

**Notat**

Kolding Kommune

**Marina City**

Analyse af alternative anvendelser af  
uddybningmateriale

Projekt ID:  
Ændret: 13-01-2021 17:43  
Revision:

Udarbejdet af SDU Rambøll,  
LOE, DGP  
Kontrolleret af LOE  
Godkendt af DGP, LOE

**Indhold**

<b>1</b>	<b>Indledning, udgangspunkter og konklusion</b>	<b>3</b>
1.1	Uddybningsmaterialet er klappningseget	3
1.2	Mængderne er reduceret	4
1.3	Klappingsperioden er afgrænset	5
1.4	Andre miljøforbedrende tiltag	6
<b>2</b>	<b>Projektet og uddybningsmaterialerne</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Systematik for beskrivelsen af alternativerne</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Bypass</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Nyttiggørelse</b>	<b>10</b>
5.1	Uddybningsmaterialets beskaffenhed	10
5.2	Opfyldning i Marina City	12
5.3	Opfyldning af nuværende Lystbådehavn Nord	14
5.4	Afdræning og nyttiggørelse af materialet	16
5.5	Cement-/kalkstabilisering	18
5.6	Stabilisering og solidifikation	20
5.7	Sandvaskning	22
5.8	Presseteknikker	24
5.9	METHA anlægget i Hamborg	27
5.10	Kalciumperoxid	32
5.11	Anvendelse i landbruget	33
5.12	Etablering af en fugleø eller banke i fjorden	36

<b>6</b>	<b>Klapning</b>	<b>37</b>
6.1	Størst mulig reduktion af mængderne til klapning	37
6.2	Alternativ klapning på klapplads K_088_02 Nord for Fyn	39
<b>7</b>	<b>Deponering</b>	<b>41</b>
7.1	Placere materialet i Kolding Havns indspulingsområde nord for Kolding Å	41
7.2	Placere materialet i andre havnes indspulingsområder	42
7.3	Deponere materialet i nedlagte råstofgrave	44

---

# 1 Indledning, udgangspunkter og konklusion

I forbindelse med at Kolding Byråd den 4. april 2020 vedtog at fremlægge miljøkonsekvensvurdering og plangrundlag for Marina City i offentlig høring, blev det besluttet, at der skulle udarbejdes en analyse af alternativer til den foreslåede bortskaffelse af materialer ved klapning på Trelde Næs klappads.

I denne analyse gennemgås en række alternative muligheder for håndtering af uddybningsmaterialer. Gennemgangen er udført i et samarbejde mellem NIRAS og Rambøll, og den er baseret på en vurdering af henholdsvis anlægstekniske, miljømæssige, tidsmæssige og økonomiske forhold.

Ved vurderingen af alternativernes brugbarhed er udgangspunktet, at den valgte bortskaffelse af uddybningsmaterialet repræsenterer det bedste samlede resultat under hensyn til almindelige forvaltningsretlige principper, hvorved der skal være proportionalitet mellem den teknisk-økonomiske indsats og den miljømæssige gevinst.

Bortskaffelse ved klapning bør generelt – så vidt det er muligt – undgås eller begrænses. Derfor blev der allerede tidligt i projektudviklingen i forbindelse med afklaring af projektets forudsætninger taget en række skridt for at begrænse mængden af uddybningsmaterialer til klapning, og der blev allerede dengang vurderet på en række mulige alternativer hertil. Klappning blev dengang vurderet som den bedste håndtering af uddybningsmaterialet, og klappning på Trelde Næs klappads blev således lagt til grund for projektbeskrivelsen og dermed den udførte konsekvensvurdering samt ansøgningen til Miljøstyrelsen om klaptilladelse.

Analysens samlede konklusion er, at der heller ikke i dag findes teknologier, som kan være alternative løsninger, der både teknologisk, miljømæssigt og økonomisk kan fungere, med det uddybningsmateriale, som skal bortskaffes i den aktuelle situation. Klappning er derfor et nødvendigt behov i forbindelse med realiseringen af Marina City-projektet.

Opmærksomheden henledes endvidere på, at klappning på Trelde Næs klappads er udgangspunktet for projektet og materialet fremlagt for offentligheden og for ansøgningen om klappning til Miljøstyrelsen. Man skal derfor være opmærksom på, at en forfølgelse af eventuelle alternative håndteringer af uddybningsmaterialet, ud over ulemperne forbundet med anlægsteknik, økonomi, tid og miljø, ville medføre behov for supplerende undersøgelser, revideret myndighedsansøgning samt en supplerende offentlighedsprocedure for dele af miljøkonsekvensvurderingen, ligesom visse alternativer vil medføre behov for yderligere plangrundlag med tilhørende offentlighedsprocedure.

## 1.1 Uddybningsmaterialet er klappningsegnet

I forbindelse med ansøgningsproceduren om klappning til Miljøstyrelsen er mulighederne ift. hierarkiet for håndtering af uddybningsmaterialet vurderet, hvilket inkluderer vurdering i forhold til bypass, nyttiggørelse og klappning (se afsnit 3 for en detaljeret beskrivelse af hierarkiet). Således er der i forbindelse med ansøgningsproceduren for klappning redegjort og argumenteret for, at bypass og nyttiggørelse ikke udgør alternativer til klappning.

Der blev indledningsvist ført en dialog med Miljøstyrelsen om proceduren hen mod klappansøgningen. I den forbindelse blev uddybningsmaterialets koncentrationer af miljøfarlige stoffer sammenholdt med de såkaldte aktionsniveauer i Miljøstyrelsens

administrationsgrundlag. Miljøstyrelsen opererer med to aktionsniveauer, det nedre og det øvre. På Miljøstyrelsens hjemmeside under "Typiske spørgsmål og svar" er det beskrevet, at det nedre aktionsniveau i princippet er lig det gennemsnitlige baggrundsniveau for koncentrationer af miljøfarlige stoffer, og det forventes derfor ikke at uddybningsmateriale med lavere eller tilsvarende koncentrationer giver effekter i miljøet. Hvis koncentrationerne i uddybningsmaterialet ligger mellem det nedre og øvre aktionsniveau kan det som udgangspunkt klappes på normal vis på eksisterende klappladser, men der skal foretages en nærmere vurdering af materialet.

Indledningsvist blev det afdækket vha. et prøvetagningsprogram til beskrivelse af uddybningsmaterialet, som på forhånd var godkendt af Miljøstyrelsen, at koncentrationerne for miljøfarlige stoffer lå i et spænd mellem nedre og øvre aktionsniveau, hvor uddybningsmaterialet sædvanligvis kan klappes efter behørig dokumentation.

I større detalje viste prøvetagningsprogrammet, at for hovedparten af de analyserede stoffer lå koncentrationerne i uddybningsmaterialet under eller på niveau med nedre aktionsniveau (gælder for bly, chrom, zink, PCB, TBT, nikkel, arsen, PAH og kviksølv). For kobber og cadmium lå koncentrationerne i uddybningsmaterialet lige over nedre aktionsniveau, men langt under øvre aktionsniveau. Med hensyn til indholdet af miljøfarlige stoffer i uddybningsmaterialet vurderes det overordnet, at indholdet ligger tæt på det gennemsnitlige baggrundsniveau for sediment i Danmark, og dermed tæt på de naturlige baggrundsværdier, som man finder på havbunden rundt omkring i landet.

## 1.2 Mængderne er reduceret

For at reducere mængderne til klappning er der overordnet i forbindelse med projektudviklingen taget en række skridt til at begrænse mængden af uddybningsmaterialer, som skal klappes.

Hele projektet er trukket ind under land langs Skamlingsvejen i stedet for de oprindelige planer om at udvikle et stort område ude i fjorden, jf. ændringen af kommuneplanrammerne i kommuneplantillægget for Marina City, som var fremlagt i offentlig høring sammen med VVM/Miljørapporten.

I opfyldningsområde Øst vist i Figur 1.1 er det valgt at lade det eksisterende bundmateriale (gytje) blive liggende og i stedet opfylde arealet med nyttiggjorte materialer udefra. For projektet har det den konsekvens, at der skal etableres et drænlag oven på eksisterende fjordbund og et meget stort antal vertikaldræn for at afdræne gytjelaget og fremme afviklingen af sætningerne i området. Den valgte metode betyder, at der vil gå 5 – 10 år, inden området kan endelig færdiggøres, og at der i forløbet skal efterfyldes på området i takt med, at sætningerne i gytjelaget afvikles. Der er beregnet op til 5,5 m sætninger i området. Ved den valgte metode blev der allerede i udviklingen af projektet lagt til grund for miljøvurderingen opnået en reduktion i uddybningsmængderne på ca. 200.000 m<sup>3</sup>, altså gytje som således ikke skal udgraves og klappes.

Desuden er det valgt at differentiere dybden i det nye havnebassin, så der ikke uddybes til fulde 3,5 meters dybde overalt, men til hhv. 2,5, 3,0 og 3,5 m dybde, hvilket også reducerer mængden, som skal klappes med cirka 45.000 m<sup>3</sup>.

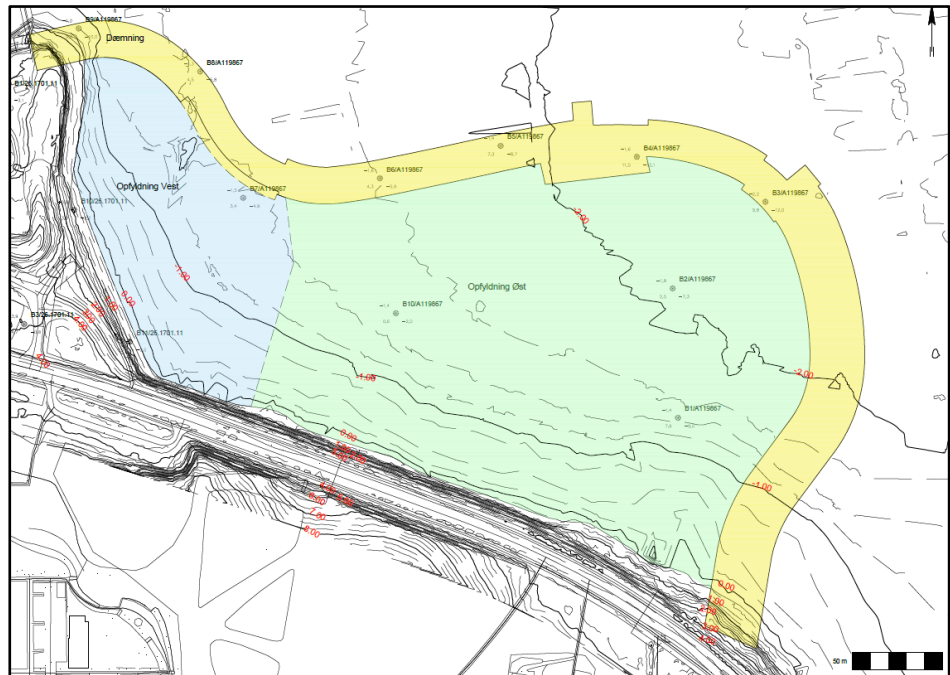
Med den seneste projektilpasning, hvorefter der ikke planlægges opført boliger på nyopfyldt landareal (opfyldningsområde Vest, vist i Figur 1.1) reduceres klappningsmængden med yderligere ca. 45.000 m<sup>3</sup>, idet det eksisterende bundmateriale også her bliver liggende, og opfyldningen finder sted på samme måde som i opfyldningsområde Øst.

Samlet set er der således reduceret med op mod 300.000 m<sup>3</sup> bundmateriale i projektet.

Figur 1.1:  
Dæmning vist med gult.

Opfyldning Vest er vist med  
blåt.

Opfyldning Øst er vist med  
grønt.



### 1.3 Klappingsperioden er afgrænset

Med baggrund i høringsvar, input fra møder med interessenter, den offentlige debat og Kolding Byråds generelle ønske om at værne mest muligt om miljøet i fjorden og Lillebælt, er det ønsket at tilpasse projektet.

Projektet tilpasses således, at klappningen optimeres i forhold til udførelsestidspunktet, hvilket naturligt sker på baggrund af en tilpasning af uddybnings- og klappningsperioden.

Perioden for uddybnings- og klappaktiviteterne reduceres til vinterperioden i månederne december – marts, hvor uddybningsarbejder i marts sker bag spuns.

Projektilpasningen om at henlægge uddybnings- og klappningsaktiviteterne til vinterperioden vil medføre en række fordele og miljømæssige forbedringer, uanset at den fremlagte klappansøgning og tilhørende miljøvurderinger konkluderer, at klappningen ikke giver anledning til væsentlige miljøpåvirkninger.

En reduktion af perioden for uddybnings- og klappaktiviteterne til perioden december – marts vurderes samlet set at medføre bl.a. følgende fordele og miljømæssige forbedringer:

- Periode med lavt iltindhold i vandet og risiko for iltsvind omkring klapplassen undgås.
- Der tages hensyn til ørredernes opvandring i åerne samt udvandringen af ørredyngel.
- Der tages hensyn til sildenes gydesæson i Lillebælt.
- Perioder med følsomme sæsonvariationer med hensyn til hydrografi, ilt, fisk og havpattedyr undgås.
- Badesæsonen og sediment i badevandet undgås.
- Følsomme perioder for udpegningsgrundlag (marsvin) for nærliggende Natura 2000-områder undgås.
- Yngleperioder for marsvin som forekommende bilag IV-art undgås.

Herudover er der i forbindelse med klappansøgningen vurderet på en række forhold, som ikke er er følsomme ift. uddybnings- og klapperperioden. Der er desuden afgivet hørings svar til VVM, som påpeger forhold, der af borgerne ses påvirket negativt. I forhold til disse emner vurderes tilpasningen af uddybnings- og klapsæsonen yderligere at kunne medføre følgende fordele:

- Støj fra uddybningsaktiviteterne vurderes at være mindre generende i vinterperioden, idet man her ikke opholder sig så meget udendørs, og idet man ikke så ofte sover for åbne vinduer.
- Gener for rekreative aktiviteter som sejlads, kajak, roning, surf, der sædvanligvis ikke foregår i vinterperioden, undgås.
- Det er også gunstigt i forhold til Vejle Kommunes initiativer med etablering af ålegræs, muslingebanker og stenrev i Vejle fjord.

