

# NOTAT

Projektnavn **Lynetteholm**  
Projektnr. **1100038380**  
Kunde **Ejendomsselskabet By & Havn A/S**  
Version **0**  
Udarbejdet af **JLA**  
Kontrolleret af **OG**  
Godkendt af **SGRJ**

## Forureningsvurdering perimenter Lynetteholm

Dato 16-03-2022

Ejendomsselskabet By & Havn AS har fra Stevns Kommune modtaget notat: "GeoHav, 2022. Forureningsvurdering perimenter Lynetteholm. Dateret 18. januar 2022" udarbejdet af GeoHav ([www.geohav.dk](http://www.geohav.dk)), hvor der er foretaget en beskrivelse og vurdering af forureningstilstanden af sediment der skal opgraves for bundudskiftning langs perimeteren for Lynetteholm.

Opgravet sediment langs perimeteren vil som beskrevet i miljøkonsekvensrapporten for Lynetteholm /1/ afhængigt af forureningstilstanden enten blive deponeret på land i Lynettens sedimentdepot, eller klappet på klappads(er) i Køge Bugt.

Rambøll  
Hannemanns Allé 53  
DK-2300 København S

T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
<https://dk.ramboll.com>

I dette notat er der foretaget besvarelse af de vurderinger og konklusioner, som er indeholdt i notatet udarbejdet af GeoHav, og som vedrører nedenstående forhold:

1. Håndtering og anvendelse af opgravet sediment fra bundudskiftning langs perimeteren.
2. Anvendelse af klappkriterier og sedimentkvalitetskriterier.
3. Bundudskiftning for etablering af perimenter.
4. Usikkerheden ved kortlægning af de eksisterende sedimentforhold.
5. Anvendelse af median-koncentration og anvendelse af de aktuelle koncentrationer for forurenende stoffer i sediment som opgraves.

## 1 Gennemgang og besvarelse af vurderinger og konklusionerne indeholdt i notat udarbejdet af GeoHav.

### 1.1 Håndtering og anvendelse af opgravet sediment fra bundudskiftning langs perimeteren

#### Kommentar fra GeoHav

"Der vurderes alene (underforstået i notat fra GeoHav) på havbundsmateriale i de sektioner, hvor bundudskiftning foretages i forbindelse med etableringen af Lynetteholms perimeter, da dette materiale formodes at blive bortskaffet ved klappning i Køge Bugt". (side 2 fra Notat)

#### Besvarelse Ramboll

I GeoHav notatet er det nævnt at der alene vurderes på havbundsmateriale der opgraves for bundudskiftning langs Lynetteholms perimeter og at dette materiale: "formodes at blive bortskaffet ved klappning i Køge Bugt".

I overensstemmelse med ref. /1/, /3/, /4/, /7/ og /9/ vil en andel af opgravet sediment (mest forurenede sediment svarende til Klasse C sediment jf. /5/) blive deponeret i Lynettens sedimentdepot på land, mens resten (rene og mindre forurenede sediment svarende til klasse A og B sediment jf. /5/) er planlagt klappet på klappads(er) i Køge Bugt.

### 1.2 Anvendelse af klapkriterier og sedimentkvalitetskriterier

#### Kommentar fra GeoHav

Til brug for vurderingen er der ud fra *baggrundsrapporten Miljøkemi /4/* selekteret 10 fokusstoffer som alle har marine vurderingskriterier i form af enten aktionsniveauer /5/ eller sedimentkvalitetskriterier (SKK) /6/. (side 2 fra Notat)

#### Besvarelse Ramboll

I GeoHav notatet er der for beskrivelsen af sedimentet og for vurderingen af sedimentets forureningstilstand anvendt klapvejledningens kriterier /5/ og sedimentkvalitetskriterier (SKK) /6/.

Det skal præciseres at der i /1/ - /4/ for håndteringen af opgravet sediment, herunder klappning, samt deponering af opgravet sediment i Lynettens sedimentdepot anvendes kriterierne, og kravene som angivet og beskrevet i klapvejledningen /5/, og ikke sedimentkvalitetskriterierne jf. /6/.

