fortyndingsforholdene tages udgangspunkt i minimumsfortyndingen, som defineres som 5% fraktilen, således at fortyndingen i 95% af tiden er større end den fundne minimumsfortynding.

I forhold til udsivningen skal fortyndingen som udgangspunkt beregnes som punktudledning, men for depoter, som strækker sig over en længere kyststrækning kan fortyndingen vurderes ved at distribuere udsivningen ud på flere punkter langs kysten. Afstanden mellem punkterne skal som minimum være 100 m og udstrækningen af punkterne må ikke overstige deponeringsanlæggets afgrænsning langs kysten.

I Miljøstyrelsens "Fortynding langs danske kyster" er der foretaget beregning af fortynding langs de danske kyster. For den forholdsvis smalle del af Limfjorden fra Aalborg mod øst til Hals er minimumsfortyndingen beregnet til > 10.000 gange, jf. figur A.2.

Den beregnede fortynding er baseret på en vandmængde, der siver ud med 0,1 l/s fra et deponeringsanlæg med et standardareal på én hektar (100 x 100 m) og med en opblandingszone på 50 m. For anlæg med areal større end standardanlægget skal den aktuelle fortynding korrigeres omvendt proportional med den vandmængde, der siver ud.

Deponeringsanlægget ved Rærup har et samlet areal på 50,8 hektar og kyststrækning på 785 m. Fortyndingen vurderes derfor ved at fordele udsivningen på 7 punkter langs kysten med en udsivning på 0,92 l/s ved hvert punkt. Fortyndingen vil således være > 1.090 gange.

6

MILJØEFFEKTER

Der er ikke for det konkrete vandområde fastsat grænseværdier for specifikke stoffer. Der tages derfor udgangspunkt i de generelt gældende miljøkvalitetskrav for vandområder som fastsat i BEK 1022, bilag 2 og 3 /Ref. 2/.

Ved vurdering om overholdelse af miljøkvalitetskravene skal der – hvis muligt - tages hensyn til den eksisterende koncentration af stofferne i den pågældende recipient. Naturstyrelsen Aalborg oplyser, at der i overvågningsprogrammet for Limfjorden ikke måles for de pågældende stoffer i vandfasen. Det har således ikke været muligt at fremskaffe oplysninger om eksisterende koncentrationer af stofferne i recipienten.

I nedenstående tabel er de generelt gældende miljøkvalitetskrav listet.

Stof / parameter	Miljøkvalitets-kriterie
	µg/l
Arsen	0,11 ^{a)+d)+e)}
Cadmium	0,2 ^{b)+e)}
Chrom	3,4 ^{a)+d)+f)}
Kobber	1 ^{a)+d)+e)}
Kviksølv	0,05 ^{b)+e)}
Nikkel	0,23 ^{a)+d)+e)}
Bly	0,34 ^{b)}
Zink	7,8 ^{a)+d)+e)}
Barium	5,8 ^{a)+d)+e)}
Molybdæn	6,7 ^{a)+d)+e)}
Acenaphthen	0,38 ^{a)}
Acenaphthylen	0,13 ^{a)}
Antracen	0,01 ^{b)}
Benz(a)anthracen	0,0012 ^{a)}
Benz(a)pyren	0,05 ^{b)}
Benz(b)flouranthen	Σ 0,03 ^{b)}
Benz(k)flouranthen	
Benzo(ghi)perylene	Σ 0,002 ^{b)}
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	
Chrysen	0,0014 ^{a)}
Dibenz(a,h)anthracen	0,00014 ^{a)}
Flouranthen	0,1 ^{b)}
Flouren	0,23 ^{a)}
Napthalen	1,2 ^{b)}
Phenantren	1,3 ^{a)}
Pyren	0,0017 ^{a)}
Monobutyltin	0,01 ^{g)}
Dibutyltin	0,01 ^{g)}
Tributyltin	0,0002 ^{b)}

Tabel 5: Miljøkvalitetskrav.

- a) Nationale miljøkvalitetskrav (bilag 2 fra bek. 1022)
- b) Nationale miljøkvalitetskrav for forurenende stof med EU-miljøkvalitetskrav (bilag 2 fra bek. 1022)
- c) EU-miljøkvalitetskrav (bilag 3, bek. 1022)
- d) Miljøkvalitetskravet gælder for koncentrationen i opløsning, dvs. den opløste fase af en vandprøve, der er filtreret gennem et 0,45 µm filter eller behandlet tilsvarende.
- e) Tilføjet værdi. Ved vurdering af overvågningsresultater eller beregnede koncentrationer i et vandområde tages der hensyn til den naturlige baggrundskoncentration, hvis den går det umuligt at overholde miljøkvalitetskravet.

