

Bilag 7 til Miljørapport
Ansøgning om tilladelse til
klapning af sediment fra Kolding
Fjord på Klapplads Trelde Næs
K_164_01

Marina City

Kolding Kommune

2. april 2020

Indhold

1	Baggrundsinformation	4
1.1	Ansøger	4
1.2	Rådgiver	4
2	Indledning og baggrund	4
3	Tidligere tilladelser	4
3.1	Andre klaptilladelser til samme klappads (K_164_01)	4
4	Optagningsområde	5
5	Beskrivelse af det uddybede sediment	5
5.1	Sedimentmængder	5
5.2	Prøvetagning	6
5.3	Analyser	7
5.3.1	Fysiske egenskaber	8
5.3.2	Kemiske egenskaber	8
6	Beskrivelse af klappadsen	10
7	Miljøkonsekvenser ved klappingsaktiviteter på klappadsen	12
7.1	Modellering af sedimentspredning fra klappadsen	12
7.2	Vurdering af mulige effekter som følge af klapping	13
7.2.1	Direkte fysisk påvirkning (sedimentation af materiale)	13
7.2.2	Indirekte fysisk påvirkning (suspenderet sediment i vandfasen)	15
7.2.3	Iltpåvirkning	22
7.2.4	Potentielle påvirkninger fra miljøfarlige stoffer	24
7.2.5	Fisk og fiskeri	26
7.2.6	Sæsonvariationer	27
7.2.7	Badevandskvalitet	27
8	Natura 2000-områder, bilag IV-arter og Vandområdeplaner	27
9	Kumulative effekter	28

10	Egnethed til nyttiggørelse	29
11	Referencer	29
12	Bilagliste	30



1 Baggrundsinformation

1.1 Ansøger

Ansøger: Kolding Kommune
Kontaktperson: Torben Gade
Adresse: Nytorv 11, 6000 Kolding
E-mail: togad@kolding.dk
Telefonnummer: +45 7979 4416
EAN-nummer: 5798 0053 10 501

1.2 Rådgiver

Firmanavn: NIRAS A/S
Adresse: Ceres Allé 3, 8000 Aarhus C
Kontaktperson: Dorthe Groth Petersen
E-mail: dgp@niras.dk
Telefonnummer: +45 6020 8055

2 Indledning og baggrund

I forbindelse med etableringen af en ny lystbådehavn og bydel ved Marina Syd i Kolding, skal der klappes omkring 360.000 m³ sediment over en periode på maksimalt 90 sammenhængende dage afhængigt af den udførende entreprenørs uddybningsgrej. Sedimentet består hovedsagelig af gytje og mindre mængder sand. Det er vurderet, at sedimentet ikke kan nyttiggøres eller genanvendes til bypass (afsnit 9 og bilag 1), og sedimentet ønskes derfor klappet.

På vegne af Kolding Kommune søges hermed om tilladelse til klappning af 360.000 *in situ* m³ sediment. Sedimentmængden er angivet som fastmål. Det foreslås, at klappads Trelde Næs (K_164_01) beliggende i Lillebælt anvendes til formålet.

Nærværende ansøgning om klappning er udarbejdet i henhold til vejledningen på Miljøstyrelsens hjemmeside (<http://mst.dk/erhverv/klappning/ansoegning-om-klaptilladelse/>) samt i henhold til Vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 om dumpning af optaget havbundsmateriale – klappning (Klapvejledningen) (VEJ nr 9702 af 20/10/2008).

3 Tidligere tilladelser

Der er ikke tidligere givet tilladelse til klappning af sediment i forbindelse med nærværende projekt.

3.1 Andre klaptilladelser til samme klappads (K_164_01)

Her findes en opstilling af gældende klaptilladelser, som giver mulighed for klappning i den mulige projektperiode for Marina City fra 1. januar 2021 og frem. Klaptilladelser, hvor tilladelsen er udløbet inden 31. december 2020 er således ikke nævnt.

15. februar 2017 (intet journalnummer): 5-årig klaptilladelse til klappning af i alt 11.000 m³ uddybningsmateriale fra Middelfart Havn.

18. februar 2018 (MST-802-00049): 5-årig tilladelse til klappning af i alt 5.000 m³ oprensingsmateriale fra Kolding Lystbådehavn Syd.

31. januar 2019 (MST-802-00057): 2-årig tilladelse til klapping af 40.000 m³ oprensings/uddybningmateriale fra Middelfart Lystbådehavn.

30. januar 2020 (2019-10013): 5-årig tilladelse til klapping af 2.500 m³ oprensingsmateriale fra Kolding Lystbådehavn Syd.

4 Optagningsområde

Uddybningsområdet for etableringen af Marina City er markeret med blå rektangler, hvor uddybningsmaterialet fra alle felter ønskes klappet (Figur 4-1). Felt 1-6 skal uddybes til et nyt havnebassin, hvor felt 7-10 nogle steder skal opfyldes til nyt landområde, og andre steder uddybes. Felt 11-13 skal uddybes til en ny sejlrende. Størstedelen af sedimentet skal opgraves fra felt 1-6, og en mindre delmængde fra felt 7-9 og 10-13.

Uddybningsmaterialet optages med grab, sugning eller spandkæde afhængig af den udførende entreprenørs flåde, samt erfaringer med de aktuelle uddybningsmaterialer. Klappingen forventes foretaget med splitpram på klapplassen.

Figur 4-1:
Oversigtskort over området for uddybning til Marina City. Uddybningsområdet er markeret med blå rektangler.



5 Beskrivelse af det uddybede sediment

I det følgende beskrives sedimentet, som ønskes klappet med hensyn til mængder, og fysiske/kemiske egenskaber for specifikke dele af optagningsområdet.

5.1 Sedimentmængder

Der ansøges om tilladelse til klapping af ca. 360.000 *in situ* m³ uddybet sediment fra etableringen af Marina City og dertilhørende sejlrende. Klappingen ønskes foretaget over en forventet periode på maksimalt 90 sammenhængende dage, men vil forventeligt foretages over en længere periode.

Det vurderes, at den øverste del af uddybningsmaterialet vil bestå af aflejret sediment, som er tilført området i nyere tid, og som derfor vil være mere påvirket af miljøfarlige stoffer i forhold til den oprindelige havbund, som ligger under det aflejrede sediment. Den oprindelige havbund er vurderet til cirka at starte 0,4 m – 1 meter under sedimentoverfladen i uddybningsområdet. Vurderingen er baseret på COWIs sedimentundersøgelser (bilag 2).

Det er beregnet, at cirka 60 % af uddybnings- og klapmaterialet vil bestå af oprindelig havbund, og at de resterende cirka 40 % vil bestå af sediment, som er aflejret ovenpå den oprindelige havbund (se bilag 8). I nedenstående beregninger og vurderinger antages det, at 100 % af klapmaterialet stammer fra aflejret sediment, hvilket vurderes at være en worst-case betragtning i forhold til indholdet af miljøfarlige stoffer i den totale klapmængde, idet indholdet forventes at være højere i det aflejrede sediment i forhold til den oprindelige havbund. Nedenstående beregninger og vurderinger er således konservative og vurderes at overestimere eventuelle effekter i miljøet. Der vurderes således på en worst-case og konservativ situation.

5.2 Prøvetagning

Til beskrivelse af sedimentet, som ønskes klappet, blev der d. 9.-10. februar 2017 udtaget sedimentprøver til sedimentundersøgelser af området øst for Marina Syd, Kolding Havn (COWI, 2017). Sedimentprøverne blev udtaget efter den prøvetagningsplan, der blev aftalt med Miljøstyrelsen 2. februar 2017.

Der blev udtaget prøver i 13 områder, felt 1-13, som fremgår af Figur 5-1, hvor der blev udført flere nedstik for hvert felt. Prøverne blev udtaget i dybderne 0-0,3 m under havbunden, 0,5-0,7 m under havbunden og 1,5 m under havbunden. Felt 1-10 bestod af fem nedstik, mens felt 11-13 bestod af fire nedstik. Stik fra de enkelte felter blev sammenblandet til én blandeprøve, pr. prøvetagningsdybde for hvert felt. Yderligere detaljer findes i afrapporteringen for sedimentundersøgelserne (se bilag 2).

Udover COWIs prøvetagning, så foretog Rambøll en detaljeret prøvetagning af felt 3 i oktober 2017 (bilag 3). Her blev der udtaget dobbelt-prøver i tre dybdeintervaller med kajakrør af plexiglas på de samme fem stationer som ved COWIs prøvetagning.

Figur 5-1:
De 13 område, hvor COWI
udtog prøver til
sedimentanalyse i februar
2017.



5.3 Analyser

Oprindeligt blev alle blandeprøver fra 0-0,3 m under havbunden for de 13 felter analyseret for deres indhold af miljøfarlige stoffer (kviksølv, nikkel, cadmium, kobber, bly, chrom, arsen, zink, TBT, PCB og PAH), partikelstørrelsesfordeling, glødetab og tørstof. Efter mistanke om forhøjede koncentrationer i det dybereliggende sediment, baseret på analyser fra blandt andet felt 3, blev sedimentet i dybderne 0,3-0,6 m og 0,6-0,9 m for felt 3 analyseret.

Den supplerende analyse viste, at koncentrationen af miljøfarlige stoffer steg fra det øverste lag (0-0,3 m) til det midterste lag (0,5-0,7 m), men ikke fra det midterste lag til det dybeste lag. Det midterste lag (0,5-0,7 m) blev derfor analyseret for alle felter, idet dette lag vurderes at repræsentere det højeste indhold af miljøfarlige stoffer, og det vurderes derfor, at anvendelsen af data fra det midterste lag udgør en worst-case betragtning i forhold til potentielle miljøpåvirkninger (se bilag 4).

Analysedata fra det midterste lag fremgår af Tabel 5-1 og Tabel 5-2 i det nedenstående. Herudover blev der også udtaget blandeprøver til beskrivelse af det biokemiske iltforbrug (biological oxygen demand; BOD) og mængden af næringsstoffer (N og P) for felterne 1, 2, 5-7 og 11-13, som fremgår af Tabel 5-3 samt bilag 5.

5.3.1 Fysiske egenskaber

De fysiske egenskaber af klapmaterialet beskrives baseret på partikelstørrelsesfordeling, glødetab og indhold af tørstof.

Klapmaterialet fra Marina City projektet vurderes hovedsageligt at bestå af gytje. Gytje består af silt, sand og organisk materiale, som alle har forskellige korndiametre. Partikelstørrelsesfordelingen, som er eksperimentelt bestemt, viser en overvægt af groft silt i partikelstørrelsesordenen 10-100 µm (bilag 6).

Tørstofindholdet (TS) i det uddybede sediment ligger mellem 23,9 % til 41,9 % med en middelværdi på 32,7 %, og glødetabet ligger mellem 4,4 % af TS til 17,5 % af TS med en middelværdi på 12,6 % af TS. De detaljerede data for alle undersøgte felter for tørstof og glødetab ses i Tabel 5-1 og bilag 5.

Tabel 5-1:
Analysedata for tørstofindhold (TS i %) og glødetab (% af TS), for alle undersøgte felter i dybden 50-70 cm. Felt 3 er analyseret i dybden 30-60 cm.

Felt nr.	Dybde (cm)	Tørstof (TS) %	Glødetab % af TS
Felt 1	50-70	37,8	12,0
Felt 2	50-70	39,9	10,7
Felt 3	30-60	32,8	4,4
Felt 4	50-70	31,2	12,8
Felt 5	50-70	36,7	12,3
Felt 6	50-70	29,3	14,9
Felt 7	50-70	28,2	14,6
Felt 8	50-70	23,9	17,5
Felt 9	50-70	41,9	9,0
Felt 10	50-70	40,8	8,5
Felt 11	50-70	27,1	17,0
Felt 12	50-70	30,0	13,3
Felt 13	50-70	25,5	16,2
Gennemsnit		32,7	12,6

5.3.2 Kemiske egenskaber

De kemiske egenskaber beskrives i forhold til indhold af miljøfarlige stoffer og BOD (Tabel 5-2 og bilag 5).

5.3.2.1 Miljøfarlige stoffer

Data for indhold af miljøfarlige stoffer viser, at gennemsnitsindholdet af nikkel, bly, chrom, arsen og PCB i alle de undersøgte felter i projektområdet ligger under nedre aktionsniveauer for de pågældende stoffer i henhold til Klapvejledningen (VEJ nr 9702 af 20/10/2008). For cadmium, kobber og TBT gælder, at koncentrationer i næsten alle felter overskrider nedre aktionsniveau, men med en god margin op til øvre aktionsniveau. Ingen målte koncentrationer ligger over øvre aktionsniveau. De nedre aktionsniveauer for kviksølv, cadmium, kobber, zink, PAH og TBT overskrides i klapmængden ved beregning af både gennemsnitsværdier

(almindeligt gennemsnit) og vægtede gennemsnit (hvor der tages højde for klappmængderne fra de forskellige felter).

Tabel 5-2:

Analysedata for miljøfarlige stoffer i dybden 50-70 cm for felt 1-2 og 4-13, og i dybden 30-60 cm for felt 3. Sum af 9 PAH inkluderer phenanthren, anthracen, fluoranthen, pyren, benz[a]anthracen, chrysen, benz[a]pyren, indeno[1,2,3-cd]pyren og benz[ghi]perylene. Sum af 7 PCB inkluderer PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. Felt 7 og 10 indgår ikke i de vægtede gennemsnit, da uddybningsmængden fra disse felter er yderst minimal.

Felt nr	Dybde	Kviksølv	Nikkel	Cadmium	Kobber	Bly	Chrom	Arsen	Zink	Sum af 9 PAH	Sum af 7 PCB	TBT
	cm											
Felt 1	50-70	0,58	24	1,65	53	50	40	10	264	3,4	29,5	39
Felt 2	50-70	0,45	22	1,40	43	44	59	9,3	203	9,3	34,5	15
Felt 3	30-60	0,61	26	2,06	79	50	80	11	258	12,2	-	69
Felt 4	50-70	0,26	16	1,03	22	23	21	8,9	102	11	0,3	3,4
Felt 5	50-70	0,89	23	1,33	42	46	64	9,9	198	19	131	32
Felt 6	50-70	0,29	19	1,07	25	27	27	10	108	3,4	0,3	9,7
Felt 7	50-70	0,32	23	1,24	38	58	46	12	136	0,5	23,1	71
Felt 8	50-70	0,14	18	0,99	21	19	27	10	84	0,3	0,3	1
Felt 9	50-70	0,04	13	0,48	24	10	15	7,9	57	1,4	0,3	9,7
Felt 10	50-70	0,04	9,4	0,41	24	8,9	15	5	53	1,2	0,3	3,9
Felt 11	50-70	0,23	21	1,26	25	26	29	11	110	4,6	0,3	8,3
Felt 12	50-70	0,17	19	1,06	39	24	30	12	100	6,6	0,3	30
Felt 13	50-70	0,10	18	0,86	21	18	30	8,6	79	1,1	0,3	89
Gennemsnit		0,32	19	1,14	35	31	37	9,7	135	5,7	18,4	29,3
Vægtet gennemsnit		0,29	18	1,04	35	28	36	9,1	133	5,9	18,1	19,9
Nedre aktionsniveau		0,25	30	0,4	20	40	50	20	130	3	20	7
Øvre aktionsniveau		1	60	2,5	90	200	270	60	500	30	200	200

5.3.2.2 Biokemisk iltforbrug (BOD)

BOD defineres som sedimentets biokemiske iltforbrug efter 5 dage i mørke ved 20 °C. Til denne klappansøgning blev BOD bestemt i flere dybder og analyserne af BOD viste, at de undersøgte felter i projektområdet for Marina City har en BOD-værdi på mellem 680-1.900 mg O₂/kg sediment med en gennemsnitsværdi på 1.142 mg O₂/kg sediment (Tabel 5-3).

I sedimentspredningsmodelleringen (bilag 6) er der anvendt en BOD-værdi for gytje på 1.142 mg O₂/kg sediment ved beregning af iltforbrug. Denne BOD-værdi vurderes at overestimere iltforbruget i den samlede klappmængde, idet de målte BOD-værdier falder med dybden, og BOD-værdien i den oprindelige havbund vurderes at være lavere end i det aflejrede sediment fra sedimentoverfladen til cirka 1 meters dybde. Det beregnede iltforbrug ved klappning vurderes således at være worst-case, som overestimerer det realistiske iltforbrug ved klappning.

Tabel 5-3:
Analysedata for N, P og
biokemisk iltforbrug (BOD).
Kun udvalgte felter er blevet
analyseret.

Felt nr.	Dybde	Kvælstof	Fosfor	Kvælstof	BOD (O ₂)
	m	Vandopløseligt		Total	
		mg/kg sediment			
Felt 1	0-0,3	2	11	61	1900
Felt 1	0,5-1	2	10	118	840
Felt 1	1,5	3	17	178	1220
Felt 2	0-0,3	2	15	103	1610
Felt 2	0,5-1	2	15	97	820
Felt 2	1,5	2	8	110	680
Felt 5	0-0,3	2	6	50	1850
Felt 5	0,5-1	<1	7	93	720
Felt 5	1,5	2	10	126	820
Felt 6	0-0,3	2	7	72	1430
Felt 6	0,5-1	2	14	101	830
Felt 6	1,5	2	8	89	800
Felt 7	0-0,3	<1	9	63	1790
Felt 7	0,5-1	<1	8	74	1050
Felt 7	1,5	<1	7	96	950
Felt 11	0-0,3	1	8	68	1550
Felt 11	0,5-1	<1	11	96	870
Felt 12	0-0,3	1	8	66	1220
Felt 12	0,5-1	1	6	74	1090
Felt 13	0-0,3	1	7	67	1220
Felt 13	0,5-1	1	7	77	730
Gennemsnit		1,8	9,5	89	1142

5.3.2.3 Næringsstoffer

Sedimentets indhold af næringsstofferne N og P fremgår af Tabel 5-3. Indholdet af total-N er fra 50-178 mg/kg sediment med et gennemsnit på 89 mg/kg sediment, mens indholdet af P er 6-17 mg/kg sediment med et gennemsnit på 9,5 mg/kg sediment. Den vandopløselige fraktion af kvælstof består hovedsageligt af nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻) og ammonium (NH₄⁺), og i gennemsnit indeholder sedimentet 1,8 mg NO₂⁻, NO₃⁻ og NH₄⁺/kg sediment.

6 Beskrivelse af klapplassen

Det uddybede sediment ønskes klappet på klapplass K_164_01 Trelde Næs beliggende i Lillebælt (Figur 6-1).

Klapplassen er beliggende på følgende koordinater (WGS84):

N: 55 ° 37,21' N. 9 ° 56,88' E

S: 55 ° 36,66' N. 9 ° 56,03' E

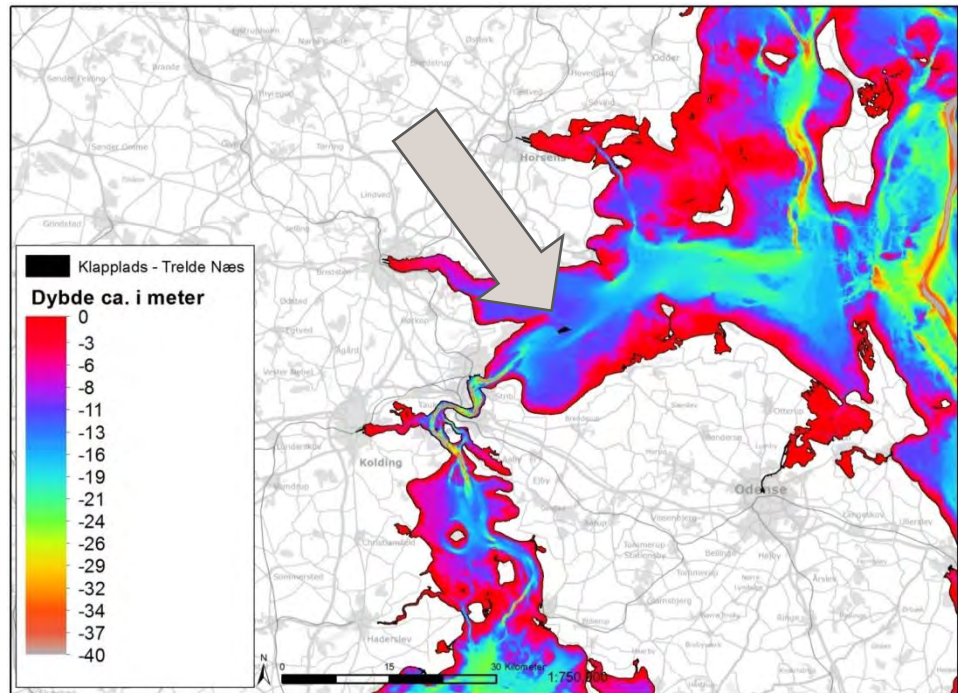
Ø: 55 ° 36,91' N. 9 ° 57,73' E

V: 55 ° 36,86' N. 9 ° 55,83' E

I forbindelse med VVM-undersøgelsen for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord (Vejdirektoratet, 2016), blev eksisterende forhold på klapplassen Trelde Næs undersøgt. Følgende beskrivelse af klapplassen Trelde Næs tager udgangspunkt i denne beskrivelse.

Figur 6-1:
Placering af klappladsen
Trelde Næs. Klappladsen er
den lille sorte firkant, som
pilen peger på (Data fra
Geodatastyrelsen).

Afstandene til de nærmeste
kyster er følgende:
Trelde Næs: 4,5 km
Fyns nordkyst: 8 km
Vejle Fjords nordkyst: 8 km

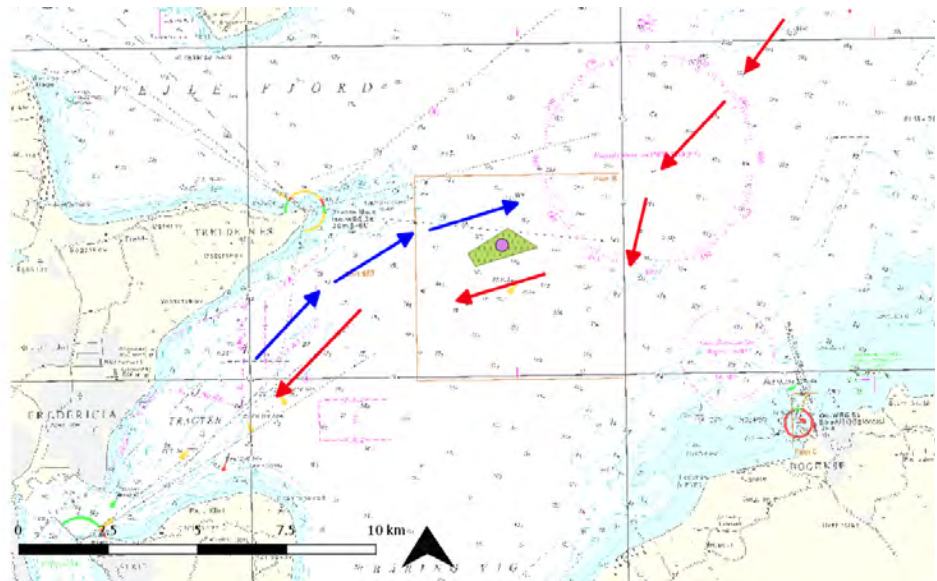


Trelde Næs klapplads har en middelvanddybde på ca. 16 m, og i den sydlige del af klappladsen løber en dybere strømmende med en maksimal dybde på ca. 20 m. Den nordligere del af området har en mere jævn bund med en dybde på 16-17 m.

På klappladsen dominerer sydvestlige strømme langs bunden og nordøstlige strømme i overfladelaget (Figur 6-2). Herudover påvirker vindforholdene strømretningen, særligt ved havoverfladen (Rambøll, 2015).

De to vandmasser, der kommer fra nord og syd, medfører jævnligt lagdeling i området på grund af vertikale forskelle i temperatur og saltholdighed. Lagdelingen forekommer hyppigst i juli-oktober. I sommerperioden er strømmens hastighed aldrig større end 0,21 m/s på klappladsen, mens strømmen om vinteren kan nå op på cirka 0,3 m/s i nordøstlig retning (bilag 6). Klappladsen er en såkaldt dispersiv klapplads, hvor det klappede materiale forventes at blive spredt og fortyndet i et større område omkring klappladsen.

Figur 6-2:
Trelde Næs klappblads
markeret med en grøn
rektangel. Nordøstlige
strømforhold er markeret med
blå pile, mens de sydvestlige
strømforhold er markeret med
røde pile.



Havbunden på og omkring klappbladsen består hovedsageligt af fint sand, groft silt og fint silt. Indhold af miljøfarlige stoffer i sedimentet på klappbladsen fremgår af bilag 6.

7 Miljøkonsekvenser ved klappningsaktiviteter på klappbladsen

I det følgende vurderes mulige konsekvenser af klappningen på og nær klappbladsen. Miljøvurderingerne er i høj grad baseret på modellering af sedimentspredning fra klappbladsen (se 7.1 og bilag 6), og inkluderer vurderinger af den direkte fysiske påvirkning, indirekte fysiske påvirkning, iltpåvirkning samt påvirkninger fra miljøfarlige stoffer. Udvalget af disse parametre er baseret på Miljøstyrelsens notat: Klappnings betydning for opfyldelse af miljømål efter vandrammedirektivet i kystvand omfattet af vandplanerne (Miljøstyrelsen, 2014). Udover de ovennævnte emner indgår specifikke vurderinger i forhold til flora, fauna og fisk samt sæsonvariationer også i vurderingen af mulige miljøkonsekvenser fra klappning.

Vurderinger i forhold til Natura 2000-områder, bilag IV-arter og Vandområdeplaner findes i bilag 7 og konklusionerne herfra er kort opsummeret i afsnit 8.

Det skal nævnes, at der i forbindelse med udarbejdelsen af VVM-redegørelsen for Marina City er vurderet på mulige effekter af selve uddybningen i fjorden (Kolding Kommune, 2020), og dette beskrives ikke yderligere i nærværende ansøgning.

7.1 Modellering af sedimentspredning fra klappbladsen

I forbindelse med selve uddybningen spredes der typisk 5 % af det uddybede sediment i vandsøjlen. Denne spredning er vurderet i VVM-redegørelsen for Marina City (Kolding Kommune, 2020). De resterende cirka 95 % af det uddybede sediment klappes.

Når klapprammen åbnes på klapppladsen, og klappmaterialet falder ned gennem vandsøjlen, vil der ske et spild på cirka 5 % til vandsøjlen. Til vurdering af spredningen i vandsøjlen (5 % spild) anvendes MIKE modellering.

De resterende cirka 95 % af sedimentet i prammen vil nå havbunden på klapppladsen, og derefter sprede sig derfra i alle retninger langs bunden. Denne spredning beskrives med en empirisk nærfeltsmodel (Naturstyrelsen, 2012). Modellen har to forskellige **beregningsformer; en "normalberegning"** og en **"specialberegning"**.

Normalberegningen benyttes, hvis strømhastigheden (mindre end 0,14 m/s) er tilstrækkeligt lav til, at det ikke-kohæsive sedimentet (sand, grus) bundfældes, og det kohæsive materiale vil samle sig i en sedimentpøl ved bunden. Sedimentet vil langsomt falde mod bunden, alt mens pølen bevæger sig med strømmen og udvider sig i alle retninger. Det kohæsive materiale, som vil være længere tid om at nå bunden, bevæger sig væk fra klapppladsen i modsætning til det grovere sand, der hurtigt sedimenterer ud. Normalberegningen giver data for det bundfældede materiale, og for det kohæsive, finkornede materiale, som spredes.

Specialberegningen bruges til at bestemme spredningen af sedimentpølen, bestående af alt klappmaterialet, hvis strømhastigheden er over den kritiske og tilstrækkelig høj til, at sedimentet ikke bundfældes (over 0,14 m/s). Hvis der klappes ved høje strømhastigheder, vil sedimentet holdes i suspension og ikke bundfældes, tværtimod vil turbulensen i vandet opblande sedimentet i vandsøjlen. Strømhastigheder over den kritiske forekommer primært for klapping om vinteren.

Detaljerede beskrivelser af resultaterne fra sedimentspredningsmodelleringen ses i bilag 6.

7.2 Vurdering af mulige effekter som følge af klapping

I det følgende præsenteres resultaterne fra sedimentspredningsmodelleringen, og de mulige effekter fra klappingen vurderes for de enkelte emner. I sedimentspredningsmodelleringen anvendes en antagelse om en klappmængde på 4.000 m³ pr. klapping én gang i døgnet. Denne antagelse er et worst-case scenarie i forhold til klappmængde, idet modellering af klapping af 4.000 m³ giver de værste mulige miljøbetingelser i forhold til klapping af en mindre mængde. Dermed bliver miljøvurderingerne konservative.

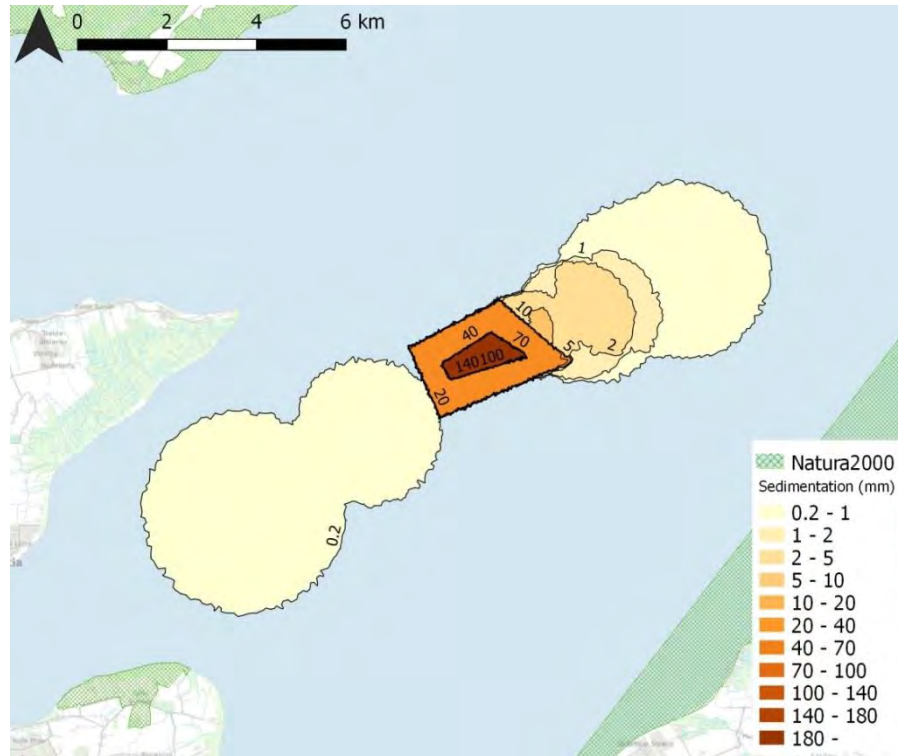
7.2.1 Direkte fysisk påvirkning (sedimentation af materiale)

Den direkte fysiske påvirkning på og nær klapppladsen, som følge af tilførsel af klappmateriale, vurderes på baggrund af modellering af sedimentation af klappet materiale. Denne sedimentation er vigtig at kende for at kunne beskrive potentielle effekter, som tildækning eller kvælning af de bundlevende organismer.

NIRAS' beregninger viser, at ud af en samlet klappmængde på cirka 360.000 m³, der vil cirka halvdelen sedimentere på klapppladsen, mens halvdelen vil fordele sig i et område cirka 5 gange større end klapppladsen (nærområdet, orange område på Figur 7-1). Den samlede sedimentation på selve klapppladsen (brunt område på Figur 7-1) vil ved klapping om vinteren med stor spredning være op til 14 cm på klapppladsen, og ved klapping om sommeren med lille spredning, så vil der ligge op til 18 cm sediment på klapppladsen (bilag 6). I nærområdet omkring klapppladsen (orange område på Figur 7-1), vil der forekomme sedimentation på op til 4 cm for både klapping om sommeren og om vinteren.

Ved klapning om vinteren vil der nordøst for klapplassen i en afstand af op til 3.500 m fra klapplassen kunne forekomme sedimentlag med tykkelsen 1-10 mm. Omkring 8.000 m sydvest for klapplassen og 6.000 m sydøst for klapplassen vil sedimentlaget være under 0,2 mm. Ved klapning om sommeren vil der i en afstand af 2.500 m fra klapplassen sedimentere under 0,2 mm af klapmaterialet.

Figur 7-1:
Den samlede sedimentation efter endt klapning om vinteren med stor spredning. Både sedimentationen af de 5 % tabt i vandsøjlen samt sedimentation af de resterende 95 % er inkluderet.



Baseret på ovenstående vurderes, at bundlevende organismer på klapplassen og i nærområdet vil blive påvirket af klapningen. Nærområdet er markeret med orange firkant, som dækker området umiddelbart udenom klapplassen (mørkerød firkant) (se Figur 7-1). Bundfaunaen på klapplassen og i nærområdet vurderes dog at bestå af almindeligt forekommende arter i Lillebælt. Dette baseres på de kortlagte substrattyper nær klapplassen, som forventes at bestå af en mudret sandbund, som er samme havbundssedimenttype, som findes i Kolding Fjord, samt beskrivelser af bundfauna på klapplassen (Vejdirektoratet, 2016). Desuden er de dominerende arter på og nær klapplassen kendt som værende iltsvindstolerante, og dermed tolerante overfor en vis tildækning (se bilag 9).

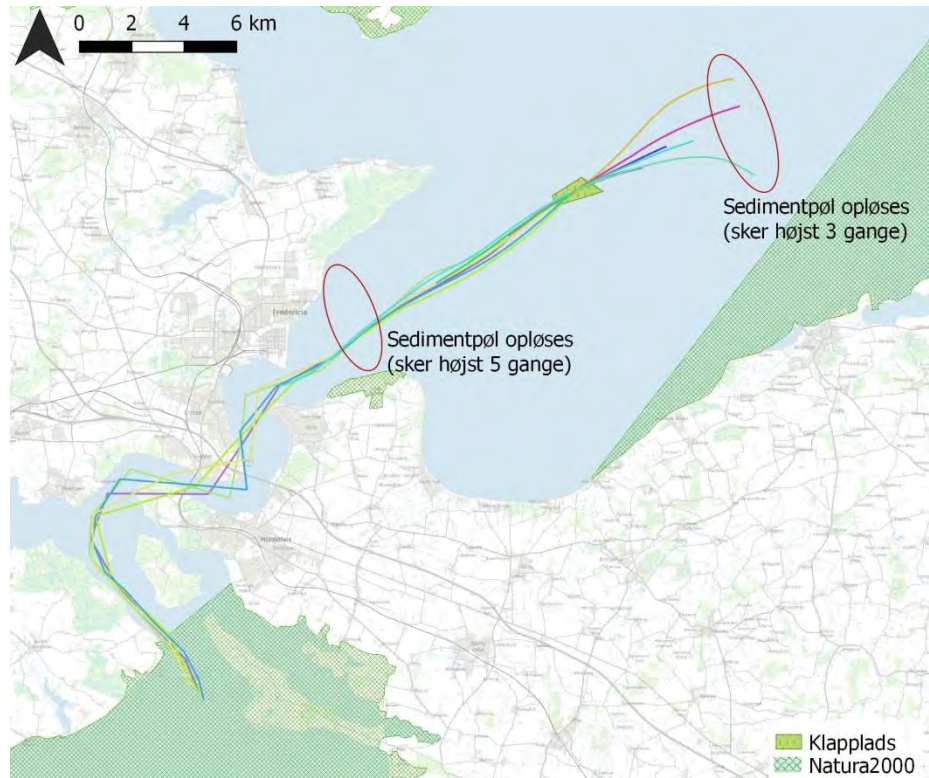
Det vurderes, at der hurtigt efter klapningens afslutning vil ske en re-indvandring af særligt makrofaunaen, som det var tilfældet efter endt klapning i Nordsøen med sediment fra Rotterdam Havn (Stronkhorst, et al., 2003).

Udenfor nærområdet og længere væk fra klapplassen vurderes sedimentationen at være under 1 cm og alene dække et begrænset område, og den direkte fysiske påvirkning fra klapning vurderes at være ubetydelig.

I forbindelse med klapning af sediment ved strømhastigheder over den kritiske om vinteren er der risiko for, at fem ud af 90 klapninger vil spredes op til 7 km syd

mod Lillebælt, og at fire klappinger vil spredes op til 7 km mod nordøst (se Figur 7-2). Dette forekommer kun, hvis strømhastigheden er over den kritiske i tilstrækkelig lang tid.

Figur 7-2:
Spredning af sedimentpøl under en vinterklapning. Hver linje viser, hvordan sedimentpølen spredes, hvis strømhastigheden er større end den kritiske, når der klappes. Når strømhastigheden falder under den kritiske, sedimenterer pølen. Hvis sedimentpølen flyttes 7.000 m væk fra klappositionen opløses pølen.



Sedimentationen fra disse klappinger vil være under 0,2 mm, så den direkte påvirkning fra sedimentationen vurderes at være ubetydelig. Der er dog ved disse klappinger risiko for, at sedimentet transporteres ind i Natura 2000 områderne og sedimenterer ud. Dette er behandlet i bilag 7 om Natura 2000, bilag IV-arter og vandområdeplaner og opsummeret i afsnit 8.

7.2.2 Indirekte fysisk påvirkning (suspenderet sediment i vandfasen)

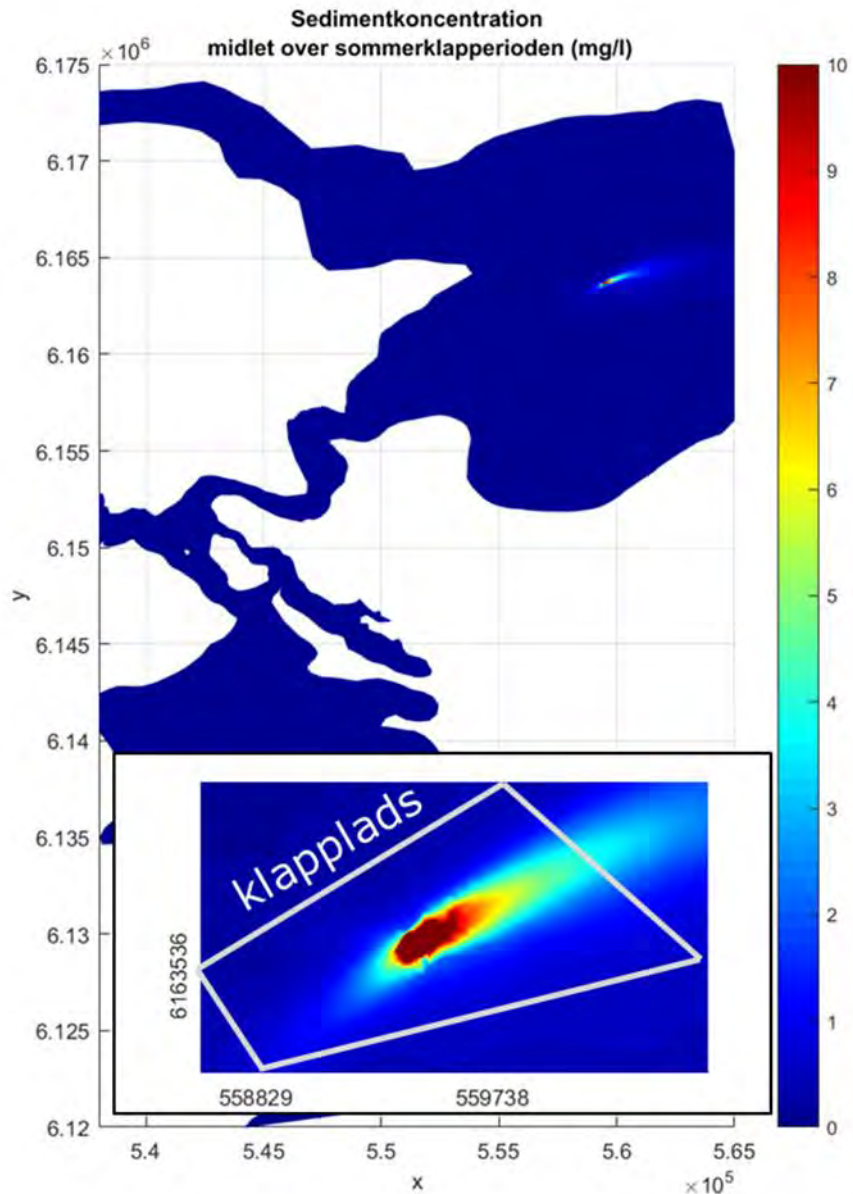
I forbindelse med klappning af sedimentet kan bundlevende dyr og planter på og omkring klappladsen potentielt påvirkes af forøgede koncentrationer af suspenderet sediment (SS) i vandfasen. Undersøgelser har vist, at koncentrationer over 10 mg SS/l potentielt kan påvirke adfærden, herunder flugtadfærd, hos fisk, som torsk og sild (Appelberg et al, 2005), hvorimod fisk som flad fisk, ål (herunder migrerende ålelarver) og arter, der lever på bunden og på lavt vand, påvirkes ved koncentrationer på omkring 50 mg SS/l (FeBEC, 2013).

Til beskrivelse af den indirekte fysiske påvirkning, beskrives to scenarier: Scenarie 1) klappning ved strømhastigheder under den kritiske, hvor det kun er de 5 %, som spildes i vandfasen, der vil spredes. Scenarie 2) klappning ved strømhastigheder over den kritiske, som inkluderer de 5 %, som spildes i vandfasen, samt de 95 %, som ved de høje strømhastigheder vil suspenderes i vandfasen (se bilag 6).

7.2.2.1 Scenarie 1

Ved klappning om sommeren ses, at det suspenderede sediment ligger som en fane og følger strømretningen i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer over 4 mg SS/l forekommer kun inden for klappladsen. I området omkring Lillebælt og i området nordøst for klappladsen er koncentrationen langt under 0,5 mg SS/l, som ligger under baggrundskoncentrationen for området (se Figur 7-3).

Figur 7-3:
Sedimentkoncentration midlet over sommerklapperperioden.

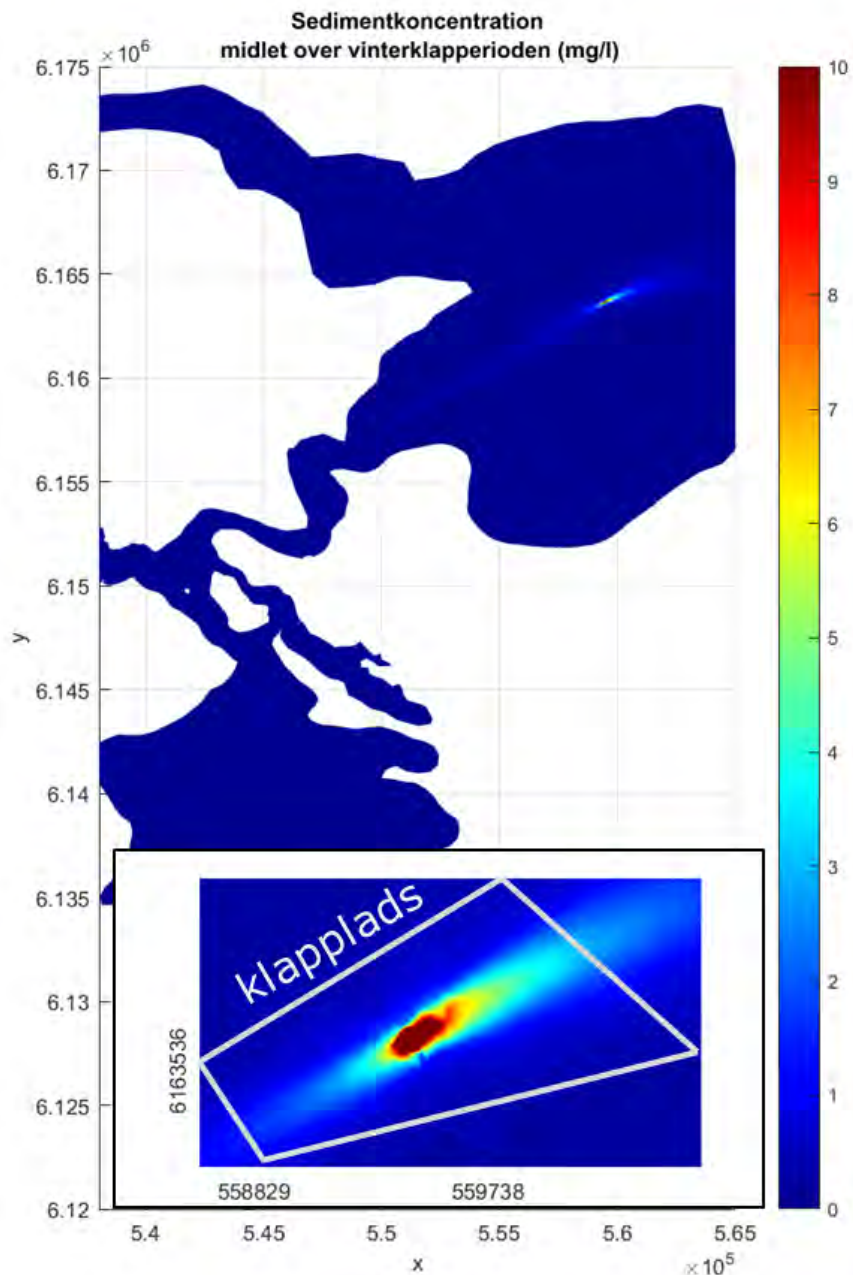


Ved klappning om vinteren ses, at spredningen af de 5 % sediment er større i forhold til klappning om sommeren, da strømhastighederne er højere om vinteren. Sedimentspredningen ligger som en fane og følger strømretningen i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer over 10 mg SS/l forekommer kun inden for klappladsen. I området omkring Lillebælt og nordøst for klappladsen er

middelkoncentrationerne under 0,5 mg SS/l, som ligger under baggrundskoncentrationen for området (se Figur 7-4).

Hvis det antages, at alt sedimentet klappes på samme position midt på klapppladsen, så vil koncentrationer over 10 mg SS/l forekomme i alt i 50 dage på midten af klapppladsen. I virkeligheden vil klappingen blive fordelt på hele klapppladsen. Det forventes derfor, at det samlede antal dage med koncentrationer over 10 mg SS/l vil være en del mindre. Det er vigtigt at pointere, at dette er det samlede antal dage, og der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere. Dette gælder for klappinger både om sommeren og om vinteren.

Figur 7-4:
Sedimentkoncentration midlet over vinterklapperperioden.



Efter hver klappning og ved endt klappning, vil mængden af suspenderet sediment i vandfasen reduceres til baggrundskoncentrationen, der skønsmæssigt er vurderet til at have en middelværdi på 5 mg SS/l på klapppladsen (Vejdirektoratet, 2016).

Det skal pointeres, at strømretningen overvejende er i nordøst og i mindre grad i sydvest. Sedimentet i vandsøjlen fordeles derfor i begge retninger, dog hovedsageligt i nordøstlig retning (se bilag 6 for yderligere detaljer).

7.2.2.2 *Scenarie 2*

Udover de 5 % sediment, som tabes i vandfasen, så vil der i vejrforhold med høje strømhastigheder over den kritiske, forekomme suspension af det klappede sediment, som vil danne en sedimentsky i vandfasen. Sedimentskyen vil bevæge sig bort fra klapppladsen samtidig med, at skyen fortyndes med indtrængende vand. Denne proces vil også bidrage til en forøget mængde sediment i vandfasen.

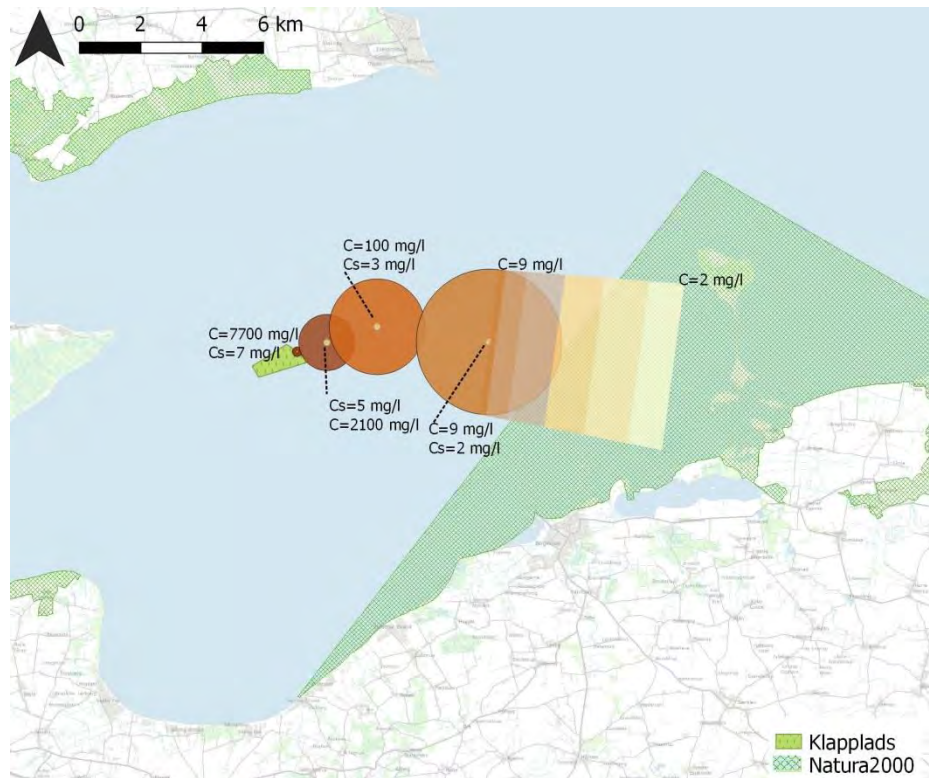
Efter klappning bevæger sedimentpølen sig nær bunden. Fra klappositionen og frem til 600 m fra klappositionen falder sedimentpølen dybde fra 8 m til 0,5 m, hvorefter den stiger igen. I en afstand af 5.000 m fra klapppladsen har sedimentpølen spredt sig til halvdelen af vandsøjlen, mens sedimentpølen fylder hele vandsøjlen på 20 m cirka 7.000 m fra klappositionen. Pølen radius udvides fra materialet klappes. Udvidelsen sker hurtigt lige efter klappning men falder i tempo, som pølen bevæger sig væk fra klappositionen. I en afstand af 1.000 m fra klapppladsen er pølen radius 900 m, mens den 2.000 m fra klappositionen er 1.280 m (se bilag 6).

Koncentrationen af tørstof i vandfasen falder, når sedimentpølen bevæger sig væk fra klapppladsen. I en afstand af 1.000 m fra klappositionen er koncentrationen af tørstof i vandfasen 2.100 mg SS/l. Sedimentpølen bevæger sig her nær bunden med en højde på 0,5 m og en radius på 900 m. I en afstand af 2.000 m fra klappositionen er koncentrationen af tørstof i vandfasen 360 mg SS/l. Sedimentpølen bevæger sig i denne afstand stadig over bunden, med en dybde på 1,7 m og en radius på 1.280 m. I en afstand af 5.000 m fra klapppladsen, hvor sedimentpølen har spredt sig til halvdelen af vandsøjlen, er koncentrationen faldet til 27 mg SS/l. Sedimentpølen er spredt til hele vandfasen (opløst) 7.000 m fra klappositionen.

Hvis sedimentmængden fra spredningen i vandfasen kobles med sedimentspredningen som følge af suspension af klappmaterialet ved strømhastigheder over den kritiske, kan man vurdere på den samlede mængde sediment i vandfasen.

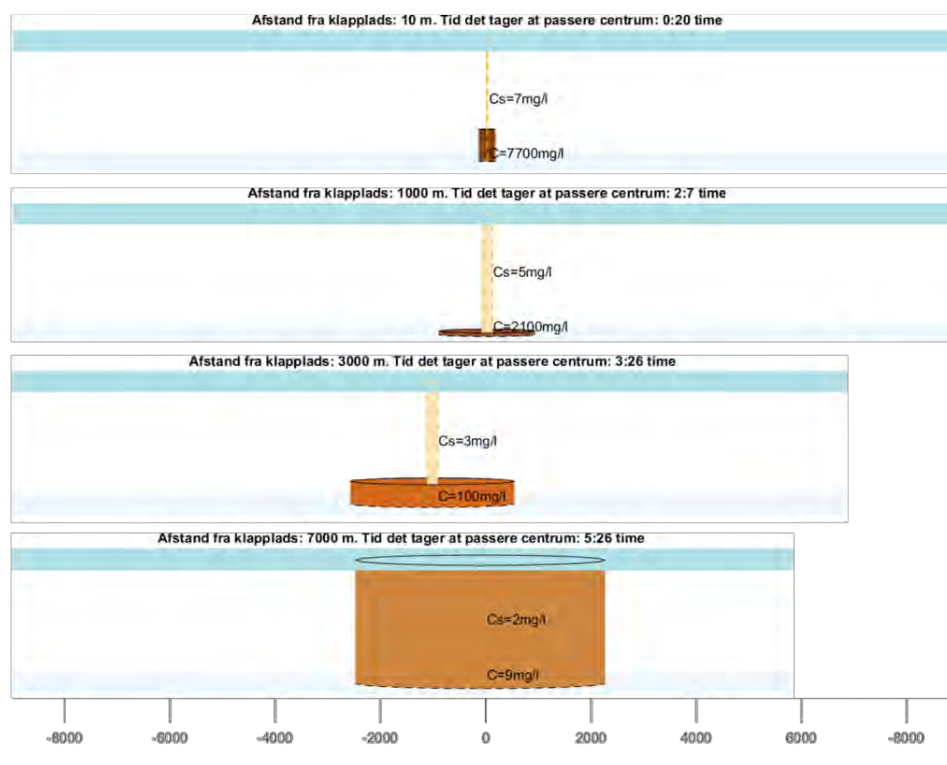
I Figur 7-5 ses, hvorledes koncentrationerne af suspenderet sediment i sedimentpølen udvikler sig, hvis pølen bevæger sig i nordøstlig retning. Eksemplet, som er vist på Figur 7-5, er det ene tilfælde, hvor sedimentpølen vil bevæge sig i retning mod Natura 2000-området nordøst for klapppladsen.

Figur 7-5:
Spredning af sedimentpøl i nordlig retning. Figuren viser sedimentpølen placering, størrelse og koncentration, C, henholdsvis 10, 1000, 3000 og 7000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes, når sedimentpølen opløses 7.000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, Cs, til samme tid er også angivet i figuren. Værdierne af disse er aflæst i MIKE-beregningerne.



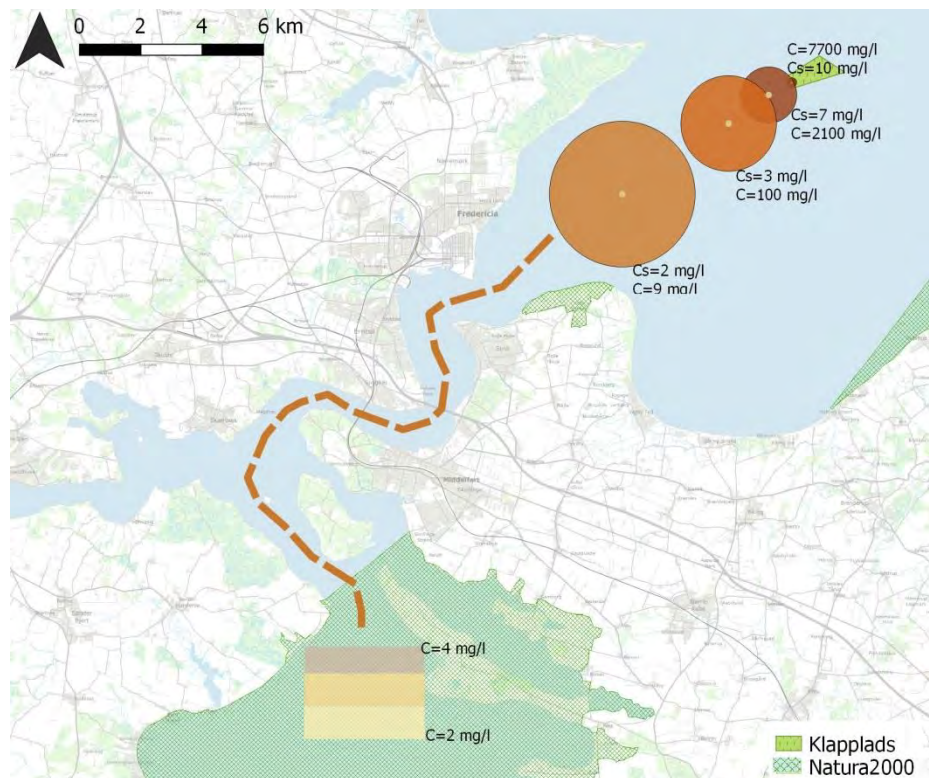
I Figur 7-6 ses, hvor lang tid sedimentpølen er om at passere et givet punkt på havbunden. Som eksempel kan det aflæses fra figuren, at pølen er cirka 3,5 timer om at passere et punkt, som er 3.000 meter fra klappladsen, at sedimentkoncentrationen i pølen her vil være på cirka 100 mg SS/l og at højden af pølen vil være cirka 5 meter (cirka ¼ del af vanddybden på 20 meter).

Figur 7-6:
Sedimentpølen udbredelse i vandsøjlen samt på tværs af sundet ud for Vejle Fjords udmundning i de samme afstande fra klappositionen som i Figur 7-5. I figuren er det også angivet, hvor lang tid det tager for sedimentpølen at passere centrum.



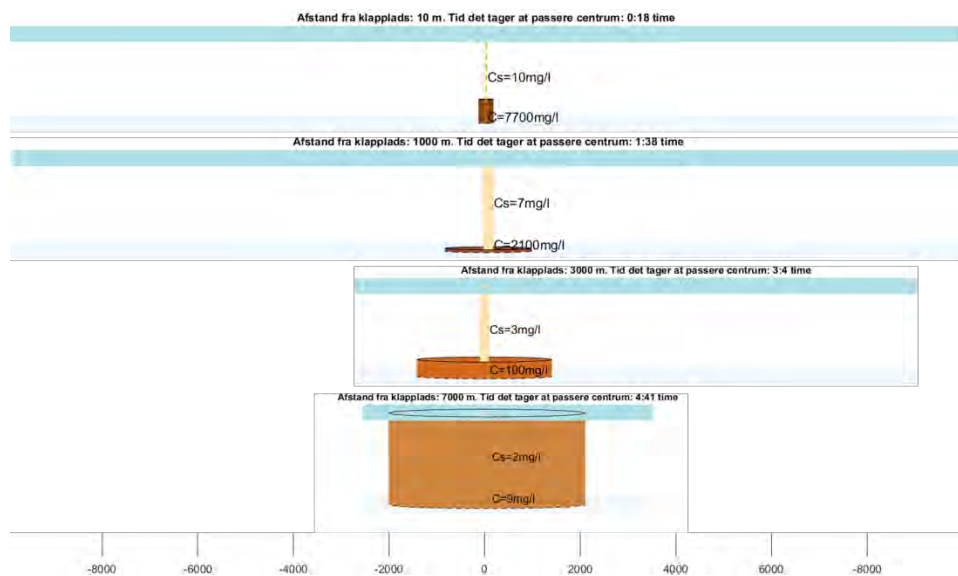
Samme beregning kan laves i de tilfælde, hvor sedimentpølen vil bevæge sig mod syd. I Figur 7-7 ses, hvorledes koncentrationerne af suspenderet sediment i sedimentpølen udvikler sig, hvis pølen bevæger sig i sydlig retning. Eksemplet, som er vist på Figur 7-7, er en af de højst fem klapninger, hvor sedimentpølen vil bevæge sig i retning mod Lillebælt og Natura 2000-området i Lillebælt.

Figur 7-7:
Spredning af sedimentpøl i sydlig retning. Figuren viser sedimentpølen placering, størrelse og koncentration, C, henholdsvis 10, 1.000, 3.000 og 7.000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes, når sedimentpølen opløses 7.000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, Cs, til samme tid er også angivet i figuren. Værdierne af disse er aflæst i MIKE-beregningerne.



I Figur 7-8 ses, hvor lang tid sedimentpølen er om at passere et givet punkt på havbunden. Som eksempel kan det aflæses fra figuren, at pølen er cirka 3,5 timer om at passere et punkt, som er 3.000 meter fra klapplassen, at sedimentkoncentrationen i pølen her vil være på cirka 100 mg SS/l og at højden af pølen vil være cirka 5 meter (cirka $\frac{1}{4}$ del af vanddybden på 20 meter).

Figur 7-8:
Sedimentpølen udbredelse i vandsøjlen i sydlig retning samt på tværs af bæltet i de samme afstande fra klappositionen som i Figur 7-7. I figuren er det også angivet, hvor lang tid det tager for sedimentpølen at passere centrum.



Det vurderes samlet for de 5 %, som spildes i vandfasen, og for sedimentet, som kommer i suspension ved klapping med strømhastigheder over den kritiske, at det vil forårsage forøgede mængder suspenderet sediment i vandfasen på og nær klapladsen. Denne forøgede mængde sediment i vandfasen kan potentielt påvirke organismer i området nær klapladsen. Påvirkningen vil dog kun forekomme i selve klapskyen, som er af begrænset udstrækning både vertikalt og horisontalt, og påvirkningen vil kun forekomme kortvarig og midlertidig, da sedimentpølen vil bevæge sig i en given retning.

Når strømhastigheden kommer under den kritiske vil langt størstedelen af sedimentet i klapskyen sedimentere og således forsvinde fra vandfasen. Efter hver klapping og ved endt klapping, vil mængden af suspenderet sediment i vandfasen reduceres til baggrundskoncentrationen, som i området nær klapladsen vurderes at være omkring 5 mg SS/l (Vejdirektoratet, 2016).

Samlet vurderes, at der under klapping vil være forøgede mængder suspenderet sediment i vandfasen, specielt i perioder med strømhastigheder over den kritiske, og at disse kan påvirke organismer i området midlertidigt. En påvirkning vil dog kun være kortvarig og lokal knyttet til klapskyen og samlet vurderes påvirkninger fra suspenderet sediment i vandfasen at være ubetydelig.

7.2.3 Iltpåvirkning

Klapmaterialet har et relativt højt indhold af organisk materiale med et gennemsnitligt glødetab på 12,6 %. Det organiske materiale vil langsomt blive nedbrudt af mikroorganismer efter klapping, og denne proces kræver ilt. Det skal derfor undersøges, hvor meget ilt, der potentielt forbruges i den mikrobielle nedbrydningsproces. Sedimentet, som ønskes klappet, er testet for Biochemical Oxygen Demand, og har en gennemsnitlige BOD værdi på 1.142 mg O_2 /kg prøve. BOD er bestemt som sedimentets biokemiske iltforbrug efter 5 dage i mørke ved 20 °C.

Til beregning af det potentielle iltforbrug efter klappning af sedimentet er der opstillet to scenarier: (1) For en strømhastighed over den kritiske vil klappmaterialet blive spredt fra klappositionen, (2) For en lille strømhastighed under den kritiske vil al klappmaterialet sedimentere og ligge som en plamage på havbunden. I begge tilfælde skal det undersøges, om der er tilstrækkeligt med ilt til at omdanne det organiske materiale.

Under normale omstændigheder er iltindholdet nord for Lillebælt omkring 8 mg O₂/l, da vandet iltes meget pga. den konstante strøm, der er i området. Dog observeres der ofte iltsvind i området nær klapplassen i perioden mellem juli til september, hvor iltindholdet ofte falder til under 4 mg O₂/l (<http://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/iltsvind/>). Moderat iltsvind forekommer, når iltindholdet er mellem 2-4 mg O₂/l, mens kraftigt iltsvind forekommer, når iltindholdet er under 2 mg O₂/l.

Beregninger for scenarie 1 viser, at allerede én time efter klappning, hvor sedimentfanen har bevæget sig 720 m og vil være indenfor eller i umiddelbar nærhed af klapplassen, er iltbehovet lig eller mindre end 0,05 mg O₂/l, hvilket ikke vil påvirke iltkoncentrationen i vandet i nævneværdig grad. Hvis alt organisk materiale skal omdannes indenfor det første døgn, vil iltbehovet være 0,35 mg O₂/l, hvilket er under den naturlige iltkoncentration i vandet. På baggrund heraf vurderes, at der ikke vil forekomme iltsvind i vandsøjlen som følge af klappning. Dette var også konklusionen på baggrund af iltmålinger under klappning, som blev foretaget af DHI og NIRAS i forbindelse med vilkåret i den tidligere klaptilladelse (J.nr. NST-431-00359). Under klappingen blev der ikke målt iltkoncentrationer under 6,5 mg O₂/l nær bunden (DHI og NIRAS, 2014).

Beregninger for scenarie 2 viser, at ved en strømhastighed på 0,05 m/s vil en enkelt klappning skabe en plamage på havbunden med en højde på maksimalt 1 cm. Det antages, at hele plamagen vil udveksle vand med vandsøjlen. Hvis det antages, at plamagen får tilført ilt fra de 20 cm vand over plamagen, så kan det beregnes, hvor meget ilt der tilføres i forhold til, hvor meget ilt der skal bruges i plamagen.

Ilttilførslen afhænger af det naturlige iltindhold i vandet, og der er regnet for iltindhold på henholdsvis 8, 4 og 2 mg O₂/l. Hvis det naturlige iltindhold er 8 mg O₂/l, så tilføres der tilføres cirka 8 gange så meget ilt, som der er behov for. Det samme gælder, hvis det naturlige indhold er 2 mg O₂/l, så tilføres der tilføres cirka 2 gange så meget ilt, som der er behov for.

For større strømhastigheder vil ilttilførslen være større. Yderligere kan nævnes, at efter det første døgn vil processen med at omdanne det organiske materiale gå langsommere.

På baggrund heraf vurderes, at iltforbruget til nedbrydning af det organiske materiale i klappmængden er lavt, selv ved små strømhastigheder, og klappningen vurderes ikke at udgøre en risiko i forhold til iltsvind i området på og nær klapplassen. Om sommeren, hvor der kan være situationer med lavt iltindhold i vandet nær klapplassen (under 2 mg O₂/l), vurderes iltniveauet stadig at være højt nok til at kunne omsætte alt det organiske materiale, selv ved en konservativ beregning, som overestimerer iltforbruget.

På baggrund af ovenstående vurderes, at klappning af sediment fra uddybningen ikke vil påvirke iltforholdene i vandfasen væsentligt på og nær klapplassen.

7.2.4 Potentielle påvirkninger fra miljøfarlige stoffer

Gennemsnitsværdierne af nikkel, bly, chrom, arsen og PCB i klapmaterialet ligger under nedre aktionsniveau, og disse behandles ikke yderligere i nedenstående. For kviksølv, cadmium, kobber, zink, PAH og TBT ligger koncentrationerne mellem nedre og øvre aktionsniveau (Tabel 5-2) (VEJ nr 9702 af 20/10/2008). I bilag 8 er disse stoffer beskrevet yderligere med hensyn til spredning, nedbrydning, potentielle effekter i miljøet samt i forvejen forekommende koncentrationer i sedimentet i området nær klapplassen, og i de områder, hvortil sedimentet forventes at spredes.

I forhold til miljøvurderingerne skal det pointeres, at gennemsnitsværdierne for koncentrationen af miljøfarlige stoffer stammer fra sedimentlaget i 0,5 til 0,7 meters dybde, som vurderes at være det lag, hvor indholdet af miljøfarlige stoffer er højest. Desuden vurderes det, at cirka 60 % af klapmaterialet vil bestå af oprindelig havbund, så specielt indholdet af TBT, som er et menneskeskabt stof, vil være overestimeret (se bilag 8 for detaljer). Nedenstående vurderinger og resultater er således udtryk for en worst case betragtning, hvor potentielle miljøpåvirkninger overvurderes.

For alle stofferne gælder, at de vil være hårdt bundet til sedimentpartiklerne, og således hovedsageligt vil spredes med sedimentet. De generelle kvalitetskrav forventes ikke at overskrides for stofferne (BEK nr 1625 af 19/12/2017), idet de generelle kvalitetskrav skal overholdes som gennemsnit over et år, og idet sedimentet efter klappning vil falde til bunden eller i løbet af relativt kort tid vil fortyndes i vandet nær klapplassen. For metaller skal nævnes, at miljøkvalitetskravene gælder for den vandopløselige fraktion under 0,45 µm, og at for TBT gælder miljøkvalitetskravene for den totale fraktion.

For spredning af miljøfarlige stoffer i vandfasen gælder, at der i bilag 6 er beregnet, i hvor lang afstand fra klapplassen, at maksimumkoncentrationen vil overskrides. For kviksølv gælder, at maksimumkoncentrationen vil kunne overholdes 600 meter fra klapplassen, for cadmium, kobber og zink vil maksimumkoncentrationen kunne overholdes selv under klappningen. Dette er beregnet for den vandopløselige del af stoffet, som er relevant i forhold til maksimumkoncentrationen. Til beregning af den vandopløselige fraktion er der anvendt fordelingskoefficienter opgivet af Miljøstyrelsen (se bilag 6).

For TBT gælder, at maksimumkoncentrationen vil kunne overholdes 3.500 meter fra klappositionen. Dette er beregnet på tørstofindholdet af TBT i sedimentet. I de perioder, hvor der klappes med strømhastigheder over den kritiske, vil organismer, som befinder sig i området, hvor sedimentpølen passerer, kunne opleve overskridelse af maksimumkoncentrationen for TBT. Dette vil kun forekomme ved selve passagen, som kan være op til 5,5 timer i en afstand af 7 km fra klapplassen. Det vil således være i ganske kort tid, at organismer vil opleve en forhøjet TBT koncentration i vandfasen. I de perioder, hvor der klappes ved strømhastigheder under den kritiske vil sediment med TBT sedimentere på eller nær klapplassen.

Generelt vil overskridelser af maksimumkoncentrationerne kun forekomme i perioder med strømhastigheder over 0,14 m/s, hvilket vil ske for 24 klappninger om vinteren (ud af 90 klappninger) og for tre klappninger om sommeren (bilag 6).

I forhold til suspenderet sediment og overholdelse af miljøkvalitetskrav vurderes, at den opløste fraktion af tungmetallerne vil kunne overholde

maksimumkoncentrationen på eller nær klapplassen. For TBT vil maksimumkoncentrationen overskrides i op til 3,5 km fra klapplassen i det korte tidsrum, hvor klapskyen passerer. Sediment vil suspenderes og spredes i vandfasen i 26 klapninger ud af en total på 90 klapninger om vinteren (størst spredning af sediment), når strømhastigheden er over den kritiske. Det vurderes, at der i forhold til miljøfarlige stoffer i vandfasen vil forekomme ingen eller ubetydelige effekter, som vil være lokalt afgrænsede og knyttet til klapskyen. Dette vil specielt gælde for de bundlevende og stationære dyr, som ikke vil kunne flytte sig fra klapskyen.

Langt størstedelen af de miljøfarlige stoffer vil være bundet til sedimentet, og vil således bundfælde efter klapning. I de fleste tilfælde vil klappmaterialet sedimentere på eller nær klapplassen, som beskrevet i afsnit 7.2.1. I bilag 8 er det vurderet, at indholdet af miljøfarlige stoffer i klappmaterialet er sammenligneligt med baggrundsværdier i tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab, som er målt i NOVANA i de danske farvande. For TBT gælder, at koncentrationen i klappmaterialet ligeledes ligger indenfor målingerne i NOVANA.

I forhold til OSPARs tærskelværdier, så gælder det, at alle målte stoffer, på nær kobber, kviksølv, PAH og TBT, ligger under T_1 (hvor der forventes ingen eller meget begrænsede biologiske effekter). I forhold til de i forvejen forekommende koncentrationer i sedimentet på NOVANA stationerne syd for klapplassen, så ligger cadmium, kobber, kviksølv, TBT og PAH koncentrationerne i klappmaterialet over niveauerne i de omkringliggende områder. For cadmium og bly gælder, at indholdet i klappmaterialet ligger under kvalitetskravene for sediment (se bilag 8).

Klapning af materiale med et højere indhold af cadmium, kobber, kviksølv, TBT og PAH end de omgivende områder, vil give anledning til et forøget indhold i det øverste lag af sedimentet. Forøgelsen vil være begrænset til klapplassen og nærområdet, på nær i de få tilfælde, hvor strømmen vil være stærk nok til at kunne holde det klappede sediment i suspension. Hvis sedimentet sedimenterer udenfor klapplassen og nærområdet vil det maksimalt medføre et sedimentlag med tykkelsen 1 til 10 mm.

I Lillebæltsområdet vil der maksimalt være en sedimentation på 0,2 mm per klapning, og det vil højst forekomme i fem ud af 90 klapninger, hvis der klappes i en vinterperiode, og højst én gang ud af 90 klapninger, hvis der klappes i en sommerperiode. Hvis indholdet af cadmium i det klappede sediment sammenholdes med indholdet på station VEJLBN05002 i Lillebælt, så vil en sedimentation på 0,2 mm sediment medføre en forøgelse af cadmiumkoncentrationen på stationen på cirka 1 % under forudsætning om opblanding i de øverste 10 cm havbund (se bilag 6). Det skal pointeres, at indholdet af miljøfarlige stoffer er konservativt valgt og denne vurdering er således worst-case.

I forhold til biotilgængeligheden af metaller, som vil være bundet til det klappede materiale, så forventes metallerne at være hårdt bundet til sedimentet. Dette gælder specielt i de 60 % af klappmaterialet som vurderes at bestå af oprindelig havbund, hvor metallerne sandsynligvis har været udsat for ældning, og vil være hårdt bundet i komplekser, som kun i lille omfang vil kunne frigives og forårsage effekter i miljøet.

