

Lynetteholm, Baseline rapport

Biologiske, sedimentkemiske og
vandkvalitetsundersøgelser ved Lynetteholm og
klappladser i Køge Bugt

Rapport
11823523-19

Dato 5. maj 2022

Udarbejdet for Udviklingsselskabet By & Havn I/S



Lynetteholm, Baseline rapport

Biologiske, sedimentkemiske og vandkvalitetsundersøgelser ved Lynetteholm og klappladser i Køge Bugt

Rapport
11823523-19.

Udarbejdet for: Udviklingsselskabet By & Havn I/S
Repræsenteret ved: Noelle Kehli

UDKAST

Projektleder: Jesper Goodley Dannisøe
Kvalitetsansvarlig: Bo Brahtz Christensen
Udarbejdet af: Jesper G. Dannisøe, Claus Jørgensen, Lars O. Mortensen
Projektnr.: 11823523-19
Godkendt af: Jesper Dørge
Godkendelsesdato: 09-05-2022
Revision: Endelig rapport 1.0
Klassifikation: **Begrænset:**

Filnavn: 11823523-19 Baseline rapport UDKAST.docx

Indholdsfortegnelse

1	Indledning og baggrund	6
2	Stationer og transekter	7
2.1	Bundfauna og sedimentstationer.....	7
2.1.1	Lynetteholm bundfauna og flora.....	7
2.1.2	Køge Bugt bundfauna.....	9
2.2	Videotransekter.....	10
2.2.1	Lynetteholm videotransekter	10
2.2.2	Køge Bugt videotransekter	11
2.3	Vandkvalitet	12
2.4	Sedimentkvalitet	13
3	Resultater	14
3.1	Lynetteholm resultater	14
3.1.1	Bundfauna	14
3.1.2	Blomsterplanter.....	17
3.1.3	Makroalger.....	19
3.1.4	Sedimentkemi	21
3.1.5	Vandkvalitet ved Lynetteholm	31
3.1.6	Videotransekter.....	33
3.2	Klappladser Køge Bugt.....	36
3.2.1	Bundfauna	36
3.2.2	Sedimentkemi	37
3.2.3	Videotransekter.....	42
4	Diskussion.....	45
5	Referencer	48

Figurer

Figur 2-1	Kort over 27 undersøgelsesstationer til bundfauna og sedimenter. Blå cirkler: Stationer undersøgt i 2019 og 2020, Røde cirkler: Stationer, hvor der i 2021/2022 også er indsamlet ålegræs og makroalger. Baggrundskortet viser områder med vegetation (grøn) eller sand i lavvandede områder (gul), mens blå angiver dybere områder, hvor satellit-vurderinger ikke kunne fastslå vegetationsforhold	9
Figur 2-2	Kort over stationer ved de to klappladser i Køge Bugt.	10
Figur 2-3	Kort over de 19 transekter, der er undersøgt ved Lynetteholm.....	11
Figur 2-4	Kort over de tre videotransekter i Køge Bugt. De brune firkanter angiver klappladserne. Den grå linje angiver grænsen mellem dansk og svensk farvand.....	11
Figur 2-5	Oversigt over vandkvalitetsstationer. På stationer markeret med en rød cirkel er der taget separate prøver i tre dybder, mens der på de resterende 4 stationer er taget prøver i tre dybder, som efterfølgende er blandet til en prøve.	12
Figur 3-1	Antallet af arter og individer per m ² samt ABMI index i relation til dybden af prøvestationen.....	17
Figur 3-2	Ålegræssets bladbiomasse (øverst), skudtæthed (midt) og biomasse pr. skud (nederst) som funktion af dybden på 11 stationer omkring Lynetteholm, baseret på data fra marts 2020 og december 2021. Ved skudtæthed og skudbiomasse er der kun brugt stationer, der er samlet i marts 2020. Trendlinjer er tilpasset med LOESS og har derfor ikke en global koefficient, men kan bruges til at indikere overall trends.	19
Figur 3-3	Koncentrationen af Antracen i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Den grønne linje angiver miljømål i Bekendtgørelse 1625. Den	

	gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Læg mærke til, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.	26
Figur 3-4	Koncentration af PCB-153 (øverst) og PCB-118 (nederst) i prøver fra Lynetteholm sammenlignet med den foreslåede GES. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Læg mærke til at akserne er logaritmiske.....	27
Figur 3-5	Koncentrationen af TBT (Cation) som funktion af TOC og sammenlignet med HELCOMs forslag til kriterium for god miljøtilstand (GES) og klapvejledningens krav. Analysens detektionsgrænse er 1 µg/kg. Resultater herunder er angivet som 50% af detektionsgrænsen. Læg mærke til at begge akser er logaritmiske.....	28
Figur 3-6	Sammenhæng imellem den fine sedimentfraktion (< 0,063 mm) og sediment koncentration af kobber. De øvre "outliers" er Lyn-4, -12, og -20.	29
Figur 3-7	Koncentrationen af antracen i sedimentprøver fra Klapplads, Køge Bugt som funktion af total organisk kulstof (TOC). Den grønne linje angiver miljømål i Bekendtgørelse 1625. Den gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Læg mærke til, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.	40
Figur 3-8	Koncentration af PCB-153 (øverst) og PCB-118 (nederst) i prøver fra Klappladsen sammenlignet med den foreslåede GES. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Læg mærke til at akserne er logaritmiske.....	41

Tabeller

Tabel 2-1	Stationsoversigt for Lynetteholm. F = bundfauna, Å=ålegræs, A=makroalger, S= sediment, 0= ingen prøver.	7
Tabel 2-2	Positioner for de 15 stationer i Køge Bugt. F = Fauna, S = Sediment	9
Tabel 2-3	Oversigt over vandkvalitetsvariable.	12
Tabel 2-4	Oversigt over sedimentkemiske variable	13
Tabel 3-1	Antal individer pr m ² , og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Margaleff og Simpson index, samt AMBI fundet på de 21 stationer.....	14
Tabel 3-2	De mest dominerende bundfauna arter og deres relative hyppighed på hver af 21 stationer i Lynetteholm projektområdet i forår 2020 og vinter 2021.	15
Tabel 3-3	Gennemsnit (± sd) og median (range) bladbiomasse, skudtæthed, biomasse pr. skud og dækningsgradkorrigeret biomasse.....	18
Tabel 3-4	Antal makroalgearter, deres samlede biomasse og diversiteten udtrykt ved to indekser: Margaleff (d) og Simpsons index på 5 stationer i Lynetteholm projektområdet i sommeren 2019.	19
Tabel 3-5	De mest dominerende makroalgearter og deres relative hyppighed på hver af 11 stationer i Lynetteholm projektområdet i forår 2020 og vinter 2021.	20
Tabel 3-6	Oversigt over anvendte aktionsniveauer i forbindelse med klapning /1/	21
Tabel 3-7	Analyseresultater af tungmetaller.	22
Tabel 3-8	Indhold af TBT og nedbrydningsprodukter. Grønne celler angiver værdier under nedre aktionsniveau, gule celler angiver værdier mellem nedre og øvre aktionsniveau.....	22
Tabel 3-9	Oversigt over PAH komponenter.	23
Tabel 3-10	Koncentrationer fra PCB analyser.	24
Tabel 3-11	Resultater for phthalat- og nonylphenol analyser.	24