#### **1.4 Andre miljøforbedrende tiltag**

Som led i Marina City-projektet er det endvidere hensigten at gennemføre en række tiltag, som styrker biodiversiteten og vandmiljøet i fjorden og bæltet. Her er tale om tre konkrete indsatser:

- Etablering af et større antal Biohuts® under den nye ydermole i marinaen.
- Etablering af et snorkelrev på lavt vand i Koldings yderfjord.
- Etablering af et større ålegræsprojekt et eller flere egnede steder i Kolding fjord.

## 2 Projektet og uddybningsmaterialerne

Marina City er som bekendt placeret inderst i Kolding fjord øst for den nuværende Marina Syd, og alle bådene fra Marina Nord og Marina Syd samles her, ligesom der skal ske opfyld til etablering af bebyggelse og faciliteter.

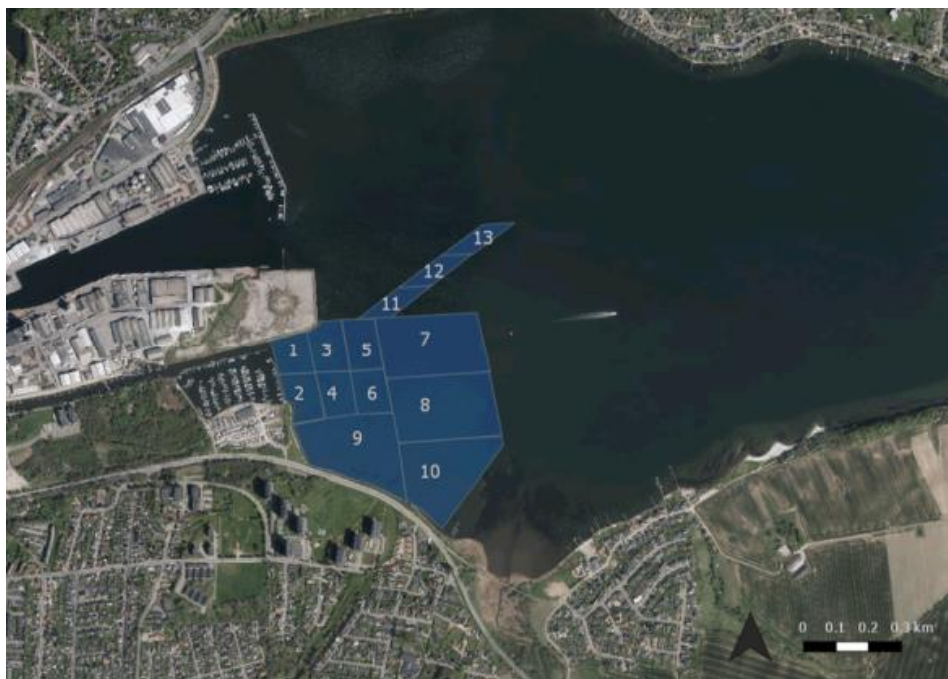
Det betyder, at der uddybes for:

- En nye sejlrende.
- Et udvidet havnebassin.
- Bundudskiftning under dæmningen omkring det nye landareal (havnepromenaden).

Prøvetagningsfelterne forud for uddybningen fremgår af Figur 2.1.

- Felt 1 – 6 skal uddybes til nyt havnebassin.
- Felt 7 – 10 skal nogle steder opfyldes til nyt landområde.
- Felt 11 – 13 skal uddybes til ny sejlrende.
- Størstedelen af uddybningsmaterialerne opgraves fra felt 1- 6 og en mindre delmængde fra felt 7 – 9 og 10 – 13.

Figur 2.1: Prøvetagningsfelterne, der dækker uddybningsområderne.



Da projektet er stort, betyder det også, at her er tale om store uddybningsmængder, som skal graves op og klappes. Der uddybes samlet i størrelsesordenen 315.000 m<sup>3</sup>.

### **3 Systematik for beskrivelsen af alternativerne**

Håndtering af uddybningsmaterialet er reguleret i *Bekendtgørelse om bypass, nyttiggørelse og klapping af optaget havbundsmateriale*. I bekendtgørelsen er det bestemt, at uddybningsmateriale skal håndteres iht. følgende hierarki, så mulighederne først afsøges ift. bypass, dernæst nyttiggørelse og sidst klapping.

Uddybningsmaterialer kan derudover have en miljøkemisk beskaffenhed, som bevirker, at ingen af ovennævnte håndteringer kan bringes i anvendelse, hvorved det må deponeres på land, hvilket sædvanligvis anses for 'en sidste udvej'.

Mulighederne skal afsøges iht. hierarkiet med henblik på at opnå det bedste samlede miljømæssige resultat og under hensyn til almindelige forvaltningsretlige principper, hvorved der skal være proportionalitet mellem den teknisk-økonomiske indsats og den miljømæssige gevinst.

De undersøgte alternativer beskrives i det nedenstående iht. hierarkiet: Bypass, Nyttiggørelse, Klapping, Deponering.

Hvert alternativ beskrives i relevant omfang i forhold til anlægsteknik, miljømæssige forhold, tidsmæssige aspekter og økonomiske forhold.

Alternativerne er beskrevet i katalogform, så de kan læses enkeltvis. Dette betyder, at der er forskellige gentagelser fra alternativ til alternativ.



## 4 Bypass

Bypass beskriver, at sediment, der er blevet fanget af et menneskeskabt anlæg som f.eks. en havn, et sejlløb eller en mole, flyttes om på den anden side af anlægget og videreføres nedstrøms på læsiden af anlægget. Dette bevirker, at den naturlige sedimenttransport kan opretholdes.

Bypass kan anvendes for rent sediment med koncentrationer af miljøfarlige stoffer under nedre aktionsniveau.

### 4.1.1 Anlægstekniske overvejelser

Uddybningsmateriet, som opgraves i forbindelse med Marina City, giver ikke naturlig anledning til materialevandring.

Samtidig er mængden så stor, at den ikke fysisk kan udlægges på læsiden af anlægget, og uddybningsmaterialets beskaffenhed (se nærmere derom i afsnit 5.1) vil betyde, at uddybningsmaterialet vil blive spredt over en stor del af Kolding Fjord.

Bypass er således ikke en teknisk mulighed i forbindelse med bortskaffelse af uddybningsmaterialet.

### 4.1.2 Miljømæssige overvejelser

Bypass af uddybningsmateriale fra projektet er ikke muligt, da det ikke er alle stofkoncentrationerne, der ligger under nedre aktionsniveau.

### 4.1.3 Tidsmæssige overvejelser

Ikke overvejet, fordi bypass er ikke en mulighed.

### 4.1.4 Anlægsøkonomiske overvejelser

Ikke overvejet, fordi bypass er ikke en mulighed.

## 5 Nyttiggørelse

I henhold til hierarkiet i *Bekendtgørelse om bypass, nyttiggørelse og klapping af optaget havbundsmateriale* skal muligheden for nyttiggørelse vurderes, såfremt bypass er blevet fravalgt.

I det nedenstående beskrives først uddybningsmaterialet beskaffenhed, og herefter oplistes de relevante nyttiggørelsesprojekter og -teknikker, som systematisk tilknyttes anlægstekniske, miljømæssige, tidsmæssige og økonomiske overvejelser og argumenter.

### 5.1 Uddybningsmaterialets beskaffenhed

I dette afsnit redegøres der indledningsvis for uddybningsmaterialets sammensætning og bæreevne som grundlag for videre anlægsarbejder.

Området omkring det fremtidige Marina City er generelt præget af store mægtigheder (lagtykkelser) af sætningsgivende lag (sammentrykkelige lag) af blødbund i form af gytje og tørv. De i 2019 udførte geotekniske undersøgelser indikerer mægtigheder af blødbund op til ca. 11,5 m. Under den bløde bund ligger postglaciale sand og vekslende senglaciale sand- og lerlag. Der er udført 10 geotekniske boringer.

Gytje og tørv er hovedsageligt opbygget af organisk materiale med et stort vandindhold (50 til 800%), hvilket gør, at disse jordarters potentiale for sammentrykkelighed er højt. Med udgangspunkt i at den eksisterende fjordbund ligger i ca. kote -1,40, og under forudsætning af at den fremtidige terrænkote i området bliver ca. kote +2,80, er der beregnet sætninger på 0,3 m til 5,5 m. De beregnede sætninger ligger i intervaller:

Interval	Boring nr.	Beregnet sætning ved opbygning af fremtidigt terræn til kote +2,80
<0,5 m	B10	0,3 m
0,5 m < sætning < 2,0 m	B7	1,9 m
2,1 m < sætning < 3,0 m	B6 B2	2,2 m 2,9 m
3,1 m < sætning < 4,0 m	B1 B5	3,5 m 3,6 m
sætning > 4,1 m	B3 B4	4,6 m 5,5 m

Til eksempel betyder sætningerne ved f.eks. boring B1, at der skal fyldes materialer på fra kote -1,40 til kote +2,80 = 4,2 m + 3,5 m for at kompensere for sætningen. I alt 7,7 m.

Laboratorieforsøg udført på blødbundsaflejringerne i Marina City viser, at konsolideringsprocessen (dvs. den tidsperiode, hvor materialerne sætter sig) i de sætningsgivende aflejringer er særdeles langsommelige (1 til 130 år hvis ikke der gøres særlige tiltag for at fremme afviklingen), hvilket i øvrigt stemmer godt overens med erfaringer fra andre steder med tilsvarende bundforhold.

Gytje- og tørvelagene er ikke kun kendetegnet ved at være stærkt sætningsgivende, men har også særdeles ugunstige styrkeegenskaber, hvilket betyder, at

udgravningsskråningerne i materialet naturligt vil være relativt flade. Stabilitetsmæssigt kan blødbundsaflejringerne under vandspejlet forventeligt stå med et anlæg på ca. 1:8 (lodret:vandret).

Materialerne i den meget bløde fjordbund kræver derfor særlig opmærksomhed af stabilitets- og sætningshensyn. Efter omrøring, ved f.eks. gravearbejde og flytning, bliver blødbunden endnu mere flydende. Den omrørte gytje kan sammenlignes med en "grød" i en årrække, idet partiklerne fra gytjen forbliver suspenderet ("opløst") i vandet, og ikke lægger sig på bunden kort efter en forstyrrelse, som det f.eks. sker med sandpartikler. Det er derfor vanskeligt at lægge i depot, og dette vil være yderst plads- og tidskrævende.

Forsøger man alligevel at flytte gytjen til et depotområde, medfører gytjens flydende natur i den omrørte tilstand, at der bliver behov for et stort areal. Det er ikke muligt at lægge den omrørte gytje i en bunke, men den vil tværtimod opføre sig i stil med en tyk væske og flyde ud over kanten på depotområdet. Udlægges den omrørte gytje i et kystnært område på vand (direkte i vandet eller bag ved en spuns) vil der desuden ske en opblanding med vandet i opfyldningsområdet, hvilket også er problematisk i forhold til udledning af stærkt gytjeholdigt overskudsvand til fjorden. Dette problem lader sig kun løse ved at lade opfyldningen ske over en meget lang periode.

Hvis bortskaffelsen af gytjen skal ske med lastbiler, skal disse være helt tætte, så gytjen ikke siver ud. Dette vil desuden medføre markant øget trafik og luftforurening i byen.

## 5.2 Opfyldning i Marina City

### Er det muligt at anvende det opgravede gytjemateriale til opfyldning ved landvinding i Marina City (opfyldning af lagunen bag den omkransende dæmning)?

I denne sammenhæng, vil uddybningsmaterialet skulle sætte sig ved naturlige processer som grundlag for byggeri på det landvundne areal.

Muligheden blev allerede fravalgt tilbage i 2014, idet Kolding Kommune, af hensyn til naboer og forbigående besluttede, at det ikke kan accepteres, at der i en periode på omkring 20 år skal opretholdes et afspærret "depotområde" på stedet.

Beslutningen baseredes på daværende tidspunkt på æstetiske og miljømæssige overvejelser (visuelle forhold, sikkerhed, risiko for lugtgener, mågekoloni).

#### 5.2.1 Anlægstekniske overvejelser

Blødbunden i den intakte tilstand er jf. afsnit 5.1 en jordart, der kræver særlig opmærksomhed på stabilitets- og sætningshensyn. Efter omrøring, ved f.eks. gravearbejde og flytning, bliver blødbunden endnu mere flydende. Den omrørte gytje kan sammenlignes med at opføre sig som en "grød" i en årrække, idet partiklerne fra gytjen forbliver suspenderet i vandet, og lægger sig ikke på bunden som det f.eks. sker med sandpartikler. Det er derfor vanskeligt at lægge i depot og vil være yderst tidskrævende.

Forsøger man alligevel at flytte gytjen til et depotområde, medfører gytjens flydende natur i den omrørte tilstand, at der bliver behov for et stort areal. Det er ikke muligt at lægge den omrørte gytje i en bunke, men den vil tværtimod opføre sig i stil med en tyk væske og flyde ud over kanten på depotområdet. Udlægges den omrørte gytje i et kystnært område på vand (direkte i vandet eller bag ved en spuns) vil der desuden ske en opblanding med vandet i opfyldningsområdet, hvilket også er problematisk i forhold til udledning af stærkt gytjeholdigt overskudsvand til fjorden. Dette problem lader sig kun løse ved at lade opfyldningen ske over en meget lang periode.

Når området så efter en lang årrække kan afdækkes/befærdes, vil der på arealet være udfordringer med afvikling af sætninger, som vil være væsentlig større end de sætninger, som er angivet i afsnit 5.1.