I forhold til sedimentation af sediment med miljøfarlige stoffer, så vurderes det, at påvirkningen vil være mindre på selve klapplassen og i nærområdet, idet der her vil forekomme påvirkninger i et vist omfang, som vil have en varighed af op til 3 måneder. Dog forventes ingen irreversible effekter på områdets dyre og planteliv og der forventes ikke effekter på fødenettet i området. I området udenfor nærområdet vurderes påvirkningen at være ubetydelig, da de er lokalt afgrænsede og uden langtidseffekter. Vurderingerne er baseret på, at sedimentets indhold af miljøfarlige stoffer er sammenligneligt med danske baggrundsværdier i tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab, at en stor del af sedimentet vil sedimentere på selve klapplassen eller i nærområdet og at kun en lille del vil transporteres udenfor klapplassen og sedimentere her. Denne sedimentation vurderes at øge indholdet af miljøfarlige stoffer i de øverste 10 cm af sedimentet med maksimalt 1 % for cadmium (beregnet ved sedimentation af 0,02 mm på station VEJLBN05002). Desuden forventes hovedparten af sedimentet at stamme fra oprindelig havbund, hvor tungmetallerne vil være bundet hårdt.

7.2.5 Fisk og fiskeri

I forbindelse med denne klappansøgning er der udarbejdet et bilag, hvori eksisterende forhold på og nær klapplassen i forhold til fisk og habitater er beskrevet. Desuden er de vigtigste fiskearter på og nær klapplassen beskrevet i forhold til generel økologi og gydning (bilag 9). Klapplassen er placeret i et område med meget dyndet sand, og områdets sediment kan generelt karakteriseres som blødbundet.

Fiskesamfundet på klapplassen forventes hovedsageligt at bestå af fladfisk som rødspætte, ising, tunge og skrubbe foruden panserulk og knurhane, som alle har præference for blødbund. Dog kan arter som torsk, ål, sild, brisling og ålekvabbe observeres i Vejle Fjord, og arterne passerer højst sandsynligt klapplassen i perioder af året.

Alle de nævnte arter er hyppigt forekommende i de danske farvande, dog med undtagelse af ål, som er medtaget, da det er en fisk, som muligvis findes i området. I forhold til ål, så må det forventes, at ål, som trives nær bunden og i områder med en naturlig høj grad af turbiditet, vil være relativt ufølsomme over for den øgede mængde af suspenderet materiale, som følger af klappning (Vejdirektoratet, 2016).

Torsk forventes at findes i området nær klapplassen, men den har ikke speciel tilknytning til området. Der er ikke registreret gydepladser for torsken nær klapplassen eller i bæltområderne. Da området ved klapplassen er kendetegnet ved sit blødbundede sediment, er det dårligt egnet til bentisk gydning, og det må derfor forventes af gydning i området varetages udelukkende af arter, der lægger pelagiske æg, som skrubbe, ising og brisling. Dog er ingen af de nævnte arter specifikt og udelukkende knyttet til området nær klapplassen.

I forhold til de bundlevende fiskearter med præference for blødbund, så vurderes de at være tolerante overfor sedimentspredning fra klappning. I forhold til potentiel tildækning af de bundlevende fisk, så vurderes der kun at være en påvirkning på selve klapplassen, som geografisk udgør et begrænset areal i farvandet nord for Lillebælt. Efter endt klappning vil de bundlevende fiskearter kunne genindvandre til klapplassen.

I forhold til forøget mængde sediment i vandfasen, så vurderes det, at denne påvirkning vil være ubetydelig for de bundlevende fisk, idet den vil være

midlertidigt forekommende og af et begrænset areal, og idet de bundlevende fisk vil være tilpassede perioder med højt sedimentindhold i vandfasen.

Overordnet vurderes klapping i forhold til fisk på klapplassen at være mindre, idet området er relativt begrænset, og påvirkningerne vil være kortvarige. I forhold til fisk, som opholder sig udenfor klapplassen, så vurderes påvirkningen at være ubetydelig, idet sedimentationen vil være under 4 cm, og idet spredning af sediment i vandfasen vil være begrænset til klapskyen. Yderligere har det ikke været muligt på det tilgængelige datagrundlag, at udpege specifikke områder med særlig betydning for fiskene i området nær klapplassen.

På baggrund af de begrænsede påvirkninger på fisk og fiskesamfund udenfor klapplassen, så vurderes påvirkninger fra klapping på fiskeriet udenfor klapplassen ikke at være væsentlige.

7.2.6 Sæsonvariationer

I bilag 9 er naturligt forekommende sæsonvariationer, som potentielt kan påvirkes af klapping, beskrevet kort. Disse inkluderer variationer i forhold til hydrografi, ilt, fisk og havpattedyr. Det er vurderet, at klapping ikke vil påvirke de naturligt forekommende sæsonvariationer.

7.2.7 Badevandskvalitet

Badevandskvalitet vurderes ud fra indholdet af sediment i vandfasen, idet et højt indhold af sediment kan gøre vandet uklart ved kysterne, hvor folk bader. Desuden vurderes også sedimentation af klappmateriale ved kysterne, da forøget sedimentation på en badestrand kan skabe mudrede bundforhold.

Der vil ikke forekomme spredning af sediment i vandfasen, som kan påvirke kysterne omkring klapplassen hverken for et vinter- eller et sommerscenarie, hvilket baseres på de gennemsnitlige sedimentkoncentrationer i vandfasen (Figur 7-3 og Figur 7-4). Udenfor klapplassen vil sedimentkoncentrationerne ligge under baggrundskoncentrationen i området, som anslås til 5 mg/l. Vandet nær kysterne vil således ikke blive uklart som følge af sedimentspredning fra klappingen.

Der vil kun være begrænset sedimentation fra klappingen uden for klapplassen og nærområdet, hvilket ses på Figur 7-1. Det ses, at nær kysterne vil sedimentationen være under 0,2 mm, hvilket vurderes at være ubetydeligt i forhold til bundforholdene på badestrandene omkring klapplassen.

Det vurderes således, der ikke vil være væsentlig påvirkning på badevandskvaliteten som følge af klapping på Trelde Næs Klapplass.

8 Natura 2000-områder, bilag IV-arter og Vandområdeplaner

Der er udarbejdet en væsentlighedsvurdering i forhold til Natura 2000-områder (bilag 7), samt en beskrivelse af potentielle effekter af klappingen på bilag IV-arter (marsvin) og på målsætningen i Vandområdeplanerne.

De overordnede vurderinger fra væsentlighedsvurderingen er, at klapping af uddybet sediment ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af arter og naturtyper på udpegningsgrundlaget for nærliggende Natura 2000-områder nr. 56, 78, 79, 108, 111 og 112.

I henhold til bilag IV-arten marsvin vurderes, at klappingen af oprenset sediment ikke vil beskadige eller ødelægge den økologiske funktionalitet af marsvinets yngle- og rasteområder.

I henhold til målsætningen i Vandområdeplanen for vandområde nummer 224, *Nordlige Lillebælt*, så vurderes klapping af uddybningsmateriale hverken at påvirke områdets kemiske eller økologiske tilstand.

9 Kumulative effekter

Der er potentielt en risiko for kumulative effekter, hvis der er et tidsligt overlap med andre projekter, som vedrører spredning af sediment.

Ved optagning af sediment i uddybningsområdet er mulige effekter vurderet i VVM-redegørelsen for Marina City (Kolding Kommune, 2020). Der vurderes ikke at forekomme kumulative effekter mellem uddybningsaktiviteter og klappingsaktiviteter, idet der er stor afstand mellem uddybningsområdet og klappingsområdet.

Der er flere andre klappladser i området omkring Trelde Næs klapplad. Trelde Næs klapplad er den største i området, og der klappes kun mindre mængder på de fire nærmeste klappladser. I den forventede projektperiode, når der skal klappes materiale fra uddybning i forbindelse med Marina City, er der givet tilladelse til fire potentielt samtidige klappinger på Trelde Næs klapplad og en til en nærliggende klapplad nær Bogense (K_094_01) øst for Trelde Næs klapplad. Herunder opregnes klaptilladelser gyldige i perioden fra 1. januar 2021 og frem.

Bogense Havn og Marina har tilladelse til at klappe 6.000 m³ på K_094_01 (udløb 29. marts 2024). Denne mængde, som er omfattet af en eksisterende klaptilladelse til en nærliggende klapplad, vurderes at være lille og derfor ubetydelig i forhold til sedimentmængden fra nærværende projekt.

På Trelde Næs klapplad er der i den forventede anlægsperiode fra 2021 og frem givet tilladelse til klapping af 11.000 m³ uddybningsmaterialer fra Middelfart Havn med udløb 16/3-2022, 40.000 m³ oprensings- og uddybningsmaterialer fra Middelfart Lystbådehavn med udløb 31/12-2021, 5.000 m³ oprensingsmateriale fra Kolding Lystbådehavns sydhavn med udløb 1/3-2024 og 2.500 m³ oprensingsmaterialer fra Kolding Lystbådehavn med udløb 28/2-2025.

Middelfart Havn har klappet cirka 10.000 m³ af deres tilladelse fra 2017 (Klaptilladelse Middelfart Havn, 2017) (der resterer cirka 1.000 m³ af deres tilladelse). Middelfart Lystbådehavn må klappe op til 40.000 m³ (Klaptilladelse Middelfart Lystbådehavn, 2019), Kolding Lystbådehavn må klappe op til 7.500 m³ (Klaptilladelse Kolding Lystbådehavn, 2019; Klaptilladelse Kolding Lystbådehavn, 2020).

Der er således tilladelser til, at der potentielt kan klappes maksimalt cirka 49.000 m³ sediment samtidig med, at det uddybede sediment fra projektområdet for Marina City klappes. Klappmængden fra Marina City vil være cirka 7 gange større end den samlede klappmængde fra Middelfart Havn, Middelfart Lystbådehavn og Kolding Lystbådehavn. På baggrund af en worst case beregning, hvor der antages samtidig klapping af 100.000 m³, er det beregnet, at det potentielt forøgede lag af aflejret klappmateriale på Trelde Næs klapplad ved samtidig klapping vil forøges med maksimalt 20 mm, hvilket vurderes ikke at ville påvirke områdets bunddyr væsentligt. Det klappede materiale vil hurtigt indgå i den naturlige

sedimentspredning og sedimenttransport i området, og vil derved spredes og fordeles med tiden. Desuden vurderes mulige kumulative effekter på suspenderet sediment i vandfasen, ilt og miljøfarlige stoffer at være ubetydelige og dermed ikke væsentlige.

Sammenfald af klapaktiviteter mellem nærværende projekt og andre klapaktiviteter vurderes ikke at kunne forårsage kumulative effekter.

10 Egnethed til nyttiggørelse

Sedimentet, der ønskes klappet, har et højt indhold af organisk stof og indeholder flere miljøfarlige stoffer. Der er i bilag 1 redegjort for, at det uddybede sediment ikke kan bypasses eller nyttiggøres. Sedimentet består hovedsageligt af gytje, som med sin slappe karakter som fyld uden nævneværdig bæreevne, er sætningsgivende og ustabil og i al almindelighed ikke kan udnyttes som fyld i egentlige anlæg, hverken til lands eller på vandet. Marin gytje kan på grund af sit kloridindhold ikke anvendes til jordforbedring i landbruget. Der er derfor ikke fundet genanvendelsesmuligheder for det uddybede sediment.

11 Referencer

Appelberg et al, M. (2005). *Øresundsforbindelsens inverkan paa fisk och fiske.Underlagsrapport 1992-2005*. Fiskeriverket.

BEK nr 1625 af 19/12/2017. (u.d.). *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Miljø- og Fødevareministeriet.

COWI. (2017). Marina City Kolding - Undersøgelse af sediment.

DHI og NIRAS. (2014). *Iltmålinger under sedimentklapning, Kalundborg*.

FeBEC. (2013). *Fish Ecology in Fehmarnbelt. Environmental Impact assessment Report*. FehmarnBelt A/S.

Klaptilladelse Kolding Havn. (2015). Klaptilladelse til Kolding Havn, J. nr. NST-4311-00109. Miljøministeriet.

Klaptilladelse Kolding Lystbådehavn. (2019). Klaptilladelse til Kolding Lystbådehavn, J. nr. MST-802-00049. Miljøministeriet.

Klaptilladelse Kolding Lystbådehavn. (2020). j.nr: 2019-10013.

Klaptilladelse Middelfart Havn. (2017). *Middelfart Havn, klaptilladelse*. Miljø- og Fødevarestyrelsen.

Klaptilladelse Middelfart Lystbådehavn. (2019). Klaptilladelse Middelfart Lystbådehavn, J. nr. MST-802-00057. Miljøministeriet.

Klaptilladelse Vejle Havn. (2015). Klaptilladelse til Vejle Havn, NST-4311-00128. Miljø- og Fødevareministeriet.

Kolding Kommune. (2020). Miljørapport for Marina City.

Miljøstyrelsen. (2014). *Klapnings betydning for opfyldelse af miljømål efter vandrammedirektivet i kystvande omfattet af vandplanerne*. Miljøstyrelsen.

Naturstyrelsen. (2012). *Model til beregning af spredning af sediment i forbindelse med klapning*. NIRAS og Pedersen ("Nærfeltsmodel").

Rambøll. (2015). VVM for ny jernbanebro over Vejle Fjord, Resultater af scenarier, Hydraulisk modellering. *December*.

Stronkhorst, J., Ariese, F., van Hattum, B., Postma, J. F., Kluijver, M. d., Den Besten, P. J., . . . Vethaak, A. D. (2003). Environmental impact and recovery at two dumping sites for dredged material in the North Sea. *Environmental Pollution*, 17-31.

VEJ nr 9702 af 20/10/2008. (u.d.). *Vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 om dumpning af optaget havbundsmateriale – klapning*. Miljøministeriet.

Vejdirektoratet. (2016). VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord - del 2.

Vejdirektoratet. (2016). VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord Kortlægningsrapport – Del 2, Marine Forhold. København: Vejdirektoratet.

12 Bilagsliste

1. Nyttiggørelse af sediment. Notat udarbejdet af Rambøll for Kolding Kommune d. 28/3-2018.
2. Marina City Kolding – Undersøgelse af sediment. Udarbejdet af COWI for Kolding Kommune, marts 2017.
3. Marina City Kolding – felt 3 sedimentforhold. Udarbejdet af Rambøll for Kolding Kommune d. 9/10-2017.
4. Kort notat omkring supplerende analyser. Udarbejdet af NIRAS for Kolding Kommune d. 19/1-2018.
5. Analyseresultater for sediment, AnalyTech d. 23/6-2017.
6. Sedimentspredning under klapning. Udarbejdet af NIRAS for Kolding Kommune d. 26/4-2018.
7. Vurdering i forhold til Natura 2000, Bilag IV-arter og Vandområdeplaner. Udarbejdet af NIRAS for Kolding Kommune d. 26/4-2018.
8. Redegørelse om miljøfarlige stoffer. Udarbejdet af NIRAS for Kolding Kommune d. 26/4-2018.
9. Beskrivelse af flora, fauna og fisk nær klappladsen. Udarbejdet af NIRAS for Kolding Kommune d. 26/4-2018.

NOTAT Bilag 1 til klapan søgning

Projekt **Marina City**
Nyttiggørelse af sediment
Kunde **Kolding Kommune**
Notat nr. **1**
Dato **05/12/2018**
Til **Torben Gade**
Fra **Søren Duus**
Kopi til togad@kolding.dk
loe@niras.dk

1. Klaping frem for nyttiggørelse

Dato 05/12/2018

1.1 Beregning af klapningsmængde

Klapningsmængden er beregnet i 3D-model opbygget på grundlag af pejlinger af eksisterende fjordbund og koter til underside af sætningsgivende lag fastlagt ud fra den geofysiske kortlægning af området.

Den geofysiske kortlægning er dokumenteret i rapporterne Kolding Marina City – geofysisk kortlægning af april 2017, samt Kolding Marina City – retolkning af geofysiske data af juni 2019. Ved retolkningen er de geofysiske data blevet korreleret til 10 geotekniske boringer, som er udført i januar 2019. Den geofysiske kortlægning er udført af Cowi.

Modellen for underside af sætningsgivende lag er opbygget ud fra en retlinet forbindelse mellem koterne til underside sætningsgivende lag i de 10 geotekniske boringer.

For mængdeberegning af sætningsgivende materialer (gytje) til klaping i dæmningen (spuns cellefangedæmning) er det forudsat, at der efterlades ca. 1,5 m gytje fordi de mindre sætninger, som det efterladte gytjelag vil give anledning til, forventes afviklet i anlægsperioden, dels på grund af den lille lagtykkelse af gytjen, og dels som følge af den store belastning fra opfyldningen med rene sand materialer og entreprenørens materiel i anlægsperioden. Dæmningen fremgår af nedenstående skitse 1.

Rambøll
Lysholt Allé 6
DK-7100 Vejle

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk

Rambøll Danmark A/S
CVR NR. 35128417



SIGNATUR:

- Dæmning:**
 Udskiftning af blødbundsaflejringer med sand i fornødent omfang i henhold til TEs design (ingen slagger tilladt).

- Opfyldning Vest:**
 Udskiftning af blødbundsaflejringer i fornødent omfang og opfyldning med slagger i henhold til TES design.

- Opfyldning Øst:**
 Ingen jordbundsudskiftning, muldafrøning efter behov.

Figur 1. Oversigt opfyldningsområder

For mængdeberegning af sætningsgivende materiale (gytje) til klappning i "opfyldning vest", er der forudsat udskiftning af alle de sætningsgivende materialer, fordi arealet skal huse den fremtidige bebyggelse Marina boligerne. Arealet er planlagt udbudt til salg ultimo 2021, og det er derfor nødvendigt, at arealet er sætningsfrit således, at der kan anlægges veje, stier, grønne arealer mv. i området Marina boligerne fremgår af figur 2 og "opfyldning vest" fremgår af figur 1.



Figur 2. Marina boligerne

For området "opfyldning øst" er det valgt ikke at udskifte den sætningsgivende gytje til fast bund. Dette er valgt for at begrænse mængden til klapning, og fordi området grundlæggende skal anvendes til bådeopbevaring og grønt område. Der vil således blive opfyldt direkte på gytjen, og det betyder, at opfyldningsområdet i opfyldningsperioden og efterfølgende over en årrække på 5 - 8 år samlet vil sætte sig i størrelsesordenen 1 - 5 meter. Opfyldningsområdet øst fremgår af figur 1.

Mængdeberegning af uddybning for fremtidig marina og ny sejlrende er beregnet ud fra de planlagte vanddybder i marinaen og sejlrende + 0,5 m for at sikre, at den garanterede vanddybde kan opnås. Uddybningsområder er illustreret på skitse 3.



Skitse 3. Uddybning i marina og sejlrende

1.2 Etablering af mudderbanke ude i fjorden

I forløbet har etableringen af en mudderbanke ude i fjorden, til glæde for fuglelivet, været overvejet.

Muligheden er fravalgt med følgende begrundelser:

- det vil kræve en omfattende planlægningsindsats (del af VVM'en, geofysiske undersøgelser, marinarkæologi, marinbiologi)
- at det på grund af de meget bløde aflejringer i fjorden er meget besværligt at etablere en stabil en banke (stor risiko for grundbrud)
- at her kun kan placeres en relativ lille mængde af de opgravede materialer

- at det er vanskeligt at pege på en placering, som ikke vil være til gene for sejlads, fiskeri, naboer m.v.

1.3 Bypass

Bypass er defineret som "videreførelse nedstrøms på kysten af sediment, som er ophobet som følge af et fast anlæg, en sejlrende, et havnebassin eller lignende" jf. § 16b, stk. 1, nr. 1, i lov om kystbeskyttelse.

Alle materialer fra henholdsvis uddybning i fremtidig lystbådehavn/sejlrende og i fangedæmningen er gytje, hvorfor bypass ikke vurderes at være en mulighed, da det der normalt kun kan opnås tilladelse til at bypasse rent sand. Bypass af sand er typisk til sandfodring nedstrøms anlæg.

1.4 Deponering

Mulighederne for deponering af materialerne er vurderet, og det er ikke været muligt at finde eksisterende sedimentdepoter, der kan modtage materialerne. Sedimentdepoterne i Kolding, Vejle, Horsens er under nedlukning, og helt generelt har de eksisterende sedimentdepoter i Østjylland ingen restkapacitet.

1.5 Nyttiggørelse

Nyttiggørelse af gytje i et opfyldningsområde er helt generelt ikke en option på grund af gytjes materiale egenskaber. Gytje er et postglacialt materiale som ifølge Eurocode 7 (EN1997) har følgende karakteristiske styrkeparametre:

$C_v = 6 - 80 \text{ kN/m}^2$. C_v er styrken målt i helt intakt gytje. Vandindhold i intakt gytje ligger i intervallet $70 < w < 195 \%$.

$C_{vr} = 0 \text{ kN/m}^2$. C_{vr} er den "omrørte styrke" og 0 kN/m^2 betyder billedligt, at materialet har samme bæreevne som vand.

Nyttiggørelse er således ikke en mulighed, da det først vil blive muligt at anvende arealerne meget langt ude i fremtiden.

1.6 Konklusion

I forbindelse med udarbejdelse af Anlægsbeskrivelsen er der således vurderet på mulighederne for både deponering, bypass og nyttiggørelse, men ingen af mulighederne kan bringes i spil.

Derfor er der i planlægningen af Marina City disponeret med klappning af de sætningsgivende materialer i de områder, hvor der er behov for at etablere sætningsfrie arealer på kort sigt, mens det er valgt at acceptere sætninger/at der i en årrække skal efterfyldes med rene materialer på de arealer, hvor der kan accepteres sætningen.

Bilag 2 til klapanøgning



KOLDING KOMMUNE

MARINA CITY KOLDING - UNDERSØGELSE AF SEDIMENT

AFRAPPORTERING AF SEDIMENTUNDERSØGELSE, MARTS 2017

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Baggrund	1
1.1	Oplæg til sedimentundersøgelse, januar 2017	4
2	Sedimentundersøgelse	5
3	Analyseresultater	7
4	Konklusion	9
5	Reference	10

BILAG

Bilag A	Oversigtskort med prøvetagningsfelter
Bilag B	Geologisk beskrivelse
Bilag C	Analyserapporter

1 Baggrund

For Kolding Kommune gennemfører COWI en sedimentundersøgelse af et område øst for Marina Syd, Kolding. Det er planlagt, at området skal indeholde en lystbådehavn, nyopførte landområder og en ny sejlrende:

- > Felt 1-6 skal uddybes til nyt havnebassin

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A094351

03

VERSION

UDGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

KONTROLLERET

GODKENDT

1.0

31. marts 2017

Sedimentundersøgelse

LMM

ASVE

LOKL

- > Felt 7-10 skal nogle steder opfyldes til nyt landområde og andre steder uddybes lidt
- > Felt 11-13 skal uddybes til sejlrende

Området fremgår af figur 2.

Undersøgelsen skal ligge til grund for en uddybning af området øst for Marina Syd samt en uddybning af den kommende sejlrende til Marina Syd, således der efterfølgende kan ske en bortskaffelse af havbundssedimentet. Det forventes ikke, at der skal bortskaffes særlig meget havbundssediment fra de områder, hvor der skal opføres landområder (felt 7-10), men disse områder undersøges også for en sikkerheds skyld.

Formål	Formålet med undersøgelsen er at tilvejebringe analyseresultater, som kan danne grundlag for anbefaling i forhold til nyttiggørelse, by-pass eller klappning af sediment, i forbindelse med uddybning øst for Marina Syd samt ved den nye sejlrende.
Sedimentmængde	<p>En oversigt over området fremgår af bilag A.</p> <p>I området øst for Marina Syd (felt 1 - felt 10) ligger den eksisterende havbund mellem kote 0 og kote -3,25. Her forventes det, at der skal opgraves ca. 150.000 m³ sediment, hvor størstedelen bliver omkring den kommende lystbådehavn ved felt 1-felt 6.</p> <p>Ved den kommende sejlrende (felt 11-felt 13) ligger den eksisterende havbund omkring kote -2,5 til -3,25. Der ønskes uddybet til kote -3,20. Arealet af sejlrenden er ca. 14.000 m². Det forventes, at der skal opgraves op til 20.000 m³ sediment i dette område.</p>
Forurening	Der er tidligere fundet tungmetalforurening i Dalby Mølle Sø (pga. batterivirksomhed), og en del af tungmetallerne kan være ført ud til Dalby Møllebæks udløb i Kolding Fjord, øst for projektområdet. Udløbet ligger dog et stykke øst for projektområdet, men analyser fra den østlige del af projektområdet (prøvefelt 10) vurderes at kunne belyse, om området er påvirket af udløbet.



Figur 1. Oversigt over udløbet for Dalby Møllebæk

Historik

Der er tidligere udført sedimentundersøgelser flere steder i Kolding Havn gennem en længere årrække. I 2014 /1/ blev der ved Marina Syd påvist indhold af kviksølv, cadmium, kobber, zink og TBT mellem nedre og øvre aktionsniveau i prøverne i dybden 0-0,3 og 0,5-0,8 m. For zink og kviksølv var indholdet tættere på det nedre aktionsniveau end på det øvre aktionsniveau. De dybereliggende prøver blev ikke analyseret.

Der blev ligeledes udført undersøgelser af den eksisterende sejlrende. Her blev der påvist indhold af cadmium, kobber, zink og TBT mellem nedre og øvre aktionsniveau i prøven fra 0-0,3 meter under havbund, hvor indholdene var tættest på det nedre aktionsniveau.

På baggrund af resultaterne blev det anbefalet, at der skulle søges om klappning af sedimentet fra alle områder.

Geologi

På baggrund af undersøgelsen i 2014 fremgår det, at der de fleste steder ved Marina Syd blev påvist sediment fra ca. 0 til ca. 0,7 m under havbund og at der herunder blev påvist gytje. I den eksisterende sejlrende blev der påvist sediment til omkring 0,7/0,8 m under havbund.

Tidsplan

Opgravning af sediment ønskes gennemført når marina projektet er helt på plads. Det er p.t. uvist præcis hvornår dette vil være.

1.1 Oplæg til sedimentundersøgelse, januar 2017

Miljøstyrelsen har i mail af 2. februar 2017 accepteret nedenstående oplæg til sedimentundersøgelse.

Godkendt oplæg

Med baggrund i "*Miljøstyrelsens vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 vedr. dumpning af optaget havbundsmateriale - klapping*", tabel 1, skal sedimentet analyseres på baggrund af prøvetagning ved 10 prøvetagningsstationer i området øst for Marina Syd (gældende for en mængde på mellem 100.000-500.000 m³) og 3 prøvetagningsstationer ved den kommende sejlbrende (gældende for en mængde på mellem 10.000-25.000 m³).

Projektområdet inddeles derfor i 13 prøvetagningsstationer og der udtages sedimentprøver til analyser af de øverste 0-0,3 m af sedimentet fra hver prøvetagningsstation. Hver prøve til analyse består af en sammenblanding af 4-5 delprøver/nedstik, som er jævnt fordelt over hvert område.

Samtidig udtages der vertikal blandede sedimentprøver fra 0,5 m under havbund til intakte lag (formentlig omkring 0,7 m under havbund) fra hver prøvetagningsstation, som i udgangspunktet ikke sendes til analyse. Hver prøve består af en sammenblanding af 4-5 delprøver/nedstik, som er jævnt fordelt over hvert område.

Derudover udtages der sedimentprøver til analyse af sedimentet 1,5 m under havbunden fra hver prøvetagningsstation. Hver analyse består af en sammenblanding af 4-5 delprøver/nedstik, som er jævnt fordelt over hvert område.

Kun hvis analyser af laget 0-0,3 m under havbunden viser, at sedimentet ikke er klappingsejnet eller at de intakte aflejringer ikke er fundet, vil de dybereliggende sedimentprøver blive analyseret.

Ved sedimentundersøgelsen vil prøvetager beskrive geologien, lugt og farve af sedimentet ved hvert nedstik.

Placeringen af planlagte prøvetagningsstationer/felter fremgår af Figur 2 og bilag A.



Figur 2. Placering af prøvetagningsfelter (felt 1-13)

Der udføres kemisk analyse for indhold af organiske tin-forbindelser (TBT), PCB, PAH-forbindelser og tungmetaller (kobber, kviksølv, nikkel, zink, cadmium, arsen, bly og chrom).

Der bestemmes tørstofindhold, glødetab og kornkurver for alle prøvetagningsstationer.

2 Sedimentundersøgelse

Den 9.-10. februar 2017 har COWIs prøvetager udtaget sedimentprøver til sedimentundersøgelse af området øst for Marina Syd, Kolding Havn. Sedimentprøverne er udtaget efter de retningslinjer, som Miljøstyrelsen har fremsendt d. 2. februar 2017.

Sedimentprøverne er udtaget fra en flåde.

Afhængig af strøm og vejr, kan enkelte stik være flyttet få meter i forhold til planen i undersøgelsesoplægget. På Figur 3 ses de eksakte placeringer af nedstik, indmålt med GPS. Kortet fremgår i større format i bilag A.



Figur 3. Placering og navngivning af prøvetagningsstationer og nedstik.

Prøvetagning

Der blev udtaget prøver i 13 områder/prøvetagningsstationer, felt 1-felt 13. Der blev udtaget sedimentprøver fra 0-0,3 meter under havbund, 0,5-ca. 0,7 meter under havbund og 1,5 m under havbund. Kun i området ved sejlbunden (felt 11-13) var det ikke muligt, at udtage prøven i 1,5 m under havbunden.

Stik fra hver enkelt prøvetagningsstation blev sammenblandet til én blandeprøve pr. prøvetagningsdybde.

- > Felt 1 bestod af 5 nedstik: stik 1-1 til 1-5.
- > Felt 2 bestod af 5 nedstik: stik 2-1 til 2-5.
- > Felt 3 bestod af 5 nedstik: stik 3-1 til 3-5.
- > Felt 4 bestod af 5 nedstik: stik 4-1 til 4-5.
- > Felt 5 bestod af 5 nedstik: stik 5-1 til 5-5.
- > Felt 6 bestod af 5 nedstik: stik 6-1 til 6-5.
- > Felt 7 bestod af 5 nedstik: stik 7-1 til 7-5.
- > Felt 8 bestod af 5 nedstik: stik 8-1 til 8-5.
- > Felt 9 bestod af 5 nedstik: stik 9-1 til 9-5.
- > Felt 10 bestod af 5 nedstik: stik 10-1 til 10-5.
- > Felt 11 bestod af 4 nedstik: stik 11-1 til 11-4.
- > Felt 12 bestod af 4 nedstik: stik 12-1 til 12-4.
- > Felt 13 bestod af 4 nedstik: stik 13-1 til 13-4.

Geologi

I sejlrenden (felt 11-13) blev der påvist sediment til 0,3 meter under havbunden. Herunder gytje.

I området øst for Marina Syd blev der i felt 1 og felt 3 konstateret sediment til ca. 0,9 m under havbunden. Dette stemmer godt overens med, at det er i dette område, at flowet er størst fra marina syd og ud gennem sejlrenden. Af denne årsag blev de dybereliggende prøver fra 0,6-0,9 m under havbund analyseret her.

I de resterende felter (felt 2 og felt 4-10) blev der konstateret sediment til omkring 0,6/0,7 meter under havbunden. Herunder blev der konstateret gytje.

Af bilag B fremgår oplysninger for hvert nedstik vedrørende indhold, farve og lugt samt vanddybde.

Prøveudvælgelse

Alle analyser fra 0-0,3 m under havbund blev analyseret. Herudover blev der, efter aftale med Miljøstyrelsen, analyseret 2 prøver fra 0,6-0,9 m under havbund fra felt 1 og felt 3, pga. større mægtighed af sedimentlaget her. I de resterende prøver var der intakte aflejringer (gytje) i denne dybde.

3 Analyseresultater

Aktionsniveauer

Med baggrund i VEJL. nr. 9702 af 20/10/2008 fra By- og landskabsstyrelsen "Dumpning af optaget havbundsmateriale (klapning)" Tabel 2, er analyseresultaterne inddelt i følgende klasser:

- > Klasse A: Hvis analyseparametrene ligger under nedre aktionsniveau, kan sedimentet klappes.
- > Klasse B: Hvis analyseparametrene ligger mellem nedre og øvre aktionsniveau, kan sedimentet som udgangspunkt klappes, men der skal foretages en nærmere vurdering af sedimentet.
- > Klasse C: Hvis analyseparametrene ligger over øvre aktionsniveau, skal sedimentet som udgangspunkt deponeres på land.

Af Tabel 1 og Tabel 2 fremgår analyseresultaterne for de 10 områder/prøvetagnings-stationer øst for Marina Syd, felt 1-felt 10, mens der af Error! Reference source not found. Tabel 3 fremgår analyseresultaterne for de 3 områder/prøvetagningsstationer i sejlrenden, felt 11-felt 13.

Analysereporterne fremgår af bilag C. Her fremgår ligeledes en oversigt over partikelstørrelsen og glødetab.

Station	Enhed	Felt 1	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Nedre aktions-niveau (Klasse A)	Mellem (klasse B)	Øvre aktions-niveau (klasse C)
Dybde	m	0-0,3	0,6-0,9	0-0,3	0-0,3	0,6-0,9	0-0,3	0-0,3	0-0,3			
Tørstof	%	39.9	37.4	34.7	28.3	35.2	35.1	26.9	24.3			
Kviksølv	mg/kg TS	<0.005	0.63	<0.005	<0.005	0.77	<0.005	<0.005	<0.005	0,25		1
Nikkel	mg/kg TS	14	20	16	20	276	16	23	25	30		60
Cadmium	mg/kg TS	0.24	1.39	0.33	0.35	8.44	0.27	0.40	0.43	0,4		2,5
Kobber	mg/kg TS	25	57	34	35	638	28	41	45	20		90
Bly	mg/kg TS	17	39	24	24	550	21	29	33	40		200
Chrom	mg/kg TS	18	34	31	26	626	26	34	38	50		270
Arsen	mg/kg TS	6.1	9.6	8.1	8.4	59	7.4	11	12	20		60
Zink	mg/kg TS	124	199	150	163	3160	126	175	199	130		500
PCB Sum	µg/kg TS	6.5	27	13	12	32	12	21	16	20		200
TBT	µg/kg TS	12	29	20	22	15	20	39	33	7		200
PAH Sum	mg/kg TS	i.p.	9.3	0.2	i.p.	11	i.p.	i.p.	i.p.	3		30

Tabel 1. Analyseresultater for felt 1 til felt 6, ved den kommende lystbådehavn.

Station	Enhed	Felt 7	Felt 8	Felt 9	Felt 10	Nedre aktions-niveau (Klasse A)	Mellem (klasse B)	Øvre aktions-niveau (klasse C)
Dybde	m	0-0,3	0-0,3	0-0,3	0-0,3			
Tørstof	%	22.8	23.0	38.2	31.4			
Kviksølv	mg/kg TS	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,25		1
Nikkel	mg/kg TS	28	25	14	17	30		60
Cadmium	mg/kg TS	0.52	0.44	0.27	0.32	0,4		2,5
Kobber	mg/kg TS	52	47	30	35	20		90
Bly	mg/kg TS	38	33	21	24	40		200
Chrom	mg/kg TS	47	45	28	32	50		270
Arsen	mg/kg TS	14	12	7.3	8.3	20		60
Zink	mg/kg TS	208	184	132	143	130		500
PCB Sum	µg/kg TS	19	85	39	13	20		200
TBT	µg/kg TS	47	35	23	12	7		200
PAH Sum	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	3		30

Tabel 2. Analyseresultater for felt 7 til felt 10,

Station	Enhed	Felt 11	Felt 12	Felt 13	Nedre aktionsniveau (Klasse A)	Mellem (klasse B)	Øvre aktionsniveau (Klasse C)
Dybde	m	0-0,3	0-0,3	0-0,3			
Tørstof	%	23.9	27.3	21.2			
Kviksølv	mg/kg TS	<0.005	<0.005	<0.005	0,25		1
Nikkel	mg/kg TS	26	23	24	30		60
Cadmium	mg/kg TS	0.49	0.44	0.45	0,4		2,5
Kobber	mg/kg TS	47	40	39	20		90
Bly	mg/kg TS	36	30	31	40		200
Chrom	mg/kg TS	45	39	39	50		270
Arsen	mg/kg TS	13	12	13	20		60
Zink	mg/kg TS	189	148	155	130		500
PCB Sum	µg/kg TS	16	17	19	20		200
TBT	µg/kg TS	79	91	110	7		200
PAH Sum	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	3		30

området øst og syd for den kommende lystbådehavn.

Tabel 3. Resultater fra sejltrengen, felt 11-13.

Som det fremgår af tabellerne er der i alle områder konstateret indhold af en eller flere af tungmetallerne samt TBT mellem nedre og øvre aktionsniveau i prøverne. Derudover er der i flere af prøverne påvist indhold PAH'er og PCB mellem nedre og øvre aktionsniveau i prøverne.

Som det fremgår af Tabel 1 er der, i tillæg til prøverne fra 0-0,3 m under havbund, også analyseret prøver fra 0,6-0,9 m under havbund ved felt 1 og felt 3 pga. større tykkelse af sediment laget i disse 2 felter end i resten af felterne. I de dybereliggende prøver fra 0,6-0,9 m under havbund, fra felt 1 og felt 3, er der konstateret et højere indhold af tungmetaller, PCB, TBT og PAH'er end i prøverne fra 0-0,3 m under havbund.

I felt 3 overskrider indholdet af nikkel, cadmium, kobber, bly, chrom og zink det øvre aktionsniveau som det eneste område.

4 Konklusion

Forureningskilder

Sedimentundersøgelsen påviser indhold tungmetaller, TBT, PCB og PAH'er mellem nedre og øvre aktionsniveau i sedimentet i prøverne fra 0-0,3 m under havbund samt i sedimentet fra prøven fra felt 1 fra 0,6-0,9 m under havbund. Sedimentet kan som udgangspunkt klappes ved en nærmere vurdering af sedimentet.

I prøven fra 0,6-0,9 m under havbund fra felt 3, er der påvist indhold af nikkel, cadmium, kobber, bly, chrom og zink over det øvre aktionsniveau. De resterende parametre ligger mellem nedre og øvre aktionsniveau. Jord over det øvre aktionsniveau skal som udgangspunkt deponeres på land.

Denne rapport skal anvendes som baggrundsmateriale for den fremtidige håndtering af sedimentet og evt. ansøgning om klapping.

5 Reference

/1/ Kolding Havn, sedimentundersøgelse af Marina Syd og sejlrenden hertil, juni 2014, COWI.

Bilag A Oversigtskort med prøvetagningsfelter



— Feltinddeling for miljøboring med ID

✦ Miljøboring med ID

Kolding Kommune
Marina City
 Sedimentundersøgelser

PROJEKTNR. A094351
 TEGN/UDARB. LMM / BJO
 KONTROLLERET LOKL
 GODKENDT. KAPN

BEMÆRKNINGER o:\A090\001\A094351\GIS\Bilag1 Bilag 1 Sedimentundersøgelser.wor
 MÅL 1:4000 (A3)
 DATO 29. mar 2017

COWI COWI A/S Tlf +45 56 40 00 00
 Parallevej 2 Fax +45 56 40 99 99
 2800 Kongens Lyngby www.cowi.dk

DOKUMENTNR. VERSION
 Bilag 1 0.1

Bilag B Geologisk beskrivelse

Marina City, Kolding.

feb 2017/uge6/fsn

Station – dybde - geologi – lugt - div

Felt 1

FELT 1-1. 1,5m (vand over sedimentet)

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. svag H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,8 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 1-2. 1,5m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. svag H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,7 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 1-3. 1,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,7 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 1-4. 1,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,2 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 1-5. 1,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,2 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 2

FELT 2-1. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 2-2. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 2-3. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 2-4. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 2-5. 1,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 3

FELT 3-1. 1,9m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. svag H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt (1,2 Gytje)

FELT 3-2. 2,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. svag H₂S lugt

0,6 – 0,9 SEDIMENT, m. skaller, sortbrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 3-3. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,5 – 0,8 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 3-4. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,5 – 0,8 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 3-5. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 4

FELT 4-1. 1,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 4-2. 1,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 4-3. 1,5m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 4-4. 1,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 4-5. 1,5m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 5

FELT 5-1. 1,8m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 5-2. 1,8m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 5-3. 1,8m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 5-4. 1,6m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,8 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 5-5. 1,9m

0 – 0,3 SEDIMENT, sort. –H₂S lugt

0,8 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 6

FELT 6-1. 1,7m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt, –H₂S lugt

0,8 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 6-2. 1,9m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkerunt. –H₂S lugt

0,8 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 6-3. 1,7m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkerunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 6-4. 1,6m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 6-5. 1,8m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,8 – 1,2 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 7

FELT 7-1. 2,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 7-2. 3,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, sortbrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 7-3. 2,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,4 – 0,9 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 7-4. 2,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,0 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 7-5. 2,6m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 8

FELT 8-1. 2,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 8-2. 2,6m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 8-3. 2,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 8-4. 2,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 8-5. 2,5m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 9

FELT 9-1. 1,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 9-2. 1,7m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,7 – 1,1 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 9-3. 1,7m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 9-4. 1,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 9-5. 1,4m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

Felt 10

FELT 10-1. 1,9m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,6 – 1,1 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 10-2. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 1,0 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 10-3. 2,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 1,0 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 10-4. 1,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 1,0 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 - prøve (Sand)

FELT 10-5. 1,3m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 1,0 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 - prøve (Sand)

Felt 11

FELT 11-1. 2,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,4 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, sandet, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 11-2. 2,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,4 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 GYTJE, sandet, grønlig/grå, –H₂S lugt

FELT 11-3. 2,4m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 11-4. 2,5m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,5 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

Felt 12

FELT 12-1. 2,6m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 12-2. 2,7m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, m. sandstriber, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 12-3. 2,8m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 12-4. 3,1m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

Felt 13

FELT 13-1. 3,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 13-2. 3,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

FELT 13-3. 3,2m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

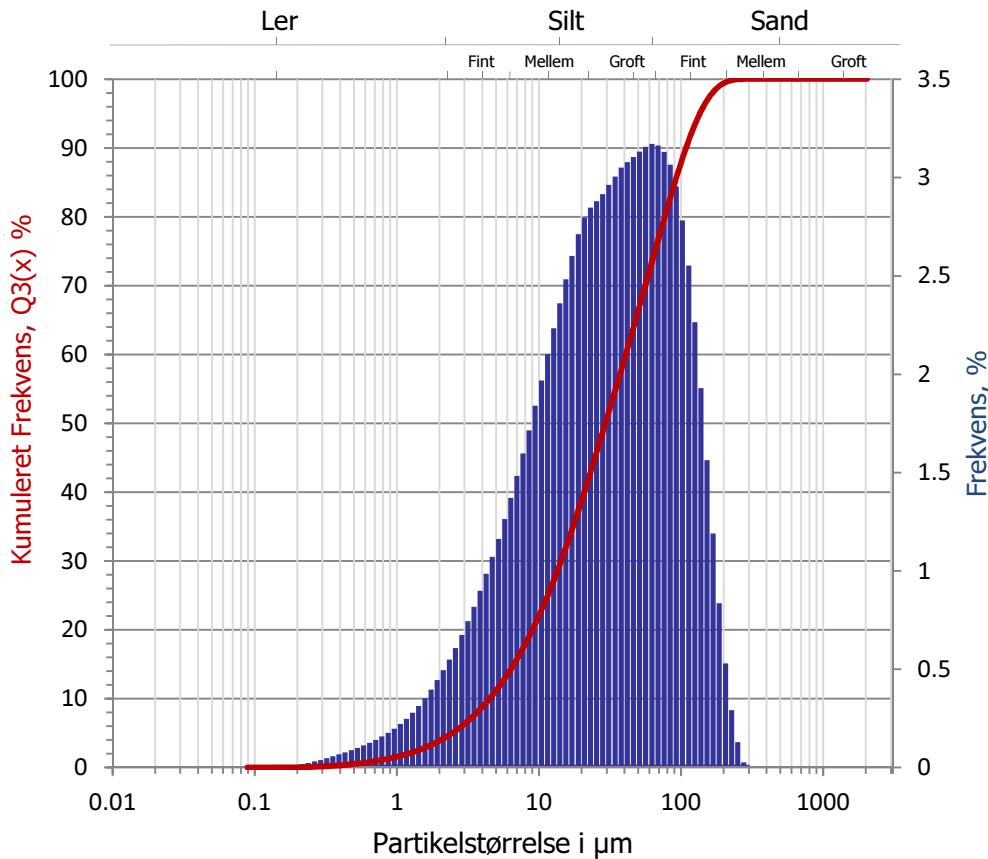
FELT 13-4. 3,0m

0 – 0,3 SEDIMENT, mørkebrunt. –H₂S lugt

0,3 – 0,9 GYTJE, sandet, m. skaller, mørkebrunt, –H₂S lugt

1,5 –prøve (Sand)

Bilag C Analyserapporter

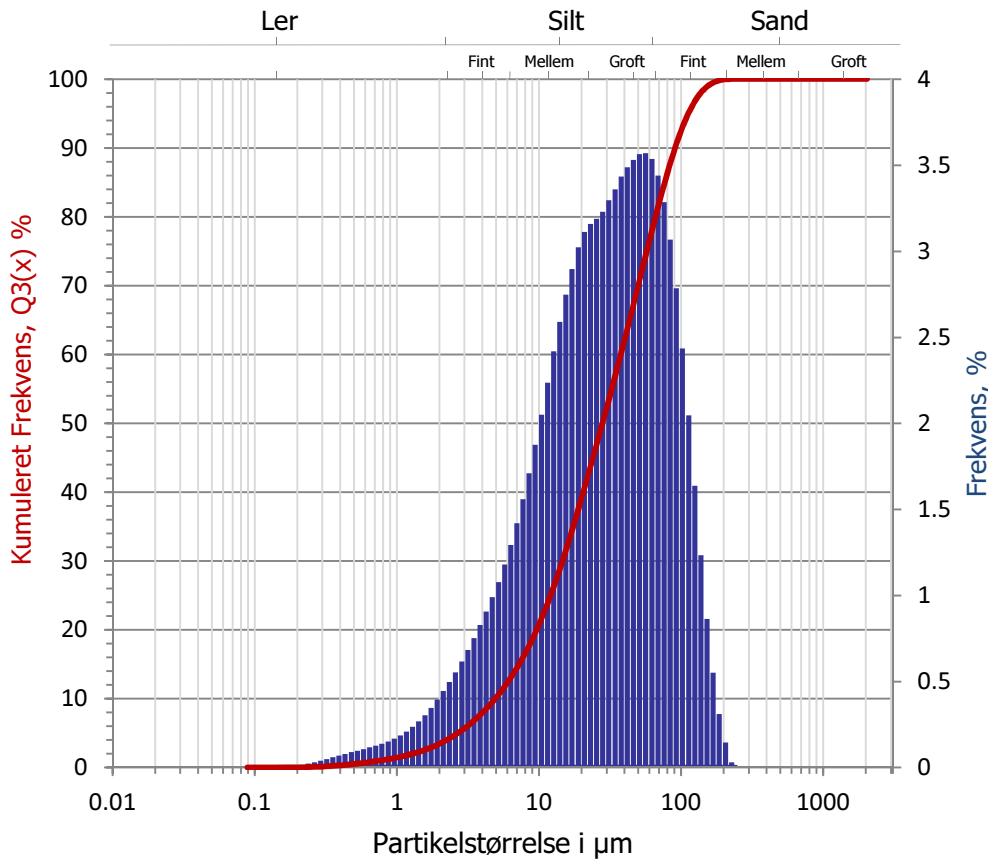


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2563
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.7
5	2.4
10	4.5
25	11.4
50	29.4
75	65.4
90	107.8
95	132.2
99	177.9

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.71	14.04	29.69	186.03	99.02
0.08	0.00	1.17	1.96	15.51	32.17	205.46	99.55
0.10	0.00	1.29	2.24	17.13	34.77	226.93	99.84
0.11	0.00	1.43	2.55	18.92	37.48	250.64	99.97
0.12	0.00	1.58	2.91	20.90	40.28	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	3.30	23.08	43.13	305.75	100.00
0.15	0.01	1.92	3.75	25.49	46.01	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	4.24	28.16	48.92	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	4.79	31.10	51.89	411.94	100.00
0.20	0.03	2.59	5.40	34.35	54.89	454.98	100.00
0.22	0.05	2.86	6.07	37.94	57.94	502.51	100.00
0.24	0.07	3.16	6.82	41.90	61.02	555.02	100.00
0.26	0.10	3.49	7.63	46.28	64.13	613.00	100.00
0.29	0.14	3.86	8.53	51.11	67.26	677.05	100.00
0.32	0.19	4.26	9.52	56.45	70.42	747.79	100.00
0.36	0.24	4.71	10.59	62.35	73.59	825.91	100.00
0.39	0.31	5.20	11.75	68.87	76.75	912.20	100.00
0.43	0.39	5.74	13.02	76.06	79.88	1 007.51	100.00
0.48	0.48	6.34	14.39	84.01	82.95	1 112.77	100.00
0.53	0.58	7.00	15.87	92.78	85.90	1 229.04	100.00
0.58	0.69	7.74	17.47	102.48	88.69	1 357.44	100.00
0.65	0.82	8.54	19.18	113.18	91.24	1 499.27	100.00
0.71	0.96	9.44	21.02	125.01	93.50	1 655.91	100.00
0.79	1.12	10.42	22.99	138.07	95.43	1 828.92	100.00
0.87	1.29	11.51	25.09	152.50	97.00	2 000.00	100.00
0.96	1.49	12.72	27.33	168.43	98.19	2 016.00	100.00

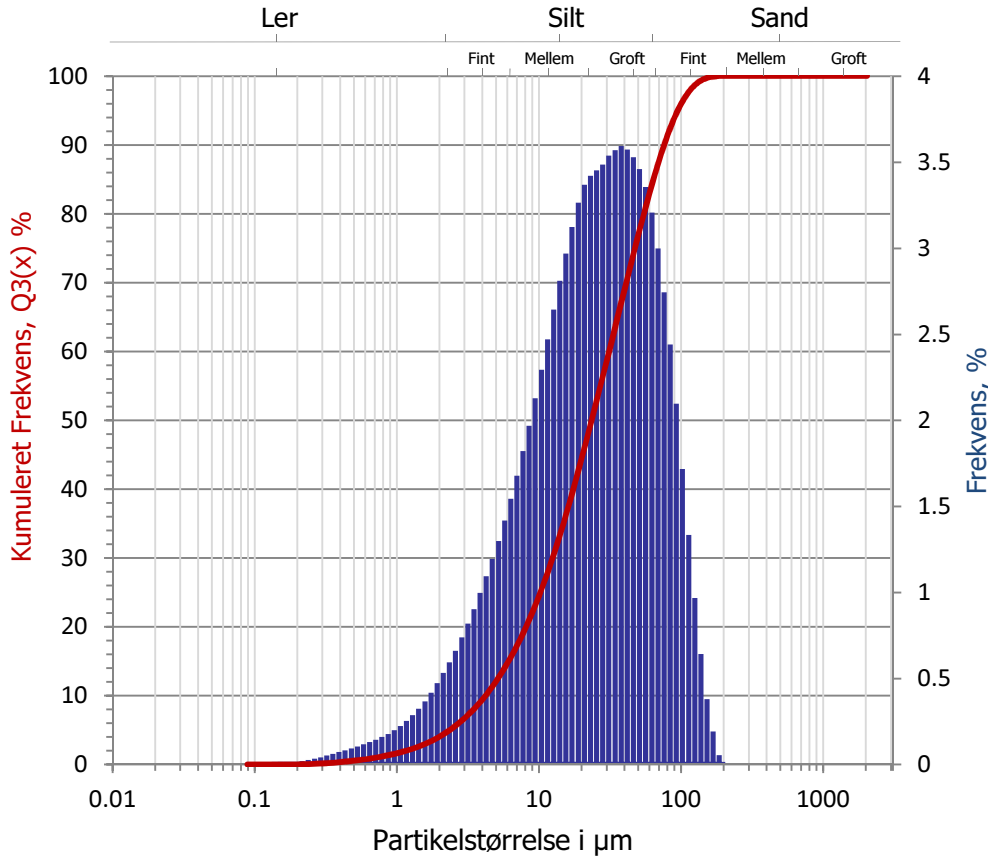


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2564
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.8
5	2.7
10	4.9
25	12.0
50	27.5
75	58.3
90	89.0
95	108.7
99	160.1

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.57	14.04	29.01	186.03	99.82
0.08	0.00	1.17	1.78	15.51	31.76	205.46	99.97
0.10	0.00	1.29	2.01	17.13	34.66	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	2.28	18.92	37.68	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	2.59	20.90	40.79	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	2.93	23.08	43.95	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	3.33	25.49	47.14	337.69	100.00
0.16	0.00	2.13	3.77	28.16	50.37	372.97	100.00
0.18	0.01	2.35	4.27	31.10	53.67	411.94	100.00
0.20	0.02	2.59	4.82	34.35	57.03	454.98	100.00
0.22	0.04	2.86	5.44	37.94	60.47	502.51	100.00
0.24	0.06	3.16	6.12	41.90	63.95	555.02	100.00
0.26	0.09	3.49	6.87	46.28	67.49	613.00	100.00
0.29	0.13	3.86	7.70	51.11	71.05	677.05	100.00
0.32	0.18	4.26	8.61	56.45	74.62	747.79	100.00
0.36	0.24	4.71	9.60	62.35	78.16	825.91	100.00
0.39	0.31	5.20	10.68	68.87	81.60	912.20	100.00
0.43	0.39	5.74	11.86	76.06	84.89	1 007.51	100.00
0.48	0.47	6.34	13.15	84.01	87.96	1 112.77	100.00
0.53	0.57	7.00	14.57	92.78	90.74	1 229.04	100.00
0.58	0.68	7.74	16.13	102.48	93.18	1 357.44	100.00
0.65	0.80	8.54	17.84	113.18	95.23	1 499.27	100.00
0.71	0.92	9.44	19.71	125.01	96.86	1 655.91	100.00
0.79	1.06	10.42	21.76	138.07	98.10	1 828.92	100.00
0.87	1.21	11.51	24.00	152.50	98.96	2 000.00	100.00
0.96	1.38	12.72	26.42	168.43	99.51	2 016.00	100.00

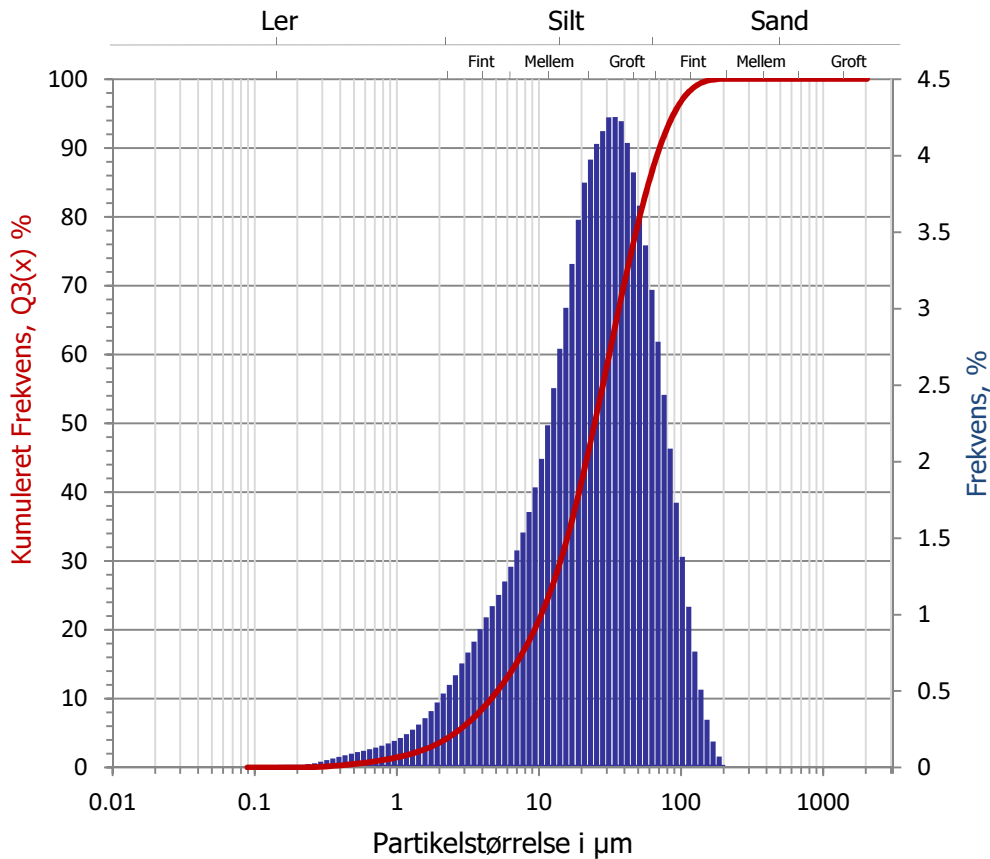


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2565
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.7
5	2.4
10	4.2
25	10.2
50	23.6
75	47.9
90	73.4
95	97.0
99	131.5

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.77	14.04	33.51	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.03	15.51	36.47	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.31	17.13	39.60	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	2.64	18.92	42.86	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.00	20.90	46.23	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	3.42	23.08	49.65	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	3.89	25.49	53.11	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	4.42	28.16	56.60	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	5.02	31.10	60.13	411.94	100.00
0.20	0.03	2.59	5.68	34.35	63.70	454.98	100.00
0.22	0.05	2.86	6.42	37.94	67.30	502.51	100.00
0.24	0.08	3.16	7.24	41.90	70.87	555.02	100.00
0.26	0.11	3.49	8.14	46.28	74.40	613.00	100.00
0.29	0.15	3.86	9.13	51.11	77.86	677.05	100.00
0.32	0.20	4.26	10.23	56.45	81.22	747.79	100.00
0.36	0.27	4.71	11.42	62.35	84.43	825.91	100.00
0.39	0.34	5.20	12.72	68.87	87.43	912.20	100.00
0.43	0.42	5.74	14.14	76.06	90.17	1 007.51	100.00
0.48	0.51	6.34	15.69	84.01	92.62	1 112.77	100.00
0.53	0.62	7.00	17.36	92.78	94.71	1 229.04	100.00
0.58	0.74	7.74	19.19	102.48	96.43	1 357.44	100.00
0.65	0.87	8.54	21.15	113.18	97.76	1 499.27	100.00
0.71	1.01	9.44	23.28	125.01	98.73	1 655.91	100.00
0.79	1.17	10.42	25.58	138.07	99.37	1 828.92	100.00
0.87	1.35	11.51	28.05	152.50	99.75	2 000.00	100.00
0.96	1.55	12.72	30.69	168.43	99.95	2 016.00	100.00



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2566
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.8
5	2.6
10	4.6
25	11.7
50	24.5
75	44.3
90	71.9
95	88.5
99	131.3

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.59	14.04	29.88	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	1.81	15.51	32.88	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.06	17.13	36.18	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	2.34	18.92	39.76	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	2.66	20.90	43.58	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	3.03	23.08	47.56	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	3.46	25.49	51.64	337.69	100.00
0.16	0.00	2.13	3.94	28.16	55.80	372.97	100.00
0.18	0.01	2.35	4.49	31.10	60.05	411.94	100.00
0.20	0.02	2.59	5.09	34.35	64.30	454.98	100.00
0.22	0.03	2.86	5.77	37.94	68.53	502.51	100.00
0.24	0.05	3.16	6.52	41.90	72.61	555.02	100.00
0.26	0.08	3.49	7.35	46.28	76.50	613.00	100.00
0.29	0.12	3.86	8.25	51.11	80.18	677.05	100.00
0.32	0.17	4.26	9.23	56.45	83.59	747.79	100.00
0.36	0.23	4.71	10.29	62.35	86.71	825.91	100.00
0.39	0.29	5.20	11.42	68.87	89.50	912.20	100.00
0.43	0.37	5.74	12.63	76.06	91.94	1 007.51	100.00
0.48	0.47	6.34	13.94	84.01	94.02	1 112.77	100.00
0.53	0.57	7.00	15.36	92.78	95.75	1 229.04	100.00
0.58	0.68	7.74	16.90	102.48	97.13	1 357.44	100.00
0.65	0.80	8.54	18.57	113.18	98.18	1 499.27	100.00
0.71	0.93	9.44	20.40	125.01	98.94	1 655.91	100.00
0.79	1.07	10.42	22.42	138.07	99.45	1 828.92	100.00
0.87	1.23	11.51	24.66	152.50	99.76	2 000.00	100.00
0.96	1.40	12.72	27.14	168.43	99.93	2 016.00	100.00

ANALYSERAPPORT 296216

Cowi A/S

Havneparken 1
 7100 Vejle
 Att.: Louise Møhlholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn
Rekv. nr: Att: Louise Møhlholm
Genereret: 28.02.2017
Bilag: Partikelstørrelse

LAB nr:	17-02567	Prøvetager:	FSN, Cowi A/S
Prøvemærkning:		Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningsstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	Felt 5 - dybde 0 - 0.3 m
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	10.02.2017 - 28.02.2017

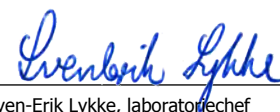
Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Kviksølv	<0.005 mg/kg TS	-	-		0.005	M-0142 DS 259/ICP-MS	10%
Nikkel	23 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Cadmium	0.40 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0071 DS 259/ICP	25%
Kobber	41 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Bly	29 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Chrom	34 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Arsen	11 mg/kg TS	-	-		0.4	M-0071 DS 259/ICP	10%
Zink	175 mg/kg TS	-	-		1	M-0071 DS 259/ICP	10%
PCB 28	1.0 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 52	2.0 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 101	2.6 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 118	1.9 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 138	5.2 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 153	5.0 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 180	3.2 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB Sum(7)	21 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
TBT (Tributyltin)	39 µg/kg TS	-	-		1	*EN ISO 23161 Mod.	-
Massefylde	1.13 g/mL	-	-		0.8	*GRAVIMETRI	10%
Glødetab	140000 mg/kg TS	-	-		20	M-0008 DS 204	10%
Tørstof	26.9 %	-	-		0.002	M-0008 DS 204	10%
Partikelstørrelse	Se bilag	-	-			*M-0155 Laser Diffraction	-
Phenanthren	0.03 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Antracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Fluoranthren	0.05 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Pyren	0.05 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)anthracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Chrysen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Indeno(1.2.3-cd)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(ghi)perylene	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
PAH Sum (Sediment)	Ikke påvist mg/kg TS	-	-		0.2	M-0130 GC-MS	15%

Rekvirent: Cowi A/S
Kopi:

Nørresundby d. 28.02.2017

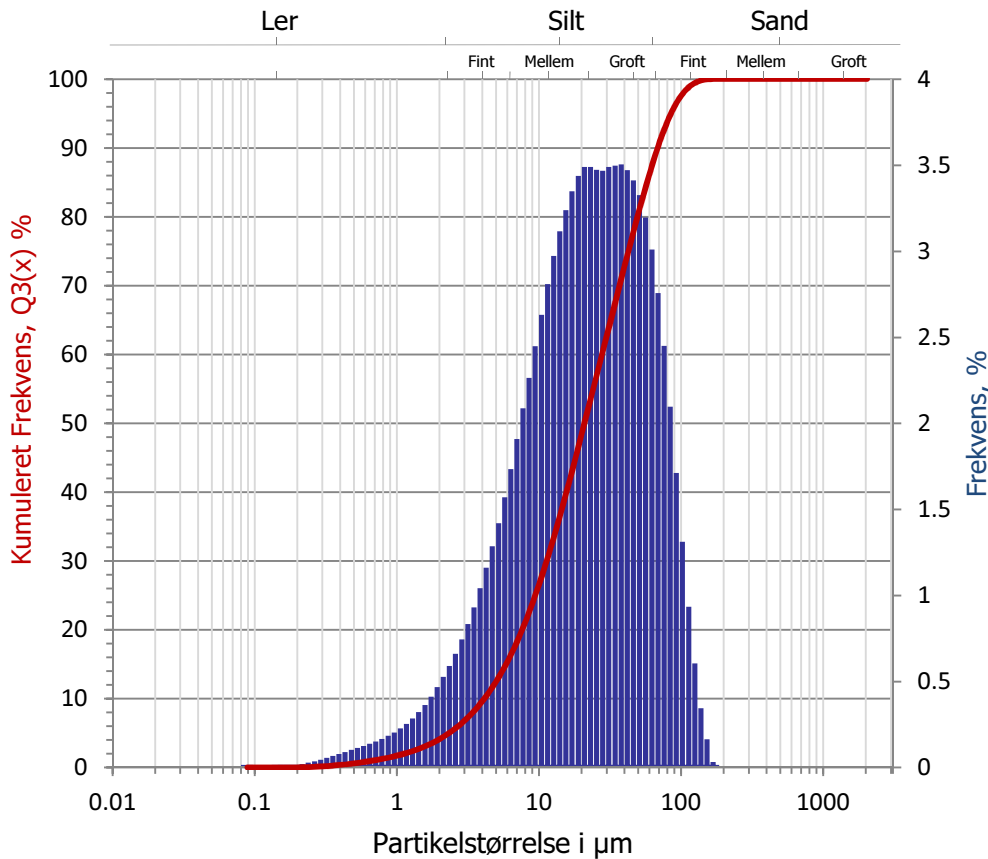
Forklaring:

D.L.: Detektionsgrænse <: Mindre end *: Ikke omfattet af akkrediteringen
 +/-: Total ekspanderet usikkerhed (2x total RSD%) >: Større end


 Sven-Erik Lykke, laboratoriefachef

Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis den enten er offentlig tilgængelig, eller hvis laboratoriet har godkendt uddraget.
 Resultaterne gælder udelukkende for de analyserede prøver.

