MARTS 2021
AARHUS HAVN

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

BILAG 3

UDVIDELSE AF AARHUS HAVN – YDERHAVNEN

FRIGIVELSE AF MILJØFREMMEDE STOFFER, NÆRINGSSALTE OG ILTFORBRUGENDE STOFFER UNDER UDDYBNING OG KLAPNING

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A104076	A104076-PD-71

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	23.03.2021	Bilag 3	ERP	CRJ, THRY	THGI

INDHOLD

1 Indledning og formål 3

2 Metode 3

3 Beregninger 4

4 Frigivelse af kvælstof og fosfor 10

5 Frigivelse af iltforbrugende stoffer 10

6 Referencer 11

BILAG

Bilag A Sedimentanalyseresultater 12

1 Indledning og formål

Uddybning til nyt havnebassin og sejlrende i forbindelse med etablering af ny yderhavn ved Aarhus Havn, kan forårsage frigivelse og spredning af tungmetaller og andre miljøfremmede stoffer i vandsøjlen, der potentielt kan forringe vandkvaliteten og påvirke flora og fauna. Dette bilag beskriver metode og resultater af beregninger af frigivelse af miljøfremmede stoffer fra sedimentet under uddybningsarbejderne. Beliggenhed af uddybningsområderne fremgår af Figur 1-1.

Figur 1-1 Arealer for udgravning til sejlrende, svajebassin og havnebassin, bunduddskiftning under ydermoler og for ReWater (hovedforslag) og ReWater (alternativ 2).

2 Metode

Vurderingen af effekter af frigivelse af miljøfremmede stoffer fra sedimentet under uddybningsarbejderne er baseret på:

- De målte koncentrationer af miljøfremmede stoffer i sedimentet i uddybningsområderne som beskrevet i Bilag A.
- Tidligere målte frigivelsesrater af stofferne i laboratoriet
- Beregning af koncentrationerne af miljøfremmede stoffer i udledningsvandet fra uddybningsfartøjet og koncentration i det omgivende vand efter initialfortynding
- Sammenligning af de estimerede koncentrationer med vandkvalitetskriterier for stofferne

3 Beregninger

Vurderingen af koncentrationen af frigivet tungmetal og TBT under uddybningsarbejder omfatter følgende trin:

- Omregning af koncentrationer fra mg/kg tørvægt til mg/kg vådvægt
- Beregning af spildraten af sediment under uddybningsarbejder
- Beregning af spild rate af i partikelbundet tungmetal og TBT under uddybning
- Beregning af spild rate af opløst tungmetal og TBT under uddybning
- Beregning af koncentrationen af frigivet tungmetalmetal og TBT efter initialfortynding
- Sammenligning med miljøkvalitetskravene specificeret BEK nr. 1625 af 19/12/2017 *"Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand"* Koncentrationen af miljøfremmede stoffer i det udgravede sediment i relation til vådvægt

De målte sedimentkoncentrationer er udtrykt i mg/kg tørvægt (se kolonne 1 i Tabel 3-1). Koncentrationerne er omregnet til mg/kg vådvægt under anvendelse af et tørstofindhold på 55 % (gennemsnit af alle analyseresultater fra de fremtidige uddybningsområder) (se kolonne 2 i Tabel 3-1).

Spildraten af sediment

Spildraten under uddybning er angivet til 3,18 kg/s (Kolonne 3 i Tabel 3-1), (COWI, 2021b), Tabel 4.3.

Beregning af spild rate af ikke-opløst samt opløst tungmetal og TBT under udgravning

For udgravning af sejlrende, svajebassin, havnebassin og bundudskiftning under ydermolen er middelværdien for stofkoncentrationerne på de forskellige prøvetagningspositioner anvendt, se Figur A-1. For de stationer, hvor stofkoncentrationer er bestemt i forskellige dybder, er den gennemsnitlige koncentration bestemt over afgravningsdybden på det pågældende sted. Analyseresultaterne, der ligger til grund for disse beregninger er givet i Tabel A-1, Tabel A-2 og Tabel A-3.

Spild rate af summen af ikke-opløst samt opløst tungmetal og TBT under ud gravning beregnes ved at multiplicere spildraten af sediment (Kolonne 3 i Tabel 3-1) med den totale koncentration (af ikke opløst samt opløst stof) i sedimentet (Kolonne 2 i Tabel 3-1).

Beregning af spild rate af frigivet metal og TBT under udgravning

Spild raten af udvasket og dermed frigivet metal og TBT beregnes på baggrund af de beregnede spild rater af såvel ikke opløst som opløst metal og TBT (kolonne 4 i Tabel 3-1) og den procentdel af de forskellige stoffer, som frigives til vandsøjlen

og som er fastlagt på baggrund af tidligere gennemførte laboratorieforsøg (Kolonne 5 i Tabel 3-1) (COWI, 2008), (DHI, 2003).