Sedimentkvalitetskriterierne /6/ er anvendt for beskrivelse af sedimentets forureningsgrad, dette bl.a. i relation til påvirkning af vandområdeplanernes målsætning for opnåelse af god økologisk og kemisk tilstand (GES), se også /1/ i kapitel vedrørende "Vandkvalitet" og "Sediment", og /2/.

### 1.3 Bundudskiftning for etablering af perimeter

#### Kommentar fra GeoHav

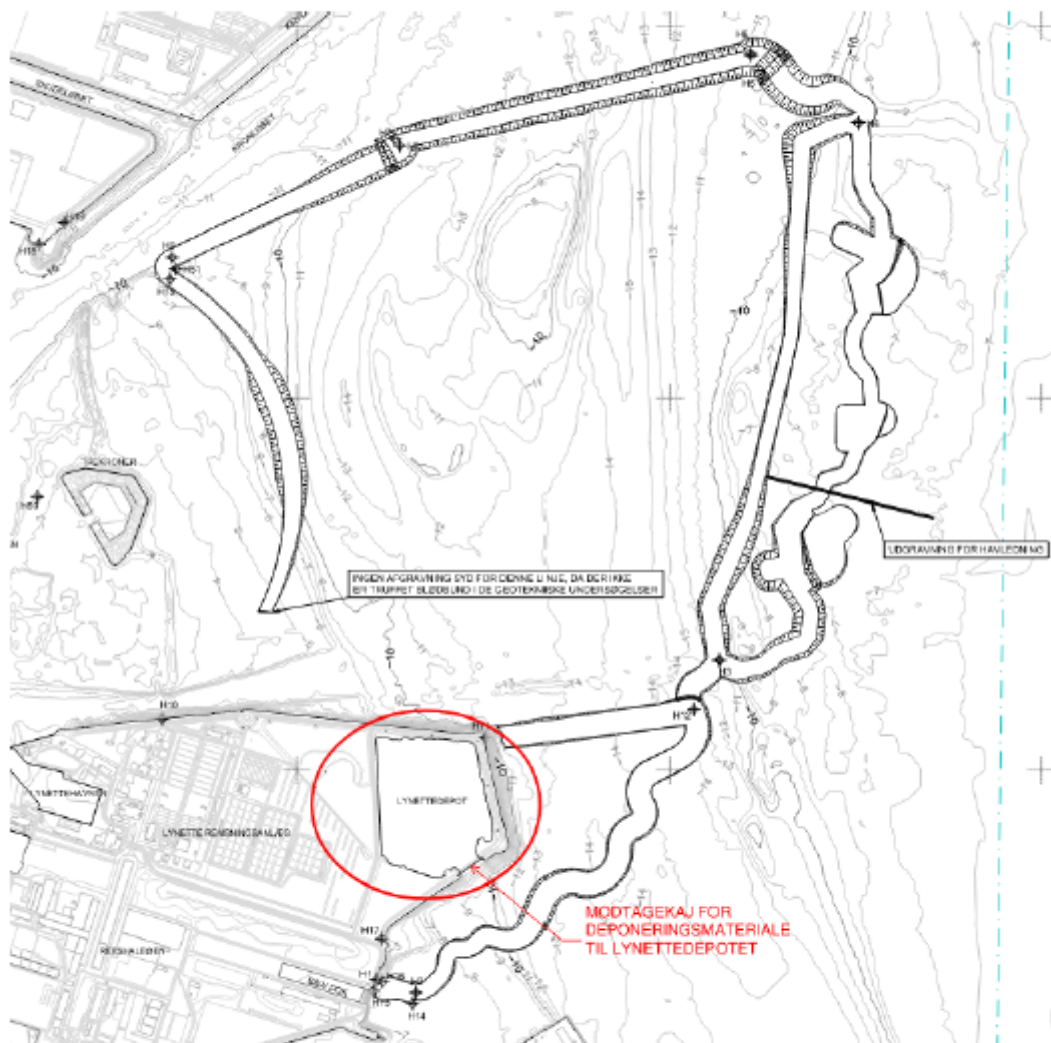
"Det fremgår ikke med tydelighed i Miljøkonsekvensrapporten for Lynetteholm i hvilke områder der skal foretages bundudskiftning for at etablere perimeteren". (side 3 fra Notat)