Analyserapport 296216 - Side 1 af 1

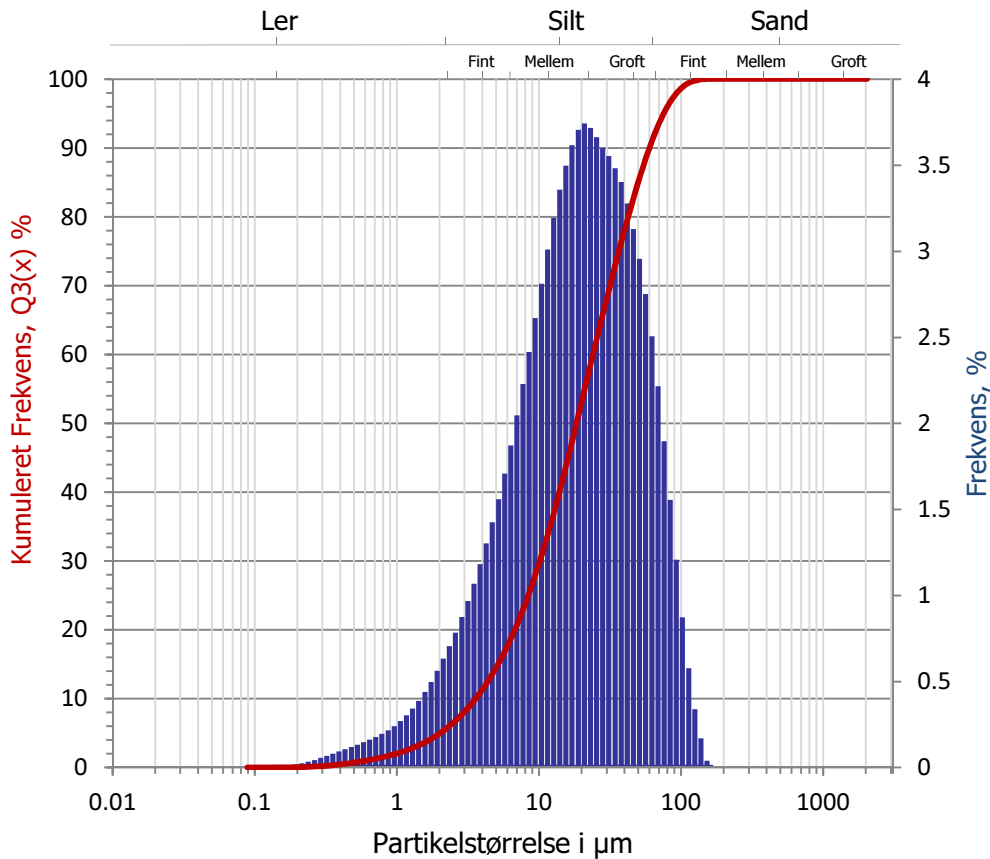


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2567
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.7
5	2.3
10	4.1
25	9.4
50	20.5
75	43.3
90	66.3
95	87.7
99	118.9

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.87	14.04	36.72	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.12	15.51	39.96	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.41	17.13	43.31	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	2.73	18.92	46.75	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.10	20.90	50.24	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	3.51	23.08	53.73	305.75	100.00
0.15	0.01	1.92	3.97	25.49	57.21	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	4.50	28.16	60.68	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	5.09	31.10	64.17	411.94	100.00
0.20	0.03	2.59	5.75	34.35	67.66	454.98	100.00
0.22	0.05	2.86	6.50	37.94	71.17	502.51	100.00
0.24	0.08	3.16	7.33	41.90	74.64	555.02	100.00
0.26	0.12	3.49	8.26	46.28	78.06	613.00	100.00
0.29	0.16	3.86	9.31	51.11	81.38	677.05	100.00
0.32	0.22	4.26	10.47	56.45	84.58	747.79	100.00
0.36	0.29	4.71	11.75	62.35	87.59	825.91	100.00
0.39	0.37	5.20	13.17	68.87	90.35	912.20	100.00
0.43	0.46	5.74	14.75	76.06	92.80	1 007.51	100.00
0.48	0.56	6.34	16.48	84.01	94.90	1 112.77	100.00
0.53	0.67	7.00	18.39	92.78	96.61	1 229.04	100.00
0.58	0.80	7.74	20.48	102.48	97.92	1 357.44	100.00
0.65	0.94	8.54	22.74	113.18	98.85	1 499.27	100.00
0.71	1.09	9.44	25.19	125.01	99.46	1 655.91	100.00
0.79	1.25	10.42	27.82	138.07	99.80	1 828.92	100.00
0.87	1.44	11.51	30.63	152.50	99.97	2 000.00	100.00
0.96	1.64	12.72	33.61	168.43	100.00	2 016.00	100.00

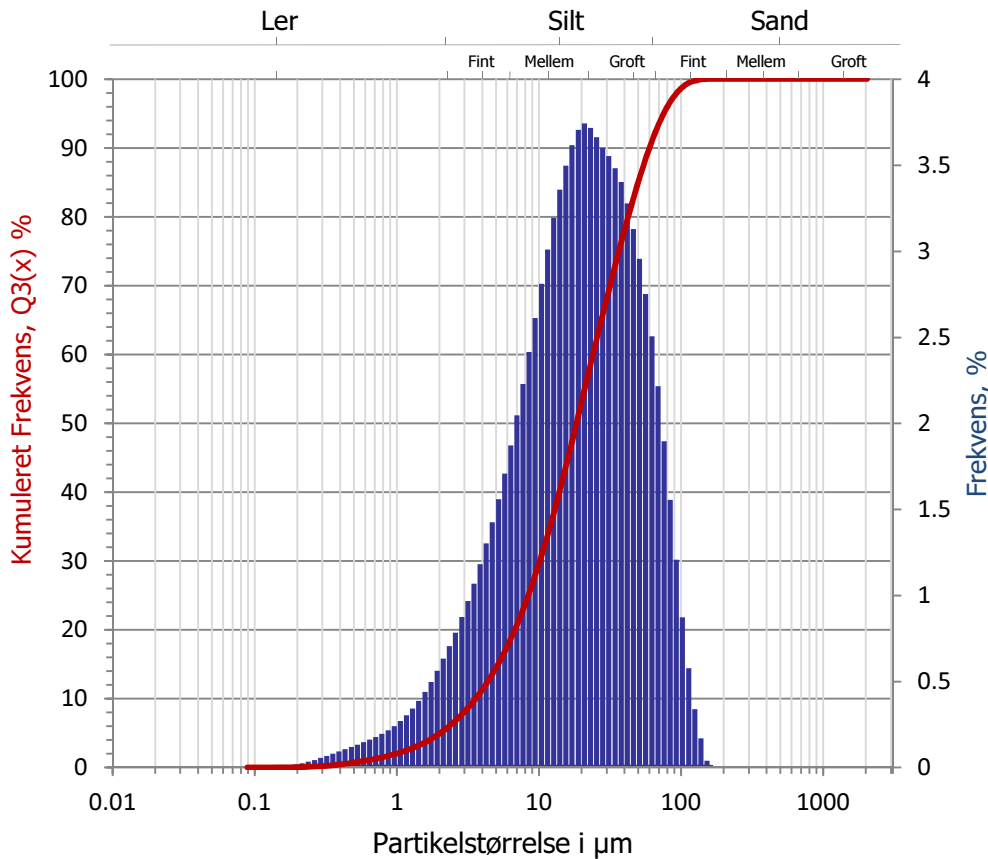


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2568
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.6
5	2.0
10	3.5
25	8.4
50	18.2
75	36.2
90	59.5
95	73.0
99	107.6

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.21	14.04	40.51	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.51	15.51	44.01	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.86	17.13	47.63	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.25	18.92	51.33	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.68	20.90	55.08	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	4.18	23.08	58.79	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	4.75	25.49	62.46	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	5.38	28.16	66.06	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	6.08	31.10	69.61	411.94	100.00
0.20	0.04	2.59	6.87	34.35	73.10	454.98	100.00
0.22	0.06	2.86	7.74	37.94	76.50	502.51	100.00
0.24	0.10	3.16	8.71	41.90	79.78	555.02	100.00
0.26	0.14	3.49	9.78	46.28	82.91	613.00	100.00
0.29	0.20	3.86	10.96	51.11	85.87	677.05	100.00
0.32	0.26	4.26	12.26	56.45	88.62	747.79	100.00
0.36	0.35	4.71	13.69	62.35	91.13	825.91	100.00
0.39	0.44	5.20	15.25	68.87	93.34	912.20	100.00
0.43	0.55	5.74	16.96	76.06	95.24	1 007.51	100.00
0.48	0.67	6.34	18.83	84.01	96.79	1 112.77	100.00
0.53	0.80	7.00	20.88	92.78	98.00	1 229.04	100.00
0.58	0.95	7.74	23.11	102.48	98.87	1 357.44	100.00
0.65	1.11	8.54	25.52	113.18	99.45	1 499.27	100.00
0.71	1.29	9.44	28.13	125.01	99.79	1 655.91	100.00
0.79	1.48	10.42	30.95	138.07	99.96	1 828.92	100.00
0.87	1.70	11.51	33.96	152.50	100.00	2 000.00	100.00
0.96	1.94	12.72	37.15	168.43	100.00	2 016.00	100.00

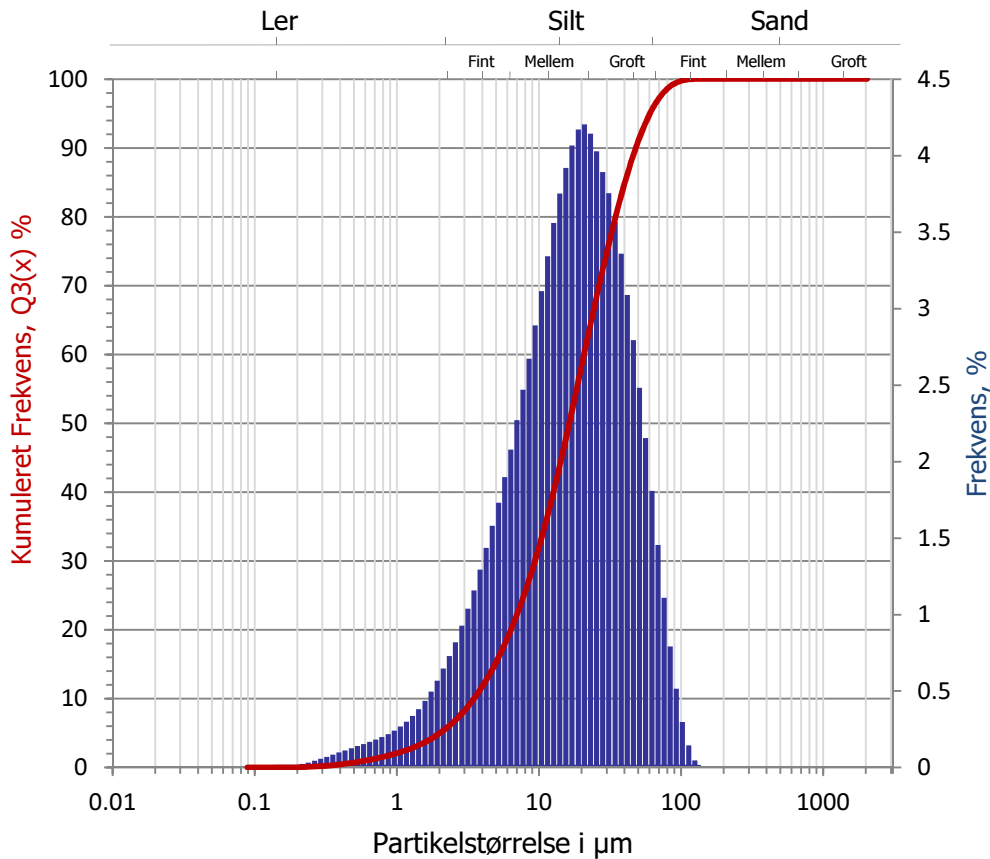


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2569
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.6
5	2.0
10	3.5
25	8.4
50	18.2
75	36.2
90	59.5
95	73.0
99	107.6

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.21	14.04	40.51	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.51	15.51	44.01	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.86	17.13	47.63	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.25	18.92	51.33	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.68	20.90	55.08	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	4.18	23.08	58.79	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	4.75	25.49	62.46	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	5.38	28.16	66.06	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	6.08	31.10	69.61	411.94	100.00
0.20	0.04	2.59	6.87	34.35	73.10	454.98	100.00
0.22	0.06	2.86	7.74	37.94	76.50	502.51	100.00
0.24	0.10	3.16	8.71	41.90	79.78	555.02	100.00
0.26	0.14	3.49	9.78	46.28	82.91	613.00	100.00
0.29	0.20	3.86	10.96	51.11	85.87	677.05	100.00
0.32	0.26	4.26	12.26	56.45	88.62	747.79	100.00
0.36	0.35	4.71	13.69	62.35	91.13	825.91	100.00
0.39	0.44	5.20	15.25	68.87	93.34	912.20	100.00
0.43	0.55	5.74	16.96	76.06	95.24	1 007.51	100.00
0.48	0.67	6.34	18.83	84.01	96.79	1 112.77	100.00
0.53	0.80	7.00	20.88	92.78	98.00	1 229.04	100.00
0.58	0.95	7.74	23.11	102.48	98.87	1 357.44	100.00
0.65	1.11	8.54	25.52	113.18	99.45	1 499.27	100.00
0.71	1.29	9.44	28.13	125.01	99.79	1 655.91	100.00
0.79	1.48	10.42	30.95	138.07	99.96	1 828.92	100.00
0.87	1.70	11.51	33.96	152.50	100.00	2 000.00	100.00
0.96	1.94	12.72	37.15	168.43	100.00	2 016.00	100.00



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2570
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i μm
1	0.6
5	2.0
10	3.5
25	7.8
50	16.3
75	29.8
90	48.4
95	59.5
99	88.2

Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.25	14.04	44.19	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.55	15.51	48.11	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	2.89	17.13	52.18	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.27	18.92	56.35	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.71	20.90	60.55	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	4.21	23.08	64.70	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	4.77	25.49	68.73	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	5.42	28.16	72.62	372.97	100.00
0.18	0.02	2.35	6.15	31.10	76.38	411.94	100.00
0.20	0.03	2.59	6.97	34.35	79.95	454.98	100.00
0.22	0.06	2.86	7.90	37.94	83.31	502.51	100.00
0.24	0.09	3.16	8.93	41.90	86.40	555.02	100.00
0.26	0.13	3.49	10.09	46.28	89.19	613.00	100.00
0.29	0.19	3.86	11.39	51.11	91.68	677.05	100.00
0.32	0.26	4.26	12.82	56.45	93.83	747.79	100.00
0.36	0.34	4.71	14.40	62.35	95.64	825.91	100.00
0.39	0.44	5.20	16.13	68.87	97.09	912.20	100.00
0.43	0.55	5.74	18.03	76.06	98.20	1 007.51	100.00
0.48	0.68	6.34	20.11	84.01	99.00	1 112.77	100.00
0.53	0.82	7.00	22.38	92.78	99.51	1 229.04	100.00
0.58	0.97	7.74	24.85	102.48	99.81	1 357.44	100.00
0.65	1.14	8.54	27.52	113.18	99.95	1 499.27	100.00
0.71	1.33	9.44	30.42	125.01	100.00	1 655.91	100.00
0.79	1.53	10.42	33.53	138.07	100.00	1 828.92	100.00
0.87	1.74	11.51	36.87	152.50	100.00	2 000.00	100.00
0.96	1.99	12.72	40.43	168.43	100.00	2 016.00	100.00

ANALYSERAPPORT 296220

Cowi A/S

Havneparken 1
7100 Vejle
Att.: Louise Møhlholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn
Rekv. nr: Att: Louise Møhlholm
Genereret: 28.02.2017
Bilag: Partikelstørrelse

LAB nr: 17-02571	Prøvetager: FSN, Cowi A/S
Prøvemærkning:	Prøvetagningsmetode: -
Prøvetype: Havneuddybning	Prøvetagningsstidspunkt: -
Prøvested: Kolding Havn	Prøvetagningssted: Felt 9 - dybde 0 - 0.3 m
Grænseværdier: Ikke oplyst	Analyseperiode: 10.02.2017 - 28.02.2017

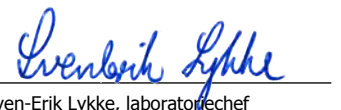
Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Kviksølv	<0.005 mg/kg TS	-	-		0.005	M-0142 DS 259/ICP-MS	10%
Nikkel	14 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Cadmium	0.27 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0071 DS 259/ICP	25%
Kobber	30 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Bly	21 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Chrom	28 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Arsen	7.3 mg/kg TS	-	-		0.4	M-0071 DS 259/ICP	10%
Zink	132 mg/kg TS	-	-		1	M-0071 DS 259/ICP	10%
PCB 28	0.56 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 52	1.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 101	3.1 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 118	1.8 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 138	12 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 153	10 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 180	10 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB Sum(7)	39 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
TBT (Tributyltin)	23 µg/kg TS	-	-		1	*EN ISO 23161 Mod.	-
Massefylde	1.25 g/mL	-	-		0.8	*GRAVIMETRI	10%
Glødetab	90500 mg/kg TS	-	-		20	M-0008 DS 204	10%
Tørstof	38.2 %	-	-		0.002	M-0008 DS 204	10%
Partikelstørrelse	Se bilag	-	-			*M-0155 Laser Diffraction	-
Phenanthren	0.04 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Antracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Fluoranthren	0.06 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Pyren	0.05 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)anthracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Chrysen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Indeno(1.2.3-cd)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(ghi)perylene	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
PAH Sum (Sediment)	Ikke påvist mg/kg TS	-	-		0.2	M-0130 GC-MS	15%

Rekvirent: Cowi A/S
Kopi:

Nørresundby d. 28.02.2017

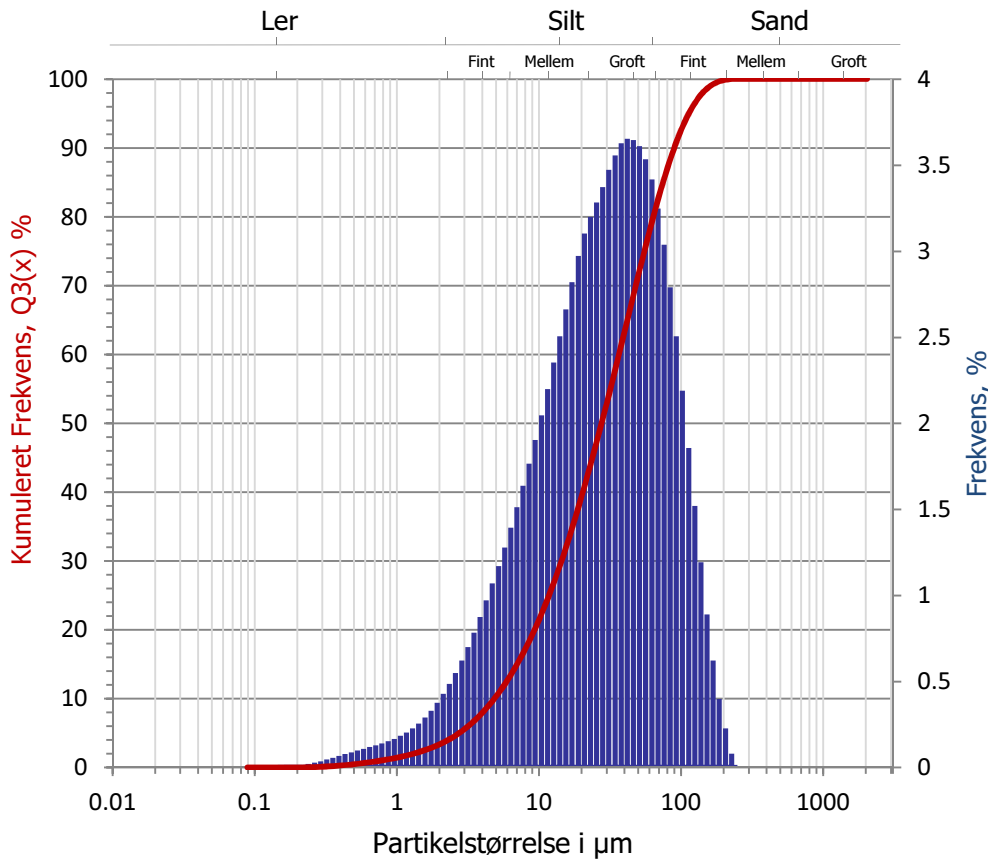
Forklaring:

D.L.: Detektionsgrænse <: Mindre end *: Ikke omfattet af akkrediteringen
+/-: Total ekspanderet usikkerhed (2x total RSD%) >: Større end


Sven-Erik Lykke, laboratoriefachef

Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis den enten er offentlig tilgængelig, eller hvis laboratoriet har godkendt uddraget.
Resultaterne gælder udelukkende for de analyserede prøver.

Analyserapport 296220 - Side 1 af 1



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2571
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.8
5	2.7
10	4.8
25	11.7
50	27.2
75	54.3
90	88.6
95	108.8
99	160.5

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.55	14.04	29.49	186.03	99.69
0.08	0.00	1.17	1.76	15.51	32.16	205.46	99.92
0.10	0.00	1.29	1.98	17.13	34.98	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	2.24	18.92	37.95	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	2.53	20.90	41.05	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	2.86	23.08	44.25	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	3.24	25.49	47.54	337.69	100.00
0.16	0.00	2.13	3.67	28.16	50.91	372.97	100.00
0.18	0.01	2.35	4.15	31.10	54.39	411.94	100.00
0.20	0.02	2.59	4.70	34.35	57.94	454.98	100.00
0.22	0.03	2.86	5.32	37.94	61.57	502.51	100.00
0.24	0.05	3.16	6.02	41.90	65.23	555.02	100.00
0.26	0.08	3.49	6.81	46.28	68.87	613.00	100.00
0.29	0.11	3.86	7.68	51.11	72.49	677.05	100.00
0.32	0.16	4.26	8.65	56.45	76.02	747.79	100.00
0.36	0.22	4.71	9.72	62.35	79.44	825.91	100.00
0.39	0.29	5.20	10.89	68.87	82.69	912.20	100.00
0.43	0.36	5.74	12.17	76.06	85.73	1 007.51	100.00
0.48	0.45	6.34	13.57	84.01	88.52	1 112.77	100.00
0.53	0.55	7.00	15.08	92.78	91.02	1 229.04	100.00
0.58	0.66	7.74	16.72	102.48	93.21	1 357.44	100.00
0.65	0.78	8.54	18.48	113.18	95.07	1 499.27	100.00
0.71	0.91	9.44	20.39	125.01	96.59	1 655.91	100.00
0.79	1.05	10.42	22.43	138.07	97.78	1 828.92	100.00
0.87	1.20	11.51	24.63	152.50	98.67	2 000.00	100.00
0.96	1.37	12.72	26.99	168.43	99.29	2 016.00	100.00

ANALYSERAPPORT 296221

Cowi A/S

Havneparken 1
 7100 Vejle
 Att.: Louise Møhlholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn
Rekv. nr: Att: Louise Møhlholm
Genereret: 28.02.2017
Bilag: Partikelstørrelse

LAB nr:	17-02572	Prøvetager:	FSN, Cowi A/S
Prøvemærkning:		Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningsstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	Felt 10 - dybde 0 - 0.3 m
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	10.02.2017 - 28.02.2017

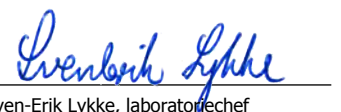
Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Kviksølv	<0.005 mg/kg TS	-	-		0.005	M-0142 DS 259/ICP-MS	10%
Nikkel	17 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Cadmium	0.32 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0071 DS 259/ICP	25%
Kobber	35 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Bly	24 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Chrom	32 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Arsen	8.3 mg/kg TS	-	-		0.4	M-0071 DS 259/ICP	10%
Zink	143 mg/kg TS	-	-		1	M-0071 DS 259/ICP	10%
PCB 28	0.62 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 52	1.9 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 101	2.2 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 118	1.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 138	3.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 153	2.8 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 180	1.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB Sum(7)	13 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
TBT (Tributyltin)	12 µg/kg TS	-	-		1	*EN ISO 23161 Mod.	-
Massefylde	1.32 g/mL	-	-		0.8	*GRAVIMETRI	10%
Glødetab	101000 mg/kg TS	-	-		20	M-0008 DS 204	10%
Tørstof	31.4 %	-	-		0.002	M-0008 DS 204	10%
Partikelstørrelse	Se bilag	-	-			*M-0155 Laser Diffraction	-
Phenanthren	0.04 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Antracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Fluoranthren	0.03 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Pyren	0.04 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)anthracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Chrysen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Indeno(1.2.3-cd)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(ghi)perylene	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
PAH Sum (Sediment)	Ikke påvist mg/kg TS	-	-		0.2	M-0130 GC-MS	15%

Rekvirent: Cowi A/S
Kopi:

Nørresundby d. 28.02.2017

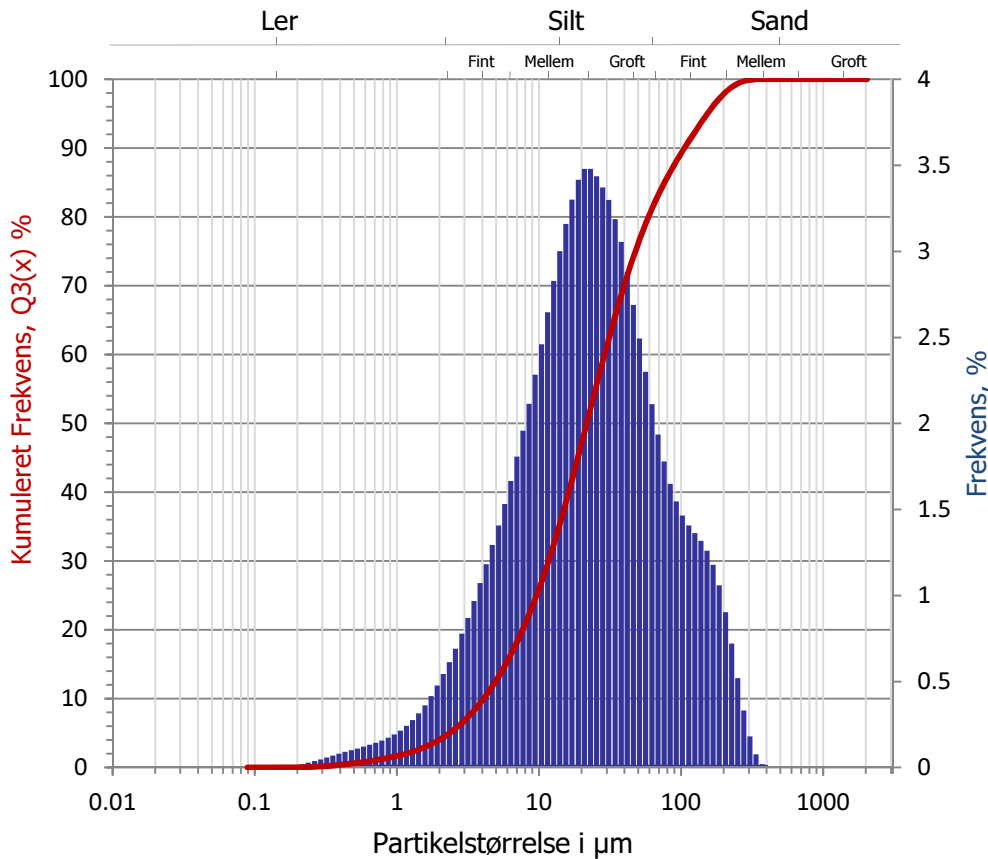
Forklaring:

D.L.: Detektionsgrænse <: Mindre end *: Ikke omfattet af akkrediteringen
 +/-: Total ekspanderet usikkerhed (2x total RSD%) >: Større end


 Sven-Erik Lykke, laboratoriefachef

Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis den enten er offentlig tilgængelig, eller hvis laboratoriet har godkendt uddraget.
 Resultaterne gælder udelukkende for de analyserede prøver.

Analyserapport 296221 - Side 1 af 1



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2572
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i μm
1	0.7
5	2.4
10	4.1
25	9.6
50	21.7
75	48.3
90	107.4
95	159.4
99	238.5

Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	1.80	14.04	35.60	186.03	97.23
0.08	0.00	1.17	2.05	15.51	38.76	205.46	98.13
0.10	0.00	1.29	2.32	17.13	42.06	226.93	98.85
0.11	0.00	1.43	2.64	18.92	45.48	250.64	99.37
0.12	0.00	1.58	3.00	20.90	48.96	276.82	99.70
0.13	0.00	1.74	3.41	23.08	52.44	305.75	99.88
0.15	0.00	1.92	3.89	25.49	55.88	337.69	99.96
0.16	0.01	2.13	4.43	28.16	59.25	372.97	99.98
0.18	0.02	2.35	5.05	31.10	62.55	411.94	99.98
0.20	0.03	2.59	5.74	34.35	65.73	454.98	99.98
0.22	0.05	2.86	6.52	37.94	68.79	502.51	99.98
0.24	0.08	3.16	7.39	41.90	71.67	555.02	99.98
0.26	0.11	3.49	8.35	46.28	74.36	613.00	99.98
0.29	0.16	3.86	9.43	51.11	76.85	677.05	99.98
0.32	0.22	4.26	10.61	56.45	79.15	747.79	99.98
0.36	0.29	4.71	11.90	62.35	81.27	825.91	99.98
0.39	0.37	5.20	13.31	68.87	83.20	912.20	99.98
0.43	0.46	5.74	14.84	76.06	84.98	1 007.51	99.98
0.48	0.56	6.34	16.51	84.01	86.63	1 112.77	99.98
0.53	0.67	7.00	18.31	92.78	88.18	1 229.04	99.98
0.58	0.79	7.74	20.27	102.48	89.64	1 357.44	99.98
0.65	0.93	8.54	22.39	113.18	91.05	1 499.27	99.98
0.71	1.07	9.44	24.67	125.01	92.41	1 655.91	99.98
0.79	1.23	10.42	27.13	138.07	93.73	1 828.92	99.98
0.87	1.40	11.51	29.78	152.50	94.99	2 000.00	100.00
0.96	1.59	12.72	32.60	168.43	96.17	2 016.00	100.00

ANALYSERAPPORT 296222

Cowi A/S

Havneparken 1
7100 Vejle
Att.: Louise Møhlholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn
Rekv. nr: Att: Louise Møhlholm
Genereret: 28.02.2017
Bilag: Partikelstørrelse

LAB nr:	17-02573	Prøvetager:	FSN, Cowi A/S
Prøvemærkning:		Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningsstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	Felt 11 - dybde 0 - 0.3 m
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	10.02.2017 - 28.02.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Kviksølv	<0.005 mg/kg TS	-	-		0.005	M-0142 DS 259/ICP-MS	10%
Nikkel	26 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Cadmium	0.49 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0071 DS 259/ICP	25%
Kobber	47 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Bly	36 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Chrom	45 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Arsen	13 mg/kg TS	-	-		0.4	M-0071 DS 259/ICP	10%
Zink	189 mg/kg TS	-	-		1	M-0071 DS 259/ICP	10%
PCB 28	0.72 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 52	0.85 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 101	2.2 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 118	1.7 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 138	4.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 153	4.0 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 180	2.1 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB Sum(7)	16 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
TBT (Tributyltin)	79 µg/kg TS	-	-		1	*EN ISO 23161 Mod.	-
Massefylde	1.13 g/mL	-	-		0.8	*GRAVIMETRI	10%
Glødetab	161000 mg/kg TS	-	-		20	M-0008 DS 204	10%
Tørstof	23.9 %	-	-		0.002	M-0008 DS 204	10%
Partikelstørrelse	Se bilag	-	-			*M-0155 Laser Diffraction	-
Phenanthren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Antracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Fluoranthren	0.05 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Pyren	0.07 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)anthracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Chrysen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Indeno(1.2.3-cd)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(ghi)perylene	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
PAH Sum (Sediment)	Ikke påvist mg/kg TS	-	-		0.2	M-0130 GC-MS	15%

Rekvirent: Cowi A/S
Kopi:

Nørresundby d. 28.02.2017

Forklaring:

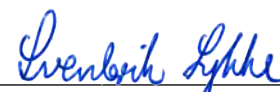
D.L.: Detektionsgrænse

<: Mindre end

*: Ikke omfattet af akkrediteringen

+/-: Total ekspanderet usikkerhed (2x total RSD%)

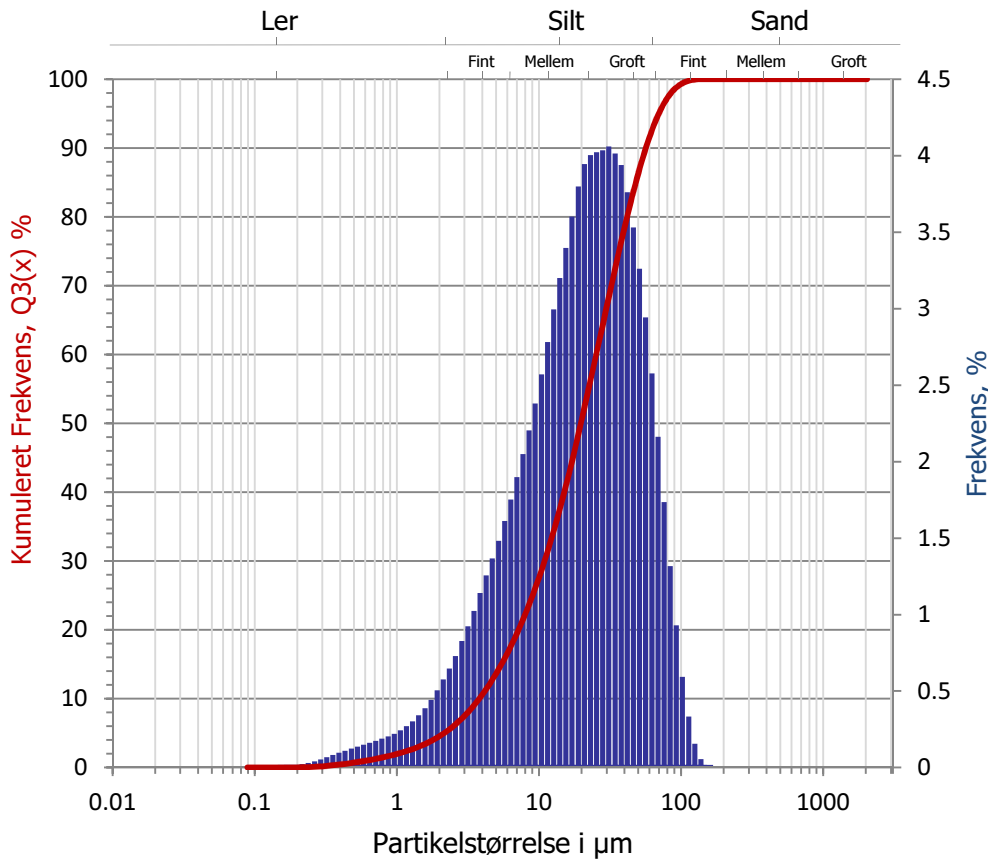
>: Større end



Sven-Erik Lykke, laboratoriefachef

Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis den enten er offentlig tilgængelig, eller hvis laboratoriet har godkendt uddraget. Resultaterne gælder udelukkende for de analyserede prøver.

Analyserapport 296222 - Side 1 af 1



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2573
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i μm
1	0.6
5	2.1
10	3.8
25	9.0
50	19.7
75	36.3
90	54.6
95	71.9
99	97.5

Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.13	14.04	37.80	186.03	99.99
0.08	0.00	1.17	2.40	15.51	41.20	205.46	99.99
0.10	0.00	1.29	2.70	17.13	44.80	226.93	99.99
0.11	0.00	1.43	3.04	18.92	48.60	250.64	99.99
0.12	0.00	1.58	3.43	20.90	52.54	276.82	99.99
0.13	0.00	1.74	3.87	23.08	56.55	305.75	99.99
0.15	0.00	1.92	4.38	25.49	60.57	337.69	99.99
0.16	0.01	2.13	4.95	28.16	64.61	372.97	99.99
0.18	0.01	2.35	5.60	31.10	68.67	411.94	99.99
0.20	0.03	2.59	6.33	34.35	72.68	454.98	99.99
0.22	0.05	2.86	7.16	37.94	76.62	502.51	99.99
0.24	0.08	3.16	8.08	41.90	80.38	555.02	99.99
0.26	0.12	3.49	9.10	46.28	83.91	613.00	99.99
0.29	0.17	3.86	10.24	51.11	87.18	677.05	99.99
0.32	0.24	4.26	11.50	56.45	90.12	747.79	99.99
0.36	0.32	4.71	12.87	62.35	92.70	825.91	99.99
0.39	0.42	5.20	14.35	68.87	94.86	912.20	99.99
0.43	0.53	5.74	15.96	76.06	96.59	1 007.51	99.99
0.48	0.65	6.34	17.72	84.01	97.91	1 112.77	99.99
0.53	0.79	7.00	19.62	92.78	98.84	1 229.04	99.99
0.58	0.94	7.74	21.66	102.48	99.43	1 357.44	99.99
0.65	1.10	8.54	23.87	113.18	99.77	1 499.27	99.99
0.71	1.27	9.44	26.25	125.01	99.92	1 655.91	99.99
0.79	1.46	10.42	28.82	138.07	99.98	1 828.92	99.99
0.87	1.66	11.51	31.60	152.50	99.99	2 000.00	100.00
0.96	1.88	12.72	34.60	168.43	99.99	2 016.00	100.00

ANALYSERAPPORT 296223

Cowi A/S

Havneparken 1
7100 Vejle
Att.: Louise Møhlholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn
Rekv. nr: Att: Louise Møhlholm
Genereret: 28.02.2017
Bilag: Partikelstørrelse

LAB nr: 17-02574	Prøvetager: FSN, Cowi A/S
Prøvemærkning:	Prøvetagningsmetode: -
Prøvetype: Havneuddybning	Prøvetagningsstidspunkt: -
Prøvested: Kolding Havn	Prøvetagningssted: Felt 12 - dybde 0 - 0.3 m
Grænseværdier: Ikke oplyst	Analyseperiode: 10.02.2017 - 28.02.2017

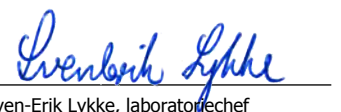
Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Kviksølv	<0.005 mg/kg TS	-	-		0.005	M-0142 DS 259/ICP-MS	10%
Nikkel	23 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Cadmium	0.44 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0071 DS 259/ICP	25%
Kobber	40 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Bly	30 mg/kg TS	-	-		0.2	M-0071 DS 259/ICP	10%
Chrom	39 mg/kg TS	-	-		0.1	M-0071 DS 259/ICP	10%
Arsen	12 mg/kg TS	-	-		0.4	M-0071 DS 259/ICP	10%
Zink	148 mg/kg TS	-	-		1	M-0071 DS 259/ICP	10%
PCB 28	0.67 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 52	0.79 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 101	2.6 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 118	1.5 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 138	4.6 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 153	4.3 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB 180	2.4 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
PCB Sum(7)	17 µg/kg TS	-	-		0.3	*GC-MS	20%
TBT (Tributyltin)	91 µg/kg TS	-	-		1	*EN ISO 23161 Mod.	-
Massefylde	1.16 g/mL	-	-		0.8	*GRAVIMETRI	10%
Glødetab	138000 mg/kg TS	-	-		20	M-0008 DS 204	10%
Tørstof	27.3 %	-	-		0.002	M-0008 DS 204	10%
Partikelstørrelse	Se bilag	-	-			*M-0155 Laser Diffraction	-
Phenanthren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Antracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Fluoranthren	0.04 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Pyren	0.07 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)anthracen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Chrysen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(a)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Indeno(1.2.3-cd)pyren	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
Benz(ghi)perylen	<0.02 mg/kg TS	-	-		0.02	M-0130 GC-MS	15%
PAH Sum (Sediment)	Ikke påvist mg/kg TS	-	-		0.2	M-0130 GC-MS	15%

Rekvirent: Cowi A/S
Kopi:

Nørresundby d. 28.02.2017

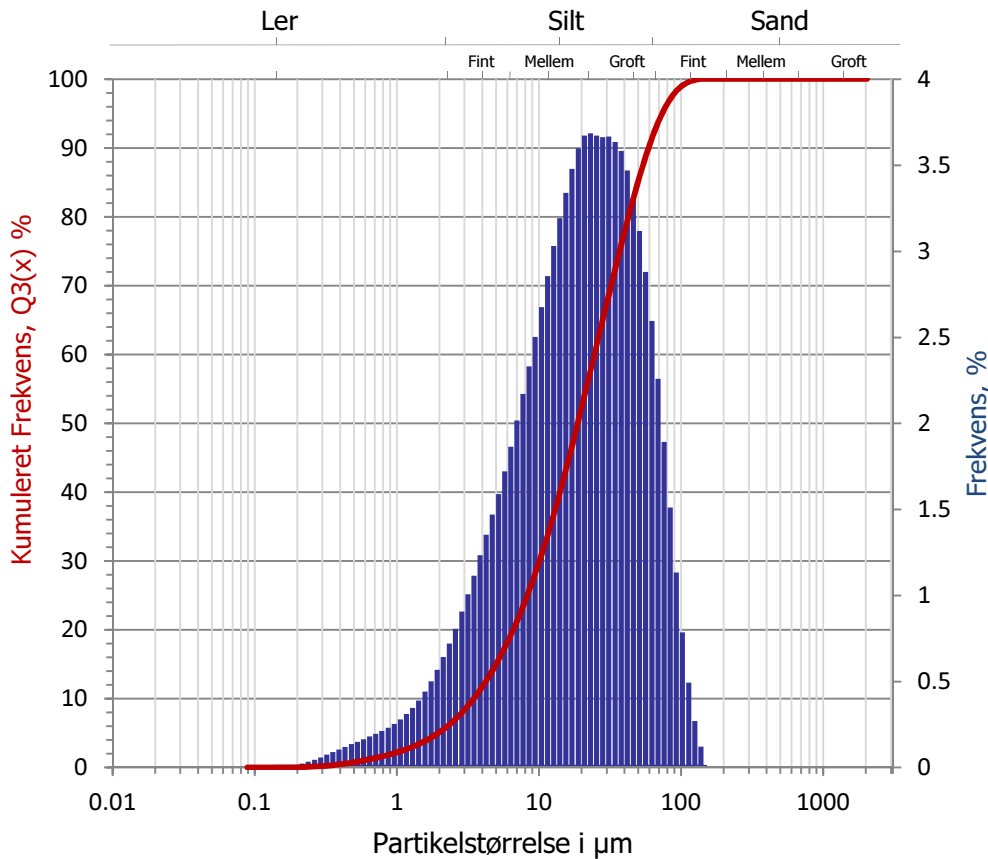
Forklaring:

D.L.: Detektionsgrænse <: Mindre end *: Ikke omfattet af akkrediteringen
+/-: Total ekspanderet usikkerhed (2x total RSD%) >: Større end


Sven-Erik Lykke, laboratoriefachef

Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis den enten er offentlig tilgængelig, eller hvis laboratoriet har godkendt uddraget.
Resultaterne gælder udelukkende for de analyserede prøver.

Analyserapport 296223 - Side 1 af 1

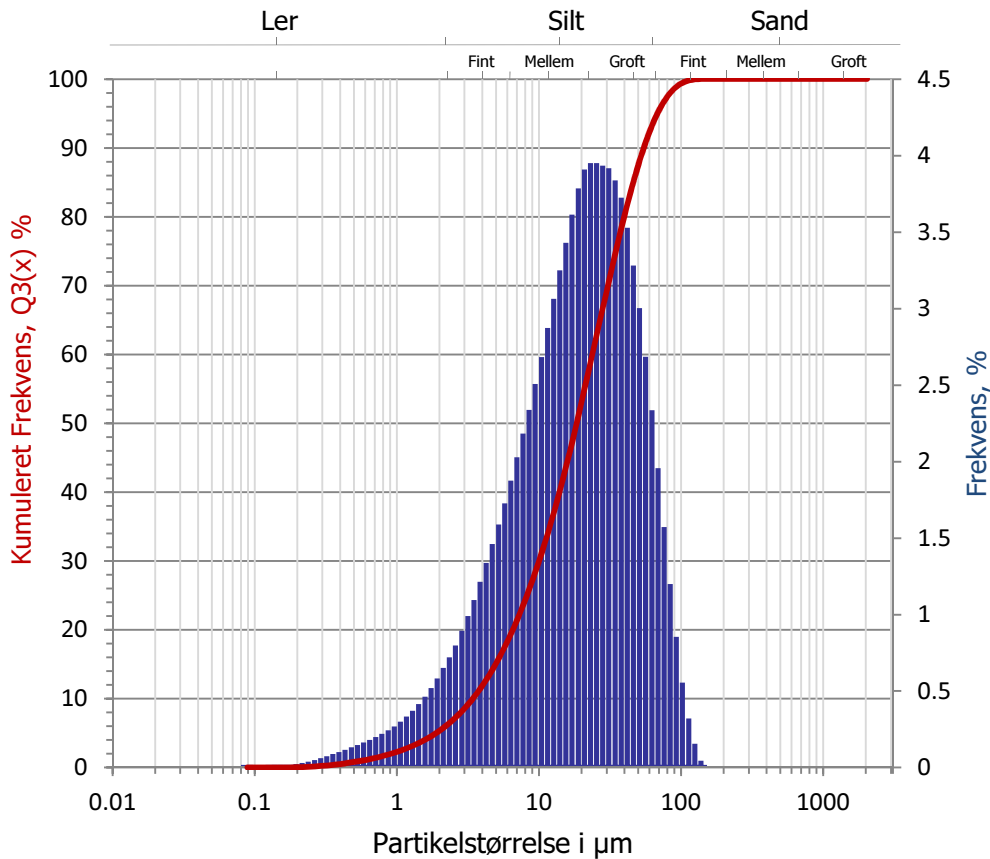


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2574
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.6
5	1.9
10	3.5
25	8.2
50	18.5
75	36.4
90	59.2
95	72.6
99	97.9

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.38	14.04	40.16	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.69	15.51	43.50	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	3.04	17.13	46.98	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.43	18.92	50.57	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.87	20.90	54.25	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	4.37	23.08	57.93	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	4.94	25.49	61.61	337.69	100.00
0.16	0.01	2.13	5.59	28.16	65.27	372.97	100.00
0.18	0.01	2.35	6.31	31.10	68.94	411.94	100.00
0.20	0.03	2.59	7.11	34.35	72.57	454.98	100.00
0.22	0.05	2.86	8.02	37.94	76.16	502.51	100.00
0.24	0.09	3.16	9.03	41.90	79.63	555.02	100.00
0.26	0.13	3.49	10.14	46.28	82.94	613.00	100.00
0.29	0.19	3.86	11.37	51.11	86.06	677.05	100.00
0.32	0.27	4.26	12.73	56.45	88.94	747.79	100.00
0.36	0.36	4.71	14.20	62.35	91.53	825.91	100.00
0.39	0.46	5.20	15.79	68.87	93.79	912.20	100.00
0.43	0.58	5.74	17.51	76.06	95.69	1 007.51	100.00
0.48	0.72	6.34	19.38	84.01	97.20	1 112.77	100.00
0.53	0.87	7.00	21.39	92.78	98.33	1 229.04	100.00
0.58	1.03	7.74	23.57	102.48	99.12	1 357.44	100.00
0.65	1.21	8.54	25.90	113.18	99.61	1 499.27	100.00
0.71	1.41	9.44	28.40	125.01	99.88	1 655.91	100.00
0.79	1.62	10.42	31.08	138.07	100.00	1 828.92	100.00
0.87	1.85	11.51	33.93	152.50	100.00	2 000.00	100.00
0.96	2.11	12.72	36.97	168.43	100.00	2 016.00	100.00

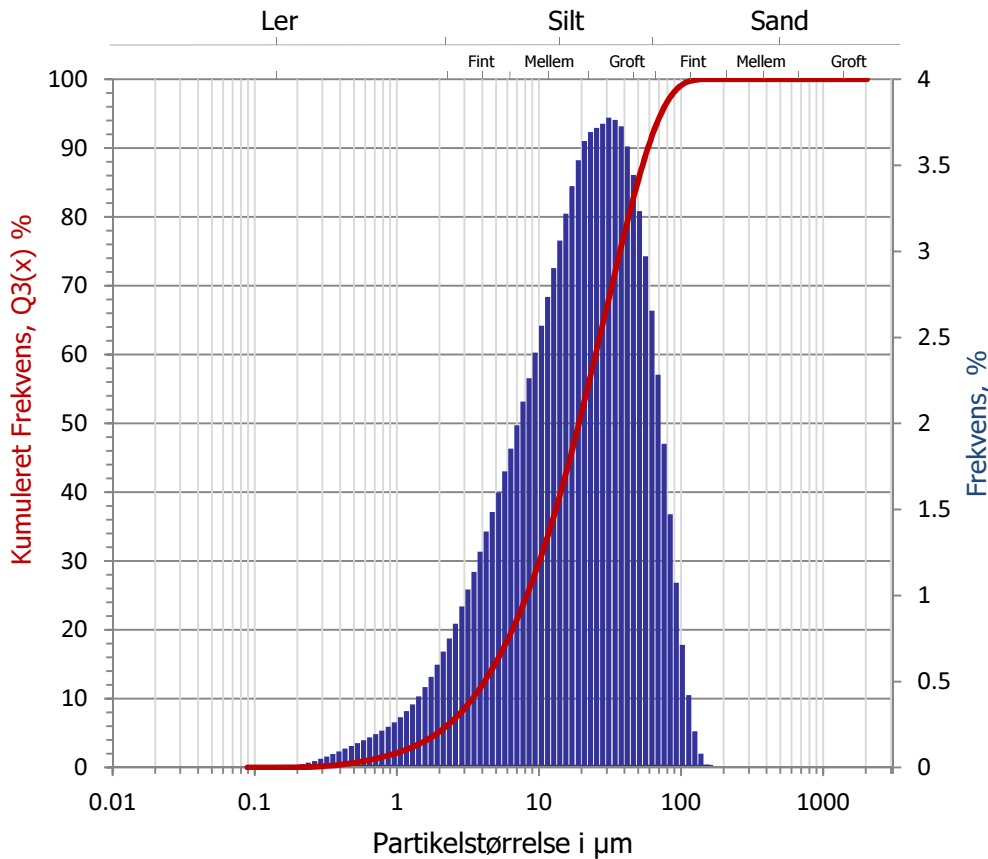


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-2575
Laborant: KG
Dato: 22/02/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i μm
1	0.6
5	1.9
10	3.4
25	8.2
50	18.2
75	35.3
90	54.0
95	66.1
99	97.4

Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.47	14.04	40.44	186.03	100.00
0.08	0.00	1.17	2.80	15.51	43.87	205.46	100.00
0.10	0.00	1.29	3.17	17.13	47.48	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.59	18.92	51.27	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	4.05	20.90	55.18	276.82	100.00
0.13	0.01	1.74	4.57	23.08	59.13	305.75	100.00
0.15	0.01	1.92	5.15	25.49	63.09	337.69	100.00
0.16	0.02	2.13	5.80	28.16	67.02	372.97	100.00
0.18	0.03	2.35	6.52	31.10	70.94	411.94	100.00
0.20	0.05	2.59	7.32	34.35	74.78	454.98	100.00
0.22	0.08	2.86	8.22	37.94	78.50	502.51	100.00
0.24	0.12	3.16	9.21	41.90	82.03	555.02	100.00
0.26	0.17	3.49	10.30	46.28	85.31	613.00	100.00
0.29	0.23	3.86	11.52	51.11	88.32	677.05	100.00
0.32	0.30	4.26	12.85	56.45	91.00	747.79	100.00
0.36	0.39	4.71	14.32	62.35	93.34	825.91	100.00
0.39	0.49	5.20	15.91	68.87	95.30	912.20	100.00
0.43	0.61	5.74	17.63	76.06	96.87	1 007.51	100.00
0.48	0.74	6.34	19.51	84.01	98.07	1 112.77	100.00
0.53	0.89	7.00	21.54	92.78	98.92	1 229.04	100.00
0.58	1.05	7.74	23.72	102.48	99.48	1 357.44	100.00
0.65	1.23	8.54	26.06	113.18	99.80	1 499.27	100.00
0.71	1.43	9.44	28.57	125.01	99.96	1 655.91	100.00
0.79	1.65	10.42	31.25	138.07	100.00	1 828.92	100.00
0.87	1.90	11.51	34.12	152.50	100.00	2 000.00	100.00
0.96	2.17	12.72	37.19	168.43	100.00	2 016.00	100.00

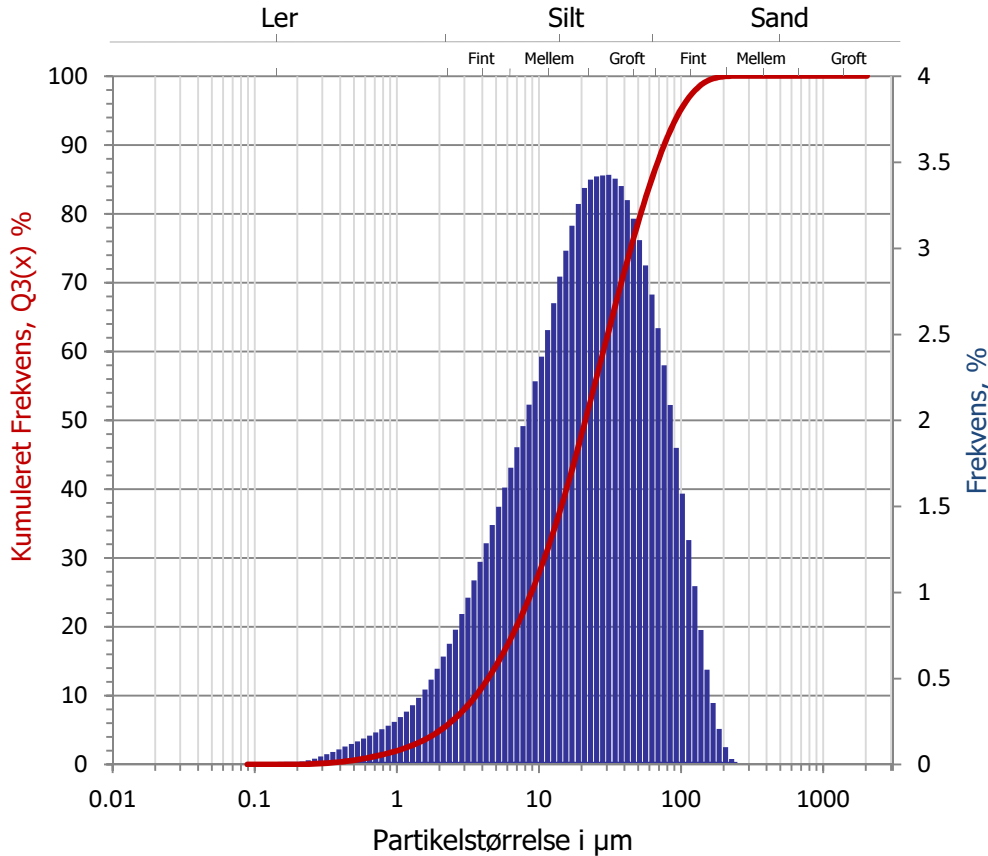


PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-3942
Laborant: KG
Dato: 14/03/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i µm
1	0.61
5	1.92
10	3.38
25	8.17
50	19.00
75	37.05
90	58.28
95	72.25
99	99.03

Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %	Mål i µm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.31	14.04	39.72	186.03	99.98
0.08	0.00	1.17	2.64	15.51	42.94	205.46	99.98
0.10	0.00	1.29	3.01	17.13	46.32	226.93	99.98
0.11	0.00	1.43	3.42	18.92	49.85	250.64	99.98
0.12	0.00	1.58	3.89	20.90	53.50	276.82	99.98
0.13	0.00	1.74	4.41	23.08	57.19	305.75	99.98
0.15	0.00	1.92	5.01	25.49	60.91	337.69	99.98
0.16	0.00	2.13	5.69	28.16	64.65	372.97	99.98
0.18	0.01	2.35	6.44	31.10	68.43	411.94	99.98
0.20	0.02	2.59	7.27	34.35	72.19	454.98	99.98
0.22	0.04	2.86	8.21	37.94	75.92	502.51	99.98
0.24	0.07	3.16	9.24	41.90	79.53	555.02	99.98
0.26	0.11	3.49	10.38	46.28	82.97	613.00	99.98
0.29	0.16	3.86	11.64	51.11	86.20	677.05	99.98
0.32	0.23	4.26	13.01	56.45	89.18	747.79	99.98
0.36	0.31	4.71	14.49	62.35	91.83	825.91	99.98
0.39	0.40	5.20	16.09	68.87	94.11	912.20	99.98
0.43	0.51	5.74	17.81	76.06	96.00	1 007.51	99.98
0.48	0.64	6.34	19.66	84.01	97.47	1 112.77	99.98
0.53	0.78	7.00	21.65	92.78	98.54	1 229.04	99.98
0.58	0.93	7.74	23.78	102.48	99.25	1 357.44	99.98
0.65	1.11	8.54	26.04	113.18	99.67	1 499.27	99.98
0.71	1.30	9.44	28.46	125.01	99.89	1 655.91	99.98
0.79	1.52	10.42	31.02	138.07	99.97	1 828.92	99.98
0.87	1.76	11.51	33.76	152.50	99.98	2 000.00	100.00
0.96	2.02	12.72	36.66	168.43	99.98	2 016.00	100.00



PARTIKELSTØRRELSER

LAB nr: 17-3943
Laborant: KG
Dato: 14/03/2017
Beregning: Fraunhofer

Volumen, %	Mål i μm
1	0.63
5	2.02
10	3.57
25	8.81
50	21.09
75	44.09
90	75.67
95	98.60
99	144.57

Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %	Mål i μm	Q3(x), %
0.00	0.00	1.06	2.18	14.04	36.97	186.03	99.87
0.08	0.00	1.17	2.49	15.51	39.96	205.46	99.97
0.10	0.00	1.29	2.84	17.13	43.09	226.93	100.00
0.11	0.00	1.43	3.22	18.92	46.35	250.64	100.00
0.12	0.00	1.58	3.66	20.90	49.70	276.82	100.00
0.13	0.00	1.74	4.15	23.08	53.10	305.75	100.00
0.15	0.00	1.92	4.71	25.49	56.52	337.69	100.00
0.16	0.00	2.13	5.34	28.16	59.94	372.97	100.00
0.18	0.01	2.35	6.04	31.10	63.37	411.94	100.00
0.20	0.02	2.59	6.82	34.35	66.77	454.98	100.00
0.22	0.04	2.86	7.70	37.94	70.13	502.51	100.00
0.24	0.06	3.16	8.67	41.90	73.42	555.02	100.00
0.26	0.10	3.49	9.74	46.28	76.59	613.00	100.00
0.29	0.14	3.86	10.92	51.11	79.64	677.05	100.00
0.32	0.20	4.26	12.20	56.45	82.54	747.79	100.00
0.36	0.28	4.71	13.59	62.35	85.27	825.91	100.00
0.39	0.36	5.20	15.09	68.87	87.80	912.20	100.00
0.43	0.47	5.74	16.70	76.06	90.13	1 007.51	100.00
0.48	0.59	6.34	18.43	84.01	92.21	1 112.77	100.00
0.53	0.72	7.00	20.27	92.78	94.05	1 229.04	100.00
0.58	0.87	7.74	22.24	102.48	95.63	1 357.44	100.00
0.65	1.04	8.54	24.33	113.18	96.93	1 499.27	100.00
0.71	1.23	9.44	26.56	125.01	97.97	1 655.91	100.00
0.79	1.43	10.42	28.93	138.07	98.75	1 828.92	100.00
0.87	1.66	11.51	31.46	152.50	99.30	2 000.00	100.00
0.96	1.91	12.72	34.14	168.43	99.66	2 016.00	100.00

Bilag 3 til klapanøgning

Projekt **Marina City, Kolding Fjord – felt 3 sedimentforhold**
Kunde **Kolding Kommune**
Notat nr. **1**
Dato **09-10-2017**
Til **Torben Gade, projektleder Marina City**
Fra **Rambøll**
Kopi til

Vurdering af sedimentforhold i felt 3 ud for Kolding Mariana

Baggrund

Der påtænkes en opgravning af sedimentet ud for den eksisterende lystbådehavn, Marina Syd ved Kolding (Figur 1). I et af de delområder hvor det dybereliggende sediment har været undersøgt (Felt 3, jfr. Figur 1), har der været mistanke om forhøjede tungmetalkoncentrationer.

For at vurdere om sedimentet i dette felt helt eller delvist er egnet til klapning, er udført en grundig undersøgelse af sedimentets tilstand ned til en meters dybde.

Dato 09-10-2017

Rambøll
Hannemanns Allé 53
DK-2300 København S

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
www.ramboll.dk



Figur 1. Marina Syd, Kolding, hvor projektområdet inddelt i felter er vist. Lokaliteterne for tidligere sedimentprøvetagningen er også angivet. Nærværende prøvetagning fandt sted på samme fem lokaliteter som vist inden for feltet. Kortet er fra /1/.

Eksisterende forhold

Felt 3 ligger sammen med felt 1 ud for indløbet til lystbådehavnen, Marina Syd. Her udmunder også vandet fra Kolding Å. Vanddybden i felt 3 er mellem 2 og 3 m.

At dømme efter /1/ udgøres den øverste godt en meter af havbunden af postglaciale sedimentaflejringer. Det må formodes at en del af dette materiale er tilført via Kolding Å. Tidligere tiders forurening kan betyde, at en eventuel forurening af sedimentet derfor ikke nødvendigvis vil være størst ved sedimentoverfladen. En analyse på blandingsprøver af de øverste 30 cm, vil derfor ikke være tilstrækkeligt for en vurdering af det påtænkte opgravede sedimentets forureningsgrad.

Natura 2000

Omgivelser til havneområdet ved Kolding er ikke umiddelbart berørt af Natura 2000 beskyttelsen. Det nærmeste ligger i Lillebælt over 5 km derfra (N2000 nr. 112 Lillebælt). I lighed med den indre del af mange østjyske fjorde udgør Kolding inderfjord også af et natur- og vildtreservat. Det betyder først og fremmest at der her ikke må drives jagt.

Prøvetagning

Prøver af sedimentet er taget i tre dybdeintervaller. Med såkaldte kajakrør af plexiglas (L 0,5 m, IØ 5 cm) udtages 2 intakte sedimentkerner i tre distinkte dybder (0-30, 30-60 og 60-90 cm) på samme fem stationer i felt 3 som i den forudgående undersøgelse fra februar 2017 /1/ (Tabel 1).

Tabel 1. Positioner (UTM WGS82) for de supplerende prøvetagningslokaliteter i Felt 3.

Station	X_UTM	Y_UTM
F3-1	531820	6149447
F3-2	531867	6149478
F3-3	531860	6149427
F3-4	531834	6149374
F3-5	531891	6149372

Vha. af stangmonterede kajakrør med klapventil presses ved bundoverfladen 2 kajakrør knap 30 cm ned. Tillukket i toppen trækkes de forsigtigt lodret op, og prop anbringes i bunden af røret, hvorefter de afmonteres og anbringes i lodret position i holder. Prøvetagningen gentages 30 og 60 cm nede i sedimentet ved at udløse et lukkeanordning for munden af kajakrøret, når den er blevet presset ned i den pågældende dybde

Prøvetagningsstedets nøjagtige position og dybde angives.

Efter optagning fotograferes begge rør og sedimentkernernes længde måles til nærmeste hele cm. Med stempel skubbes vandet forsigtigt ud indtil sedimentoverfladen når toppen af røret (max 1 cm vandlag). Herefter overføres den øverste del af kernen på max 30 cm (Ø = 0 – 0,3 m) til en 2 l plast-spande. Dernæst overføres på samme måde de næste max 30 cm (M = 0,3 – 0,6 m) på samme måde, og endelig de nederste max 30 cm (N = 0,6 – 0,9 m).

Lugt og saltholdighed af det drænede vand noteres (salt måles på stedet vha. refraktometer).

Spande og poser formærkes parvis med stationsnummer (1 A og 1B, 2A og 2B osv.) og sediment lag (Ø, M og N), samt dato og initialer.

Analyse

Fra hver af de fem stationer udtoges repræsentative prøver fra de øverste tre lag af sedimentet (Ø, M, og N). Det sker ved først at blande de to dobbeltprøver fra hver af de tre lag godt og grundigt. De udtagne delprøver analyseres for tørstof (TS) og glødetab (GT), samt for tungmetaller og miljøfremmede stoffer i overensstemmelse med Klapvejledningens anbefalinger (tabel 3).

Tabel 2. Tungmetaller og miljøfremmede stoffer der skal analyseres for i hht. til tidligere vejledningen for klapning af havbundsmateriale /2/

Stof eller stofgruppe	Nedre aktionsniveau	Øvre aktionsniveau
	mg/kg TS	mg/kg TS
Arsen, As	20	60
Bly, Pb	40	200
Cadmium, Cd	0,4	2,5
Krom (total), Cr	50	270
Kobber, Cu	20	90
Nikkel, Ni	30	60
Zink, Zn	130	500
Kviksølv (Hg)	0,25	1
PAH, Σ9 (EPA)	3	30
Tributyltin, TBT	7*	200*

*) værdier som µg/kg TS

Desuden blev analysen af klapvejledningens stoffer i de tre lag (0-30, 30-60 og 60-90 cm) suppleret med målinger af barium (Ba), molybdæn (Mo), antimon (Sb) og selen (Se). Ligeledes blev BTEX (benzen, toluen, ethylbenzen, xylener og naphtalen) samt kulbrinter fordelt på fraktioner i intervallet C5 til C35 bestemt. Disse supplerende målinger vil være relevante at inddrage i vurderingen, såfremt sedimentet skal deponeres på land eller indbygges.

TS angives som % af vådvægt, mens GT som % af TS.

Fra F3-1 og F3-5 bestemmes for alle fire lag (Ø, M, N og R) desuden kornstørrelsesfordelingen samt BOD, Tot N og Tot P.

Sedimentforhold

Sedimentet i felt 3 består af et rimeligt velsorteret sandet sortfarvet og svovlbrintelugtende sediment uden højere liv. De dybbere lag indeholder nogen skalrester, der vidner om at der til tider har fandtes nogen infauna aktivitet. Sedimentet, herunder dets høje organiske indhold (4-5% TS) stammer antageligt i sær fra Kolding Å der har sin udledning i marinaen. Saliniteten i felt 3 ved undersøgelsen vidnede da også om en betydelig hydraulisk påvirkning fra Kolding Å svingende mellem 1 og 15 PSU i overfladen og mellem 17 og 23 PSU ved bunden.

Der var lidt forskel i sedimentets struktur i dybden mellem de fem stationer. Det øverste 30 cm består gennemgående af fint og mellemfint sand (0,06 – 0,6 mm) med tiltagende grovhed med dybden. På

station 1, 2 og 4 var der dog ingen udpræget forskel i sedimentstrukturen med dybden, hvorimod groft sand/fint grus (0,6-6 mm) findes fra 60 cm og nedefter på station 3 og 5.



Figur 2. Sedimentkerner fra de tre prøvedybder på station 1 i Felt 3 ud for marinaen i Kolding Fjord – venstre: 0-30 cm, midt 30-60 cm og højre 60-90 cm.

Sedimentet er relativt velsorteret og har derfor et relativt højt vandindhold. Tørvægt densiteten er som konsekvens heraf ringe på omkring på omkring 400 kg/m³ (Tabel 3)

Tabel 3. Sediment karakteristika felt 3. TS står for tørstof, der i sin massive form er sat til en densitet på 2,6 g/cm³.

Station	Dybde m	Tørstof (TS) % vådvægt	Glødetab % TS	Tot N mg/kg TS	Tot P mg/kg TS	BOD mg/kg TS	Densitet t TS/m ³
F3-1	3	28	4,2	6233	1667	2433	0,34
F3-2	3	33	4,1				0,42
F3-3	3	34	4,7				0,44
F3-4	3	36	4,3				0,47
F3-5	3	33	4,7	6267	717	1067	0,43

Sedimentet er relativt velsorteret og har derfor et relativt højt vandindhold. Tørvægt densiteten er som konsekvens heraf ringe på omkring på omkring 400 kg/m³.

Glødetabet vidner om et relativt højt organisk påvirket sediment (GT omkring 5 % TS, Tabel 3) /3/. Indholdet af fosfor og kvælstof relativt højt alle tre steder (> 100 mg orthofosfat/kg TS og > 1000 mg N/kg TS).

Tungmetaller og miljøfremmede stoffer

Dumpning af opgravet sediment (klapning) er reguleret efter Havmiljøloven og nærmere specificeret i Miljøstyrelsens Klapvejledning /2/. Vejledningen inddeler, alt efter sedimentets forureningsniveau, sedimentet i enten kategori A, B eller C adskilt af et nedre og øvre aktionsniveau. Kategori A, der ligger under nedre aktionsniveau, er uforurenede materiale, som altid kan klappes. Kategori B mellem nedre og

øvre aktionsniveau, er sediment, som er middel forurennet, og som godt kan klappes på en godkendt klappelads, men som evt. kræver nærmere analyser. Kategori C er sediment med koncentrationsniveauer over øvre aktionsniveau, der som udgangspunkt er så forurennet, at det skal deponeres på land. Materialet kan dog evt. klappes på særlige vilkår. Det er Miljøstyrelsen, som er myndighed på en klappning af det opgravede materiale. Tungmetaller i det opgravede sediment ligger generelt over nedre aktionsniveau (Tabel 4).

Tabel 4. Tungmetal og miljøfremmede stoffer i den øvre del af sedimentet i Felt 3 ud for Kolding Havn. Prøverne er grupperet i forhold til de tre undersøgte dybder af sedimentet (jfr. fig.2). De gult markerede felter angiver koncentrationer mellem nedre og øvre aktionsniveau (Kategori B, Klappvejledningen /2/).

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	TBT
Station	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	µg Sn/kg TS
F3-1 Øv (0-30)	8,8	1,2	24	52	0,11	22	22	190	0,89	8
F3-1 M (30-60)	8,3	1,4	29	59	0,17	22	28	210	0,77	8
F3-1 N (60-90)	13	2,0	42	81	0,20	30	40	280	1,0	17
F3-1 avg	10	1,5	32	64	0,16	25	30	227	0,9	11
F3-2 Øv (0-30)	9,2	1,7	50	75	0,31	27	39	240	1,3	32
F3-2 M (30-60)	21	2,1	33	58	0,42	16	57	120	3,7	57
F3-2 N (60-90)	8,4	1,9	120	99	0,92	32	56	280	3,7	54
F3-2 avg	12,9	1,9	68	77	0,55	25	51	213	2,9	48
F3-3 Øv (0-30)	7,8	1,3	38	55	0,23	20	29	190	2,7	28
F3-3 M (30-60)	7,2	1,6	79	88	0,92	27	43	260	40	12
F3-3 avg	7,5	1,5	59	71	0,58	24	36	225	21	20
F3-4 Øv (0-30)	8,4	1,4	65	61	0,43	21	37	220	4	20
F3-4 M (30-60)	7,8	2,9	97	89	0,81	30	62	380	12	25
F3-4 N (60-90)	7,7	2,9	40	77	0,81	21	54	360	13	4
F3-4 avg	8,0	2,4	67	76	0,68	24	51	320	9,7	16
F3-5 Øv (0-30)	8,7	1,3	43	61	0,27	20	35	190	1,7	33
F3-5 M (30-60)	12	2,3	160	99	0,74	35	62	320	4,5	40

F3-5 N (60-90)	5,3	2,7	75	75	0,71	25	53	320	7,5	11
F3-5 avg	8,7	2,1	92	78	0,57	27	50	277	4,6	28
Nedre niveau	20	0,4	50	20	0,25	30	40	130	3	7
Øvre niveau	60	2,5	270	90	1	60	200	500	30	200

Sammenholdes resultaterne af de udtagne sedimentprøver med Klapvejledningens "aktionsniveauer" havde de fleste prøver koncentrationer af tungmetaller og miljøfremmede stoffer over vejledningens nedre aktionsniveau (Kategori A, Tabel 4). Endvidere lå enkelte over øvre aktionsniveau. Det betyder at koncentrationerne samlet set ligger noget over baggrunds niveauet for marine sedimenter og forventes at kunne have negativ betydning for flora og fauna. Der er især en overkoncentration af cadmium (Cd) og kobber (Cu) i prøverne, som begge anses for temmelig miljøkritiske.

Referencer

/1/ COWI (2017). Marina City, Kolding. Undersøgelse af sediment. Afrapportering af sedimentundersøgelse til Kolding Kommune, marts 2017

/2/ Tidligere vejledningen for klappning af havbundsmateriale (VEJ nr. 8702 af 20/10/2008, Miljøministeriet). Det forventes at samme tal vil være gældende i kommende opdatering af klapvejledningen (<http://svana.dk/annonceringer/klaptilladelser/om-klapning-paa-havet/>).

/3/. Flindt, MR et al (2014). Recovery of organic-enriched sediments through microbial degradation: implications for eutrophic estuaries. Mar. Ecol. Prog. Ser 503: 41-58.

Notat

Kolding Kommune

Marina City

Bilag 4 til klapan søgning

Kort notat omkring supplerende
analyser i forbindelse med klappingProjekt nr. 227608: 227608
Dokument nr. 1226538806:
12265388061232846870Udarbejdet af DGP
Kontrolleret af RHO, NBOS
Godkendt af LOE

1 Indledning

Dette notat beskriver, hvorledes worst-case værdier for indholdet af miljøfarlige stoffer er bestemt for det sediment, som skal klappes i forbindelse med uddybningen til Marina City. Notatet indeholder en beskrivelse af COWIs og Rambølls prøvetagninger samt data fra de to prøvetagninger, og på den baggrund beskrives, hvorledes worst-case koncentrationerne for indholdet af miljøfarlige stoffer er bestemt. Til sidst i notatet er de indledende resultater af sedimentspredning fra klapplassen. I klapan søgningen vil også spredning af cadmium og kobber vurderes baseret på spredningsberegninger.

2 Prøvetagning

Som forberedelse til uddybningen af sediment og den efterfølgende klapping af materiale fra projekt Marina City har COWI prøvetaget og analyseret sediment i **0-30 cm's dybde** i samtlige felter, og for 2 af felterne (Felt 3 og Felt 1) har de også analyseret sediment fra **60-90 cm's dybde** (Figur 2-1). Desuden har COWI taget prøver fra alle felter i **60-90 cm's dybde, som har været opbevaret** som blandingsprøver hos analysefirmaet (AnalyTech).

COWIs data viste, at indholdet af miljøfarlige stoffer i Felt 3 var meget høje (se Tabel 3.1). For at eftervise disse høje data, har Rambøll efterfølgende lavet en detaljeret prøvetagning i Felt 3. Desuden viste COWIs data, at indholdet af miljøfarlige stoffer steg fra **0-30 cm's dybde til 60-90 cm's dybde. Denne tendens fandt Rambøll også i deres detaljerede prøvetagning i Felt 3. Dette er beskrevet detaljeret senere i dette dokument.**



Figur 2-1. Prøvetagningsområde fra COWIs rapport fra den første prøvetagning. Felt 3 er markeret med en rød ring.

3 Beskrivelse af data

Data fra COWIs prøvetagning ses i Tabel 3.1. Det ses, at specielt Felt 3 har høje koncentrationer af miljøfarlige stoffer, og derfor foretog Rambøll en supplerende og detaljeret undersøgelse i Felt 3, som ses i Tabel 3.2. Rambølls supplerende undersøgelse af Felt 3 viste, at koncentrationerne var væsentligt lavere i forhold til COWIs oprindelige prøvetagning, og koncentrationerne var sammenlignelige med COWIs data fra de andre felter. Det er vanskeligt at fastslå, hvorledes de meget høje analyser fra COWIs prøvetagning af Felt 3 er opstået, og om og hvor en mulig prøvetagnings/analysefejl er opstået.

Baseret på resultaterne fra Rambølls detaljerede prøvetagning vurderes det, at COWIs data fra Felt 3 ikke er repræsentative, og Rambølls data anvendes i stedet som repræsentative for Felt 3. Det skal nævnes, at koncentrationerne fra Felt 3 stadig er højere end de resterende felter baseret på Rambølls undersøgelse, men koncentrationerne af miljøfarlige stoffer i Felt 3 ligger mellem nedre og øvre aktionsniveauer for næsten alle enkeltanalyserne.

Tabel 3.1. Data fra COWIs prøvetagning. De analyserede dybder er 0-30 cm og 60-90 cm.

Station	Enhed	Felt 1	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Nedre aktions-niveau (Klasse A)	Mellem (klasse B)	Øvre aktions-niveau (klasse C)
Dybde	m	0-0,3	0,6-0,9	0-0,3	0-0,3	0,6-0,9	0-0,3	0-0,3	0-0,3			
Tørstof	%	39,9	37,4	34,7	28,3	35,2	35,1	26,9	24,3			
Kviksølv	mg/kg TS	<0.005	0,63	<0.005	<0.005	0,77	<0.005	<0.005	<0.005	0,25		1
Nikkel	mg/kg TS	14	20	16	20	276	16	23	25	30		60
Cadmium	mg/kg TS	0,24	1,39	0,33	0,35	8,44	0,27	0,40	0,43	0,4		2,5
Kobber	mg/kg TS	25	57	34	35	638	28	41	45	20		90
Bly	mg/kg TS	17	39	24	24	550	21	29	33	40		200
Chrom	mg/kg TS	18	34	31	26	626	26	34	38	50		270
Arsen	mg/kg TS	6,1	9,6	8,1	8,4	59	7,4	11	12	20		60
Zink	mg/kg TS	124	199	150	163	3160	126	175	199	130		500
PCB Sum	µg/kg TS	6,5	27	13	12	32	12	21	16	20		200
TBT	µg/kg TS	12	29	20	22	15	20	39	33	7		200
PAH Sum	mg/kg TS	i.p.	9,3	0,2	i.p.	11	i.p.	i.p.	i.p.	3		30

Station	Enhed	Felt 7	Felt 8	Felt 9	Felt 10	Nedre aktions-niveau (Klasse A)	Mellem (klasse B)	Øvre aktions-niveau (klasse C)
Dybde	m	0-0,3	0-0,3	0-0,3	0-0,3			
Tørstof	%	22,8	23,0	38,2	31,4			
Kviksølv	mg/kg TS	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,25		1
Nikkel	mg/kg TS	28	25	14	17	30		60
Cadmium	mg/kg TS	0,52	0,44	0,27	0,32	0,4		2,5
Kobber	mg/kg TS	52	47	30	35	20		90
Bly	mg/kg TS	38	33	21	24	40		200
Chrom	mg/kg TS	47	45	28	32	50		270
Arsen	mg/kg TS	14	12	7,3	8,3	20		60
Zink	mg/kg TS	208	184	132	143	130		500
PCB Sum	µg/kg TS	19	85	39	13	20		200
TBT	µg/kg TS	47	35	23	12	7		200
PAH Sum	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	3		30

Tabel 3.2. Data fra Rambølls prøvetagning fra Felt 3. Bemærk at enheden på TBT er $\mu\text{g Sn/kg TS}$ (værdi skal ganges med 2,44 for at kunne sammenlignes med aktionsniveauer). Der blev analyseret sediment fra 3 dybder: 0-30 cm 30-60 cm og 60-90 cm.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	TBT
Station	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	$\mu\text{g Sn/kg TS}$
F3-1 Øv (0-30)	8,8	1,2	24	52	0,11	22	22	190	0,89	8
F3-1 M (30-60)	8,3	1,4	29	59	0,17	22	28	210	0,77	8
F3-1 N (60-90)	13	2,0	42	81	0,20	30	40	280	1,0	17
F3-1 avg	10	1,5	32	64	0,16	25	30	227	0,9	11
F3-2 Øv (0-30)	9,2	1,7	50	75	0,31	27	39	240	1,3	32
F3-2 M (30-60)	21	2,1	33	58	0,42	16	57	120	3,7	57
F3-2 N (60-90)	8,4	1,9	120	99	0,92	32	56	280	3,7	54
F3-2 avg	12,9	1,9	68	77	0,55	25	51	213	2,9	48
F3-3 Øv (0-30)	7,8	1,3	38	55	0,23	20	29	190	2,7	28
F3-3 M (30-60)	7,2	1,6	79	88	0,92	27	43	260	4,0	12
F3-3 avg	7,5	1,5	59	71	0,58	24	36	225	2,1	20
F3-4 Øv (0-30)	8,4	1,4	65	61	0,43	21	37	220	4	20
F3-4 M (30-60)	7,8	2,9	97	89	0,81	30	62	380	12	25
F3-4 N (60-90)	7,7	2,9	40	77	0,81	21	54	360	13	4
F3-4 avg	8,0	2,4	67	76	0,68	24	51	320	9,7	16
F3-5 Øv (0-30)	8,7	1,3	43	61	0,27	20	35	190	1,7	33
F3-5 M (30-60)	12	2,3	160	99	0,74	35	62	320	4,5	40
F3-5 N (60-90)	5,3	2,7	75	75	0,71	25	53	320	7,5	11
F3-5 avg	8,7	2,1	92	78	0,57	27	50	277	4,6	28
Nedre niveau	20	0,4	50	20	0,25	30	40	130	3	7
Øvre niveau	60	2,5	270	90	1	60	200	500	30	200

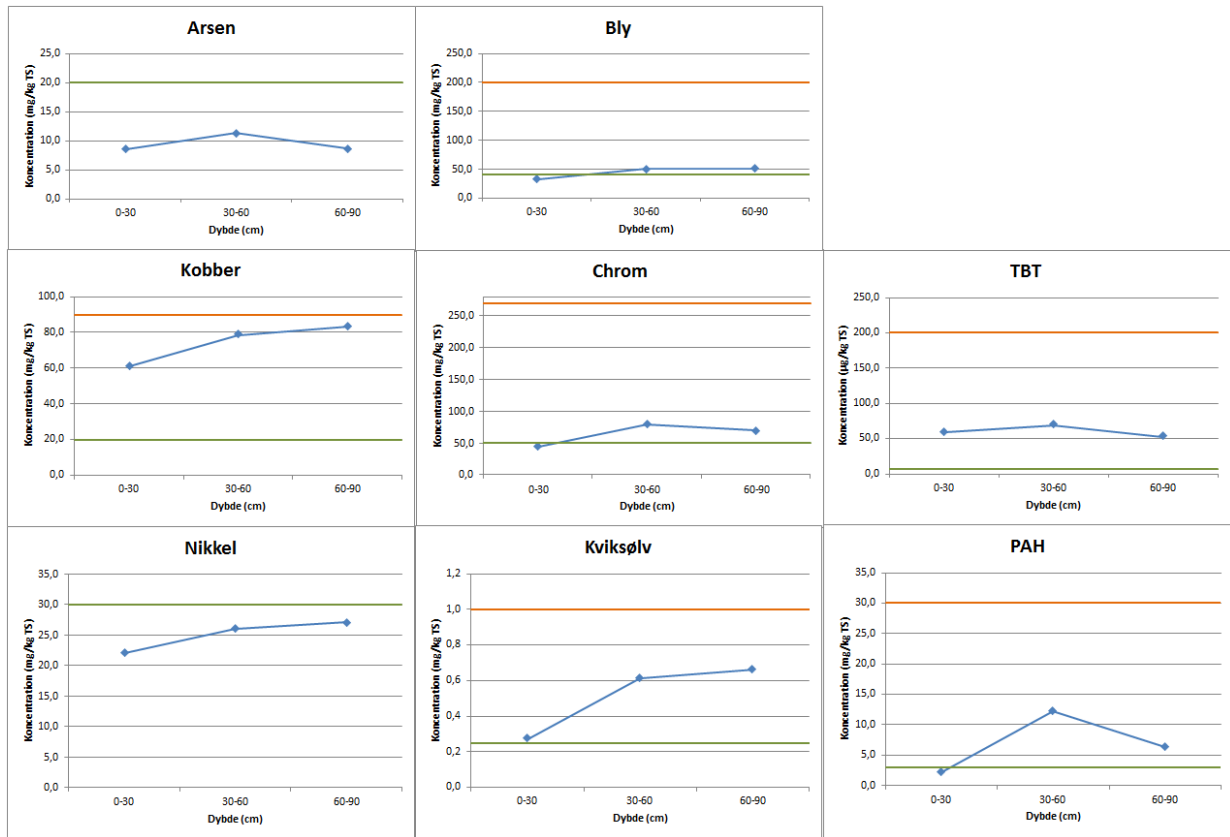
I Felt 3 har Rambøll analyseret 5 delprøver i 3 dybder (bortset fra F3-3), og det er således muligt at analysere den gennemsnitlige koncentration af miljøfarlige stoffer i dybden ned til 90 cm's dybde. Disse data ses i Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Gennemsnitlige koncentrationer af miljøfarlige stoffer i 3 dybder i Felt 3. Der indgår data fra 5 delprøver i hvert gennemsnit ($n = 5$), på nær for dybde 60-90 cm, hvor der kun indgår 4 delprøver ($n = 4$). Data mellem nedre og øvre aktionsniveau er markeret med gult.