Tabel 3-12	Miljømål (mg/kg tørstof) i henhold til Bekendtgørelse 1625 /2/, Miljøstyrelsens kvalitetskriterier /8/ eller HELCOM /3/ samt analysernes detektionsgrænser.	25
Tabel 3-12	Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og fosfor i sedimentprøver fra Lynetteholm med gennemsnit og standardafvigelse.	30
Tabel 3-13	Tungmetaller: Resultater af prøvetagning 9.februar 2022. Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen. Grøn markering viser, at resultatet er under det generelle krav, gul viser, at resultatet overskrider det generelle krav, men ligger under max-kravet og orange angiver, at resultatet overskrider max-kravet.	31
Tabel 3-14	Tungmetaller: Resultater af prøvetagning 16.marts 2022. Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen.	32
Tabel 3-16	Koncentrationer af kvælstof og fosfat: Resultater af prøvetagning 16.marts 2022. Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen.	32
Tabel 3-15	Oversigt over observationer fra de 19 transekter i Lynetteholmsområdet.	34
Tabel 3-16	Antal individer, og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Margaleff og Simpson index, samt AMBI fundet på de 13 stationer.	37
Tabel 3-17	Køge Bugt: Analyseresultater af tungmetaller i sedimenter.	38
Tabel 3-18	Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af Tributyl-tin og derivater i sedimenter.	38
Tabel 3-19	Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af PAH-forbindelser i sedimenter.	39
Tabel 3-20	Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af PCB-forbindelser i sedimenter.	39
Tabel 3-22	Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og forfor i sedimentprøver fra klappalsedrne i Køge Bugt med gennemsnit og standardafvigelse.	42
Tabel 3-21	Oversigt over observationer fra de 3 transekter i Køge Bugt.	44

Bilag

Bilag A

Bundflora

Bilag A.1

Makroalger ved Lynetteholm

Bilag B

Bundfauna

Bilag B.1

Bundfauna fra Lynetteholm

Bilag B.2

Bundfauna fra Køge Bugt

Bilag C

Analyserapport

Bilag C.1

Sediment

Bilag C.2

Vand

1 Indledning og baggrund

Undersøgelser og målinger

Som led i Lynetteholm projektet er der gennemført en lang række undersøgelser af forholdene ved og omkring selve det område, hvor den kommende Lynetteholm vil ligge samt ved de klappladser i Køge Bugt, der bruges til at deponere afgravede materialer.

I 2020 blev de første biologiske baselinerapporter udarbejdet. De dækkede primært områderne ved Trekroner /1/ og Middelgrund /2/ og i mindre grad områderne rundt om hele Lynetteholmsområdet. Derfor blev det besluttet at gennemføre yderligere undersøgelser af de biologiske og sedimentkemiske forhold på en række nye stationer, såvel ved Lynetteholm som ved de to klappladser i Køge Bugt. Det blev også besluttet, at nogle af de allerede undersøgte stationer fra de to første undersøgelser kunne indgå i en samlet baseline for Lynetteholms området, så der samlet set ville være data fra 27 stationer og 19 videotransekter. I Køge Bugt ved klappladserne er der ikke tidligere gennemført undersøgelser. Her blev der udpeget 15 bundfauna og sediment stationer, samt 3 videotransekter.

På grund af anlægsaktiviteterne var det ikke muligt at gennemføre undersøgelserne i de to områder, i de perioder, der i diverse tekniske anvisninger fra Miljøstyrelsen anses for optimale

Derfor kan denne baseline undersøgelse betragtes som en vinterstatus, som skal opdateres med supplerende undersøgelser i forårs- og sommerperioden i 2022, da samtlige indsamlinger på 20 nye stationer blev gennemført i december 2021 og januar 2022.

Da det er planlagt, at der skal gennemføres en opfølgende undersøgelse af alle stationer i juni 2022 foreslås det, at afrapporteringen omfatter samtlige indsamlede data fra både 2019, 2021 og 2022.

Det skal understreges, at bortset fra vandkvalitetsanalyser er samtlige andre undersøgelser gennemført **FØR** gravearbejderne ved Lynetteholm blev påbegyndt og resultaterne viser således forholdene **UDEN** påvirkning fra gravearbejderne.

2 Stationer og transekter

Net af stationer og transekter

For at kunne vurdere effekterne af anlæggelse af Lynetteholm blev der udpeget et antal stationer og videotransekter, som over flere år vil kunne bruges til at se på potentielt midlertidige og varige påvirkninger af havbunden. Tilsvarende blev der udlagt 15 nye stationer, samt 3 videotransekter ved og omkring de to klappladser i Køge Bugt, som bruges til deponering.

Ud over ovenstående har man fra myndighedernes side ønsket at få taget vandprøver på 9 stationer under graveaktiviteterne. Oprindeligt var kravet 3 gange i en gravesæson (Oktober-marts), men da graveaktiviteterne i sæson 2021-2022 først startede op i januar 2022 er der kun taget 2 sæt prøver.

Endelig er der også taget vandkvalitetsprøver på et antal stationer ved Prøvestensdepotet og ved Amager Ressource Centers udledning. Resultatet af disse prøvetagninger afreporteres separat.

2.1 Bundfauna og sedimentstationer

Bundfauna og sedimentprøver er primært udtaget med en HAPS core sampler, på de steder, hvor bunden havde en sedimentsammensætning, der tillod brug af denne sampler. På nogle stationer var bunden blandet med sten, hvorfor man ikke kunne tage prøver med HAPS. Her blev det i stedet forsøgt med en 250 cm² van Veen grab sampler.

I Lynetteholmsområdet er der også indsamlet ålegræs og makroalger ved hjælp af dykker. I afsnittene herunder er indsamlingen på de enkelte stationer nærmere beskrevet.

2.1.1 Lynetteholm bundfauna og flora

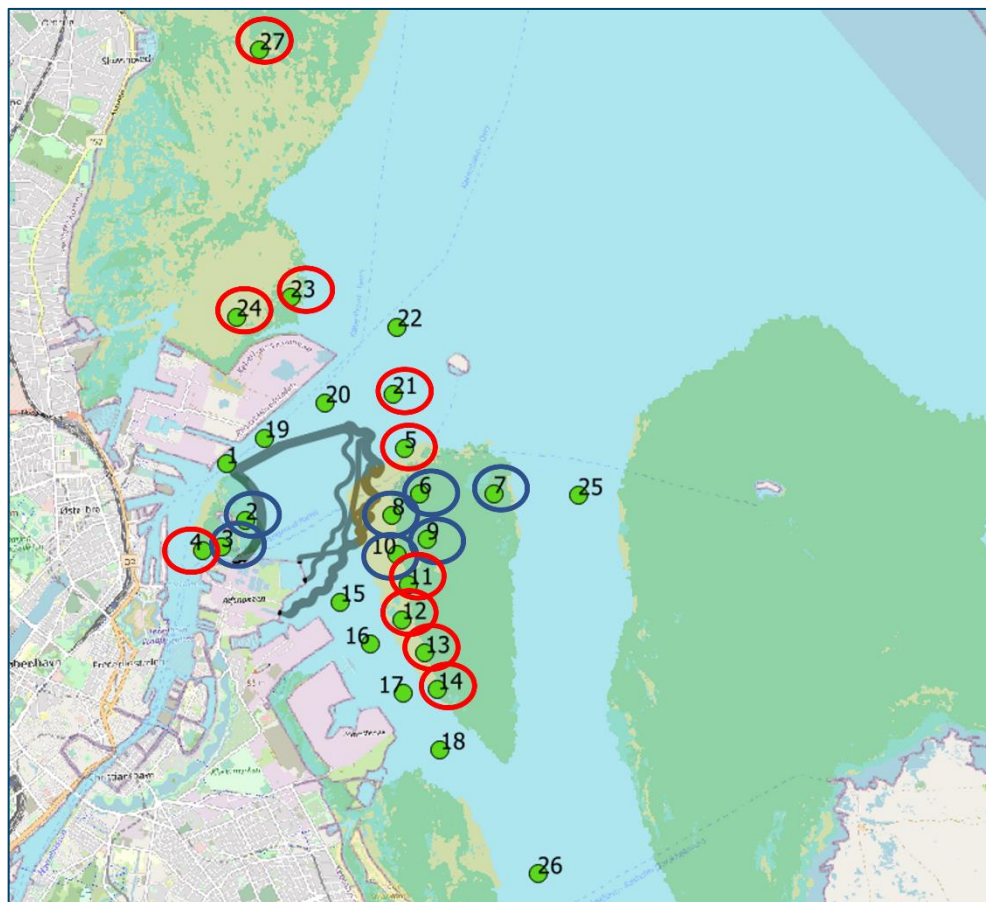
Som nævnt er der tidligere blevet gennemført indsamling af bundfauna, ålegræs og makroalger på en række stationer. For de undersøgelser, der blev lavet i 2019 var fokus blandt andet på at fastslå de biologiske/sedimentkemiske forhold i områder, der ved udbygning af Lynetteholm ville blive del af den fremtidige holm. Undersøgelserne ved Middelgrund blev også gennemført for at få et bedre grundlag for den biologiske mangfoldighed på de lavvandede områder, hvoraf en lille del i fremtiden vil blive del af Lynetteholm.