### **Besvarelse Ramboll**

I notatet: "Udviklingselskabet By og Havn I/S. Lynetteholm. Blødbund til klapning" ref. /9/, er der foretaget en nærmere beskrivelse af bundudskiftningen (opgravning af sediment for deponering på land og opgravning af sediment for klapning) langs perimeteren for Lynetteholm. Nedenfor er uddrag fra ref. /9/:

**Citat fra notat ref. /9/**

Bundudskiftning foretages ved at opgrave blødbund fra havbund til overside af faste aflejringer og efterfølgende tilbagefylde afgravningen med marint sand. Bundudskiftningen foretages under fodafttrykket for hele perimeterkonstruktionen, jf. Figur 1-1.

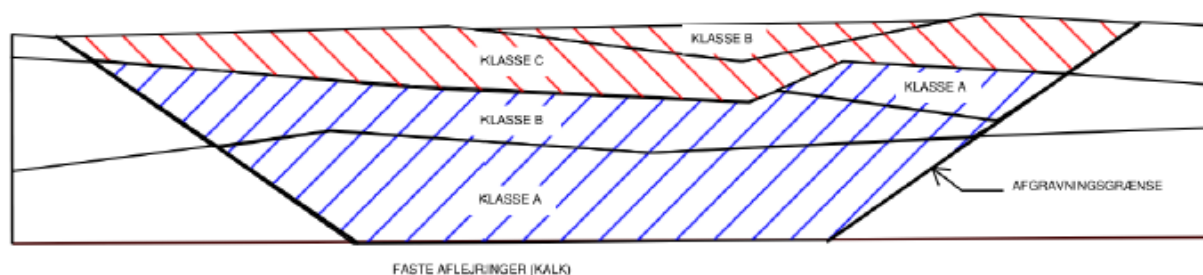


**Figur 1-1** *Oversigtsplan over området for bundudskiftning for Lynetteholms perimeter. Placering af Lynettedepotet er markeret med rød ring.*

Den afgravede blødbund skal deponeres eller klappes afhængig af forureningsgraden af det opgravede materiale.

I projektet er det forudsat, i overensstemmelse med dansk lovgivning, at alt materiale over øvre aktionsniveau (klasse C) skal deponeres i Lynettedepotet (Havbundssedimentdepot Lynetten). Det resterende materiale (klasse A og klasse B) forudsættes klappet.

Generelt er det fundet, at materiale med en forureningsgrad over øvre aktionsniveau (klasse C) udgør den øverste del af sedimentet (umiddelbart under havbunden) mens det mindre forurenede materiale (klasse A og klasse B) typisk ligger nederst i udgravningsprofilen. I enkelte borer er der dog fundet materiale over øvre aktionsniveau længere nede i udgravningsprofilen (dvs. at klasse C materialet er overlejret af det renere klasse A eller B materiale). I dette tilfælde vil alt materiale over øvre aktionsniveau (klasse C) samt det ovenliggende renere materiale (klasse A og B) blive opgravet og deponeret, jf. principskitse på Figur 2-1.






**Figur 2-1** Principsnit for håndtering af opgravet materiale ved klappning af alt materiale under øvre aktionsniveau.  
 Blå skravering: Opgravet materiale klappes  
 Rød skravering: Opgravet materiale deponeres

Af ovenstående fremgår, at såfremt der er overliggende klasse A og/eller klasse B sediment over klasse C sedimentlag vil klasse A og klasse B sedimentet blive opgravet sammen med klasse C sedimentlaget og deponeret på land i Lynettens sedimentdepot. Dette vil som eksempel gælde for områderne for nedenstående ni borer indenfor perimeteren, hvor der findes overliggende klasse A og B sedimentlag over klasse C sedimentlag, se også Tabel 1-1.