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kobber	Kviksølv	Nikkel	Bly	Zink	PAH	TBT
Dybde (cm)	mg/kg TS									
0-30	9	1,4	44	61	0,3	22	32	206	2,1	59
30-60	11	2,1	80	79	0,6	26	50	258	12,2	69
60-90	9	2,4	69	83	0,7	27	51	310	6,3	52

Det ses af Tabel 3.3, at koncentrationen af samtlige stoffer stiger fra 0-30 cm til 30-60 cm. I 60-90 cm stabiliseres koncentrationen af stofferne, som i denne dyb-

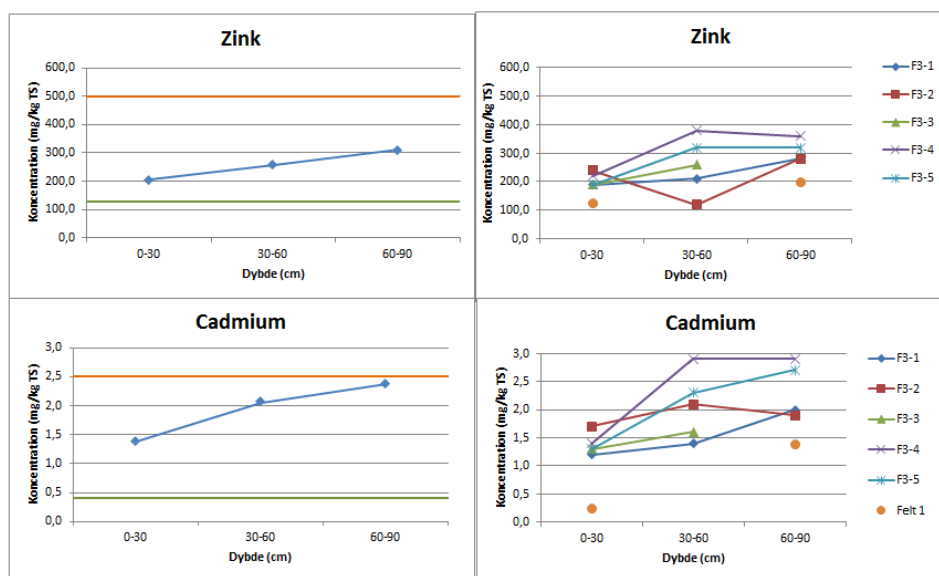
de svarer til koncentrationen i 30-60 cm (på nær for cadmium og zink, som er beskrevet herunder). For de resterende stoffer ses denne tendens tydeligt, hvis data afbildes grafisk (Figur 3-1). På graferne er nedre aktionsniveau markeret med en grøn linje, og øvre aktionsniveau er markeret med en orange linje.



Figur 3-1. Data fra Felt 3 fra Tabel 3.3 afbildet grafisk (gennemsnit). Bemærk at enheden på TBT er µg/kg TS.

For cadmium og zink gælder, at data viser, at gennemsnitskoncentrationerne stiger i 60-90 cm (venstre side) (Figur 3-2). Dog viser en detaljeret datagennemgang, at de stigende tendenser skyldes værdien af enkelte datapunkter, som det ses på graferne til højre i Figur 3-2.

Den stigende tendens i zink data i 60-90 cm skyldes den meget lave værdi i F3-1 i 30-60 cm's dybde, og at der mangler et datapunkt for F3-3 i 60-90 cm's dybde. Dette giver tilsammen den stigende tendens i zink datasættet med gennemsnitsværdier. For cadmium gælder, at der for F3-4 og F3-2 ses rigtig god overensstemmelse mellem værdierne i 30-60 cm's dybde og værdierne i 60-90 cm's dybde. For F3-5 og F3-1 ses en stigning i 60-90 cm i forhold til 30-60 cm. Det vurderes dog for både cadmium og zink, at en prøvetagning i cirka en halv meters dybde vil være udtryk for en worst-case værdi for indholdet af de to metaller.



Figur 3-2. Data fra Tabel 3.3 afbildet grafisk (gennemsnit) (grafer til venstre). Grafen til højre viser enkeltmålingerne fra alle delprøver, samt COWI's data fra Felt 1.

Til sammenligning af gennemsnitsværdierne fra hver dybde anvendes en *t*-test, som statistisk kan teste, om to middelværdier (gennemsnit) er ens eller forskellige. Resultatet af *t*-testen er en *p*-værdi, som beskriver, om der er signifikant forskel på middelværdierne eller ej. Hvis *p*-værdien er mindre end 0,05 er der signifikant forskel på middelværdierne, og hvis *p*-værdien er højere end 0,05 er der ikke signifikant forskel på middelværdierne. I analysen indgår de fem målinger fra hver dybde (fire for dybden 60-90 cm). *p*-værdier fra uparrede *t*-tests fremgår af Tabel 3.4. Her fremgår det, at der ikke er signifikant forskel på koncentrationen i dybden 30-60 cm og dybden 60-90 cm, og dette gælder for alle undersøgte stoffer.

Tabel 3.4. *p*-værdier fra uparrede *t*-tests mellem de forskellige dybder. Signifikansniveau er sat til 0,05. Signifikante forhold er markeret med fed skrift.

	<i>t</i> -test	Arsen	Cadmium	Chrom	Kobber	Kviksølv	Nikkel	Bly	Zink	PAH	TBT
p-værdier	0-30 mod 30-60	0,33	0,04	0,19	0,09	0,05	0,29	0,04	0,29	0,20	0,69
	30-60 mod 60-90	0,44	0,43	0,75	0,69	0,83	0,83	0,96	0,36	0,51	0,64
	0-30 mod 60-90	0,99	0,01	0,21	0,01	0,04	0,82	0,01	0,01	0,12	0,82

Baseret på ovenstående beskrivelse af data vurderes det, at en beskrivelse af sedimentet baseret på data fra 0-30 cm ikke vil være fyldestgørende, idet koncentrationen af miljøfarlige stoffer stiger i dybden. Dette bekræftes af *p*-værdierne fra Tabel 3.4, hvor det ses, at koncentrationen i overfladesedimentet er signifikant lavere for cadmium, kobber, kviksølv, bly og zink i forhold til de dybere lag ($p < 0,05$). Dog vurderes det, at for alle stofferne vil en prøvetagning af sediment fra cirka 50 cm's dybde være repræsentativ for en worst-case værdi, idet koncentrationen af stofferne stabiliseres i denne dybde. Dette ses ligeledes i Tabel 3.4, hvor der ikke er signifikant forskel i koncentrationerne af miljøfarlige stoffer i 30-60 cm's dybde og 60-90 cm's dybde ($p > 0,05$).

I det nedenstående præsenteres data, som vurderes at være repræsentative for det sediment, som skal klappes i forbindelse med Marina City projektet. Data stammer fra sedimentdybden 50-70 cm (udtaget i forbindelse med COWI's oprindelige prøvetagning), som svarer til middeldybden i Rambølls prøvetagning (30-60

cm) i de ovenfor nævnte analyser. Data fra sedimentdybden 50-70 cm repræsenterer derved det højeste indhold af miljøfarlige stoffer (jævnfør Figur 3-1, Figur 3-2 og Tabel 3.4), og det vurderes derfor, at data fra 50-70 cm's dybde udgør en worst-case vurdering i forhold til klapansøgningen.

4 Worst-case data fra 50-70 cm's dybde

Her præsenteres data fra sediment i 50-70 cm's dybde, som blev udtaget i forbindelse med COWIs prøvetagning, og som siden prøvetagningen har været opbevaret hos AnalyTech (se Figur 2-1). I december 2017 blev der analyseret en blandedprøve bestående af 5 nedstik fra hvert felt 1 til 13, på nær for felt 3, hvor der ikke fandtes mere sediment hos analysefirmaet (AnalyTech), idet sedimentet var blevet brugt til analyse af indhold af kvælstof (N) og fosfor (P). Data fra december 2017 er præsenteret i Tabel 4.1. Data fra Felt 3 stammer fra Rambølls prøvetagning (30-60 cm's dybde) og består af gennemsnittet af 5 prøver i feltet.

Det ses i Tabel 4.1, at alle enkeltanalyser ligger under øvre aktionsniveau, at alle enkeltanalyser for nikkel og arsen ligger under nedre aktionsniveau, og at alle enkeltanalyser for cadmium og kobber ligger over nedre aktionsniveau. For kviksølv, bly, chrom, zink, PAH, PCB og TBT ligger enkeltanalyserne både under og over nedre aktionsniveau.

Tabel 4.1. Oversigt over analysedata fra prøver udtaget i 50-70 cm's dybde (analyserne er modtaget d. 22/12-2017 fra AnalyTech). For Felt 3 gælder, at data stammer fra Rambølls prøvetagning. Det vægtede gennemsnit er beregnet ud fra de mest opdaterede graveplaner.

Felt nr	Dybde	Kviksølv	Nikkel	Cadmium	Kobber	Bly	Chrom	Arsen	Zink	Sum af 9 PAH	Sum af 7 PCB	TBT
	cm											
						mg/kg TS				µg/kg TS		
Felt 1	50-70	0,58	24	1,65	53	50	40	10	264	3,4	29,5	39
Felt 2	50-70	0,45	22	1,40	43	44	59	9,3	203	9,3	34,5	15
Felt 3	30-60	0,61	26	2,06	79	50	80	11	258	12,2	-	69
Felt 4	50-70	0,26	16	1,03	22	23	21	8,9	102	11	0,3	3,4
Felt 5	50-70	0,89	23	1,33	42	46	64	9,9	198	19	131	32
Felt 6	50-70	0,29	19	1,07	25	27	27	10	108	3,4	0,3	9,7
Felt 7	50-70	0,32	23	1,24	38	58	46	12	136	0,5	23,1	71
Felt 8	50-70	0,14	18	0,99	21	19	27	10	84	0,3	0,3	1
Felt 9	50-70	0,04	13	0,48	24	10	15	7,9	57	1,4	0,3	9,7
Felt 10	50-70	0,04	9,4	0,41	24	8,9	15	5	53	1,2	0,3	3,9
Felt 11	50-70	0,23	21	1,26	25	26	29	11	110	4,6	0,3	8,3
Felt 12	50-70	0,17	19	1,06	39	24	30	12	100	6,6	0,3	30
Felt 13	50-70	0,10	18	0,86	21	18	30	8,6	79	1,1	0,3	89
Gennemsnit		0,32	19	1,14	35	31	37	9,7	135	5,7	18,4	29,3
Vægtet gennemsnit		0,29	18	1,04	35	28	36	9,1	133	5,9	18,1	19,9
Nedre aktionsniveau		0,25	30	0,4	20	40	50	20	130	3	20	7
Øvre aktionsniveau		1	60	2,5	90	200	270	60	500	30	200	200

I Tabel 4.1 ses gennemsnittet af alle data, samt det vægtede gennemsnit, som er beregnet på den nuværende viden omkring graveplaner og uddybningsforhold. Den planlagte uddybning ses i Figur 4-1, og de tilhørende uddybningsmængder ses i

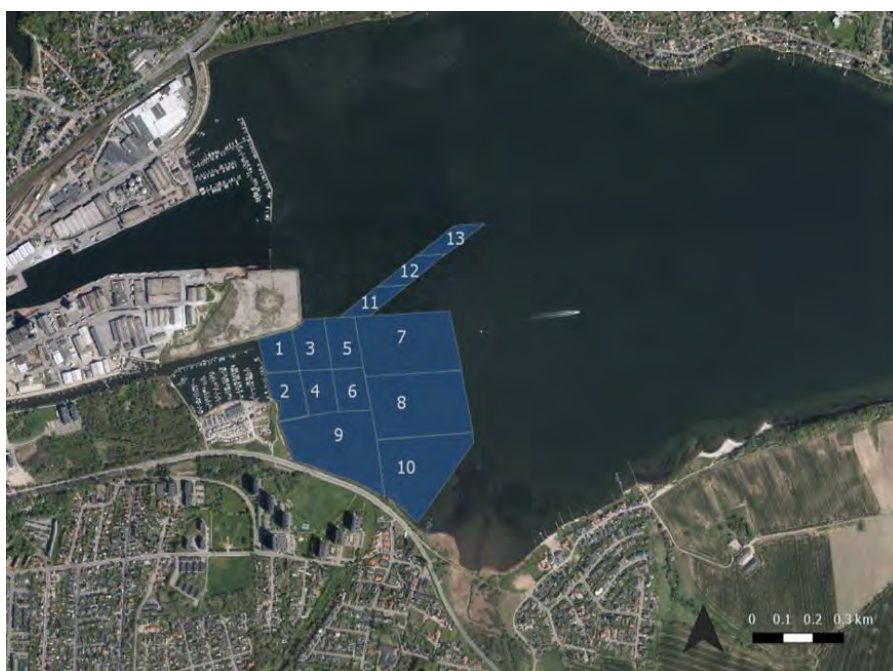
Tabel 4.2.

Baseret på det vægtede gennemsnit ses, at koncentrationerne af kviksølv, cadmium, kobber, zink, PAH og TBT ligger over nedre aktionsniveau. Cadmium, kobber og TBT vurderes at være fokusstofferne i forhold til spredning af sediment fra klapplassen, og der er modelleret på spredning af disse tre stoffer. En indledende spredningsmodellering for TBT er præsenteret i næste afsnit.

Tabel 4.2. Planlagte uddybningsmængder fra de 13 felter.

FELT	Mængde (m ³)	FELT	Mængde (m ³)
1	23.480	8	9.000
2	75.140	9	134.500
3	25.130	10	0
4	23.010	11	8.820
5	20.870	12	8.820
6	23.480	13	8.820
7	0	Total	361.070

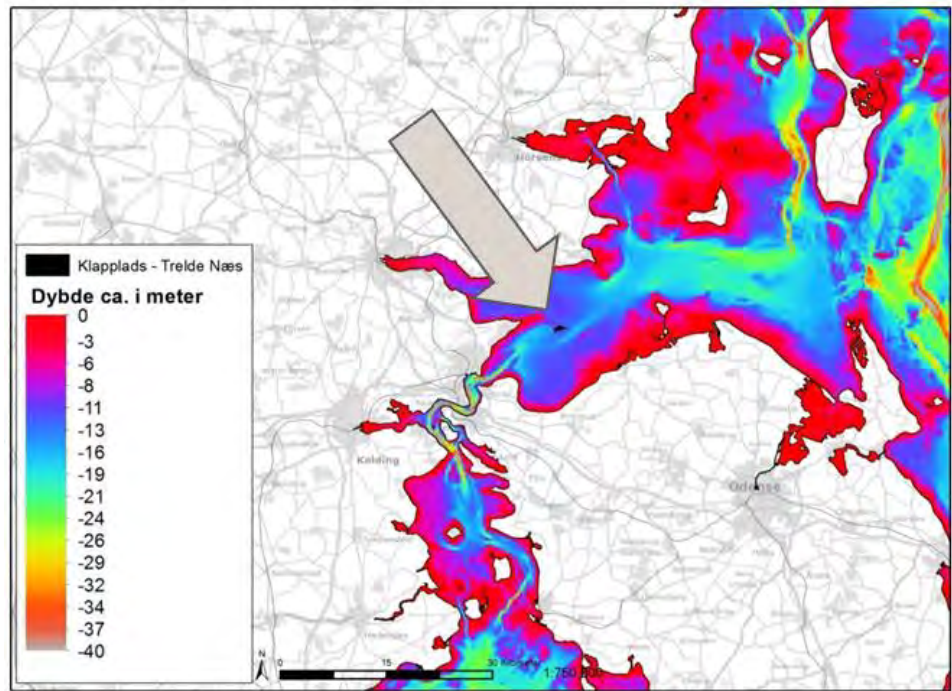
Figur 4-1. Det planlagte uddybningsområde for Marina City.



5 Indledende spredningsmodellering af sediment fra Trelde Næs klappblads

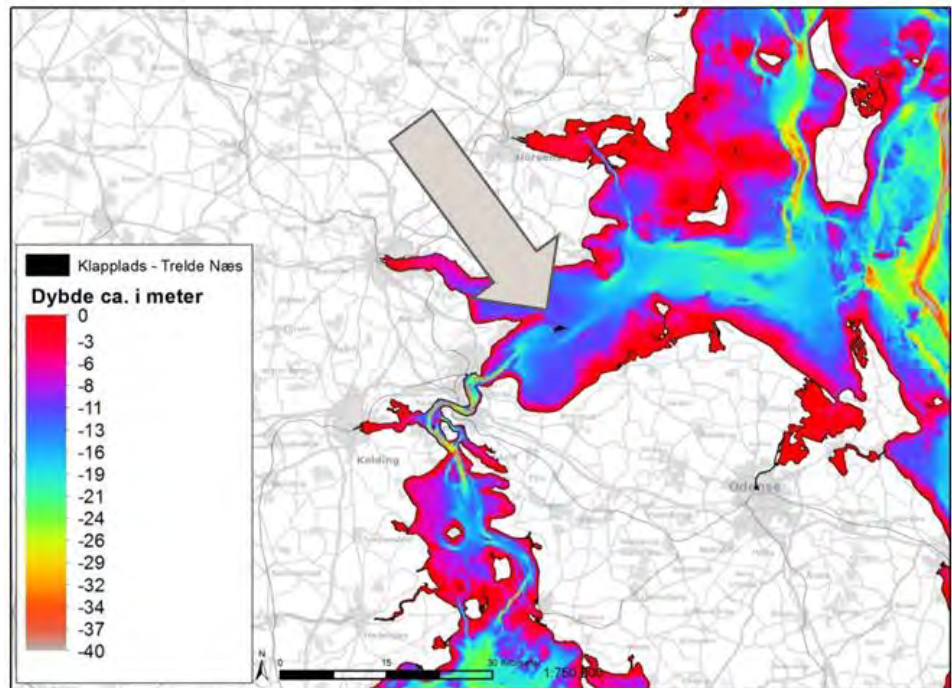
Dette notat har været fremsendt til Miljøstyrelsen, som et led i en indledende forventningsafstemning. Sagsbehandleren ved Miljøstyrelsen ønskede at se eksempler på de modelleringer, der ville blive gennemført. Nedenstående grafer er således ikke de endelige grafer, men de endelige vil fremgå af sedimentmodelleringsrapporten til klappbladsøgningen.

Det uddybede sediment ønskes klappet på klappblads K_164_01 Trelde Næs beliggende i Lillebælt (De kortlagte substrattyper nær klappbladsen forventes at bestå af en mudret sandbund, som vurderes at være sammenlignelig med den havbunds-sedimenttype, som findes i Kolding Fjord (Figur 5-2).

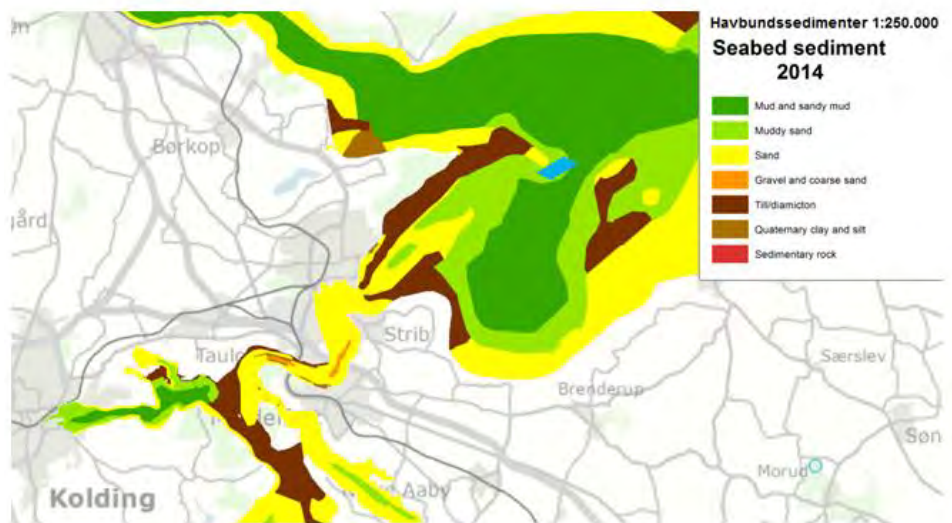


Figur 5-1).

De kortlagte substrattyper nær klappbladsen forventes at bestå af en mudret sandbund, som vurderes at være sammenlignelig med den havbundssedimenttype, som findes i Kolding Fjord (Figur 5-2).



Figur 5-1. Placering af klappladsen Trelde Næs. Klappladsen er den lille sorte firkant, som pilen peger på (data fra Geodatastyrelsen).



Figur 5-2 Kort over sedimenttyper i Kolding Fjord og ved klappladsen Trelde Næs. Omtrentlig placering af klappladsen er angivet med blå firkant. Data fra (GEUS, 2017).

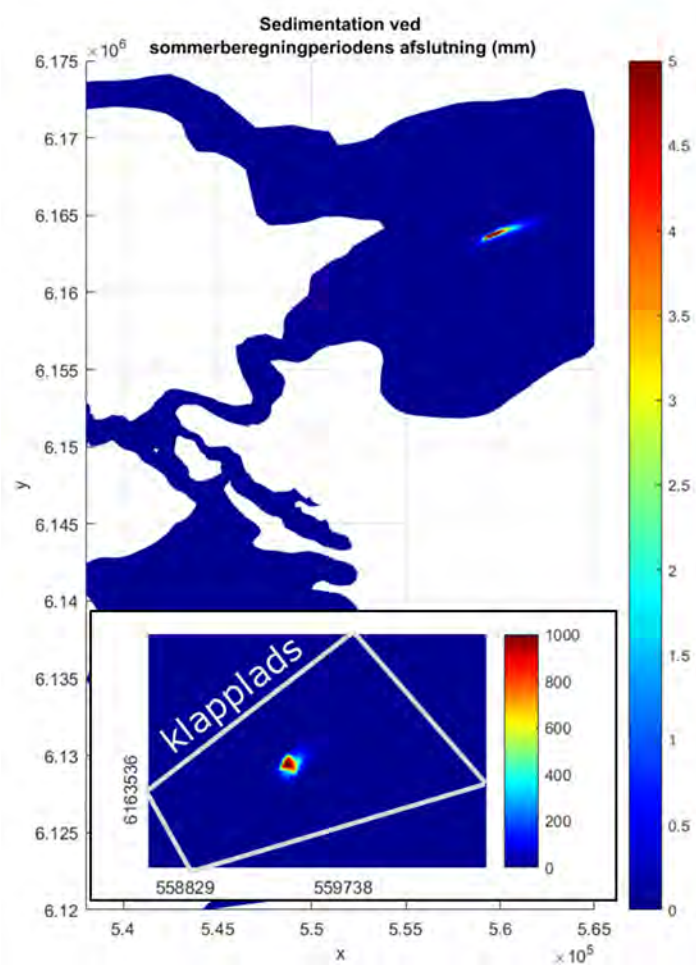
Der er foretaget indledende modelleringer af spredningen af sediment fra klappningen af sediment fra Marina City, og her præsenteres de indledende data. Modelleringen stammer fra et scenarie, hvor der klappes 4.000 m³ pr klappning én gang i døgnet.

5.1 Klappning i sommerperioden

Hvis der klappes i sommerperioden, hvor strømmen er mindre end i vinterperioden, så vil sedimentspredningen ligge som en fane og følge strømretning i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer af suspenderet stof i vandfasen

over 4 mg SS/l forekommer kun indenfor klapplassen. I området omkring Lillebælt og i området nordøst for klapplassen er koncentrationen langt under 0,5 mg SS/l, hvilket er meget lavere end områdets baggrundskoncentration på 5 mg SS/l (Vejdirektoratet, 2016).

Sedimentationen ved endt klappning ses i Figur 5-3. Den største sedimentation forekommer indenfor klapplassen og er omkring 1,4 m. I beregningen klappes al materialet i samme punkt. I virkeligheden vil materialet blive klappet på hele klapplassen og sedimenttykkelsen forventes derfor at være meget mindre. Omkring Lillebælt og nordøst for klapplassen er sedimentationen ikke større end 0,1 mm.



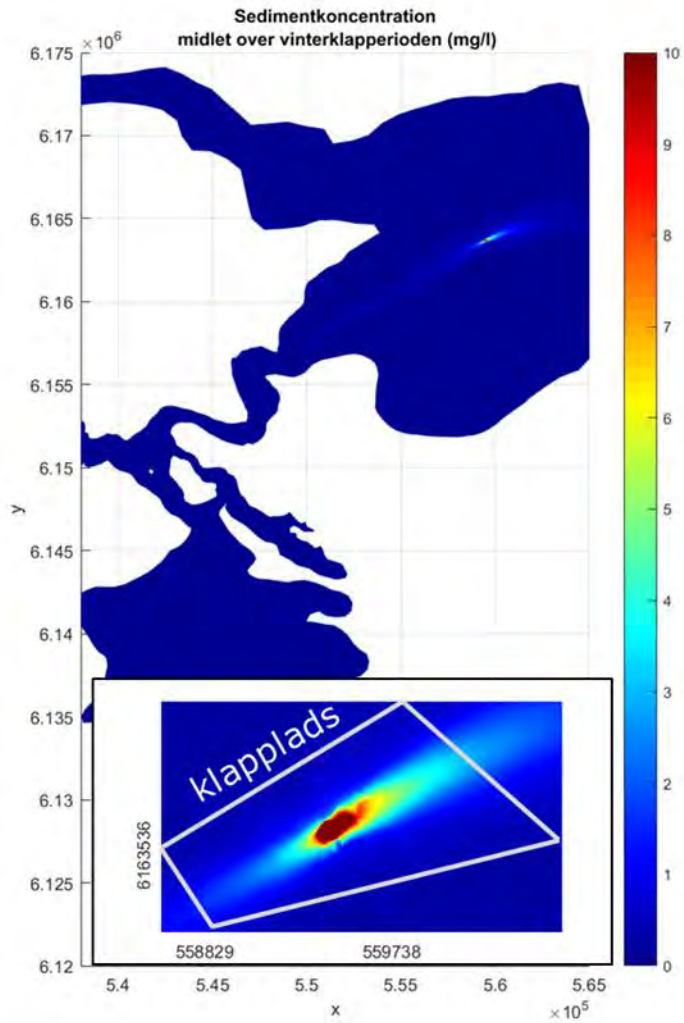
Figur 5-3. Sedimentation ved endt klappning om sommeren.

5.2 Klappning i vinterperioden

Spredningen af sediment er større ved klappning om vinteren i forhold til klappning om sommeren, da strømhastigheden er større om vinteren.

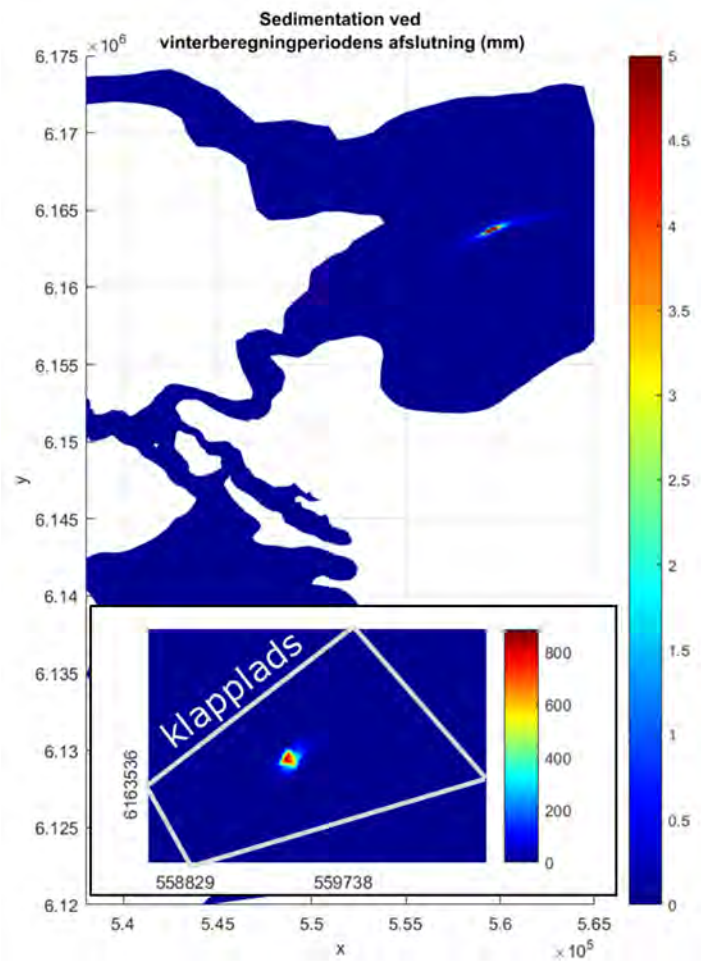
Sedimentkoncentration i vandsøjlen midlet over klapperperioden ses i Figur 5-4. Sedimentspredningen ligger som en fane og følger strømretningen i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer over 10 mg SS/l forekommer kun inden for klapplassen. I området omkring Lillebælt og nordøst for klapplassen er middel-

koncentrationerne under 0,5 mg/l, hvilket er lavere end baggrundkoncentrationen for området.



Figur 5-4. Sedimentkoncentration midlet over vinterklapperperioden.

Sedimentationen ved endt klappning ses i Figur 5-5. Den største sedimentation forekommer indenfor klappladsen og er omkring 0,8 m. I beregningen klappes al materialet i samme punkt. I virkeligheden vil materialet blive klappet på hele klappladsen og sedimenttykkelsen forventes derfor at være meget mindre. Omkring Lillebælt og nordøst for klappladsen er sedimentationen ikke større end 0,01 mm.



Figur 5-5. Sedimentation ved endt klappning om vinteren.

6 Opsamling

Det vurderes, at de senest målte værdier af sediment fra **50-70 cm's dybde** beskriver worst-case indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentet, som ønskes klappet i forbindelse med Marina City projektet. I lighed med målingerne i sedimentdybden 50-70 cm fra Felt 1-2 og 4-13 vurderes, at Rambølls data fra Felt 3 i **30-60 cm's dybde** er repræsentative. I klappansøgningen vil hele puljen af sediment (Felt 1 – 13) derfor vurderes ved hjælp af vægtede gennemsnit af indholdet af miljøfarlige stoffer i **50-70 cm's dybde. Dette vurderes at være en konservativ** vurdering, som overestimerer indholdet af miljøfarlige stoffer i hele den opgravede sedimentpulje.

Bilag 5 til klapanøgning ANALYSERAPPORT 297215

Cowi A/S

Havneparken 1
7100 Vejle
Att.: Louise Mølholm

Version: 1
Sagsnr: Kolding havn - tillægsanalyser
Rekv. nr: Att.: Louise Mølholm
Genereret: 23.06.2017
Bilag:

LAB nr:	17-04693	Prøvetager:	FSN, COWI A/S
Prøvemærkning:	Felt 1 - dybde 0.-0.3 m.u.t	Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	11 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1900 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	61 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr:	17-04694	Prøvetager:	FSN, COWI A/S
Prøvemærkning:	Felt 1 - dybde 0.5-1.0 m.u.t	Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	10 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	840 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	120 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr:	17-04695	Prøvetager:	FSN, COWI A/S
Prøvemærkning:	Felt 1 - dybde 1.5 m.u.t	Prøvetagningsmetode:	-
Prøvetype:	Havneuddybning	Prøvetagningstidspunkt:	-
Prøvested:	Kolding Havn	Prøvetagningssted:	
Grænseværdier:	Ikke oplyst	Analyseperiode:	20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	3 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	17 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1220 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	180 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04696
Prøvemærkning: Felt 2- dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	15 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1610 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	100 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04697
Prøvemærkning: Felt 2 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	15 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	820 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	97 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04698
Prøvemærkning: Felt 2 - dybde 1.5 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	8 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	680 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	110 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04699
Prøvemærkning: Felt 5- dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	6 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1850 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	50 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04700
Prøvemærkning: Felt 5 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	7 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	720 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	93 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04701
Prøvemærkning: Felt 5 - dybde 1.5 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	10 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	820 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	130 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04702
Prøvemærkning: Felt 6- dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	7 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1430 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	72 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04703
Prøvemærkning: Felt 6 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	14 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO2+NO3-N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	830 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	100 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04704
Prøvemærkning: Felt 6 - dybde 1.5 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	2 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	8 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	2 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	800 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	89 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04705
Prøvemærkning: Felt 7 - dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	9 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1790 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	63 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04706
Prøvemærkning: Felt 7 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	8 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1050 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	74 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04707
Prøvemærkning: Felt 7 - dybde 1.5 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	7 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	950 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	96 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04708
Prøvemærkning: Felt 11- dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	8 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1550 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	68 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04709
Prøvemærkning: Felt 11 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	11 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	<1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	870 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	96 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04710
Prøvemærkning: Felt 12- dybde 0.-0.3 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	8 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1220 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	66 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

LAB nr: 17-04711
Prøvemærkning: Felt 12 - dybde 0.5-1.0 m.u.t
Prøvetype: Havneuddybning
Prøvested: Kolding Havn
Grænseværdier: Ikke oplyst

Prøvetager: FSN, COWI A/S
Prøvetagningsmetode: -
Prøvetagningstidspunkt: -
Prøvetagningssted: -
Analyseperiode: 20.03.2017 - 23.06.2017

Analyseparameter	Resultat	Min	Max	Udenfor	D.L.	Metode/Reference	+/-
Nitrogen vandopløst	1 mg/kg	-	-		1	*M-0046 NP 1975:6	10%
Phosphor vandopløst	6 mg/kg	-	-		1	*M-0020 DS 292	10%
NO ₂ +NO ₃ -N	1 mg/kg	-	-		1	*M-0024 DS 222/223	10%
Ammoniak-N	<1 mg/kg	-	-		1	M-0014 DS 224	10%
BI-5	1090 mg/kg	-	-		20	M-0039 DS/EN 1899	10%
Total-N	74 mg/kg	-	-		20	M-0046 NP 1975:6	10%

Marina City

Sedimentspredning for klappads
ved Trelde Næs

Bilag 6 til klapanøgning
/ Bilag 13 til Miljörappört


KOLDING KOMMUNE

19. MARTS 2020

Indhold

1	Indledning	4
2	Fremgangsmåde og metode	4
3	Forhold ved klapplads	4
3.1	Strømforhold	4
4	Sedimentspecifikationer	6
4.1	Kornkurver	7
4.2	Miljøfarlige stoffer, BOD og glødetab	9
5	Spredning i vandsøjle under klapping	10
5.1	Hydrodynamiske model	11
5.1.1	Opsætning af strømningsmodel (MIKE 21 HD)	11
5.1.2	Opsætning af sedimentspredningsmodel (MIKE 21 MUD)	11
5.2	Resultater	11
5.2.1	Sommer	11
5.2.2	Vinter	18
6	Spredning af det klappede materiale langs bunden	26
6.1	Præsentation af klapmodel	26
6.2	Beregningsparametre	27
6.3	Resultater	29
6.3.1	Udbredelse af sedimentpøl	29
6.3.1.1	Spredning af sediment og miljøfarlige stoffer ved én enkelt klapping	29
6.3.2	Sedimentering af klapmateriale	33
6.3.2.1	Sedimentering af én klapping	33
7	Samlet spredning og sedimentation	33
7.1	Forventet udbredelse af klappet materiale	33
7.1.1	Sedimentpølsens udbredelse	36
7.2	Samlet sedimentation	41
7.2.1	Sedimentation af miljøfarlige stoffer	43
8	Ittforbrug	44

8.1	Ilforbrug for strømning over den kritiske	46
8.2	Ilforbrug for strømning under den kritiske	47
9	Kumulative effekter	49
10	Referencer	49



Projekt nr.: 227608
Dokument nr.: 1232825051
Version 1
Revision 1

Udarbejdet af SSC
Kontrolleret af JAD
Godkendt af DGP

1 Indledning

I forbindelse med etableringen af en ny lystbådehavn og bydel ved Marina Syd i Kolding skal der klappes omkring 360.000 m³.

Denne rapport redegør for spredningen af det uddybede materiale under klapping, for koncentrationsforholdene af sediment og miljøfarlige stoffer i vandfasen samt for sedimentationsforholdene langs havbunden efter klappingen. Desuden redegøres for det klappede materiales potentielle iltforbrug under og efter klappingen. Koncentrationerne af miljøfarlige stoffer sammenholdes med baggrundsværdier for området og sammenholdes med gældende miljøkvalitetskrav.

2 Fremgangsmåde og metode

Under afgravningen spredtes der typisk 5 % af det afgravede sediment i vandsøjlen, dels i forbindelse med selve graveprocessen, og dels når det afgravede materiale bringes op gennem vandsøjlen til klapprammen. Ved klappingen tabes igen ca. 5 % af sedimentet til vandsøjlen, når klapprammen åbnes, og sedimentet falder ned gennem vandsøjlen. De resterende ca. 90 % af sedimentet når havbunden på klapppladsen og spreder sig derfra langs bunden.

Ved spredning i vandsøjlen (5 % af det afgravede materiale) vil de ikke-kohæsive sedimentfraktioner som sand og grus falde ned på havbunden kort efter, at de er klappet, mens de ikke kohæsive fraktioner som ler og fint silt vil blive ført med strømmen. Spredning af det klappede materiale, der når bunden, afhænger af strømhastigheden. Ved små strømhastigheder vil sedimentet aflejres på klapppladsen. Ved store strømhastigheder vil det klappede materiale blive transporteret væk fra klapppladsen langs bunden i en sedimentpøl. Det er i forbindelse med denne spredning, at der potentielt kan ske spredning af miljøfarlige stoffer. Desuden kan der potentielt opstå et øget iltforbrug, hvis det klappede materiale indeholder større mængder af organisk materiale.

Vurderingen af spredningen i vandsøjlen (5 % af det afgravede materiale) baseres på beregninger foretaget med DHI's software MIKE HD og MIKE MUD, som beskrevet i [1]. Der udvælges to modelperioder, der repræsenterer de normale forhold henholdsvis om vinteren og sommeren.

Vurderingen af spredningen af det klappede materiale, der når klapppladsens bund, sker ved hjælp af den af NIRAS og Flemming Bo Pedersen udviklede "Klapmodel" [2].

3 Forhold ved klappplads

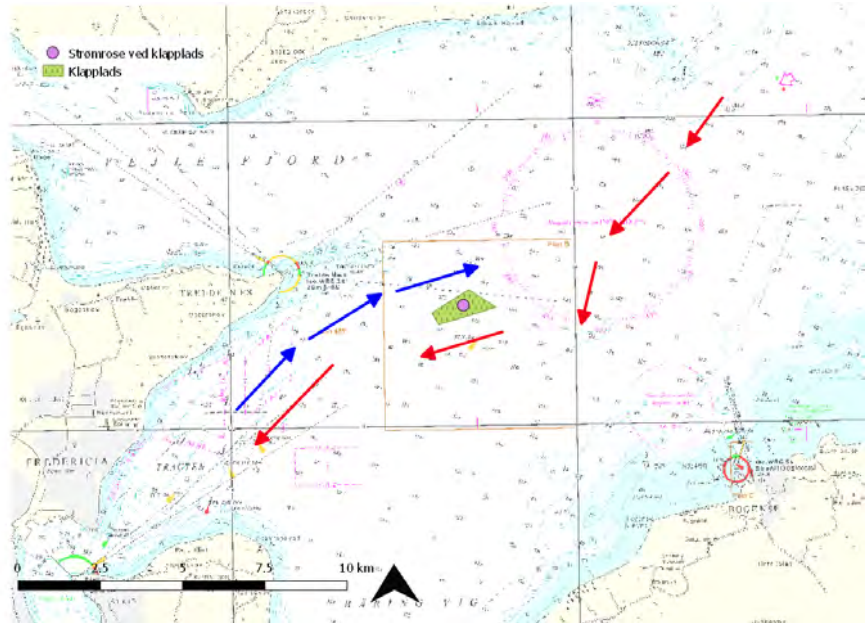
Klapppladsen er beliggende cirka 5,5 km øst for Trelde Næs, syd for udmundingen til Vejle Fjord som vist i Figur 3.1. Klapppladsens samlede areal udgør ca. 1 km². Vanddybden er ifølge søkort omkring 15 m. Med et krav om ikke at reducere vanddybden til mindre end 14 m giver det en kapacitet på klapppladsen på omkring 0,001 km³, under antagelse af at intet af sedimentet transporteres væk fra klapppladsen.

3.1 Strømforshold

Hovedstrømmen, som løber frem og tilbage gennem Lillebælt, er generelt styret af de regionale vejrforhold og de lokale bundforhold. Ved indstrømning (røde pile på Figur 3.1) presser havbunden strømmen øst og vest om klapppladsen og ved udstrømning (blå pile på Figur 3.1) løber strømmen nord om klapppladsen. Denne

generelle strømning frem og tilbage gennem Lillebælt bliver overlejret af den lokalt vindgenererede strøm.

Figur 3.1: Klapplads Trelde Næs markeret med grøn firkant. I figuren er position for strømroser og generelle strømforhold ved klappladsen også angivet, se næste afsnit.



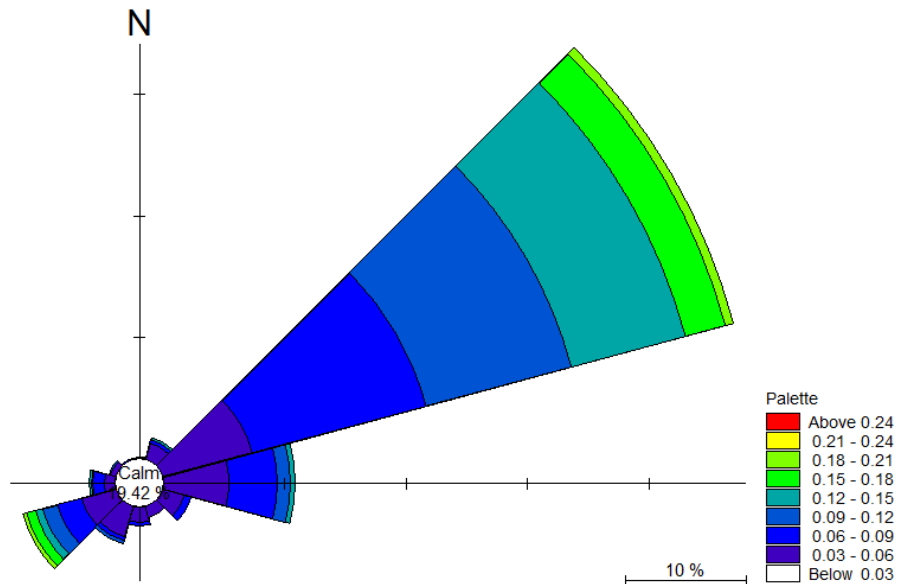
Strømhastigheden varierer fra sæson til sæson. Figur 3.2 og Figur 3.3 viser strømhastigheden på klappladsen. Positionen for de viste strømhastigheder er angivet i Figur 3.1, for de to valgte simuleringsperioder:

- o Sommer, 15/6-2011 - 9/9-2011,
- o Vinter, 7/11-2011 - 31/1-2012.

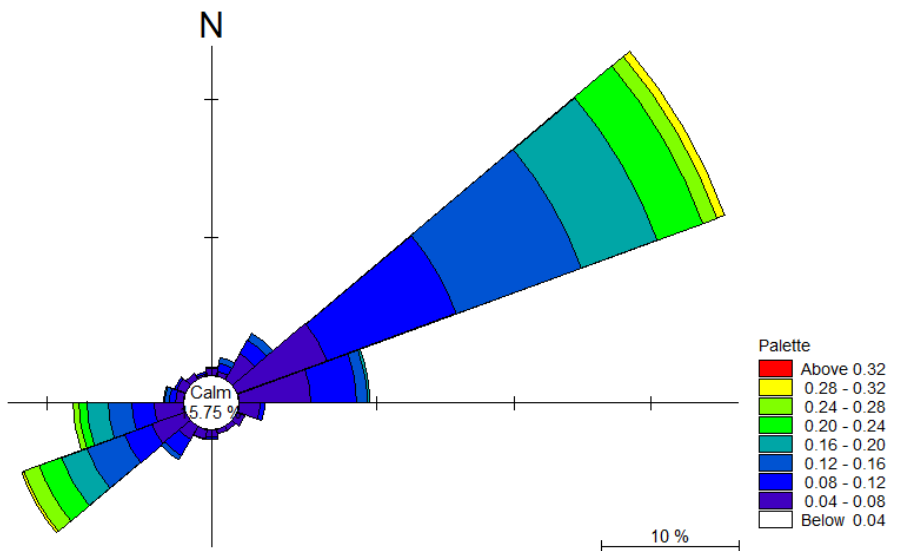
For detaljeret forklaring på valg af periode henvises til [1].

I sommerperioden er strømmen aldrig større end 0,2 m/s på klappladsen, mens strømmen om vinteren når op på cirka 0,3 m/s i nordøstlig retning. Strømretningen varierer primært mellem sydvest og nordøst. Af strømroserne på Figur 3.2 og Figur 3.3 ses det yderligere, at strømmen oftere er i nordøstlig retning end i sydvestlig retning. Både sommer og vinter er strømmen i nordøstlig retning cirka 3 gange så ofte som i sydvestlig retning.

Figur 3.2: Strømrose for sommerperioden (15/6-2011 - 9/9-2011).



Figur 3.3: Strømrose for vinterperioden (7/11-2011 - 31/1-2012).



4 Sedimentspecifikationer

Ved uddybning af sediment spildes der omkring 5 % af det opgravede materiale, og der er et behov for at klippe ca. 360.000 m³. Der planlægges at klippe op til 4.000 m³ pr klappning pr døgn.

Under selve klappningen forventes det, at 5 % tabes i vandsøjlen. Spredning af disse 5 % behandles i sektion 5, mens spredningen af de resterende 95 %, der falder til bunds på klapppladsen, behandles i sektion 6.

Der er gennemført en sedimentundersøgelse af området øst for Marina Syd for Kolding Kommune [3]. Prøveområderne er angivet i Figur 4.1.

Figur 4.1: Inddeling af felter for sedimentprøver.



Der er udtaget en sedimentprøve i hvert felt af de øverste 0-0,3 m af sedimentet. Hver prøve til analyse bestod af en sammenblanding af 4-5 delprøver per nedstik, som var jævnt fordelt i hvert område. Derudover blev der taget vertikale blandede sedimentprøver fra 0,5 m under havbund til intakte lag (formentlig omkring 0,7 m under havbund) samt prøver i 1,5 m dybde.

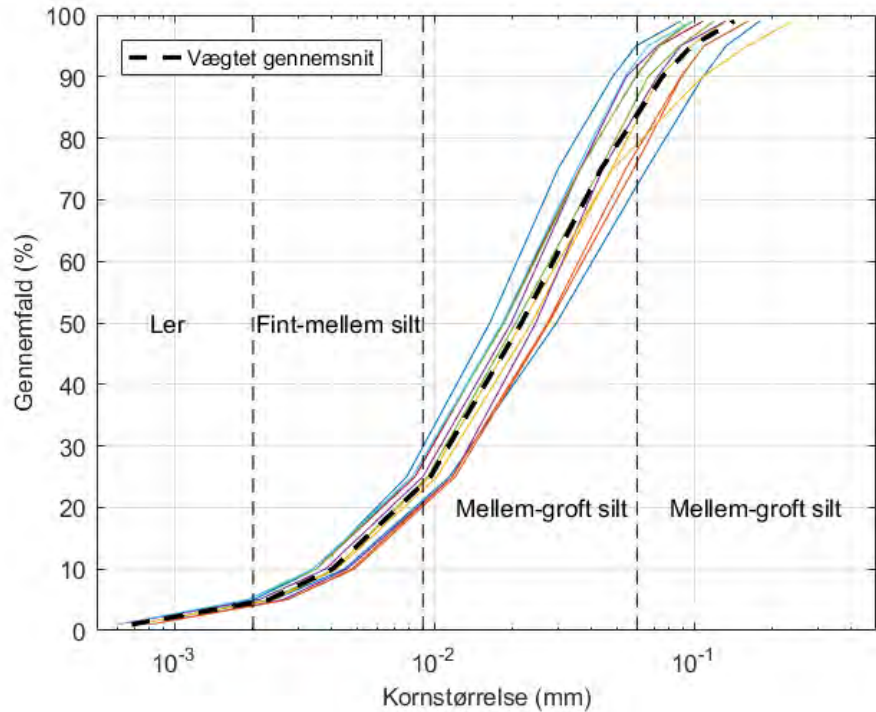
I sejlrenden (felt 11-13) blev der påvist aflejret materiale til 0,3 meter under havbunden og herunder intakte lag bestående af gytje. I området øst for Marina Syd blev der i felt 1 og felt 3 konstateret aflejret materiale til ca. 0,9 m under havbunden. I de resterende felter (felt 2 og felt 4-10) blev der konstateret aflejret materiale til omkring 0,6-0,7 meter under havbunden. Herunder blev der konstateret intakte lag i form af gytje.

4.1 Kornkurver

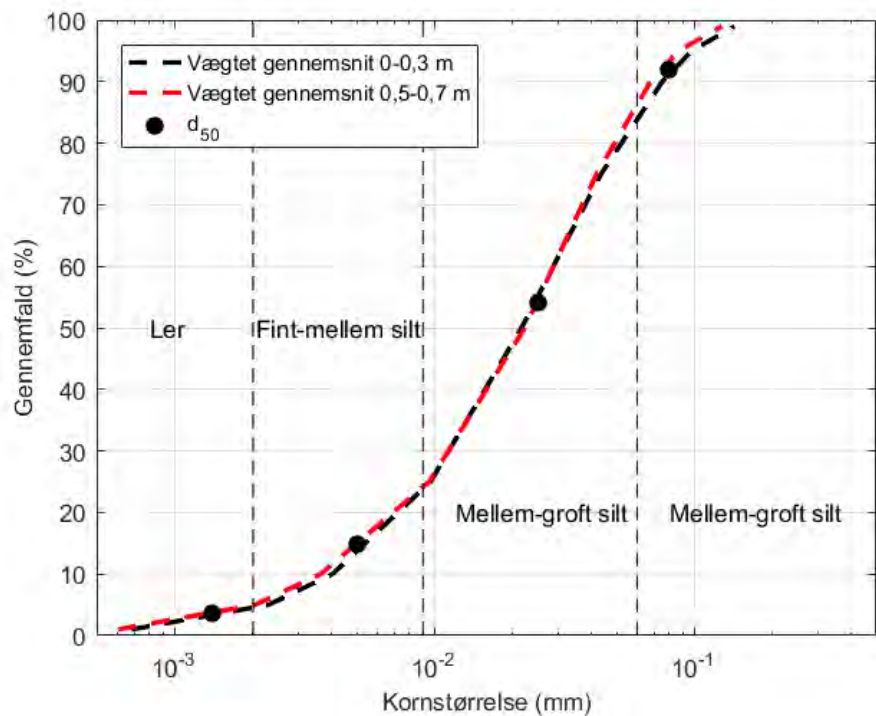
Der er afrapporteret kornkurver i alle 13 felter for det øverste lag 0-0,3 m under havbunden samt i dybden 0,5 m under havbunden for alle felter på nær felt 3. Kornkurverne for det øverste lag (0-0,3 m) er vist i Figur 4.2 sammen med det vægtede gennemsnit baseret på sedimentvolumen fra hvert felt. Inddelingen i fire forskellige sedimentfraktioner, fra Jakobsen et al. [4], ses også i figuren.

I Figur 4.3 sammenlignes det vægtede gennemsnit af kornkurverne i dybden 0-0,3 m under havbunden med det vægtede gennemsnit af kornkurverne i dybden 0,5 m. Det ses, at de to kurver er meget ens. I felt 11-13 findes de intakte lag i form af gytje som nævnt i dybden 0,5 m, mens det for de andre felter er aflejret materialer kornkurven af baseret på. I forbindelse med den nye Vejle Fjord Bro blev der lavet en VVM redegørelse. NIRAS skrev i den forbindelse et notat [5], som beskrev sedimentet i Vejle Fjord. I midten af fjorden var overfladesedimentet gytje, og kornkurverne var meget lig kornkurverne i Figur 4.3. Kornkurverne i Figur 4.3 antages derfor at være repræsentative også for de intakte lag i alle felter.

Figur 4.2: Kornkurver af de 13 felter (0-0,3 m) samt for det vægtede gennemsnit (stiplet linje). Data er fra [3].



Figur 4.3: Vægtede gennemsnit af kornkurver i dybderne 0-0,3 m og 0,5 m. Mediankornstørrelse af de fire sediment-fraktioner er vist med sort prik.



I Tabel 4.1 er andelen af de fire sedimentfraktioner angivet for det vægtede gennemsnit sammen med median-kornstørrelsen af hver fraktion. Denne er også

vist med sorte prikker i Figur 4.3. De to groveste sedimentfraktioner udgør 77 % af den totale mængde. I Tabel 4.1 er sedimentfraktionernes faldhastighed også angivet og er beregnet som

$$w_s = \frac{(s - 1)gd_{50}^2}{18\nu}$$

hvor $s=2,65$ er tørstoffets relative densitet i forhold til vandets, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ er tyngdeaccelerationen, d_{50} er mediankornstørrelsen og $\nu=1,307 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ er vandets kinematiske viskositet ved 10°C .

Tabel 4.1: Andelen af de fire sedimentfraktioner baseret på det vægtede gennemsnit af kornkurverne samt de tilhørende mediankornstørrelser og faldhastighed.

	Ler	Fint-mellem silt	Mellem-grov silt	Fint sand
Andel (%)	5	18	60	17
Mediankornstørrelse (mm)	0,0014	0,005	0,025	0,08
Faldhastighed (mm/s)	0,002	0,02	0,5	5,0

Rumvægtene anvendt i sedimentspredningsanalyserne for Vejle Fjord Bro anvendes derfor også i disse beregninger. Den våde rumvægt er 1.200 kg/m^3 , og den tørre rumvægt er 1.870 kg/m^3 .

4.2 Miljøfarlige stoffer, BOD og glødetab

Sedimentprøverne er blevet analyseret for følgende miljøfarlige stoffer: kviksølv, nikkel, cadmium, kobber, bly, chrom, arsen, zink, PCB, TBT og PAH. Yderligere blev tørstofindholdet og glødetabet analyseret.

Analyseresultaterne ses i Tabel 4.2. Data er yderligere beskrevet i klappansøgningen. Miljøstyrelsens nedre og øvre aktionsniveauer for klappning er angivet i tabellen. Alle målte koncentrationer af miljøfarlige stoffer er under de øvre aktionsniveauer.

Koncentrationen af både nikkel og arsen er i alle felter under nedre aktionsværdi, mens alle felter har koncentrationer af cadmium og kobber mellem nedre og øvre aktionsværdi. For de øvrige miljøfarlige stoffer varierer det fra felt til felt om koncentrationen er under nedre eller mellem nedre og øvre aktionsværdi.

Tabel 4.2: Analyseresultater af sedimentprøver (se klappansøgningen for detaljer).

Felt nr	Dybde cm	Kviksølv	Nikkel	Cadmium	Kobber	Bly	Chrom	Arsen	Zink	Sum af 9 PAH	mg/kg TS	
											Sum af 7 PCB	TBT
Felt 1	50-70	0,58	24	1,65	53	50	40	10	264	3,4	29,5	39
Felt 2	50-70	0,45	22	1,40	43	44	59	9,3	203	9,3	34,5	15
Felt 3	30-60	0,61	26	2,06	79	50	80	11	258	12,2	-	69
Felt 4	50-70	0,26	16	1,03	22	23	21	8,9	102	11	0,3	3,4
Felt 5	50-70	0,89	23	1,33	42	46	64	9,9	198	19	131	32
Felt 6	50-70	0,29	19	1,07	25	27	27	10	108	3,4	0,3	9,7
Felt 7	50-70	0,32	23	1,24	38	58	46	12	136	0,5	23,1	71
Felt 8	50-70	0,14	18	0,99	21	19	27	10	84	0,3	0,3	1
Felt 9	50-70	0,04	13	0,48	24	10	15	7,9	57	1,4	0,3	9,7
Felt 10	50-70	0,04	9,4	0,41	24	8,9	15	5	53	1,2	0,3	3,9
Felt 11	50-70	0,23	21	1,26	25	26	29	11	110	4,6	0,3	8,3
Felt 12	50-70	0,17	19	1,06	39	24	30	12	100	6,6	0,3	30
Felt 13	50-70	0,10	18	0,86	21	18	30	8,6	79	1,1	0,3	89
Gennemsnit		0,32	19	1,14	35	31	37	9,7	135	5,7	18,4	29,3
Vægtet gennemsnit		0,29	18	1,04	35	28	36	9,1	133	5,9	18,1	19,9
Nedre aktionsniveau		0,25	30	0,4	20	40	50	20	130	3	20	7
Øvre aktionsniveau		1	60	2,5	90	200	270	60	500	30	200	200

I de følgende beregninger betragtes specifikt cadmium, kobber, zink, kviksølv og TBT, idet koncentrationerne af disse stoffer ligger mellem nedre og øvre aktionsniveauer for størstedelen af felterne. Vægtede gennemsnitskoncentrationer af disse stoffer er baseret på alle prøver angivet i Tabel 4.3. Det er disse værdier, der anvendes i nedenstående beregninger.

Tabel 4.3: Vægtede gennemsnitskoncentrationer af cadmium, kobber, zink og TBT baseret på alle sedimentprøver.

Stof	Cadmium	Kobber	Zink	TBT
mg/kg TS	1,04	35	133	0,02

Sedimentprøverne er også testet for BOD (Biochemical Oxygen Demand), som er fundet til 1.142 mg O₂/kg prøve. BOD er bestemt som sedimentets biokemiske iltforbrug efter 5 dage i mørke ved 20 °C.

Det gennemsnitlige tørstofindhold er fundet til at være 33 %. Udfra dette kan vandindholdet udregnes til:

$$\text{Vandindhold} = \frac{100\% - \text{TS}}{\text{TS}} 100\% = 203\%.$$

Dette betyder, at vandindholdet er cirka dobbelt så stort som tørstofindholdet. Glødetabet er cirka 13 % af tørstoffet.

5 Spredning i vandsøjle under klappning

Cirka 5 % af det klappede materiale tabes i vandsøjlen. Dette svarer til cirka 18.000 m³. I dette afsnit betragtes spredning af disse 5 % af det klappede materiale.

5.1 Hydrodynamiske model

5.1.1 Opsætning af strømningssmodel (MIKE 21 HD)

De hydrodynamiske forhold i området omkring den planlagte klappning er evalueret ved brug af en MIKE 21 HD model, som er en todimensionel model til beskrivelse af de hydrodynamiske processer. Modellen er kørt for en sommer- og vinterperiode som beskrevet i afsnit 3.1. En detaljeret beskrivelse af modelopsætningen er givet i [1].

5.1.2 Opsætning af sedimentspredningsmodel (MIKE 21 MUD)

Til beregning af spild fra klappning af uddybningsmaterialet er anvendt det til MIKE 21 hørende modul MUD. MUD beskriver transport, erosion og aflejring af sediment som en funktion af strømmingen. Modulen kan anvendes til bl.a. modellering og overvågning af sedimentspild opstået i forbindelse med oprensings- og uddybningsaktiviteter. En detaljeret beskrivelse af modelopsætningen er givet i [1].

Spredning af alle fire sedimentfraktioner, angivet i Tabel 4.1, betragtes i beregningerne. Spildet frigives i modellen på én position lokaliseret i midten af klapplassen. Det antages, at der klappes 4.000 m³ sediment pr døgn fordelt på én klappning. De 5 %, der tabes i vandsøjlen, udgør 200 m³ pr døgn. I beregningen antages det, at disse tabes jævnt over hele døgnet svarende til 23 cm³/s. I virkeligheden vil al spildet blive tabt over en meget kortere periode, svarende til den tid, det tager at tømme en Pram. Ifølge [6] vil dette lokalt give højere koncentrationer af suspenderet sediment i vandsøjlen end beregningsresultaterne giver udtryk for, men erfaringer viser, at sedimentet vil bevæge sig som samlede sedimentskyer væk fra klapplassen, hvilket påvirker flora og fauna mindre end længerevarende permanent nedsættelse af lysnedtrængningen i vandsøjlen [7]. Således er anvendelsen af en gennemsnitlig spildrate en konservativ tilgang.

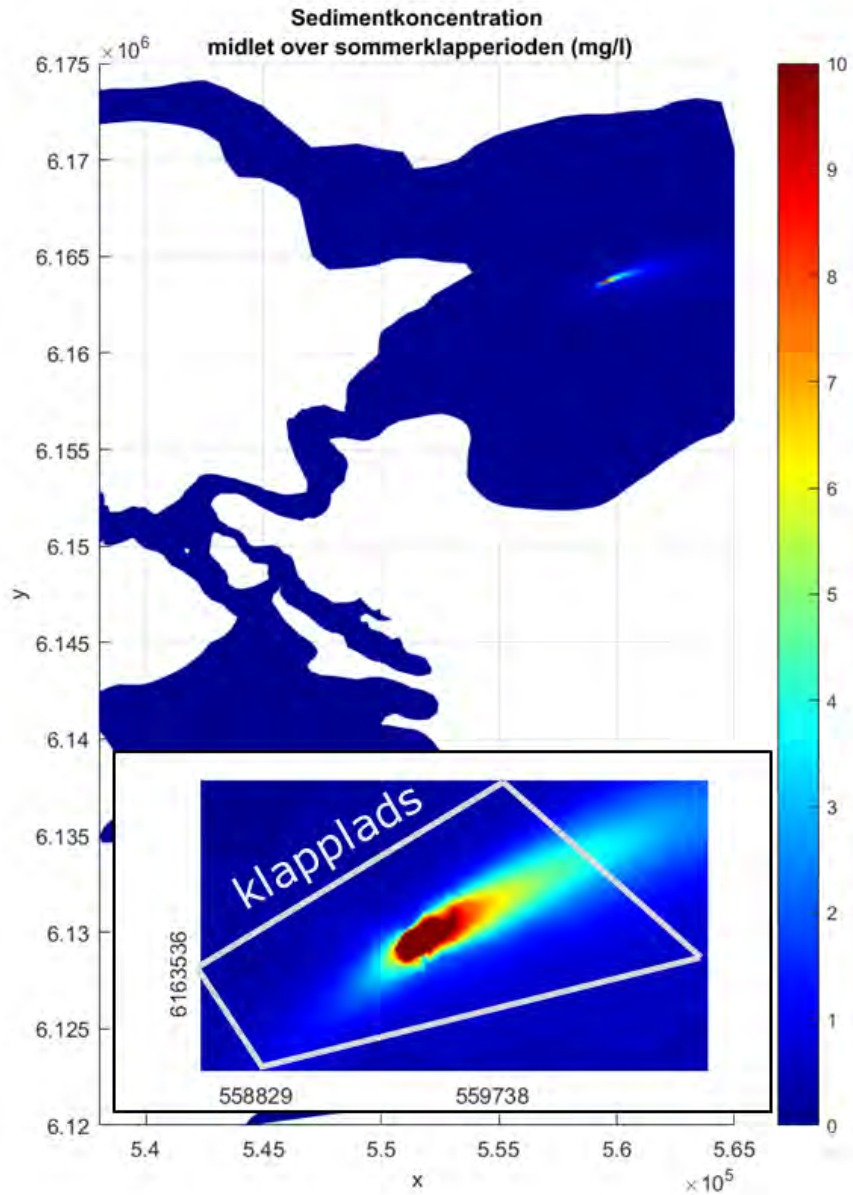
5.2 Resultater

Der er foretaget en sommer- og vinterberegning. I det følgende præsenteres resultaterne af beregningerne omhandlende de 5 % sediment, som tabes i vandsøjlen.

5.2.1 Sommer

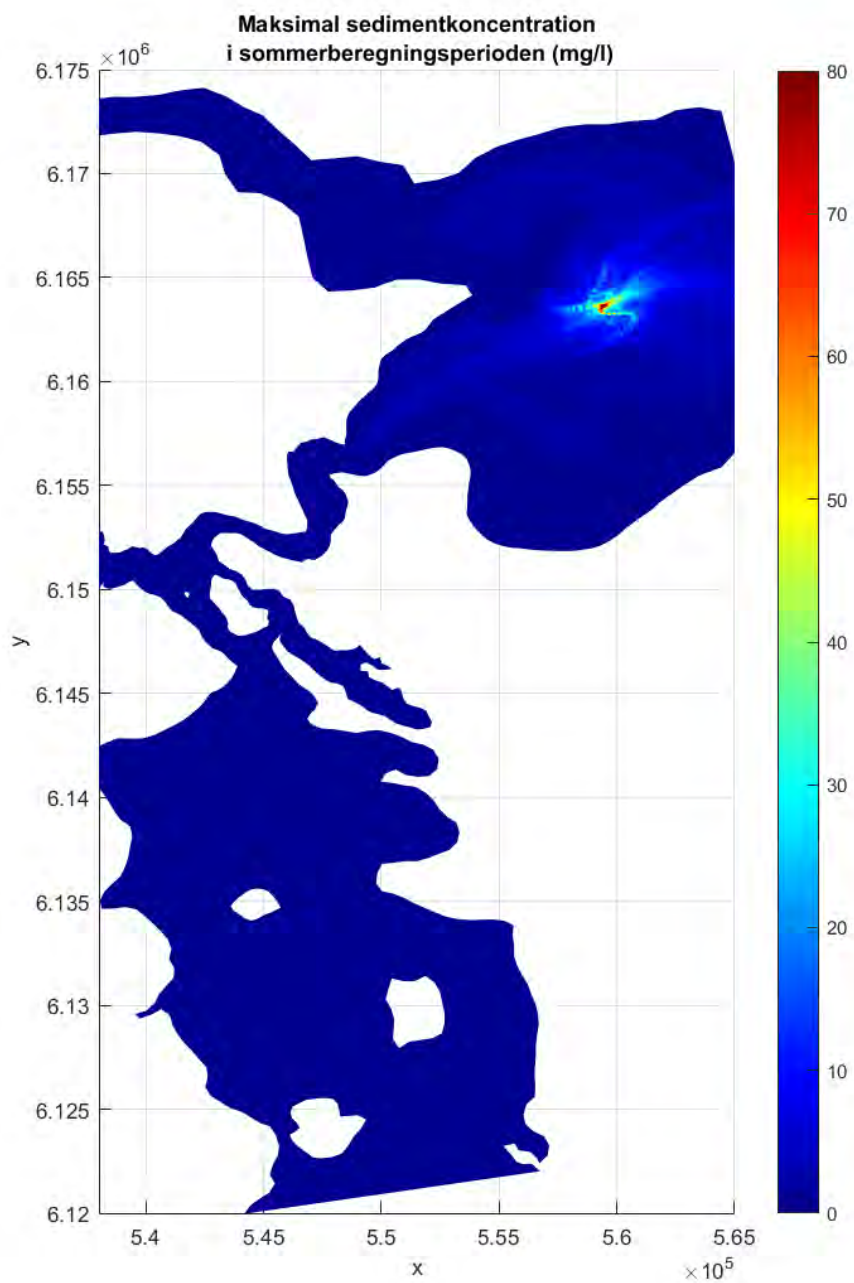
Sedimentkoncentration i vandsøjlen midlet over klapperperioden ses i Figur 5.1. Det suspenderede sediment (SS) ligger som en fane og følger strømretning i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer over 4 mg SS/l forekommer kun inden for klapplassen. I området omkring Lillebælt og i området nordøst for klapplassen er koncentrationen langt under 0,5 mg SS/l, hvilket er lavere end baggrundskoncentrationen i området.

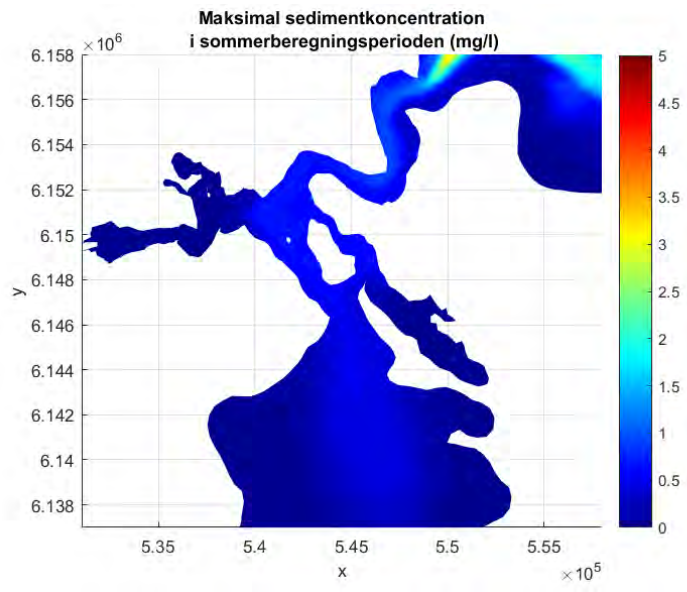
Figur 5.1:
Sedimentkoncentration midlet over sommerklapperperioden.



De størst forekommende koncentrationer under klapperperioden er vist i Figur 5.2. På klappladsen er koncentrationen omkring 80 mg SS/l, men falder til under 20 mg SS/l 2 km væk fra klappladsen. I området omkring Lillebælt I (Figur 5.2 nederst) og nordøst for klappladsen er den maksimale koncentration ikke større end 3 mg SS/l. Det fremgår ikke af figuren hvad varigheden af disse koncentrationer er. Men koncentrationer over 30 mg/l forekommer samlet højst én dag, dvs. der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere. Varigheden af koncentrationer på 80 mg/l inde på klappladsen forventes ikke at have en varighed på mere end et par timer. Så er sedimentet enten transporteret videre eller faldet til bunds.

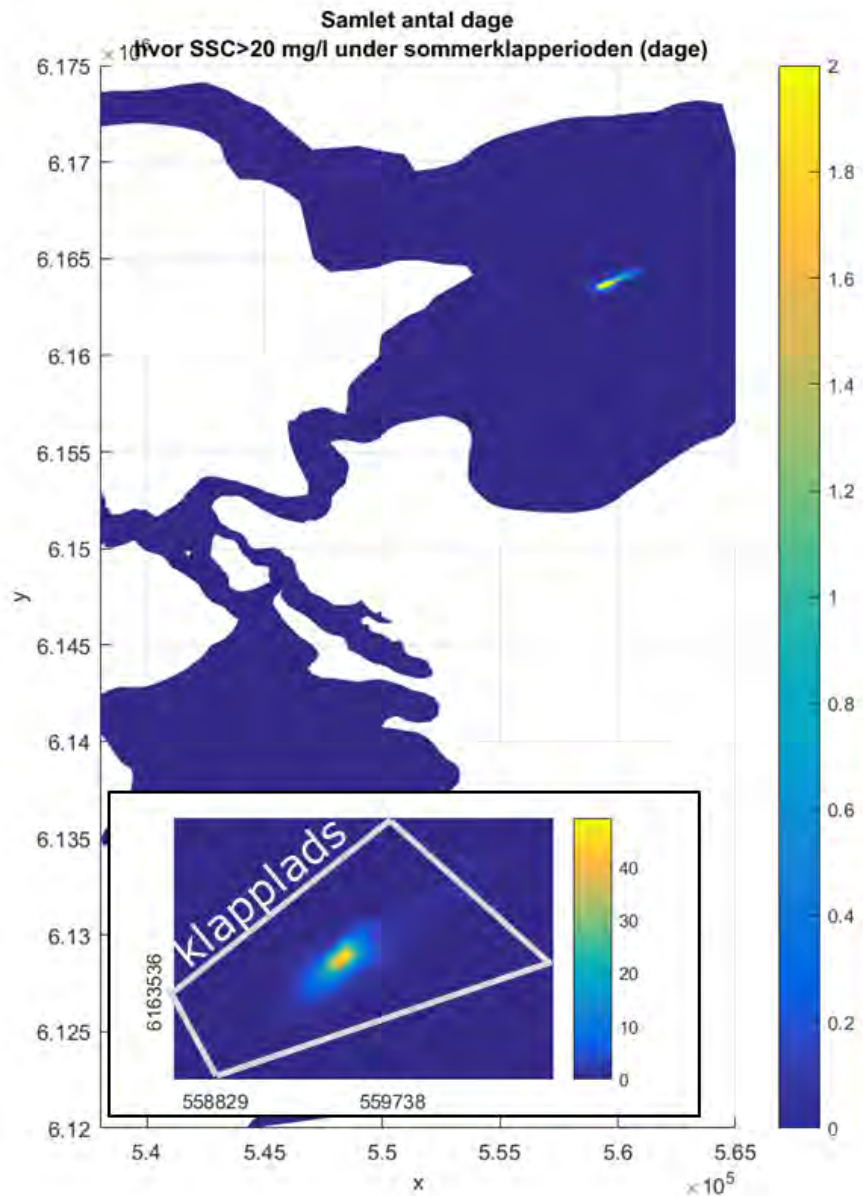
Figur 5.2: Maksimal sedimentkoncentration i vandfasen under sommerklapperperioden (mg SS/l).