Beregning af koncentrationen af opløst metal og TBT efter initialfortynding

Der regnes i beregningerne med, at uddybningen foregår vha. graveskib (backhoe). Koncentrationen af frigivet metal og TBT efter initialfortynding er beregnet ved at dividere spild rate af frigivet metal og TBT med flowet omkring skovlen. Initialfortyndingen er her defineret som fortynding i den umiddelbare nærzone med et tværsnitsareal på 2m i bredden og 10 m i højden (vanddybden) med en typisk strømhastighed på 0,05 m/s (jf. kapitel 3.3 i COWI, 2021a). Dermed fremkommer en vandføring på 2m·10 ·0,05m/s = 1m^3/s = 1000 l/s. Denne vandføring modtager de frigivne tungmetaller og TBT.

Sammenligning med Miljøkvalitetskravene

De beregnede koncentrationer efter initialfortynding er sammenlignet med miljøkvalitetskravene specificeret *BEK nr. 1625 af 19/12/2017 "Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand"* (Kolonne 2 i Tabel 3-2). Det fremgår at koncentrationerne af de undersøgte metaller efter initialfortynding er 3-198 gange lavere end kravværdierne jf. Tabel 3-2. Blanding efter initialzonen vil reducere koncentrationerne af tungmetaller metaller og TBT yderligere. Der forventes således ikke overskridelse af kravværdierne for de stoffer der er undersøgt.

Tabel 3-1 Beregninger af spildraten af frigivet metal og TBT under Yderhavnens uddybningsarbejder, dvs. uddybning for sejlrende, svajebassin, havnebassin og bundudskiftning under ydermolen.

Stof	1. Middelkonc. i sediment (mg/kg tørvægt)	2. Middelkonc. i sediment (mg/kg vådvægt)	3. Sedimentspild under uddybning (kg/sekund)	4. Spild rate af ikke frigivet stof under uddybning (mg/sekund)	5. Frigivelse (%)	6. Spild rate af frigivet metal og TBT under uddybning (mg/sekund)
Arsen (As)	8,7	4,8	3,18	15,3	0,43	0,066
Bly (Pb)	11,0	6,1	3,18	19,3	1,9	0,37
Cadmium (Cd)	0,18	0,10	3,18	0,31	0,34	0,0011
Chrom (Cr)	21	12	3,18	37,6	0,17	0,064
Kobber (Cu)	12,9	7,1	3,18	22,6	0,39	0,088
Kviksølv (Hg)	0,05	0,03	3,18	0,092	1,14	0,0010
Nikkel (Ni)	15,8	8,7	3,18	27,7	1,35	0,37
Zink (Zn)	44	24	3,18	77	1,89	1,5
TBT	0,0060	0,0033	3,18	0,010	0,77	0,00008

Tabel 3-2 Beregninger af initialfortyndingen af frigivet metal og TBT under uddybning sammenholdt med Miljøkvalitetskravene specificeret i BEK nr. 1625 af

19/12/2017 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Stof	1. Beregnede koncentrationer efter initialfortynding (µg/L)	2. Miljøkvalitetskrav BEK1625 (µg/L)	Naturlig baggrunds-koncentration (µg/L)**	Sikkerheds-faktor
Arsen (As)	0,066	0,6 (tilføjet*)	0,93	23
Bly (Pb)	0,37	1,3		4
Cadmium (Cd)	0,0011	0,2		189
Chrom (Cr)	0,064	3,4		53
Kobber (Cu)	0,088	1(tilføjet*) 4,9 (maks.)	0,9	22
Kviksølv (Hg)	0,0010	0,07		67
Nikkel (Ni)	0,37	8,6		23
Zink (Zn)	1,5	7,5 (tilføjet*)	4	8
TBT	0,00008	0,0002		2,5

* tilføjet betyder at miljøkvalitetskravet svarer til baggrundskoncentrationen + den tilføjede værdi

** Der foreligger ikke informationer om baggrundsniveauerne i Århus Havn. Der er benyttet baggrundsniveauer for Københavns Havn.

Frigivelse under klapning

Der regnes med de samme frigivelsesrater under klapning som under opgravning. Forskellen mellem frigivelsen under klapning og under opgravning ligger i den forskellige sedimentspildsprocent, som under opgravning er vurderet til 5% og under klapning til 6%. Sedimentspildet er midlet over tiden, således at der ikke regnes med en pulserende frigivelse men med en middelfrigivelse over tid. Sedimentspildsraten er dermed 3,82 kg/s, se Kolonne 3 i Tabel 3-3 (jf. COWI, 2021b, Tabel 4.3). De tilsvarende frigivelsestabeller under klapninger givet i Tabel 3-3 og Tabel 3-4.