- Boring BH\_P\_3
- Boring BH\_P\_10
- Boring BH\_P\_17
- Boring BH\_P\_28
- Boring BH\_P\_29
- Boring BH\_P\_81
- Boring BH\_P\_85
- Boring BH\_P\_89
- Boring BH\_P\_99

**Tabel 1-1. Aktionsniveauer (Klasse A, B og C) jf. klapvejledningen angivet for de enkelte prøver fra de 29 prøvetagningsstationer/boringer udført indenfor perimeteren jf. /1/ og notat fra GeoHav.**

Boring	Dybde	Boring	Dybde	Boring	Dybde
BH-A-60	0-0,2	BH-A-80	1-1,2	BH-P-14	0-0,2
	0,2-0,4		2-2,2		0,2-0,4
	1-1,2		BH-P-47		0-0,2
	2-2,2				0,2-0,4
BH-P-22	0-0,2	BH-P-43	1-1,2	BH-P-99	2-2,2
	0,2-0,4		2-2,2		0-0,2
	0,6-0,8	BH-P-46	0-0,2		0,2-0,4
	1-1,2		0,2-0,4		0,6-0,8
BH-P-23	0-0,2	BH-P-33	1-1,2	BH-P-10	1-1,2
	0,2-0,4		2-2,2		2-2,2
	0,6-0,8		BH-P-35		0-0,2
	1-1,2				0,2-0,4
BH-P-25	2-2,2	BH-P-42	1-1,2	BH-P-3	0-0,2
	0-0,2		2-2,2		0,2-0,4
	0,2-0,4		0-0,2		0,2-0,4
	1-1,2		0,2-0,4		1-1,2
BH-P-29	2-2,2	BH-P-70	2-2,2	BH-P-6	0-0,2
	0-0,2		0-0,2		0,2-0,4
	0,2-0,4		0,2-0,4		0,6-0,8
	0,6-0,8		1-1,2		1-1,2
BH-P-37	1-1,2	BH-P-73	2-2,2	BH-P-1	2-2,2
	0-0,2		0-0,2		0-0,2
	0,2-0,4		0,2-0,4		0,2-0,4
	1-1,2		1-1,2		1-1,2
BH-P-38	2-2,2	BH-P-17	2-2,2	BH-P-81	2-2,2
	0-0,2		0-0,2		0-0,2
	0,2-0,4		0,2-0,4		0,2-0,4
	0,2-0,4		1-1,2		1-1,2
BH-P-78	1-1,2	BH-P-91	2-2,2	BH-P-28	2-2,2
	0-0,2		0-0,2		0-0,2
	0,2-0,4		0,2-0,4		0,2-0,4
	0,2-0,4		0,6-0,8		0,6-0,8
BH-P-85	1-1,2	BH-A-80	1-1,2		1-1,2
	2-2,2		2-2,2		2-2,2
	0-0,2		1-1,2		2-2,2
	0,2-0,4		0,2-0,4		2-2,2
BH-P-89	0,6-0,8				
	1-1,2				
	2-2,2				
	0-0,2				
BH-A-80	0,2-0,4				

Boring	Dybde	Boring	Dybde	Boring	Dybde
	: Klasse A (Ren sediment) jf. /5/				
	: Klasse B (Mindre forurennet sediment) jf. /5/				
	: Klasse C (Forurennet sediment) jf. /5/				

Som det fremgår af Tabel 1-1 er der for område ved prøvetagningsstation BH\_P\_38 og station BH\_P\_47 kun udført analyser ned til 0,4 m dybde hvor samtlige kemiske analyser (4) viste forurennet sediment svarende til klasse C jf. /5/. Den nærvæd liggende boring BH\_P\_42 nær Boring BH\_P\_47 viste forurennet sediment ned til 1,2 m dybde, mens nærliggende boring BH\_P\_37 nær Boring BH\_P\_38 havde indhold af forurennet sediment for deponering <0,2 m under sedimentoverfladen.