#### 5.2.2 Miljømæssige overvejelser

Hvis den flydende gytje skal nyttiggøres som opfyld i Marina City, vil der forventeligt i en lang årrække forekomme en stor udsivning af vand med et højt gytjeindhold fra det med spuns inddæmmede område omkring Marina City. Dette vil potentielt kunne påvirke vandlevende planter og dyr, idet vandet ud for marinaen ville fremstå som plumret med en nedsat lysgennemtrængning. Desuden vil der i det udsivende vand forventeligt være et vist indhold af miljøfarlige stoffer, hvilket skal vurderes i forhold til vandkvalitet nær marinaen. Dette skyldes, at der i *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand* er opsat vandkvalitetskrav (grænseværdier) for en lang række stoffer, når de er opløst i vandfasen.

### **5.2.3 Tidsmæssige overvejelser**

Det er vurderet, at tidsforløbet vil blive forlænget med mere end 20 år, hvorved anlægsperioden for etablering af Marina City samlet vil strække sig over en periode på over 25 år.

### **5.2.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Anvendelse af gytjematerialet til opfyldning af Marina Citys nye landareal vurderes ikke at være en realiserbar løsning, hvorfor der ikke er lavet overslag på anlægsøkonomi.

## 5.3 Opfyldning af nuværende Lystbådehavn Nord

**Er det muligt at opfylde nuværende Lystbådehavn Nord's areal med det udgravede uddybningsmateriale fra Marina City, med det formål at anvende arealet til f.eks. erhvervshavneformål?**

I denne sammenhæng, vil uddybningsmaterialet skulle sætte sig ved naturlige processer som grundlag for anlæg og byggeri på det landvundne areal i Nord.

### 5.3.1 Anlægstekniske overvejelser

Gytje er, jf. punkt 5.1, i den intakte tilstand en jordart, der kræver særlig opmærksomhed af hensyn til de stabilitetsmæssige forhold- og af sætningshensyn. Efter omrøring, ved f.eks. gravearbejde og flytning, bliver materialerne endnu mere flydende. Den omrørte gytje opfører sig som en "grød" i en årrække, idet partiklerne fra gytjen forbliver suspenderet i vandet, og ikke lægger sig på bunden som det f.eks. sker med sandpartikler. Det er derfor vanskeligt at lægge i depot, og det vil være yderst plads- og tidskrævende.

Forsøger man alligevel at flytte gytjen til et depotområde, medfører gytjens flydende natur i den omrørte tilstand, at der bliver behov for et stort areal. Det er ikke muligt at lægge den omrørte gytje i en bunke, men den vil tværtimod opføre sig i stil med en tyk væske og flyde ud over kanten på depotområdet. Udlægges den omrørte gytje i et kystnært område på vand (direkte i vandet eller bag ved en spuns) vil der desuden ske en opblanding med vandet i opfyldningsområdet, hvilket også er problematisk i forhold til udledning af stærkt gytjeholdigt overskudsvand til fjorden. Dette problem lader sig kun løse ved at lade opfyldningen ske over en meget lang periode.

For at opfylde Lystbådehavn Nord skal der først etableres en cellefangedæmning svarende til konstruktionerne i referenceprojektet for Marina City. Hvis de geotekniske forhold ved Lystbådehavn Nord er nogenlunde tilsvarende forholdene ved Marina Syd, vil det betyde opgravning og deponering af gytje i størrelsesordenen 125.000 m<sup>3</sup> i forbindelse med etableringen af cellefangedæmningen alene. Samlet skal der således etableres et volumen på ca. 440.000 m<sup>3</sup> uddybningsmateriale, og så er der udfordringen med udledning af stærkt gytjeholdigt overskudsvand.

Skulle det vise sig, at de geotekniske forhold ved Lystbådehavn Nord er mere gunstige end ovenfor antaget (antagelse baseret på geotekniske DGU-boringer 134.218 B og D fra Jupiter databasen boret i 1949), vil østvendte dele af dæmningen eventuelt kunne udføres på mere enkel vis i form af en forankret spuns, og nærmest land eventuelt i form af en fritstående, cementstabiliseret spuns. Dette vil i begrænset omfang reducere den opgravede gytjemængden fra cellefangedæmningen.

Samtidigt med denne operation skal der etableres en indre "bassinkant" i ca. kote 3,0 langs den eksisterende kystlinje, idet eksisterende kaj- og landarealer ligger en hel del lavere end det fremtidige bassin- og opfyldningsniveau.

Når området så efter en lang årrække kan afdækkes/stabiliseres/befærdes, vil der på arealet være udfordringer med afvikling af sætninger, som vil være væsentlig større end sætninger i opfyldningsområdet i Marina City, hvor der er beregnet sætninger op til 5,5 m.

### **5.3.2 Miljømæssige overvejelser**

Hvis den flydende gytje skal nyttiggøres som opfyld i Lystbådehavn Nord, vil der forventeligt i en lang årrække forekomme en stor udsivning af vand med et højt gytjeindhold fra det med inddæmmede område omkring Lystbådehavn Nord. Dette vil potentielt kunne påvirke vandlevende planter og dyr, idet vandet ud for Lystbådehavn Nord vil fremstå som plumret med en nedsat lysgennemtrængning. Desuden vil der i det udsivende vand fra depotområdet forventeligt være et vist indhold af naturligt forekommende stoffer fra gytjeaflejringerne, der kan forringe vandkvaliteten i kystnære miljøer. Dette skal vurderes i forhold til vandkvalitet nær Lystbådehavn Nord. Dette skyldes, at der i Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand er opsat vandkvalitetskrav (grænseværdier) for en lang række stoffer, når de er opløst i vandfasen.

### **5.3.3 Tidsmæssige overvejelser**

Ud over ovenstående anlægstekniske overvejelser er der også det essentielle forhold, at deponering af gytjematerialerne i Lystbådehavn Nord vil være nødt til at afvente, at Lystbådehavn Nord kan flyttes.

Dvs. Marina City skal være etableret først, fordi det ikke er vurderet realistisk midlertidigt i flere år at placere de ca. 500 både, som i dag ligger i Lystbådehavn Nord, andre steder.

En manøvre som den skitserede ville i givet fald være tidsmæssigt særdeles usikker. Her vil i givet fald være tale om en længere kæde af politiske beslutninger, store planlægningsopgaver, nødvendige tilladelser, kostbare anlægsopgaver, komplicerede praktiske løsninger, udfordrende miljøforhold og et langt tidsperspektiv. Hertil kommer, at ca. 500 både vil være hjemløse i ca. 3 år, mens arbejderne står på.

### **5.3.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Opfyldning af nuværende Lystbådehavn Nord vurderes ikke at være en realiserbar løsning, hvorfor der ikke er lavet overslag på anlægsøkonomi.

## 5.4 Afdræning og nyttiggørelse af materialet

Er det muligt at foretage en form for udtørring vha. "Geotubes" og efterfølgende nyttiggørelse af materialet?

I forbindelse med en række forureningsager er der anvendt en teknik, hvor det forurenede materiale pumpes op i store sække (typisk 40 x 7 x 3,5 m udført i "geotubes").

### 5.4.1 Anlægstekniske overvejelser

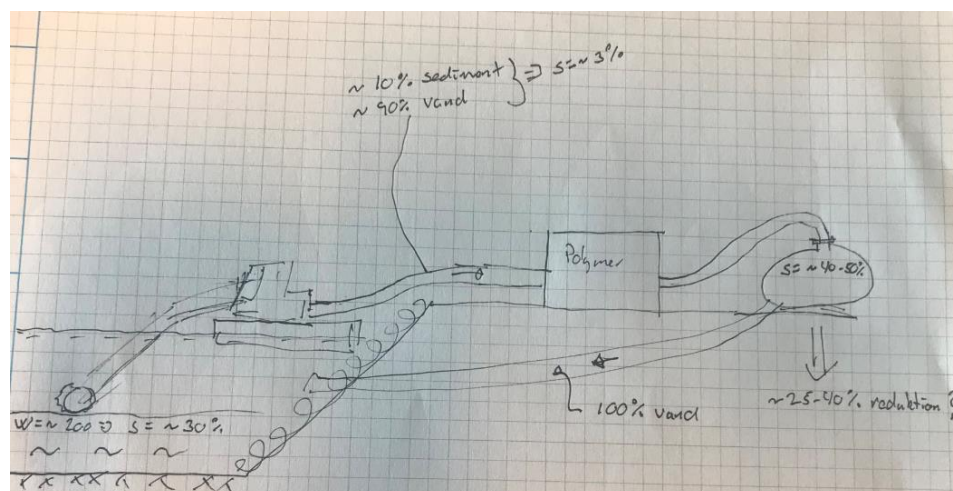
Princippet i metoden er, at materialerne cuttes op (suge/pumpemaskine) og pumpes over i geotubes, som tillader vandet i gytjen at løbe ud, mens de faste materialer tilbageholdes. "Cutningen" udføres fra flåde med en cutterpumpe monteret på en gravemaskine, hvorfor arealet for oplægningen af geotubes skal ligge i forbindelse med arbejdsarealet. Dræningsprocessen tager ca. 6 til 12 måneder.

For at cutterpumpen kan arbejde, skal der "tilsættes" ca. 900 % vand (varierer alt efter hvilket materialet der pumpes). I grove træk bliver volumen af materialet, som bliver pumpet i geotubes, hvor det blandes med polymer og henligger i 6 - 12 måneder, mens vandet siver væk, forøget med faktor 9. Det vil sige, at det samlede volumen, som skal pumpes op i sækkene, bliver i størrelsesordenen 3.150.000 m<sup>3</sup>. En geotube rummer ca. 1.000 m<sup>3</sup>, men fordi der sker en dræning under selve indpumpningen, og fordi sækkene kan efterfyldes, i takt med at vandet bortdrænes, vil der kun være behov for måske 1.600 - 2.200 geotubes. Arealbehovet hertil vil være i størrelsesordenen 220.000 til 325.000 m<sup>2</sup>, hvis geotubes lægges i 2 lag. Samtidigt skal arealet kunne tåle den store belastning og ligge inden for "pumpeafstand".

Metoden vurderes ikke at være en relevant mulighed i Marina City, dels fordi der ikke findes tilstrækkelig med egnede arealer i umiddelbar nærhed til oplægning af drænposerne og fordi det er en tidskrævende og dyr proces.

Metodens styrke ligger i tilfælde af, at man skal håndtere forurenede materialer. Disse materialer er meget dyre at bortskaffe, og metodens styrke er, at det naturlige vandindhold i materialet reduceres, og hvorved der kun skal bortskaffes "tørre materialer". Gevinsten er således, at der ikke skal betales for bortskaffelse af vand.

Figur 5.1: Principskitse for cuttersugning og afdræning i geotekstilposer.





#### **5.4.2 Miljømæssige overvejelser**

Metoden vil kræve, at det vand, der siver ud af poserne, skal undersøges for indhold af opløste stoffer i vandet, og som i princippet ikke må overskride vandkvalitetskravene i *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand* (heri gælder miljøkvalitetskravene for metaller for den opløste fraktion). Selv ved et lavt indhold af f.eks. opløste tungmetaller vil vandet skulle behandles lokalt, inden det kan udledes til fjorden, hvilket vil kræve en udledningstilladelse. Hvis vandet er salt, kan det ikke sendes til renseanlæg, da saltvand kan dræbe de aktive bakterier i renseanlæg.

Nyttiggørelse og udfordringer ved nyttiggørelse af de afdrænedede materialer er beskrevet i afsnit 5.8.2 og afsnit 5.11.2.

Alternativet til nyttiggørelse er deponering, som er beskrevet i kapitel 7.

#### **5.4.3 Tidsmæssige overvejelser**

Ikke overvejet fordi det vurderes, at løsningen ikke er relevant pga. der ikke egnede arealer for oplægning af geotubes.

#### **5.4.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Ikke overvejet fordi det vurderes, at løsningen ikke er relevant pga. der ikke egnede arealer for oplægning af geotubes.

## 5.5 Cement-/kalkstabilisering

Er det muligt at stabilisere de bløde bundmaterialer vha. cement og/eller kalk?

Cementstabilisering er en metode, som ofte anvendes ved for eksempel anlæg af nye veje eller jernbanen på blød jordbund. Jorden iblandes cementen ved hjælp af et pumpeanlæg og blandeanlæg, som bores ned i det jordlag, som skal stabiliseres. I visse tilfælde anvendes kalk i stedet, eller begge dele. Det forudsættes at dæmningen stabiliseres og opfyldningsarealet behandles med vertikaldræn, så cementstabiliseringen kun skal ske i cellefangedæmningen.

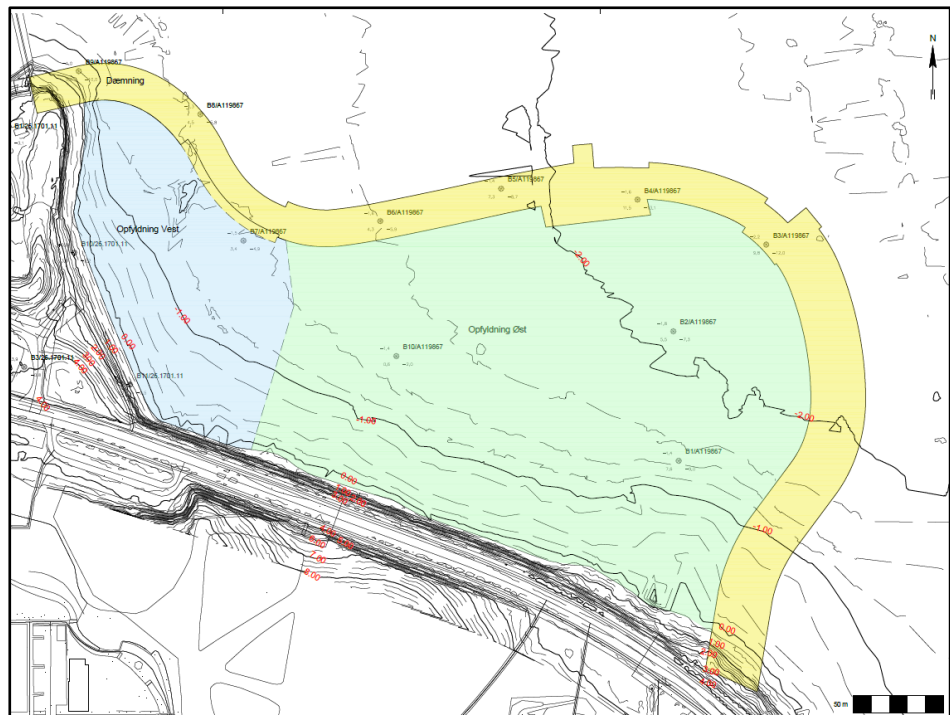
### 5.5.1 Anlægstekniske overvejelser

Fra dæmningen, som udføres som en cellefangedæmning, er der forudsat opgravning og klapping af ca. 129.000 m<sup>3</sup> bundmateriale.