Da en ny baseline skulle gennemføres i 2021-2022, blev det besluttet kun at indsamle på nye stationer og bruge viden fra de tidligere undersøgelser fra 7 af de i alt 27 stationer, der blev udpeget. Dybden på den enkelte station afgjorde, om der ud over bundfauna også skulle indsamles ålegræs og makroalger (stationer på lavere vand end 7-8 m). Desuden viste nogle stationer sig så stenede, at det ikke var muligt at lave en korrekt indsamling med HAPS eller van Veen. Nedenstående tabel giver en oversigt om hvad der er indsamlet på den enkelte stationer.

Tabel 2-1 Stationsoversigt for Lynetteholm. F = bundfauna, Å=ålegræs, A=makroalger, S= sediment, 0= ingen prøver.

Station ID	N [°]	E [°]	GI nummer	Dybde [m]	Indsamlet
1	55,70967	12,61466	Ny	10	F,S

Station ID	N [°]	E [°]	GI nummer	Dybde [m]	Indsamlet
2	55,70273	12,61826	B_3	4	
3	55,69962	12,61269	B_14	2,5	
4	55,69932	12,60856	Ny	4,5	F,Å,A,S
5	55,71051	12,65338	Ny	6	F,Å,A,S
6	55,70486	12,65605	MT-4.2	4,5	
7	55,7044	12,67215	MT-4.1	3	
8	55,70235	12,65006	MT 5.1	5,5	
9	55,69916	12,65716	MT 6.2	3,8	
10	55,69757	12,65035	MT 7.1	5	
11	55,69378	12,65259	Ny	4,5	F,Å,A,S
12	55,68957	12,65092	Ny	5	F,Å,A,S
13	55,68533	12,65554	Ny	5	F,Å,A,S
14	55,68082	12,65786	Ny	4,5	F,Å,A,S
15	55,69211	12,63782	Ny	13	F,S
16	55,68679	12,64371	Ny	15,3	F,S
17	55,6806	12,65038	Ny	14,2	F,S
18	55,67344	12,65775	Ny	13	F,S
19	55,71267	12,62317	Ny	10,5	0
20	55,71653	12,63684	Ny	12,8	F,S
21	55,71713	12,65149	Ny	7	Å,A,S
22	55,72539	12,65322	Ny	15,2	F,S
23	55,72969	12,6305	Ny	7	F,Å,A,S
24	55,72758	12,61858	Ny	4,4	F,Å,A,S
25	55,70363	12,6904	Ny	16,8	0
26	55,65764	12,67738	Ny	10	S
27	55,76012	12,62656	Ny	5,5	Å,A,S



Figur 2-1 Kort over 27 undersøgelsesstationer til bundfauna og sedimenter. Blå cirkler: Stationer undersøgt i 2019 og 2020, Røde cirkler: Stationer, hvor der i 2021/2022 også er indsamlet ålegræs og makroalger. Baggrundskortet viser områder med vegetation (grøn) eller sand i lavvandede områder (gul), mens blå angiver dybere områder, hvor satellit-vurderinger ikke kunne fastslå vegetationsforhold ¹

2.1.2 Køge Bugt bundfauna

I Køge Bugt ved de to klappladser blev der forsøgt indsamlet prøver på 15 stationer, hvoraf det var umuligt at indsamle på enkelte af stationerne på grund af meget stenet bund. I enkelte tilfælde blev stationen flyttet 30-50 m i flere forskellige retninger for at finde en bund, der var egnet til indsamling med HAPS eller van Veen grab sampler. I nedenstående Tabel 2-2 fremgår det, hvad der er indsamlet på de 15 stationer.

Tabel 2-2 Positioner for de 15 stationer i Køge Bugt.
F = Fauna, S = Sediment

Stationer	N [°]	E [°]	Dybde [m]	Indsamlet
1	55,4534	12,58424	13,0	F,S
2	55,46918	12,57187	14,9	F,S
3	55,46285	12,583	15,0	F,S
4	55,45707	12,59402	13,0	S
5	55,45064	12,60602	12,5	F,S

¹ [Marine Vegetation Mapping \(satlas.dk\)](https://satlas.dk/)

Stationer	N [°]	E [°]	Dybde [m]	Indsamlet
6	55,4434	12,61991	13,8	F,S
7	55,46325	12,6142	11,5	F,S
8	55,47671	12,60916	13,6	F,S
9	55,4726	12,6209	12,9	F,S
10	55,46793	12,62958	11,2	F,S
11	55,4615	12,64066	12,8	F
12	55,45702	12,64935	12,2	
13	55,47058	12,63817	11,0	
14	55,44866	12,56713	14,5	F,S
15	55,47663	12,65432	12,0	S



Figur 2-2 Kort over stationer ved de to klappladser i Køge Bugt.

2.2 Videotransekt

Videotransekt er gennemført med en slæbevideo og med en fart på 1,5 – 2 knob.

2.2.1 Lynetteholm videotransekt

I Lynetteholm området blev der sejlet 19 transekt, som det fremgår af nedenstående figur. Da videotransekterne er gennemført i december 2021 er der naturligvis ikke direkte sammenligneligheder med transekt, der er gennemført i maj-juni, som er de anbefalede perioder for vegetationsobservationer.



Figur 2-3 Kort over de 19 transekter, der er undersøgt ved Lynetteholm.

2.2.2 Køge Bugt videotransekter

I Køge bugt blev der sejlet 3 transekter, som det fremgår af nedenstående figur.



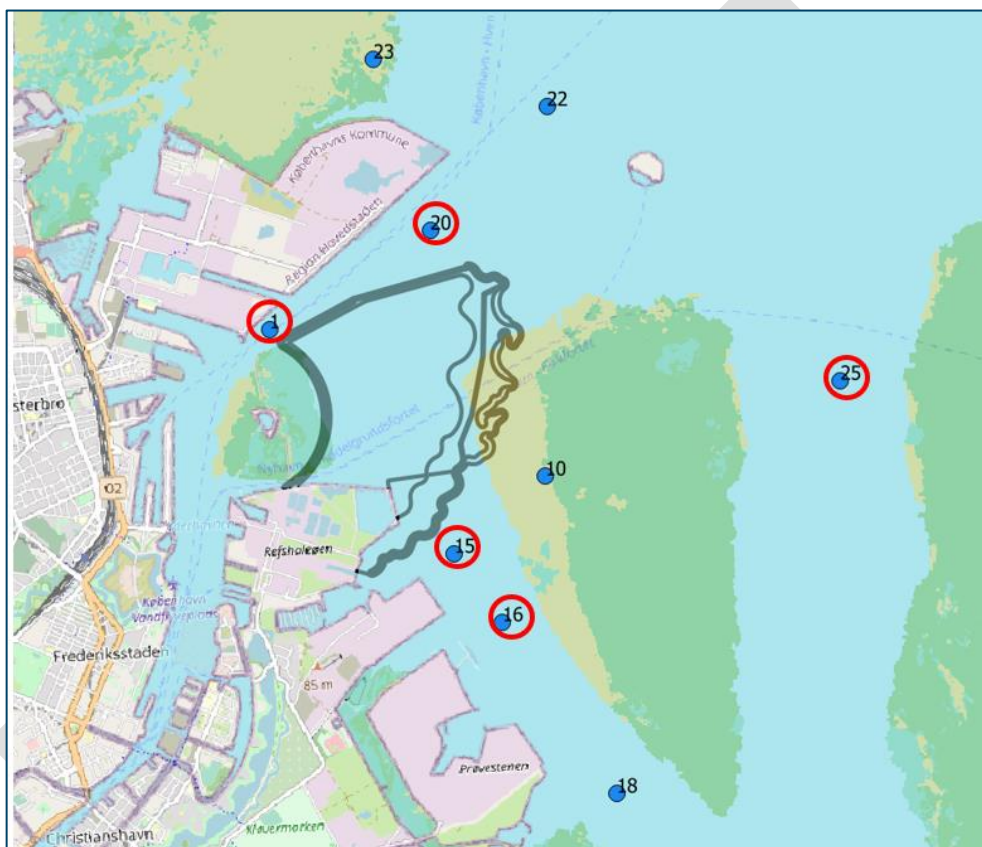
Figur 2-4 Kort over de tre videotransekter i Køge Bugt. De brune firkanter angiver klappladserne. Den grå linje angiver grænsen mellem dansk og svensk farvand.