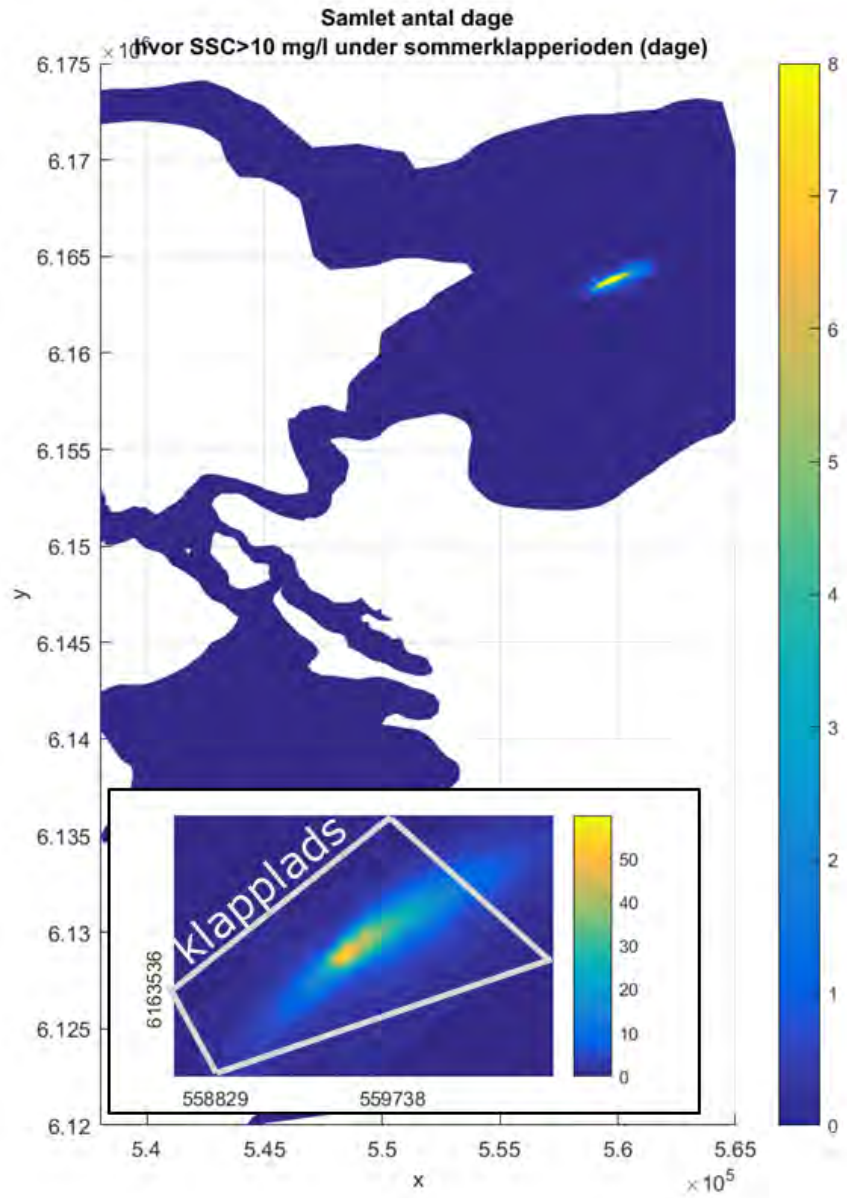


I Figur 5.3 og Figur 5.4 ses det, at koncentrationer større end 20 og 10 mg SS/l forekommer samlet over henholdsvis 40 og 50 dage i midten af klapplassen. Dette skyldes, at al det klappede materiale i beregningen klappes i samme position. I virkeligheden vil klappingen blive fordelt på hele klapplassen. Det forventes derfor, at det samlede antal dage med koncentrationer over 20 og 10 mg SS/l vil være mindre. Det er vigtigt at pointere, at dette er det samlede antal dage. Dvs., der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere.

Figur 5.3: Antal dage hvor mængde af suspenderet sediment overstiger 20 mg SS/l under sommerklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem hvor koncentrationen er under 20 mg/l.

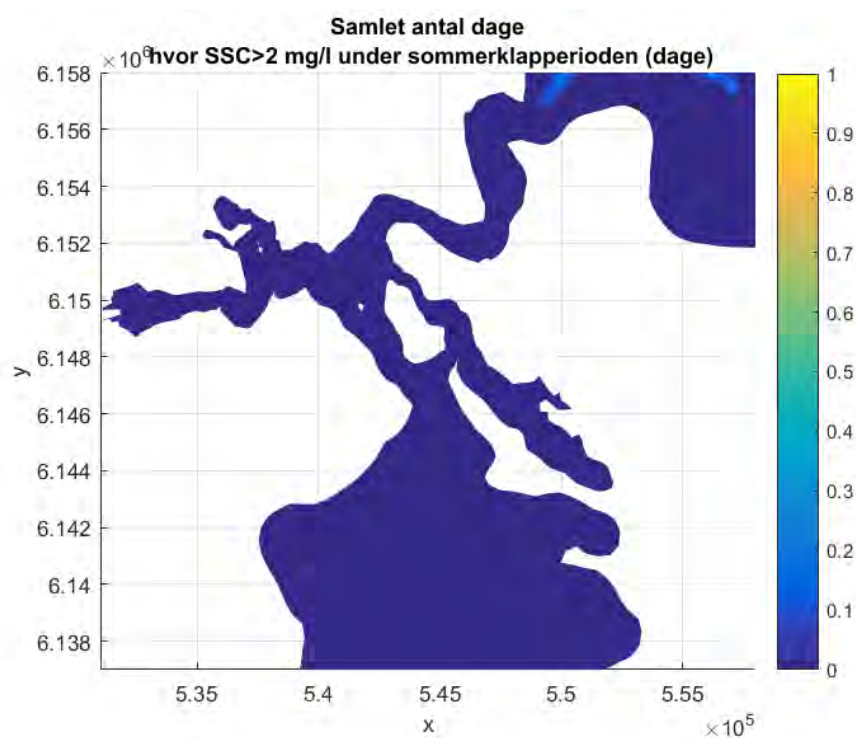


Figur 5.4: Antal dage hvor mængde af suspenderet sediment overstiger 10 mg SS/l under sommerklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem hvor koncentrationen er under 10 mg/l.



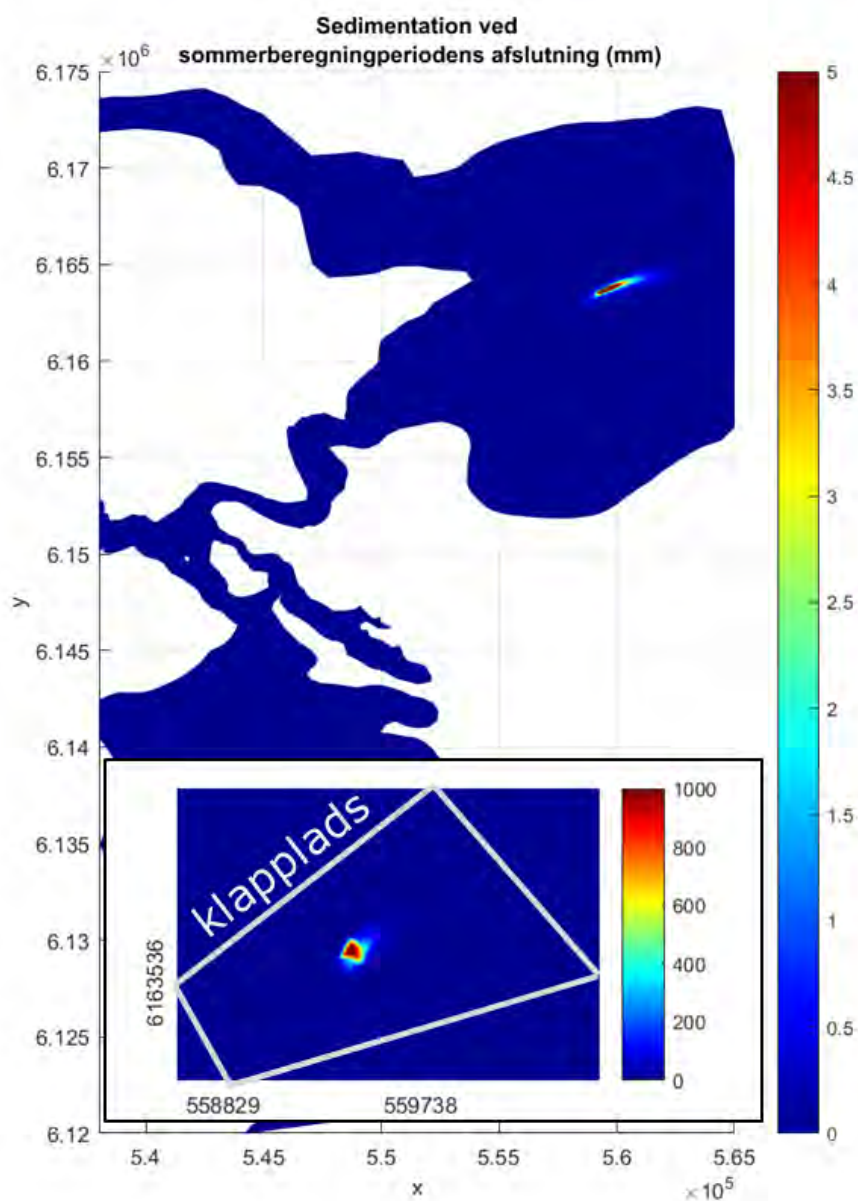
I Figur 5.5 ses det, at koncentrationer større end 2 mg/l i Lillebælt samlet forekommer under en dag i klapperperioden. Det er vigtigt at pointere, at dette er det samlede antal dage. Det vil sige, at der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere.

Figur 5.5: Antal dage hvor mængden af suspenderet sediment overstiger 2 mg SS/l under sommerklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem hvor koncentrationen er under 2 mg/l.



Sedimentationen ved endt klapping ses i Figur 5.6. Den største sedimentation foregår indenfor klapplassen og er omkring 1 m. I beregningen klappes al materialet i samme punkt. I virkeligheden vil materialet blive klappet på hele klapplassen, og sedimenttykkelsen forventes derfor at være meget mindre. Dette diskuteres yderligere i afsnit 7.2. Omkring Lillebælt og nordøst for klapplassen er sedimentationen ikke større end 0,1 mm.

Figur 5.6: Sedimentation ved endt klappning om sommeren.

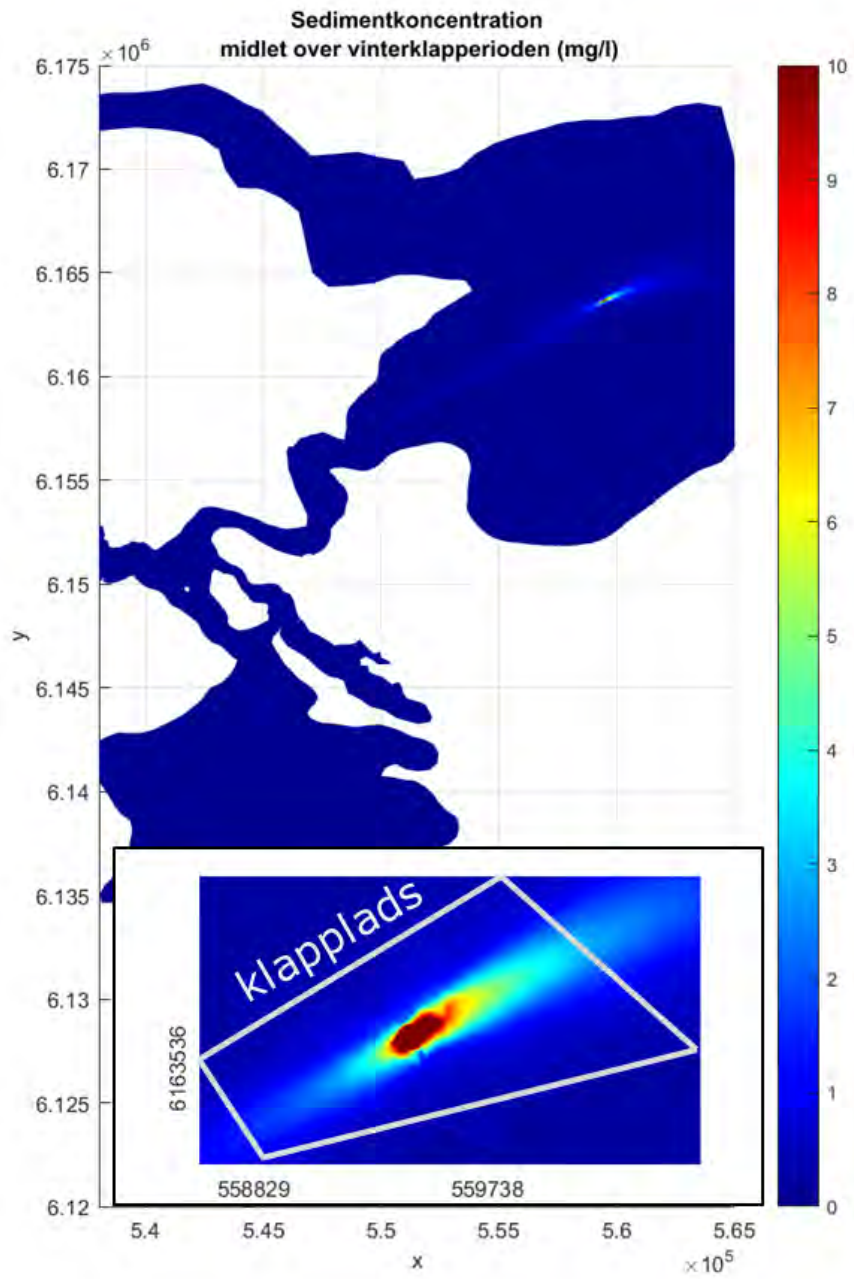


5.2.2 Vinter

Spredningen af sediment er større ved klappning om vinteren i forhold til klappning om sommeren, da strømhastigheden er større om vinteren.

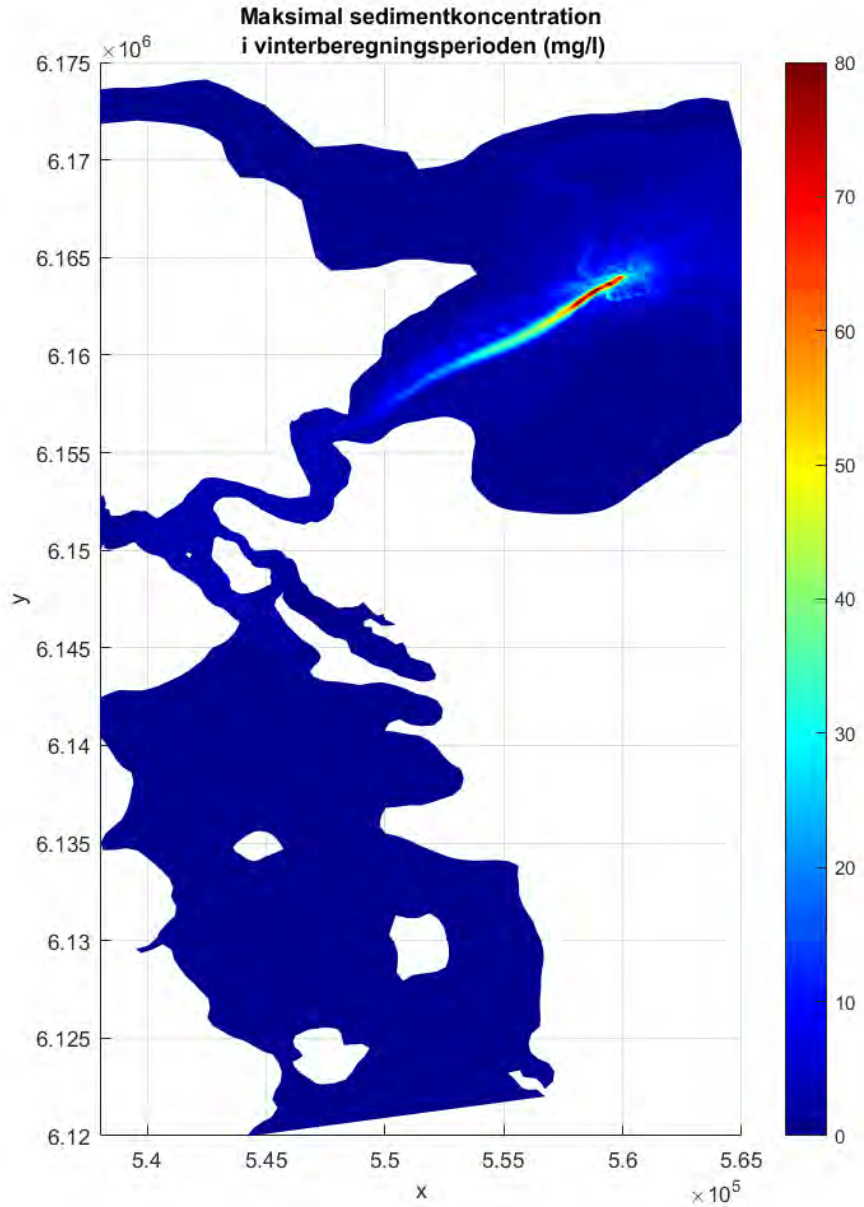
Sedimentkoncentrationen i vandsøjlen midlet over klapperperioden ses i Figur 5.7. Sedimentspredningen ligger som en fane og følger strømretningen i nordøstlig og sydvestlig retning. Middelkoncentrationer over 10 mg SS/l forekommer kun inden for klappladsen. I området omkring Lillebælt og nordøst for klappladsen er middelkoncentrationerne under 0,5 mg SS/l, hvilket er lavere end baggrundskoncentrationen i området.

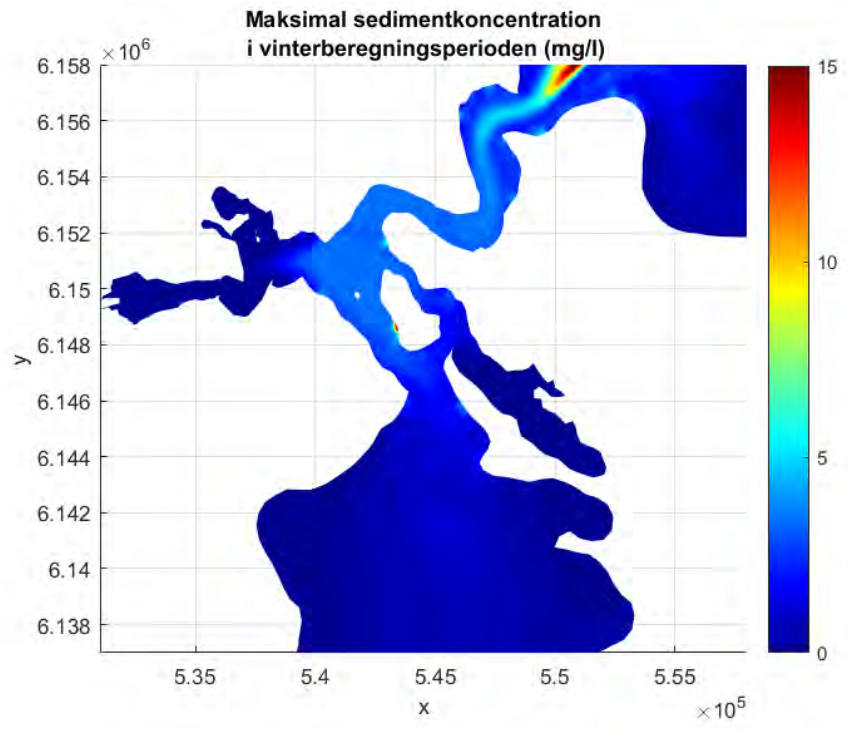
Figur 5.7: Koncentration af suspenderet sediment (SS) midlet over vinterklapperperioden.



De størst forekommende koncentrationer under klapperperioden er vist i Figur 5.8. Omkring klapplassen er koncentrationerne omkring 80 mg SS/l, men falder til under 30 mg SS/l tættere på Lillebælt. Nordøst for klapplassen er den maksimale koncentration ikke større end 5 mg SS/l. I det nordlige udløb af Lillebælt er den maksimale koncentration 15 mg SS/l og i Lillebælt ikke større end cirka 5 mg SS/l (Figur 5.8 nederst). Det fremgår ikke af figuren hvad varigheden af disse koncentrationer er. Men koncentrationer over 30 mg/l forekommer samlet højest én dag, dvs der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere. Varigheden af koncentrationer på 80 mg/l inde på klapplassen forventes ikke at have en varighed på mere end et par timer. Så er sedimentet enten transporteret videre eller faldet til bunds.

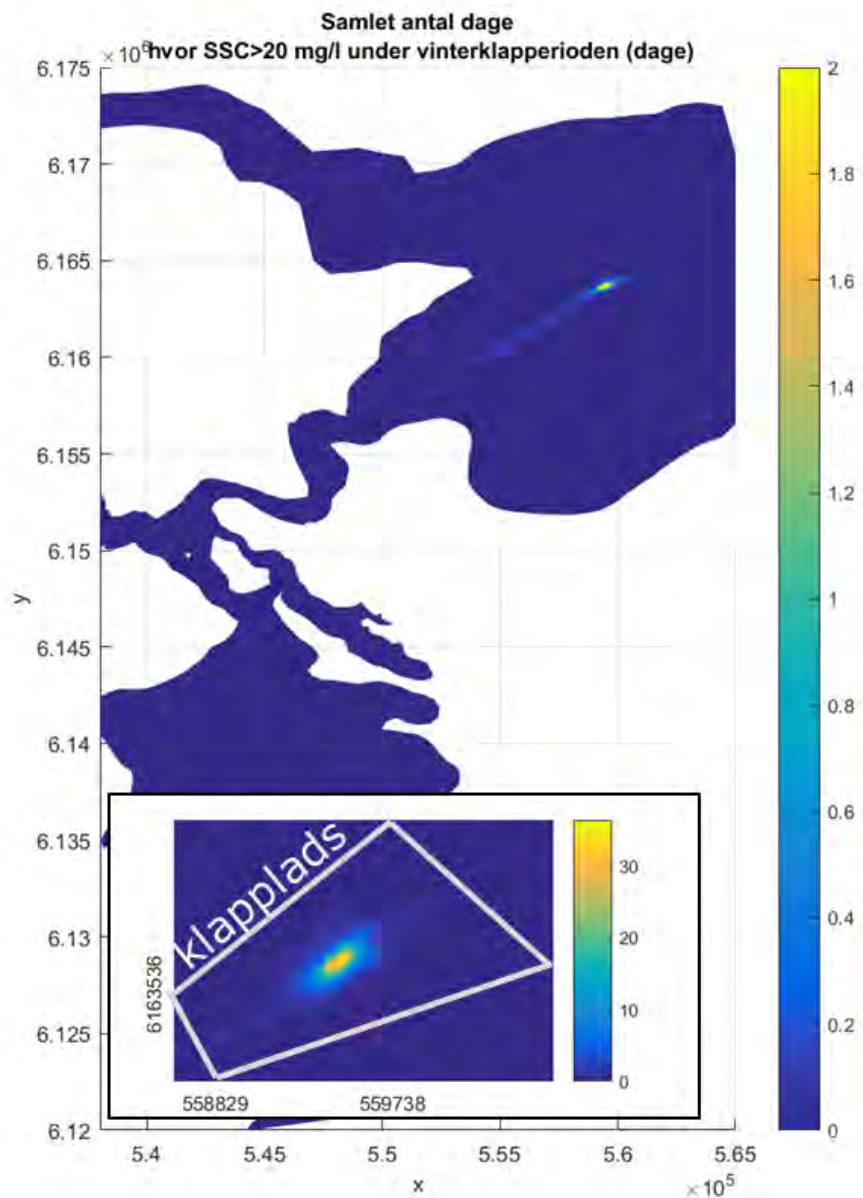
Figur 5.8: Maksimal suspenderet sedimentkoncentration (SS) under vinterklapperperioden.



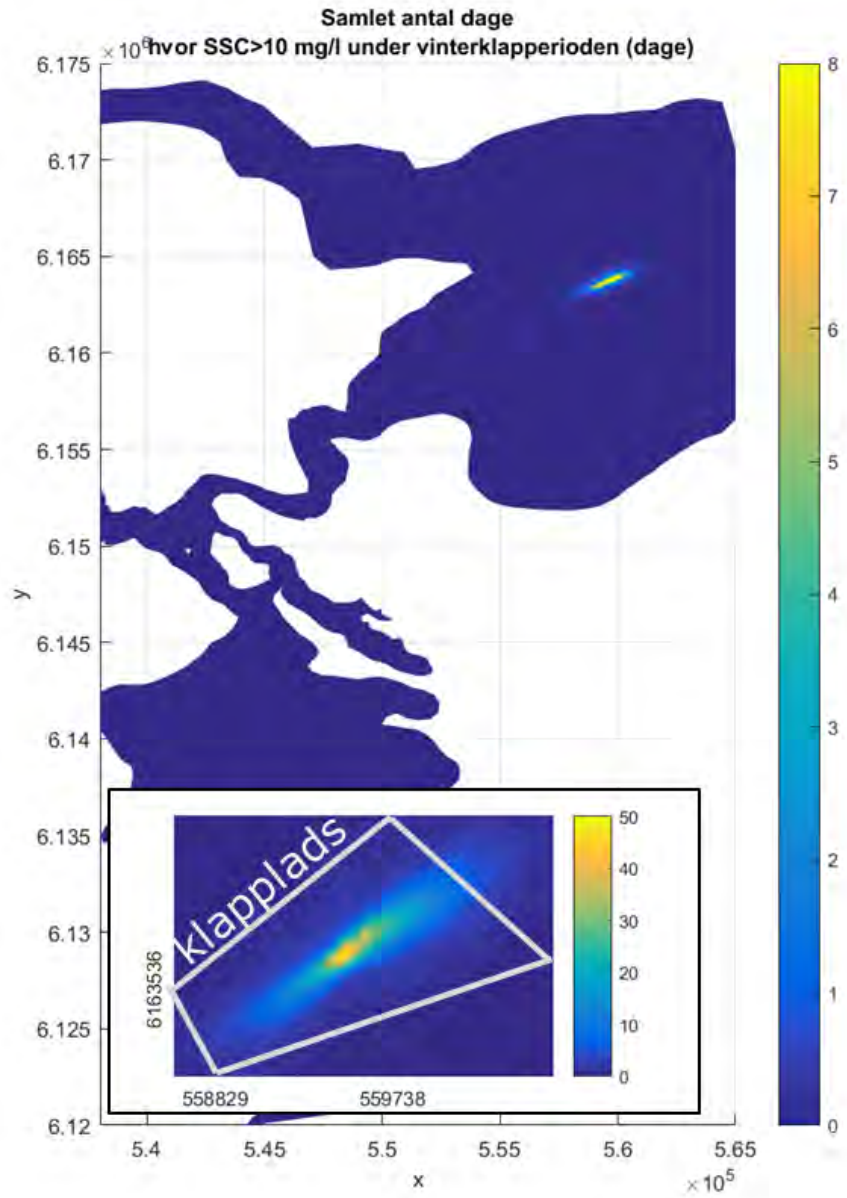


I Figur 5.9 og Figur 5.10 ses det, at koncentrationer større end 20 og 10 mg SS/l forekommer samlet over henholdsvis 30 og 50 dage i midten af klapplassen. Dette skyldes, at al det klappede materiale i beregningen klappes i samme position. I virkeligheden vil klappingen blive fordelt på hele klapplassen. Det forventes derfor, at det samlede antal dage med koncentrationer over både 20 og 10 mg SS/l vil være mindre. Det er vigtigt at pointere, at dette er det samlede antal dage. Det vil sige, at der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere.

Figur 5.9: Antal dage hvor mængden af suspenderet sediment overstiger 20 mg SS/l under vinterklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er under 20 mg/l.

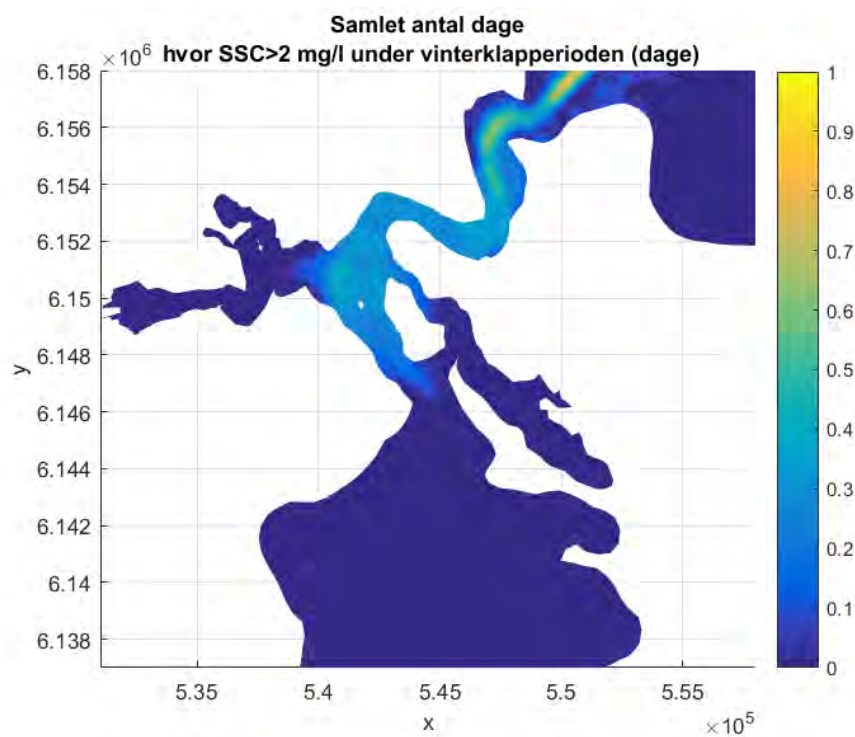


Figur 5.10: Antal dage hvor mængden af suspenderet sediment overstiger 10 mg SS/l under vinterklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er under 10 mg/l.



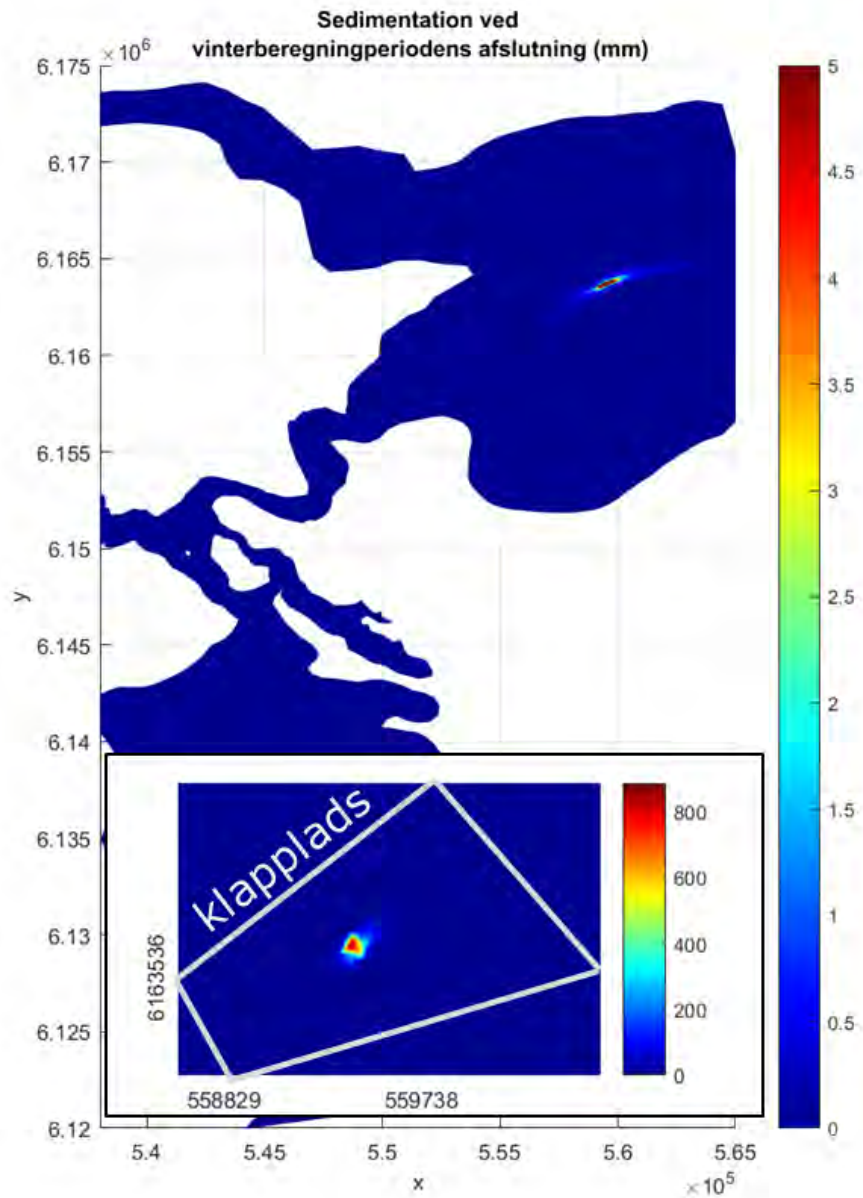
I Figur 5.11 ses det, at koncentrationer større end 2 mg SS/l i Lillebælt samlet forekommer under én dag i klapperperioden. Det er vigtigt at pointere, at dette er det samlede antal dage. Det vil sige, at der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er lavere.

Figur 5.11: Antal dage hvor mængden af suspenderet sediment overstiger 2 mg SS/l under vinterklapperperioden ved klapplassen. Der kan være perioder ind i mellem, hvor koncentrationen er under 2 mg/l.



Sedimentationen ved endt klappning om vinteren ses i Figur 5.12. Den største sedimentation foregår indenfor klapppladsen og er omkring 0,8 m. I beregningen klappes al materialet i samme punkt. I virkeligheden vil materialet blive klappet på hele klapppladsen, og sedimenttykkelsen forventes derfor at være meget mindre. Dette diskuteres yderligere i afsnit 7.2. Omkring Lillebælt og nordøst for klapppladsen er sedimentationen ikke større end 0,01 mm.

Figur 5.12: Sedimentation ved endt klappning om vinteren.



6 Spredning af det klappede materiale langs bunden

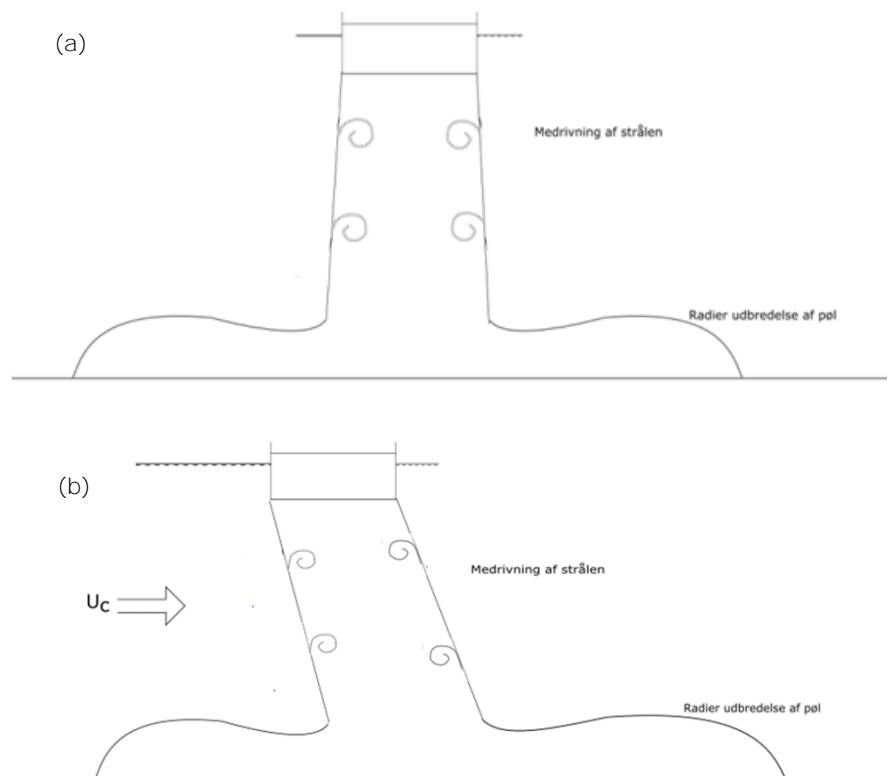
I alt skal 360.000 m³ materiale klappes, hvoraf 5 % tabes i vandsøjlen. De resterende 95 %, som svarer til cirka 342.000 m³, falder 20 m ned gennem vandsøjlen ned på bunden, hvorfra det spredes med strømmen. Denne spredning vurderes i dette kapitel.

6.1 Præsentation af klapmodel

Når sediment klappes fra en pram, dannes en nedadrettet sedimentstrøm fra klappram til havbund. Ved lav strømhastighed lægger sedimentet sig som en plamage på bunden.

Når sedimentet rammer bunden, spredes det i alle retninger, alt imens det transporteres i strømmens retning som en sedimentpøl. Skematisk er processen illustreret i Figur 6.1. Når strålen, på grund af overskuddet i massetæthed af det klappede materiale, søger ned mod bunden, øges vandføringen og densiteten aftager. Det vil sige, det klappede materiale fortyndes. Den proces, som bestemmer denne initiale fortynding, er medrivning ind i strålen (Figur 6.2 (a)). Når strålen når ned til bunden, bliver den afbøjet til alle sider. Den afbøjede stråle bibeholder sin hastighed, U_c , hvorfor dybden af bundstrålen bliver en halv strålebredde (Figur 6.2 (b)).

Figur 6.1: Illustration af sedimentstrålen fra når sedimentet forlader prammen til sedimentpølen tages med af strømmen.



NIRAS har i samarbejde med Flemming Bo Pedersen udviklet et regneværktøj til beregning af spredning af sediment i forbindelse med klappning [2]. Dette værktøj er i stand til at beregne sedimentation ved klappning baseret på

sedimentparametre, strøm og dybdeforhold. Yderligere er modellen i stand til at beregne sedimentkoncentrationen i sedimentpølen som funktion af afstanden til klappositionen. Modellen har to forskellige beregningsformer; en "normal" beregning og en "specialberegning".

Den "normale" beregning benyttes, hvis strømhastigheden er så lav, at den ikke kan holde det spildte ikke-kohæsive materiale (sand, grus) i suspension, og det derfor bundfældes. Denne beregning giver data for det bundfældede materiale, og for det kohæsive, finkornede materiale, som spredes, og som binder de miljøfarlige stoffer. "Specialberegningen" bruges til at bestemme spredningen af sedimentpølen, bestående af alt klapmaterialet, hvis strømhastigheden er så høj, at sedimentet ikke bundfældes. Ved klappning med splitpram forventes 95 % af klapmaterialet at falde ned til bunden. NIRAS' model redegør for spredningen af de 95 %, som når bunden. De resterende 5 % opblandes i vandsøjlen på vej ned til havbunden. Spredningen af disse 5 % er behandlet separat i afsnit 5.

Situationen med høje strømhastigheder anses for at være den mest kritiske situation for spredning af sediment og miljøfarlige stoffer. I denne situation holdes sedimentet i suspension, mens sedimentskyen (pølen) bevæger sig bort fra klapplassen, alt imens skyen fortyndes med indtrængende vand. Når strømhastigheden falder under den kritiske hastighed, sedimenterer skyen ud.

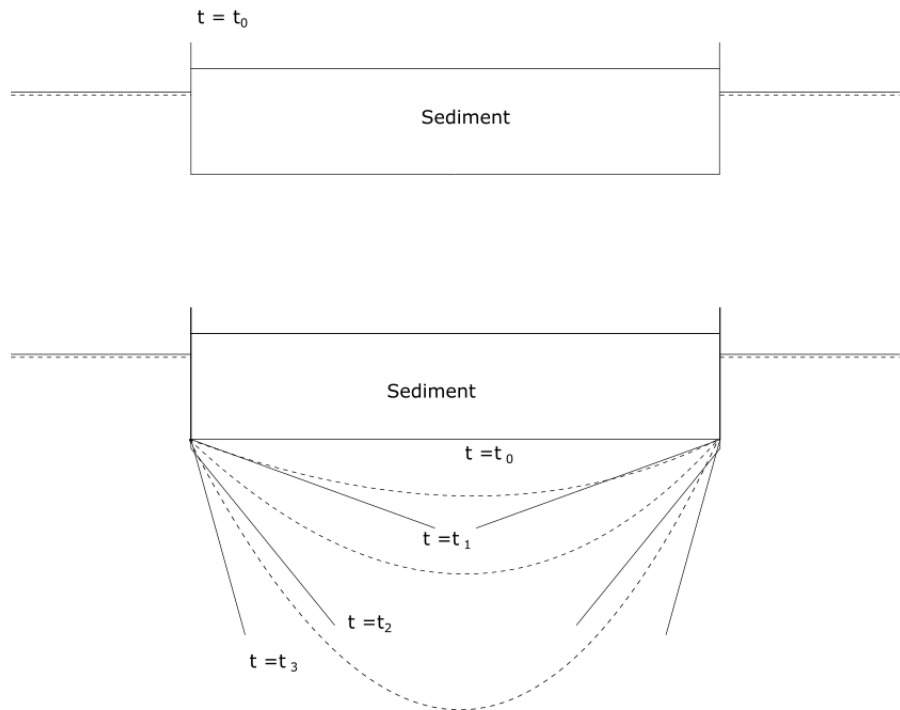
Den kritiske strømhastighed varierer alt efter kornstørrelse, korndensitet og mængden af sediment, der klappes. Jo mere sediment der klappes, jo større er den kritiske hastighed.

6.2 Beregningsparametre

I det følgende antages det, at der klappes 4.000 m³ pr døgn fordelt på én klappning. Dette betyder, at klappning af alt materialet vil foregå over en periode på 90 dage.

Klapmetoden, som anvendes i de følgende beregninger, er gradvis klappning fra pram, hvor tømningen af prammen strækker sig over 300 s, som illustreret i Figur 6.2. Da 5 % sediment tabes i vandsøjlen, baseres hver klappberegning på 3.800 m³ sediment.

Figur 6.2: Illustration af hvordan pram tømmes under gradvis tømning.



I klapmodellen er det muligt at angive to sedimentfraktioner, en kohæsiv fraktion og en ikke-kohæsiv fraktion. Det kohæsive materiale dækker ler og fint-mellem silt fraktionerne i Tabel 4.1, og det ikke-kohæsive materiale dækker mellem-grov silt og fint sand fraktionerne i Tabel 4.1. Mediankornstørrelserne for de kohæsive og ikke-kohæsive fraktioner er angivet i Tabel 6.1 baseret på vægtede gennemsnit.

Tabel 6.1: Mediankornstørrelser og fordeling af kohæsive og ikke-kohæsive fraktioner i klapberegning.

	Kohæsiv	Ikke-kohæsiv
Andel	23 %	77 %
Mediankornstørrelse	0,004 mm	0,04 mm

Sedimentspredningen beregnes på baggrund af de sedimentparametre, som er præsenteret i afsnit 4. Der undersøges to forskellige situationer:

- o Spredning af sediment ved store strømhastigheder, der overskrider den kritiske hastighed, og som kan bringe sedimentet langt væk fra klapplassen,
- o Sedimentering ved klapplasser med strømhastigheder under den kritiske.

For sedimentet angivet i Tabel 6.1 er den kritiske hastighed 0,14 m/s. Da strømhastigheden sjældent når over den kritiske i sommerperioden, jf. strømrosen Figur 3.2, betragtes sommerperioden som situationen med sedimentering ved klapplassen. For vinterperioden forekommer der hastigheder over den kritiske, jf. Figur 3.3. Denne periode betragtes derfor som situationen, hvor sedimentet spredes væk fra klapplassen.

6.3 Resultater

I det næste undersøges det, hvordan sedimentet fra en klappning vil spredes langs bunden.

6.3.1 Udbredelse af sedimentpøl

Når sedimentet rammer bunden, spredes det i alle retninger, alt imens det transporteres i strømmens retning som en sedimentpøl. Hvis strømhastigheden er over den kritiske, vil pørens radius og dybde derefter stige, og hvis pølen flyttes længe nok, vil pølen til sidst spredes til hele vandsøjlen. Da sedimentpølen bliver større i volumen, falder koncentrationen af sedimentet i sedimentpølen derfor samtidig.

Først undersøges udbredelsen af en enkelt klappning, samt koncentrationen af miljøfarlige stoffer som funktion af afstand fra klapplassen.

6.3.1.1 *Spredning af sediment og miljøfarlige stoffer ved én enkelt klappning*

For at få et indtryk af hvordan sedimentet og de miljøfarlige stoffer spredes, beregnes sedimentkoncentrationen for en enkelt klappning under høj hastighed over den kritiske.

Da 5 % af sedimentet tabes i vandsøjlen betragtes kun 3.800 m³ sediment i beregningen. Ændringerne i pørens volumen og koncentrationer varierer ikke meget med strømhastigheden (den skal blot være over den kritiske). En strømhastighed på 0,2 m/s betragtes derfor i de følgende analyser. Det antages, at strømhastigheden forbliver over den kritiske under hele spredningen med en konstant værdi på 0,2 m/s.

Sedimentpørens udbredelse som funktion af afstand til klapplassen er vist i Figur 6.3. Koncentrationen af tørstof i sedimentpølen er også angivet, samt tykkelsen af sedimentlaget, hvis sedimentpølen falder til bunds på grund af ændrede strømforhold.

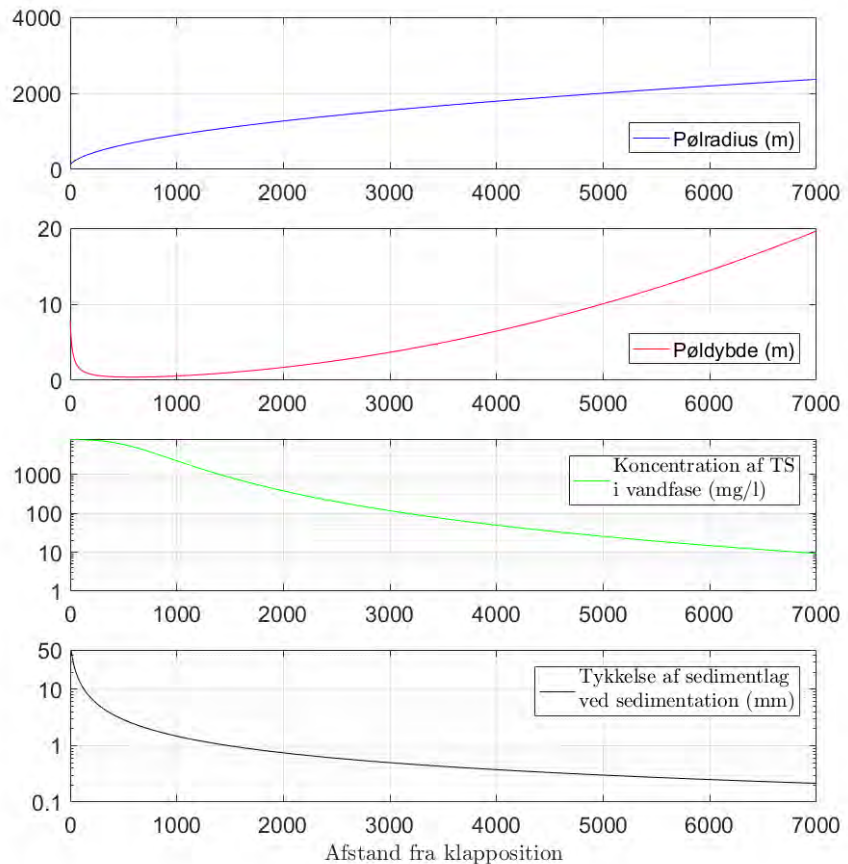
Efter klappning bevæger sedimentpølen sig nær bunden. Fra klappositionen og frem til 600 m fra klappositionen falder sedimentpørens dybde fra 8 m til 0,5 m, hvorefter den stiger igen. I en afstand af 5.000 m fra klapplassen har sedimentpølen spredt sig til halvdelen af vandsøjlen, mens sedimentpølen fylder hele vandsøjlen på 20 m cirka 7.000 m fra klappositionen. Pørens radius udvides fra materialet klappes. Udvidelsen sker hurtigt lige efter klappning men falder i tempo, som pølen bevæger sig væk fra klappositionen. I en afstand af 1000 m fra klapplassen er pørens radius 900 m, mens den 2000 m fra klappositionen er 1280 m.

Da pølen udvides i omkreds vil tykkelsen af sedimentlaget ved en evt. sedimentation, når strømhastigheden kommer under den kritiske, falde tilsvarende og er 1.000 m og 2.000 m fra klappositionen henholdsvis 1 og 0,5 mm.

Koncentrationen af tørstof i vandfasen falder på samme måde, som sedimentpølen bevæger sig væk fra klapplassen. I en afstand af 1.000 m fra klappositionen er koncentrationen $C_p = 2100$ mg/l. Sedimentpølen bevæger sig her nær bunden med en højde på 0,5 m og en radius på 900 m. I en afstand af 2.000 m fra klappositionen er koncentrationen $C_p = 360$ mg/l. Sedimentpølen bevæger sig i denne afstand stadig over bunden, med en dybde på 1,7 m og en radius på 1280 m. I en afstand af 5.000 m fra klapplassen, hvor sedimentpølen har spredt sig til halvdelen af vandsøjlen, er koncentrationen faldet til 27 mg/l.

Klapmodellen er kun gyldig, til sedimentpølen er spredt til hele vandsøjlen omkring 7.000 m fra klappositionen. Herefter antages det, at sedimentet bevæger sig som frie partikler og falder mod bunden som funktion af deres faldhastighed samtidig med, at partiklerne transporteres med af strømmen. Koncentrationen af sediment i vandsøjlen falder derfor stadig. I en afstand af 7.000 m fra klappositionen, hvor sedimentpølen er spredt til hele vandsøjlen, har pølen en radius på 2380 m og en koncentration på 9 mg/l. I tilfælde af sedimentation, vil sedimentlaget have en tykkelse på 0,2 mm.

Figur 6.3: Udbredelse af sedimentpøl for strømhastighed på 0,2 m/s.



Koncentrationen af miljøfarlige stoffer (cadmium, kobber, zink, kviksølv og TBT) i sedimentpølen fra en enkelt klappning er i Figur 6.4 til Figur 6.8 sammenholdt med det generelle kvalitetskrav og maksimumkoncentrationen. For cadmium, kobber og zink er både den totale koncentration samt den del, der er opløst i vandfasen angivet, da det generelle kvalitetskrav og maksimumkoncentrationen for disse stoffer gælder for den vandopløselige del. Til beregning af den vandopløselige koncentration er brugt Miljøstyrelsens vejledende K_d -værdier på 100, 1000, 800 og 5 l/mg for henholdsvis cadmium, kobber zink, og kviksølv [8].

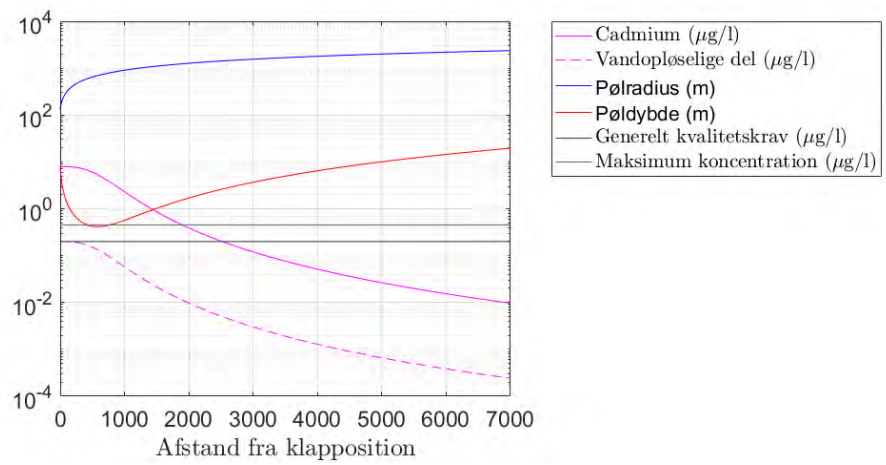
For både cadmium, kobber og zink er koncentrationen af den vandopløste del under maksimumkoncentrationen allerede ved klappning.

For den totale koncentration er det generelle kvalitetskrav overholdt for cadmium, kobber og zink henholdsvis 2.500, 2.800 og 3.800 m fra klappositionen.

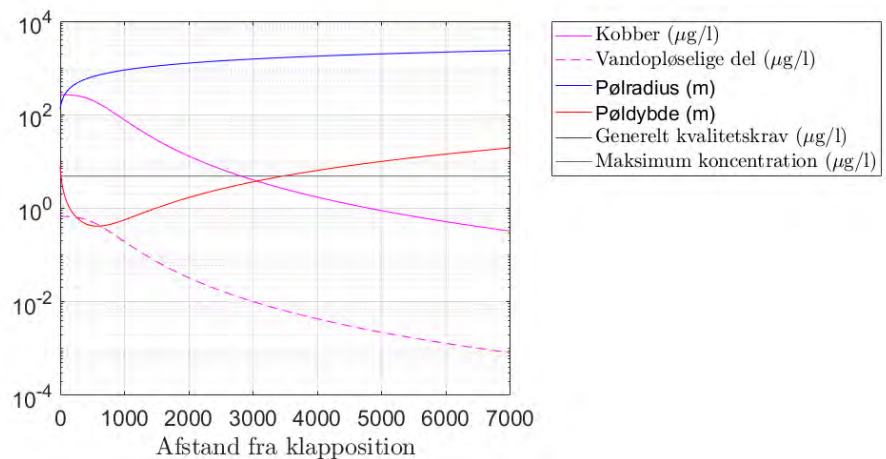
For kviksølv findes kun en maksimum koncentration. Den vandopløselige del af kviksølvet er under denne koncentrationen 600 m fra klappositionen, mens den totale koncentration er under maksimum koncentrationen 2.400 m fra klappositionen.

Koncentrationen af TBT er under den tilladte maksimumkoncentration 3.500 m fra klappositionen og under det generelle kvalitetskrav omkring 7.000 m fra klappositionen.

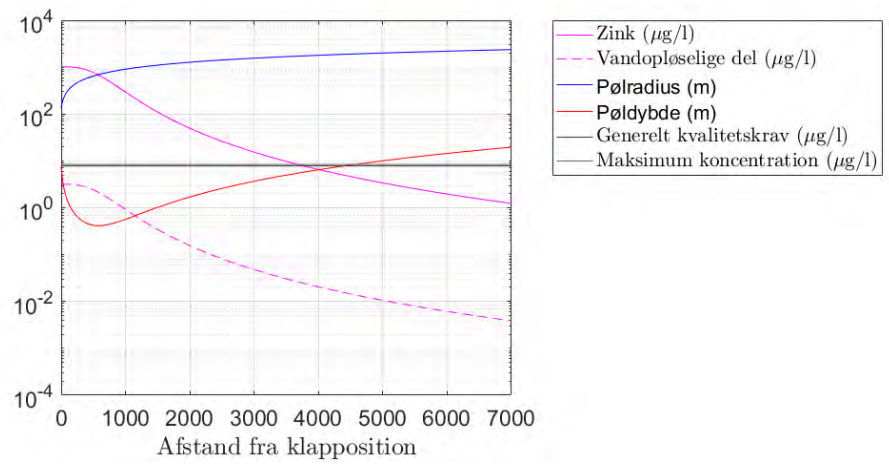
Figur 6.4: Koncentration af cadmium som funktion af afstand til klapposition.



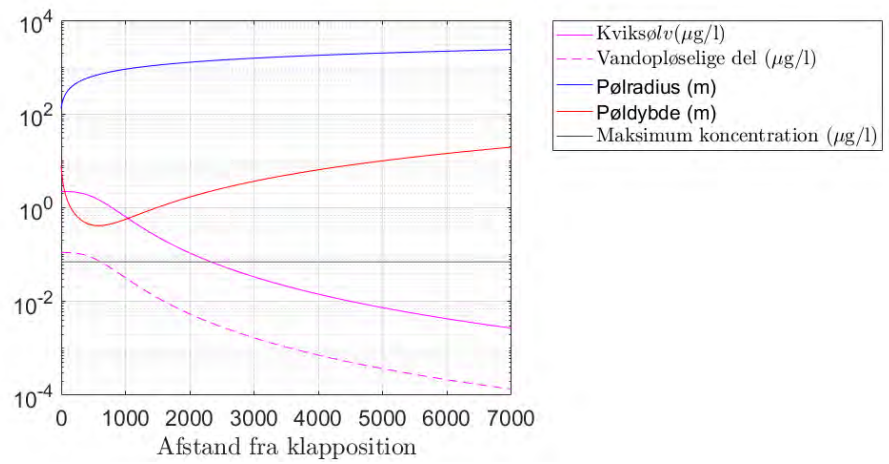
Figur 6.5: Koncentration af kobber som funktion af afstand til klapposition.



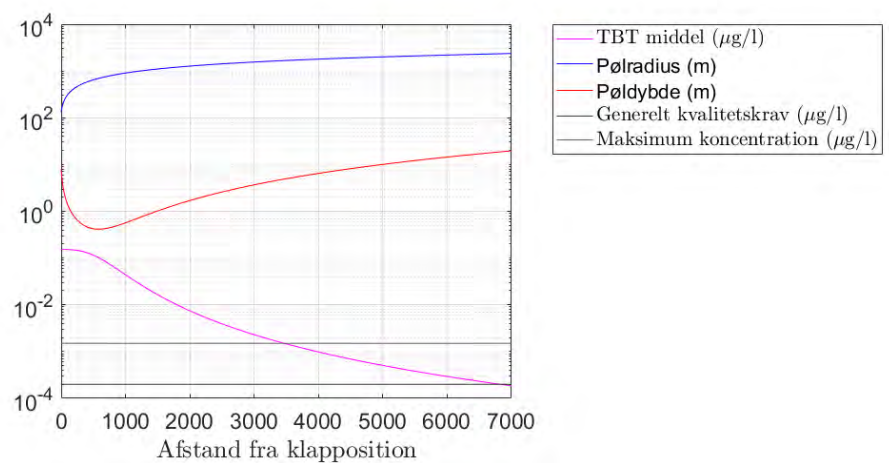
Figur 6.6: Koncentration af zink som funktion af afstand til klapposition.



Figur 6.7: Koncentration af kviksølv som funktion af afstand til klapposition.



Figur 6.8: Koncentration af TBT som funktion af afstand til klapposition.



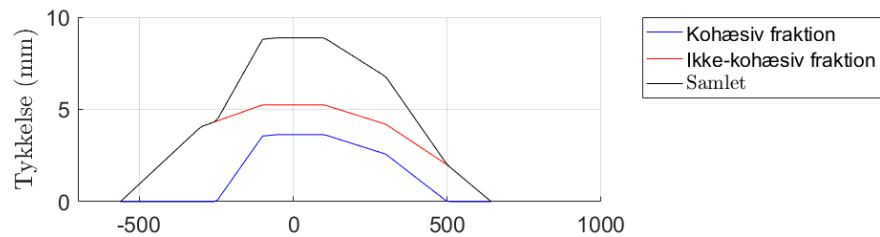
6.3.2 Sedimentering af klapmateriale

6.3.2.1 Sedimentering af én klapning

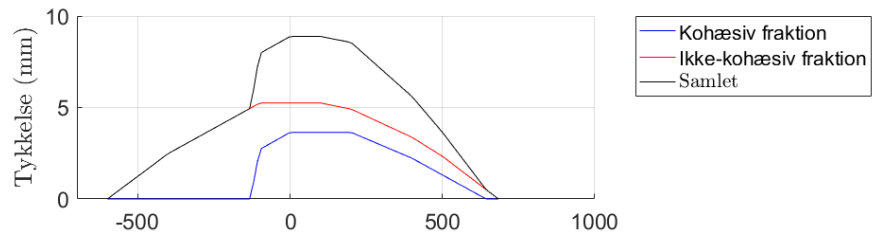
Ved lavere strømhastigheder sedimenteres det ikke-kohæsive materiale og efterlader en plamage af sediment på bunden. Det kohæsive materiale vil samle sig i en sedimentpøl, der langsomt falder ned gennem vandsøjlen og stiger i radius til det rammer bunden.

Figur 6.9 til Figur 6.10 viser den samlede sedimentation af en enkelt klapning for henholdsvis en strømhastighed, u , på 0,05 m/s og 0,14 m/s. Tykkelsen af det sedimenterede materiale er for begge strømhastigheder under 10 mm. Det ikke-kohæsive materiale ligger i en plamage symmetrisk omkring klappositionen. Spredningen af det kohæsive materiale varierer derimod. Jo større strømhastighed, jo mere flyttes sedimentet med strømmen, før det sedimenterer. Det kohæsive materiale flyttes dog ikke længere væk fra klappositionen end det ikke-kohæsive materiale.

Figur 6.9: Samlet sedimentation af en enkelt klapning for strømhastighed på $u=0,05$ m/s.



Figur 6.10: Samlet sedimentation af en enkelt klapning for strømhastighed på $u=0,14$ m/s.



7 Samlet spredning og sedimentation

I det næste sammenkøbes de 5 % sediment tabt i vandsøjlen, beskrevet i afsnit 5, med de resterende 95 %, der spredes langs med bunden, beskrevet i afsnit 6.

7.1 Forventet udbredelse af klappet materiale

Til beregning af hvordan det klappede materiale vil blive spredt, benyttes de beregnede strømhastigheder fra MIKE-beregningerne præsenteret i afsnit 5.

Som allerede nævnt antages én klapning pr døgn. Dernæst antages det, at klappingen foregår til samme tidspunkt hver dag. Ved hjælp af de beregnede strømhastigheder og retninger fra MIKE-beregningerne kan det beregnes, hvordan sedimentpølen vil bevæge sig ved at opstillet en model til løsning af differentielligningen

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{i+1} - x_i}{t_{i+1} - t_i}$$

Her er u hastigheden, Δx er afstanden og Δt et tidsskridt. Til et tidspunkt (t_i) aflæses strømhastighed og retning på sedimentpølsens nuværende position (x_i). En ny position af sedimentpølsen til næste tidsskridt kan dermed beregnes ved

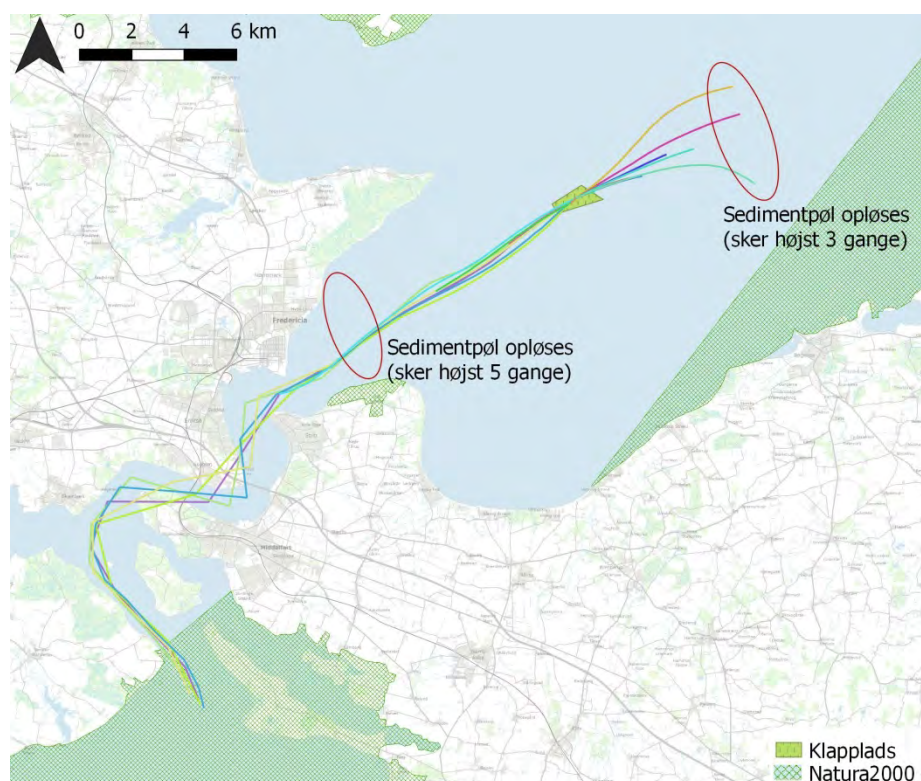
$$x_{i+1} = u_i(t_{i+1} - t_i) + x_i = u_i\Delta t + x_i$$

Så længe strømhastigheden er over den kritiske, vil sedimentpøls flytte sig. Hvis strømhastigheden falder til under den kritiske hastighed vil sedimentpøls sedimentere. Hvis sedimentpøls har bevæget sig mere end 7.000 m, stopper modellen, da klapberegningen derefter ikke er gyldig.

Til hver position af sedimentpøls kan koncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen til samme tid aflæses fra MIKE-beregningen, og koncentrationen af tørstof i sedimentpøls kan dermed sammenholdes med koncentrationen suspenderet sediment i vandsøjlen. Som i MIKE-beregningerne antages det, at alle klappinger foregår i samme position i midten af klapplassen. I virkeligheden vil klappingerne blive fordelt på hele klapplassen. Vanddybden er i beregningerne antaget at være konstant 20 m.

I Figur 7.1 ses spredning af de 90 klappinger i vinterperioden. Hver linje angiver én sedimentpøls flytning væk fra klapplassen, hver gang strømhastigheden er større end den kritiske, når der klappes. Dette sker 24 gange i løbet af klapperperioden (ud af i alt 90 klappinger). Hvis sedimentpøls flyttes 7.000 m sydvest for klapplassen, vil sedimentet blive ført gennem Lillebælt og blive spredt syd for Lillebælt. Dette vil højst kunne ske 5 gange i vinterperioden. I modsat retning vil sedimentpøls for 4 klappinger blive flyttet 7.000 m i nordøstlig retning. Herefter er klapmodellen ikke gyldig, og det antages i stedet, at sedimentet bevæger sig som frie partikler og falder mod bunden som funktion af deres faldhastighed samtidig med, at partiklerne transporteres med af strømmen. Derudover vil sedimentet for 15 klappinger blive transporteret væk fra klapplassen i en sedimentpøls, men vil sedimentere, før sedimentpøls er transporteret 7.000 m væk. For de resterende 66 klappinger vil det klappede sediment sedimentere på klapplassen, da strømhastigheden er under den kritiske, når der klappes.

Figur 7.1: Spredning af sedimentpøl under en vinterklapning. Hver linje viser, hvordan sedimentpølen spredes, hvis strømhastigheden er større end den kritiske, når der klappes. Når strømhastigheden falder under den kritiske, sedimenterer pølen. Hvis sedimentpølen flyttes 7000 m væk fra klappositionen opløses pølen.



Ved klapning om sommeren, vil én sedimentpøl i forbindelse med klapning blive transporteret syd for Lillebælt, som vist i Figur 7.2. For to klapninger vil der blive dannet en sedimentpøl, som transporteres omkring 1000 m væk fra klappositionen før de sedimenterer (rød og grøn linje ved klappladsen i Figur 7.2). For de resterende klapninger er strømhastigheden under den kritiske, når der klappes, og sedimentet vil derfor sedimentere på klappladsen.

Figur 7.2: Spredning af sedimentpøl under en sommerklapning. Hver linje viser, hvordan sedimentpølen spredes, hvis strømhastigheden er større end den kritiske, når der klappes. Når strømhastigheden falder under den kritiske, sedimenterer pølen. Hvis sedimentpølen flyttes 7000 m væk fra klappositionen opløses pølen.



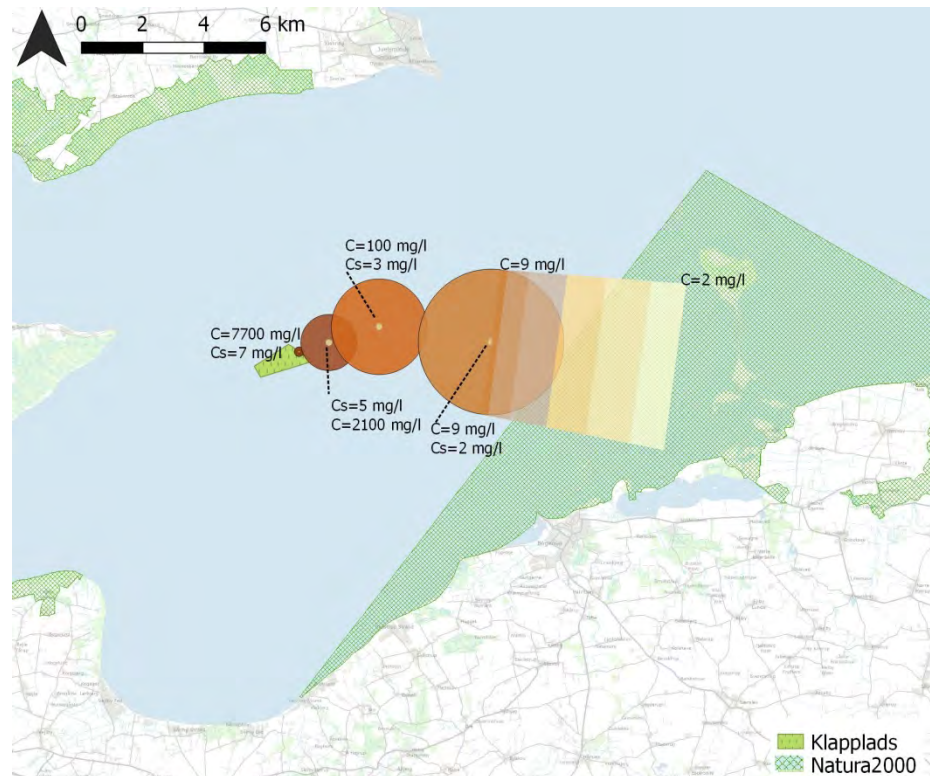
I Figur 3.2 og Figur 3.3, som viser strømrøserne ved klapplassen, blev det set, at strømmen oftere er i nordøstlig retning end i sydvestlig retning. Årsagen til at sedimentpølen alligevel oftere transporteres mod syd skyldes, at strømhastighederne mod nord aftager, da tværsnittet udvides, mens de øges mod syd, hvor bæltet mellem Jylland og Fyn snævres ind.

7.1.1 Sedimentpølsens udbredelse

Sedimentpølsens udbredelse i nordlig retning er vist i Figur 7.3. I figuren er både koncentrationen af sediment i sedimentpølen samt koncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen angivet. De 5 % sediment tabt i vandsøjlen er aflæst i MIKE-beregningerne i midten af sedimentpølen til samme tidspunkt, som sedimentpølen passerer punktet. De 5 % sediment bevæger sig af sted som frie partikler, der langsomt falder til bunds som funktion af sedimentpartiklernes faldhastighed. Det antages, at de 5% sediment tabt i vandsøjlen spreder sig til en diameter af omkring 200 m. Volumen af denne koncentration er derfor mindre end sedimentpølen.

I nordlig retning er spredningen af sedimentpølen vist for det tilfælde, hvor sedimentpølen bevæger sig ind i Natura 2000 området ud for kysten ved Næså og Æbelø. Dette vil ske for to af de i alt fire klapninger, hvor sedimentpølen spredes 7.000 væk fra klappositionen. For de to andre klapninger, vil sedimentpølen bevæge sig mere i nordlig retning og derfor udenfor Natura 2000-området.

Figur 7.3: Spredning af sedimentpøl i nordlig retning. Figuren viser sedimentpølsens placering, størrelse og koncentration, C , henholdsvis 10, 1000, 3000 og 7000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes, når sedimentpølen opløses 7.000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, C_s , til samme tid er også angivet i figuren. Værdierne af disse er aflæst i MIKE-beregningerne.