Overgang mellem ren/forurennet jord er for hele området hvor der skal foretages afgravning bestemt ved en interpolering mellem resultaterne fra samtlige miljø-analyser, og grænsen for afgravning af forurennet sediment ved/omkring boring BH\_P\_38 og BH\_P\_47 er således baseret på interpolering mellem de omkringliggende boringer. Det skal anføres at forurennet sediment for deponering udgraves med en overdybde på 0,2 m for hele området hvor der foretages opgravning af sediment langs perimeteren for Lynetteholm /10/.

Som anført i ref. /3/ og i notat fra GeoHav (side 9) er der ingen prøvetagningsstationer/boringer lokaliseret indenfor afgravningsområdet benævnt ØP 2.2 hvor det på figur 1 (i GeoHav notat) er angivet at der skal opgraves 9.119 m<sup>3</sup> ren/mindre forurennet sediment (Klasse A + B jf. /5/), og 2.280 m<sup>3</sup> forurennet sediment (Klasse C jf. /5/). Beregningerne for afgravning af forurennet jord for deponering på land er udført som beskrevet ovenfor ved interpolering af samtlige analyseresultater, herunder på baggrund af resultaterne fra omkring liggende boringer for området /10/ (boring BH\_A\_60, 80 og BH\_P\_28, 29, 33, 35).

#### 1.4 Usikkerheden ved kortlægning af de eksisterende sedimentforhold

##### Kommentar fra GeoHav

"I de foreliggende analyseresultater, hvilke foreligger i baggrundsrapporten Miljøkemi /4/, er der store variationer i værdierne for de analyserede fokusstoffer. Ligeledes er der markante afstande mellem prøvestationerne og for en del af sektionerne er prøverne perifere, hvorfor analyserne heraf ikke kan betragtes som komplette eller repræsentative herfor og variationer med grænseoverskridende koncentrationer af miljøfremmede stoffer kan således forventes i områder af sektionerne uden prøvetagninger.

Forurennet materiale i havbunden kan derfor ikke i tilstrækkelig grad håndplukkes med de nuværende tekniske løsninger grundet gravespild og den ringe kortlægning af reelt forurennet materiale, som baggrundsrapporterne til miljøkonsekvensrapporten giver. Der er derfor en reel og plausibel risiko for at de ikke forureningskortlagte områder i sektionerne rummer grænseoverskridende koncentrationer". (side 2 fra Notat)

"GeoHav vurderer at de udførte analyser på de identificerede prøvetagningsstationer for de sektioner, hvorfra havbundsmateriale skal bortskaffes for perimeter konstruktion, ikke er fyldestgørende, da der

netop lokale udsving i ekstreme koncentrationer er påvist, men ikke er tilstrækkeligt identificeret.” (side 3 fra Notat)

”Ifølge Miljøkonsekvensrapporten vurderes 65,16 hektar opgravet for perimeter konstruktion /1/, hvis ydre perimeter har en længde<sup>15</sup> af 7078 m længde. Der er således tale om en markant sektionsbredde, hvorfor fåtallet af de udførte havbundsundersøgelser er utilstrækkeligt repræsentative grundet de mange lokale markante udsving”. (side 3+4 fra Notat)

### Besvarelse

Det er korrekt, at der er stor variation mht. koncentration for de analyserede stoffer, hvilket bl.a. skyldes at der er udtaget sediment for analyse fra forskellige dybder og hermed fra forskellige typer af aflejringer. Således viser analyser af sediment fra øvre recente fyldlag generelt høje koncentrationer for stofferne mens sedimentprøver fra underliggende sedimentlag, fra f.eks. postglaciale aflejringer, generelt har lavt/lavere indhold af forurenende stoffer, se Tabel 1-1.

Der forekommer, som anført i notat fra GeoHav, også store variationer mht. indholdet af forurenende stoffer horisontalt hvilket bl.a. kan skyldes lokale forskelle mht. de hydrografiske forhold, og hermed forskelle mht. aflejringsforhold mv.