2.3 Vandkvalitet

Med reference til tilladelsen for arbejderne om Lynetteholm var der rejst krav i Implementeringsredegørelsen om indsamling af vandprøver 3 gange i en 6 måneders gravesæson. Da gravearbejderne først kom i gang i januar 2022, er der taget prøver 2 gange.

Til indsamling af vandprøver er der anvendt en 5 liters Ruttner sampler. Der er indsamlet vandprøver 1 m over bunden, midt i vandsøjlen og 1 m under overfladen. Alt efter stationerne er vandprøverne enten blandet sammen til en kombineret prøve eller holdt adskilt i tre separate prøver. For hver stationer er der i nedenstående beskrevet, hvilken prøvetype, der er anvendt.

Der blev indsamlet prøver den 9. februar og den 16. marts.



Figur 2-5 Oversigt over vandkvalitetsstationer. På stationer markeret med en rød cirkel er der taget separate prøver i tre dybder, mens der på de resterende 4 stationer er taget prøver i tre dybder, som efterfølgende er blandet til en prøve.

Vandprøverne blev analyseret for nedenstående variable. Efter prøvetagningen i februar, hvor der ikke blev fundet organotinforbindelser, blev det besluttet at udelade analyser for disse stoffer i analyserne for marts.

Tabel 2-3 Oversigt over vandkvalitetsvariable.

Variable	Variable
Total phosphor, P	PAH'er 16 komp:
Total kvælstof, N	Naphtalen
Organotinforbindelser TBT, DBT, MBT	Acenaphtylen
Monobutyltin-cation (MBT)	Acenaphten
Dibutyltin-cation (DBT)	Fluoren

Variable	Variable
Tributyltin-cation (TBT)	Phenanthren
Suspenderede stoffer	Anthracen
Arsen, As	Fluoranthen
Bly, Pb	Pyren
Cadmium, Cd	Benzo(a)anthracen
Barium, Ba	Chrysen
Chrom, Cr	Benzo(b+j+k)fluoranthener
Kobber, Cu	Benz(a)pyren
Kviksølv, Hg	Indeno(1,2,3-cd)pyren
Nikkel, Ni	Dibenzo(a,h)anthracen
Zink, Zn	Benzo(ghi)perylene
	Benz(e)pyren

2.4 Sedimentkvalitet

På alle stationer, hvor der blev prøvetaget for bundfauna, blev der også udtaget sedimentprøver til analysering af nedenstående variable. Prøverne blev udtaget med samme indsamlingsudstyr som prøver til faunabestemmelse, for så vidt at bundforholdene tillod det. Hovedparten blev udtaget med en HAPS, mens enkelte blev udtaget med en van Veen grab eller med dykker.

Tabel 2-4 Oversigt over sedimentkemiske variable

Variable	Variable
Tørstofindhold	Benzo(a)anthracen
Kornstørrelsesfordeling	Chrysen
Organotinforbindelser: TBT, DBT og MBT	Benz(a)pyren
TBT-Sn	Indeno(1,2,3-cd)pyren
cation (TBT)	Benzo(ghi)perylene
DBT-Sn	Phenanthren
DBT-cation	Anthracen
MBT-Sn	Fluoranthen
MBT-cation	Pyren
TS	PCB congen 28
Glødetab af total prøve	PCB congen 52
Arsen	PCB congen 101
Bly	PCB congen 118
Barium	PCB congen 138
Cadmium	PCB congen 153
Chrom	PCB congen 180
Kobber	DMP (Dimethylphthalat)
Kviksølv	DEP (Diethylphthalat)
Nikkel	BBP (Benzylbutylphthalat)
Zink	DOP (Dioctylphthalat)
Total-Nitrogen	DEHP (Bis(2-ethylhexyl)phthalat)
Total-Phosphor	DBP (Dibutylphthalat)
Glødetab	Nonylphenol
TOC	DNP (Diisononylphthalat)

3 Resultater

3.1 Lynetteholm resultater

3.1.1 Bundfauna

Artsdiversitet

På de 21 stationer var der i gennemsnit ($\pm$ standardafvigelse (sd)) 11.614 ($\pm$ 10.014) individer pr. m² fordelt på 12 taxa, med Gastropoda som den mest dominerende taxa og 71 artertæ. Den gennemsnitlige ($\pm$ sd) biomasse var 171,1 ($\pm$ 30,6) g tørvægt pr. m².

Artsrigdommen per station blev målt med et Margaleff index, som beskriver antallet af arter i forhold til totalantallet af individer. Der blev fundet en gennemsnitlig ($\pm$ sd) artsrigdom i bundfaunaen på 2,2 ($\pm$ 0,55). Diversiteten blev desuden beregnet med et Simpson index, som beskriver, om antallet af individer er fordelt ligeligt på arterne, eller om enkelte arter dominerer samfundet. Det gennemsnitlige ($\pm$ sd) Simpson index var 0,66 ($\pm$ 0,14 sd), jf. Tabel 3-1, hvilket indikerer, at en større del af de identificerede individer fordeler sig på få arter. Slutteligt blev der også estimeret et AMBI index (AZTI Marine Biotic Index) for de individuelle stationer og for området generelt. Dette lå på 3,1 ($\pm$ 0,8), hvilket indikerer en let forstyrret havbund. Det skal dog noteres at station 16, 17 og 22 var signifikant forskellig fra de andre stationer og lå i kategorien moderat eller kraftig påvirket havbund.

Tabel 3-1 Antal individer pr m², og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Margaleff og Simpson index, samt AMBI fundet på de 21 stationer.

Station	Totalt antal individer (per m ²)	Antal arter	Margaleff index	Simpson	AMBI
2	9.950	23	2,39	0,73	3,22
3	15.390	17	1,66	0,53	3,00
4	9.211	15	1,53	0,60	2,55
5	9.471	27	2,84	0,79	2,81
6	12.590	20	2,01	0,63	2,88
7	34.790	26	2,39	0,71	2,11
8	28.840	18	1,66	0,42	2,84
9	10.330	22	2,27	0,57	2,71
10	14.160	17	1,67	0,34	3,20
11	10.460	22	2,27	0,62	3,00
12	6.983	21	2,26	0,66	2,96
13	16.873	22	2,16	0,52	3,09
14	11.449	17	1,71	0,72	2,89
15	1.628	22	2,84	0,76	2,99
16	3.566	16	1,83	0,74	5,14
17	2.697	18	2,15	0,82	4,67

Station	Totalt antal individer (per m ²)	Antal arter	Margaleff index	Simpson	AMBI
18	2.208	15	1,82	0,83	3,22
19	1.838	22	2,79	0,85	1,90
20	729	11	1,52	0,61	4,91
22	6.494	31	3,42	0,86	2,80
23	34.246	34	3,16	0,53	2,76
24	9.950	23	2,39	0,73	3,22

Den hyppigst forekommende art var *Hydrobia ulvae* (gennemsnitligt 5.046 individer per m²), som typisk forekommer i ålegræs og som var den mest forkommende art på 10 stationer. Efterfølgende var der gennemsnitligt fundet flest *Pygospio elegans* (2.227 individer per m²). Begge er almindelige på sandbund på lavt vand. *Pygospio elegans* var dog kun dominerende på 2 stationer, hvor *Mytilus edulis* (2.226 individer per m²), som også er hyppigt forekommende var dominerende på 3 stationer, jf.