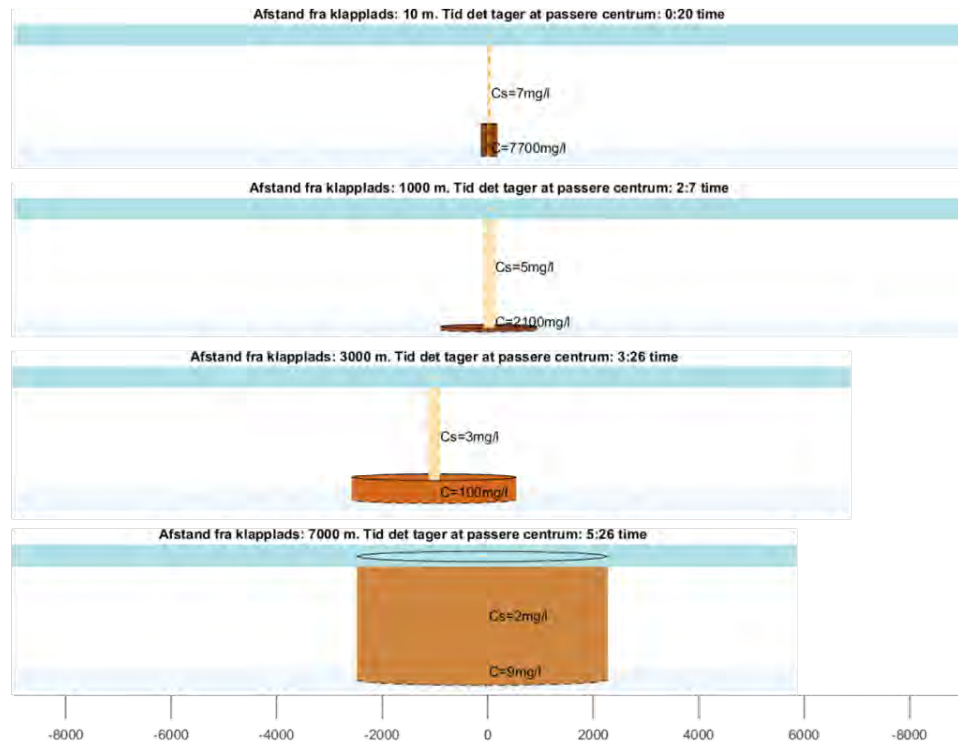


I Figur 7.4 ses sedimentpølsens udbredelse i vandsøjlen samt på tværs af bæltet fra Jylland til Fyn. De 5 % sediment tabt i vandsøjlen fordeles i hele vandsøjlen, mens sedimentpølen først er udbredt til hele vandsøjlen 7.000 m fra klappositionen, hvor koncentrationen af sediment er på 9 mg/l.

I en afstand af 100 m fra klappositionen er sedimentkoncentrationen 7.700 mg/l. Sedimentpølen udgør dog en lille del af hele vandvolumenet på denne strækning, og som det også er angivet i Figur 7.4, tager det højst 19 minutter for sedimentpølen at passere et punkt. Som sedimentpølen udvides, vil det tage længere og længere tid for sedimentpølen at passere et punkt, men til gengæld falder koncentrationen.

I en afstand af 7.000 m fra klappositionen tager det sedimentpølen omkring 5½ time at passere et punkt, og sedimentpølen har en bredde, der er omkring ¼ af hele strækningen mellem Jylland og Fyn (ud for Vejle Fjords udmundning), mens koncentrationen er på 9 mg/l i sedimentpølen og koncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen er nede på 2 mg/l.

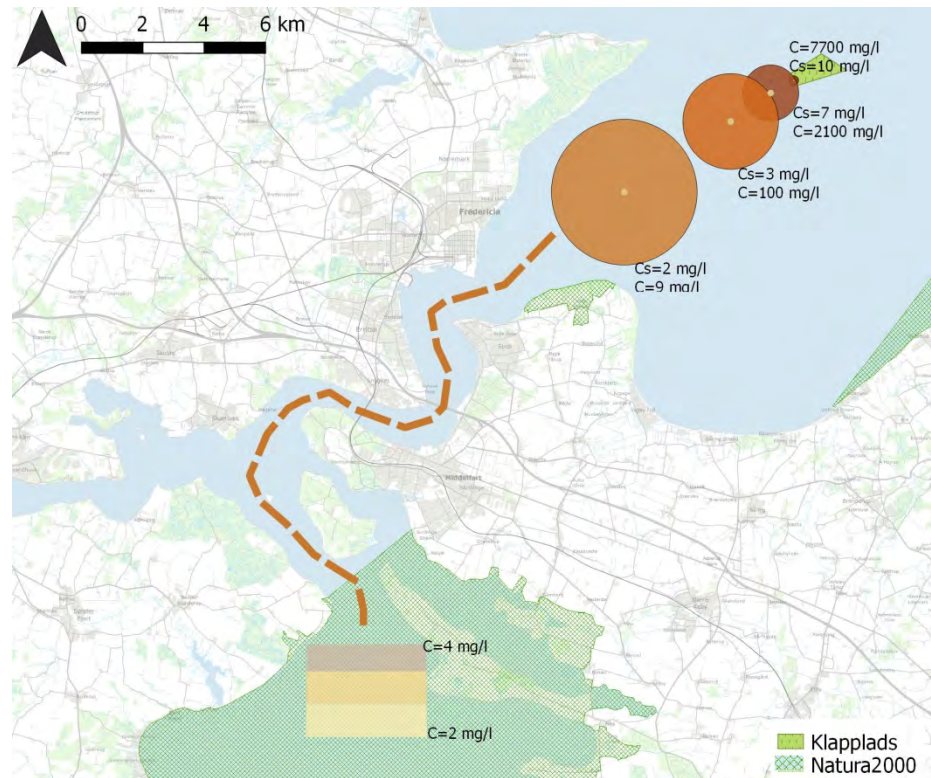
Figur 7.4: Sedimentpølenes udbredelse i vandsøjlen samt på tværs af sundet ud for Vejle Fjords udmunding i de samme afstande fra klappositionen som i Figur 7.3. I figuren er det også angivet, hvor lang tid det tager for sedimentpølen at passere centrum.



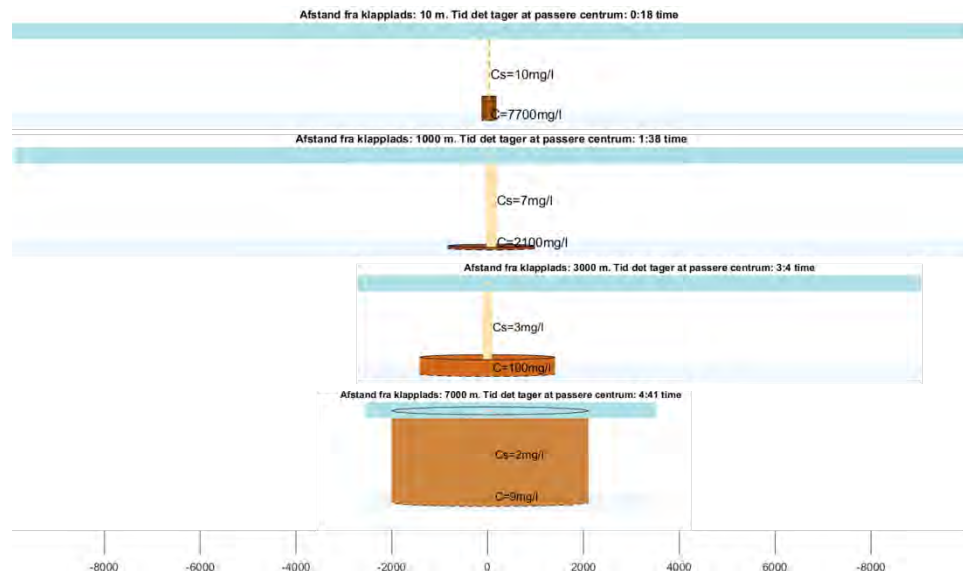
Ved sydgående strøm vil sedimentpølen bevæge sig ned mod Lillebælt (Figur 7.5). Koncentrationen i sedimentpølen svarer til koncentrationen af sedimentpølen i nordlig retning. Koncentrationen af de 5 % sediment i vandsøjlen varierer dog lidt, men er også i sydlig retning mindre 10 mg/l.

Bredden af bæltet fra Jylland til Fyn snævrer ind syd for klapplassen. I en afstand af 7.000 m fra klappositionen, hvor sedimentpølen er udbredt til hele vandsøjlen, har sedimentpølen en diameter på omkring 4.800 m, mens bredden af bæltet, hvor det er mindst, er omkring 7.000 m (Figur 7.6). Koncentrationen i sedimentpølen er her 9 mg/l, mens koncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen er 2 mg/l.

Figur 7.5: Spredning af sedimentpøl i sydlig retning. Figuren viser sedimentpøls placering, størrelse og koncentration, C , henholdsvis 10, 1000, 3000 og 7000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes, når sedimentpølen opløses 7000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, C_s , til samme tid er også angivet i figuren. Værdierne af disse er aflæst i MIKE-beregningerne.



Figur 7.6: Sedimentpøls udbredelse i vandsøjlen i sydlig retning samt på tværs af bæltet i de samme afstande fra klappositionen som i Figur 7.5. I figuren er det også angivet, hvor lang tid det tager for sedimentpølen at passere centrum.



Som allerede nævnt er klapmodellen kun gyldig til sedimentpølen er udbredt til hele vandsøjlen. Herefter vil sedimentpartiklerne bevæge sig som frie partikler med strømmens hastighed samtidig med, at de langsomt falder til bunds som funktion af sedimentpartiklernes faldhastighed angivet i Tabel 4.1.

I løbet af den første time vil al det fine sand være faldet til bunds, mens det tager 12 timer for det mellem-grove silt at falde til bunds. Det betyder at 12 timer efter sedimentpølen er opløst, er 77 % af al det klappede materiale i sedimentpølen sedimenteret. De sidste 23 % af det klappede materiale er meget fint og vil blive spredt med strømmen, mens det langsomt falder til bunds. Efter 12 døgn er det kun lerpartiklerne, som stadig er i suspension.

Hvis en strømhastighed på 0,15 m/s antages, vil sedimentpartiklerne i løbet af henholdsvis 1, 6 og 12 timer have bevæget sig med afstanden angivet i Tabel 7.1, hvor det også er angivet, hvor stor en sedimentfraktion (af de 3.800 m³ der spredes med sedimentpølen), der endnu ikke er faldet til bunds og sedimenteret. I denne betragtning inkluderes de 5 % sediment tabt i vandsøjlen ikke, da koncentrationen af dette sediment i denne afstand fra klapplassen er lille og kun udgør et lille volumen.

Tabel 7.1: Antal timer efter sedimentpøl er opløst og den tilsvarende afstand sedimentet har bevæget sig hvis en strømhastighed på 0,15 m/s antages, samt hvor meget sediment der stadig er i suspension.

	1 time	6 time	12 time
Distance (m)	540	3240	6480
Del af sediment som stadig er i suspension	83 %	53 %	23 %

I Figur 7.3 er det yderligere vist, hvordan sedimentet spredes efter sedimentpølen er opløst, samt hvad sedimentkoncentrationen er. Sedimentet spredes i en fane, der langsomt udvides, men hvor koncentrationen også langsomt falder. Med en nordliggående strøm er der risiko for at sedimentet fra én klappning spredes ind i Natura 2000 området ud for kysten ved Næså og Æbelø, men koncentrationen er her under 8 mg/l, og vil 12 timer efter sedimentpølen er opløst være 2 mg/l. Som det ses af Figur 7.1, kan strømmen dog også være mere nordgående, hvilket betyder, at mindre sediment spredes til Natura 2000-området. Spredning af sedimentpølen 7.000 m væk fra klapplassen i nordøstlig retning vil højst forekomme 3 gange i løbet af klapperperioden, hvis der klappes om vinteren og vil ikke forekomme om sommeren.

Med en sydlig strøm vil sedimentet blive transporteret gennem Lillebælt og spredt til området syd for Lillebælt som vist i Figur 7.5. Dette vil ske i højst 5 ud af 90 klappinger om vinteren og 1 ud af 90 klappinger om sommeren. Distancen, som sedimentet bevæger sig gennem Lillebælt, er omkring 22 km. Antages en strømhastighed på omkring 1 m/s vil det tage sedimentet 6 timer at bevæge sig gennem Lillebælt. Andelen af sediment, der aflejres i Lillebælt, vil derfor være omkring 50 % af det klappede sediment, dvs. omkring 2.000 m³ pr klappning. Koncentrationen i vandsøjlen, når sedimentet rammer Natura 2000 området syd for Lillebælt, vil derfor være omkring 4 mg/l som vist i Figur 7.5. 6 timer senere er koncentrationen nede på 2 mg/l. Dette vil højst ske én gang, hvis der klappes om sommeren, og op til fem gange, hvis der klappes om vinteren.

Den største påvirkning fra det klappede sediment kommer fra den primære aflejring, hvor der spildes over hele vandsøjlen. Efter aflejring vil det klappede sediment indgå i den naturligt forekommende sedimentspredning og transport i området på og nær klapplassen, og det klappede sediment vil spredes med det i forvejen forekommende sediment. Koncentrationerne af klappematerialet vil derfor være langt mindre i den efterfølgende sedimenttransport sammenlignet med koncentrationerne i sedimentpølen væk fra klapplassen og med størrelsesordener, som er sammenlignelige med den aktuelle baggrundskoncentration. De grove

sedimentfraktioner (grov silt og fin sand), som udgør 77 % af klappmaterialet, vil blive spredt langs havbunden og vil ikke blive resuspenderet til hele vandsøjlen.

7.2 Samlet sedimentation

I det næste vises den samlede sedimentation af alle klapninger. Både sedimentationen af de 5 % tabt i vandsøjlen samt sedimentation af de resterende 95 %, der spredes langs bunden, betragtes. Dog vil sedimentationen af de klapninger, hvor sedimentpølen flyttes 7.000 m væk fra klapppladsen og opløses ikke blive taget med.

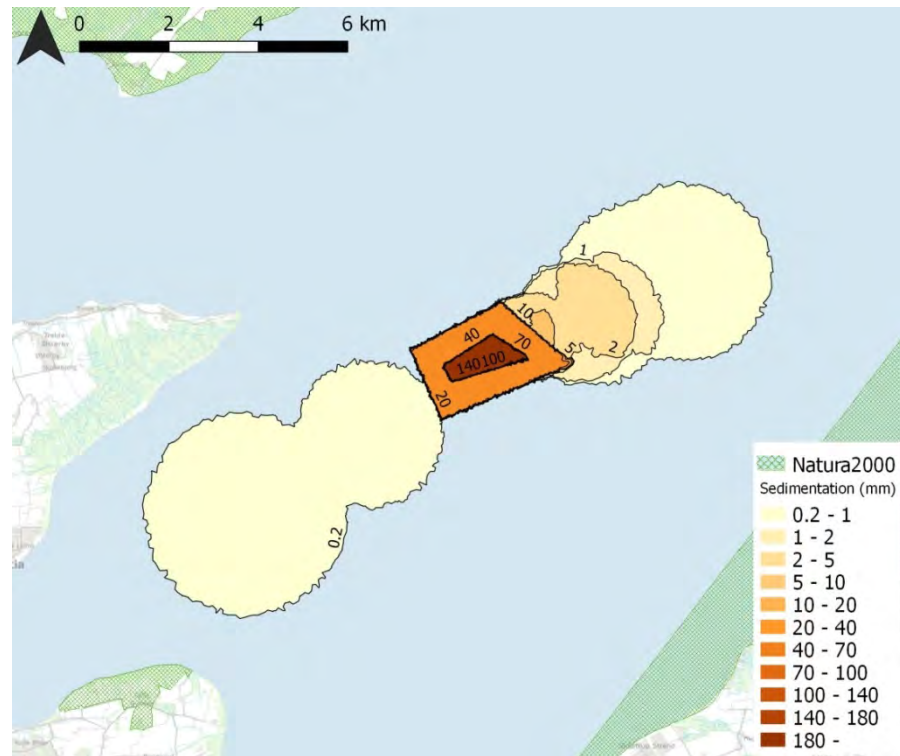
For klappning om sommeren vil sedimentet fra én klappning blive transporteret syd for Lillebælt og for klappning om vinteren vil 5 klappninger transporteres syd for Lillebælt og 3 klappninger transporteres 7.000 m nord-øst for klapppladsen. Sedimentet i disse sedimentpøler vil blive spredt yderligere, da aflejringen afhænger af sedimentpartiklernes faldhastighed. Sedimentlaget af en klappning vil derfor være mindre end 0,2 mm.

Figur 7.7 viser den samlede sedimentation efter endt klappning om vinteren. Som allerede nævnt foregår alle klappninger i beregningen i samme position på midten af klapppladsen. I virkeligheden vil klappningerne blive fordelt på hele klapppladsen. Sedimentet, der sedimenterer inde på klapppladsen, er derfor fordelt jævnt ud. Halvdelen af dette materiale er fordelt på et ydre areal cirka 5 gange større end klapppladsen (orange firkant på Figur 7.7), og halvdelen er fordelt inde på klapppladsen (brun firkant på Figur 7.7). Dette skyldes, at selv om strømhastigheden er under den kritiske, når der klappes, vil sedimentet stadig spredes 600 m ud fra klapppositionen jf. afsnit 6.3.2.1, og derfor også uden for klapppladsen.

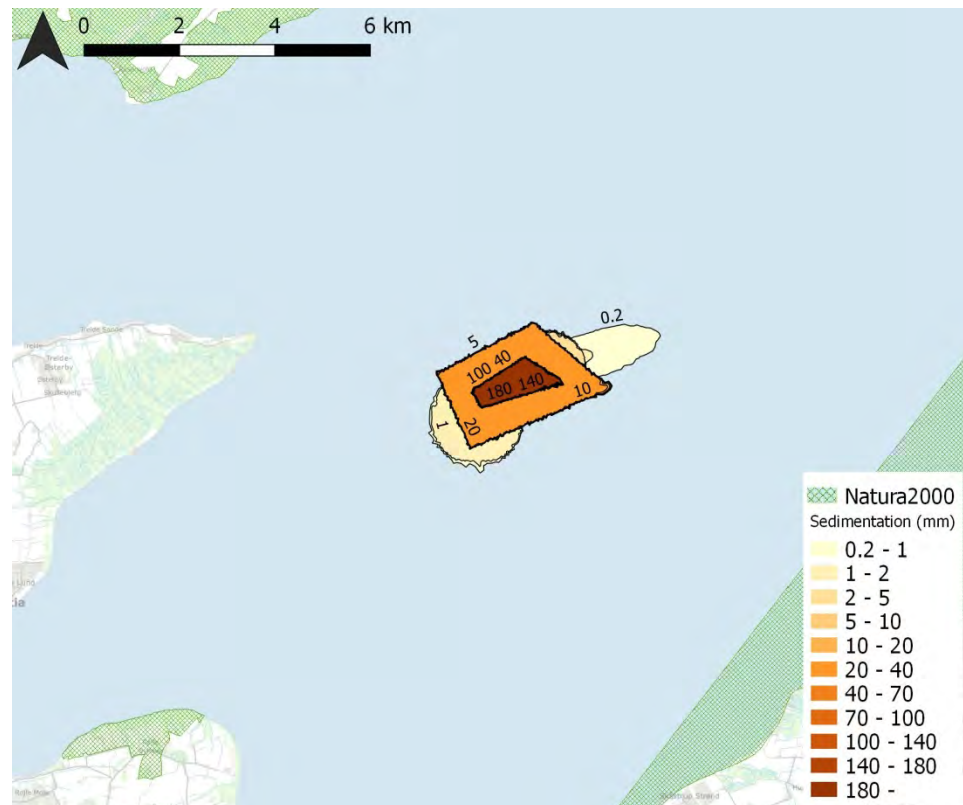
I det ydre areal vil den totale klappning kunne forårsage et sedimentlag på 20-40 mm, mens sedimentlaget inde på klapppladsen er 100-140 mm. Nordøst for klapppladsen vil der i en afstand af op til 3.500 m fra klapppladsen kunne forekomme sedimentlag med tykkelsen 1-10 mm. Omkring 8.000 m sydvest for klapppladsen og 6.000 m sydøst for klapppladsen vil sedimentlaget være under 0,2 mm.

I tilfælde af klappning om sommeren vil det meste sediment aflejres på klapppladsen eller lige omkring klapppladsen som vist i Figur 7.8. På det ydre areal er sedimentlaget 20-40 mm og på selve klapppladsen 140-180 mm. I en afstand af 2.500 m fra klapppladsen er sedimentlaget forårsaget af klappningen under 0,2 mm

Figur 7.7: Den samlede sedimentation efter endt klappning om vinteren. Både sedimentationen af de 5 % tabt i vandsøjlen samt sedimentation af de resterende 95 % er inkluderet.



Figur 7.8: Den samlede sedimentation efter endt klappning om sommeren. Både sedimentationen af de 5 % tabt i vandsøjlen samt sedimentation af de resterende 95 % er inkluderet.



Det aflejrede sediment vil efterfølgende indgå i den naturlige sedimenttransport i området.

Sedimentlaget vil med tiden blive udjævnet af bølger og strøm primært i vinterhalvåret, hvor bølgerne og strømhastighederne er størst.

Hvis der klappes om sommeren, vil der ligge ca. 356.000 m³ tilbage på klapplassen efter klapningen af al materialet, mens der vil ligge 264.000 m³ tilbage på klapplassen, hvis der klappes om vinteren

Hvis det antages, at strømmen og bølgerne kan transportere samme mængde væk, som der blev transporteret væk under klapningen, dvs. ca. 4.000 m³ (svarende til 1 klapning) om sommeren og 96.000 m³ (svarende til 24 klapninger) om vinteren, så vil hele mængden være spredt væk i løbet af 3-4 år.

En lille del af dette materiale vil blive spredt til Natura 2000 områderne nordøst og syd for klapplassen, hvilket samlet set vil kunne føre til en sedimentation på under 1 mm, som vurderes til at være mindre end den naturlige omlejring i området.

Da sedimentet konsoliderer efter klapningen, vil det være sværere for strømmen at resuspendere det klappede materiale, og det vil derfor antageligt tage noget længere tid, før mængden er helt spredt og integreret i den omkringliggende havbund.

Under denne spredningsproces vil koncentrationerne af sedimentet, når det omfordeles være langt mindre end under klapningen og i størrelsesorden svarende til den naturlige koncentration i vandet i området.

7.2.1 Sedimentation af miljøfarlige stoffer

Som beskrevet i bilag 8 til klapsøgning om miljøfarlige stoffer, så findes der allerede miljøfarlige stoffer i sedimentet omkring klapplassen og Lillebælt. Indholdet af de miljøfarlige stoffer cadmium, kobber, TBT og PAH ved NOVANA stationen VEJLBNO5002 er angivet i Tabel 7.2. Stationens placering kan ses i bilag 8 til klapsøgning om miljøfarlige stoffer.

Tabel 7.2: Koncentrationen af miljøfarlige stoffer i sedimentprøver ved målestation syd for klapplassen, som vist i bilag 8 til klapsøgning om miljøfarlige stoffer. Tabellen viser yderligere, hvor meget koncentrationen øges efter det klappede materiale er aflejret i området.

	Cadmium	Kobber	TBT	PAH
VEJLBNO5002	0,17 (mg/kg TS)	24,9 (mg/kg TS)	4,6 (µg/kg TS)	0,192 (mg/kg TS)
Procentvis forøgelse i koncentration ved 0,2 mm aflejring ved VEJLBNO5002				
	1 %	0,3 %	1 %	6 %

Det er ikke oplyst i hvilken dybde miljøprøverne er taget. I det næste antages det derfor, at miljøprøver er taget i dybden 0-10 cm. Koncentrationen af de miljøfarlige stoffer i det øverste lag efter endt klapning kan derefter beregnes som

$$C_{ny} = \begin{cases} \frac{C_p h_p + C_k h_k}{h_p} & \text{hvis } h_k < h_p \\ C_k & \text{hvis } h_k \geq h_p \end{cases}$$

Her er C_p og C_k koncentrationen af miljøfarlige stoffer i miljøprøven og det aflejrede sedimentlag fra klappning, og h_p og h_k er henholdsvis højden af miljøprøven (10 cm) og det aflejrede sedimentlag.

Syd for klapppladsen ved station VEJLBNO5002 vil der sedimentere omkring $h_k = 0,2$ mm sediment fra klappningen.

I Tabel 7.2 er forøgelsen af miljøfarlige stoffer i de øverste 10 cm af sedimentet angivet, hvis der aflejres 0,2 mm omkring station VEJLBNO5002.

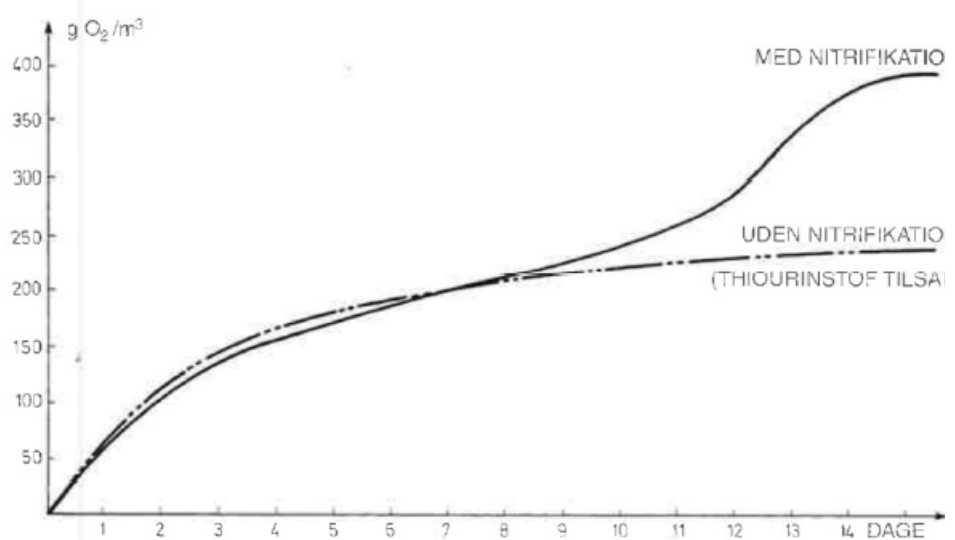
Omkring VEJLBNO5002 vil koncentrationen af cadmium, kobber og TBT højst stige med 1 % i området, hvor klapskyen vil sedimentere, mens koncentrationen af PAH øges med 6 %.

8 Iltforbrug

Klapmaterialet har et stort indhold af organisk materiale. Det organiske materiale vil langsomt blive nedbrudt, når det klappes. Denne proces kræver ilt, og det skal derfor undersøges, hvor meget ilt, der potentielt bruges i denne proces. Sedimentprøverne er testet for Biochemical Oxygen Demand, og en gennemsnitsværdi på $BOD=1.142$ mg O_2 /kg prøve er fundet. BOD er bestemt som sedimentets biokemiske iltforbrug efter 5 dage i mørke ved 20 °C.

I Figur 8.1 [9] ses iltforbruget for råspildevand som funktion af tid. Det ses, at der i løbet af den første dag omdannes 20 % af materialet, og at processen her er lineær. Det vil sige, at der på 1 time vil blive omdannet højst 1 % af det organiske materiale. Hvor hurtigt det organiske materiale omdannes afhænger i høj grad af materialet. Temperaturen af vandet har også betydning for omdannelse af organisk til uorganisk materiale. Nedbrydningen vil være langsommere om vinteren med lave temperaturer. I det næste antages det, at kurven i Figur 8.1 er repræsentativ for det klappede materiale.

Figur 8.1: BOD-analyse på råspildevand fra Lundtofte Renseanlæg. Figuren er fra [9].



Der er to scenarier: (1) For en strømhastighed over den kritiske vil klapmaterialet blive spredt, som beskrevet i afsnit 6.3.1, (2) For en lille strømhastighed vil al

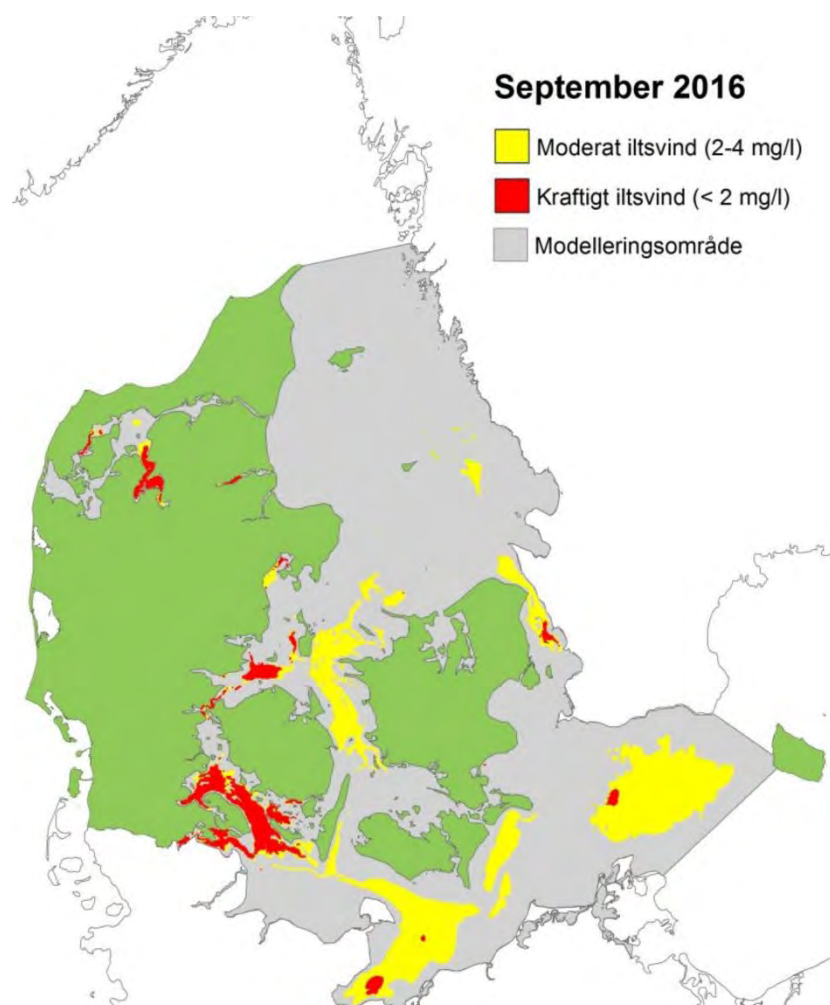
klapmaterialet sedimentere og ligge som en plamage på havbunden. I begge tilfælde skal det undersøges, om der er tilstrækkelig med ilt til at omdanne det organiske materiale.

Under normale omstændigheder er iltindholdet nord for Lillebælt omkring 8 mg/l, da vandet iltes meget pga. den konstante strøm, der er i området.

I perioden juli-september kan der ifølge Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), som hvert år udgiver rapporter om observeret iltsvind i de danske farvande, forekomme iltsvind i området omkring klapplassen, hvor det naturlige iltindhold falder til under 4 mg/l [10]. Moderat iltsvind forekommer, når iltindholdet er mellem 2-4 mg/l, mens kraftig iltsvind forekommer, når iltindholdet er under 2 mg/l.

Figur 8.2 viser en typisk udbredelse af iltsvind i området omkring klapplassen i september 2016 [10]. Omkring klapplassen, ved Lillebælt og nord for klapplassen blev der målt kraftig iltsvind i dette år.

Figur 8.2: Udbredelse af iltsvind i september 2016 [10].



I det næste betragtes derfor 3 scenarier med forskelligt iltindhold på henholdsvis 8, 4 og 2 mg/l.

8.1 Iltforbrug for strømning over den kritiske

Med en strømhastighed over den kritiske spredes det klappede materiale i en sedimentpøl. Hvis det antages, at strømhastigheden er 0,2 m/s, kan det i Figur 6.3 aflæses, hvordan sedimentpølelsens form og koncentration ændres som funktion af afstand til klappladsen.

Da processen med at omdanne det organiske materiale det første døgn er lineær (hvor der omdannes 20 %), er det muligt at udregne, hvor meget BOD, der kræves for at omdanne det organiske materiale pr. tidsskridt, f.eks. 1 time i løbet af det første døgn

$$BOD_{\Delta t=1 \text{ time}} = \frac{20\% \cdot BOD}{24 \text{ timer}} = \frac{20\% \cdot 1142 \text{ mg/kg}}{24 \text{ timer}} = 9,5 \frac{\text{mg O}_2/\text{kg}}{\text{time}}$$

Med en strømhastighed på $U=0,2$ m/s kan det udregnes, hvor langt sedimentpølen har flyttet sig til forskellige tider, og i Figur 6.3 kan radius, r , og dybde, d , af pølen aflæses og volumen af pølen, $V_{pøl}$, beregnes til samme tider. Da pølen indeholder $V_{\text{sediment}} = 3.800 \text{ m}^3$ sediment udregnes iltbehovet som

$$\text{Iltbehov} = T \cdot C_p \cdot BOD_{\Delta t}, \quad C_p = \frac{V_{\text{sediment}} \cdot \rho}{V_{pøl}}$$

Hvor $\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$ densiteten af klapmaterialet og T er antal timer.

Iltbehovet sammenholdes efterfølgende med det naturlige iltindhold i vandet. Tabel 8.1 angiver til forskellige tidsskridt pølelsens afstand til klappladsen samt iltbehovet. Iltbehovet er til alle tidsskridt langt under det naturlige iltindhold.

Hvis det antages, at alt organisk materiale skal omdannes det første døgn, vil behovet den første time være 0,35 mg O₂/l og derfor stadig langt under det naturlige iltindhold på mellem 2-8 mg O₂/l.

Tabel 8.1: Iltbehov som funktion af afstand til klappladsen.

T	Afstand fra klapplads	Koncentration, C_p	Iltbehov
[timer]	[m]	[mg/l]	[mg O ₂ /l]
1	720	5612	0,05
2	1470	1232	0,0117
3	2162	423	0,0040
4	2920	177	0,0017
5	3675	90	0,0009
6	4327	55	0,0005
7	5092	34	0,0003
8	5798	23	0,0002
9	6601	16	0,0001

10	7275	12	0,0001
----	------	----	--------

8.2 Iltforbrug for strømning under den kritiske

Ved lave strømhastigheder sedimenterer klapmaterialet og efterlader en plamage af sediment på havbunden. I sådanne tilfælde vil det organiske materiale stadig blive omdannet. Det skal derfor undersøges, hvad iltbehovet i sådanne tilfælde er.

Som en konservativ betragtning antages strømhastigheden at være $U=0,05$ m/s, da ilttilførslen foregår langsomt, jo mindre strømhastigheden er.

Der klappes $V=4.000$ m³ sediment, af disse forsvinder 5 % i vandsøjlen. Massen af de resterende 95 % af klapmaterialet er

$$M = 95\% \cdot \rho \cdot V = 4.560 \text{ ton.}$$

Sedimentplamagen ved en klappning er ikke tykkere end 10 mm. Det forventes derfor, at hele plamagen vil udveksle vand med vandsøjlen.

Antages det, at 20 % af materialet skal omdannes det første døgn, er det samlede iltbehov det første døgn med en BOD=1.142 mg O₂/kg:

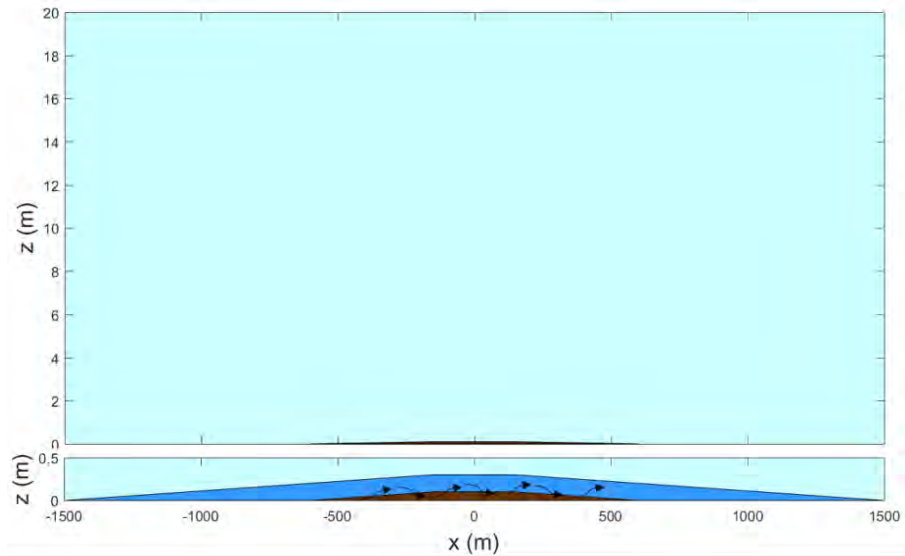
$$\text{Iltbehov} = 20\% \cdot BOD \cdot M = 1 \cdot 10^9 \text{ mg O}_2$$

Figur 6.9 viser den samlede sedimentation af en enkelt klappning for en strømhastighed på $U=0,05$ m/s. Plamagen er i Figur 8.3 idealiseret som en kegle med diameter 1.200 m og højde op 10 mm. Hvis det antages, at det er den første 0,2 m vand over plamagen ($d=0,2$ m), der udveksler vand med plamagen, så kan ilttilførslen hen over plamagen det første døgn beskrives ved:

$$\text{Ilttilførsel}_{\Delta t=24\text{time}} = q \cdot \text{Iltinhold} \cdot \Delta t,$$

hvor $q=U \cdot 2r \cdot d$ er fluxen hen over plamagen, som vist i Figur 8.3.

Figur 8.3: Plamagen tykkelse i forhold til vanddyden på 20 m, samt dens radius på $r=600$ m. I nederste figur ses de 0,2 m vand søjle, som udveksler vand med plamagen. I beregning af ilttilførslen antages det, at fluxen over plamagen er $q=U \cdot 2r \cdot d$, $d = 0,2$ m.



Ilttilførslen afhænger af det naturlige iltindhold i vandet og er angivet i Tabel 8.2 for et iltindhold på henholdsvis 8, 4 og 2 mg/l.

Tabel 8.2: Ilttilførsel over sedimentplamagen i Figur 8.3 det første døgn.

Iltindhold	8 mg/l	4 mg/l	2 mg/l
Ilttilførsel	$8 \cdot 10^9$ mgO ₂	$4 \cdot 10^9$ mgO ₂	$2 \cdot 10^9$ mgO ₂

Sammenlignet med iltbehovet tilføres cirka 2, 4 og 8 gange så meget ilt, hvis det naturlige iltindhold er henholdsvis 2, 4 og 8 mg/l under antagelse af fuld opblanding. For større strømhastigheder vil ilttilførslen være større.

Efter det første døgn vil processen med at omdanne det organiske materiale gå langsommere. Om sommeren vil det meste materiale sedimentere omkring klapplassen. Mellem hver klappning vil der kunne ske lidt spredning af det sedimenterede klappmateriale og der vil ske en naturlig omlejring. Al materialet vil dog ikke være spredt og der vil derfor blive lagt nye lag sediment efter hver klappning. De "gamle" lag under det nyeste sedimentlag vil ikke få tilført nyt ilt. Omdannelsen af det organiske materiale vil derfor, når iltet i porevolumenet er opbrugt, foregå iltfrit, men dette vil ikke føre til iltsvind i vandfasen over sedimentet.

9 Kumulative effekter

Der findes følgende gældende klaptilladelser til klappning på Trelde Næs klappads, som vil kunne bruges i projektperioden for Marina City:

- Middelfart Havn har brugt cirka 10.000 m³ af deres tilladelse på 11.000 m³.
- Kolding Lystbådehavn har en tilladelse til at klappe 5.000 m³ sediment.
- Kolding Lystbådehavn har en tilladelse til at klappe 2.500 m³ sediment.
- Middelfart Lystbådehavn har en tilladelse til at klappe 40.000 m³ sediment.

Som det kan ses af ovenstående, er der risiko for, at der klappes yderligere cirka 49.000 m³ sediment samtidig med, at det udgravede sediment fra Kolding Havn klappes. I det nedenstående er der regnet på en worst case situation, hvor der klappes 100.000 m³ sediment samtidig med klappning fra Marina City. Dette svarer til, at mængden af sediment øges med omkring 28 % eller omkring 25 klappninger, hvis det antages, at der klappes 4.000 m³ pr gang.

Om sommeren vil sedimentet fra klappningerne sedimentere omkring klappadsen. Hvis de cirka 100.000 m³ sediment fordeles jævnt ud på det ydre areal på klappadsen som forklaret i afsnit 7.2 øges sedimentlaget med 20 mm.

Sker klappningen om vinteren betyder dette, at sedimentet fra yderligere 4 klappninger vil blive spredt 7.000 m væk fra klappadsen og potentielt spredes videre ud i Natura-2000 områderne enten ud for kysten ved Nærå og Æbelø eller syd for Lillebælt. Sedimentet fra de resterende 21 klappninger vil sedimentere omkring klappadsen og forårsage en lille forøgelse i det aflejrede sedimentlag.

10 Referencer

- [1] NIRAS, »Sedimentspredning. VVM for Marina City,« September, 2017.
- [2] B. F. Pedersen og N. A/S, »Model til beregning af spredning af sediment i forbindelse med klappning,« NIRAS, 2012.
- [3] COWI, »Marina City Kolding - Undersøgelse af sediment,« 2017.
- [4] Jacobsen, Harramés, Krebs Ovesen og Moust, Lærebog i geoteknik 1, årg. 5, Polyteknisk forlag, 2003.
- [5] NIRAS A/S, »Notat: VVM Vejle Fjord Bro, Bestemmelse af sedimentkarakteristik for spildeberegninger,« NIRAS A/S, 2015.
- [6] Grontmij | Carl Bro, »Oprensning og klappning. Kalundborg Havn og sejlrende. Sedimentspredningsberegninger,« Marts 2011.
- [7] DHI for Nakskov Havn, »Uddybning af Nakskov Havn og sejlrende. Sedimentspredning og hydrografiske,« 2006.

- [8] Miljøministeriet, »Vejledende udtalelse til brug for gennemførelse af en miljøkonsekvensvurdering for et bestående deponeringsanlæg for havbundssedimenter (spulefelter etc.),« Miljøministeriet, Jord & Affald, 2010.
- [9] Winther, Henze, Linde og Jensen, »Spildevandsteknik,« 4 red., Polyteknisk Forlag, 2009.
- [10] DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, »Arkiv for iltrapporter og iltvindskort,« 30 11 2017. [Online]. Available: <http://bios.au.dk/videnudveksling/vand/havmiljoe/iltsvind/arkiv/>. [Senest hentet eller vist den 04 04 2018].
- [11] Vejdirektoratet, »Ny bane på tværs af Vejle Fjord. Sammenfattende rapport. VVM-redegørelse. Rapport 569,« 2016.
- [12] COWI, *Marina City Kolding - Undersøgelse af sediment*, 2017.

Notat

Kolding Kommune
 Bilag 7 til klapanlægning
 Vurdering i forhold til Natura 2000,
 Bilag IV-arter og Vandområdeplaner

Projekt nr.: 227608
 Dokument nr.: 1232846873
 Version 1

Udarbejdet af NBOS
 Kontrolleret af MAC, DGP
 Godkendt af DGP

Indholdsfortegnelse

1	Introduktion	3
2	Natura 2000	3
2.1	Natura 2000-område nr. 56: <i>Horsens Fjord, havet øst for og Endelave</i>	4
2.1.1	Marine habitatnaturtyper	5
2.1.2	Marine arter	5
2.2	Natura 2000-område nr. 108: <i>Æbelø, havet syd for og Nærå</i>	6
2.2.1	Marine habitatnaturtyper	6
2.2.2	Marine arter	7
2.3	Natura 2000-område nr. 112: <i>Lillebælt</i>	8
2.3.1	Marine habitatnaturtyper	8
2.3.2	Marine arter	9
2.4	Væsentlighedsvurdering for Natura 2000-områderne	9
2.4.1	Naturtyper	9
2.4.2	Marine arter	11
2.4.3	Støj	13
2.4.4	Miljøfarlige stoffer	13
2.4.5	Samlet væsentlighedsvurdering for Natura 2000-områderne	14
3	Bilag IV-arter	14
4	Vandområdeplaner	14
4.1	Økologisk tilstand	15
4.1.1	Ålegræs	15

4.1.2	Klorofyl- <i>a</i>	16
4.1.3	Bundfauna	16
4.1.4	Samlet vurdering for økologisk tilstand.....	17
4.2	Kemisk tilstand	17
4.2.1	Miljøkvalitetskrav i vand	17
4.2.2	Miljøkvalitetskrav i sediment.....	18
4.2.3	Miljøkvalitetskrav i biota	18
4.2.4	Samlet vurdering for kemisk tilstand.....	19
5	Kumulative effekter	19
6	Sammenfatning	19
7	Referencer	19

1 Introduktion

I forbindelse med projektet om etablering af Marina City i Kolding skal der klappes cirka 360.000 *in situ* m³ sediment på en klappads i det nordlige Lillebælt (K_164_01 Trelde Næs). Formålet med dette notat er at redegøre for og vurdere potentielle påvirkninger af relevante Natura 2000-områder og bilag IV-arter samt vurdere, om projektet vil være til hinder for målopfyldelsen i vandområderne nær klappadsen.

2 Natura 2000

EU har vedtaget to naturbeskyttelsesdirektiver, som pålægger EU's medlemslande at bevare en række arter og naturtyper, der er sjældne, truede eller karakteristiske for EU-landene:

- **EU's habitatdirektiv (92/43/EØF)** har til formål at beskytte arter og naturtyper, der er karakteristiske, truede, sårbare eller sjældne i EU. Hvert EU-land skal udpege områder, der kan fungere som sikre levesteder for de naturtyper og arter, som er opført på habitatdirektivets bilag I og II. Disse områder betegnes habitatområder.
- **EU's fuglebeskyttelsesdirektiv (79/409/EØF)** har til formål at beskytte levesteder og rasteområder for fugle, som er sjældne, truede eller følsomme over for ændringer af levesteder i EU. Hvert EU-land skal udpege områder for at beskytte fugle, der er omfattet af fuglebeskyttelsesdirektivet. Disse områder benævnes fuglebeskyttelsesområder.

Natura 2000 er betegnelsen for det internationale økologiske netværk af habitatområder og fuglebeskyttelsesområder i EU. For hvert Natura 2000-område er der en liste – det såkaldte udpegningsgrundlag – med naturtyper, arter og fugle, som det enkelte område er udpeget for at beskytte. Formålet med Natura 2000-netværket er at sikre gunstig bevaringsstatus for de arter og naturtyper, som er på udpegningsgrundlaget for de enkelte Natura 2000-områder.

Bilag IV i habitatdirektivet indeholder en liste over udvalgte dyre- og plantearter, som medlemslandene er forpligtet til generelt at beskytte, både inden for og uden for områderne. Disse arter betegnes i det følgende som bilag IV-arter.

I Danmark er habitatbekendtgørelsen (BEK nr 926 af 27/06/2016) en væsentlig **del af implementeringen af EU's habitatdirektiv og EU's fuglebeskyttelsesdirektiv**, og habitatbekendtgørelsen har blandt andet til formål at udpege internationale naturbeskyttelsesområder og fastsætte regler for administrationen af disse områder.

Den indledende vurdering af mulige påvirkninger af et Natura 2000-område betegnes en væsentlighedsvurdering (Naturstyrelsen, 2011). Hvis det på baggrund af væsentlighedsvurderingen ikke kan afvises, at en plan eller et projekt i sig selv eller i forbindelse med andre planer og projekter kan påvirke et Natura 2000-område væsentligt, skal der udarbejdes en nærmere konsekvensvurdering under hensyn til bevaringsmålsætningen for det pågældende område.

De seks nærmeste Natura 2000-områder i forhold til klappadsen er:

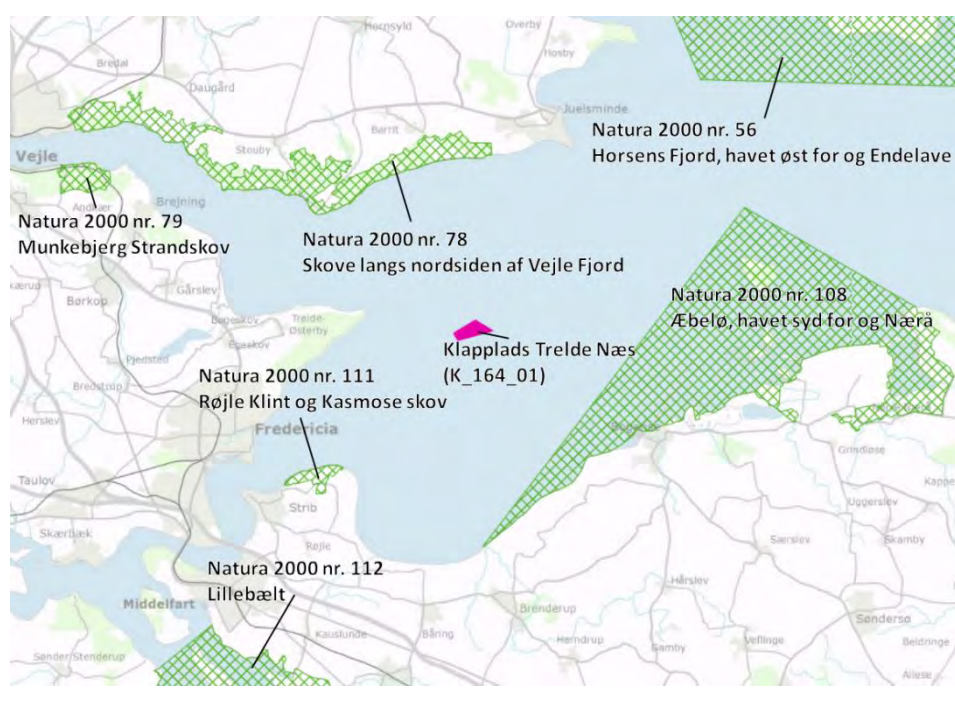
- Nr. 56 *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave*, beliggende ca. 17 km nordøst for klappadsen.
- Nr. 78: *Skove langs nordsiden af Vejle Fjord*, beliggende ca. 8,5 km nord og nordvest for klappadsen.
- Nr. 79: *Munkebjerg Strandskov*, beliggende ca. 20 km vestnordvest for klappadsen.

- Nr. 108: *Æbelø, havet syd for og Nærå*, beliggende ca. 7 km sydøst for klapplassen.
- Nr. 111: *Røjle Klint og Kasmose skov*, beliggende ca. 9,5 km sydvest for klapplassen.
- Nr. 112: *Lillebælt*, beliggende ca. 20 km sydvest for klapplassen.

Udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 78, 79 og 111 er udelukkende baseret på terrestriske arter og naturtyper, og vil derfor ikke være i det potentielle påvirkningsområde. Disse områder vil ikke blive behandlet yderligere i denne væsentlighedsvurdering.

De resterende områder, Natura 2000-område 56, 108 og 112, er kort beskrevet nedenfor, og da klappningsarbejdet foregår til havs, vurderes potentielle effekter på terrestriske arter og naturtyper ikke for disse områder.

Figur 2-1:
Placering af Klapplassen Trelde Næs samt de nærmeste Natura 2000-områder.



2.1 Natura 2000-område nr. 56: *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave*

Området består af habitatområde nr. 52 *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave* og fuglebeskyttelsesområde nr. 36 *Horsens Fjord og Endelave*. Områdets areal er på 45.823 ha, og der er i alt 28 naturtyper og 3 habitatarter på udpegningsgrundlaget for habitatområdet og 11 fuglearter på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet (Miljøministeriet, 2014a). I forbindelse med forslag til opdatering af udpegningsgrundlagene for Danmarks habitatområder, er der tilføjet 3 habitatarter (skæv vindelsnegl, sumpvindelsnegl og marsvin) til habitatområde nr. 52 (Miljøstyrelsen, 2019). Af de foreslåede habitatarter, vurderes marsvin at være relevant. Af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 56 vurderes de marine arter og naturtyper i Tabel 2-1 at være relevante.

Tabel 2-1:
 Relevante arter på
 udpegningsgrundlaget for
 Natura 2000-område nr. 56:
 Horsens Fjord, havet øst for
 og Endelave. * Angiver
 særligt truede naturtyper og
 arter på europæisk plan
 (såkaldt prioriterede).

N56: RELEVANTE ARTER OG NATURTYPER			
Kode	Art/naturtype	Kode	Art/naturtype
1110	Sandbanke	1160	Bugt
1140	Vadeflade	1170	Rev
1150	Lagune *		
1365	Spættet sæl	1364	Gråsæl
1351	Marsvin (forslag 2019)		

Sedimentspredningsmodelleringen viser, at en lille del af sedimentet vil kunne spredes op til 7 kilometer fra klappositionen i nordøstlig retning, da strømhastighederne i dette område vil falde (se bilag til klappansøgningen om sedimentspredning). Dette vil dog højst forekomme for fire klappinger i løbet af hele klapperioden, hvis der klappes om vinteren, og det vil slet ikke forekomme, hvis der klappes om sommeren.

2.1.1 Marine habitatnaturtyper

De marine naturtyper *sandbanke*, *vadeflade* og *lagune* findes alle nordligere end Endelave (henholdsvis ca. 26, 33 og 24 km fra klapplassen), og vurderes at ligge langt uden for det potentielle påvirkningsområde fra klapping på Trelde Næs klapplass (se bilag til klappansøgningen om sedimentspredning). *Stenrev* og *bugt* og findes tættere på klapplassen (begge ca. 20 km fra klapplassen), men begge naturtyper ligger ligeledes uden for det potentielle påvirkningsområde.

2.1.2 Marine arter

De eneste arter på udpegningsgrundlaget på den reviderede basianalyse for Natura 2000-områdets Natura 2000-plan for 2016-2021 (Miljøministeriet, 2014a), som vurderes at være relevante i forhold til nærværende projekt, er gråsæl og spættet sæl, som begge kortfattet beskrives i det følgende.

Data stammer primært fra de reviderede basianalyser. Herudover er der indhentet oplysninger fra videnskabelige publikationer og tidligere gennemførte miljøvurderinger.

2.1.2.1 Gråsæl

Gråsæl er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 56, hvor den dog ikke er blevet observeret ved flyovervågning i perioden fra 2006 til 2012, men kun er set én gang i 2003 (Miljøministeriet, 2014a). Efter at have været udryddet i Danmark i godt 100 år, er den i løbet af de sidste 10 år genindvandret flere steder, og ses nu i Kattegat, Østersøen og Vadehavet. Gråsælerne opholder sig fortrinsvis på land i yngleperioden (februar-marts) og i fældeperioden (maj- juni) i de indre danske farvande (Hansen, 2015). Den eneste faste yngleplads for gråsæl i Danmark er indtil videre Rødsand ved Lolland-Falster. Bevaringsprognosen for gråsæl i Natura 2000-området nr. 56 er vurderet til ugunstig (Therkildsen, et al., 2013).

2.1.2.2 Spættet sæl

Spættet sæl er den almindeligste sælart i Danmark, og er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 56 og 112. Den forekommer især i de kystnære farvande, hvor der er rigelig føde, og hvor der findes uforstyrrede yngle-/hvilepladser på sandbanker, rev, holme og øer. Den danske sælbestand blev i 1998 og 2002 ramt af en virus, der slog en større del af bestanden ihjel. Efterfølgende er bestanden steget markant, og den samlede danske bestand af spættet sæl er i 2011 opgjort til 15.500 dyr. Natura 2000-område nr. 56 har sælreservater, som er sandøerne Møllegrund og Svanegrund omkring Endelave. Her både fouragerer, raster og yngler spættet sæl i stor stil, og bestanden af spættet sæl i området vokser markant (Miljøministeriet, 2014a).

Bevaringsprognosen for spættet sæl på nationalt plan og for området ved Endelave er vurderet til gunstig (Therkildsen, et al., 2013).

2.1.2.3 Marsvin

Marsvin er iht. forslag om revideret udpegningsgrundlag for habitatområderne tilføjet på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 56, og arten er generelt udbredt i farvandet og omkring Horsens Fjord og Endelave (DCE, 2018).

For yderligere beskrivelse af arten se afsnit 2.2.2.2.

2.2 Natura 2000-område nr. 108: Æbelø, havet syd for og Nærå

Natura 2000-området omfatter habitatområde nr. 92 og fuglebeskyttelsesområde nr. 76 og udgør et areal på 13.161 ha, hvoraf ca. 75 % er marint. Der er i alt 26 naturtyper og fire arter på udpegningsgrundlaget for naturområdet, og ni arter af fugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet. Af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 56 vurderes de marine arter og naturtyper i Tabel 2-2 at være relevante. Sæler og marsvin behandles i det nedenstående afsnit (2.2.2.1 og 2.2.2.2), og marsvin behandles yderligere i afsnit 3 om Bilag IV-arter.

Tabel 2-2:
Relevante arter på
udpegningsgrundlaget for
Natura 2000-område nr. 108:
Æbelø, havet syd for og
Nærå. * Angiver særligt
truede naturtyper og arter på
europæisk plan (såkaldt
prioriterede).

N108: RELEVANTE ARTER OG NATURTYPER			
Kode	Art/naturtype	Kode	Art/naturtype
1110	Sandbanke	1160	Bugt
1140	Vadeflade	1170	Rev
1150	Lagune *		
1351	Marsvin	1365	Spættet sæl

2.2.1 Marine habitatnaturtyper

De marine naturtyper *lagune*, *sandbanke*, *vadeflade*, *bugt* og *rev* findes i områder, hvor potentielle påvirkninger kan forekomme. I det følgende er der foretaget en kortfattet beskrivelse af områdets marine naturtyper på udpegningsgrundlaget. Beskrivelsen er baseret på den reviderede basisanalyse for Natura 2000-områdets Natura 2000-plan 2016-2021 (Miljøministeriet, 2014b).

Lagune (1150): Samlet udgør arealet af lagune en relativ stor del af området (ca. 15 %). I området findes en række kystlaguner bl.a. den store kystlagune Nærø Strand og Ore Strand samt en række mindre strandsøer. Ringe Å, som har et relativt stort opland løber ud i Nærø Strand, og som følge heraf varierer saliniteten en del (16-23 promille), og belastningen med næringsstoffer er relativ høj. Bunden består her af sand og silt, og der findes spredte større sten.

Sandbanke (1110): Naturtypen sandbanke er veludviklet i habitatområdet og findes især i et bælte langs nordkysten af Fyn, syd for Æbelø, hvor den dels er relateret til strømmende vand og dels findes som kyst-parallele revler. Sandbankerne forekommer dels som rene, faste sandbunde med indslag af bølge- og strømribber og kun få indslag af grus og skaller, og dels som sandbund med spredte større sten (1-5 % dækning), mindre sten (15-90 % dækning) og grus (10 % dækning). Faunadækningen blev i forbindelse med naturtypekortlægningen vurderet til at være lav (0-1 %) og bestod af strandsnegle, dværgkonk, strandkrabber, eremitekrebs, søstjerner, blåmuslinger, sandorme, kutlinger og blåmuslinger. Vegetationen på de rene sandflader var sparsom, bestående af løsdrivende alger og en lille dækning (1 %) af fastsiddende makroalger (savtang, strengetang, henfaldne rødalger). På de spredte større sten var dækningen af makroalger dog høj (100 %), og den generelle dækning i områder med blandede

substrattyper var 10-20 %. Her blev der observeret savtang, strengetang, blodrød ribbeblad, gaffeltang og henfaldne rødalger. Ålegræs forekom kun på de rene sandflader, hvor der på tre ud af syv verifikationslokaliteter var dækningsgrader på 20-85 %.

Rev (1170): Æbelø og det omkringliggende marine område består af en stenet moræneknold. Naturtypekortlægningen viste, at havbunden omkring Æbelø er tæt bestrøet af sten hovedsageligt bestående af 80-100 % småsten (2-10 cm). Der blev i den forbindelse observeret faunadækning på < 1 % bestående af søstjerner og dyriske svampe. Der blev ligeledes observeret savtang, strengetang, fingertang, klotang, henfaldne rødalger, alm. klotang, alm. vatalge og dusktang. Derudover er der observeret fliget rødblad, kile-rødblad, bugtet ribbeblad, blodrød ribbeblad og trådformede arter som juletræsålge samt arter af ledtang. Umiddelbart vest for Drættegrund er der i forbindelse med kortlægningen i 2012 fundet et biogent rev af blåmuslinger. Muslingebankerne havde en dækningsgrad på 100 %. Derudover blev der observeret skaller fra knivmusling. På muslingebankerne blev der observeret 2-3 % dækning af primært søstjerner samt strandkrabber og kutlinger. Desuden blev der registreret 10-15 % dækning af makroalgerne savtang og buskformede rødalger på de biogene rev.

Vadeflade (1140): Den marine del af habitatområdet lige nord for Fyn er relativt lavvandet, og her findes spredte forekomster af mudder- og sandflader, der er blottet ved ebbe, især nord for Æbelø Holm, på Agernæs Flak ud for Flyvesandet og omkring Mågeøerne ud for Bogense. Denne naturtype er ikke omfattet af kortlægningen i 2012, men det er vurderet, at vaderne udgør 8-9 % af det marine areal.

Bugt (1160): Bugter og vige findes især mellem sandbankerne og i den nordlige del af området, hvor vanddybderne er større. Havbunden vurderes, ud over de substrattyper, der er beskrevet under sandbanke, at bestå af mere siltholdige materialer, især i de områder, hvor vanddybderne er større end 5-6 m.

2.2.2 Marine arter

Data stammer primært fra den statslige kortlægning af udbredelsen af havpattedyr, herunder data fra Det Nationale Center for Miljø og Energi (DCE). Herudover er der indhentet oplysninger fra videnskabelige publikationer, opslagsværker og reviderede basisanalyser.

2.2.2.1 Spættet sæl

Spættet sæls levevis og udbredelse er nærmere beskrevet i afsnit 2.1.2.2. Spættet sæl overvåges ikke i området ved Æbelø (Natura 2000-område nr. 108), men ses ofte i havområdet omkring Æbelø (Miljøministeriet, 2014b). Bevaringsprognosen for spættet sæl er vurderet til ugunstig i området ved Æbelø (Therkildsen, et al., 2013).

2.2.2.2 Marsvin

Marsvin er på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 108, og arten er generelt udbredt i farvandene rundt Fyn. De ses desuden ofte i farvandet nord for Fyn, herunder Æbelø. Bevaringsprognosen for marsvin er vurderet til ugunstig i området ved Æbelø (Therkildsen, et al., 2013).

Marsvin er en af de mindste tandhvaler og er almindeligt forekommende i Lillebælt. Der vurderes at være tre bestande af marsvin i danske farvande - én i Østersøen, én i indre danske farvande (inklusiv Kattegat) samt én bestand i Nordsøen/Skagerrak. Marsvin i området nær klapplassen Trelde Næs, Lillebælt, tilhører bestanden i de indre danske farvande, som i 2012 bestod af cirka 18.500 individer, hvilket var 75 % højere end samme bestand estimeret i 2005 (10.600 individer) (Miljøministeriet, 2014b). Natura 2000-området *Lillebælt* er derudover

et af de seks vigtigste Natura 2000-områder i de indre danske farvande for marsvin (DCE, 2016). For både Natura 2000-område nr. 108 og nr. 112 er bevaringsprognosen for marsvin ugunstig.

Marsvin regnes for at være en kystnær hvalart, som kan forekomme på vanddybder fra en halv meter ved kysterne og helt ned til 200 m over kontinentalsoklen (Dansk Pattedyratlas, 2012). Det er den eneste hval, som med sikkerhed yngler i danske farvande (DCE, 2016), dog kendes der ikke til specifikke yngleområder for marsvin i danske farvande. Marsvin er, i modsætning til sæler, ikke er afhængige af, at ungerne kan hvile på land, siden de bevæger sig kontinuert og derfor nemt kan søge væk fra eventuelle forstyrrelser.

Marsvin har et meget varieret fødevalg, men lever typisk af forskellige arter af fisk, både pelagiske og bundlevende arter (Miller, 2013). Deres fødesøgningsadfærd foregår ved gennemsnitligt 45 dyk i timen (Linnenschmidt, 2013), hvilket eksponerer dem for stimer af tobis og sild i den frie vandsøjle, men også rødspætter og isinger nær bunden (Kinze, 2007).

Føden lokaliserer de ved ekkolokalisering, og hørelsen er derfor meget vigtig for marsvin, både i forbindelse med fødesøgning og til kommunikation med andre marsvin. Brugen af ekkolokalisering til fødesøgning betyder, at marsvin ikke er direkte påvirket af ændringer i sigtbarheden i vandet, for eksempel som følge af klapping. Indirekte kan de dog påvirkes af, at deres byttedyr trækker væk fra områder med lav sigtbarhed.

Marsvin kan søge føde i meget store områder, og de kan hvert år svømme flere tusind kilometer (Sveegaard, et al., 2012). De er derfor ikke bundet til et bestemt område, men kan flytte sig, hvis området bliver forstyrret eller ikke indeholder føde nok. Det kan ikke udelukkes, at enkelte individer vil søge føde på og nær klapplassen, men de vil højst sandsynligt søge væk, når klappingen finder sted.

2.3 Natura 2000-område nr. 112: *Lillebælt*

Natura 2000-område nr. 112 *Lillebælt* omfatter habitatområde nr. 96 og fuglebeskyttelsesområde nr. 47 og dækker et areal på 35.043 ha, hvoraf ca. 80 % er marint. Der er i alt 28 naturtyper og fire arter på udpegningsgrundlaget for habitatområdet og 15 arter af fugle på udpegningsgrundlaget for fuglebeskyttelsesområdet. Af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 112 vurderes de marine arter og naturtyper i Tabel 2-3 at være relevante. Marsvin behandles i det nedenstående afsnit (2.3.2.1) og behandles yderligere i afsnit 3 om Bilag IV-arter.

Tabel 2-3:
Relevante arter på
udpegningsgrundlaget for
Natura 2000-område nr. 112:
Lillebælt. * Angiver særligt
truede naturtyper og arter på
europæisk plan (såkaldt
prioriterede).

N112: RELEVANTE ARTER OG NATURTYPER			
Kode	Art/naturtype	Kode	Art/naturtype
1110	Sandbanke	1160	Bugt
1140	Vadeflade	1170	Rev
1150	Lagune *		
1351	Marsvin		

2.3.1 Marine habitatnaturtyper

De marine naturtyper *lagune*, *sandbanke*, *vadeflade*, *bugt* og *rev* findes i områder, hvor potentielle påvirkninger kan forekomme. I det følgende er der foretaget en kortfattet beskrivelse af områdets marine naturtyper på udpegningsgrundlaget. Beskrivelsen er baseret på den reviderede basisanalyse for Natura 2000-områdets Natura 2000-plan 2016-2021 (Miljøministeriet, 2014c).

Lagune (1150): På den fynske side af Lillebælt ligger en række laguner og strandsøer, hvoraf de største er Gamborg Nor, Bredningen, Aborgminde Nor, Emtekær Nor og Bogø Nor. De er alle lavvandede (< 1 m) og har saliniteter på få promille til 12 promille. De tre førstnævnte laguner får tilført ferskvand fra større vandløb og er dermed belastet herfra. De to sidstnævnte er mindre belastede. I 2012 udførte Naturstyrelsen habitatovervågning af disse to laguner (Emtekær Nor og Bogø Nor).

Sandbanke (1110): I området findes flere sandbanker med rene, faste sandbunde, som alle på nær én består af 100 % sand. Ét område havde få procent sten. Generelt lav faunadækning blandt andet bestående af søstjerner, sandorme, blåmuslinger, strandsnegle, mosdyr, posthornsorme og kutlinger. I de mere stenede områder fandtes også strandkrabbe, stankelbenskrabbe, slangestjerner, mosdyr, dyriske svampe, sønemoner, konksnegle, fladfisk og torsk. Den sparsomme vegetationen udgøres af klørtang, gaffeltang og buskformede rødalger. Kun få steder fandtes ålegræs med dækningsgrader mellem 20-70 %.

Rev (1170): Lillebælt huser flere stenrev bestående af større og mindre sten samt grus. Faunadækningen når op på 10 % og består af tangsnegle, strandsnegle, dyriske svampe, blåmuslinger, søstjerner, eremitkrebs, strandkrabber, posthornsorme, mosdyr, hydroider, kutlinger og torsk. Makroalgerne udgøres af sukkertang, gaffeltang, strengetang, ledtang, skulptetang, dusktang, kile-rødblad, bugtet ribbeblad, blodrød ribbeblad, klørtang og buskformede rødalger, og dækker generelt 30-50 %, og 90-100 % af de større sten. Der er registeret flere biogene rev i området, og specielt det biogene rev ved Gamborg Fjord er interessant i forhold til denne væsentlighedsvurdering, da det ligger syd for klappladsen, og inden for det potentielle påvirkningsområde for sedimentspredningen. De biogene rev består af muslingbanker.

Vadeflade (1140): Vadeområder findes i mindre omfang i området, omkring 4 %, hovedsageligt i den sydlige del af Natura 2000-området ved Årø Kalv.

Bugt (1160): Denne naturtype er den dominerende i området og udgør omkring 61 %. Den er ikke kortlagt, men forventes at bestå af blandet blød bund af sand, grus og småsten. Faunadækning er omkring 1 % og udgøres af søstjerner, strandkrabber, blåmuslinger, kutlinger og ålekvabber.

2.3.2 Marine arter

2.3.2.1 Marsvin

Marsvins levevis og udbredelse er nærmere beskrevet i afsnit 2.2.2.2. Generelt er marsvin udbredt i området, specielt i den nordlige del er de hyppigt registreret. Tidligere har området været et vigtigt fangstområde af marsvin i Danmark. Bevaringsprognosen for marsvin i området ved Lillebælt er vurderet til ugunstig (Therkildsen, et al., 2013).

2.4 Væsentlighedsvurdering for Natura 2000-områderne

I dette afsnit vurderes de potentielle påvirkninger af udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 56, 108 og 112. Påvirkninger af marine arter på udpegningsgrundlagene for Natura 2000-områderne, der også er omfattet af habitatdirektivets bilag IV, findes ligeledes i afsnit 3 (marsvin).

2.4.1 Naturtyper

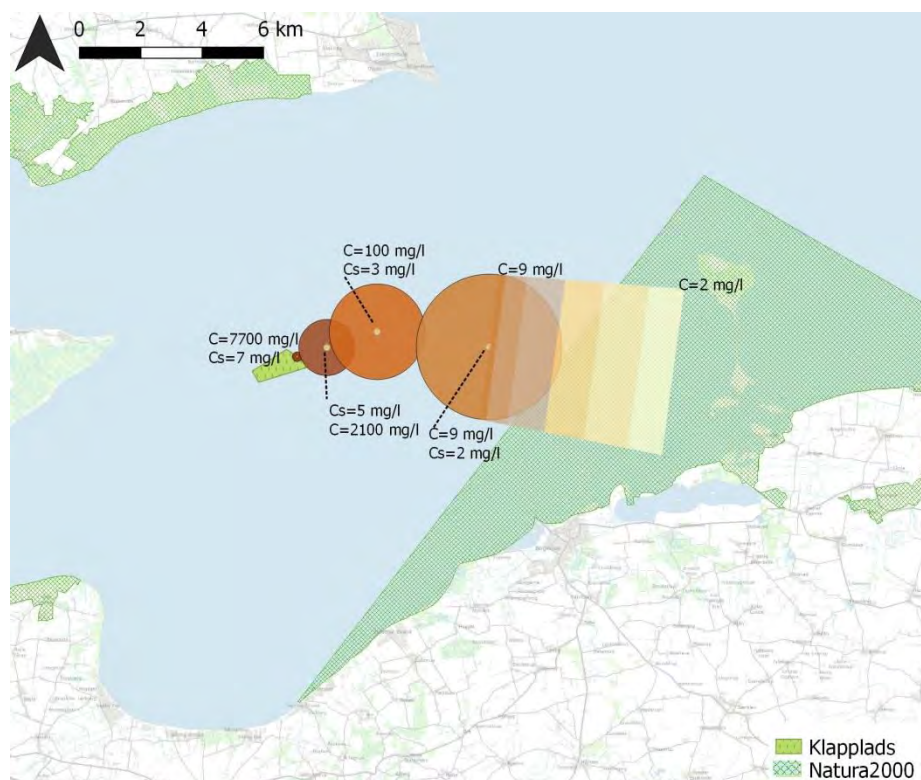
De nævnte Natura 2000-områders marine naturtyper *lagune*, *sandbanke*, *vadeflade*, *bugt* og *rev* kan potentielt påvirkes af spredning af sediment ved klapping. Modelleringen af sedimentspredningen fra klapping ved Trelde Næs viser dog, at det klappede sediment ikke vil transporteres ind i Natura 2000-område 56,

og det vurderes derfor, at der ikke vil ske en transport af miljøfarlige stoffer ind i dette Natura 2000-område, idet de miljøfarlige stoffer i meget høj grad er bundet til sedimentet (Vejdirektoratet, 2016). Da sedimentet ikke vil blive transporteret ind i Natura 2000-område nr. 56, vil der ligeledes ikke ske en tildækning af hverken bundflora eller fauna.

Hvis der klappes i en vinterperiode, vil strømmen i nordøstlig retning ved fire klappinger ud af 90 klappinger være stærk nok til at kunne transportere en lille del af klappmaterialet ind i den vestlige del af Natura 2000-område nr. 108. Det resulterende sedimentationslag vil dog højst være 0,2 mm i Natura 2000-området, og det vurderes, at den meget begrænsede sedimentation ikke vil påvirke de nævnte marine naturtyper væsentligt. Hvis der klappes i en sommerperiode, vil der ikke forekomme sedimenttransport i nordøstlig retning og dermed heller ikke ind i Natura 2000-område nr. 108.

Koncentrationen af suspenderet sediment i vandfasen, hvis en sedimentpøl når Natura 2000-område nr. 108, vil være lavere end den naturlige baggrundskoncentration i vandfasen, og vil således ikke påvirke området væsentligt (Figur 2-2).

Figur 2-2: Spredning af en sedimentpøl i nordøstlig retning. Figuren viser sedimentpølen placering, størrelse og koncentration, C, henholdsvis 10, 1.000, 3.000 og 7.000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes når sedimentpølen opløses 7.000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, Cs, til samme tid er også angivet i figuren.