Den totale mængde sediment der skal opgraves langs den ydre perimeter for Lynetteholm er i /3/ opgjort til 1.725 mio. m<sup>3</sup> hvor 1,342 mio. m<sup>3</sup> er ren/mindre forurenat sediment for klapning, og 383.350 m<sup>3</sup> er forurenat sediment for deponering. I ref. /7/ er mængden for klapning fra opgravning langs den ydre perimeter for Lynetteholm konservativt sat til at udgøre 1,628 mio. m<sup>3</sup>.

I senere opgørelse er mængderne for klapning opgjort til 1,291 mio. m<sup>3</sup> /9/. Af ref. /9/ fremgår at den samlede mængde der skal opgraves for deponering på land i Lynettens sedimentdepot og for klapning udgør omkring 1,687 mio. m<sup>3</sup>. Således udgør sediment for klapning omkring 77%, mens 23% af opgravet sediment vil blive deponeret i Lynettens sedimentdepot.

Af klapvejledningen /5/ fremgår at antallet af prøvetagningsstationer for klapmængder på mellem 500.000 – 2.000.000 m<sup>3</sup> opgravet materiale skal være på mellem 16 – 30 prøvetagningsstationer, Tabel 1-2.

**Tabel 1-2. Antal af prøvetagningsstationer i relation til klapmængde /5/.**

Mængde opgravet havbundsmateriale (m <sup>3</sup> )	Antal prøvetagningsstationer (n)
<2.500	1
2.500 – 10.000	2
10.000 – 25.000	3
25.000 – 100.000	4 - 6
100.000 – 500.000	7 - 15
500 – 2.000.000	16 - 30
>2.000.000	10 ekstra pr. million m <sup>3</sup>

Indenfor området hvor der skal foretages bundudskiftning langs perimeteren er der i alt 29 prøvetagningsstationer/boringer hvorfra der er udtaget sedimentprøver for kemiske analyser.

Derudover er der, som angivet i notat fra GeoHav, et antal stationer beliggende umiddelbart udenfor bundudskiftningsområdet, hvor der er foretaget geologisk karakterisering og kemiske analyser. Indenfor



afgravningsområdet er der desuden udført geotekniske borer for karakterisering af sedimentlag osv., hvilket yderligere har været med til at fastlægge fyldlagernes udbredelse (recente aflejringer) og udbredelse og typer af postglaciale /glaciale aflejringer for området, og hermed udbredelsen af potentielle forurenede sedimenter indenfor området for bundudskiftningen.

For en nærmere afgrænsning af sedimentets forureningstilstand vertikalt er der således i alt udført 111 analyser for de 29 prøvetagningsstationer.

På baggrund af ovenstående vurderes antal af prøvetagningsstationer (29) og antal af sedimentprøver (111) udtaget for kemiske analyser at opfylde de fastsatte kriterier som fastsat i /5/.

Det er korrekt, som angivet af GeoHav, at såfremt der var udført yderligere borer ville eventuelle lokale forskelle mht. dybdeudbredelsen af forureningerne kunne afklares yderligere. Graveplan for bundudskiftningen bygger på resultaterne fra de kemiske analyser, samt på fyldlagernes udbredelse, mægtigheden og typen af de postglaciale aflejringer, og således er der herved også er taget yderligere hensyn til eventuelle lokale forskelle mht. forureningsudbredelse.

## 1.5 Anvendelse af median-koncentration og anvendelse af de aktuelle koncentrationer for forurenende stoffer i sediment som opgraves

### Kommentar fra GeoHav

"I Miljøkonsekvensrapporten vurderes sedimentet at have medianværdier **Error! Reference source not found.** for de i dette notat valgte fokusstoffer langt under vurderingskriterierne, hvilket formodentlig har ledt til vurderingen af at det rene sediment vil udgøre omkring 80% af den samlede mængde". (side 3+4 fra Notat)

### Besvarelse

Til vurdering af sediment, der skal deponeres eller klappes, er der anvendt de koncentrationer der er blevet "målt" ved de udførte kemiske analyser /4/. Således er der for bestemmelsen af mængder for deponering/klapning ikke anvendt medianværdier.