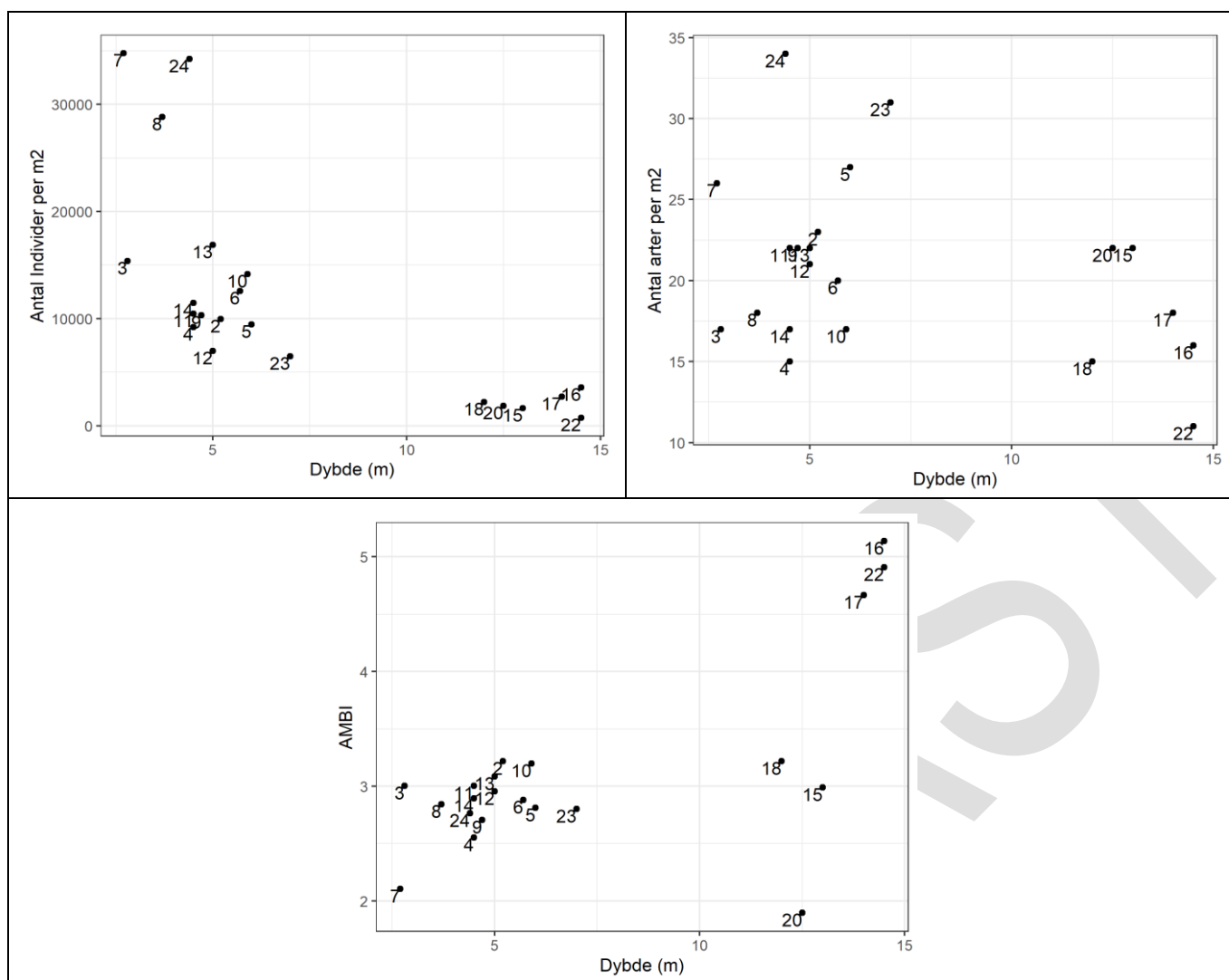
Tabel 3-2. En oversigt over alle arter sammen med det gennemsnitlige antal identificerede individer per m² kan ses i **Error! Reference source not found.**

Tabel 3-2 De mest dominerende bundfauna arter og deres relative hyppighed på hver af 21 stationer i Lynetteholm projektområdet i forår 2020 og vinter 2021.

Prøve	Art	Antal individer per m ²	Prøve	Art	Antal individer per m ²
2	<i>Tubificoides benedeni</i>	1.310	13	<i>Mytilus edulis</i>	679
	<i>Hydrobia ulvae</i>	1.910		<i>Pygospio elegans</i>	3.247
	<i>Pygospio elegans</i>	4.540		<i>Hydrobia ulvae</i>	11.149
3	<i>Chironomidae</i>	1.010	14	<i>Cyathura carinata</i>	889
	<i>Tubificoides benedeni</i>	1.290		<i>Mytilus edulis</i>	3.127
	<i>Hydrobia ulvae</i>	10.340		<i>Hydrobia ulvae</i>	5.005
4	<i>Pusillina sarsii</i>	1.109	15	<i>Tharyx marioni</i>	140
	<i>Chironomidae</i>	2.008		<i>Terebellides stroemi</i>	170
	<i>Hydrobia ulvae</i>	5.305		<i>Scoloplos armiger</i>	739
5	<i>Pygospio elegans</i>	1.009	16	<i>Scoloplos armiger</i>	390
	<i>Hydrobia ulvae</i>	1.139		<i>Capitella capitata</i>	899
	<i>Mytilus edulis</i>	3.916		<i>Tubificoides benedeni</i>	1.489
6	<i>Pygospio elegans</i>	1.050	17	<i>Nematoda</i>	250
	<i>Mytilus edulis</i>	3.570		<i>Capitella capitata</i>	509
	<i>Hydrobia ulvae</i>	6.670		<i>Tubificoides benedeni</i>	909
7	<i>Hydrobia ulvae</i>	3.530	18	<i>Ampharete baltica</i>	360
	<i>Rissoa membranacea</i>	6.940		<i>Tubificoides benedeni</i>	450
	<i>Mytilus edulis</i>	17.000		<i>Scoloplos armiger</i>	639
8	<i>Rissoa membranacea</i>	1.450	20	<i>Terebellides stroemi</i>	280
	<i>Mytilus edulis</i>	4.550		<i>Ampharete baltica</i>	300
	<i>Hydrobia ulvae</i>	21.500		<i>Scoloplos armiger</i>	480

Prøve	Art	Antal individer per m ²	Prøve	Art	Antal individer per m ²
9	<i>Rissoa membranacea</i>	970	22	<i>Tharyx marioni</i>	50
	<i>Mytilus edulis</i>	1.300		<i>Scoloplos armiger</i>	130
	<i>Hydrobia ulvae</i>	6.500		<i>Tubificoides benedeni</i>	430
10	<i>Tubificoides benedeni</i>	820	23	<i>Hydrobia ulvae</i>	769
	<i>Mytilus edulis</i>	1.250		<i>Pygospio elegans</i>	1.079
	<i>Hydrobia ulvae</i>	11.440		<i>Mytilus edulis</i>	1.738
11	<i>Hediste diversicolor</i>	609	24	<i>Pusillina sarsii</i>	2.527
	<i>Pygospio elegans</i>	1.399		<i>Mytilus edulis</i>	3.646
	<i>Hydrobia ulvae</i>	6.204		<i>Pygospio elegans</i>	23.017
12	<i>Pygospio elegans</i>	280			
	<i>Hediste diversicolor</i>	2.577			
	<i>Hydrobia ulvae</i>	3.127			

Antallet af individer var relateret til dybden af prøvestederne (lineær regression, $p < 0.05$) og aftog eksponentielt med dybden, med de dybeste stationer havende det laveste antal individer, jf. Figur 3-1. I kontrast hertil var der ikke en trend i antallet af arter med dybden. Dog var de stationer med flest arter lokaliseret på dybder mindre end 7 meter. Derudover var de stationer med højest ABMI også lokaliseret på de dybeste stationer. Antallet af individer var også relateret til sæsonen hvor samplingen blev foretaget, med flest individer om forår/sommer, og færre om vinteren. Dog blev der også samlet på dybere stationer om vinteren end om sommeren, hvilket gør det uklart, om det er dybden eller årstiden, der bestemte antallet af individer. Sæsonen havde ikke effekt på antallet af arter.