- f) Kvalitetskravet gælder for hhv chrom III og chrom VI
 g) Der foreligger ikke kvalitetskrav for mono- og dibutyltin, men værdier er estimeret fra den historiske bek. 921, Miljøministeriet 2011: Bekendtgørelse om deponeringsanlæg, BEK. nr. 719 af 24/06/2011
 h) /Ref. 7/.

6.1 Miljøeffekt fra eksisterende depot

I nedenstående tabel er koncentrationen af de udvalgte forureningsstoffer som kommer fra de deponerede havbundssedimenter i Rærup spulefelt angivet som kildestyrke, koncentration efter sorption og nedbrydning samt koncentration efter en fortynding på 1.090 gange. Koncentrationerne efter fortynding er sammenholdt med de generelle marine miljøkvalitetskrav.

Stof / parameter	Kildestyrke (perkolat)	Koncentration efter nedbrydning under transporten	Koncentration efter fortynding (1.090 gange)	% af koncentration efter fortynding i forhold til miljøkvalitetskravet
	µg/l	µg/l	µg/l	
Arsen	13,9	13,9	0,0127	11,6%
Cadmium	0,37	0,37	0,0003	0,2%
Chrom	8,83	8,83	0,0081	0,2%
Kobber	11,4	11,4	0,0104	1,0%
Kviksølv	0,18	0,18	0,0002	0,3%
Nikkel	9,21	9,21	0,0085	3,7%
Bly	9,90	9,90	0,0091	2,7%
Zink	24,4	24,4	0,0224	0,3%
Barium	25,0	25,0	0,0229	0,4%
Molybdæn	8,50	8,50	0,0078	0,1%
Acenaphthen	0,111	0,038	<0,0001	<0,1%
Acenaphthilen	0,028	0,028	<0,0001	<0,1%
Antracen	0,011	<0,001	<0,0001	<0,1%
Benz(a)anthracen	0,378	0,008	<0,0001	0,6%
Benz(a)pyren	0,017	0,007	<0,0001	<0,1%
Benz(b)flouranthen Benz(k)flouranthen	Σ 0,411	Σ 0,002	<0,0001	<0,1%
Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-c,d)pyren	Σ 0,206	Σ 0,127	0,0001	5,8%
Chrysen	0,293	0,008	<0,0001	0,5%
Dibenz(a,h)anthracen	0,032	0,032	<0,0001	21,1%
Flouranthen	0,084	<0,001	<0,0001	<0,1%
Flouren	0,054	<0,001	<0,0001	<0,1%
Napthalen	0,545	0,439	0,004	<0,1%
Phenantren	0,294	0,006	<0,0001	<0,1%
Pyren	0,088	0,082	<0,0001	0,4%
Monobutyltin	0,007	0,007	<0,0001	<0,1%
Dibutyltin	0,004	0,004	<0,0001	<0,1%
Tributyltin	0,001	<0,001	<0,0001	<0,1%

Tabel 7: Miljøeffekt af indfyldte havbundssedimenter i Rærup spulefelt.

Det ses, at miljøkvalitetskravene er overholdt udenfor fortyndingszonen for alle stoffer. De mest kritiske stoffer er arsen, samt dibenz(a,h)anthracen, hvor koncentrationen udenfor fortyndingszonen er mellem 11 og 22% af miljøkvalitetskravet. Det skal bemærkes, at nedbrydning af dibenz(a,h)anthracen under transporten gennem dæmningen ikke medregnet i ovenstående beregning, da effekten ikke kan kvantificeres.

6.2 Miljøeffekt for sedimenter der opfylder modtagekriterierne

I nedenstående tabel er koncentrationer af de udvalgte forureningsstoffer fra sedimenter, som rammer de maksimale modtagekriterierne i tabel 2 angivet som kildestyrke, koncentration efter sorption og nedbrydning samt koncentration efter en fortynding på 1.090 gange. Koncentrationerne efter fortynding er sammenholdt med de generelle marine miljøkvalitetskrav.