Til vurdering af den overordnede eksisterende miljøtilstand for Lynetteholm området, og for vurdering af mængde/koncentration af forurenende stoffer i sediment der spildes under bundudskiftningen (opgravningen) og som spredes til omgivelserne, samt for vurdering af påvirkninger herfra, er anvendt mediankoncentrationer. I /1/ er der for valg af anvendelse af "medianværdi" i stedet for anvendelse af "gennemsnitsværdi" for det store datasæt angivet følgende: "Det er valgt at vise medianen for parametrene, fordi den midterste værdi for dataserierne vurderes bedst at anføre en repræsentativ værdi for det store datasæt. Medianen påvirkes ikke af dilemmaet fra gennemsnitsberegninger, hvor man ofte vælger at påføre værdier data under detektionsgrænsen en værdi." /1/.

## 2 Sammenfattende vurdering

Sammenfattende kan det konkluderes, at de overfladenære sedimentlag i omkring 2/3 dele af de 29 udførte prøvetagningsstationer/borer, indenfor området hvor der skal foretages bundudskiftning, er forurenede. Forureningen skyldes forhøjet indhold af metallerne kobber (Cu), bly (Pb), cadmium (Cd), kviksølv (Hg), zink (Zn), nikkel (Ni), samt organiske forureninger med tributyltin (TBT) og polyaromatiske kulbrinter (PAH).

På baggrund af resultaterne fra de udførte kemiske analyser og de udførte undersøgelser af fyldlagenes udbredelse mv. er mængden af forurenede sediment, der skal deponeres i Lynettens sedimentdepot, og som er planlagt klappet på klappladser i Køge Bugt, beregnet at udgøre hhv. 23% og 77% af den samlede opgravede sedimentmængde for bundudskiftningen langs perimeteren for Lynetteholm.

### 3 Referencer

- /1/ Ramboll. 2020. Lynetteholm. Miljøkonsekvensrapport. Udarbejdet for Udviklingsselskabet By & Havn I/S. 24. november 2020. version nr. 7.
- /2/ Ramboll, 2021. Lynetteholm. Vurdering af påvirkninger af tilstand, og målsætninger i vandplaner og Danmarks havstrategi fra etablering af Lynetteholm. Udarbejdet for Udviklingsselskabet By og Havn I/S. Dateret 31. marts 2021.
- /3/ DHI, 2020. Anlæg af Lynetteholm. VVM – Teknisk baggrundsrapport nr. 1. Hydrauliske undersøgelser. 2. november 2020. Udarbejdet for Udviklingsselskabet By og Havn I/S. Rev.: Endelig: 1.6.
- /4/ COWI, maj 2020. Udviklingsselskabet By & Havn I/S. Lynetteholm. Datarapport, miljøkemi. Miljøkemi. Dateret 28. august 2020. Version: 3.0.
- /5/ VEJ nr. 9702 af 20/10/2008. Vejledning fra By og Landskabsstyrelsen Dumpning af optaget havbundsmateriale – klapning
- /6/ Bek. nr. 1625 af 19/12/2017. Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand.
- /7/ Rambøll, 2020, Lynetteholm. Tillæg til miljøkonsekvensrapport – uddybning af sejltrede og klapning af havbundsmateriale. Udarbejdet for Udviklingsselskabet By og Havn I/S. Dateret 21. december 2020. Version: 03.Rev.
- /8/ Ramboll, 2021. Lynetteholm. Vurdering af påvirkninger af tilstand, og målsætninger i vandplaner og Danmarks havstrategi fra klapning af havbundsmaterialer. Udarbejdet for Udviklingsselskabet By og Havn I/S. Dateret 31. marts 2021. Version: 05.Rev.
- /9/ Cowi, 2021. Udviklingsselskabet By og Havn I/S. Lynetteholm. Blødbund til klapning. Dateret 29. oktober 2021.
- /10/ Mail: "RE: Lynetteholm – Bemærkninger til GEOHAV, forureningsvurdering af miljøprøver under perimeter", fra COWI v. M.W. Nielsen til By & Havn I/S (v. M. Lundgaard) dateret 28. februar 2022, 14:58.