Figur 3-1 Antallet af arter og individer per m² samt AMBI index i relation til dybden af prøvestationen.

3.1.2 Blomsterplanter

Artsdiversitet

Ålegræs og andre blomsterplanter blev under prøvetagningen i 2019 hovedsageligt fundet på det lavvandede, bølge-beskyttede område omkring Trekroner Fortet. Området er domineret af blød bund med få sten. I 2020 blev der også fundet blomsterplanter på Middelgrunden og under prøvetagning i 2021, er der også samlet blomsterplanter nord for Lynetteholm.

Ålegræs var dominerende i indsamlingsområderne, men der blev observeret en anden art af blomsterplanter, Krybende vandkrans (*Zannichellia palustris*).

Ålegræs

Ålegræssets biomasse og skudtæthed

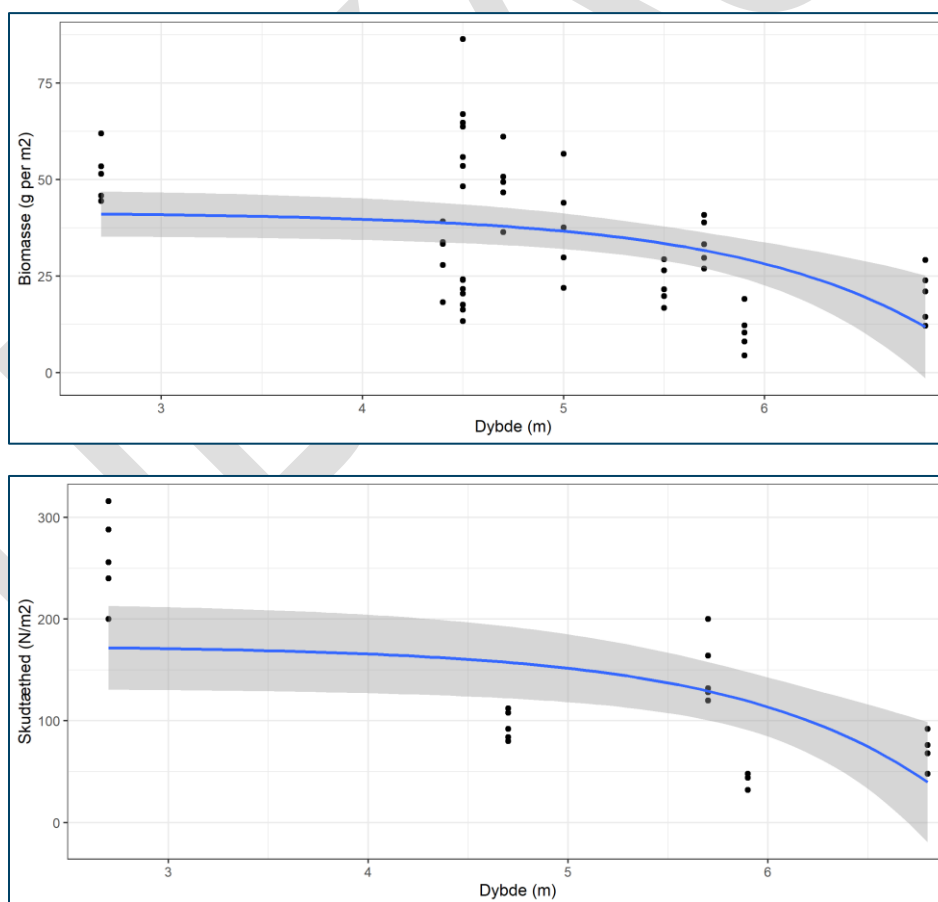
Ålegræssets bladbiomasse varierede mellem 10,8 og 60,1 g tørvægt m⁻² på de 11 stationer i projektområdet, hvor der blev samlet efter ålegræs. Den gennemsnitlige bladbiomasse ($\pm$ sd) var 34,3 ($\pm$ 15,4) g tørvægt per m², mens

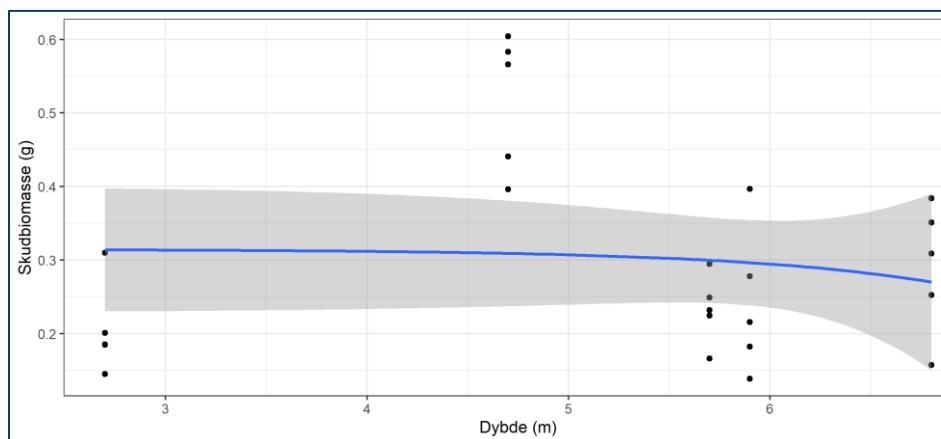
skudtætheden varierede mellem 0 og 260 skud per m^2 , og den gennemsnitlige skudtæthed ($\pm$ sd) var 56,1 ($\pm 84,2$) skud per m^2 , jf. Figur 3-2 og Tabel 3-3. Den høje variation i skudtætheden skyldes sandsynligvis at ca. halvdelen af stationerne er samlet om vinteren, mens resten er samlet i slutningen af marts. Dette resulterede også i en gennemsnitlig lav biomasse per skud ($0,13 \pm 0,17$). Ses der bort fra stationer, der er prøvetaget i vinterperioden bliver biomassen per skud i gennemsnit $0,30 (\pm 0,13)$.

De højeste biomasser på ca. 50 g tørvægt per m^2 blev fundet på mellem 4 og 5 meters dybde, og de største skudtætheder på ca. 300 skud per m^2 blev fundet på det laveste vand, jf. Tabel 3-3 og Figur 3-2. Bladbiomasse og skudtæthed faldt på dybder > 5 meter. Der var intet mønster i den gennemsnitlige skudbiomasse som funktion af dybden.

Tabel 3-3 Gennemsnit ($\pm$ sd) og median (range) bladbiomasse, skudtæthed, biomasse pr. skud og dækningsgradkorregeret biomasse.