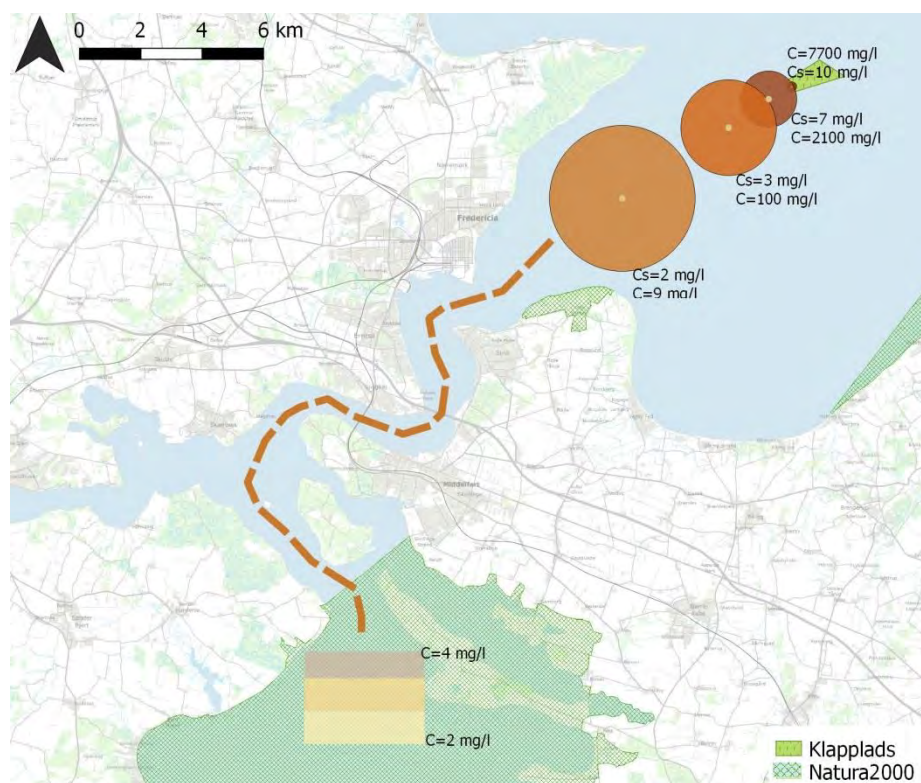


I tilfælde af sydvestgående strøm over den kritiske strømhastighed, hvor klappmaterialet ikke vil sedimentere, er der risiko for at klappmaterialet vil kunne spredes ind i Natura 2000-område 112, Lillebælt. Dette vil i alt kun forekomme op til én gang om sommeren og op til fem gange om vinteren, og sedimentaflejringen vil være mindre end 0,2 millimeter per klappning (se bilag til klappansøgningen om sedimentspredning). Påvirkningen fra sedimentaflejring fra klappning på naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område 112, Lillebælt vurderes at være ubetydelig, da aflejringen vil være mindre end 0,2 millimeter per klappning i de få tilfælde, hvor strømmen er stærk nok til at kunne holde klappmaterialet i suspension. Syd for Lillebælt vurderes klappmaterialet at indgå i den naturlige

sedimenttransport- og aflejring. Koncentrationen af suspenderet sediment i vandfasen, ifald sedimentpølen når Natura 2000-område nr. 108, vil være lavere end den naturlige baggrundskoncentration i vandfasen, og vil således ikke påvirke området væsentligt (Figur 2-3).

Det vurderes, at den yderst begrænsede aflejring af sediment, som følge af klappning på Trelde Næs klappblads, ikke vil påvirke naturtyperne på udpegningsgrundlagene for Natura 2000-område nr. 56 *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave*, nr. 108: *Æbelø, havet syd for og Nærå* og nr. 112: *Lillebælt*.

Figur 2-3: Spredning af en sedimentpøl i sydlig retning. Figuren viser sedimentpøles placering, størrelse og koncentration, C, henholdsvis 10, 1.000, 3.000 og 7.000 m fra klappositionen, samt hvordan sedimentet vil spredes, når sedimentpølen opløses 7.000 m fra klappositionen. Sedimentkoncentrationen af de 5 % sediment tabt i vandsøjlen i midten af sedimentpølen, Cs, til samme tid er også angivet i figuren.



2.4.2 Marine arter

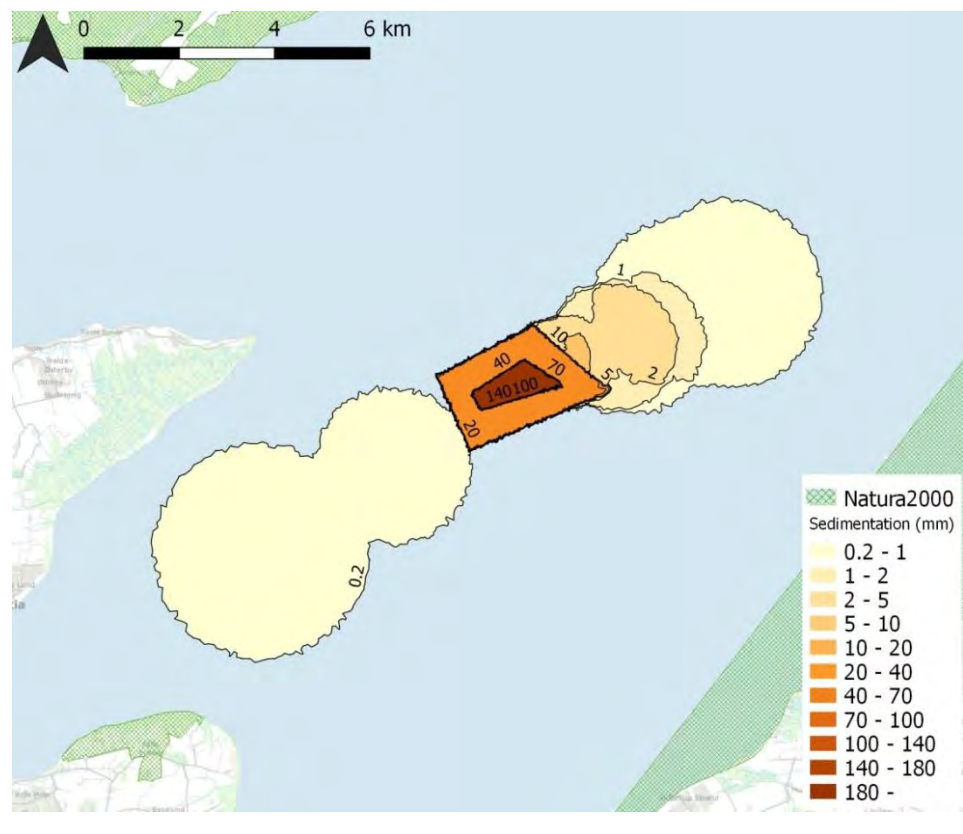
Marsvin og sælers fødesøgning vurderes ikke påvirket af klappningen, idet koncentrationen af suspenderet sediment, med undtagelse af nærområdet omkring klappbladsen, forventes at være på et niveau, der ikke forringer sigtbarheden i vandet. Sedimentfanerne vil ikke nå ud til sælernes hvile- og rasteplasser, men være begrænset til områder tættere på klappaktiviteterne.

Klappning i anlægsfasen vil være begrænset til maksimalt 90 sammenhængende dage (worst case scenariet). Sedimentkoncentrationen i vandfasen forventes hverken at påvirke marsvin eller sælers mulighed for lokalisering af byttedyr, idet sæler lokaliserer bytte ved hjælp af knurhår og kun i mindre omfang er afhængige af synet (Wieskotten et al, 2011; Hanke et al, 2010), mens marsvin lokaliserer føden ved ekkolokalisering. Marsvin og sæler er derved i stand til at lokalisere byttedyr ved nedsat sigtbarhed (Verfuss, Miller, Pilz, & Schnitzler, 2009; Dehnhardt et al., 2001). Begge marine arter vurderes, at ville kunne passere øst om klappbladsen, og sedimentfanen vil ikke være en barriere for marsvin og sæler, der krydser Lillebælt, da den højst vil udbredes til omkring ¼ af hele bæltets bredde (se bilag om sedimentspredning til klappansøgningen).

De registrerede bundfaunaarter på og omkring klapplassen er almindelige arter, der kan genindvandre til de påvirkede områder inden for kort tid (Vejdirektoratet, 2016), og der forventes ligeledes kun almindelige fiskearter i området (se også bilag til klappansøgning om flora, fauna og fisk). Undersøgelser af bundfaunaen i nærområdet omkring klapplassen viser imidlertid, at klappområdet ikke er et vigtigt habitat for sælernes fødegrundlag (Vejdirektoratet, 2016). Det vurderes derfor, at påvirkningsgraden af klappning på sælernes fødegrundlag på Trelde Næs klapplass vil være ubetydelig.

En kortvarig tildækning af bundfauna og en midlertidig øget sedimentmængde i vandfasen på klapplassen og i nærområdet omkring klapplassen vil potentielt kunne påvirke marsvins fødegrundlag. Dette vil være tilfældet, imens klappningen står på, og indtil området er rekoloniseret af bundlevende organismer og fisk. Klapplassen udgør dog kun en meget begrænset del af det potentielle fødesøgningsområde for sæler og marsvin, og sæler og marsvin vil have mulighed for at søge føde i nærliggende områder. Desuden vil den samlede sedimentation udenfor klapplassen og nærområdet være begrænset til få millimeter og derved ikke påvirke bundfaunaen (Figur 2-4).

Figur 2-4:
Den samlede sedimentation efter endt klappning om vinteren, hvor der er mest spredning.



Det vurderes, at den begrænsede, midlertidige forøgelse i mængden af suspenderet sediment i vandfasen samt den potentielle påvirkning af sælernes og marsvins fødegrundlag, som følge af klappning, ikke vil påvirke sæler og marsvin på udpegningsgrundlagene for habitatområderne væsentligt. Det vurderes derfor, at der ikke vil være en væsentlig påvirkning af sæler og marsvin på udpegningsgrundlagene for Natura 2000-område nr. 56 *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave*, nr. 108: *Æbelø, havet syd for og Nærå* og nr. 112: *Lillebælt*, i forbindelse med den beskrevne klappning af sediment på Trelde Næs klapplass.

2.4.3 Støj

Sejlads til og fra klapplassen og klapning af sediment vil medføre støjende aktiviteter. Sejlads med klappmaterialet vil ske med langsomtsejlende fartøjer, og den lavfrekvente støj, som udsendes fra motoren på de skibe, der skal fragte klappmaterialet, vil blande sig i det samlede støjmønster i området. Undersøgelser har vist, at eksempelvis marsvin tilvænner sig lyden fra skibe, idet marsvin forekommer i stort antal i de indre danske farvande, hvor skibstrafik er intensiv (ENERGI E2, 2006).

Antallet af skibe, der årligt passerer området ved Lillebælt Nord er blevet estimeret med Søfartsstyrelsens passagelinje for Lillebælt Nord (Søfartsstyrelsen, 2017). Her passerede 6.370 AIS-udstyrede skibe (skibe over 300 bruttoregister-ton, passagerskibe og fiskeskibe over 15 m) i 2014. Klapningen vil desuden kun forekomme 1-2 gang i døgnet, og derved ikke øge skibsaktiviteten i området væsentligt. Forstyrrelsen fra klappammene vil være kortvarig og svare til forstyrrelse fra passage af andre fartøjer.

Det vurderes, at støj fra den forøgede aktivitet i forbindelse med sejlads og klapning af sedimentet vil være ubetydelig og ikke vil påvirke arter på udpegningsgrundlagene væsentligt.

2.4.4 Miljøfarlige stoffer

Klapning af det uddybede materiale kan potentielt påvirke vandkvaliteten i de nærliggende Natura 2000-områder ved at tilføre miljøfarlige stoffer som tungmetaller og TBT. Gennemsnitskoncentrationerne af miljøfarlige stoffer i uddybningsmaterialet ligger alle under eller tæt på det nedre aktionsniveau i henhold til klappvejledningen, på nær cadmium og TBT (Miljøministeriet, 2008) (se tabel 5.2 i klappansøgningen). De vægtede gennemsnit for cadmium og TBT i klappmaterialet overskrider nedre aktionsniveau med henholdsvis en faktor 2,6 og en faktor 2,8, men er stadig langt under øvre aktionsniveau.

I det følgende fokuseres der på cadmium og TBT som repræsentanter for belastningen af miljøfarlige stoffer. Disse stoffer er valgt, da de er fokusstoffer i EU-regi, og da de overskrider klappvejledningens nedre aktionsniveau med den største margin i forhold til de andre miljøfarlige stoffer. Der er taget udgangspunkt i worst case situationen med størst spredning, hvor strømhastigheden er over 0,14 m/s, som vil forekomme under fem klapninger i en vinterperiode og under én klappning i en sommerperiode.

Sedimentspredningsmodelleringen (se bilag til klappansøgningen) viser, at cadmium-koncentrationen i vandsøjlen ikke vil overskride maksimumkoncentrationen ved klappning (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Der vil således ikke være overskridelser af maksimumkoncentrationen i nogle af de nævnte Natura 2000-områder med hensyn til cadmium.

For TBT viser sedimentspredningsmodelleringen, at 3.500 m fra klappositionen vil TBT-koncentrationen i vandsøjlen være under maksimumkoncentrationen på 0,0015 µg/l (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Der vil således ikke være overskridelser af maksimumkoncentrationen i nogle af de nævnte Natura 2000-områder med hensyn til TBT.

For begge stoffer gælder, at de generelle kvalitetskrav vurderes at blive overholdt i Natura 2000-områderne, da de generelle kvalitetskrav skal kunne overholdes som et årsgennemsnit, og da klapperperioden forventes at være ca. 90 dage ud af årets 365 dage, så vil der i dagene uden klappaktivitet være en stor fortynding samtidig med, at sedimentet i vandfasen vil bundfælde og dermed fjernes fra vandfasen.

Det vurderes derved, at frigivelsen af cadmium og TBT, som repræsentanter for belastningen af miljøfarlige stoffer ved klappning af uddybningsmaterialer fra Marina City projektområdet, ikke vil påvirke arter på udpegningsgrundlagene for Natura 2000-områderne væsentligt.

- 2.4.5 Samlet væsentlighedsvurdering for Natura 2000-områderne
Samlet vurderes det, at klappningen ikke vil medføre væsentlige påvirkninger af marine arter og naturtyper på udpegningsgrundlagene for Natura 2000-områderne nær klapplassen.

3 Bilag IV-arter

Inden for eller i umiddelbar nærhed af klapplassen kan der potentielt findes enkelte arter, som er omfattet af habitatdirektivets bilag IV. Det vurderes, at den eneste bilag IV-art, som potentielt kan forekomme i området, er marsvin.

I forhold til bilag IV-arter skal det sikres, at det ansøgte projekt ikke forsætligt forstyrrer marsvinenes naturlige udbredelsesområde eller beskadiger eller ødelægger artens yngle- eller rasteområder. Forudsætningen for dette er, at den økologiske funktionalitet af yngle- og rasteområderne opretholdes på mindst samme niveau som hidtil.

Udover marsvin kan også andre arter af hvaler forekomme i danske farvande. Det kan for eksempel dreje sig om vågehval og hvidnæse. Sandsynligheden for forekomst af andre hvaler inden for eller i nærheden af klappunktet er dog begrænset, og i så fald vil der kun være tale om enkelte individer. Der er derfor udelukkende foretaget en beskrivelse og vurdering af påvirkninger af marsvin i det følgende.

Som beskrevet i afsnit 2.4.2 vurderes det, at den begrænsede, midlertidige forøgelse i mængden af suspenderet sediment i vandfasen samt potentielle påvirkning af marsvins fødegrundlag, som følge af klappning, ikke vil påvirke marsvin på udpegningsgrundlagene for begge habitatområder væsentligt.

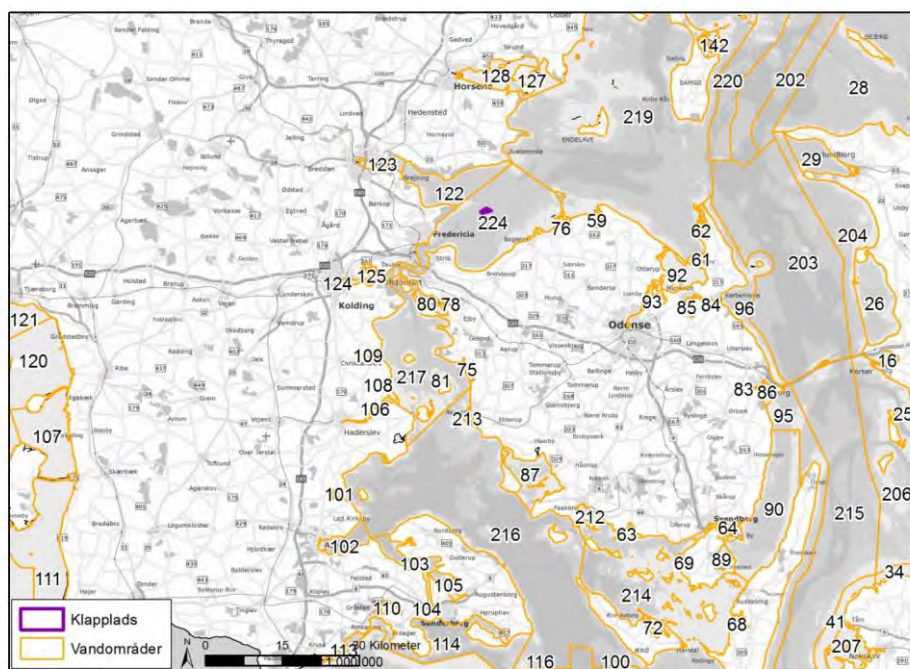
Dette betyder ligeledes, at klappningen af oprenset sediment ikke vil beskadige eller ødelægge den økologiske funktionalitet af yngle- og rasteområder for marsvin.

4 Vandområdeplaner

Klapplassen Trelde Næs ligger i Vandområdedistrikt Jylland og Fyn og tilhører Hovedvandopland 1.11 Lillebælt/Jylland (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016) (figur 4-1). Vandområdet har nummer 224 og hedder *Nordlige Lillebælt*.

I de statslige vandområdeplaner er der målsætninger om vandområdernes økologiske og kemiske tilstande. De skal sikre renere vand i Danmarks kystvande, søer, vandløb og grundvand i overensstemmelse med EU's vandrammedirektiv. Klapplassen Trelde Næs ligger indenfor de vanddistrikter, hvor miljømålene omkring **"god kemisk og økologisk standard"** gælder.

Figur 4-1:
Vandområder omkring
klappladsen Trelde Næs.
Trelde Næs klapplads fremgår
som den lille firkant i
vandområde 224.



4.1 Økologisk tilstand

Den samlede økologiske tilstand for kystvande i de gældende vandområdeplaner bestemmes primært på baggrund af de biologiske kvalitetselementer: ålegræs (dybdegrænse), klorofyl-*a*, miljøfarlige stoffer og bundfauna (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016). Den samlede økologiske tilstand bestemmes af kvalitetselementet med den dårligste tilstand.

For vandområde 224, "Det nordlige Lillebælt" gælder følgende for

kvalitetselementerne (2015-2021): Den økologiske tilstand for ålegræs er ringe, moderat for klorofyl-*a* og ukendt for bundfauna (MiljøGIS, 2018). Den økologiske tilstand for miljøfarlige stoffer i vandområdet er ukendt og indgår derfor ikke som kvalitetselement i vurderingen af den samlede økologiske tilstand (MiljøGIS, 2018), og vil ikke indgå i denne vurdering. Den samlede økologiske tilstand er derfor ringe, idet denne vurderes på baggrund af den dårligste tilstand for de ovenfor nævnte kvalitetselementer.

4.1.1 Ålegræs

Dybdeforhold og forekomsten af blødbund på klappladsen medfører, at der ikke forventes forekomster af bundvegetation af særlig betydning (se bilag om flora, fauna og fisk til klappladsen). Miljøstyrelsens ålegræstransekter for de nærliggende kyster (5-10 km fra klappladsen) ved Røjle Klint, Flaskebugt, Båring Vig og Bogense på Nordfyn samt Trelde Næs ved Fredericia viser, at dybdegrænsen for ålegræsset maksimalt varierede mellem ca. 2,7 m til 4,8 m i perioden 2010-2014 (Vejdirektoratet, 2016). Ålegræsforekomsten ved Bogense er i samme område, som ålegræsforekomsten i Natura 2000-området nr. 108: *Æbelø, havet syd for og Nærå*, mens ålegræsforekomsten i Natura 2000-området nr. 112: *Lillebælt* ikke er omfattet af Miljøstyrelsens nærmeste ålegræstransekter.

Ålegræs kan påvirkes ved øgede sedimentmængder i vandsøjlen, da dette kan medføre tildækning og lysdæmpning. Lysdæmpning på mere end 20 % i mere end 14 sammenhængende dage i ålegræssets vækstperiode (marts-september) antages at ville kunne forårsage en væksthæmning (Vejdirektoratet, 2016). Modelleringen af sedimentspredning ved klapning på Trelde Næs klapplads viser,

at klapmaterialet ikke vil aflejres langs kysterne, og at mængden af sediment i vandsøjlen, hvor der er ålegræs, ikke vil medføre tildækning eller lysdæmpning (se bilag om sedimentspredning til klapanøgning). Klappingen vurderes derfor at have en ubetydelig til ingen påvirkning på ålegræs i de nærliggende områder.

4.1.2 Klorofyl-*a*

Ved klapping af sediment vil der frigives næringsstoffer til vandfasen. Denne frigivelse af næringsstoffer til vandsøjlen vil ske hurtigt, og vil, særligt i sommermånederne, potentielt kunne bidrage til en algeopblomstring. Det forventes, at ca. 5 % af klapmaterialet tabes ved selve uddybningen inde i fjorden, og der skal klappes ca. 360.000 m³. Herfra forventes 5 % at tabes til vandsøjlen ved selve klappingen, svarende til 18.000 m³ klapmateriale. Det forventes, at én *in situ* m³ af klapmaterialet med et gennemsnitligt tørstofindhold på 32,7 % vejer omtrent 1.200 kg. Der vil derved frigives i alt cirka 37 kg vandopløseligt NO₂, NO₃ og NH₃/kg sediment og 183 kg vandopløseligt fosfor/kg sediment til vandsøjlen, da klapmaterialet i gennemsnit vil indeholde 1,8 mg vandopløseligt NO₂, NO₃ og NH₃/kg sediment og 9 mg vandopløseligt fosfor/kg sediment (tabel 5.1 i klapanøgningen).

Målbekastningen for det åbne vandområde gruppe IV i Lillebælt, som består af vandområde 216, 217 og 224, i Vandområdedistrikt Jylland og Fyn er på 516,2 tons N/år (Miljø- og Fødevareministeriet, 2016). Den ansøgte klappmængdes indhold af vandopløseligt kvælstof, der frigives ved klapping, vil således udgøre mindre end 0,01 % af den samlede målbekastning for kvælstof. Der er ikke foretaget belastningsanalyser for fosfor for nærværende vandområdeplansperiode (2015-2021).

En forøget algeopblomstring vil derfor være usandsynlig eller ubetydelig, da mængden af tilført vandopløseligt kvælstof er meget begrænset. Mængden af tilført vandopløseligt kvælstof vil være fordelt ud over mange klappinger og vil hurtigt fortyndes grundet strømforholdene i området. Det vurderes, at klappingen ikke vil føre til forringet tilstand for klorofyl-*a*.

4.1.3 Bundfauna

Bundfaunen på og omkring klapppladsen er karakteriseret som blødbundssamfund, som består af almindeligt forekommende arter i Danmark (Vejdirektoratet, 2016) (se bilag om flora, fauna og fisk til klapanøgningen). Tildækning af bundfauna som følge af klappingen vil være uundgåelig, men denne påvirkning vil dog være af lokal karakter for klapppladsen og nærområdet. Et videnskabeligt studie har vist, at artsrigdommen falder, mens klappingen står på, men at re-koloniseringen af specielt makrofauna sker hurtigt bagefter (Stronkhorst et al, 2003).

NIRAS' beregninger viser, at hvis hele klappmængden på cirka 360.000 m³ klappes ved lave strømhastigheder, vil det resultere i aflejring af omkring 18 cm klappmateriale på klapppladsen og omkring 2-4 cm klappmateriale i en radius på 600 m omkring klapppositionen. Ved klapping om sommeren med lave strømhastigheder, vil der i en afstand af 2.500 m fra klapppladsen sedimentere mindre end 0,2 mm af klappmaterialet. Ved klapping om vinteren, hvor strømhastighederne generelt er højere, vil der nordøst for klapppladsen, i en afstand af op til 3.500 m fra klapppladsen, kunne forekomme aflejring af omkring 1-10 mm klappmateriale. Omkring 8.000 m sydvest for klapppladsen og 6.000 m sydøst for klapppladsen vil det aflejrerede sedimentlag være under 0,2 mm. For nærmere beskrivelse af sedimentering af det klappede materiale, se klapanøgningens bilag om sedimentspredning.

Det vurderes, at påvirkningen på bundfauna vil være lokal omkring klapppladsen og i nærområdet, og at bundfaunaen i området hurtigt vil kunne genindvandre og reetableres. Påvirkningsgraden vurderes til at være kortvarig og mindre, og det

vurderes, påvirkningen ikke vil forringe bundfaunaen i vandområdet i en sådan grad, at det er til hinder for opfyldelse af det fastlagte miljømål.

4.1.4 Samlet vurdering for økologisk tilstand

Klapningens samlede påvirkningsgrad på den økologiske tilstand vurderes at være ubetydelig, da den mindre påvirkning af bundfaunaen er af lokal karakter, mens klapningen ikke vil påvirke kvalitetselementerne ålegræs og klorofyl-*a*. Det vurderes, at påvirkningen ved klapningen af uddybningsmaterialet fra projektområdet vil være ubetydelig, og ikke vil være hinder for opfyldelse af det fastlagte miljømål for økologisk tilstand.

4.2 Kemisk tilstand

Kemisk tilstand vurderes ud fra koncentrationen af 21 EU prioriterede stoffer, der udgør en særlig risiko for vandmiljøet. Den kemiske tilstand overvåges af Miljøstyrelsen, og de målte koncentrationer af de prioriterede stoffer sammenlignes med miljøkvalitetskravene i bilag 2 i Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Kemisk tilstand i vandområde 224 er god for muslinger, og ukendt for sediment og fisk. Den samlede kemiske tilstand er derfor god.

4.2.1 Miljøkvalitetskrav i vand

Som følge af klapaktiviteterne vil der ske sedimentspild i vandet (omkring 18.000 m³). Vurderingen af den kemiske tilstand i vand er baseret på, at spredningen af miljøfarlige stoffer er koblet til spredningen af sediment i vandsøjlen, idet miljøfarlige stoffer generelt bindes hårdt til sedimentet. Vurderingen af påvirkningen på kemisk tilstand sker på baggrund af det scenarie, der omfatter den størst mulige klappængde og det størst mulige spild i en klapperiode på cirka 3 måneder.

Der vurderes på et konservativt fastsat worst-case scenarie i forhold til det sediment, som ønskes klappet. Denne konservative fastsættelse af worst-case koncentrationerne giver den bedste beskyttelse af miljøet. Worst-case sedimentkoncentrationerne af miljøfarlige stoffer er beskrevet i klapsøgningens tabel 5.2.

For nikkel, bly, chrom, arsen og PCB gælder, at koncentrationerne ligger under klapvejledningens nedre aktionsniveau (VEJ nr. 9702 af 20/10/2008), og i henhold til klapvejledningen beskriver det nedre aktionsniveau et niveau, som svarer til et gennemsnitligt baggrunds niveau eller lavere, ubetydelige koncentrationer, hvor der ikke forventes effekter på de marine organismer (VEJ nr. 9702 af 20/10/2008). Det vurderes derfor, at nævnte miljøfarlige stoffer ikke vil medføre påvirkning af den kemiske tilstand.

For kviksølv, cadmium, kobber, zink og PAH gælder, at koncentrationerne ligger mellem nedre og øvre aktionsniveau, dog tættest på det nedre aktionsniveau. Jævnfør klapsøgningens bilag 6 om sedimentspredning gælder der for kviksølv, at maksimumkoncentrationen vil kunne overholdes 600 meter fra klappladsen, mens der for cadmium, kobber og zink gælder, at maksimumkoncentrationen vil kunne overholdes selv under klapningen. Dette er beregnet for den vandopløselige del af stoffet, som er relevant i forhold til maksimumkoncentrationen.

For TBT gælder, at maksimumkoncentrationen vil kunne overholdes 3.500 meter fra klappositionen. Dette er beregnet på det totale tørstofindhold af TBT i sedimentet. Det vil kun være i det området, hvor sedimentpølen passerer, at der vil være overskridelse af maksimumkoncentrationen for TBT.

Generelt vil overskridelser af maksimumkoncentrationerne for TBT og cadmium kun forekomme i perioder med strømhastigheder over 0,14 m/s, hvilket vil ske for 24 ud af 90 klapninger om vinteren og for tre ud af 90 klapninger om sommeren.

For PAH gælder, at der ikke findes miljøkvalitetskrav i vand for den samlede pulje af PAH'er.

For alle stofferne gælder, at de vil være hårdt bundet til sedimentpartiklerne, og således hovedsageligt vil spredes med sedimentet. De generelle kvalitetskrav forventes ikke at overskrides for stofferne, idet de generelle kvalitetskrav skal overholdes som gennemsnit over et år. Sedimentet vil desuden efter klapningen falde til bunden eller i løbet af relativt kort tid fortyndes i vandet nær klapplassen.

Det vurderes, at klapaktiviteterne ikke vil medføre påvirkning af den kemiske tilstand, med hensyn til miljøkvalitetskrav i vand.

4.2.2 Miljøkvalitetskrav i sediment

I forhold til sediment er der i BEK. nr. 1625 af 19/12/2017 (BEK nr 1625 af 19/12/2017) fastsat kvalitetskrav for sediment for bly og cadmium.

Miljøkvalitetskravet for henholdsvis bly og cadmium er i sediment 163 mg bly/kg TS og 3,8 mg cadmium/kg TS. For cadmium gælder, at miljøkvalitetskravet enten gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet eller tilføjet den naturlige baggrundskoncentration. I klapmaterialet er koncentrationen af bly (28,9 mg/kg TS) og cadmium (1,04 mg/kg TS) bestemt som et vægtet gennemsnit af 13 analyser, som beskrevet i klapanøgningen (tabel 5.2).

Da den vægtede gennemsnitskoncentration for både bly og cadmium ligger under miljøkvalitetskravet for sediment i BEK. nr. 1625 af 19/12/2017, vurderes klappning af uddybningsmateriale ikke at påvirke områdets kemiske tilstand med hensyn til koncentrationen af bly og cadmium.

4.2.3 Miljøkvalitetskrav i biota

De relevante miljøkvalitetskrav for biota vurderes at være for bly, cadmium og kviksølv. Som tidligere beskrevet er den nuværende tilstand i vandområdet god med hensyn til kemisk tilstand, som er bestemt i muslinger. Den er dog ukendt for fisk og sediment.

Siden klapmaterialets indhold af bly og cadmium overholder gældende lovgivning med hensyn til kvalitetskrav i sediment og vandfasen vurderes det, at de relevante miljøkvalitetskrav for biota ligeledes vil være overholdt.

For kviksølv gælder, at klapmaterialets vægtede gennemsnitsindhold af kviksølv er indenfor Miljøstyrelsens overvågningsdata for ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab, og at sedimentets kviksølvindhold er sammenligneligt med andre områder i Danmark (se bilag til klapanøgningen om tungmetaller i Lillebælt). Desuden vil kviksølv være hårdt bundet til det klappede materiale, og ligeledes være hårdt bundet til det aflejrede sedimentet. Dette gælder specielt i de 60 % af klapmaterialet, som er beregnet til at bestå af oprindelig havbund, hvor metallerne sandsynligvis har været udsat for ældning, og vil være hårdt bundet i komplekser. Kviksølv vil således kun i et lille omfang kunne frigives og forårsage effekter i miljøet.

Miljøkvalitetskravet for bly, cadmium og kviksølv i biota vurderes derfor at kunne overholdes.

4.2.4 Samlet vurdering for kemisk tilstand

Det vurderes, at klappning af materiale fra projektområdet ikke vil medføre overskridelse af miljøkvalitetskravene for vand, sediment og biota for de prioriterede miljøfarlige stoffer i vandområde 224. Det vurderes dog, at der vil være en kort overskridelse maksimalt 3.500 m fra klappositionen af maksimumkoncentrationen for TBT, og maksimalt 600 m fra klapposition af maksimumkoncentrationen for kviksølv, i tilfælde af perioder med strømhastigheder over 0,14 m/s. Det vurderes, at klappning af uddybet materiale på Trelde Næs klappads ikke vil at være til hinder for målopfyldelsen af den kemiske tilstand for vandområde 224.

5 Kumulative effekter

Der er potentielt en risiko for kumulative effekter, hvis der er et tidsligt overlap med andre projekter, som vedrører spredning af sediment. Som det fremgår af klappansøgningen, er der risiko for, at der yderligere klappes maksimalt 100.000 m³ sediment samtidig med, at det uddybede sediment fra projektområdet klappes. Hvis det antages, at de yderligere 100.000 m³ sediment har samme fysiske egenskaber som sedimentet fra projektområdet, vil det øge det aflejrede lag på klappadsen med omkring 20 mm.

Kumulative effekter ved samtidig klappning af yderligere 100.000 m³ fra havne i Vejle, Middelfart og Kolding og klappmængden fra nærværende ansøgning vurderes at være begrænsede. Klappmængden fra nærværende ansøgning er næste otte gange større end den samlede klappmængde fra havne i Vejle, Middelfart og Kolding, og da det potentielt forøgede lag af aflejret klappmateriale på Trelde Næs klappads ved samtidig klappning kun forøges med maksimalt 20 mm, vurderes de kumulative effekter at være ubetydelige.

Ved optagning af sediment i uddybningsområdet er mulige effekter vurderet i VVM-redegørelsen for Marina City (Kolding Kommune, 2020). Der vurderes ikke at forekomme kumulative effekter mellem uddybningsaktiviteter og klappningsaktiviteter, idet der er stor afstand mellem uddybningsområdet og klappingsområdet.

Der er ikke kendskab til andre projekter end de tidligere nævnte, som vil kunne have en kumulativ effekt med klappning af sediment fra Marina City projektområdet.

6 Sammenfatning

Sammenfattende vurderes det, at klappning af uddybningsmateriale fra projektområdet hverken i sig selv eller i kumulation med andre projekter vil kunne medføre væsentlige påvirkninger af arter og naturtyper på udpegningsgrundlaget for Natura 2000-område nr. 56 *Horsens Fjord, havet øst for og Endelave*, nr. 108: *Æbelø, havet syd for og Nærå* og nr. 112: *Lillebælt*. Yderligere vurderes det, at klappningen af uddybningsmaterialet ikke vil beskadige eller ødelægge den økologiske funktionalitet af marsvins yngle- og rasteområder. I forhold til vandområdeplanerne vurderes det, at projektet ikke vil forringe vandområdets økologiske eller kemiske tilstand, og at klappningen derfor ikke vil være til hinder for opfyldelse af de fastlagte miljømål.

7 Referencer

79/409/EØF. (u.d.). Rådets direktiv 79/409/EØF af 2. april 1979 om beskyttelse af vilde fugle .

92/43/EØF, R. d. (u.d.). Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter.

- BEK nr 1625 af 19/12/2017. (u.d.). *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Miljø- og Fødevareministeriet.
- BEK nr 1625 af 19/12/2017. (u.d.). *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand*. Miljø- og Fødevareministeriet.
- BEK nr 926 af 27/06/2016. (u.d.). *Bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter*. Miljø- og Fødevareministeriet.
- Dansk Pattedyratlas. (2012). *Marsvin*. Gyldendal - Den Store Danske.
- DCE. (2016). *Arter 2015*. Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.
- DCE. (August 2018). *Marsvins udbredelse og status for de marine habitatområder i danske farvande. Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi - nr. 284 - 2018*.
- Dehnhardt et al. (2001). Dehnhardt, G.; Mauck, B.; Hanke, W.; Bleckmann, H. *Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (Phoca vitulina)*. 293(5527), 102-104.
- ENERGI E2. (2006). *EIA Report - Marine Mammals - Horns Rev Offshore Wind Farm*.
- Grontmij. (2008). *Note on the Geochemical Investigation of the Esbjerg Harbour sludge disposal (reference nummer 256188 Esbjerg)*.
- Hanke et al. (2010). Hanke W., Witte M., Miersch L., Brede, M., Oeffner J., Michael M., Hanke F., Leder A., Dehnhardt. *Harbor seal vibrissa morphology suppresses vortex-induced vibrations*. *The Journal of Experimental Biology*: 2665-2672, 213.
- Hansen. (2015). Hansen, J.W. (red). *Marine områder 2013*. NOVANA. Aarhus Universitet DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 123, 142s <http://dce2.au.dk/pub/SR123.pdf>.
- Kinze, C. C. (2007). *Marsvin*. I T. S. Hans J. Baagøe, *Dansk Pattedyr atlas* (s. 284-289).
- Kolding Kommune. (2020). *Miljørapport for Marina City*.
- Linnenschmidt, T. A. (2013). *Biosonar, dive, and foraging activity of satellite tracked harbor porpoises (Phocoena phocoena)*. *Marine Mammal Science*, 77-97.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2016). *Vandområdeplan 2015-2021 for Vandområdedistrikt Jylland og Fyn*. Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning.
- MiljøGIS. (2018). *Basisanalyse for vandområdeplaner 2015-2021*. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?&profile=vandrammedirektiv2h2014>. Miljø- og Fødevareministeriet.

- Miljøministeriet. (2008). *Vejledning nr. 9702 af 20/10/2008 om dumpning af optaget havbundsmateriale – klapping.*
- Miljøministeriet. (2014a). Natura 2000-basisanalyse 2015-2021, revideret udgave. Horsens Fjord, havet øst for og Endelave. Natura 2000-område nr. 56, Habitatområde H52, Fuglebeskyttelsesområde F36.
- Miljøministeriet. (2014b). Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, revideret udgave. Æbelø. havet syd for og Nærå Strand. Natura 2000-område nr. 108, Habitatområde nr. 92 og Fuglebeskyttelsesområde nr. 76.
- Miljøministeriet. (2014c). Natura 2000-basisanalyse 2016-2021, revideret udgave. Lillebælt. Natura 2000-område nr. 112, Habitatområde nr. 96 og Fuglebeskyttelsesområde nr. 47.
- Miljøstyrelsen. (2019). Forslag til nyt udpegningsgrundlag for habitatområderne. <https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/natura-2000-omraaderne/udpegningsgrundlag/opdatering-af-udpegningsgrundlaget/>.
- Miller, L. (2013). Echolocation by the harbor porpoise: life in coastal waters. *Frontiers in Physiology*, 1-6.
- Naturstyrelsen. (2011). Vejledning til bekendtgørelse nr. 408 af 1. maj 2007 om udpegnings og administration af internationale naturbeskyttelsesområder samt beskyttelse af visse arter. Miljøministeriet.
- Søfartsstyrelsen. (2017). *Passagelinjer*. Hentet fra <http://www.soefartsstyrelsen.dk/SikkerhedTilSoes/Sejladsinformation/AIS/Sider/Passagelinjer.aspx>
- Stronkhorst et al. (2003). Stronkhorst J., Ariese F., van Hattum B., Postma, J.F., Kluijver M., Den Besten P.J., Bergman M.J. N, Daan R., Murk A.J., Vethaak A.D. Environmental impact and recovery at two dumping sites for dredged material in the North Sea. *Environmental Pollution*: 17-31.
- Sveegaard, S., Nabe-Nielsen, J., Stæhr, K., Jensen, T., Mouritsen, K., & Teilmann, J. (2012). Spatial interactions between marine predators and their prey: herring abundance as a driver for the distributions of mackerel and harbour porpoise. *Marine Ecology Progress Series*, 245-253.
- Therkildsen, O., Andersen, S., Clausen, P., Bregnballe, T., Laursen, K., & Teilmann, J. (2013). Vurdering af forstyrrelsestrusler i NATURA 2000-områderne. *Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 52*. <http://www.dmu.dk/Pub/SR52.pdf>. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- VEJ nr. 9702 af 20/10/2008. (u.d.). Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen. Dumping af optaget havbundsmateriale - klapping. Miljøministeriet.
- Vejdirektoratet. (2016). VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord - Del 2. Udarbejdet af NIRAS.
- Verfuss, U., Miller, L., Pilz, P., & Schnitzler, H. (2009). Echolocation by two foraging harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *212*, 823-834.
- Wieskotten et al. (2011). Wieskotten S., Mauck B., Miersch L., Dehnhardt G., Hanke W. Hydrodynamic discrimination of wakes caused by objects of

different size or shape in a harbour seal (*Phoca vitulina*). *Journal of Experimental Biology* 214: 1922-1930.

Notat

Kolding Kommune

VVM for Marina City

Bilag 8 til klapanøgning

Redegørelse om miljøfarlige stoffer

Projekt nr.:

Dokument nr.:

Revision

Udarbejdet af DGP, NBOS

Kontrolleret af RHO

Godkendt af RHO

1 Baggrund

Dette notat er vedlagt som bilag til klapanøgningen. Formålet med notatet er at beskrive indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentet på og nær klapplassen samt i det nordlige Lillebælt, og at sammenholde dette med koncentrationerne i klapplassen. Desuden indeholder notatet en beskrivelse af de enkelte stoffer, som er udpeget som potentielt problematiske i klapplassen.

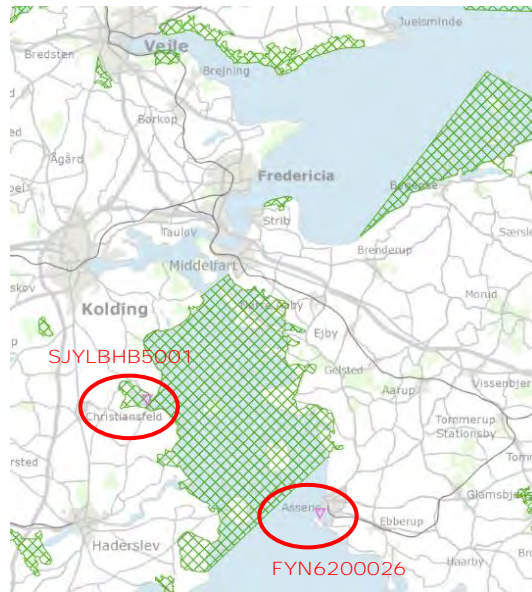
I nærværende notat er det yderligere beskrevet, hvor stor en del af den samlede klappængde, som består af oprindelig havbund i forhold til aflejret sediment. Endelig er der en kort beskrivelse af LI. Thorup sagen, og hvorledes den adskiller sig fra denne sag om klappning på Trelde Næs klapplass. I forhold til afsnittet om LI. Thorup sagen, så er dette tilføjet, idet sagsbehandleren fra Miljøstyrelsen har opfordret NIRAS til at inkludere det.

2 Miljøfarlige stoffer på og nær klapplassen

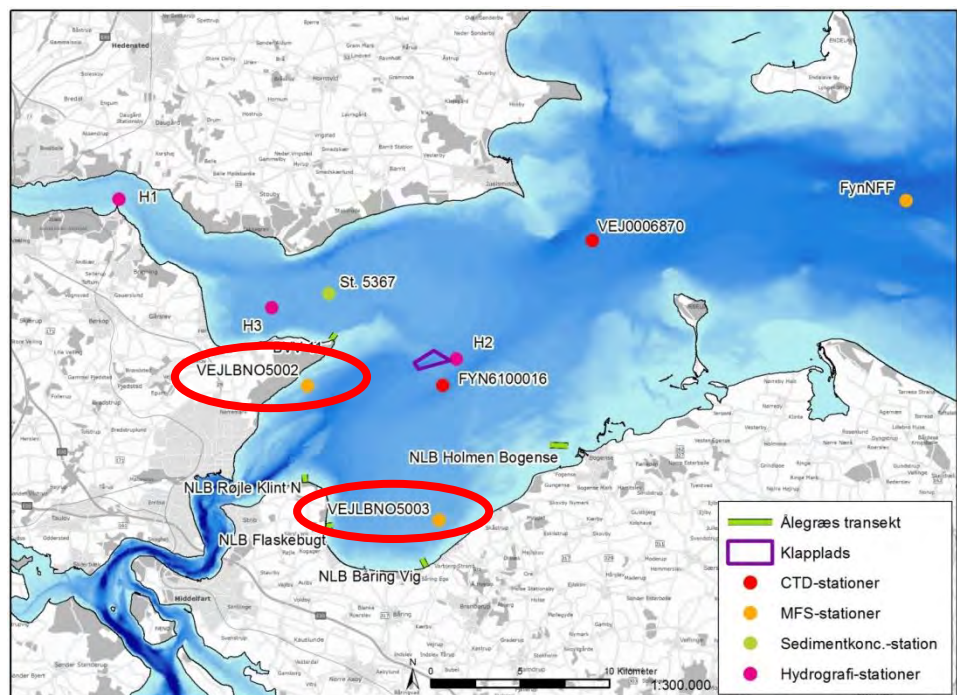
I dette afsnit beskrives de i forvejen forekommende koncentrationer af miljøfarlige stoffer i sediment på og nær klapplassen og i det nordlige Lillebælt. Koncentrationerne af miljøfarlige stoffer i klapplassen sammenlignes med disse, samt med målinger fra den danske overvågning, tærskelværdier fra OSPAR, aktionsniveauer for klappning samt miljøkvalitetskrav for sediment.

2.1 I forvejen forekommende koncentrationer

Der findes 4 NOVANA stationer i området nær Lillebælt, hvor der er målt sedimentindhold af miljøfarlige stoffer. Stationerne SJYLBHB5001 og FYN6200026 ses på Figur 2-1 (<http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=novana2017-21>) og stationerne VEJLBN05003 og VEJLBN05002 ses på Figur 2-2.

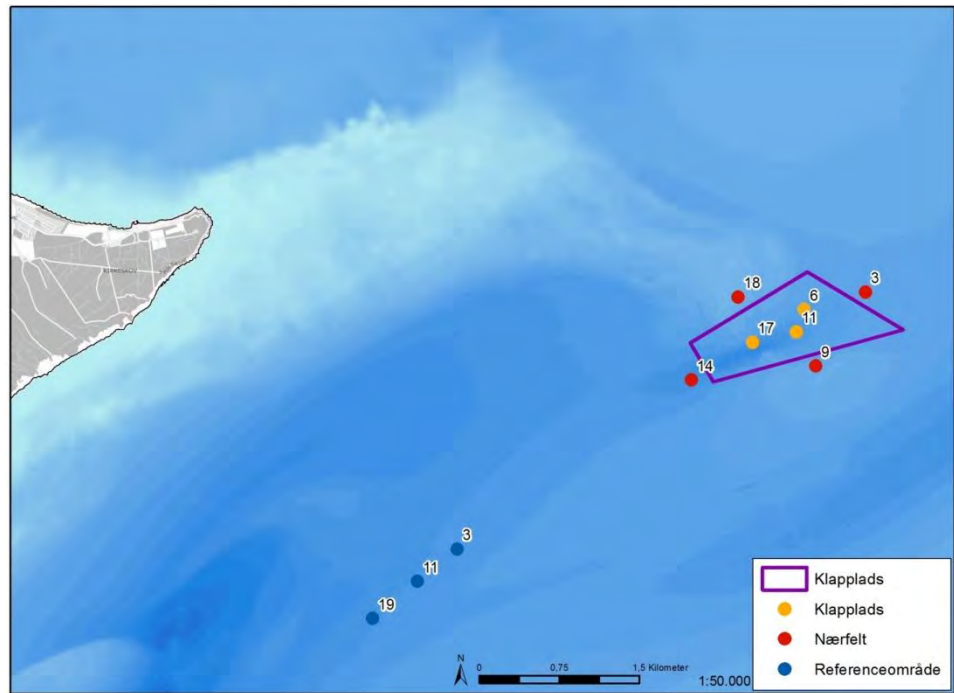


Figur 2-1. Oversigt over stationer, hvor der er analyseret for miljøfarlige stoffer i sedimentet (<http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=novana2017-21>). Natura 2000 områder er markeret med grøn skravering.



Figur 2-2. De relevante stationer er markeret med røde cirkler (Vejdirektoratet, 2016).

Til beskrivelse af sedimentkoncentrationerne af miljøfarlige stoffer på og i det umiddelbare nærområde til Trelde Næs klapplass anvendes data fra en undersøgelse, som Naturstyrelsen gennemførte på klapplassen og i nærområdet i 2015 (Naturstyrelsen, 2015b). Prøvestationerne ses på Figur 2-3, og i dette dokument præsenteres data fra alle tre områder.



Figur 2-3. Oversigt over prøvetagningen på og nær klappbladsen fra Naturstyrelsens prøvetagning i 2015.

Indholdet af miljøfarlige stoffer i sedimentet på og i området nær klappbladsen samt i Lillebælt er beskrevet i Tabel 2-1.

Tabel 2-1. Indhold af miljøfarlige stoffer i sediment på de fire NOVANA stationer i området og på og nær klappbladsen. Stationernes placering ses på Figur 2-1, Figur 2-2 og Figur 2-3.

	SJYLBHB5 001	FYN620002 6	VEJLB- NO5002	VEJLB- NO5003	TRELDE NÆS KLAPPLADS	NÆRFELT	REFEREN- CEOMRÅDE
Arsen (mg/kg TS)	14,7	13,2	25,1	11,9	6,3	6,75	7,3
Bly (mg/kg TS)	6,3	17,5	20,5	49,7	25,7	24	43
Cadmium (mg/kg TS)	0,16	0,36	0,17	0,69	0,25	0,28	0,31
Chrom (mg/kg TS)	25,8	49,8	79,3	31,2	25,3	25	27,3
Kobber (mg/kg TS)	5,3	17,4	24,9	32,8	18,3	15,7	21
Kviksølv (mg/kg TS)	0,011	0,038	0,048	0,148	0,04	0,06	0,11
Nikkel (mg/kg TS)	4,3	15,6	49,5	38	20	17	19
Zink (mg/kg TS)	176,8	51,6	101	133	68,3	68	83
TBT (µg/kg TS)	-	6,8	4,6	3,4	12,1	8,7	16
PCB (µg/kg TS)	-	-	-	-	-	-	-
PAH (mg/kg TS)	-	-	0,192	0,824	-	-	-
Tørstof (%)	68	52	51,65	24,53	52,2	49,7	40,6

Glødetab (% af TS)	2,0	5,1	6,1	13,23	6,26	5,99	7,48
-------------------------------	-----	-----	-----	-------	------	------	------

Der findes miljøkvalitetskrav for indhold af bly og cadmium i sediment på henholdsvis 163 mg bly/kg TS og 3,8 mg cadmium/kg TS. For cadmium gælder, at miljøkvalitetskravet enten gælder for den biotilgængelige koncentration af stoffet eller tilføjet den naturlige baggrundskoncentration (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Det ses i Tabel 2-1, at indholdet af bly og cadmium i sedimentet for alle stationer ligger under miljøkvalitetskravene for sediment.

2.2 Miljøfarlige stoffer i klapmaterialet fra Marina City

Indholdet af miljøfarlige stoffer i klapmaterialet ses i Tabel 2-2, hvor der i forhold til Tabel 2-1 er tilføjet en kolonne om Marina City, som beskriver det vægtede gennemsnit for den samlede pulje af sediment, som skal klappes. Det skal nævnes, at tørstofindhold og glødetab er præsenteret som gennemsnit.

Tabel 2-2. Samme som Tabel 2-1 med tilføjelse af data fra Marina City sedimentet, som fremgår i yderste højre kolonne. Data fra Marina City viser det vægtede gennemsnit for dybden 50-70 cm for felt 1-2 og 4-13 og for dybden 30-60 cm for felt 3.

	SJYLBHB5 001	FYN620002 6	VEJLB- NO5002	VEJLB- NO5003	TRELDE NÆS KLAPPLADS	NÆRFELT	REFEREN- CEOMRÅDE	MARINA CITY
Arsen (mg/kg TS)	14,7	13,2	25,1	11,9	6,3	6,75	7,3	9,1
Bly (mg/kg TS)	6,3	17,5	20,5	49,7	25,7	24	43	28
Cadmium (mg/kg TS)	0,16	0,36	0,17	0,69	0,25	0,28	0,31	1,04
Chrom (mg/kg TS)	25,8	49,8	79,3	31,2	25,3	25	27,3	36
Kobber (mg/kg TS)	5,3	17,4	24,9	32,8	18,3	15,7	21	35
Kviksølv (mg/kg TS)	0,011	0,038	0,048	0,148	0,04	0,06	0,11	0,29
Nikkel (mg/kg TS)	4,3	15,6	49,5	38	20	17	19	18
Zink (mg/kg TS)	176,8	51,6	101	133	68,3	68	83	133
TBT (µg/kg TS)	-	6,8	4,6	3,4	12,1	8,7	16	19,9
PCB (µg/kg TS)	-	-	-	-	-	-	-	18,1
PAH (mg/kg TS)	-	-	0,192	0,824	-	-	-	5,9
Tørstof (%)	68	52	51,65	24,53	52,2	49,7	40,6	32,7
Glødetab (% af TS)	2,0	5,1	6,1	13,23	6,26	5,99	7,48	12,6

I Tabel 2-2 ses, at koncentrationen af arsen, bly, chrom, nikkel og zink ligger på niveau med de omkringliggende områder. For cadmium, kobber, kviksølv, TBT og PAH (markeret med fed og kursiv i tabellen) ligger koncentrationerne i klapmaterialet over niveauerne i de omkringliggende områder. Disse stoffer behandles yderligere i afsnit 4.

2.3 Klapmateriale i forhold til NOVANA, OSPAR og aktionsniveauer for klapning

I dette afsnit gives der et overblik over, hvordan koncentrationerne af miljøfarlige stoffer i klapmaterialet ligger i forhold til de samlede overvågningsdata fra NOVANA stationer nær Fyn og farvandene øst for Jylland samt tærskelværdier fra OSPAR og aktionsniveauerne for klapning. For data fra NOVANA gælder, at de beskriver baggrundsværdier for tungmetaller i tilsvarende ikke kildebelastet sediment med samme glødetab, hvor der ikke anses at være specifikke punktkilder. Værdierne beskriver nedre og øvre 95 % konfidensinterval. Baseret på konfidensintervallet kan det beregnes, om der som følge af klapningen vil forekomme en nettobelastning ved en klapning (se Tabel 2-3).

OSPAR opererer med to forskellige tærskelværdier, som koncentrationerne i klapmaterialet sammenlignes med. T_1 er den koncentration i sedimentet, hvor der forventes ingen eller meget begrænsede biologiske effekter, mens T_0 er den naturlige baggrundskoncentration, som for menneskeskabte stoffer vil være nul (OSPAR Commission, 2014).

Nedre og øvre aktionsniveauer i forhold til klapning af sediment er beskrevet på Miljøstyrelsens hjemmeside (<http://mst.dk/erhverv/klapning/typiske-spoergsmaal-og-svar/>). Det nedre aktionsniveau er i princippet lig det gennemsnitlige baggrundsniveau, og det forventes derfor ikke at kunne give effekter. Hvis havbundsmaterialet ligger under det nedre aktionsniveau, kategoriseres det klasse A, der som udgangspunkt altid kan klappes, med mindre særlige forhold gør sig gældende. Det øvre aktionsniveau angiver det niveau, hvor der kunne være begyndende effekter. Materialer der ligger imellem disse to niveauer kategoriseres klasse B, der som udgangspunkt klappes på normal vis på eksisterende klappladser, men der skal foretages en nærmere vurdering af materialet.

Fra Tabel 2-3 ses, at koncentrationerne af tungmetaller ligger indenfor de værdier, som er målt i NOVANA, og det vurderes, at nettobelastningen af tungmetaller fra klapningen vil være nul, når der sammenlignes med baggrundsværdierne i tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab. For TBT gælder, at koncentrationen i klapmaterialet ligeledes ligger indenfor målingerne i NOVANA.

I forhold til OSPARs tærskelværdier, så gælder det, at alle målte stoffer ligger under T_1 , på nær kobber, kviksølv, PAH og TBT. Disse beskrives i det nedenstående.

I forhold til aktionsniveauerne for klapning kan det nævnes, at det vægtede gennemsnit for nikkel, bly, chrom, arsen og PCB ligger under nedre aktionsniveau, og disse vil ikke blive behandlet yderligere i dette notat. For kviksølv, cadmium, kobber, zink, PAH og TBT ligger koncentrationerne mellem nedre og øvre aktionsniveau. Disse vil blive behandlet i det nedenstående.

Tabel 2-3. I tabellen ses koncentrationer af miljøfarlige stoffer i klapmaterialet fra Marina City, målinger fra den danske overvågning (NOVANA), vurdering af nettobelastning som følge af klapning af sediment fra Marina City projektet, tærskelværdier fra OSPAR (T_0 og T_1) samt nedre og øvre aktionsniveau i forhold til klapning.

	MARINA CITY	NOVANA	NETTOBE- LASTNING	OSPAR T ₀	OSPAR T ₁	NEDRE AKTIONS- VEAU	ØVRE AKTIONS- VEAU
Arsen (mg/kg TS)	9,1	5,79 – 26,2	0	25	-	20	60
Bly (mg/kg TS)	28	21 – 53,6	0	38	47	40	200
Cadmium (mg/kg TS)	1,04	0,22 – 1,2	0	0,310	1,2	0,4	2,5
Chrom (mg/kg TS)	36	33,4 – 132	0	81	81	50	270
Kobber (mg/kg TS)	35	14,5 – 57,9	0	27	34	20	90
Kviksølv (mg/kg TS)	0,29	0,05 – 0,3	0	0,070	0,15	0,25	1
Nikkel (mg/kg TS)	18	16,1 – 46	0	36	-	30	60
Zink (mg/kg TS)	133	75,8 – 224,5	0	122	150	130	500
TBT (µg/kg TS)	19,9	2 - 50		0	-	7	200
PCB (µg/kg TS)	18,1	-		1,09	67,9	20	200
PAH (mg/kg TS)	5,9	-		0,349	2,99	3	30
Tørstof (%)	32,7	32,7					
Glødetab (% af TS)	12,6	12,6					

3 Generelt om biotilgængelighed af metaller i sediment

I små mængder er nogle metaller essentielle for levende organismer. Dette gælder for kobber og zink, men ikke for cadmium og kviksølv. Cadmium og kviksølv er ikke essentielle metaller, som kan være toksiske i selv lave koncentrationer. For at metaller (herunder cadmium og kviksølv) kan have en effekt på vandlevende organismer, skal de være på en tilgængelig form. Metaller kan findes på flere kemiske former (speciering). Det kan være på fri form, været bundet til organisk stof, lerpartikler, jernoxider, sulfider eller mineraler i sedimentet. Metaller, der er på fri form, er mest biotilgængelige og mest toksiske overfor organismer.

Biotilgængeligheden af metaller bundet til sediment er afhængig af den totale koncentration af metallet samt bindingsstyrken mellem sediment og metal. Metaller bundet til organisk stof er mere tilgængelig for organismer end metaller bundet til andre fraktioner i sedimentet, såsom jernoxider og sulfider (Lacerda et al, 1988; Lacerda, 1990). Mængden af den ombyttelige fraktion af metal i sediment er afhængig af fysiske parametre såsom pH.

En ændring af pH kan medføre, at metaller mobiliseres fra at være bundet i sedimentet til at frigives til vandsøjlen, enten ved opløsning af ustabile metalforbindelser, udfældning af metaller via absorption til overfladen af suspenderet partikler eller dannelse af uopløselige metal-sulfider (Souza, 1986). De to sidstnævnte vil være i vandsøjlen kortvarigt for herefter at sedimentere og vil således ikke være biotilgængelige. Metaller er generelt lettere bundet til organisk stof end andre partikler/mineraler i sedimentet. Ved tilstedeværelse af organisk stof i sedimentet, vil metaller på fri form derfor bindes til den organiske fraktion.

Det skal understreges, at for at pH kan medføre en frigivelse af metal (herunder cadmium og kviksølv) fra sedimentet, skal pH ændres væsentligt (blive surt). Opgravning af sediment vurderes ikke alene at medføre, at pH ændres i en sådan grad at tungmetallerne vil blive frigivet og komme på opløst form.

Det organiske indhold er ofte højest i det øverste sedimentlag (0-30 cm), hvilket også er tilfældet for sedimentet, som skal uddybes i nærværende projekt (se afsnit om BOD i klapansøgningen). Metaller, som tilføres til havmiljøet og som er på fri (opløst) form, vil relativt hurtigt blive bundet til det organiske stof. Metaller, som er bundet til organisk stof, kan frigives og igen være på opløst form og opblandes i vandsøjlen og dermed blive biotilgængeligt for organismer, der lever i vandsøjlen. Desuden kan metaller, som er bundet til organisk stof i sedimentet, være biotilgængeligt for bundlevende dyr, idet partiklerne kan indtages som en del af føden. I fordøjelsessystemet hos de bundlevende dyr, vil det være muligt at metallerne kan frigives fra det organiske stof og blive optaget i organismen.

Undersøgelser i projektområdet har vist, at der generelt findes oprindelig havbund under 1 meters dybde fra havbundsoverfladen (COWI, 2017). Metaller, som findes i den oprindelige havbund, antages ikke at være tilført fra antropogene kilder, men aflejret samtidig som den oprindelige havbund. Det kan forventes, at metaller, som findes i den oprindelige havbund vil have været udsat for ældning, hvilket betyder, at metallerne vil være (hårdt) bundet til lerpartikler, sulfider og jernoxider (dannelse af komplekser), og metallerne vil kun i et lille omfang kunne frigives og komme på fri form igen (Vijver, 2008; Smolders, 2009).

Specielt de ikke-essentielle metaller som cadmium og kviksølv er vigtige i forhold til effekter i miljøet fra klapning. Yderligere vurderes, at en stor del af tungmetallerne, som findes i klapmaterialet, vil være hårdt bundet til sedimentet i den oprindelige havbund, hvor det har været udsat for ældning, og derfor kun i et lille omfang vil kunne frigives og forårsage effekter i miljøet.

I nærværende miljøvurderinger vurderes på hele puljen af tungmetaller under den antagelse, at hele mængden af tungmetal vil være biotilgængeligt. Dette vurderes at være en konservativ antagelse, som overestimerer effekten i miljøet og på organismene.

4 Beskrivelse af de enkelte stoffer

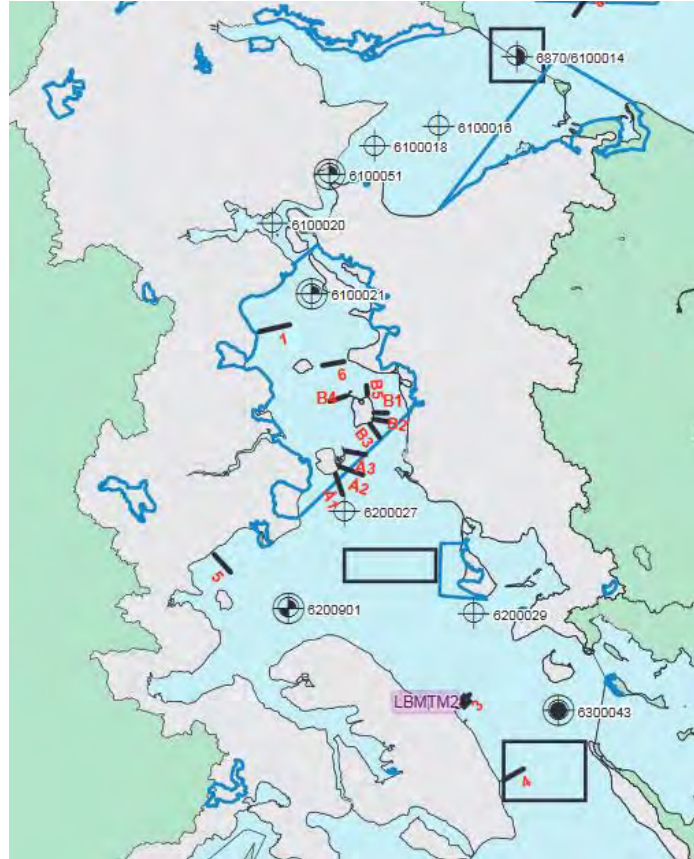
I det følgende beskrives de enkelte stoffer, hvis koncentration i klapmaterialet overskrider klapvejledningens nedre aktionsniveau. Der vil være fokus på baggrundskoncentrationer, transport af klapmateriale til Lillebælt samt potentielle påvirkninger af biota.

4.1 Kviksølv

Kviksølv er et naturligt forekommende metal, som ikke er essentielt for levende organismer. Det forekommer i flere forskellige former, som kan binde sig til partikler i vandfasen og som vil sedimentere sammen med partiklerne. I sediment kan uorganisk kviksølv blive omdannet til methylkviksølv (organisk kviksølv) af flere forskellige typer af mikroorganismer.

Methylkviksølv og andre organiske kviksølvvarianter anses for at være de mest skadelige kviksølvforbindelser, da de kan optages over mave-tarmkanalen i dyr og mennesker (DMU, 2010). Methylkviksølv har et højt potentiale for bioakkumulering og biomagnificering i fødekæden, og kan udgøre en potentiel risiko for specielt

fiskespisende top-prædatorer og marine pattedyr. Generelt findes de højeste niveauer af kviksølv i skarv, odder og spættet sæl. I blåmuslinger er methylkviksølv målt til at udgøre omkring 10-45 % af totalkviksølvet, mens det i muskelvæv fra fisk blev målt til 80-100 % af totalkviksølvet (DMU, 2010). I det sydlige Lillebælt har målestation LBMTM2 vist en signifikant stigende koncentration af kviksølv i muslinger i perioden 1998-2012 (DCE, 2015) (Figur 4-1).



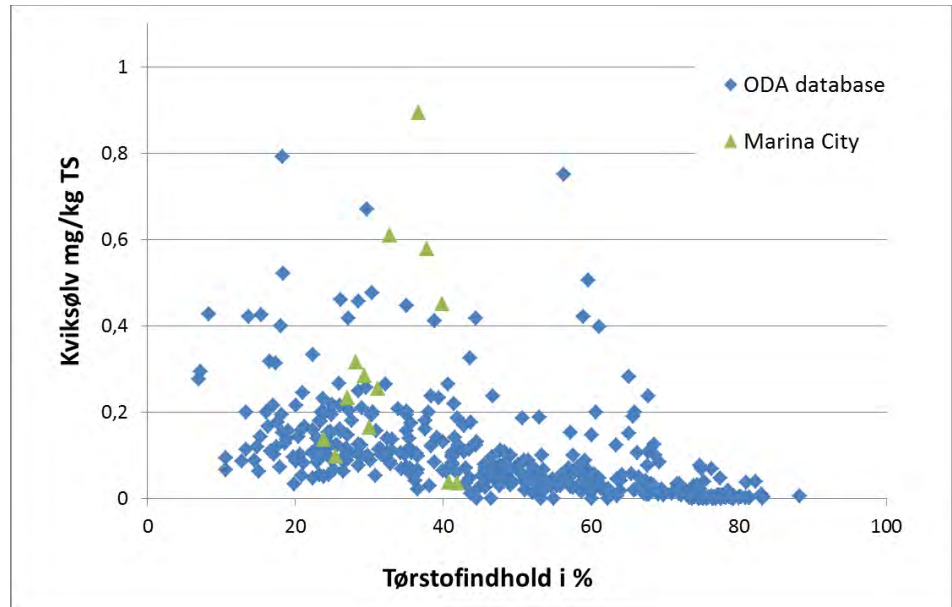
Figur 4-1. Station LBMTM2 er markeret med lyserød på kortet.

I området omkring klapplassen og i Lillebælt er sedimentets indhold af kviksølv omkring 0,011-0,148 mg/kg TS (Tabel 2-2), mens der i NOVANA overvågningen er blevet målt værdier op til 0,3 mg kviksølv/kg TS for tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab (Tabel 2-3).

Klapmaterialet fra Marina City indeholder kviksølv i koncentrationen 0,29 mg/kg TS, hvilket er højere end nærområdets og Lillebælts sedimentindhold af kviksølv og højere end **OSPAR's T₁**-niveau (afsnit 2.3). Klapmaterialets vægtede gennemsnitsindhold af kviksølv er indenfor NOVANAs overvågningsdata for ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab (Tabel 2-3).

Hvis kviksølvkoncentrationen i sedimentet fra Marina City sammenholdes med **danske overvågningsdata fra Nationalt Center for Miljø og Energi's (DCE) database** for overvågning af overfladevand (ODA databasen, (<https://oda.dk>, u.d.)), så ses en sammenhæng mellem tørstof og indholdet af kviksølv (Figur 4-2). Det ses også, at kviksølvindholdet i sedimentet fra Marina City er sammenligneligt med andre områder i Danmark, når det afbildes som funktion af tørstof.

Fire af målingerne fra sedimentet i Marina City projektområdet har højere koncentration af kviksølv end overvågningsdata fra sediment med lignende tørstofindhold. Disse målinger stammer fra området, som ligger i forlængelse af Kolding Ås udløb. Det kan derfor formodes, at kviksølv er blevet tilført dette område fra tidligere tiders forurening (Rambøll, 2017).



Figur 4-2. Indholdet af kviksølv som funktion af tørstof for målinger fra ODA databasen (1999-2012) samt målinger i sedimentet fra Marina City, som ønskes klappet. Der findes én måling fra ODA databasen med en kviksølvkoncentration på 2,5 mg/kg TS, som ikke er medtaget her.

For kviksølv findes der kvalitetskrav for biota (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Kvalitetskravet i biota for kviksølv på 20 µg/kg vådvægt er for totalindholdet af kviksølv, og i 2016 var biotakvalitetskravet overskredet i 44 % af muslingeprøverne på landsbasis (DCE, 2018). Dette er en stigning fra 2014 og 2015, men på niveau med tidligere år (2012 og 2013). I den forbindelse kan det nævnes, at den kemiske tilstand for vandområde 224 er god for muslinger i henhold til Vandområdeplanen for Jylland og Fyn (MiljøGIS, 2018).

Klapning af materiale med et højere indhold af kviksølv end de omgivende områder, vil give anledning til et forøget kviksølvindhold i det øverste lag af sedimentet. Forøgelsen vil være begrænset til klappladsen og nærområdet, på nær i de få tilfælde, hvor strømmen vil være stærk nok til at kunne holde det klappede sediment i suspension. Dette vil højst forekomme syv gange ud af 90 klappinger, hvis der klappes i en vinterperiode, og højst én gang ud af 90 klappinger, hvis der klappes i en sommerperiode. I disse tilfælde vil der kunne sedimentere højst 0,2 mm klapmateriale i Lillebælt per klappning.

Det vurderes, at de få tilfælde med transport af klapmateriale til Lillebælt ikke vil give anledning til forøgede kviksølvkoncentrationer i biota. Dette begrundes med, at klapmaterialet ikke adskiller sig væsentligt fra andre danske sedimenter samt, at den samlede kviksølvtilførsel i de 0,2 mm sedimenterede klapmaterialer vil være yderst begrænset.

4.2 Cadmium

Cadmium er naturligt forekommende i jordskorpen, og udvindes som et biprodukt ved udvinding af andre metaller som zink og bly. Da cadmium forekommer i oxidationstrinene 0 og +2, findes cadmium som ion, forskellige salte, som metal eller i komplekser. Vandkvalitetskriterierne gælder for opløst Cd^{2+} , da denne er mest toksisk (Miljøstyrelsen, 2013). Cadmium vil i høj grad findes bundet i sedimentet fremfor i vandfasen, da cadmium adsorberer til suspenderet materiale og sediment (afsnit 3). Cadmiums opløselighed er højere ved lav pH eller ved lav salinitet.

Cadmium er et ikke-essentielt tungmetal, som i de første led i fødekæden optages hovedsageligt direkte fra havvandet, og i mindre grad gennem føden. Selvom koncentrationen af cadmium i alger og zooplankton kan være mange gange højere end i det omgivende havvand, så fører det ikke til stigende koncentrationer i fødekæden (biomagnificering) (Bjerregaard, 2005; Danmarks Fiskeriundersøgelser, 2002). Blåmuslinger filtrerer store mængder vand og bruges blandt andet i Miljøstyrelsens overvågning af vandmiljøet, da de opkoncentrerer store niveauer af cadmium, er stationære, og ikke har kapacitet til at nedbryde/udskille cadmium. Fisk og fugle optager cadmium gennem føden, hvor det ophobes hovedsageligt i lever og nyre.

I området omkring klappladsen og i Lillebælt er sedimentets indhold af cadmium omkring 0,16-0,69 mg/kg TS (Tabel 2-2), hvilket er under miljøkvalitetskravet for sediment på 3,8 mg/kg TS (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Klapmaterialet fra Marina City indeholder cadmium i koncentrationen 1,04 mg/kg TS, hvilket er højere **end områdets sedimentindhold af cadmium, men lavere end OSPAR's T₁-niveau** (afsnit 2.3) og lavere end miljøkvalitetskravet for cadmium (BEK nr 1625 af 19/12/2017).

I de få tilfælde, hvor strømmen er stærk nok til at kunne holde klapmaterialet i suspension og transportere det ind i Lillebælt, vil der sedimentere mindre end 0,2 mm per klapping ved målestationen SJYLBHB5, som har den laveste sedimentkoncentration af cadmium i Lillebælt (Tabel 2-2 og Figur 2-1). Her vil sedimentationen af klapmaterialet forøge cadmiumkoncentrationen i de øverste 10 cm med ca. 1 %. Dette vil dog højst forekomme i fem ud af 90 klappinger, hvis der klappes i en vinterperiode, og højst én gang ud af 90 klappinger, hvis der klappes i en sommerperiode.

De seneste målinger af cadmiumindholdet i blåmuslinger i Danmark viser, at indholdet overskrider miljøkvalitetskravet på 160 µg/kg vådvægt i 89 % af målingerne (DCE, 2018). I det sydlige Lillebælt har målestation LBMTM2 vist en signifikant stigende koncentration af cadmium i muslinger i perioden 1998-2012 (DCE, 2015). Det skal dog nævnes, at sedimentet fra klapping på Trelde Næs klapplads, ikke vil transporteres så langt ned i Lillebælt.