Til en cementstabilisering er det skønnet, at der skal anvendes ca. 100 kg cement pr. m<sup>3</sup>, som skal stabiliseres, svarende til samlet 12.900 t cement. Cementstabiliseringen vil på samme vis som opgravning/bortskaffelse af bundmateriale og erstatning med sandmaterialer give en stabil og stort set sætningsfri dæmning.

Metoden er teknisk anvendelig i dæmningen under forudsætning af, at cementstabiliseringen udføres i takt med, at den allerede afhærdede cementstabiliserede jord anvendes som kørelag forstået på den måde, at stabiliseringen skal ske ved at materiel/materialer "bevæger sig frem" ovenpå dæmningen efter passende opfyldning oven på den stabiliserede havbund og således "kører på det område, som blev stabiliseret i går". Det forudsættes desuden, at der kan opnås myndighedsgodkendelse.

Figur 5.2:  
Dæmning vist med gult.  
Opfyldning Vest vist med blå.  
Opfyldning Øst er vist med grønt.



### **5.5.2 Miljømæssige overvejelser**

Cementstabilisering direkte i fjorden vil sandsynligvis kræve en række anlægsmæssige tiltag for at sikre, at pH værdien i fjorden ikke ændres og der ikke sker spredning af cementpartikler til fjorden. Erfaringer fra Tyskland er, at myndighederne har krævet udlægning af fiberdug + 1 m rent sand for at hindre spredning af cementpartikler i fjorden inden cementstabiliseringen foretages, og samtidig forventes det, at Ph-værdien vil stige fra 7 til 9.

Ved cementstabiliseringen bag dæmningen vil der ikke ske spredning af cementpartikler til fjorden, såfremt der udlægges jord til over vandspejlet langs den cementstabiliserede dæmning, der dermed fungerer som en barriere mod fjorden.

Der skal indhentes tilladelse til udførelse af cementstabilisering hos miljømyndighederne.

Hertil kommer alt andet lige CO<sub>2</sub>-belastningen fra produktion af 12.900 t cement. Denne vil ligge i størrelsesordenen 9.500 t CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, hvilket konflikter med både projektets og samfundsdagsordenens ambitioner om at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet.

Desuden vurderes det ikke hensigtsmæssigt at tilføje cement til et rent intakt materiale.

### **5.5.3 Tidsmæssige overvejelser**

Tidsmæssigt vurderes det, at en cementstabilisering kan gennemføres og indpasses i tidsplanen.

### **5.5.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Dæmningens (se Figur 5.2) areal er ca. 15.000 m<sup>2</sup> og cementstabiliseringen estimeres at beløbe sig til ca. 2.000 kr. pr. m<sup>2</sup> svarende til 30 mio. kr. I forhold til opgravning/bortskaffelse af gytjen og erstatning med sandmaterialer estimeres det, at cementstabilisering vil give en merudgift på ca. 5 mio. kr. Det er en forudsætning for overslaget, at stabiliseringen foregår inde i en spuncelle.

Økonomi for udførelse af cementstabilisering direkte i fjorden fra flåde er ikke overvejet, fordi det dels vurderes, at det ikke kan tillades, og dels fordi udlægning af 1 m sand og geotekstil på fjordbunden kan give risiko brud i de bløde aflejringer.

## 5.6 Stabilisering og solidifikation

**Kan metoder som "Liquid Soil" eller "Peab ProSol" anvendes til at stabilisere gytjeforekomsterne i cellefangedæmningen og opfyldningsområdet?**

### 5.6.1 Anlægstekniske overvejelser

Stabilisering og solidificering er nye metoder til behandling af "bløde jordarter" eller indkapsling af forurenede jord. Metoderne er ikke anvendt på tilsvarende projekter i Danmark endnu, men er anvendt i blandt andet Tyskland og Sverige.

Begge metoder er i tråd med cement- og kalk stabilisering (se afsnit 5.5), men forskellen er, at jorden graves op og blandes på stedet med et miks af cement (typisk 70 – 90 kg pr. m<sup>3</sup>), kalk, flyveaske og/eller bentonit for at skabe flydeegenskaber, så materialet kan pumpes (tilsætningsstoffer afhænger af metoden). Blandingen dimensioneres på grundlag af materialets humus- og vandindhold.

Jorden får efter behandlingen egenskaber som og fremstår som "flydebeton", mens jorden efter ophærdning får bæreevne som "almindelig" jord samtidig med, at der kan graves i jorden med sædvanligt materiel (skovl og maskiner).

Metoden er teknisk anvendelig, men meget fordyrende, når det er ikke forurenede materialer, som skal stabiliseres. Metodens fordel er, at eksisterende "dårlig jord" eller forurenede jord bevares og genbruges på stedet. Det betyder en besparelse i form af, at materialet ikke skal bortkøres og erstattes med jomfruelige råstoffer, og en helt væsentlig faktor er en stor besparelse til deponeringsudgifter, hvis materialet er forurenede.

### 5.6.2 Miljømæssige overvejelser

Det forudsættes, at materialet efter blanding fyldes tilbage i udgravningen bag en tæt spuns, så det flydende materiale ikke siver ud i fjorden før det hærder op til en styrke svarende til en god dansk moræneler. Der vil ikke ske en fortrængning af overskudsvand, men en ophærdning som i beton.

Processen vil dog medføre væsentligt mere omfattende arbejder og dermed energiforbrug i forbindelse med håndtering af uddybningsmaterialet lokalt og i en blandeproces, end ved en opgravning af uddybningsmaterialet til pramme alene. Blandeprocessen medfører drift af blandeanlæg og gravemaskiner, ligesom der tilsættes cement i størrelsesordenen 70-90 kg pr. m<sup>3</sup> uddybningsmateriale. Materialet håndteres dog lokalt, og der vil ikke medgå energi til sejlads til klapplads, og den uundgåelige, omend ikke væsentlige, miljøpåvirkning på klappladsen vil udeblive.

Alene CO<sub>2</sub>-belastningen fra produktion af ca. 25.200 t cement (ca. 315.000 m<sup>3</sup> x estimeret gennemsnit 80 kg/m<sup>3</sup> x 0,75 kg CO<sub>2</sub>ækvivalenter/kg) vil ligge i størrelsesordenen ca. 18.900 t CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, hvilket konflikter med både projektets og samfundsdagsordenens ambitioner om at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet.

### 5.6.3 Tidsmæssige overvejelser

Tidsforbruget afhænger af pladsforhold (plads til pramme, flåder med gravemaskiner og bugserbåde) og hvor mange behandlingsanlæg, som opsættes på pladsen, men det er vurderingen, at det vil være muligt at arrangere arbejdet således, at den planlagte tidsplan kan gennemføres. Det vurderes, at der kan behandles 2.500 – 3.000 m<sup>3</sup> pr. dag.

#### **5.6.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Indikationer i markedet giver priser i størrelsesordenen 50-80 euro pr. m<sup>3</sup> at behandle jorden på denne måde. Overslagsprisen er baseret på arbejder på "land". I Marina City projektet vil der være behov for gravemaskine på flåde og pram til de opgravede materialer, hvilket vil fordyre processen – modsat det er der tale om store mængder, som vil kunne sænke prisen.

Med en pris på 50 - 80 euro pr. m<sup>3</sup> vil behandling af gytjen i Marina City beløbe sig til ca. -120 - 190 mio. kr., hvorfor løsningen vurderes ikke realistisk.

## 5.7 Sandvaskning

### Er det muligt at anvende metoden "sandvaskning" til at sortere og nyttiggøre bundmaterialerne?

Sandvaskning er en teknologi, som kan anvendes til "vaskning" af materialer fra i spildevandsrensningssektoren (kloaksystemet og renseanlæg), vaskehaller og gadefejning. Tankegangen er, at man vha. et sandvaskeanlæg kan skille sand og "resten" fra hinanden.

I sandfraktionen kunne der ligge et økonomisk potentiale (anvendelse eller salg), og i "resten" kunne der også ligge et økonomisk potentiale (bioforgasning eller salg). Et stort sandvaskeanlæg kan behandle ca. 500 ton i døgnet.

#### 5.7.1 Anlægstekniske overvejelser

Gytjen er ikke egnet til at blive vasket på den måde, man kan gøre med sand, der er ophobet i fejmaskiner, rendestensbrønde, kloaker og renseanlæg. Det skyldes til dels, at der ikke er nævneværdig reelt sand i bundmaterialet (gytje), dels at blødbundsaflejringer ikke sedimenterer/bundfælder sig på samme måde som andre jordarter, og dels at der er 50-800 % vand bundet i blødbunden (dvs. måske gennemsnitligt 3-4 gange så meget vand som tørstof), og at det fine materiale i gytjen stopper filtrene på sandvaskeren.

"Sand" i gytje skal forstås som en kornstørrelse snarere end reelt sand, idet gytje indeholder meget organisk stof. Den sandede del kan derfor være små uomdannede plantedele, trevler, skalfragmenter og en fraktion af reelt sand. Gytjen er i geoteknisk undersøgelsesrapport af juli 2019 typisk beskrevet som "gytje, skalholdigt eller med skalfragmenter, kun lokalt som sandet". Det er derfor sandsynligt, at der ikke vil være meget decideret sand til overs, efter at gytjen er sigtet/spulet/vasket.

Omkring sandvaskning i praksis er dette drøftet med Sæby-Rørholt Kloakservice, som er et af Danmarks mest erfarne firmaer mht. sandvaskning. Firmaet har blandt andet forsøgt af vaske kloakslam opsamlet fra kloaker tæt ved sedimentdepoter i Frederikshavn Havn – det vil sige vaskning af materialer, som er tabt fra lastbiler, som kører materialer fra oprensning af havnen til sedimentdepot. Og har konstateret, at materialer som jord/gytje ikke kan vaskes fordi det stopper filtrene på sandvaskningsanlægget. Filtrene (båndfiltre og vibrationssigter) stoppes i løbet af 1 times drift, og er vanskelige at rengøre. Firmaets melding er, at "jord" ikke kan vaskes.

Der skal desuden anseelige mængder vand til at vaske en gytje, da delene er bundet til hinanden som en grød. Blødbunden bundfælder sig ikke rigtig, og da der i forvejen er meget vand i gytjen, vil der skulle bruges meget energi på at spule/vaske eventuelt sand ud. Vandet fra processen må også forventes at skulle gennem et sandfilter eller behandles på anden måde, da der nok er for meget finstof/partikler i opløsningen til at kunne udlede det direkte. Man bruger ofte polymer til at binde tørstoffet og reducere vandforbruget, men det er heller ikke optimalt, da polymeren skal bortskaffes senere.

Metoden er alene egnet til materialer som indeholder reelt sand.

### **5.7.2 Miljømæssige overvejelser**

Der vil skulle anvendes en stor mængde vand til sandvaskningen, som skal behandles og renses efterfølgende, for ikke at medføre en uønsket påvirkning af Kolding fjord.

### **5.7.3 Tidsmæssige overvejelser**

Ikke overvejet fordi det vurderes, at sandvaskning ikke er en realistisk mulighed.

### **5.7.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Ikke overvejet fordi det vurderes, at sandvaskning ikke er en realistisk mulighed.

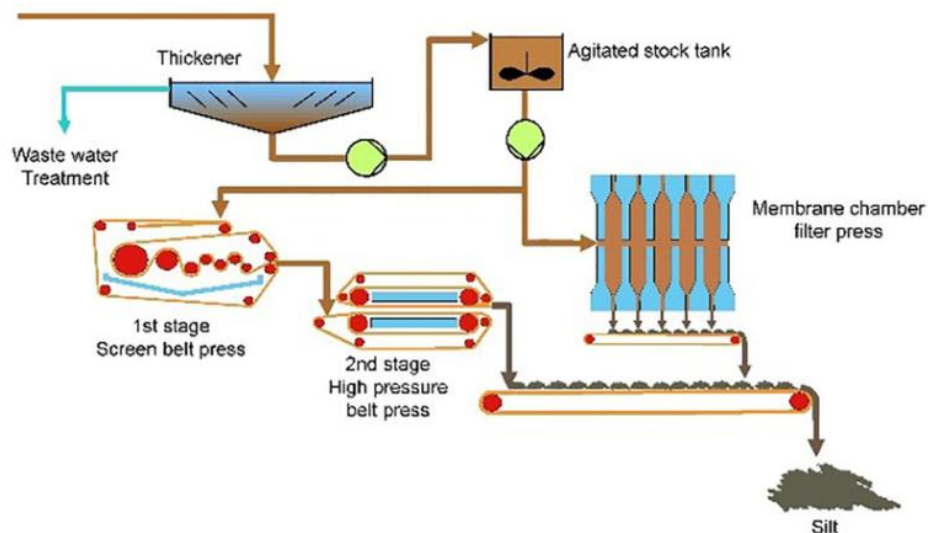
## 5.8 Pressteknikker

Er det muligt at presse vandet ud af gytjen, vha. af hydrocykloner, dræning, bæltepresser og kammermembran-filterpresser på stedet?