Tabel 3-3 Beregninger af spildraten af frigivet metal og TBT under klapning af materialet fra havneudvidelse (sejlrende, svajebassin, havnebassin) og bundudskiftning under ydermolen.

Stof	1. Middelkonc. i sediment (mg/kg tørvægt)	2. Middelkonc. I sediment (mg/kg vådvægt)	3. Sedimentspild under klapning (kg/sekund)	4. Spild rate af ikke frigivet stof under klapning (mg/sekund)	5. Frigivelse (%)	6. Spild rate af frigivet metal og TBT under klapning (mg/sekund)
Arsen (As)	8,7	4,8	3,82	18,3	0,43	0,079
Bly (Pb)	11,0	6,1	3,82	23,2	1,9	0,44
Cadmium (Cd)	0,18	0,10	3,82	0,4	0,34	0,001
Chrom (Cr)	21	12	3,82	45,1	0,17	0,08
Kobber (Cu)	12,9	7,1	3,82	27,1	0,39	0,11
Kviksølv (Hg)	0,05	0,03	3,82	0,1	1,14	0,001
Nikkel (Ni)	15,8	8,7	3,82	33,2	1,35	0,45
Zink (Zn)	44	24	3,82	93,0	1,89	1,8
TBT	0,0060	0,0033	3,82	0,0	0,77	0,00010

Tabel 3-4 Beregninger af initialfortyndingen af frigivet metal og TBT under klapning sammenholdt med Miljøkvalitetskravene specificeret i BEK nr. 1625 af 19/12/2017 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Stof	1. Beregnede koncentrationer efter initialfortynding (µg/L)	2. Miljøkvalitetskrav BEK1625 (µg/L)	Naturlig baggrundskoncentration (µg/L)**	Sikkerhedsfaktor
Arsen (As)	0,079	0,6 (tilføjet*)	0,93	19
Bly (Pb)	0,440	1,3	0	3
Cadmium (Cd)	0,0013	0,2	0	157
Chrom (Cr)	0,077	3,4	0	44
Kobber (Cu)	0,106	1(tilføjet*) 4,9 (maks.)	0,9	18
Kviksølv (Hg)	0,0013	0,07	0	56
Nikkel (Ni)	0,45	8,6	0	19
Zink (Zn)	1,8	7,5 (tilføjet*)	4	7
TBT	0,00010	0,0002	0	2,1

Frigivelse under klapning af materiale for ReWater Alt. 2 (variant af hovedforslag)

Sedimentkoncentrationerne og de tilsvarende frigivelsesrater for klapning af opgravet materiale for ReWater Alternativ 2 (variant af hovedforslaget hvor ReWater anlægget efter havnens ydermoler) er givet i tabellerne Tabel 3-5 og Tabel 3-6.

Her stammer sedimenterne fra området under ReWater alternativ 2, se Figur A-2. I dette tilfælde er stofkoncentrationerne bestemt som middelværdi af samtlige kemiske analyser, dvs. fra alle positioner og alle dybder (dog ikke dybere end afgravningsdybden). Analyseresultaterne, der ligger til grund for beregningerne er givet i Tabel A-4.

Tabel 3-5 Beregninger af spildraten af frigivet metal og TBT under klapning af materiale fra ReWater Alternativ 2.

Stof	1. Middelkonc. i sediment (mg/kg tørvægt)	2. Middelkonc. I sediment (mg/kg våd-vægt)	3. Sedimentspild under klapning (kg/sekund)	4. Spild rate af ikke frigivet stof under klapning (mg/sekund)	5. Frigivelse (%)	6. Spild rate af frigivet metal og TBT under klapning (mg/sekund)
Arsen (As)	4,3	2,365	3,82	9,0	0,43	0,039
Bly (Pb)	10,4	5,72	3,82	21,8	1,9	0,41
Cadmium (Cd)	0,3	0,165	3,82	0,6	0,34	0,002
Chrom (Cr)	10,1	5,555	3,82	21,2	0,17	0,04
Kobber (Cu)	15,1	8,305	3,82	31,7	0,39	0,12
Kviksølv (Hg)	0,1	0,055	3,82	0,2	1,14	0,002
Nikkel (Ni)	12,9	7,095	3,82	27,1	1,35	0,37
Zink (Zn)	45,1	24,805	3,82	94,7	1,89	1,8
TBT	0,0214	0,01177	3,82	0,0	0,77	0,0003

Tabel 3-6 Beregninger af initialfortyndingen af frigivet metal og TBT under klapning af materiale fra ReWater Alternativ 2 sammenholdt med Miljøkvalitetskravene specificeret i BEK nr. 1625 af 19/12/2017 Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.