Stof / parameter	Kildestyrke (perkolat)	Koncentration efter nedbrydning under transporten	Koncentration efter fortynding (1.090 gange)	% af koncentration i recipient i forhold til miljøkvalitetskrav
	µg/l	µg/l	µg/l	
Arsen	120	120	0,110	100%
Cadmium	4,8	4,8	0,0044	2,2%
Chrom	338	338	0,310	9,1%
Kobber	82	82	0,075	7,5%
Kviksølv	3,6	3,6	0,0033	6,7%
Nikkel	109	109	0,100	44%
Bly	216	216	0,198	58%
Zink	312	312	0,287	3,7%
Antracen	0,172	<0,001	<0,0001	<0,1%
Benz(a)anthracen	6,186	0,127	0,0001	9,7%
Benz(a)pyren	0,273	0,115	0,0001	0,2%
Benzo(ghi)perylene Indeno(1,2,3-c,d)pyren	3,366	2,080	0,0019	95%
Chrysen	4,802	0,127	0,0001	8,3%
Flouranthen	1,379	<0,001	<0,0001	<0,1%
Phenantren	4,810	0,105	<0,0001	<0,1%
Pyren	1,440	0,001	<0,0001	<0,1%
Tributyltin	0,046	0,004	<0,0001	1,8%

Tabel 8: Miljøeffekt ved deponering af sedimenter med indhold af forurenende stoffer svarende til modtagekriterierne.

Det ses, at miljøkvalitetskravene er overholdt udenfor fortyndingszonen for alle stoffer ved modtagelse af sedimenter, der indeholder forurenende stoffer op til de foreslået modtagekriterier. For arsen vil miljøkvalitetskravene blive nået, såfremt middelkoncentrationen når et niveau på 30 mg/kg tørstof. Som modtage kriterium er derfor anført, at middelværdien for arsen under en gravekampagne ikke må overstige 30 mg/kg tørstof, mens der tillades enkelt partier med et indhold op til 60 mg/kg tørstof.

Det ses, at de mest kritiske stoffer er arsen, nikkel, bly samt PAH'erne benzo(ghi)perylene og indeno(1,2,3-c,d)pyren. Det skal bemærkes, at nedbrydningen af benzo(ghi)perylene under transporten gennem dæmningen ikke er medtaget i ovenstående beregning, da effekten ikke kan kvantificeres.

6.3 Akkumulerede effekter

De stoffer, som vil kunne findes i depotets udsivning er stoffer, som har potentiale for at binde sig til sediment og biota. Samtlige stoffer vil dog med stor margin overholde miljøkvalitetskravene ved kanten af opblandingszonen. Ved overholdelse af miljøkvalitetskravene er det samtidigt sikret, at stoffet ikke bioakkumulerer, idet dette forhold er indregnet i selve kravet.

Overholdelse af miljøkvalitetskravene betyder, at projektet ikke medfører negative effekter på udpegede arter i Limfjordsområdet som følge af udsivningen af vand med forurenende stoffer fra depotet.

Dette stemmer godt overens med resultaterne fra monitoreringen fra de seneste 17 års drift af depotet. Man har ikke kunnet eftervise påvirkninger ved monitoreringen af sedimenter og muslinger i Limfjorden.

Udledning af forurenende stoffer fra depotet skal ses forhold til ikke at indpumppe havnesediment. Projektet medfører, at store mængder forurenende stoffer bringes ud af kredsløbet i Limfjorden, idet stofferne flyttes fra en potentiel fri udveksling med vandmiljøet i Limfjorden i tilfælde af resuspension, til i betydeligt omfang at blive omsat eller deponeret under kontrollerede omgivelser i depotet.

I tabel 9 er den samlede mængde forurenende stoffer indenfor 1 års driftstid angivet dels som den mængde, der bringes ind i depotet (i kolonnen "oprenset") og del som den mængde, der udsiver til recipienten med overskudsvandet (i kolonnen "udsivning"). Det fremgår, at mængden af forurenende stoffer, som udsiver tilbage til det marine vandmiljø udgør brøkdele af de store mængder som årligt fjernes ved oprensning. Projektet ses derfor som en forbedring af den samlede belastning af Limfjorden hvad angår de forurenende stoffer.