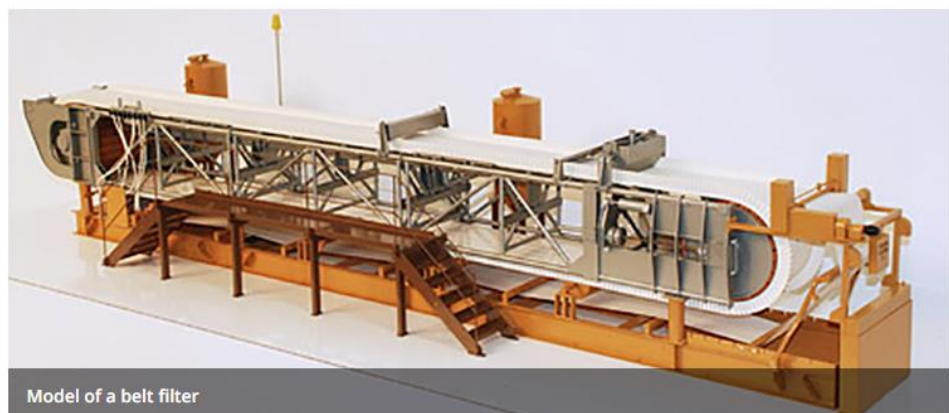
Ved partikelstørrelser i gytjen i intervallet 20 til 100  $\mu\text{m}$  er det muligt af afvande materialet i bælte- eller membran-pressefiltre. Metoden anvendes af Hamburg Port Authority HPA i anlægget METHA. Se afsnit 5.9.

Processen omfatter et lagerbassin til de opgravede materialer, en række "grove filtre" og en hydrocyklon, for at frasortere partikler større end 100  $\mu\text{m}$ . Efter filtrering pumpes materialet til et bundfældningsanlæg, hvor der tilsættes et flokkuleringsmiddel, som medfører at de opslæmmede materialer bundfælder (flokkulerer). Det separerede vand pumpes til vandbehandling, mens det flokkulerede restmateriale med kornstørrelser under 100  $\mu\text{m}$  pumpes til enten et bælte pressefilter (2 faser) eller alternativt en kammermembran filterpresse, hvor det sidste vandindhold i materialet fjernes. Restproduktet med kornstørrelser under 100  $\mu\text{m}$  skal efterfølgende deponeres eller eventuelt genanvendes. Tilstedeværelsen af flokkuleringsmidlet bundet til silten begrænser muligvis genanvendelsesmulighederne.

Figur 5.3: Principdiagram for afvanding af finkornede siltfraktioner (METHA anlægget jf. 5.9). Kilde: Hamborg Port Authority HPA.



Figur 5.4: Bælte pressefilter (vakuum). Kilde: EMDE.





Figur 5.5: Kammer membran filter presse. Kilde: Ecoton.



### 5.8.1 Anlægstekniske overvejelser

Etablering af et in situ anlæg som beskrevet ovenfor kræver rådighed over et stort areal. Det vurderes, at der minimum vil være et arealbehov på over 125.000 m<sup>2</sup> for at kunne sikre en løbende og tidsmæssig fornuftig produktion, hvilket der ikke er rådighed over ved og eller i nærheden af Marina City.

Ud over etablering af lagerbassin og det mekaniske anlæg skal der etableres infrastruktur i form af veje og pladser, forsyninger (el, vand, afløb), faciliteter til medarbejdere mv. ved anlægget.

Opgravning af gytjematerialerne i Marina City skal jf. afsnit 1.3 af miljømæssige hensyn udføres i månederne december til marts, hvilket medfører, at det lagerbassin, som skal etableres, skal have et stort volumen. Et volumen på f.eks. ca. 350.000 m<sup>3</sup> vil eksempelvis kræve et areal på 75.000 m<sup>2</sup> med en dybde på ca. 5 m.

Det optimale areal skal ligge tæt på Kolding fjord (eller en kyst), så materialerne kan pumpes direkte fra pram til et lagerbassin. Ved METHA anlægget i Hamborg er der etableret 650 m pumpeledning fra bro ved Elben til lagerbassinet (bassiner ca. 75.000 m<sup>2</sup>). Til sammenligning dækker METHA-anlægget samlet et areal på over 250.000 m<sup>2</sup>.

### 5.8.2 Miljømæssige overvejelser

Ved en filterstørrelse på 100 µm består restproduktet efter filtreringen af materiale med en kornstørrelse svarende til silt og finkornet sand. Silt er en jordtype med kornstørrelse mindre end 63 µm, og som har egenskaber som både ler og sand. Silt er et meget finkornet materiale, som er et besværligt materialet at have med at gøre i forhold til jordarbejder og typisk ikke genindbygningsegnet i anlægsarbejder.

Gytje i Danmark indeholder typisk under 15 % organisk indhold. Det organiske indhold bestemmes ved fastsættelse af materialets glødetab. Glødetab er en angivelse af hvor stor en del af materialet, der forsvinder ved glødning (eller "afbræn-

ding”), samt hvor meget der resterer som gløderest (eller ”aske”). Glødetabet angives som % af tørstof og er et godt udtryk for materialets ”organiske natur”. Glødetallet for gytjen ved Marina City er fastlagt i forbindelse med klapansøgningen, og det er 12,6 %, og gytjen/restproduktet har dermed ikke nogen værdi som ressource til forbrænding. Desuden vil der være en risiko for korrosion ved afbrænding af sediment med marin oprindelse. Omkostningerne ved nedtørring og transport til forbrændingsanlægget vil være større end gevinsten af brændværdien, både økonomisk og miljømæssigt.

Hvis restproduktet skal bruges til indbygning, er det efter filtreringsprocessen nødvendigt at stabilisere silten med flyveaske, kalk eller cement jf. afsnit 5.6 og teste for at sikre, at materialet kan bruges til indbygning. Denne løsning anvendes normalt ikke i praksis, og f.eks. inden for vejbygning bliver silt altid fjernet/deponeret. En stabilisering med cement vil være i strid mod projektets og samfundsdagsordenens ambitioner om at nedbringe CO<sub>2</sub>-udslippet.

Silt kan på grove jorder (sandede jorder) muligvis bruges til at forbedre jordstrukturen og øge vandtilgængeligheden. Der foregår i Grønland forsøg med at forbedre den grove jord ved tilsætning af ”gletsjermel”, som er stenmateriale, der er knust under og udvasket fra gletsjeren. Det fine materiale og indholdet af mineraler kan måske bidrage til at forbedre jordstrukturen. Forskningsprojektet er startet i 2018 og forventes afsluttet i 2022. En af udfordringerne med gletsjermel er, at materialet indeholder havsalt, som afgrøderne og jordstrukturen ikke har det godt med. Det betyder, at gletsjermel skal afsaltes, inden det bruges til jordforbedring. Eventuel jordforbedring med gytjen fra Kolding Fjord vil have samme udfordring på grund af saltindholdet, jf. afsnit 5.11.2.

Metoden vil desuden kræve, at det vand, der presses ud af sedimentet, skal undersøges for indhold af opløste stoffer i vandet, da stofkoncentrationerne i princippet ikke må overskride vandkvalitetskravene i *Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand* (heri gælder miljøkvalitetskravene for metaller for den opløste fraktion). Selv ved et lavt indhold af eksempelvis opløste tungmetaller vil vandet skulle behandles lokalt, inden det kan udledes til fjorden, hvilket vil kræve en udledningstilladelse. Hvis vandet er salt, kan det ikke sendes til renseanlæg, da saltvand kan dræbe de aktive bakterier i renseanlæg.

### **5.8.3 Tidsmæssige overvejelser**

En eventuel planlægning, myndighedsbehandling, etablering af behandlingsanlægget (infrastruktur, bassiner, maskiner/bygninger) vurderes at ville udsætte opstarten på Marina City projektet med op til flere år.

Processen med behandling af materialerne bør i givet fald udføres parallelt med arbejderne udføres i Marina City, for at reducere tidsforbruget og pladskravene.

### **5.8.4 Økonomiske overvejelser**

Er ikke overvejet nærmere, idet det vurderes, at pressteknikken på grund af de anlægstekniske, pladsmæssige og tidsmæssige udfordringer ikke er en realistisk mulighed.

Samtidig vurderes det, at prisen for behandlingen mange gange vil overstige prisen for bortskaffelse til eksisterende depot (udnyttelse af eksisterende faciliteter), som f.eks. beskrevet i 7.2, hvorfor det samfundsøkonomisk ikke er en forsvarlig løsning.

## 5.9 METHA anlægget i Hamborg

**Kan METHA anlægget eller metoderne her, som Hamborgs havn anvender til behandling af havneslam, anvendes?**

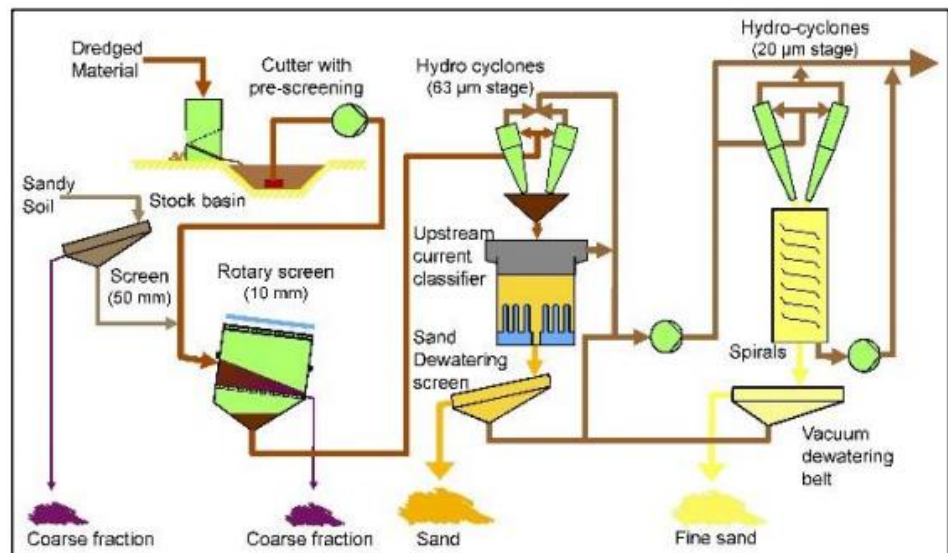
Hamburg Port Authority (HPA) opgraver hvert år meget store mængder aflejret materiale (sediment) for at sikre vanddybden i havnen og Elben. Mængden varierer meget fra år til år, men den ligger i niveauet 3 - 5 mio. tons tørstof årligt. Dette svarer til cirka 2 - 3 mio. m<sup>3</sup> sediment.

Langt størstedelen af sedimenterne håndteres ud fra et princip om, at bundsediment er en naturlig og økologisk vigtig bestanddel af vandmiljøet. Derfor skal sedimenterne forblive i vandet. Materialerne, som overholder de miljømæssige grænseværdier for indholdsstoffer, genplaceres derfor andre steder, dels i et område i Elben (Neßsand) og dels ud for Elbens munding ved klappeltet Tonne E3 på 35 meters vanddybde i Nordsøen/Tyske Bugt. Denne andel udgør ca. 94% af de uddybede materialer.

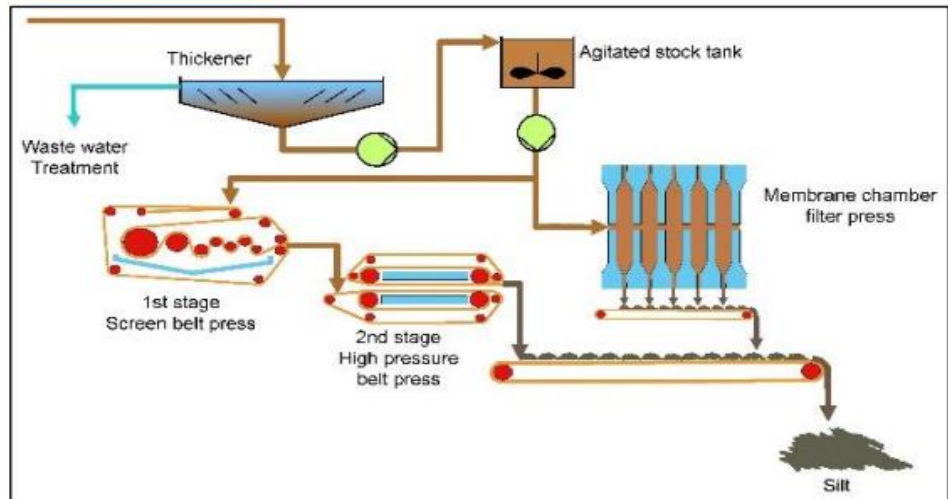
En lille del af sedimenterne (ca. 0,2 mio. tons tørstof/år, svarende til cirka 125.000 m<sup>3</sup> eller ca. 6% af sedimenterne) er så forurenet, at de skal behandles på land. Dette sker i havnens mekaniske anlæg til adskillelse af havneslam, METHA (MEchanische Anlage zur Trennung von HAFensediment) eller i afvandingsbassinene i Feldhofe:

I METHA-anlægget adskilles den forurenet slam fra det uforurenet sand. Sandet nyttiggøres herefter i anlægsarbejder, mens vandet presses ud af den forurenet slam, som herefter deponeres eller nyttiggøres som tætningsmateriale på et affaldsdeponi.

Figur 5.6: METHA – sand og silt separation (behandling fase 1).  
Kilde: Hamborg Port Authority HPA.



Figur 5.7: METHA – afvanding fine fraktion (behandling fase 2). Kilde: Hamborg Port Authority HPA.