Stof	1. Beregnede koncentrationer efter initialfortynding (µg/L)	2. Miljøkvalitetskrav BEK1625 (µg/L)	Naturlig baggrundskoncentration (µg/L)**	Sikkerhedsfaktor
Arsen (As)	0,039	0,6 (tilføjet*)	0,93	39
Bly (Pb)	0,41	1,3	-	3
Cadmium (Cd)	0,002	0,2	-	93
Chrom (Cr)	0,04	3,4	-	94
Kobber (Cu)	0,12	1 (tilføjet*) 4,9 (maks.)	0,9	15
Kviksølv (Hg)	0,002	0,07	-	29
Nikkel (Ni)	0,37	8,6	-	24
Zink (Zn)	1,8	7,5 (tilføjet*)	4	6
TBT	0,0003	0,0002	-	0,6

Resulterende koncentrationer af TBT

Da TBT i denne sammenhæng er det mest kritiske stof, er fortyndingen og de resulterende koncentrationer i det følgende beregnet for TBT. Under opgravning er det antaget at blandingen foregår over en skovls bredde på 2 m. Dette er et lille og dermed konservativt estimat. Under klapning med splitpram antages det ligeledes at den initiale blanding foregår over en bredde på ca. 2 m – som her svarer til splitprammens åbning når prammen sejler direkte mod eller med strømmen. Ved andre sejlkurser vil sedimentet spredes over en større bredde og dermed give en større initiale fortynding (igen er der valgt et konservativt estimat).

De andre antagelser er:
Vanddybde: 10 m (konservativt estimat for klappladsen, hvor dybden er større)
Strømhastighed: 5 cm/s (centralt estimat)
Fanes spredning: 1:50 (meget smalt og dermed konservativt estimat)

Med disse antagelser beregnes en fortynding, der svarer til opnåelse af vandkvalitetskriteriet i en nedstrøms afstand på 25-35 m, alt efter om der regnes med en gennemsnitlig TBT-sedimentkoncentration på 0,0184 mg/kgTV (som svarer til at det mest forurenede materiale er fjernet fra klapmaterialet og deponeres på land) eller på 0,0214 mg/kgTV (hvor alt materiale klappes).

Hvis der skal opnås en større sikkerhed for fortynding, svarerende til at der opnås en koncentration på kun 1/3 af miljøkvalitetskravet, kræver det en nedstrøms afstand på hhv. 250 m og 300 m.

Beregningerne viser, at afstandens afhængigheden af strømhastigheden er ringe. Ved anvendelse af en mere realistisk vanddybde på klappladsen (på 20 m) vil fortyndingen fordobles.

Det forventes derfor at miljøkvalitetskriteriet for det mest kritiske stof (TBT) opnås med stor sikkerhedsmargin i en nedstrøms afstand på 250-300m. Afstanden på tværs af de typiske strømretninger forventes at være væsentlig mindre, dvs. omtrent 100 m.

4 Frigivelse af kvælstof og fosfor

For at bestemme en størrelsesorden for frigivelse af næringsstofferne kvælstof og fosfor anvendes litteraturværdier. Sund & Belt Holding, 1999 har bestemt frigivelser for frigivelse ved brug af gravko og spandkædemaskine i moræneler på 2gN/m³ afgravet jordbund og 0,1 gP/m³ afgravet jordbund. Disse rater er således givet uafhængig af spildraten og kan derfor antages at gælde for såvel gravning som klapning.

Ved en graverate på 5.500 m³/dag svarer det til 11 kg N/dag eller 130 mg N/s og 0,55 kg P/dag eller 6,4 mg P/s. Hvis disse frigivelsesrater blandes i en typisk vandføring på 1000 l/s (se ovenfor), svarer det til en forøgelse af koncentrationerne for kvælstof på 130 µg/L kvælstof og 6,4 µg/L fosfor. Disse koncentrationer gælder i umiddelbar nærhed af jordarbejdet.

Ved at antage at klorofylkoncentration om sommeren reagerer efter 3 timer ved 0,05 m/s strøm vil koncentrationen på det tidspunkt være fortyndet til 8,5% ved at antage en fortyndingsfane der breder sig (konservativt) 1:50. Den resulterende overkoncentration bliver således til 11 µg/L kvælstof og 0,5 µg/L fosfor.

Ved at anvende relation mellem klorofyl (Chl) og total kvælstof (TN) fra Håkansson, 2010, findes for en saltholdighed på ca. 17 PSU en lokal øgning af klorofylindholdet med 0,1 µg Chl/L.

Den tilsvarende relation for en øgning af fosforkoncentrationen med 0,03 µg/L fosfor giver en lokal øgning af klorofylindholdet med ligeledes 0,1 µg Chl/L.