	Gennemsnit ($\pm$ sd)	Median (range)
Bladbiomasse (g tørvægt m^{-2})	34,25 ($\pm 15,4$)	34,0 (10,8 – 61,0)
Skudtæthed (skud m^{-2})	56,1 ($\pm 84,2$)	0,0 (0,0 – 260,0)
Biomasse pr skud (g)	0,13 ($\pm 0,17$)	0,0 (0,0 – 0.51)





Figur 3-2 Ålegræssets bladbiomasse (øverst), skudtæthed (midt) og biomasse pr. skud (nederst) som funktion af dybden på 11 stationer omkring Lynetteholm, baseret på data fra marts 2020 og december 2021. Ved skudtæthed og skudbiomasse er der kun brugt stationer, der er samlet i marts 2020. Trendlinjer er tilpasset med LOESS og har derfor ikke en global koefficient, men kan bruges til at indikere overall trends.

3.1.3 Makroalger

Artsdiversitet

Der blev i alt fundet 29 arter af makroalger på de 11 stationer, jf. Tabel 3-4. Den gennemsnitlige artsdiversitet udtrykt som Margaleff index ($\pm$ sd) var 2,7 ($\pm 0,97$), og som Simpsons indeks ($\pm$ sd) var 0,59 ($\pm 0,22$). Margaleff index er et udtryk for forholdet mellem antallet af arter og antallet af individer i prøven og fortæller, om antallet af arter er sammenligneligt med antallet af individer. Simpsons index er et diversitetsmål, der tager højde for den relative hyppighed af hver art (evenness).

Der blev fundet ca. samme antal arter og diversitet udtrykt ved Margaleff index (9-12 arter, jf. Tabel 3-4 på stationerne, mens diversiteten udtrykt ved Simpsons index var lidt højere på de to østligste stationer på Middelpult.

Tabel 3-4 Antal makroalgearter, deres samlede biomasse og diversiteten udtrykt ved to indekser: Margaleff (d) og Simpsons index på 5 stationer i Lynetteholm projektområdet i sommeren 2019.

Station	Antal arter (S)	Margaleff, d	Simpsons index	Biomasse (g m ⁻²) ($\pm$ sd)	Dybde (m)
4	9	1,27	0,08	541,72 (± 57)	4,5
5	13	2,52	0,68	118,04 (± 7)	6,0
6	20	3,84	0,82	141,10 (± 8)	5,7
7	7	1,56	0,74	46,96 (± 5)	2,7
8	16	3,07	0,81	133,41 (± 17)	3,7
10	18	4,40	0,59	47,50 (± 4)	5,9

Station	Antal arter (S)	Margaleff, d	Simpsons index	Biomasse (g m ⁻²) (±sd)	Dybde (m)
11	10	2,47	0,36	37,99 (±10)	4,5
21	12	3,52	0,56	22,69 (±2)	7,0
23	12	2,35	0,51	108,64 (±6)	7,0
24	12	2,01	0,68	238,87 (±39)	4,4
27	11	2,09	0,67	120,06 (±5)	5,5

De tre mest dominerende makroalgearter på makroalgestationerne ses i Tabel 3-5. *Vertebrata fucoides* (Almindelig ledtang) var den mest almindeligt forekommende art og forekommer på 7 stationer, efterfulgt af *Furcellaria lumbricalis* (Gaffeltang) og *Coccotylus/Phyllophora* (Rødblåd) på 4 stationer. Dog havde *Fucus serratus* (Savtang) den højeste biomasse fundet på station 4. Alle de fundne arter er almindeligt forekommende i hele Kattegat-Østersø området (Nielsen et al. 1995).

Tabel 3-5 De mest dominerende makroalgearter og deres relative hyppighed på hver af 11 stationer i Lynetteholm projektområdet i forår 2020 og vinter 2021.

Prøve	Art	Biomasse (g/m ²)
4	<i>Sphacelaria</i>	5,2
	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	12,1
	<i>Fucus serratus</i>	518,9
5	<i>Saccharina latissima</i>	10,6
	<i>Vertebrata fucoides</i>	42,8
	<i>Fucus serratus</i>	48,6
6	<i>Saccharina latissima</i>	27,0
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	27,0
	<i>Vertebrata fucoides</i>	39,7
7	<i>Phycodrys rubens</i>	8,5
	<i>Delesseria sanguinea</i>	14,8
	<i>Dumontia contorta</i>	15,5
8	<i>Ceramium virgatum</i>	21,8
	<i>Coccotylus</i>	25,2
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	42,2
10	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	2,7
	<i>Rhodomela confervoides</i>	3,4
	<i>Vertebrata fucoides</i>	29,9
11	<i>Polyides rotunda</i>	0,8
	<i>Vertebrata fucoides</i>	5,7
	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	29,9
21	<i>Rhodomela confervoides</i>	1,1
	<i>Saccharina latissima</i>	7,0
	<i>Vertebrata fucoides</i>	13,2
23	<i>Polyides rotunda</i>	1,8
	<i>Vertebrata fucoides</i>	42,3
	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	63,1

Prøve	Art	Biomasse (g/m ²)
24	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	57,2
	<i>Polyides rotunda</i>	69,3
	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	101,0
27	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	8,1
	<i>Vertebrata fucoides</i>	46,5
	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	49,4

Det var således *Coccotylus/Phyllophora* der arealmæssigt dominerede mest, ved at være den mest forekommende art på 4 stationer, efterfulgt af *Vertebrata fucoides* som var dominerende på 3 stationer, *Fucus serratus* på to stationer og *Furcellaria lumbricalis* og *Dumontia contorta* på en hver.

Artsdiversiteten i undersøgelsesområdet er således høj, da antallet af arter fundet på stationerne ligger mellem 7 og 20, jf. Tabel 3-5, hvor der i undersøgelser af makroalger i Limfjorden var mellem 6 og 11 arter per station (DTU Aqua 2015).

3.1.4 Sedimentkemi

De sedimentkemiske data er sammenlignet med de tilladte koncentrationer, som fremgår af klapvejledningen /1/. Der er kun fokus på analyserede stoffer, som er nævnt i klapvejledningen.

Klapvejledningen benytter to grænser, hhv. nedre og øvre aktionsniveau, og værdierne for disse fremgår af Tabel 3-6.

Tabel 3-6 **Oversigt over anvendte aktionsniveauer i forbindelse med klapning /1/**

Stof	Nedre aktionsniveau (TS)	Øvre aktionsniveau (TS)
Kobber (Cu) mg/kg	20	90 200 kg/år/havn
Kviksølv (Hg) mg/kg	0,25	1
Nikkel (Ni) mg/kg	30	60
Zink (Zn) mg/kg	130	500
Cadmium (Cd) mg/kg	0,4	2,5
Arsen (As) mg/kg	20	60
Bly (Pb) mg/kg	40	200
Chrom (Cr) mg/kg	50	270
TBT µg/kg	7	200 1 kg/år/havn
PCB µg/kg ¹⁾	20	200
PAH mg/kg ²⁾	3	30

Desuden er resultaterne vurderet i forhold til miljømålene i Bekendtgørelse 1625 /2/ og HELCOM værdier for god miljøtilstand (GES, Good Environmental Status /3/, /4/).

Laboratoriets analyserapport er vedlagt i Bilag C.1

Vurdering i forhold til Klapvejledningen

I de efterfølgende tabeller er værdierne fra klapvejledningen brugt til at vurdere sedimentkemien, for så vidt der er krav. Der er brugt grøn markering af koncentrationer under nedre niveau, gule mellem nedre og øvre og orange over øvre aktionsniveau.

For tungmetaller er det kun en kviksølv-koncentration på Lynette 4, som overstiger øvre aktionsniveau (0,9 % af alle analyser), mens der er 19 prøver (17,6%) som ligger mellem øvre og nedre og 88 prøver (84,5%) der ligger under nedre aktionsniveau. Resultaterne fremgår af Tabel 3-7.

Tabel 3-7 Analyseresultater af tungmetaller.