En anden del af de forurenede sedimenter oplægges i særligt indrettede afvandingsbassiner, og efter afvanding opgraves og deponeres materialerne i et depot for forurenede sediment (Feldhofe). HPA er udfordrede af at sikre plads til fortsat deponering af forurenede sedimenter i dette deponi.

Med hensyn til fraseparering af sand, så består havbundsmaterialerne fra Marina City af gytje, uden et nævneværdigt indhold af sand. Der vil således ikke være en reel sandfraktion, som vil kunne udskilles til eventuel nyttiggørelse.

Samtidig er det teknisk vanskeligt at adskille materialer, når der er tale om finkornet og saltholdigt materiale, som gytjen fra Marina City. Se nærmere herom i afsnit 5.7 om sandvaskning og HPA's svar på spørgsmål B i afsnit 5.9.1.

Med hensyn til metoder til at presse vandet ud af gytjen er dette behandlet nærmere i afsnit 5.8 om pressteknikker. Pladskravene hertil, den lange procesperiode samt de store økonomiske omkostninger betyder imidlertid, at anvendelsen af en sådan metode ikke er realistisk, idet der i Kolding hverken er pladsmæssige muligheder, der findes ikke fornuftige anvendelsesmuligheder for restproduktet, behandlingen vil vare adskillige år, og her er ikke tale om forurenede uddybningsmaterialer, som skal deponeres.

Med hensyn til eventuelt at transportere materialerne til behandling i Hamborg, vil der være tale om en lang, miljømæssigt belastende, tidskrævende og kostbar transport og behandling. Konklusionen er her, at behandling og deponering i Hamborg ikke er en miljømæssig eller økonomisk forsvarlig løsning, som samtidig vil forsinke projektet.

For en præcis afklaring af mulighederne i Hamborg og verifikation af ovenstående er der blevet formuleret en række spørgsmål, som er fremsendt til og besvaret af HPA (svar af 27. oktober 2020).

Spørgsmålene og svarene (kursiv tekst) er indsat i nedenstående punkter 5.9.1 til 5.9.4 afhængigt af deres karakter af overvejelsen ift. anlægsteknik, miljø, tid eller anlægsøkonomi.

**Spørgsmål A til HPA** (generelt ikke-teknisk spørgsmål):

Ser HPA mulighed for et eventuelt strategisk samarbejde med kommuner eller havne i Danmark, med henblik på anvendelse af HPA's know how og kapacitet omkring håndtering af uddybningsmaterialer (den sidste del af spørgsmålet er besvaret i punkterne 5.9.1 til 5.9.4)?

**Svar fra HPA:**

*Vi står gerne til rådighed for yderligere drøftelser. Vores første vurdering er imidlertid, at bortskaffelse af materialerne til Hamborg ikke vil føre til en økonomisk eller økologisk bæredygtig løsning for Kolding Kommune.*

**5.9.1 Anlægstekniske overvejelser****Spørgsmål B til HPA:**

Hvilken håndtering af de ovenfor beskrevne havbundsmaterialer vil HPA anbefale? (360.000 m<sup>3</sup> gytje med naturligt baggrundsniveau af tungmetaller m.v.)

**Svar fra HPA:**

*I METHA anlægget behandles der kun forurenede uddybningsmaterialer. Uddybningsmaterialer og sedimenter, som alene har den naturlige baggrundsbelastning/indhold af tungmetaller mv. bliver genplaceret f.eks. ved klappladsen Tonne E3.*

*Formålet med METHA er overordnet at separere sand fra uddybningsmaterialerne. De beskriver materialet fra Kolding fjord som rent, og at det kun indeholder en meget lille andel af sand, hvorfor det ikke giver mening at behandle materialerne i METHA. Desuden ville det være nødvendigt af undgå at blande materialer fra Kolding fjord med materialer fra Hamborg Havn set ud fra tilsynsmyndighedens synspunkt.*

*På grund af den eksisterende infrastruktur/opbygning af METHA anlægget er det imidlertid ikke muligt at adskille inputstrømmene (altså undgå opblanding af materialerne fra Kolding Fjord med materialerne fra Hamborg) uden væsentlige tekniske og strukturelle ændringer. METHA har desuden den udfordring, at for høje saltbelastninger medfører problemer med flokkulering (sammenklumpning af de fine materialer og stopning af filtrene ved afvandingen) i det finkornede materiale. Derfor kan vi kun tilbyde Dem at modtage materialerne i vores afvandingsbassiner, men desværre er det ikke muligt at bortskaffe de afvandede materialet til vores eget deponi, da vi her kun må modtage sedimenter fra Hamborg. Det er vores erfaring, at det er både vanskeligt og dyrt at finde steder til bortskaffelse af materialerne.*

*Vores anbefaling ville være at overveje behandlingsmuligheder på stedet i Kolding (geo-tubes, mobile mekaniske drænsystemer - disse er tilgængelige på markedet, eller i midlertidige afvandingsbassiner). Efterfølgende skal materialerne stabilises f.eks. med flyveaske og/eller cement og testes for at sikre at materiale kan bruges til indbygning. Dette bør være en mere økonomisk og økologisk fornuftig løsning.*

*Eller en genplacering (klapning), som byen Hamburg selv gør med den bemærkning, at det af økologiske årsager bør ske i et område, hvor det naturlige sediment har samme egenskaber, som det materiale, der skal genplaceres.*

**Spørgsmål C til HPA:**

Vil materialet i givet fald være egnet til behandling i METHA-anlægget?

**Svar fra HPA:**

*Materialet vil kun være egnet i begrænset omfang. Som beskrevet ovenfor vil materialet blive blandet med stærkt forurenede materialer i METHA, hvorfor det kun vil give mening at modtage materialet i vores afvandingsbassiner. Det skal dog bemærkes, at når der er tale om marine sedimenter, er vi nødt til at forvente restriktioner for accept af modtagelse, fordi der ikke findes salte i vores afvandingsssystemer. Udledning af saltvand til Hamburgs farvande er i princippet ikke tilladt.*

**Spørgsmål D til HPA:**

Må HPA i givet fald modtage materiale fra andre steder til behandling i METHA-anlægget?

**Svar fra HPA:**

*Som udgangspunkt ja. Vi modtager også materiale fra andre steder. Men vi har aldrig modtaget materiale fra udlandet, men i princippet ville et samarbejde efter indhentning af nødvendige tilladelser fra vores godkendelsesmyndighed være tænkeligt.*

**Spørgsmål E til HPA:**

Vil HPA i givet fald modtage materialet til behandling i METHA-anlægget?

**Svar fra HPA:**

*Som beskrevet ovenfor, er vi nødt til at undgå at blande materiale fra Kolding fjord med materialer fra Hamburg og vil derfor foreslå levering til afvandingsbassinerne.*

**Spørgsmål F til HPA:**

Har HPA i givet fald kapacitet til at modtage materialet til behandling?

**Svar fra HPA:**

*Afhængigt af leveringsperioden og afhængigt af mængderne vil det i princippet være muligt at levere til afvandingsbassinerne. Vi forventer imidlertid, at modtagelse af materialerne ville skulle ske over en længere årrække.*

## 5.9.2 Miljømæssige overvejelser

Som følge af, at HPA med stor sandsynlighed ikke vil modtage og behandle rene gytjematerialer fra Marina City og det faktum, at HPA ikke selv deponerer rene sedimenter, er der ikke gjort miljømæssige overvejelser.

Det kan dog nævnes, at en behandling i Hamborg vil medføre en væsentlig forøgelse af transportarbejdet med afledte miljøpåvirkninger, idet sejlafstanden til Hamborg er mere end 300 km, hvorved den øges med en faktor ca. 10 i forhold til de ca. 35 km til klapplassen ved Trelde Næs. Ud over dette skal der efterfølgende ske opgravning, læsning på lastbiler og transport af de afvandede materialer til et eksternt deponi.

Jf. punkt 5.9.1 Svar på spørgsmål C fra HPA:

*For at kunne iværksætte en afvanding af materialerne i HPA's afvandingsbassiner, skal der indhentes tilladelse hos de tyske myndigheder dels fordi materialerne ikke må sammenblandes og specielt fordi udledning af saltvand til Hamburgs farvande ikke er tilladt, fordi det vil ændre på den kemiske sammensætning i vandet og dermed have indvirkning på flora og fauna.*

### 5.9.3 Tidsmæssige overvejelser

Jf. punkt 5.9.1 Svar på spørgsmål F fra HPA:

Hvis der mod forventning kan indhentes tilladelse til at af dræne materialerne i HPA afvandingsbassiner og udlede det saltholdige vand til Hamborgs farvande, vil HPA skulle modtage materialerne over en længere årrække, hvilket ikke harmonerer med planerne for etablering af Marina City.

### 5.9.4 Anlægsøkonomiske overvejelser

#### Spørgsmål G til HPA:

Hvad vil i givet fald være prisniveauet for behandling (fx pr. m<sup>3</sup> eller pr. ton) for materiale leveret med skib til aftalt kaj i Hamburg?

#### Svar fra HPA:

*Behandling på HPA i afvandingsbassinerne (uden bortskaffelse) koster ca. 80,- €/TDS (ton tørstof) når materialerne leveres med hopperbagger (skib med pumpe – materialerne skal pumpes ind i bassinerne).*

*Bortskaffelsen skal som beskrevet ske til et eksternt deponeringsanlæg. Der findes dagsaktuelle priser, men der skal regnes med mindst 82,- €/TDS.*

Som beskrevet i punkt 5.1 indeholder materialerne mellem 100 og 800 % vand. Ved et gennemsnitligt vandindhold på 300 % vil der være 90.000 m<sup>3</sup> tørstof med en rumvægt på ca. 1,5 t/m<sup>3</sup> svarende til 135.000 TDS (tons tørstof) og omkostninger på 1.250 kr/TDS (162 €/TDS) ~ på 170 mio. kr. alene for HPA's ydelser med risiko for at ydelsen kan blive væsentlig større.

Hertil kommer transport af 360.000 m<sup>3</sup> gytje (hvoraf 75 % er vand) fra Kolding til Hamburg, hvilket skønnes til minimum 600 á 1.000 kr./m<sup>3</sup> ~ 200 á 350 mio. kr.

Der henvises til afsnit 7.2, hvor udnyttelse af andre danske havnes depoter er behandlet.

## 5.10 Kalciumperoxid

Er det muligt at anvende kalciumperoxid til at 'spise' organisk indhold i gytje?

### 5.10.1 Anlægstekniske overvejelser

Kalciumperoxid ( $\text{CaO}_2$ ) kan anvendes på flere måder til behandling af jord, vand og sedimenter. Bl.a. kan kalciumperoxid tilsættes for at nedbryde organiske forureningskomponenter som f.eks. oliestoffer, hvor kalciumperoxid danner nogle meget reaktive stoffer, som effektivt kan nedbryde forurening (kemisk oxidation). Dette benyttes i både vandbehandling og behandling af forurennet jord, grundvand og sediment.

Det er en dyr teknik, som kræver, at kalciumperoxid blandes effektivt i sedimentet. Kalciumperoxid er partikler, som skal iblandes jorden enten ved hjælp af en "mixer" monteret på en gravemaskine eller ved at opgrave jorden og blande den med kalciumperoxid i et blandedanlæg. En lignende metode, dog uden opgravning eller mixing, anvendes til bekæmpelse af Danmarks værste forurening i Kærgaard Klitplantage (deponeret spildevand fra Grindstedværket) med den bemærkning, at der her anvendes persulfat og hydrogenperoxid i stedet for kalciumperoxid (samme virkemåde). Kalciumperoxid har ingen effekt på materialer med metalforurening.

Alternativt anvendes kalciumperoxid også som et stof, der frigiver ilt og dermed stimulerer en naturlig nedbrydning af organiske stoffer vha. naturligt tilstedeværende mikroorganismer (biologisk nedbrydning). Herudover findes i litteraturen flere eksempler på, at kalciumperoxid kan anvendes som tilsætningsstof til sediment med henblik på at nedbringe udvaskningen af næringsstoffer fra sedimentet.

Behandling med kalciumperoxid anvendes således kun til behandling af forurennet jord, og i Marina City projektet er sedimenterne, som skal bortskaffes, ikke forurenede, og metoden vil ikke kunne få gytjen til at 'forsvinde'. Derfor kan metoden ikke anvendes.

### 5.10.2 Miljømæssige overvejelser

Ikke overvejet fordi metoden ikke kan anvendes.

### 5.10.3 Tidsmæssige overvejelser

Ikke overvejet, fordi metoden ikke kan anvendes.

### 5.10.4 Anlægsøkonomiske overvejelser

Ikke overvejet, fordi metoden ikke kan anvendes.



## 5.11 Anvendelse i landbruget

**Vil uddybningsmaterialet kunne transporteres og spredes på landbrugsarealer?**

### 5.11.1 Anlægstekniske overvejelser

Logistikmæssigt er det en omfattende proces at deponere gytjematerialer på land ved udspreddning på landbrugsarealer, hvor næringsstofindholdet kan gøre nytte.

Processen vil være opgravning og læsning til pram på samme vis som ved opgravning til klappning. Prammen skal sejles til kaj, og materialerne skal herfra transporteres til landbrugsarealerne. Idet udspreddningen på landbrugsarealer skal ske i fast eller flydende form, er der to transportmuligheder:

1. Efter afdræning, som beskrevet i afsnit 5.4, køres materialet på lastbiler til udspreddning med møgspredere.
2. Efter tilsætning af fjordvand (udgiften til ferskvand er væsentligt fordyrende) transporteres det flydende materiale i tankvogne til udbringning med gyllespredere. I andre sammenhænge tilsættes opgravet materiale op mod 2 gange vand, for at gøre det pumpbart. Det flydende materiale vil derved kunne komme til at fylde op mod 0,9 - 1 mio. m<sup>3</sup> (315.000 + 2 x 315.000).