5 Frigivelse af iltforbrugende stoffer

Frigivelse af iltforbrugende stoffer skønnes på baggrund af Vejdirektoratet, 2016, hvor BI_5 indholdet i sedimentet i Vejle Fjord blev målt til værdier mellem 235 og 626 mg O_2/kg. Ved en spildrate på 3,18 kg/s svarer det til en frigivelse af iltforbrug på mellem 750 og 2000 mgO_2/s. Fordeles dette iltforbrug over en initial vandføring på 1000 l/s som så i løbet af 3 timer udbredes med 1:50, og antages det at hele BI_5 omsættes fuldstændig indenfor disse 3 timer findes iltsænkninger på mellem 0,06 og 0,17 mgO_2/l ved gravearbejdet og mellem 0,07 og 0,20 mgO_2/l ved klapning.

6 Referencer

COWI (2008). Natura 2000 vurdering af klapplads ved Gåseholm. Teknisk baggrundsrapport. Lemvig Kommune, Thisted Kommune, Thyborøn Havn og Kystdirektoratet, april 2008.

COWI (2021a). Miljøvurdering af ny klapplads Fløjstrup Skov (A104076-PD-69). Bilag 8 til Miljøkonsekvensrapport for Yderhavnen, Aarhus Havn.

COWI (2021b). Udvidelse af Aarhus Havn. Modellering af sedimentspredning under gravearbejder (A104076-PD-75). Bilag 9 til Miljøkonsekvensrapport for Yderhavnen, Aarhus Havn.

DHI (2003). Køge Kommune. Jorddepot. Havneudvidelse og Rekreative områder. Baggrundsundersøgelser-Generering af udvaskningsdata og beregning af udvaskning.

Håkonson, L., Eklund, J.,M.: "Relationship between Chlorophyll, Salinity, Phosphorous, and Nitrogen in Lakes and Marine Areas", Journal of Coastal Research. 26, 3, pp412-423, West Palm Beach, Florida. May 2010.

Sund & Belt Holding, 1999: "Storebælt og miljøet", BB Offset, december 1999, http:www.e-pages.dk/sundbelt/62&33

Vejdirektoratet, 2016: ”Ny bane på tværs af Vejle Fjord”, Miljøvurdering, Del 2 – Natur, VVM-redegørelse, Rapport 570 – 2016. http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/publikationer/Lists/Publikationer/Attachments/928/VejleFjord_Milj%C3%B8vurdering-Del2.pdf

Bilag A Sedimentanalyseresultater

Figur A-1 *Oversigtskort over lokaliteter for 13 prøvetagningsstationer indenfor Yderhavnens uddybningsområde og blødbundsudskiftningen under ydermolen. COWI, 2021.*

Figur A-2 *Oversigtskort over prøvetagningsstationer ved ReWaters Alternativ 2. Prøvetagningsstationer, hvorfra der er udtaget miljøprøver, er angivet med pink cirkel. Bemærk at H/CPT20 og H/CPT21 også fremgår af Figur A-1, hvor de benævnes H20 og H21.*

Tabel A-1 *Analyseresultaterne for prøvestationerne taget i uddybningsområder for Yderhavnen. Grøn: angiver koncentrationer under det nedre aktionsniveau. Gul: angiver koncentrationer over det nedre aktionsniveau. Rød: angiver koncentrationer over det øvre aktionsniveau. Som det ses af tabellen, er ingen af de målte koncentrationer over det øvre aktionsniveau. i.p.: ikke påvist. Delområderne beskrevet i kolonne 1 fremgår af Figur A-1.*

Område		Tørstof	Glødetab på tørstof	Tributyltin (TBT)	Arsen (As)	Bly (Pb)	Cadmium (Cd)	Chrom (Cr)	Kobber (Cu)	Kviksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Zink (Zn)	Sum af 9 PAH'er	Sum af 7 PCB'er
	Enhed	%	% ts.	µg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.	mg/kg ts.
Nedre aktionsniveau				7	20	40	0,4	50	20	0,25	30	130	3	0,02
Øvre aktionsniveau				200	60	200	2,5	270	90	1	60	500	30	0,2
C	H5-H6	66,5	3,03	1,94	4,6	13,0	0,22	6,9	7,7	0,08	5,8	30,0	0,62	<0,007
C	H7-H8	77,5	1,66	<1	2,2	3,0	<0,02	4,4	2,5	<0,01	4,0	13,0	i.p.	<0,007
C	H9-H10	74,6	2,81	<1	3,5	7,0	0,42	8,8	18,0	0,13	13,0	32,0	0,34	<0,007
D	42	52	4,6	10,49	5,0	13,0	0,14	14,0	8,7	0,03	9,4	41,0	0,59	i.p.
D	43	55	3,8	9,03	2,2	7,2	0,07	8,0	5,4	0,01	5,0	23,0	0,30	i.p.
D	H1-H4	65	3,5	9,95	6,8	14,0	0,32	13,0	8,8	0,04	11,0	44,0	0,31	<0,007
F	44	39	7	<2,4	17,0	13,0	0,14	38,0	16,0	0,02	23,0	57,0	0,10	i.p.
F	45	34	9	3,42	19,0	12,0	0,16	41,0	18,0	0,12	25,0	58,0	1,15	i.p.
F	46	36	8,9	<2,4	16,0	12,0	0,17	42,0	18,0	0,08	26,0	59,0	0,13	i.p.
F	47	37	9	<2,4	17,0	17,0	0,09	50,0	19,0	0,02	32,0	75,0	<0,039	i.p.
E	48	50	4,3	2,44	12,0	14,0	<0,05	34,0	15,0	0,08	25,0	60,0	0,04	i.p.
Middel		53,3	5,24	<4,22	9,6	11,4	<0,16	23,6	12,5	<0,06	16,3	44,7	<0,33	<0,003
Spredning		15,1	2,61	3,50	6,4	3,8	0,11	16,4	5,7	0,04	9,6	18,0	0,33	0,003