Metaller		Totalmængde i en driftsperiode på 1 år	
		Oprenset (kg)	Udsivning (kg)
Arsen (As)	CAS-7440-38-2	156	2,77
Cadmium (Cd)	CAS-7440-43-9	17,4	0,07
Chrom (Cr)	CAS-7440-47-3	635	1,77
Kobber (Cu)	CAS-7440-50-8	1.125	2.27
Kviksølv (Hg)	CAS-7439-97-6	4,5	0,036
Nikkel (Ni)	CAS-7440-02-0	456	1,84
Bly (Pb)	CAS-7439-92-1	828	1,99
Zink (Zn)	CAS-7440-66-6	3.510	4,88
Barium (Ba)	CAS-7440-39-3	1.252	4,99

Molybdæn Mo)	CAS-7439-98-7	324	1,69
Acenaphthen	CAS-83-32-9	0,9	0,001
Acenaphthylene	CAS-208-96-8	2,3	0,006
Antracen	CAS-120-12-7	2,7	< 0,001
Benz(a)anthracen	CAS-56-55-3	31,2	0,002
Benz(a)pyren	CAS-50-32-8	2,7	0,001
Benz (b)flouranthen	CAS-205-99-2	26,1	< 0,001
Benz (j+k)flouranthen	CAS-207-08-9 (k)	12,4	< 0,001
Benzo(ghi)perylene	CAS-191-24-2	16,6	0,025
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	CAS-193-39-5	13,0	< 0,001
Chrysen	CAS-218-01-9	24,2	0,002
Dibenz(a,h)anthracen	CAS-53-70-3	2,7	0,006
Flouranthen	CAS-206-44-0	36,4	< 0,001
Flouren	CAS-86-73-7	1,4	0,011
Napthalen	CAS-91-20-3	0,5	0,088
Phenantren	CAS-85-01-8	7,7	0,001
Pyren	CAS-129-00-0	30,5	< 0,001
Monobutyltin	CAS-78763-54-9	0,3	0,001
Dibutyltin	CAS-1002-53-5	0,8	0,001
Tributyltin	CAS-36643-28-4	1,0	<0,001

Tabel 9: Mængden af forurenende stoffer, der deponeres sammen med oprensningsmaterialet (kolonnen "oprenset") og mængden af forurenende stoffer, der udsivner til recipienten med overskudsvandet (kolonnen "udsivning") i løbet af en driftsperiode på 1 år ved en årlig produktion på 25.000 m³.

6.4 Effekt fra øvrige udledninger

Der er ingen øvrige udledninger af forurenende stoffer indenfor opblandingszonen for udsivningen fra depotet.

7 KONKLUSION

Det kan konkluderes, at perkolatet fra sedimenterne deponeret i deponeringsanlægget for havnesedimenter ved Rærup ikke indeholder forurenende stoffer i koncentrationer, der hverken på kort eller langt sigt giver anledning til overskridelse af fastsatte miljøkvalitetskrav for det berørte vandområde, og at der således er grundlag for at depotet kan tillades videreført uden krav til depotets membransystem (på yderligere reducerede vilkår).

Det kan ligeledes konkluderes, at sedimenter, som overholder de foreslået modtagekriterier, heller ikke giver anledning til overskridelse af fastsatte miljøkvalitetskrav for det berørte vandområde, og der således er grundlag til at tillade de foreslået modtagekriterier for modtagelse af havbundssedimenter på Rærup havbundssedimentdepot.

8

REFERENCER

/Ref. 1/ Miljøstyrelsen, 2010. Vejledende udtalelse til brug for gennemførelse af en miljøkonsekvensvurdering for et bestående deponeringsanlæg for havbundssedimenter (spulefelter etc.)

/Ref. 2/ Miljøministeriet 2010: Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet, BEK nr. 1022 af 25/08/2010

/Ref. 3/ Miljøstyrelsen, 2007. Udsivning fra spulefelter.

/Ref. 4/ Miljøstyrelsen 2005: 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 nr. 33

/Ref. 5/ Miljøstyrelsen 2006: Fortynding langs danske kyster. Endelig rapport juni 2006.

/Ref. 6/ Miljøministeriet 2011: Bekendtgørelse om deponeringsanlæg, BEK nr. 719 af 24/06/2011

/Ref. 7/ Miljøstyrelsen 1996: Bekendtgørelse om kvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af visse farlige stoffer til vandløb, søer eller havet, historisk BEK. nr. 921 af 08/10/1996.

BILAG 1

Oversigtplan

Oversigten er fra 1995. Efterfølgende er alle udløb sløjfet.

Ikke vedlagt. Der henvises til godkendelsens bilag 3.2.

BILAG 2

Prøvetagningsplan, udarbejdet af Grontmij | Carl Bro A/S, 4. marts 2011

Ikke vedlagt. Der henvises til sagens dokumenter.

BILAG 3

Analyseresultater fra faststofprøver

Ikke vedlagt. Der henvises til sagens dokumenter.