Gytjen i Marina City indeholder 50-800 % vand bundet i blødbunden (dvs. måske op til 8 gange, men gennemsnitligt ca. 3 gange så meget vand som tørstof). Det betyder, at når der køres ca. 315.000 m<sup>3</sup> gytje ud på landbrugsarealer, vil der med tiden blive udskilt ca. 212.000 m<sup>3</sup> vand, som ikke er forurenset, men som har et højt saltindhold. Hvis der tilsættes fjordvand for at gøre materialet pumpbart til udbringning med gyllespredere, så stiger den udskilte vandmængde med et højt saltindhold tilsvarende.

### 5.11.2 Miljømæssige overvejelser

Transport af op mod 1 mio. m<sup>3</sup> flydende uddybningsmateriale vil medføre op mod 25.000 transporter igennem Kolding, jf. afsnit 5.11.3, hvor forudsætninger for nedenstående findes.

Kørsel med op mod 17 store 40 m<sup>3</sup>-tankvogne i timen svarende til 1 ca. hvert 3. minut fra Marina City fordelt på ca. 100 dage med en daglig driftsperiode på gennemsnitligt ca. 15 timer, vil medføre væsentlige trafikale og støjmæssige påvirkninger af og langs vejnettet lokalt og omkring Kolding midtby.

Dertil kommer bl.a. CO<sub>2</sub>-emissioner fra de omfattende tankvognstransporter til modtagere over potentielt lange afstande.

Anvendelse som jordforbedring på landbrugsjord kan potentielt skade jordstrukturen og skade afgrøder, eller gøre jorden ubrugelig til dyrkning af de fleste afgrøder grundet saltindholdet<sup>1</sup>.

Mange plantearter er følsomme overfor klorid, f.eks. ærter, bønner og kartofler og i lidt mindre grad rød- og hvidkløver. Kartofler kan maksimalt tåle ca. 200 kg klorid årligt pr. ha. Byg, bederoer og raps, som er blandt de mest klorid-tolerante landbrugsafgrøder, kan årligt tåle op til ca. 1.200 kg klorid pr. ha, inden det går ud

---

<sup>1</sup> [https://naturstyrelsen.dk/media/nst/10048917/A9\\_20130620avvNotatUdvan-dingSpildevandArla.pdf](https://naturstyrelsen.dk/media/nst/10048917/A9_20130620avvNotatUdvan-dingSpildevandArla.pdf)

over udbytte og kvalitet. Disse afgrødetyper dyrkes ifølge Danmarks Statistik på ca. 1/3 af landbrugsarealet i Sydøstjylland.

Hvis fortynding af materialet sker med fjordvand, så forventes den samlede kloridmængde at blive ca. 10.200 ton. Ved udbringning af gytjen på landbrugsjord kræves således ca. 8.500 ha med byg, bederoer og raps, svarende til 85 km<sup>2</sup>, nogenlunde svarende til arealet af Ærø.

Ved udbringning med de største gyllevogne (38 m<sup>3</sup>) medfører det ca. tre gyllevognfulde pr. ha. Til sammenligning udbringes typisk ca. 30-35 m<sup>3</sup> gylle pr. ha. Dvs. at kørslen med tunge køretøjer pr. ha forøges med ca. 4-5 gange, hvilket kan medføre øget traktose på arealerne (sammenpresning af jord, som ikke er ønskværdig).

Kvælstof og fosfor-indholdet i materialet skal indregnes i landbrugsbedriftens gødningsregnskab. På en del husdyrbedrifter kan kvoten af fosfor og kvælstof allerede være opbrugt, hvilket hindrer yderligere tilførsel af organisk gødning. Det samme kan være tilfældet på arealer, der modtager spildevandsslam.

Hvis materialet skal udbringes på landbrugsjord, skal der træffes aftale med et stort antal lodsejere. Gennemsnitsarealet pr. bedrift er ca. 200 ha, hvoraf 1/3 af arealet udgøres af afgrøder, der kan aftage den største mængde pr. ha. Der skal således indgås aftale med ca. 128 bedrifter.

Det må forventes at blive vanskeligt at finde tilstrækkeligt med landbrugsbedrifter, der ønsker eller har mulighed for at modtage materialet, da mange ikke har plads til det i gødningsregnskabet eller ikke ønsker at modtage materialet pga. den tunge trafik på marken og uvisheden om materialets effekt på afgrødeproduktionen. Lodsejere vil forvente en betaling for modtagelse af materialet.

### **5.11.3 Tidsmæssige overvejelser**

Uddybningsperioden er forudsat værende december – marts svarende til ca. 100 dage.

Ved udbringning af materialet i fast form, kan varigheden af tilkørslen til udbringningsarealerne i princippet tilpasses begrænsninger i form af transportkapacitet, acceptabel trafikbelastning, periodebegrænsninger for udbringning, areal ved Marina City til afdræning mm. Det vil jf. afsnit 5.4 være urealistisk at finde tilstrækkeligt afdræningsareal, hvorved det tidsmæssige aspekt i denne transportform ikke vurderes yderligere.

Ved udbringning i flydende form, vil transporten af op mod 1 mio. m<sup>3</sup> flydende materiale være en tidsmæssig begrænsning. Landbruget vil ikke kunne modtage materialet i vintermånederne december-januar, men dog i februar, hvorved der vil skulle findes kapacitet til mellemlagre, hvilket kunne være gylletanke på landbrug, men som sædvanligvis er fyldte i vinterperioden. Skulle det lykkes at finde tilstrækkelige mellemlagre, vil transporten af op mod 1 mio. m<sup>3</sup> flydende materiale fortsat skulle ske over uddybningsperioden december - marts svarende til ca. 100 dage og ca. 10.000 m<sup>3</sup> dagligt. De største tankvogne til gylletransporter rummer 40 m<sup>3</sup>. Dette resulterer samlet i ca. 250 transporter dagligt, svarende til ca. 17 læs i timen ved gennemsnitligt 15 timers daglig drift. Altså skal et læs flydende materiale forlade Marina City ca. hvert 3. minut. Fyldning af 17 tankvogne i timen vurderes ikke logistisk muligt.

#### **5.11.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Ikke overvejet fordi mulighederne for nyttiggørelse på landbrugsarealer ikke vurderes realistiske, men håndteringen, transporten og betalingen til aftagerne ville være væsentligt fordyrende for projektet.

## **5.12 Etablering af en fugleø eller banke i fjorden**

**Er det muligt at anvende det uddybede materiale til etablering af en fugleø i Kolding Fjord til glæde for fuglelivet og som rekreativ gevinst for området?**

### **5.12.1 Anlægstekniske overvejelser**

Løsningsforslaget er fysisk problematisk alene på grund af mængden af materiale. Samtidig er det vurderet selv ved udlægning af en mindre del af mængden, at en sådan ikke vil kunne indpasses uden at være til gene for det omkringliggende miljø og de rekreative interesser i området.

Det opgravede bundmateriale (gytje) vil jf. afsnit 5.1 opføre sig som en "grød" i en årrække, idet partiklerne fra gytjen forbliver suspenderet (opløst) i vandet, og ikke lægger sig på bunden som det f.eks. sker med sandpartikler. Derfor kan gytjen ikke "stables" op over vandoverfladen som en ø uden fysisk inddæmning, og resultatet vil blive "klapning i Kolding Fjord" med spredning af gytje over et stort område af Kolding Fjord.

### **5.12.2 Miljømæssige overvejelser**

Ved etableringen af fugleøen vil der være en stor sedimentspredning fra selve øen til det omkringliggende vand pga. gytjens grødede konsistens. Dette kan potentielt være til gene for f.eks. fiskeri, erhvervssejls og fritidssejls og naboer (risiko for lugtgener og mågekoloni) og det visuelle fjordmiljø samt ikke mindst vandmiljøet i Kolding Fjord.

### **5.12.3 Tidsmæssige overvejelser**

Etablering af en fugleø er ikke vurderet som en realiserbar løsning, hvorfor der ikke er gjort tidsmæssige overvejelser.

### **5.12.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Etablering af en fugleø er ikke vurderet som en realiserbar løsning, hvorfor der ikke er gjort anlægsøkonomiske overvejelser.

## 6 Klapping

I henhold til hierarkiet i *Bekendtgørelse om bypass, nyttiggørelse og klapping af optaget havbundsmateriale* skal muligheden for klapping vurderes, såfremt bypass og nyttiggørelse er blevet fravalgt. Som nævnt i afsnit 1.1 er bypass og nyttiggørelse ikke muligt, og uddybningsmaterialet er vurderet til at være klapegnet.

Herunder beskrives i afsnit 6.1, hvorledes projektet er blevet tilpasset, så uddybningsmængden er mindst muligt. Desuden vurderes konsekvenserne ved valg af en alternativ klappads i afsnit 6.2.

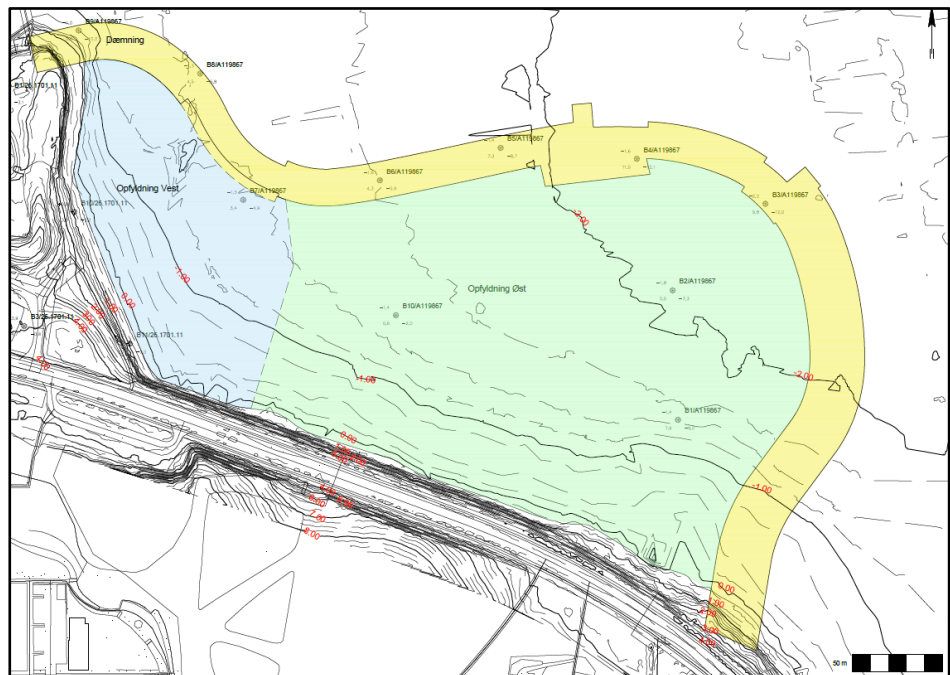
### 6.1 Størst mulig reduktion af mængderne til klapping

For at reducere mængderne til klapping er der overordnet taget en række skridt til at begrænse mængden af uddybningsmaterialer, som skal klappes.

Hele projektet er trukket ind under land langs Skamlingsvejen i stedet for de oprindelige planer om at udvikle et stort område ude i fjorden, jf. ændringen af kommuneplanrammerne i kommuneplantillægget for Marina City, som var fremlagt i offentlig høring sammen med VVM/Miljørapporten.

I opfyldningsområde Øst vist i Figur 6.1 er det valgt at lade det eksisterende bundmateriale (gytje) blive liggende og i stedet opfylde arealet med nyttiggjorte materialer udefra. For projektet har det den konsekvens, at der skal etableres et drænlag oven på eksisterende fjordbund, og et meget stort antal vertikaldræn for at afdræne gytjelaget og fremme afviklingen af sætningerne i området. Den valgte metode betyder, at der vil gå 5 – 10 år, inden området kan endelig færdiggøres, og at der i forløbet skal efterfyldes på området i takt med at sætningerne i gytjelaget afvikles. Der er beregnet op til 5,5 m sætninger i området. Ved den valgte metode er der opnået en reduktion i uddybningsmængderne på ca. 200.000 m<sup>3</sup>, altså gytje som således ikke skal udgraves og klappes.

Figur 6.1:  
Dæmning vist med gult.  
Opfyldning Vest vist med blå.  
Opfyldning Øst, der omtales i  
afsnit 6.1, er vist med grønt.



Desuden er det valgt at differentiere dybden i det nye havnebassin, så der ikke uddybes til fulde 3,5 meters dybde overalt, men til hhv. 2,5, 3,0 og 3,5 m dybde, hvilket også reducerer mængden, som skal klappes med cirka 45.000 m<sup>3</sup>.

Med den seneste projektilpasning, hvor der ikke planlægges opført boliger på ny-opfyldt landareal (opfyldningsområde Vest, vist i figur 6.1) reduceres klappningsmængden med yderligere ca. 45.000 m<sup>3</sup>, idet eksisterende bundmateriale også her bliver liggende, og opfyldningen finder sted på samme måde som i opfyldningsområde Øst.

Samlet set er der således reduceret med op mod 300.000 m<sup>3</sup> bundmateriale i projektet.

## 6.2 Alternativ klappning på klappplads K\_088\_02 Nord for Fyn

### Er det muligt at anvende en anden klappplads?

Trelde Næs klappplads, som er valgt til klappning af uddybningsmateriale fra Marina City, ligger tættest på projektområdet og i den nordligste del af Lillebælt. Skulle det af forskellige årsager ikke være acceptabelt at benytte denne godkendte og robuste klappplads, vurderes det derfor, hvad konsekvensen vil være ved at benytte en klappplads, der ligger længere fra projektområdet og Lillebælt. I det nedenstående er det valgt at vurdere i forhold til klappning på den næst nærmeste, store klappplads, som ligger nord for Fyn (K\_088\_02).

### 6.2.1 Anlægstekniske overvejelser

I praksis er der ingen forskel på klappning ved K\_088\_02 Nord for Fyn frem for klappning ved Trelde Næs, men det betyder, at entreprenøren skal planlægge et andet og større materiel set up, fordi transportlængden vil blive omtrent fordoblet.