Tabel A-2 *Analyseresultaterne for prøvestation H20. Der angives ligeledes et gennemsnit for alle dybderne nederst i tabellen. Grøn: angiver koncentrationer under det nedre aktionsniveau. Gul: angiver koncentrationer over det nedre aktionsniveau. Rød: angiver koncentrationer over det øvre aktionsniveau. Som det ses af tabellen, er ingen af de målte koncentrationer over det øvre aktionsniveau. i.p.: ikke påvist.*

Boringsnr. 20	Dybde	Tørstof	Glødetab på tørstof	Tributyltin-cation	Arsen, As	Bly, Pb	Cadmium, Cd	Chrom, Cr	Kobber, Cu	Kviksølv, Hg	Nikkel, Ni	Zink, Zn	Sum af 9 PAH'er	Sum af 7 PBC'er
	m	%	%	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Nedre aktionsniveau				7	20	40	0,4	50	20	0,25	30	130	3	0,02
Øvre aktionsniveau				200	60	200	2,5	270	90	1	60	500	30	0,2
H-CPT20	0,0-0,3	87,8	2,68*	<1	2,3	<1	0,06	3,0	2,3	<0,01	10,0	8,9	i.p.	<0,007
H-CPT20	0,3-0,6	87,7		<1	1,3	<1	0,09	4,1	1,6	0,02	3,8	7,6	i.p.	<0,007
H-CPT20	0,6-0,9	84,4		<1	1,2	1,0	0,08	1,6	1,2	0,02	4,0	8,9	<0,10	<0,007
H-CPT20	0,9-1,2	85,3		<1	1,5	1,0	0,10	3,0	2,0	0,03	4,0	14,0	<0,10	<0,007
H-CPT20	1,2-1,5	88,8		<1	2,1	2,0	0,21	4,0	4,9	<0,01	7,0	17,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	1,5-1,8	84,4		<1	2,4	3,0	0,20	5,8	7,8	<0,01	9,0	18,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	1,8-2,1	87,6		<1	3,1	3,0	0,29	6,1	7,1	<0,01	13,0	24,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	2,1-2,4	77,4		<1	3,9	9,0	0,44	9,1	84,0	0,03	16,0	84,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	2,4-2,7	80,1		<1	4,3	6,0	0,27	9,0	9,1	0,04	13,0	27,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	2,7-3,0	79,9		<1	3,7	7,0	0,35	9,8	21,0	0,01	14,0	36,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	3,0-3,3	95,1		<1	3,9	5,0	0,32	9,0	11,0	0,01	15,0	28,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	3,3-3,6	77,3		<1	3,9	5,0	0,34	9,2	11,0	0,04	15,0	29,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	3,6-3,9	83,6		<1	3,6	6,0	0,31	7,9	9,4	<0,01	12,0	28,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	3,9-4,2	82,7		<1	3,9	5,0	0,18	8,0	6,5	<0,01	11,0	24,0	i.p.	<0,007
H-CPT20	4,2-4,5	75,8		1,94	5,2	9,0	0,25	10,0	12,0	0,06	16,0	37,0	<0,10	<0,007
H-CPT20	4,5-4,8	82,3		<1	3,2	2,0	0,13	5,4	4,8	0,02	6,0	15,0	i.p.	<0,007
Middel		83,8		<1,06	3,1	<4,1	0,23	6,6	12,2	<0,02	10,6	25,4	<0,02	<0,007
Spredning		4,88		0,23	1,1	2,7	0,11	2,7	19,2	0,01	4,3	17,6	0,04	0,000

*målt på en blandeprøve bestående af 15 delprøver (udtaget 0-6,9 meter under havbund)

Tabel A-3 *Analyseresultaterne for prøvestation H21. Grøn: angiver koncentrationer under det nedre aktionsniveau. Gul: angiver koncentrationer over det nedre aktionsniveau. Rød: angiver koncentrationer over det øvre aktionsniveau. Som det ses af tabellen, er ingen af de målte koncentrationer over det øvre aktionsniveau.*