I Lillebælt, hvor ganske få klapskyer vil sedimentere, er det vurderet, at en meget begrænset forøgelse af cadmiumkoncentrationen i sedimentet på målestation (SJYLBHB5) ikke vil lede til miljøeffekter, da cadmiumkoncentrationen i sedimentet **ligger langt under både miljøkvalitetskravet for cadmium i sediment og OSPAR's T₁-niveau**.

4.3 Kobber

Kobber er et essentielt metal, som i naturen optræder i valenserne 1 og 2. Kobber findes som ion, som forskellige salte og som kompleks i vandmiljøet. Da kobber er et mikronæringsstof, optages det aktivt af levende organismer på alle trofiske

niveauer. Der ses derfor højere kobberkoncentrationer i organismer end i det omgivende havvand. Kobber biomagnificeres dog ikke, da det aktivt kan udskilles af dyr på højere trofiske niveauer (MST, 1999; Danmarks Fiskeriundersøgelser, 2002). Kobber vil ophobes i sedimenter, da det ikke kan nedbrydes.

I området omkring klapplassen og i Lillebælt er sedimentets indhold af kobber omkring 5,3-32,8 mg/kg TS (Tabel 2-2), mens der i NOVANA overvågningen er blevet målt værdier op til 57,9 mg kobber/kg TS for tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab (Tabel 2-3). I det sydlige Lillebælt har målestation LBMTM2 vist en signifikant stigende koncentration af kobber i muslinger i perioden 1998-2012 (DCE, 2015). Klapmaterialet fra Marina City indeholder kobber i koncentrationen 35 mg/kg TS, hvilket er højere end nærområdets og Lillebælts sedimentindhold af kobber, men på niveau med OSPAR's T₁-niveau (34 mg kobber/kg TS). Klapmaterialets indhold af kobber er indenfor Miljøstyrelsens overvågningsdata for ikke-kildebelastet sediment.

Som nævnt i afsnit 4.1 og 4.2 er der maksimalt fem klapninger, hvor strømmen er kraftig nok til at transportere klapmaterialet ned i Lillebælt. Med udgangspunkt i målestationen SJYLBHB5, som har den laveste sedimentkoncentration af kobber i Lillebælt (Tabel 2-2), vil sedimentkoncentrationen af kobber i de øverste 10 cm stige med omtrent 1 % som følge af klappning på Trelde Næs klapplass.

Da det kun vil være få klapninger i løbet af hele klappperioden på ca. tre måneder, hvor sediment vil transporteres ned i Lillebælt, vurderes der ikke at forekomme miljøeffekter som følge af klappning på Trelde Næs. Med tiden vil kobber desuden binde sig til uorganiske og organiske stoffer og partikler i sedimentet og blive begravet i sedimentet udenfor bundlevende organismers rækkevidde.

4.4 Zink

Zink er et essentielt metal, som findes i valensen 2. I vandmiljøet optræder zink på ionform eller bundet i organiske eller uorganiske komplekser (US EPA, 2005). Det indgår som en co-faktor i en række enzymer, og mange organismer kan aktivt optage zink. Ved lave koncentrationer af zink i vand ses derved en stor opkoncentrering i de vandlevende organismer i forhold til det omgivende miljø. Zink opkoncentreres ikke op i gennem fødekæden (Danmarks Fiskeriundersøgelser, 2002).

I området omkring klapplassen og i Lillebælt er sedimentets indhold af zink omkring 51,6-176,8 mg/kg TS (Tabel 2-2), mens der i NOVANA overvågningen er blevet målt værdier op til 224,5 mg zink/kg TS for tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab.

I det sydlige Lillebælt har målestation LBMTM2 vist en signifikant stigende koncentration af zink i muslinger i perioden 1998-2012 (DCE, 2015). Klapmaterialet fra Marina City indeholder zink med en vægtet gennemsnitskoncentration på 133 mg/kg TS, hvilket er indenfor Miljøstyrelsens interval for ikke-kildebelastet sediment, men højere end sedimentets zinkindhold på flere af målestationerne i området og i Lillebælt. **Klapmaterialets zinkindhold er lavere end OSPAR's T₁-niveau.**

Som nævnt i afsnit 4.1 og 4.2 er det kun ved op til fem klapninger om vinteren, hvor strømmen vil transportere klapmaterialet ned i Lillebælt. Med udgangspunkt i målestationen FYN6200026, som har den laveste sedimentkoncentration af zink i Lillebælt (Tabel 2-2), vil sedimentkoncentrationen af zink i de øverste 10 cm stige med mindre end 1 % som følge af klappning på Trelde Næs klapplass.

Siden klapmaterialets indhold af zink er lavere end OSPAR's T₁-niveau, og det kun vil være få klapninger i løbet af hele klapperperioden på ca. tre måneder, hvor sediment vil transporteres ned i Lillebælt, vurderes der ikke at ville forekomme miljøeffekter fra tilførsel af zink, som følge af klappning på Trelde Næs klappads.

4.5 PAH

Polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) er en stor bestanddel af mange typer råolie, og kan dannes ved ufuldstændig forbrænding af organisk stof. PAH'er er således også naturligt forekommende. PAH'er dækker over en gruppe af stoffer, som er sammensat af et forskelligt antal benzenringe og generelt gælder, at jo flere ringe stoffet består af, des mindre nedbrydeligt og vandopløseligt er det. I Miljøstyrelsens klappvejledning (VEJ nr 9702 af 20/10/2008) er der aktionsniveauer for summen af de ni PAH'er, som er hyppigst forekommende, mens der er individuelle kvalitetskrav for 12 forskellige PAH'er i overfladevand (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Kvalitetskravet for biota for PAH'er gælder hovedsageligt for benz(a)pyren, da denne betragtes som markør for de øvrige PAH'er (BEK nr 1625 af 19/12/2017). Dette gør sig også gældende for de generelle kvalitetskrav i vand.

De fleste PAH'er opløses dårligt i vand og vil i stedet bindes til partikler og bundfælde. I sedimentet er det hovedsageligt blåmuslinger, der bruges som indikator for PAH-forurening (Danmarks Fiskeriundersøgelser, 2002), da disse ikke effektivt kan nedbryde eller udskille PAH'er. Der vil således være en akkumulering af PAH i muslinger. PAH'er biomagnificeres ikke i fødekæden, da blandt andet fisk hurtigt kan nedbryde PAH'er (Miljøministeriet, 2008).

I Lillebælt findes der målinger af sedimentets indhold af PAH for to stationer, som giver intervallet 0,192-0,824 mg PAH/kg TS (Tabel 2-2). I muslinger er niveauet af PAH på landsplan generelt faldet i perioden 1998-2012 (DCE, 2015), og selvom de fleste PAH-koncentrationer i muslinger er over baggrundskoncentrationen, så ses der ikke overskridelser af biotakvalitetskravet for blandt andet benz(a)pyren (DCE, 2018). Klappmaterialet fra Marina City projektet indeholder PAH i koncentrationen 5,9 mg/kg TS, hvilket er højere end sedimentindhold af PAH fra målestationerne i Lillebælt, og højere end OSPAR's T₁-niveau.

Da det kun vil være få klapninger i løbet af hele klapperperioden på ca. tre måneder, hvor sediment vil transporteres ned i Lillebælt, vurderes der ikke at forekomme miljøeffekter fra tilførsel af PAH, som følge af klappning på Trelde Næs klappads. **Desuden adskiller PAH'er sig fra metallerne ved, at de kan nedbrydes af en række fysiske, kemiske og biologiske processer i vandsøjlen og i sedimentet, såsom fotooxidation, hydrolyse, biotransformation og -nedbrydning samt mineralisering (CCME, 1999).**

4.6 TBT

Tributyltin (TBT) er en menneskeskabt organisk tinforbindelse, som er blevet anvendt i mange sammenhænge, især som antibegroningsmiddel i skibsmaling. TBT formuleres i skibsmalingen således, at der sker en gradvis frigivelse af stoffet til vandfasen og derved til eventuelle alge- eller rurbegroninger på skibets skrog. Derfor findes de højeste TBT-koncentrationer i havnesedimenter og sedimenter ved større skibsruter (Bjerregaard, 2005). Siden brugen af TBT i bundmaling har været forbudt siden 2008, forventes der ikke at være nye kilder til tilførsel af TBT til hverken havne- eller havsedimenter.

Da TBT er en kationisk metal-organisk forbindelse, påvirkes dens bindingskapacitet til partikler af pH og salinitet, hvor den har den højeste bindingsevne ved neu-

tral pH og lav salinitet. TBT bindes hårdt til organisk materiale, og det er tidligere vist, at ligevægten mellem opløst og partikulært bundet TBT indstilles inden for få timer (DHI, 2005). Det meste TBT vil således findes i sedimentet bundet til organisk materiale, partikler eller mineraler.

TBT og flere af TBTs nedbrydningsprodukter akkumuleres i blandt andet konksnegle, sandkrabber, skrubbe, torsk, svartbag og marsvin, men der ses ikke nogen signifikant biomagnificering (Danmarks Miljøundersøgelser, 2000), hvilket også bekræftes i EQS (environmental quality standards) data for TBT (2000/60/EC). Dette skyldes generelt, at biotransformation (nedbrydning) af TBT er hurtigere i højerestående dyr som fisk, fugle og pattedyr end i laverestående dyr som diverse invertebrater (Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).

I området omkring klapplassen og i Lillebælt er sedimentets indhold af TBT omkring 3,4-16 µg/kg TS (Tabel 2-2), mens der i NOVANA overvågningen er blevet målt værdier op til 50 µg TBT/kg TS for tilsvarende ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab. I muslinger er niveauet af TBT på landsplan generelt faldet gennem det seneste årti og tendensen ser ud til at fortsætte (DCE, 2015; DCE, 2018). Klapmaterialet fra Marina City projektet indeholder TBT i koncentrationen 19,9 µg/kg TS, hvilket er højere end sedimentindhold af TBT fra målestationerne i Lillebælt, men indenfor Miljøstyrelsens interval for ikke-kildebelastet sediment med samme glødetab.

Da det kun vil være få klapninger i løbet af hele klapperioden på ca. tre måneder, hvor sediment vil transporteres ned i Lillebælt, vurderes der ikke at forekomme miljøeffekter fra tilførsel af TBT, som følge af klappning på Trelde Næs klapplass. Desuden adskiller TBT sig fra metallerne, idet TBT kan nedbrydes af blandt andet bakterier, hvor nedbrydningshastigheden er afhængig af for eksempel iltningforhold, indfald af UV-lys og biologisk aktivitet. Halveringstiden for TBT i marint vand er i omegnen af 3-60 dage, mens halveringstiden i de øverste fem centimeter af marint sediment kan tage flere år alt afhængig af ilt-tilgængeligheden (Danmarks Miljøundersøgelser, 2000).

5 Oprindelig havbund vs. sediment

I ovenstående afsnit 3 og 4 er det beskrevet, at specielt tungmetaller i oprindelig havbund ofte er hårdt bundet til sedimentet på grund af aldring, og at dette vil nedsætte biotilgængeligheden. I dette afsnit vurderes, hvor stor en del af klappmængden, som vil bestå af oprindelig havbund i forhold til aflejret sediment, som ligger ovenpå den oprindelige havbund.

I afrapporteringen af sedimentundersøgelserne i Kolding Fjord foretaget af COWI i februar 2017 (COWI, 2017) fremgår det marine områdes geologi. I denne rapport er der for de forskellige undersøgelsesfelter angivet dybden af det aflejrede sediment (materiale som er aflejret ovenpå den oprindelige havbund), samt hvornår den oprindelige havbund starter. Generelt er der mindre end 1 m aflejret sediment i alle områderne.

Denne information er sammen med hvert felts areal og forventede uddybningsmængde brugt til at beregne fordelingen af aflejret sediment og oprindelig havbund i det opgravede materiale. Beregningerne fremgår af Tabel 5-1. Der er lagt 10 cm aflejret sediment til hvert område for at gøre beregningen konservativ.

I gennemsnit vil 59 % af uddybningsmaterialet bestå af oprindelig havbund.

Tabel 5-1. Beregning af den procentvise fordeling af sediment og oprindelig havbund i de undersøgte felter i projektområdet for Marina City.

	FELT NUMMER								
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
Areal (m ²)	13.561	15.027	16.628	14.220	16.403	13.837	9.229	8.930	9.713
Uddybningsmængde (m ³)	23.480	28.640	25.130	23.010	20.870	23.480	8.820	8.820	8.820
Lag af sediment (m)	1,0	0,8	1,0	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4
Mængde uddybet sediment (m ³)	13.561	12.022	16.628	11.376	13.122	11.070	3.692	3.572	3.885
Mængde uddybet havbund (m ³)	9.919	16.618	8.502	11.634	7.748	12.410	5.128	5.248	4.935
% -del oprindelig havbund	42	58	34	51	37	53	58	60	56

	FELT NUMMER		
	2.1	2.2	2.3
Areal (m ²)	19.449	17.417	3.707
Uddybningsmængde (m ³)	93.000	88.000	9.000
Lag af sediment (m)	0,8	0,8	0,8
Mængde uddybet sediment (m ³)	15.559	13.933	2.966
Mængde uddybet havbund (m ³)	77.441	74.067	6.034
% -del oprindelig havbund	83	84	67

6 LI. Thorup

I dette afsnit er det kort redegjort for, hvorledes klappning af sediment fra Marina City projektet adskiller sig fra den såkaldte LI. Thorup sag.

LI. Thorup sagen handler overordnet om, at Natur- og Miljøklagenævnet har op-hævet tillægget til miljøgodkendelsen og VVM-tilladelse til Energinet.dk A/S, LI. Thorup Gaslager, som gav tilladelse til udledning af udskylningsvand fra naturgas-lagre. Udskylningsvandet indeholder en lang række stoffer som eksempelvis orga-nisk stof, metaller, kulbrinter, N og P. Udledningen af vandet skulle ske direkte til Lovns Bredning i Limfjorden, som er et Natura 2000-område, som har flere arter og naturtyper, der er i ugunstig bevaringsstatus. Desuden har sedimentet i områ-det et indhold af miljøfarlige stoffer over OSPAR's tærskelværdier (T₁).

Klappningen i forbindelse med Marina City projektet adskiller sig allerede her fra LI. Thorup sagen, idet klappningen vil ske langt fra Natura 2000-områder, og det er vurderet, at klappningen ikke vil påvirke arter og naturtyper på udpegningsgrundla-get for de relevante Natura 2000-områder (se bilag til klappansøgningen).

Desuden ligger stort set alle sedimentmålinger fra NOVANA stationerne syd for klapplassen under OSPARs T₁ værdi (Tabel 6-1). Det er kun bly-koncentrationen på VEJLBNO5003 samt zink-koncentrationen på SJYLBHB5001, som ligger over T₁ værdien (markeret med gult i Tabel 6-1). I den forbindelse skal det nævnes, at koncentrationen af bly i klappmaterialet ligger under nedre aktionsniveau og miljø-kvalitetskravet for bly (163 mg/kg TS) (BEK nr 1625 af 19/12/2017), samt at zink koncentrationen i klappmaterialet ligger på 133 mg/kg TS, som ligger under OSPARs T₁ værdi og meget tæt på nedre aktionsniveau på 130 mg/kg TS.

Baseret på dette, forventes der ikke yderligere belastning af bly og zink i områ-derne i Lillebælt, hvor en lille del af det klappede materiale vil sedimentere i hen-hold til sedimentspredningsmodelleringen (se bilag til klappansøgningen).

Tabel 6-1. Koncentrationer af miljøfarlige stoffer fra NOVANA stationerne nær klapplassen og OSPARs T₁ tærskelværdi.

	OSPAR T ₁	SJYLBH B5001	FYN6200 026	VEJLB- NO5002	VEJLB- NO5003	TRELDE NÆS KLAPPLADS	NÆRFELT	REFEREN- CEOMRÅDE
Arsen (mg/kg TS)	-	14,7	13,2	25,1	11,9	6,3	6,75	7,3

Bly (mg/kg TS)	47	6,3	17,5	20,5	49,7	25,7	24	43
Cadmium (mg/kg TS)	1,2	0,16	0,36	0,17	0,69	0,25	0,28	0,31
Chrom (mg/kg TS)	81	25,8	49,8	79,3	31,2	25,3	25	27,3
Kobber (mg/kg TS)	34	5,3	17,4	24,9	32,8	18,3	15,7	21
Kviksølv (mg/kg TS)	0,15	0,011	0,038	0,048	0,148	0,04	0,06	0,11
Nikkel (mg/kg TS)	-	4,3	15,6	49,5	38	20	17	19
Zink (mg/kg TS)	150	176,8	51,6	101	133	68,3	68	83
TBT (µg/kg TS)	-	-	6,8	4,6	3,4	12,1	8,7	16
PCB (µg/kg TS)	67,9	-	-	-	-	-	-	-
PAH (mg/kg TS)	2,99	-	-	0,192	0,824	-	-	-

7 Opsummering

I ovenstående beskrives indholdet af miljøfarlige stoffer i klapmaterialet i forhold til de i forvejen forekommende koncentrationer på og nær klappladsen, samt for relevante NOVANA stationer. Det vurderes, at kviksølv, cadmium, kobber, zink, PAH og TBT er relevante stoffer i forhold til indholdet af miljøfarlige stoffer i klapmaterialet. Det vurderes også, at tungmetallerne vil være hårdt bundt i den del af sedimentet, som stammer fra oprindelige havbund, som vurderes at udgøre cirka 60 % af klapmaterialet.

8 Referencer

2000/60/EC. (u.d.). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. EQS substance data sheet for Tributyltin compounds.*

BEK nr 1625 af 19/12/2017. (u.d.). *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. Miljø- og Fødevarerministeriet.*

Bjerregaard, P. (2005). *Økotoxikologi, 4. udgave, 1. oplag.* Gyldendal.

CCME. (1999). *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).* Canadian Council of Ministers of the Environment.


COWI. (2017). *Marina City Kolding - undersøgelse af sediment.*

Danmarks Fiskeriundersøgelser. (2002). *Udvalget om Miljøpåvirkninger og fiskeriressourcer. Delrapport vedr. miljøfremmede stoffer.*

Danmarks Miljøundersøgelser. (2000). *Forekomst af organiske tinforbindelser i planter og dyr fra danske farvande: akkumulering og fødekæderelationer.* Danmarks Miljøundersøgelser, nr. 135.

DCE. (2015). *Miljøfremmede stoffer og metaller i vandmiljøet (nr. 142).*

- DCE. (2018). *Marine områder*. Aarhus Universitet og DCE.
- DHI. (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*. Miljøministeriet, nr. 33.
- DMU. (2010). *Kviksølvforbindelser, HCB og HCCPD i det danske vandmiljø*. Danmarks Miljøundersøgelser, nr. 794.
- <https://oda.dk>. (u.d.). *ODA database for overfladevand, DCE Nationalt Center for Miljø og Energi*.
- Lacerda. (1990). *Metal biogeochemistry in coastal lagoons. I B. Kjerfve, Coastal lagoons processes (s. 577)*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Lacerda et al. (1988). The fate of trace metals in suspended matter in a mangrove creek during a tidal cycle. *Science of the Total Environment* 75, 249-259.
- MiljøGIS. (2018). Hentet fra <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>
- Miljøministeriet. (2008). *Kemiske stoffer der kan føre til misdannelser i fisk*.
- Miljøstyrelsen. (2013). Cadmium og cadmiumforbindelser (CAS nr. 7440-43-9). Fastsættelse af kvalitetskriterier. Miljøministeriet.
- MST. (1999). *Miljøprojekt nr. 507: Økotoksikologisk vurdering af begroningshindrende biocider og biocidfrie bundmalinger*. Miljøstyrelsen.
- Naturstyrelsen. (2015b). Data for miljøfarlige stoffer på Trednæs Klapplad, indhentet fra Naturstyrelsen ved Jane Brøns Hansen.
- OSPAR Commission. (2014). Levels and trends in marine contaminants and their biological effects - CEMP Assessment Report 2013.
- Rambøll. (2017). *Vurdering af sedimentforhold i felt 3 ud for Kolding Marina*.
- Smolders, E. O. (2009). Toxicity of trace metals in soils as affected by soil type and ageing after contamination: Using calibrated bioavailability models to set ecological. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 28, 1633-1642.
- Souza, C. P. (1986). Geochemical partitioning of heavy metals in the sediments of three coastal lagoons along the Rio de Janeiro coast (Brazil). *Science of the Total Environment* 58, 63-72.
- US EPA. (2005). *Toxicological review of zinc og compounds*.
- VEJ nr 9702 af 20/10/2008. (u.d.). Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen Dumpning af optaget havbundsmateriale – klappning .
- Vejdirektoratet. (2016). *VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord. Udarbejdet af NIRAS*. NIRAS.



Vijver, M. S. (2008). Determining metal origins availability in fluvial deposits by analysis of geochemical baselines and solid-solution partitioning measurements and modelling. . *Environmental Pollution* 158, 832-839.

Notat

Kolding Kommune

Klapning i forbindelse med Marina

City

Bilag 9 til klapanøgning

Beskrivelse af flora, fauna og fisk nær

klappladsen

Projekt nr.: 227608
 Dokument nr.: 1232846875
 Version 22

Udarbejdet af AES
 Kontrolleret af NBOS
 Godkendt af DGP

Indhold

1	Baggrund	3
2	Eksisterende forhold i vandområdet nær klappladsen	3
2.1	Topografisk udformning og vandcirkulation	3
2.2	Sedimenttyperne i området	4
3	Bundflora og -fauna ved klappladsen	5
3.1	Bundflora	5
3.2	Bundfauna	7
4	Fisk, habitater og fiskeri	8
4.1	Fisk	8
4.2	Habitater	8
4.3	Fiskeri	10
5	Beskrivelse af de vigtigste fisk i området omkring klappladsen	10
5.1	Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	11
5.2	Ål (Europæisk) (<i>Anguilla anguilla</i>)	11
5.3	Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	11
5.4	Tunge (<i>Solea solea</i>)	11
5.5	Ising (el. slette) (<i>Limanda limanda</i>)	12
5.6	Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	12
5.7	Sild (Rügen sild) (<i>Clupea harengus</i>) og brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	12
5.8	Ålekvabbe (<i>Zoarces viviparus</i>)	13

5.9	Panserulk (<i>Agonus cataphractus</i>)	13
5.10	Grå Knurhane (<i>Eutrigla gurnardus</i>)	13
6	Årstidsvariationer	13
6.1	Hydrografi	13
6.2	Ilt	14
6.3	Fisk	14
6.4	Havpattedyr	14
7	Mulige barrierer for vandring	15
7.1	Fisk	15
7.2	Hvaler	15
7.3	Sæler	15
8	Opsummering	15
9	Referencer	16

1 Baggrund

Nedenstående notat er vedlagt som bilag til klappansøgningen i forbindelse med klapping af sediment fra Marina City projektet. Notatet indeholder en beskrivelse af eksisterende forhold på og nær klapppladsen i forhold til bundfauna, bundflora, fisk og habitater. Desuden er de vigtigste fiskearter på og nær klapppladsen beskrevet i forhold til generel økologi og gydning.

Notatet indeholder også en beskrivelse af de årstidsvariationer, som kan være relevante i forhold til klapping, og en beskrivelse af, om klapping af sediment potentielt kan virke som en barriere i forhold til fisks, sælers og hvalers vandring i Lillebæltsområdet.

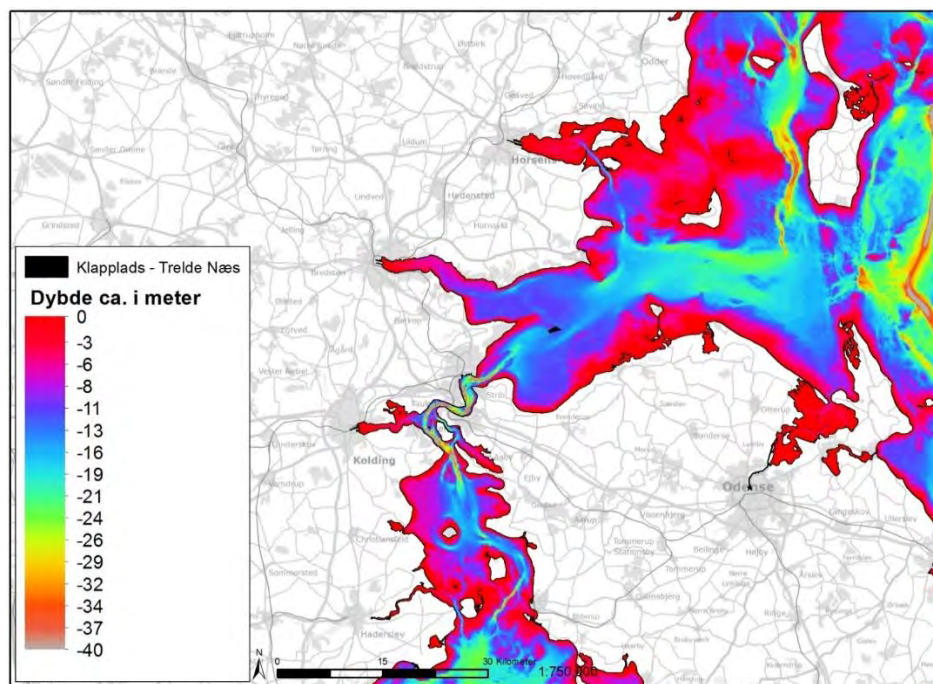
2 Eksisterende forhold i vandområdet nær klapppladsen

I det følgende beskrives området nær Trelde Næs klappplads, hvortil sediment fra klapppladsen vil spredes. Beskrivelsen inkluderer den topografiske udformning af havbunden og vandcirkulation samt sedimenttyperne i området.

2.1 Topografisk udformning og vandcirkulation

Den topografiske udformning har stor indflydelse på et habitats udformning og dermed også et habitats økologi. Trelde Næs klappplads ligger i det nordlige Lillebælt i den dybere del af området, hvor igennem vand fra Østersøen og Kattegat udveksles (Figur 2.1).

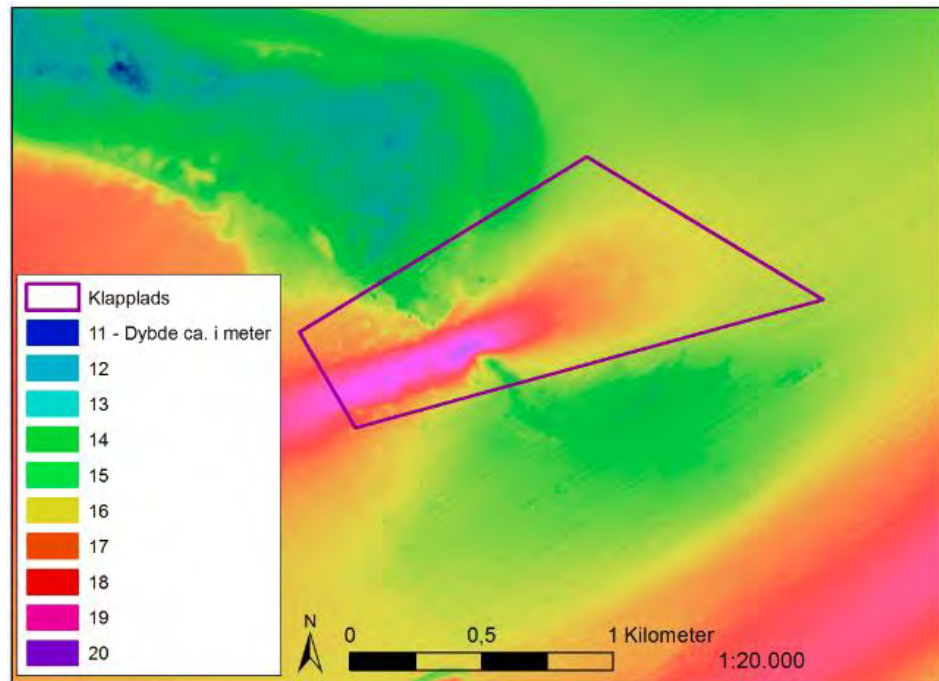
Figur 2.1: Dybdeforhold i havområdet omkring klapppladsen (Data fra Geodatastyrelsen).



Strømhastigheden nær klapppladsen forventes at være høj, og klapppladsen er en såkaldt dispersiv klappplads, hvor det klappede materiale forventes at blive spredt og fortyndet i et større område omkring klapppladsen.

Trelde Næs klappblads har en middeldybde på ca. 16 m (Figur 2.2). I den sydlige del af klappbladsen løber der en dybere strømrende med maksimal dybde på ca. 20 m. Den nordlige del af området har en mere jævn bund med en dybde på 16-17 meter.

Figur 2.2: Dybdeforhold omkring Trelde Næs klappblads (Data fra Geodatastyrelsen).



Vandcirkulationen i det nordlige Lillebælt er domineret af regionale vindforhold. Ved vestlige og nordvestlige vinde er vandcirkulationen præget af en transport af tungt bundvand (salinitet: 25-30 ‰) fra nordøst, som stammer fra Nordsøen, og ved østlige vinde er vandcirkulationen præget af transport af let brakvand (salinitet: 10-15 ‰) fra sydvest, som stammer fra Østersøen (Vejdirektoratet 2016).

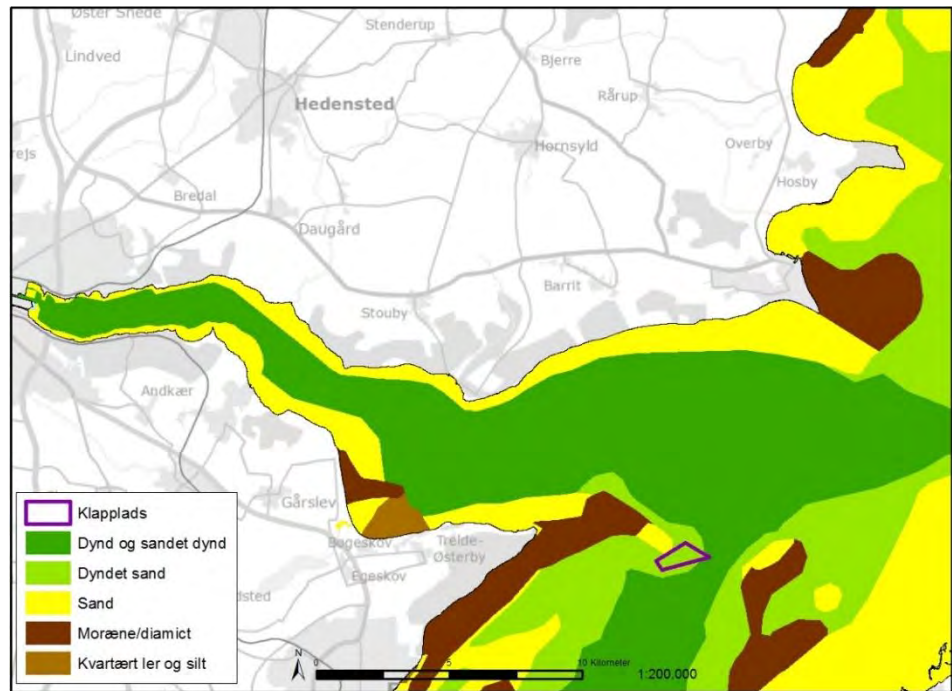
Derudover transporteres vand ind og ud af Vejle Fjord og forbi klappbladsen med tungt vand strømmende ind langs bunden i fjorden, og let vand som løber ud af fjorden i overfladen (Vejdirektoratet 2016). I vandfasen over klappbladsen dominerer sydlige strømme langs bunden og nordliggående strøm i overfladelaget. Herudover vil vindforholdene også påvirke vandets retning særligt i overfladelaget af vandsøjlen (Rambøll 2015a). De to vandmasser, der kommer fra nord og syd, medfører jævnligt lagdeling i området.

2.2 Sedimenttyperne i området

Sedimenttyperne, der er til stede i området, er i høj grad dikteret af de dominerende strømforhold, og de dominerende sedimenttyper dikterer i høj grad fauna og flora, der findes i området.

Som det ses på Figur 2.3, er klappbladsen placeret i et område med meget dyndet sand, og områdets sediment kan generelt karakteriseres som blødbundet. Den stærke strøm i strømrenden kan betyde (Figur 2.2), at der muligvis kan forekomme nogen hårbund på skrænterne i strømrenden.

Figur 2.3: Kort over sedimenttyper i Vejle Fjord og nordlige Lillebælt (GEUS 2014).



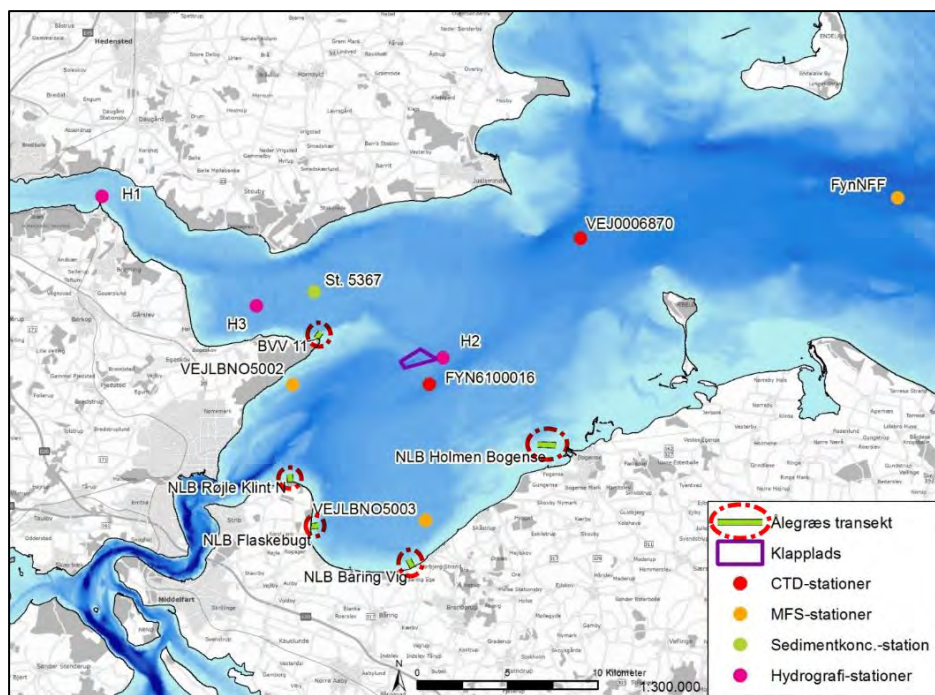
3 Bundflora og -fauna ved klappladsen

I det følgende afsnit gives et overblik over bundflora og -fauna, som findes i området på og nær klappladsen.

3.1 Bundflora

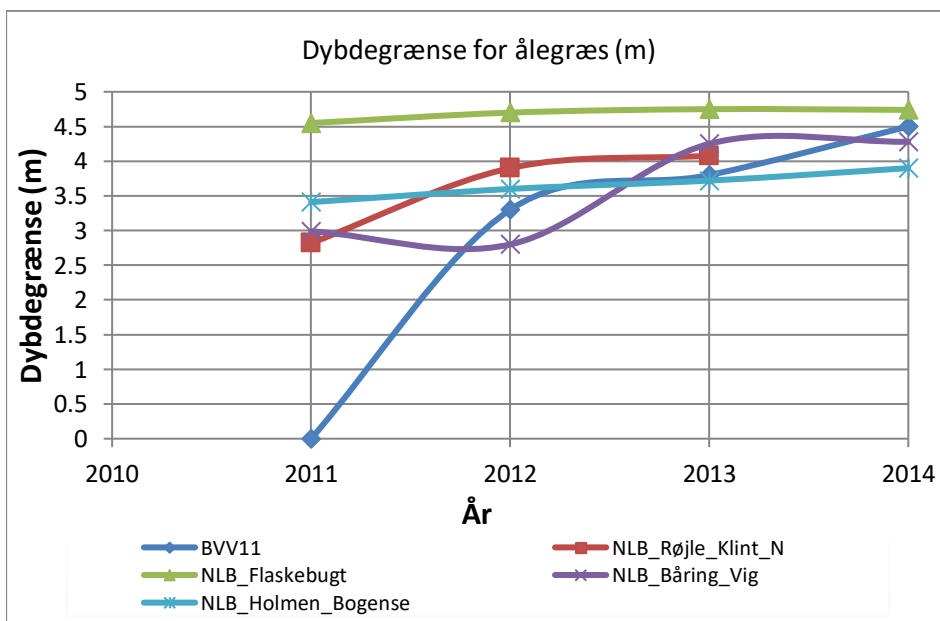
Forekomsten af bundflora er vurderet på baggrund af bundtypen og dybdeforholdene på klappladsen (afsnit 2), samt på baggrund af den observerede dybdeudbredelse for ålegræs på NOVANA-transekterne, som indgår i Naturstyrelsens overvågningsprogram (Figur 3.1) (Vejdirektoratet 2016).

Figur 3.1. Målestationer i området omkring Trelde Næs klappads. Ålegræs transekterne er markeret med en grøn streg og rød stipleet cirkel på figuren.



I området omkring klappadsen findes der fem NOVANA-transekter for ålegræs, som indgår i Naturstyrelsens monitoringsprogram (Figur 3.1). Ålegræssets dybdegrænse i områdets transekter har maksimalt varieret imellem ca. 2,7 til 4,8 meter fra 2010 til 2014 (Figur 3.2). Størst variation ses på transektet BVV11 på spidsen af Trelde Næs, der går fra intet ålegræs i 2011 til 4,5 meters dybdegrænse i 2014. I Natura 2000-område nr. 108 (H92) tættest på klappadsen er ét transekt blevet monitoreret siden 2011 (NLB_Holmen_Bogense). Her har ålegræssets dybdegrænse været jævnt stigende fra 3,4 m i 2011 til 3,9 m i 2014 (Figur 3.2).

Figur 3.2: Dybdegrænser for ålegræs (m) på NOVANA-transekterne i perioden 2000-2014 i det nordlige Lillebælt omkring Trelde Næs klappads.

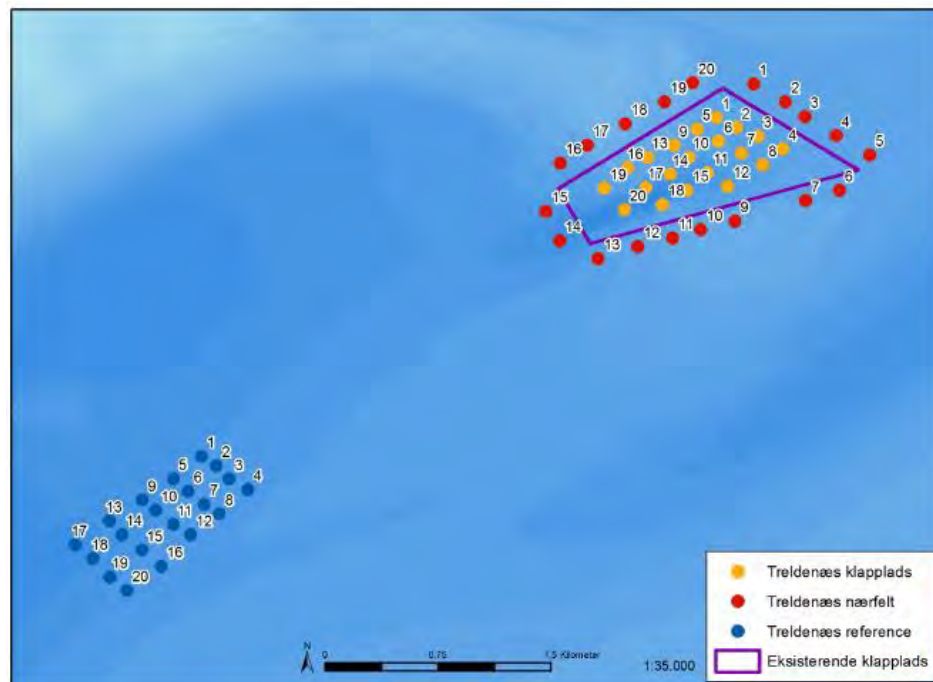


Dybdeforholdene og generel forekomst af blødbund på og nær klappadsen medfører, at der ikke forventes nogen betydelig bundvegetation på og nær klappadsen.

3.2 Bundfauna

Sammensætningen af bundfauna er, som sammensætningen af bundflora, også påvirket af sedimenttypen. Beskrivelsen af forekomsten af bundfauna på og nær Trelde Næs klappads er baseret på en rapport fra Naturstyrelsen fra 2013 (Figur 3.3) (Naturstyrelsen 2013).

Figur 3.3: Bundfaunaprøver taget på Trelde Næs klappads, i nærfeltet omkring klappadsen og i et referenceområde i 2013 (Naturstyrelsen 2013).



Ved Naturstyrelsens undersøgelse i 2013 blev der totalt fundet 32 bundfaunaarter på klappadsen, 51 arter i nærfeltet og 31 arter i referenceområdet (Naturstyrelsen 2013). Det gennemsnitlige arts- og individantal for åbne danske farvande er på ca. 55 arter og ca. 2000 individer pr. m² (DCE 2015b).

Individtætheden var ved undersøgelsen i 2013 gennemsnitligt 1352 individer pr. m² på klappadsen, 2430 individer pr. m² i nærfeltet og 1898 individer pr. m² i referenceområdet (Naturstyrelsen 2013). På klappadsen var både individantal og artsantal lavere end gennemsnittet for åbne danske farvande. I nærfelts- og referenceområdet svarede individantal til landsgennemsnittet, men det var kun i nærfeltsområdet, at artsantallet var det samme som landsgennemsnittet. Til indsamlingen blev anvendt en HAPS-prøvetager (areal = 0,0143 m²).

På klappadsen og i nærfeltet var de dominerende arter *Abra alba* (musling), *Corbula gibba* (musling), *Mysella bidentata* (musling), *Ophiura albida* (alm. slange-stjerne, pighuder), *Tubificoides benedii* (orm), samt *Nephtys ciliata* og *Scoloplos armiger* (havbørsteorm).

Referenceområdet var domineret af næsten de samme arter som på klappadsen og i nærfeltet. Der blev ikke fundet nogle individer af havbørsteormen *Scoloplos armiger* i referenceområde, men til gengæld var der en større forekomst af muslingearten *Mytilus edulis*. De dominerende bundfaunaarter, for alle tre områder, var alle arter, der er tilknyttet blødbund (sand/mudder), og bundfaunasamfundene kan generelt karakteriseres som *Abra*-samfund.

Flere af de dominerende arter på og nær klapplassen er kendt som iltsvindstolerante. Muslingen *Corbula gibba* (hampe-frømusling) er hårdfør og meget tolerant overfor iltfattige forhold eller store koncentrationer af svovlbrinte, der slår de fleste andre dyr ihjel. Arten kan være meget dominerende i iltsvindspåvirkede områder (Køie 2006). *Tubificoides benedii* (orm), der også dominerer i alle områder, har ligeledes en høj tolerance overfor lave iltkoncentrationer (Gieryn et al 1999). På klapplassen og i nærfeltet blev der fundet enkelte meget store individer af *Arctica islandica* (molbøsters). Forekomsten af fortrinsvis store individer af molbøsters, er en indikation på dårlige iltforhold, idet mindre individer ikke kan tåle iltsvind, hvorimod store individer over 5 cm kan overleve længere tids lave iltkoncentrationer (Taylor & Brand 1975).

I alle tre områder indikerer forekomsten af både iltsvindstolerante arter og også mindre tolerante arter, herunder særligt pighuder, at der har været mindre forekomster af iltsvind i områderne, og at bunddyrssamfundet er i en genetableringsfase. Dette stemmer fint overens med, at der var kraftigt iltsvind i hele området omkring klapplassen i 2009 (DCE 2009), hvorefter der var gode iltforhold i området indtil efterår 2013, hvor bundfaunaundersøgelsen blev foretaget.

4 Fisk, habitater og fiskeri

Udbredelsen af fiskearter og -habitater samt fiskeri ved klapplassen og i det nordlige Lillebælt beskrives i det følgende. Beskrivelsen af fiskesamfundene på klapplassen er baseret på viden om fiskenes tilknytning til de bundforhold, der er på klapplassen, og kendskab til dybdeforholdene i området.

4.1 Fisk

Generelt er de forekommende fiskesamfund på Trelde Næs klapplass ikke velbeskrevet, men de fiskearter, der er registreret i Vejle Fjord, forventes også at forekomme på klapplassen, idet blødbund dominerer sedimentet både på klapplassen og i fjorden (Figur 2.3). Fiskearterne i Vejle Fjord inkluderer torsk (*Gadus morhua*), skrubbe (*Platichthys flesus*), ising (*Limanda limanda*), rødspætte (*Pleuronectes platessa*) og brisling (*Sprattus sprattus*) (Vejdirektoratet 2016). Bunddyrssamfundet domineres ligeledes af blødbundsarter (afsnit 3.2).

Udover blødbund kan der muligvis forekomme nogen hårdbund på skrænterne i strømrønden i den sydlige og sydøstlige del af klapplassen. Det er vanskeligt at vurdere, om skrænterne har tilstrækkelig heterogenitet til at tiltrække og fastholde revrelaterede arter som havkarusse (*Ctenolabrus rupestris*), savgylte (*Symphodus melops*) og berggylte (*Labrus berggylta*). Det forventes, at torsk (*Gadus morhua*) bliver tiltrukket af skrænterne i deres søgen efter byttedyr. Mulige skrænter med hårdbund vil dog kun udgøre et begrænset område på og nær klapplassen.

Ud fra det tilgængelige datagrundlag kan der ikke udpeges specifikke områder med særlig betydning for fiskene i området nær klapplassen. Beskrivelsen af udbredelsen af fiskesamfundene beror hovedsageligt på kortlægningen af havbund, som er foretaget i forbindelse med feltundersøgelserne for bundvegetation og bunddyr samt viden om fiskearternes foretrukne habitater.

4.2 Habitater

Habitaterne er repræsenteret ved de forskellige havbundstyper, som er vist på Figur 2.3. I Tabel 4.1 er der beskrevet nogle karakteristiske fiskesamfund, som er knyttet til specifikke habitater. Det kan ses fra tabellen, at der er forskel på, hvor

habitatspecifik en given art er. Nogle af arterne er tilknyttet flere forskellige havbundstyper, da de har præference for et varieret miljø.

Dyndet sand er den dominerende sedimenttype på og nær klappladsen (Figur 2.3). Den relevante habitattype på og nær klappladsen, som modtager de største mængder sediment fra klapning, må derfor betegnes som blødbund.

Tabel 4.1: Habitatspecifikke fiskesamfund bestående af arter, der forekommer nær klappladsen. *Pelagisk men knyttet til de enkelte habitater i forbindelse med gydning. Spp. angiver forekomst af flere ikke bestemte arter inden for slægten (Vejdirektoratet 2016, DTU 2015).

Ålegræs	Hårdbund med makroalger	Sand (0-4 m)	Blødbund
Ål	Ål	Torsk	Skrubbe
Sild*	Sild*	Sandkutling	Ising
Hornfisk*	Hornfisk*	Spættet kutling	Tunge
Torsk	Torsk	Sort kutling	Rødspætte
Ulk spp.	Ulk spp.	Ulk spp.	Panserulk
Trepigget hundestejle	Trepigget hundestejle	Panserulk	Grå knurhane
Nipigget hundestejle	Snippe	Skrubbe	
Tangsnarre	Tangspræl	Tunge	
Snippe	Toplettet kutling	Rødspætte	
Alm. tangnål	Havkarusse	Pighvarre	
Stor tangnål	Berggylte	Slethvarre	
Lille tangnål	Savgylte	Fjæsing	
Toplettet kutling	Ålekvabbe		
Spættet kutling	Stenbider*		
Sort kutling			
Sandkutling			
Ålekvabbe			

Fiskesamfundet på klappladsen forventes derfor hovedsageligt at bestå af fladfisk som rødspætte, ising, tunge og skrubbe foruden panserulk og knurhane, som alle har præference for blødbund (se Tabel 4.1).

Til trods for at arealet med hårdbund er beskedent i området omkring klappladsen, og at områder med ålegræs ligger flere kilometer fra klappladsen, så kan disse habitater dog have betydning for fiskefaunaen i området. De bidrager med en variation, der giver småfisk og fiskeyngel skjul og beskyttelse imod rovdyr og er herigennem med til at øge artsdiversiteten i disse områder.

Yderligere har områder med ålegræs og tang en vigtig funktion som gydesubstrat for fisk som sild og hornfisk, hvis æg klæber til planter, sten og andre genstande

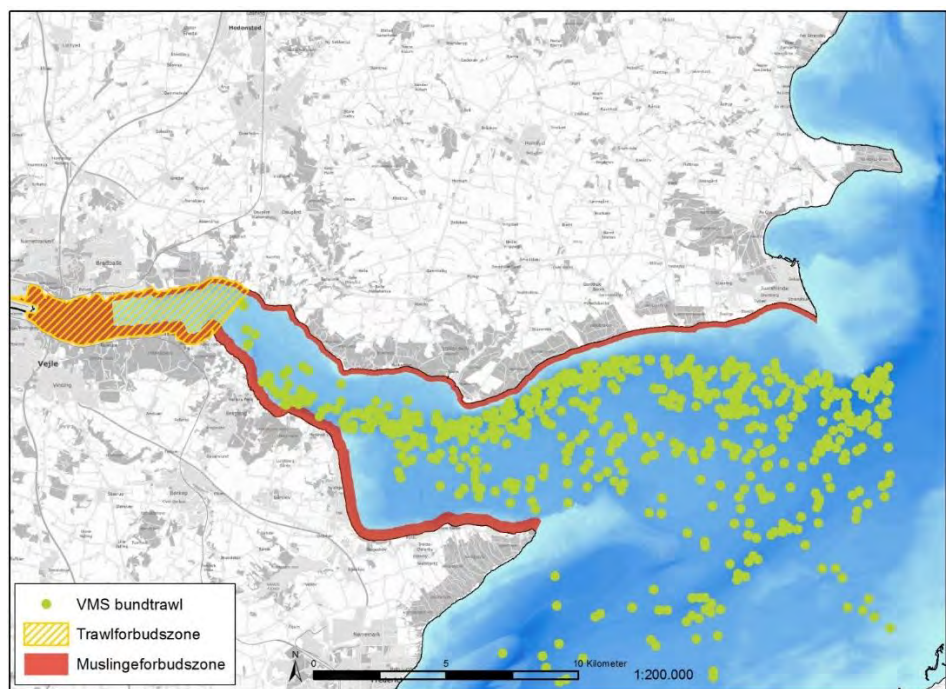
på havbunden. Områdernes egnethed som gyde- og yngelopvækstområder forstærkes yderligere af, at de findes på relativt lavt vand, hvor de er mindre udsatte for iltsvind.

4.3 Fiskeri

I området omkring Trelde Næs klappads blev der i perioden 2008-2013 foretaget trawlfiskeri med brisling som målart (Figur 4.1), og det kan ikke udelukkes, at der også har været et perifert fiskeri med mindre konsumtrawlere af blandt andet torsk og rødspætte. Ifølge Bælternes Fiskeriforening bliver der primært landet torsk, rødspætte og brisling, foruden blåmusling, i området omkring Lillebælt og klappadsen (Middelfart, Fredericia, Kolding Kommuner 2017).

Området omkring Trelde Næs klappads bliver kun meget sjældent benyttet til garn- og rusefiskeri. Blåmuslingefiskeri er tilladt på den eksisterende Trelde Næs klappads, men ifølge kortlægningen af blåmuslingefiskeriet bliver området ikke benyttet (Vejdirektoratet 2016).

Figur 4.1: Gengivelse af VMS-punkter fra trawlfiskeri i Vejle Fjord i perioden 2008-2013.



I det følgende afsnit beskrives udbredelsen af de mest dominerende og betydningsfulde fiskearter i området omkring klappadsen, det nordlige Lillebælt og Vejle Fjord.

5 Beskrivelse af de vigtigste fisk i området omkring klappadsen

Baseret på ovenstående information omkring forekomst af fisk på blødbund samt information omkring fiskeri, er de vigtigste fisk i området nær klappadsen udvalgt og beskrives i nedenstående. For de udvalgte fisk beskrives økologien, som potentielt kan påvirkes i forbindelse med klappning af sediment og den efterfølgende spredning af sediment nær klappadsen.

5.1 Torsk (*Gadus morhua*)

Som vidt udbredt rovfisk i danske farvande, herunder også de indre (salinitet > 6 ‰), udgør torsken en nøgleart med en allestedsnærværende relevans. Den findes typisk fra kysten til 600 m's dybde, og søger mod dybderne, som den ældes. Voksne torsk fouragerer primært på andre fisk, inklusiv yngre individer af deres egen art (DTU 2017).

Torsken gyder pelagisk både i Nordsøen (februar-marts), Østersøen (marts-september), Kattegat (januar-februar), og i de indre danske farvande ved Øresund og langs svenskekysten. Torskelarverne nyder således godt af de estuarie-lignende tilstande, der findes i Kattegat og Nordsøen i store dele af året, som resulterer i gode forhold for dyreplankton (DTU 2017). Der er ikke registreret egentlige gydeområder i Kattegat og bæltområderne (Danmarks Fiskeriundersøgelser 2003).

5.2 Ål (Europæisk) (*Anguilla anguilla*)

Ålen tilbringer sit unge liv langs Atlanterhavets kyster. Som voksen kan ålen findes i alle danske farvande, dog mest talrig i lavvandede bugte og fjorde. Om foråret vandrer glasål fra kysten og ind i vandløbene. Den samlede mængde af åleyngel, der ankommer til Europas kyster, er de sidste 30 år faldet med op mod 99 %, hvilket gør ålen til en kritisk truet art og rødlistet i mange lande, herunder også i Danmark (DTU 2017).

En af ålens berømte særheder er dens yngleadfærd knyttet til Sargassohavet, og gydningen vurderes dermed ikke at være påvirket af aktiviteter på klappladsen.

5.3 Skrubbe (*Platichthys flesus*)

Skrubben er hyppigt forekommende i alle indre danske farvande og forventes derfor også at være tilstede på klappladsen. Skrubben trives fint i både fersk- og saltvand og kan som følge af dette observeres flere kilometer opstrøms i vandløb. Den foretrækker sand- og mudderbund uden vegetation, hvor den, som andre fladfisk, ligger nedgravet (DTU 2017). Grundet klappladsens sedimenttype, og følgende habitattype, samt dens tilstedeværelse i Vejle Fjord, forventes skrubben at være tilstede i området på og nær klappladsen.

I Vejle Fjord vurderes skrubben som den hyppigst forekommende fladfiskeart, særligt i inderfjorden. Data fra Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) fiskeundersøgelse i Vejle Fjord i 1993-94 dokumenterer forekomsten af yngel af skrubber i fjorden (Nicolajsen, Støttrup og Christensen 1994). Det er derfor sandsynligt, at de lavvandede områder i Vejle Fjord både langs nord- og sydkysten fungerer som yngelopvækstområder for skrubbe. I de senere år har der været et jævnt fald i fangsterne af skrubbe i forhold til fiskeriindsatsen i de østjyske fjorde (Vejldirektoratet 2016) og det antages, at der er sket en betydelig nedgang i bestanden siden Vejle Fjord undersøgelserne i 1993-1994 (Nicolajsen, Støttrup og Christensen 1994).

Yngelopvækstområderne kan ligge langt fra gydeområderne, og det vides ikke, om der er et gydeområde lokalt i området nær klappladsen for denne art. Gydningen foregår pelagisk hen over vinteren og i det tidlige forår.

5.4 Tunge (*Solea solea*)

Tungen er en aflang bundlevende fladfisk, som findes i områder med blødbund, hvor den som andre fladfisk, ligger nedgravet. Den fouragerer på mindre bentiske

invertebrater som krebsdyr, muslinger og orme. Bestanden af tunge anses for at være presset, da det er en meget eftertragtet og højt prissat spisefisk (Pedersen, et al. 2008).

Gydning foregår pelagisk fra april til juli måned.

5.5 Ising (el. slette) (*Limanda limanda*)

Isingen er en af de mest talrige fiskearter på blødbunden og på dybder over 6 meter. Den er samtidig den mindste af de almindelig fladfisk og bliver sjældent større end 35 cm. Den findes på dybder fra 1-100 m.

Der blev ved Danmarks Fiskeriundersøgelsers undersøgelse i 1993 observeret yngel af ising i hele Vejle Fjord, særligt i maj. Antallet af isingyngel udgjorde dog kun få procent i forhold til antallet af skrubbeyngel (Nicolajsen, Støttrup og Christensen 1994). Det antages i denne sammenhæng, at ising også findes på klapplassen grundet den relativt korte afstand til Vejle Fjord, og de mange overlap i habitattype.

Isingen gyder pelagisk fra marts-maj på 20-60 m's vanddybde (Steen 2018). Det vurderes ikke, at ising gyder på og nær klapplassen, da middeldybden på klapplassen er 16 m.

5.6 Rødspætte (*Pleuronectes platessa*)

Rødspætten er en almindelig fisk i de danske farvande, herunder Nordsøen, Skagerrak, Østersøen og Kattegat. Den findes primært på sandet og blandet bund, fra **kysten og ud til 200 m's dybde. Sammenlignet med skrubben** er rødspætten i højere grad påvirket af vandets salinitet og foretrækker generelt mere saltholdige omgivelser. Den er primært nataktiv og tilbringer dagen halvt nedgravet i sandet, for at skjule sig for eventuelle prædatorer som torsk.

Gydning er pelagisk og foregår på 20-40 m dybde, fra november til april, afhængigt af lokalitet. Efter gydning driver æggene med strømmen op langs de sandede kyststrækninger. De yngste individer findes på det laveste vand, hvor de fouragerer på dyreplankton i den pelagiske fase og børsteorm efter bundslåning. Ældre individer opholder sig på større dybder, men de fleste voksne individer findes dog på 10-40 m dybde.

5.7 Sild (Rügen sild) (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus sprattus*)

Sildestimer optræder periodisk i meget stort antal i Vejle Fjord. Sildene forventes at ankomme i april og blive i fjorden i 3-4 uger, inden de igen trækker væk.

Silden har klæbrige æg, som hæfter sig til sten, vegetation m.v. i de kystnære områder, hvor gydningen foregår. Gydningsen sker, for den mest udbredte stamme i de indre danske farvande, i Rügen (Østersøen) i marts og april, hvorfor silden **også kaldes "Rügen Silden"** (Pedersen 1996). Småsildene samler sig i stimer på lavt vand overalt langs de danske kyster, og særligt i områder med tang og ålegræs.

Brislingen er en mindre slægtning til silden på højst 15-17 cm. Brislingen ses i højere grad end silden gå op i brakke indvande. Den er en pelagisk stimefisk, som typisk opholder sig i stimer nær kysten (Pedersen 1996).

Brisling kan gyde flere gange i løbet af en sæson, og de resulterende æg er pelagiske, i modsætning til sildens. Gydning sker april-maj på 10-20 m's dybde (Pedersen 1996).

5.8 Ålekvabbe (*Zoarces viviparus*)

Ålekvabben er forholdsvis stationær og holder til i områder med ålegræs og hårbund med tang. Arten kendes fra både salt- og brakvand. Ålekvabben er registreret i Danmarks Fiskeriundersøgelsers undersøgelse (Nicolajsen, Støttrup og Christensen 1994) samt i Nøglefiskerprojektet i perioden 2011-2013, hvor den var den mest talrige art i de tre østjyske fjorde: Vejle Fjord, Mariager Fjord og Horsens Fjord (Kristensen et al 2014). Ålekvabbens udbredelse kan, grundet den store udbredelse, også antages at være til stede i det nordlige Lillebælt, syd for klappladsen.

Ålekvabben bruges som markør for miljøtilstanden i det nationale overvågningsprogram for vandmiljøet "NOVANA", hvor misdannelser og andre defekter er blevet klassificeret. I 2005 viste NOVANA-undersøgelserne i 10 undersøgte kystnære områder, at omkring 25 % af alle unger af ålekvabbe var misdannede. I Vejle Fjord havde ca. 50 % af de undersøgte kuld misdannelser på mere end 5 % af ungerne, mens antallet af deformiteter var markant lavere i de øvrige ni områder. Årsagen til denne forskel er ikke kendt.

Ålekvabben udmærker sig ved ikke at lægge æg, men at føde levende unger i stedet.

5.9 Panserulke (*Agonus cataphractus*)

Panserulken foretrækker at opholde sig i blødbundede sedimenter, hvor den lever af bundlevende invertebrater.

I forbindelse med gydning søger den på lavt vand fra februar til april. Æggene fastgøres i klumper på stilkene af brunalger. Panserulkens gydeadfærd er derfor også bundet op på graden af bundvegetation (Provencal 2013), hvorfor der ikke må forventes udpræget gydning på klappladsen.

5.10 Grå Knurhane (*Eutrigla gurnardus*)

Grå Knurhane er en bundlevende rovfisk, som findes udbredt i alle danske farvande i det meste af vandsøjlen. Den foretrækker blødbund, hvor den kan fange sin føde, som består af mindre fisk og bentiske invertebrater (Steen 2018).

Den gyder pelagisk fra april til august måned (Dyr.dk 2018).

6 Årstidsvariationer

I det følgende beskrives årstidsvariationer, som kan forekomme på og nær klappladsen, og som potentielt kan være relevante i forhold til klappning af sediment på Trelde Næs klapplads. Emnerne inkluderer variationer i forhold til hydrografi, ilt, fisk og havpattedyr.

6.1 Hydrografi

De indre danske farvande er kendetegnet ved at have store årlige fluktuationer, både i salinitet, temperatur og strømforhold. Overordnet skyldes det, at hele området fra Skagerrak over Kattegat og ind i Østersøen, virker som et af verdens

største estuarier, der i forårs- og sommermånederne er påvirket af en stor udstrømning af smeltevand fra den skandinaviske halvø.

Udstrømningen af ferskvand kan have betydning for dyre- og plantelivet i de indre danske farvande, hvis den følgende lagdeling i vandsøjlen bliver stærk nok til at isolere den nederste del af vandfasen. En lagdeling af vandfasen vil øge risikoen for iltsvind, som kan have katastrofale konsekvenser for det bentiske liv i de berørte områder. Forekomster af iltsvind ses typisk i de sene sommermåned og tidlige efterårsmåned, gerne kombineret med meget nedbør, som skyller overskydende næringsstoffer fra landjorden, ud i de danske fjorde og bælt, og dermed resulterer i en algeopblomstring (Miljøstyrelsen 2018).

6.2 Ilt

I området på og nær klapplassen i det nordlige Lillebælt er der registreret kraftige iltsvind i 2007, 2013, 2015 og 2016 (Miljø- og Fødevareministeriet 2018). Det er specielt i sommermånederne mellem juli og september, hvor der er målt lave iltkoncentrationer. I bilag 6 til klappansøgningen er iltforholdene nærmere beskrevet, og det potentielle iltforbrug ved klappning er vurderet i forhold til situationer med iltsvind. I bilag 6 til klappansøgningen er det vurderet, at iltindholdet i vandet ikke vil påvirkes af klappning af sediment.

6.3 Fisk

For de fleste fisk i området kommer de mest betydningsfulde sæsonvariationer i forbindelse med gydning, hvor nogle fisk opsøger andre habitattyper, end der hvor de normalt færdes, for at lægge æg. Da området ved klapplassen er kendetegnet ved sit blødbundede sediment, er det dårligt egnet til bentisk gydning, og det må derfor forventes af gydning i området varetages udelukkende af arter, der lægger pelagiske æg, som torsk (januar-september), skrubbe (december-april), ising (marts-maj) og brisling (april-maj). Dog er ingen af de nævnte arter specifikt og udelukkende knyttet til området nær klapplassen.

6.4 Havpattedyr

Den vigtigste årlige vandring for havpattedyr sker i forbindelse med vandring til og fra yngleområder.

For spættet sæl gælder, at de nærmeste ynglepladser er beliggende i Kattegat omkring Endelave og Æbelø, men spættet sæl forekommer også regelmæssigt ved øer og holme i det sydlige Lillebælt. Det vurderes dog at dreje sig om under 100 individer (Galatius 2017). Gråsæl er ikke kendt for at forekomme i Lillebælt og Kolding Fjord, men fjorden er beliggende inden for aktionsradius fra gråsæls liggepladser ved Endelave, og det kan ikke udelukkes, at gråsæl sporadisk kan forekomme i området (Kolding Kommune ikke publiceret).

Marsvin forekommer regelmæssigt i Lillebælt, som er et formodet yngleområde for marsvin. Som beskrevet i bilag til klappansøgning om sedimentspredning, så vil der i forbindelse med klappningen ske spredning af sediment syd for klapplassen. I bilag til klappansøgningen om Natura 2000 og bilag IV-arter er det vurderet, at sedimentkoncentrationen i vandfasen ikke vil påvirke marsvins eller sælers mulighed for lokalisering af byttedyr, idet sæler lokaliserer bytte ved hjælp af knurhår og kun i mindre omfang er afhængige af synet (Wieskotten et al 2011, Hanke et al 2010), mens marsvin lokaliserer føden ved ekkolokalisering.

Begge marine arter vurderes, at ville kunne passere øst om klappladsen, og sedimentfanen vil ikke være en barriere for marsvin og sæler, der krydser Lillebælt, da den højst vil udbredes til omkring $\frac{1}{4}$ af hele bæltets bredde, og dette vil forekomme i et begrænset tidsrum (se bilag om sedimentspredning til klapanøgningen).

Det vurderes i Natura 2000 vurderingen, at den begrænsede, midlertidige forøgelse i mængden af suspenderet sediment i vandfasen samt den potentielle påvirkning af sælers og marsvins fødegrundlag, som følge af klapning, ikke vil påvirke sæler og marsvin på udpegningsgrundlagene for habitatområderne væsentligt.

I forhold til marsvin og andre hvaler, som er bilag IV-arter, vurderes i bilag til klapanøgningen om Natura 2000 og bilag IV-arter, at klapningen af oprenset sediment ikke vil beskadige eller ødelægge den økologiske funktionalitet af yngle- og rasteområder for marsvin.

7 Mulige barrierer for vandring

Nedenstående afsnit giver en kort beskrivelse og vurdering af mulige barriereeffekter ved klapning for de forskellige dyresamfund i området omkring klappladsen.

7.1 Fisk

Enkelte fiskearter i området omkring Vejle Fjord, Lillebælt og klappladsen foretager større vandringer hen over sæsonen, som teoretisk kunne blive påvirket af klapning. Ål og sild er de vigtigste vandrende fisk i området.

Da ålen er kritisk truet, er dens vandring ind (april-juni) og ud (august-september) af vandløbene en nøglefaktor i beskyttelsen af arten. Det må dog forventes, i relation til klapning, at ål, som trives nær bunden og i områder med en naturlig høj grad af turbiditet, vil være relativt ufølsomme over for den øgede mængde af suspenderet materiale, som følger af klapning (Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen 2017).

Den forårsgydende sild er den mest udbredte sild i de indre danske farvande. Denne sild foretager massevandringer imod gyde (marts-april)- og opvækstzoner (april-maj). Gydningen sker for denne stamme i Østersøen, så vandring i Lillebælt vurderes at være lille i forbindelse med dette gydeområde.

7.2 Hvaler

For hvaler vurderes klappaktivitet ikke at medføre en barriereeffekt i forhold til vandring i Lillebæltområdet. Klappaktiviteten foregår i den vestlige del af det nordlige Lillebælt, og marsvin og andre hvaler vil kunne passere øst om klappladsen på deres vej til og fra Østersøen og Kattegat. Støjen i forbindelse med klappning er ubetydelig og vurderes derfor heller ikke at være problematisk eller afskærmende (Vejldirektoratet 2016).

7.3 Sæler

Sæler vurderes, som hvaler, at kunne passere øst om klappladsen, og sedimentfanen fra klappning vurderes ikke være en barriere for sæler, der krydser Lillebælt.

8 Opsummering

Sedimenttyperne på og nær klappladsen karakteriseres som værende blødbund og de vigtigste fisk i området vurderes at være torsk, ål, skrubbe, tunge, ising, rødspætte, sild, ålekvabbe, panserulk og grå knurhane. Af årstidsvariationer vurderes

hydrografi, ilt, fisk og havpattedyr at være relevante, og i forhold til mulige barrierer for vandring beskrives fisk, hvaler og sæler. I klapansøgningen er der vurderet på baggrundsinformationen i dette dokument.

9 Referencer

- Danmarks Fiskeriundersøgelser. 2003. »Gydning og gydeområder.« *nr. 55*.
- DCE. 2009. *Arkiv for iltrapporter og iltsvindskort*. Senest hentet eller vist den 2018. <http://bios.au.dk/videnudveksling/vand/havmiljoe/iltsvind/arkiv/>.
- DCE. 2015b. »Marine områder 2014. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 142 s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 167.«
- DTU. 2017. *Fiskepleje.dk/fiskebiologi/aal*. 06. 05. <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/aal>.
- . 2017. *Fiskepleje.dk/fiskebiologi/skrubbe*. 06. 05. <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/skrubbe>.
- . 2017. *Fiskepleje.dk/fiskebiologi/torsk*. 06. 05. Senest hentet eller vist den 2018. <http://www.fiskepleje.dk/Fiskebiologi/torsk>.
- . 2015. *www.fiskepleje.dk*. www.fiskepleje.dk.
- Dyr.dk. 2018. *dyr.dk/leksikon*. Senest hentet eller vist den 2018. <https://dyr.dk/leksikon/>.
- Galatius, A. 2017. *Baggrund om spættet sæl og gråsæls biologi og levevis i Danmark*. DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet.
- GEUS. 2014. *Marin Råstofdatabase*. Senest hentet eller vist den 2018. [http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta&lang=da#zoom=12.776180806014185&lat=6163775.2892494&lon=559047.28400059&visiblelayers=Topografisk&filter=&layers=sediment_250000_eng&mapname=marta&filter=&epsg=25832&mode=map&map_imagetype=png&wkt=.](http://data.geus.dk/geusmap/?mapname=marta&lang=da#zoom=12.776180806014185&lat=6163775.2892494&lon=559047.28400059&visiblelayers=Topografisk&filter=&layers=sediment_250000_eng&mapname=marta&filter=&epsg=25832&mode=map&map_imagetype=png&wkt=)
- Giere et al. 1999. »Giere O., Preusse J.H., Dubiliere N. Tubificoides benedii (Tubificidae, Oligochaeta) - A pioneer in hypoxic and sulfidic environments. An overview of adaptive pathways.« *Hydrobiologia (6) 406: 235-241*.
- Hanke et al. 2010. »Hanke W., Witte M., Miersch L., Brede, M., Oeffner J., Michael M., Hanke F., Leder A., Dehnhardt. Harbor seal vibrissa morphology suppresses vortex-induced vibrations.« *The Journal of Experimental Biology: 2665-2672* (The Company of Biologists Ltd) 213.
- Køie. 2006. *Køie M. Havbundens dyr*. Årg. 1, kap. 8 i *Naturen i Danmark - Havet*, af Fenhel T., redigeret af Kaj Sand-Jensen, 516. Gyldendal.
- Kolding Kommune. ikke publiceret. »Miljørapport for Marina City.«

- Kristensen et al. 2014. »Kristensen L.D., Støttrup J. G., Andersen S.K., Degel H. Registrering af fangster i de danske kystområder med standardredskaber. Nøglefiskerrapport 2011-2013. DTU Aqua-rapport nr. 286-2014.«
- Middelfart, Fredericia, Kolding Kommuner. 2017. *Naturparkplan for Naturpark Lillebælt 2018-2022 (Forslag)*. Middelfart, Fredericia, Kolding Kommuner.
- Miljø- og Fødevareministeriet. 2018. *mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/iltsvind/*. Senest hentet eller vist den 2018. <http://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/iltsvind/>.
- Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. 2017. »Overvågning - Miljøstyrelsen overvåger naturens og vandmiljøets tilstand.« Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelsen. 2018. *mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/iltsvind*. <http://mst.dk/natur-vand/vandmiljoe/havet/havmiljoe/iltsvind>.
- Naturstyrelsen. 2013. »Prøvningsrapport, Akkrediteret prøvning, Sagsreg.nr.: BIO-2013-06, Dansk Biologisk Laboratorium.« Naturstyrelsen, 06.
- Nicolajsen, Hanne, Josianne Støttrup, og L. Christensen. 1994. *Fiskeundersøgelse i Vejle Fjord 1993-1994*. Annual report, Hirtshals: DFU.
- Pedersen. 1996. *Sild og Brisling i Limfjorden*. DFU-rapport; Nr. 16-96, Hirtshals: Danmarks Fiskeriundersøgelser.
- Pedersen, Per, Ivar Lund, Svend Steinfeldt, Julia Overton, og Mads Nunn. 2008. *Opdræt af tunge (Solea solea) - undersøgelse af mulighederne for kommercialisering*. DTU.
- Provencal, Philippe. 2013. *fugleognatur.dk/artsbeskrivelse*. <https://www.fugleognatur.dk/artsbeskrivelse.asp?ArtsID=5346>.
- Rambøll. 2015a. »VVM for ny jernbanebro over Vejle Fjord, Resultater af scenarier, Hydraulisk modellering.« *December*.
- Steen, Jørgen. 2018. *naturporten.dk/temaer/danmarks-dyr/fisk/*. <http://www.naturporten.dk/temaer/danmarks-dyr/fisk/>.
- Taylor & Brand. 1975. »Taylor A.C., Brand A.R. A comparative study of respiratory responses of the bivalves *Arctica islandica* (L.) and *Mytilus edulis* L. to declining oxygen tension.« *Proc. R. Soc. Lond. B.* 190: 443-456.
- Vejdirektoratet. 2016. »VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord Kortlægningsrapport – Del 2, Marine Forhold.« København: Vejdirektoratet.
- Vejdirektoratet. 2016. *VVM-undersøgelse for ny jernbaneforbindelse på tværs af Vejle Fjord. Udarbejdet af NIRAS*. NIRAS.
- Wieskotten et al. 2011. »Wieskotten S., Mauck B., Miersch L., Dehnhardt G., Hanke W. Hydrodynamic discrimination of wakes caused by objects of

different size or shape in a harbour seal (*Phoca vitulina*). « *Journal of Experimental Biology* 214: 1922-1930.