Figur 6.2: Beliggenhed af K\_088\_02 Nord for Fyn samt K\_164\_01 Klappplads D - Trelde Næs



### 6.2.2 Miljømæssige overvejelser

Inden valg af en alternativ klappplads vil der skulle laves nye sedimentspredningsmodelleringer til beskrivelse af, hvordan sedimentet vil spredes omkring klapppladsen. Disse modelleringer skal lægges til grund for nye miljøvurderinger i forhold til specielt de nærliggende Natura 2000 områder og vandområdeplanerne for området. Idet uddybningsmaterialet er det samme, vil der blive spredt de samme mængder indholdsstoffer omkring en alternativ klappplads.

### 6.2.3 Tidsmæssige overvejelser

En fordobling af transportlængden betyder en fordobling af transporttiden.

For selve anlægstidsplanen vil det samlet betyde en forsinkelse, med mindre der kan kompenseres for den fordoblede transporttid ved indsættelse af flere og/eller større pramme og slæbebåde.

Hertil kommer tid til udarbejdelse af nye modelleringer, udarbejdelse af ny klapanøgning, høringsperiode, sagsbehandling hos Miljøstyrelsen, evt. supplerende VVM m.v. Forsinkelsen anslås at være ca. 9-15 måneder afhængigt af myndighedernes specifikke krav til proceduren. Hertil skal lægges evt. sagsbehandlingstid i klagenævnen.

Tidsforbruget vil afhænge af myndighedernes specifikke krav til proceduren. En ny klapanøgning til Miljøstyrelsen alene vil kræve nye modelleringer og udarbejdelse af nye miljøvurderinger af klapningen, som forventeligt kan udføres på ca. 3 mdr. Herefter har Miljøstyrelsen en sagsbehandlingstid på 3-6 mdr. inkl. høring af en række specifikke myndigheder og parter. Klaptilladelsen kan påklages med en sagsbehandlingstid i klagenævn på 12-24 mdr.

I forhold til miljøvurderingen/VVM vil der som et minimum skulle anmeldes en projektændring, hvor der som et minimum vil skulle redegøres for de ændrede miljøpåvirkninger som grundlag for en ønsket screeningsafgørelse om, at der ikke kræves en ny VVM. En screeningsafgørelse kan forventes at tage ca. 3 mdr. og den kan påklages, med en sagsbehandlingstid i klagenævnet på mindst 6 mdr. Tabes en klagesag, vil en supplerende VVM for klapningen skulle iværksættes.

En screeningsafgørelse kan også falde ud til krav om en ny supplerende VVM for klapningen. Ansøgningsmaterialet til klapanøgningen (som kan udarbejdes på ca. 3 mdr.) kan lægges til grund, men da skal der tillægges 2 x politisk behandling og offentlig høring, skønnes en ny VVM at medføre en forsinkelse på mindst ca. 12 mdr. En VVM-tilladelse kan påklages med en sagsbehandlingstid i klagenævnet på mindst 6 mdr.

#### **6.2.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

For et uddybningsprojekt vil en vurdering af pris på uddybning og klapning i hovedsagen afhænge af lagtykkelsen, der skal fjernes, hvor stor vanddybde der etableres på uddybningslokaliteten (hvor store pramme der kan anvendes til transport), og hvor langt der skal sejles.

I forbindelse med Marina City har vurderingen været, at udgifter til transport fra udgravning til klapning ved Trelde Næs klapplads vil udgøre et sted mellem 60 – 80 % af omkostningerne. Det estimeres, at dobbelt transportlængde vil give anledning til 70 % forøgelse af enhedsprisen (fra 100 kr./m<sup>3</sup> til 170 kr./m<sup>3</sup>), hvilket giver en meromkostning i niveauet ca. 25 - 30 mio. kr.



## 7 Deponering

Hvis oprenset sediment er forurenet med miljøfarlige stoffer i koncentrationer over øvre aktionsniveau (se afsnit 1.1), så kan sedimentet deponeres på land i et såkaldt spulefelt eller indspulingsområde. Denne løsning vælges sædvanligvis kun, hvis det ikke er muligt at bypasse, nyttiggøre eller klappe sedimentet.

Idet uddybningsmaterialet er vurderet klappningseget, er der i udgangspunktet ikke behov for at deponere det. I det efterfølgende er der dog redegjort for tre deponeringsløsninger, hvor de to første også har en karakter af nyttiggørelse i forbindelse med landvinding.

### 7.1 Placere materialet i Kolding Havns indspulingsområde nord for Kolding Å

**Er det muligt at placere materialet i Kolding Havns indspulingsområde?**

Restkapaciteten i Kolding Havns sedimentdepot kaldet "Alaska" er meget lille (skønnet til 20.000 – 30.000 m<sup>3</sup>). Samtidig har Kolding Havn muligvis selv brug for kapaciteten i forbindelse med fremtidige oprensninger af havnebassinene. Alternativt ønsker Kolding Kommune som følge af havneaftalen at anvende området til byudviklingsformål af en eller anden art.

Samtidig forholder det sig således, at alle havne årligt skal dokumentere mængden af materialer, som deponeres i sedimentdepoter over for Miljøstyrelsen, og på grundlag af mængden skal havnene stille sikkerhed fra en bank eller tilsvarende til Miljøstyrelsen for det tilfælde, at der skulle ske noget med depotet, som kræver f. eks en oprensningsindsats. Det skønnes, at sikkerhedsstillelse for en østjysk havn er omkring 1,5 - 2 mio. kr., og Kolding Havn vil skulle acceptere at stille sikkerhed for anden part, som i dette tilfælde er Marina City.

#### 7.1.1 Anlægstekniske overvejelser

Ikke overvejet, fordi der ikke er fysisk mulighed for deponering i Kolding Havns indspulingsområde.

#### 7.1.2 Miljømæssige overvejelser

Hvis det uddybede materiale ønskes deponeret i Koldings Havns indspulingsområde, skal det kunne rummes indenfor indspulingsområdets miljøgodkendelse. Denne fastlægger blandt andet det maksimale indhold af miljøfarlige stoffer. På baggrund af kendskabet til uddybningsmaterialet skønnes dette umiddelbart at ville være muligt iht. miljøgodkendelsens grænseværdier, men ikke nødvendigvis ift. øvrige vilkår i miljøgodkendelsen.

#### 7.1.3 Tidsmæssige overvejelser

Ikke overvejet, fordi der ikke er fysisk mulighed for deponering i Kolding Havns indspulingsområde.

#### 7.1.4 Anlægsøkonomiske overvejelser

Ikke overvejet, fordi der ikke er fysisk mulighed for deponering i Kolding Havns indspulingsområde.

## 7.2 Placere materialet i andre havnes indspulingsområder

### Er det muligt at placere materialet i andre havnes indspulingsområder?

Mulighederne for deponering af materialerne i andre nærliggende havnes indspulingsområder er ikke-eksisterende. Enten er depoterne under nedlukning, eller også har de en meget lille restkapacitet, som havnene selv skal bruge til deponering af materialer fra fremtidige oprensninger af egne havnebassiner.

Samtidig er det således, at alle havne årligt skal dokumentere mængden af materialer, som deponeres i sedimentdepoter over for Miljøstyrelsen, og på grundlag af mængden skal havnene stille sikkerhed fra en bank eller tilsvarende til Miljøstyrelsen for det tilfælde, at der skulle ske noget med depotet, som kræver f. eks en oprensningsindsats. Det skønnes, at sikkerhedsstillelse for en mindre østjysk havn er omkring 1,5 - 2 mio. kr., og ingen havn vil formentligt acceptere at skulle stille sikkerhed for andre parter, som i dette tilfælde er Marina City.

Aalborg Havn kører et sedimentdepot som "forretning" og modtager forurenede materialer fra andre havne. Det skal bemærkes, at Aalborg Havn selv klapper egne klappningsegnete materialer.

### 7.2.1 Anlægstekniske overvejelser

For de nærliggende østjyske havne vurderes det anlægsteknisk ikke realistisk at anvende de eksisterende sedimentdepoter, fordi de disse har nedlagt/fjernet de oprindelige pumpeledningsinstallationer. Det betyder, at materialerne skal læsses fra pram og transporteres med dumper eller tilsvarende køretøj ud i sedimentdepotet.

Ved sedimentdepotet i f.eks. Aalborg Havn er der pumpefaciliter, og depotet har kapacitet til at modtage den samlede mængde af materialer. En udfordring ved deponering i Aalborg Havn er den meget lange transportvej. Transportvejen vil i forhold til klappning ved Trelde Næs blive forøget med ca. 460 km, og en "tømmningsrunde" vil tage ca. 40 timer. Samtidig vil deponering i Aalborg kræve indsats af et stort antal klappramme, for at holde pladsen kørende, men disse kan indlejes typisk fra i Tyskland.

Det skal bemærkes, at det vurderes at være samfundsøkonomisk uhensigtsmæssigt at deponere klappningsegnete materialer i Aalborg Havns sedimentdepot.

### 7.2.2 Miljømæssige overvejelser

Hvis det uddybede materiale ønskes deponeret i andre havnes indspulingsområder, skal det kunne rummes indenfor indspulingsområdet miljøgodkendelse. Denne beskriver blandt andet det maksimale indhold af miljøfarlige stoffer. På baggrund af kendskabet til uddybningsmaterialet skønnes dette umiddelbart at ville være muligt iht. miljøgodkendelsernes grænseværdier, men ikke nødvendigvis ift. øvrige vilkår i miljøgodkendelserne.

Ved valg af et indspulingsområde, som ligger langt væk, vil der være et stort brændstofbehov med afledte miljøpåvirkninger/CO<sub>2</sub>-udledninger.

### **7.2.3 Tidsmæssige overvejelser**

Tidsmæssigt vurderes det at være muligt at deponere i f.eks. Aalborg Havn. Det handler om indsætning af tilstrækkeligt materiel, som vurderes at være til rådighed i blandt andet Tyskland.

### **7.2.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Anlægsøkonomisk er der vurderet på deponering i Aalborg Havns sedimentdepot. Deponeringsprisen er ca. 110,- kr. pr. m<sup>3</sup> og det skønnes, at der vil kunne opnås en form for rabat pga. den store mængde. Deponeringsprisen skønnes til ca. 30 mio. kr.

Hertil kommer transporten fra Kolding til Aalborg og omkostninger til at pumpe materialerne fra prammen ud i sedimentdepotet. Den samlede sejlafstand øges samlet med cirka 460 km svarende til ca. 40 timer, som vurderes at betyde at prisen pr. m<sup>3</sup> bortskaffet gytje vil være 200 – 300 kr.

Samlet vil det betyde en meromkostning for projektet på 75 - 100 mio. kr.

## **7.3 Deponere materialet i nedlagte råstofgrave**

**Er det muligt at deponere uddybningsmaterialet på land i nedlagte råstofgrave?**

### **7.3.1 Anlægstekniske overvejelser**

Logistikmæssigt er det en omfattende proces at deponere gytjematerialer på land. Processen vil være opgravning og læsning til pram på samme vis som ved opgravning til klapning. Prammen skal sejles til kaj, og materialerne skal med grab fyldes eller pumpes i lastbiler med tætte containere/tanke, som skal transportere materialerne til råstofgraven.

I en nedlagt råstofgrav kan der være en udfordring med tømning af containere, og der kan være en stor udfordring med udledning af stærkt gytjeholdigt overskudsvand fra deponiet til en recipient. Partiklerne fra gytjen forbliver i lang tid suspenderet (opløst) i overskudsvandet, og lægger sig ikke på bunden i råstofgraven, som det f.eks. sker med sandpartikler, og gytjen er derfor vanskeligt at lægge i depot.

Det vil være nødvendigt at etablere en opdeling af råstofgraven (overløb med siltgardin) for at kunne adskille vand med suspenderet gytje fra "filtreret" vand og antagelig også anden form for filter/udskiller, inden vandet kan tillades udledt.

Mulighederne afhænger meget af de miljømæssige forhold, jf. afsnit 7.3.2.

Der skal etableres hegn omkring området, fordi det bliver "bundløst", og først efter en lang årrække (vurderet til + 10 år) vil det være muligt at begynde afdækning af området.

### **7.3.2 Miljømæssige overvejelser**

Deponering i en råstofgrav vil kræve en selvstændig miljøkonsekvensrapport (VVM), da en sådan deponering potentielt kan påvirke det omkringliggende miljø herunder grundvand, drikkevand, nærliggende Natura 2000-områder, bilag IV-arter samt vandområder, der er målsat i vandområdeplanerne. Den mulige påvirkning skyldes, at der vil være opløste stoffer i den store vandmængde, som vil udgive fra råstofgraven, og disse skal vurderes i forhold til de bekendtgørelser, som omhandler de ovenstående emner.

Deponering i en råstofgrav vil også kræve en miljøgodkendelse, hvor der skulle vurderes på mulige lugtgener, og der ville måske skulle gives en udledningstilladelse, hvis overskudsvand skal udledes.

Hertil kommer, at der i forbindelse med nyere råstoffilladelser er stillet vilkår om retablering af arealet, typiske ved en landskabelig bearbejdning og tildækning med ren jord, hvorved det vil skulle konsulteres, om deponering med uddybningsmateriale vil kunne indgå i en sådan retablering.

### **7.3.3 Tidsmæssige overvejelser**

Det deponerede materiale vil, indtil opfyldningen er afsluttet, være under "konstant omrøring", hvilket betyder, at sedimentering og udledning af overskudsvand vil være yderst tidskrævende. Mulighederne afhænger meget af de miljømæssige forhold, jf. afsnit 7.3.2.

Et øget tidsforbrug er ikke overvejet, fordi det vurderes, at der ikke er mulighed for deponering i nedlagte råstofgrave.

#### **7.3.4 Anlægsøkonomiske overvejelser**

Ikke overvejet fordi det vurderes, at der ikke er mulighed for deponering i nedlagte råstofgrave.