Boringsnr. 21	Dybde	Tørstof	Glødetab	Tributyltin-cation	Arsen, As	Bly, Pb	Cadmium, Cd	Chrom, Cr	Kobber, Cu	Kviksølv, Hg	Nikkel, Ni	Zink, Zn	Sum af 9 PAH'er	Sum af 7 PCB'er
	m	%	%	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Nedre aktionsniveau				7	20	40	0,4	50	20	0,25	30	130	3	0,02
Øvre aktionsniveau				200	60	200	2,5	270	90	1	60	500	30	0,2
H-CPT21	0,0-0,3	72,2		<1	1,8	4,9	0,03	5,8	40,0	<0,01	6,3	41,0	i.p.	<0,007
H-CPT21	0,3-0,6	76		<1	2,5	4,2	0,07	8,1	6,8	0,02	8,5	23,0	<0,10	<0,007
H-CPT21	0,6-0,9	65,1		<1	3,2	6,0	0,11	11,0	8,2	<0,01	11,0	32,0	<0,10	<0,007
H-CPT21	0,9-1,2	76,7		<1	4,7	10,0	0,13	8,6	12,0	0,05	13,0	31,0	<0,10	<0,007
H-CPT21	1,2-1,5	77,6		2,5	5,5	8,0	0,13	12,0	10,0	0,04	17,0	40,0	0,61	<0,007
H-CPT21	1,5-1,8	77,6		2,2	6,2	6,7	0,17	12,0	9,4	<0,01	16,0	39,0	0,24	<0,007
H-CPT21	1,8-2,1	75,6		2,2	5,8	7,7	0,19	12,0	12,0	<0,01	18,0	41,0	0,19	<0,007
H-CPT21	2,1-2,4	74,3		139	2,8	10,0	0,18	4,2	6,7	0,11	4,4	72,0	0,89	0,028
H-CPT21	2,4-2,7	69,3		28,2	4,1	16,0	0,49	12,0	21,0	0,07	12,0	76,0	1,20	0,046
H-CPT21	2,7-3,0	76	4,3*	80,8	3,5	13,0	0,34	11,0	17,0	0,02	13,0	65,0	1,00	0,035
H-CPT21	3,0-3,3	70,9		111	5,6	27,0	0,84	19,0	31,0	0,03	19,0	110,0	1,80	0,073
H-CPT21	3,3-3,6	76,7		153	8,8	25,0	0,75	19,0	29,0	0,13	18,0	100,0	2,20	0,058
H-CPT21	3,6-3,9	78		22,8	8,6	18,0	0,40	15,0	20,0	0,05	15,0	69,0	1,50	0,016
H-CPT21	3,9-4,2	77,4		7,1	4,0	20,0	0,37	15,0	25,0	0,03	22,0	62,0	1,80	<0,007
H-CPT21	4,2-4,5	69,7		16,2	4,9	18,0	0,38	16,0	22,0	0,04	21,0	72,0	0,79	0,017
H-CPT21	4,5-4,8	68,2		1,9	10,0	14,0	0,20	19,0	18,0	<0,01	26,0	59,0	3,60	<0,007
H-CPT21	4,8-5,1	68		12,7	5,0	21,0	0,25	14,0	17,0	0,03	21,0	63,0	3,70	<0,007
H-CPT21	5,1-5,4	71,9		6,4	5,8	20,0	0,35	12,0	28,0	0,05	18,0	63,0	3,00	<0,007
H-CPT21	5,4-5,7	72,8		6,1	4,3	25,0	0,26	16,0	23,0	0,07	27,0	80,0	3,50	0,015
H-CPT21	5,7-6,0	80,6		4,2	5,2	9,9	0,14	8,2	10,0	0,03	16,0	33,0	11,00	<0,007
Middel		73,7		<30,0	5,1	14,2	0,29	12,5	18,3	<0,04	16,1	58,6	<1,89	<0,019
Spredning		4,1		47,7	2,1	7,0	0,21	4,1	8,9	0,03	5,8	22,8	2,42	0,019

*målt på en blandeprøve bestående af 16 delprøver (udtaget 0-7,5 meter under havbund)

Tabel A-4 *Analyseresultaterne for varianten af projektet med ReWater Alternativ 2, se Figur A-2. Der angives ligeledes et gennemsnit for alle dybderne nederst i tabellen. Grøn: angiver koncentrationer under det nedre aktionsniveau. Gul: angiver koncentrationer over det nedre aktionsniveau. Rød: angiver koncentrationer over det øvre aktionsniveau. i.p.: ikke påvist.*

Varianten	Dybde	Tørstof	Glødetab	Tributyltin-cation	Arsen, As	Bly, Pb	Cadmium, Cd	Chrom (total), Cr	Kobber, Cu	Kviksølv, Hg	Nikkel, Ni	Zink, Zn	Sum PAH'er 9 komp.	PCB sum 7 stk.
	m	%	%	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Nedre aktionsniveau				7	20	40	0,4	50	20	0,25	30	130	3	0,02
Øvre aktionsniveau				200	60	200	2,5	270	90	1	60	500	30	0,2
RA/CPT3	0,0-1,0	83,1	0,60	<1	1,2	1	0,09	1,8	3,9	<0,01	3	10	<0,10	<0,007
RA/CPT5	0,0-1,0	71,6	1,45	62,1	4,2	19	0,37	8	29	0,28	8,3	90	2	0,019
RA/CPT5	1,0-2,0	78,3	1,32	53,1	1,4	4	0,09	4,1	5,7	0,04	3,8	20	0,73	0,012
RA/CPT5	2,0-3,0	62,2	2,05	11,5	4	6	0,14	11	11	0,03	15	34	0,43	<0,007
RA/CPT5	3,0-4,0	79,2	0,78	<1	3,9	13	<0,02	4,5	3,3	<0,01	5,2	12	<0,10	<0,007
RA/CPT6	0,0-1,0	86,6	i.m.	<1	1,4	1	0,03	1,6	2,8	0,02	2,3	7,3	i.p.	<0,007
RA/CPT8	0,0-1,0	66,7	3,37	3,69	2,8	13	0,21	5,6	12	0,03	5,5	40	<0,10	<0,007
RA/CPT8	1,0-2,0	69,1	2,09	8,8	3,4	10	0,39	9	13	0,06	11	43	0,56	0,028
RA/CPT8	2,0-3,0	78,4	2,17	22,6	4,1	11	0,33	21	14	0,14	12	49	0,75	0,062
RA/CPT8	3,0-3,7	74,8	1,99	3,79	4,5	12	0,3	8,5	13	0,01	13	35	0,4	<0,0070
RA/CPT9	0,0-1,0	83	i.m.	<1	1,1	1	0,07	2,4	2,5	<0,01	3,3	23	i.p.	<0,007
RA/CPT9	1,0-2,0	79,3	i.m.	<1	1,5	2	0,11	4,5	4	<0,01	5,7	21	<0,10	<0,007
RA/CPT9	2,0-3,0	76,2	i.m.	<1	3,1	3	0,1	7,1	7,5	<0,01	11	23	i.p.	<0,007
RA/CPT9	3,0-4,0	78,5	i.m.	<1	6,3	5	0,12	7,7	9,6	0,03	14	23	0,38	<0,007
RA/CPT9	4,0-4,9	83,1	i.m.	<1	26	3	0,11	3,3	3,8	<0,01	6	14	<0,10	<0,007
RA/CPT11	0,0-1,0	73,6	5,82	1,87	2,7	9	0,26	17	20	0,01	23	52	i.p.	<0,007
RA/CPT11	1,0-2,0	77,3	4,16	1,66	3,8	12	0,46	21	27	<0,01	33	62	i.p.	<0,007
RA/CPT11	2,0-3,0	68,8	5,02	204	4,5	26	0,66	16	32	0,38	15	93	3,4	0,07
RA/CPT11	3,0-4,0	67,9	5,05	90,3	6	33	0,75	18	36	0,48	21	110	2,7	0,06
RA/CPT11	4,0-5,0	68,7	4,44	14	6,4	18	0,39	17	24	0,16	21	70	0,82	<0,007
RA/CPT12	0,0-1,0	75,6	i.m.	<1	2,5	4	0,12	6,7	4,7	0,01	6	22	0,22	<0,007
RA/CPT12	1,0-2,0	69,4	i.m.	163	5,1	28	0,74	19	34	0,28	20	150	2	0,1
RA/CPT12	2,0-3,0	71,3	i.m.	47,5	7	27	0,71	27	32	0,29	22	110	3,3	0,18
RA/CPT12	3,0-4,0	80,6	i.m.	1,08	4,5	19	0,26	11	11	0,38	10	46	4,3	<0,007
RA/CPT12	4,0-4,7	75,4	i.m.	9,21	3,2	12	0,54	15	14	0,03	17	49	2,7	<0,007
RA/CPT13	0,0-1,0	80,6	1,05	<1	3	3	0,09	2,2	3,1	0,03	3	10	<0,10	<0,007
Middel		75,4		<27,24	4,5	11,3	<0,29	10,4	14,3	<0,11	11,9	46,9	<0,97	<0,025
Spredning		5,95		50,77	4,6	9,1	0,23	7,0	10,9	0,14	7,7	36,2	1,26	0,039

Prøvetagningen er beskrevet detaljeret i miljøvurderingsrapporten for klappladsen:

COWI, 2021: "Anlæggelse af ny klapplads – Fløjstrup Skov, Bilag 8, Miljøvurdering af ny klapplads Fløjstrup Skov". Aarhus Havn, 2021.