Station	As	Pb	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	3,4	14	33	0,28	10	14	0,27	5,4	38
Lyn-04	6,9	67	86	0,75	21	66	2,9	10	150
Lyn-05	1,9	4,2	6,4	0,14	3,2	3,7	0,03	3,6	16
Lyn-11	0,85	4,4	8,3	0,16	2,2	3,1	0,033	1,7	21
Lyn-12	1,5	84	36	1,7	21	59	0,41	5,4	340
Lyn-13	0,63	4,1	7,9	0,089	2,1	3	0,023	1,6	14
Lyn-14	1,3	3,3	5,9	0,12	2,9	4,3	0,027	2,3	14
Lyn-15	3,9	45	46	0,45	8,6	18	0,53	6,8	83
Lyn-16	2,7	19	45	0,31	7,2	13	0,2	4,9	48
Lyn-17	1	6	7	0,11	2,6	5,3	0,043	2,1	100
Lyn-18	1,8	16	23	0,62	6,3	12	0,2	4	39
Lyn-20	6,2	69	48	1,6	15	35	0,78	12	140
Lyn-21	1,1	5,8	9,1	0,14	3,7	4,7	0,039	3,1	18
Lyn-22	5,8	28	35	0,76	17	31	0,28	13	84
Lyn-23	1,1	3,6	5,2	0,031	2,3	1,9	0,019	1,7	8,6
Lyn-24	<0,50	2	2,5	<0,020	<1,0	1,4	<0,010	0,6	3,7
Lyn-26	0,62	1,7	2,8	0,023	1,1	2,5	<0,010	0,94	3,2
Lyn-27	0,58	1,7	1,4	0,022	<1,0	<1,0	<0,010	<0,50	<3,0
Nedre		40		0,4	50	20	0,25	30	130
Øvre		200		2,5	270	90	1	60	500

For Tributyl-tin analyserne viste resultaterne, at de målte værdier, bortset fra en prøve på Lynette 14, lå under nedre aktionsniveau eller under øvre aktionsniveau. I klapvejledningen er der kun angivet grænser for Tributyl-tin cationen og ikke for derivaterne.

Tabel 3-8 Indhold af TBT og nedbrydningsprodukter. Grønne celler angiver værdier under nedre aktionsniveau, gule celler angiver værdier mellem nedre og øvre aktionsniveau.

Station	Tørstof	Tributyltin	Tributyltin-cation	Dibutyl tin	Dibutyltin-cation	Monobutyl tin	Monobutyl tin-cation
	%	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS
Lyn-01	68,8	5,2	13	4,3	8,4	2,1	3,1
Lyn-04	67,5	16	40	25	48	2,6	3,8
Lyn-05	87,3	0,45	1,1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-11	76,2	0,95	2,3	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-12	70,4	7,5	18	2,7	5,3	0,88	1,3
Lyn-13	77,3	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-14	77,3	160	390	8,8	17	1,2	1,8
Lyn-15	71,3	4,5	11	2,6	5	1,1	1,6
Lyn-16	67,1	1,9	4,7	1,7	3,3	<0,68	<1
Lyn-17	78,6	0,63	1,5	<0,51	<1	<0,68	<1

Station	Tørstof	Tributyltin	Tributyltin-cation	Dibutyltin	Dibutyltin-cation	Monobutyltin	Monobutyltin-cation
	%	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS
Lyn-18	73,7	0,71	1,7	0,63	1,2	<0,68	<1
Lyn-20	53,4	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-21	76,2	0,58	1,4	0,71	1,4	<0,68	<1
Lyn-22	45,2	3,4	8,4	2,4	4,7	0,84	1,2
Lyn-23	79,8	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-24	80,1	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-26	81,6	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-27	81,4	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Nedre			7				
Øvre			200				

I sedimentprøverne er der analyseret for 9 PAH-forbindelser. Generelt er koncentrationerne lave. Klapvejledningen har krav til sum af PAH, og her er der ingen koncentrationer, der overstiger øvre aktionsniveau. De koncentrationer, der ligger over nedre aktionsniveau, er også lave. Resultaterne fremgår af Tabel 3-9.

Tabel 3-9 Oversigt over PAH komponenter.

Station	Tørstof	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthren	Pyren	Benzo(a)anthracen	Chrysen	Benz(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Benzo(ghi)perylene	Sum af 9 komp
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	68,8	0,17	0,042	0,27	0,21	0,096	0,12	0,15	0,099	0,13	1,3
Lyn-04	67,5	0,27	0,11	0,61	0,63	0,27	0,35	0,48	0,34	0,44	3,5
Lyn-05	87,3	0,041	0,013	0,057	0,045	0,022	0,025	0,02	<0,010	0,011	0,23
Lyn-11	76,2	0,053	0,022	0,13	0,1	0,035	0,043	0,054	0,034	0,047	0,52
Lyn-12	70,4	0,51	0,15	0,71	0,73	0,32	0,35	0,4	0,24	0,29	3,7
Lyn-13	77,3	0,054	0,018	0,15	0,12	0,055	0,068	0,097	0,06	0,078	0,7
Lyn-14	77,3	0,023	<0,010	0,051	0,039	0,014	0,018	0,021	0,016	0,02	0,2
Lyn-15	71,3	0,42	0,21	1,3	1,1	0,51	0,56	0,68	0,4	0,51	5,7
Lyn-16	67,1	0,19	0,083	0,4	0,35	0,14	0,16	0,2	0,13	0,16	1,8
Lyn-17	78,6	<0,010	<0,010	0,021	0,019	<0,010	<0,010	0,011	<0,010	0,011	<0,10
Lyn-18	73,7	0,057	0,017	0,11	0,091	0,039	0,051	0,057	0,038	0,051	0,51
Lyn-20	53,4	0,23	0,17	0,6	0,73	0,35	0,39	0,54	0,39	0,51	3,9
Lyn-21	76,2	0,024	<0,010	0,054	0,04	0,018	0,022	0,028	0,021	0,026	0,23
Lyn-22	45,2	0,094	0,038	0,22	0,18	0,081	0,1	0,14	0,11	0,14	1,1
Lyn-23	79,8	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Lyn-24	80,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Lyn-26	81,6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Lyn-27	81,4	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Nedre											3
Øvre											30

Resultaterne af PCB-analyser viste, at ingen af de målte værdier (sum af PCB) overskrider nedre aktionsgrænse, hvilket fremgår af Tabel 3-10.

Tabel 3-10 Koncentrationer fra PCB analyser.

Station	Tørstof	PCB c-28	PCB c-52	PCB c-101	PCB c-118	PCB c-138	PCB c-153	PCB c-180	PCB, sum
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	68,8	0,0012	0,00078	0,0012	0,0012	0,0017	0,0017	0,00084	0,00862
Lyn-04	67,5	0,0015	0,0047	0,011	0,01	0,022	0,02	0,027	0,0962
Lyn-05	87,3	0,00018	0,00015	0,00012	0,00015	0,00015	0,00021	<0,00010	0,00096
Lyn-11	76,2	0,0014	0,00069	0,00048	0,00089	0,0005	0,00056	0,00014	0,00466
Lyn-12	70,4	0,13	0,18	0,25	0,2	0,36	0,45	0,26	1,83
Lyn-13	77,3	0,0041	0,0028	0,0014	0,0016	0,001	0,0011	0,0003	0,0123
Lyn-14	77,3	0,00049	0,00036	0,00034	0,00035	0,00033	0,0004	0,00016	0,00243
Lyn-15	71,3	0,00034	0,00027	0,00039	0,00053	0,00083	0,00095	0,00065	0,00396
Lyn-16	67,1	0,00083	0,00061	0,0014	0,001	0,0021	0,0025	0,0015	0,00994
Lyn-17	78,6	0,00025	0,00015	0,00018	0,00025	0,00027	0,00034	0,00016	0,0016
Lyn-18	73,7	0,00069	0,00056	0,001	0,00099	0,0014	0,0016	0,00075	0,00699
Lyn-20	53,4	0,00026	0,0002	0,00025	0,00033	0,00035	0,00041	0,00022	0,00202
Lyn-21	76,2	0,0002	<0,00010	0,0003	0,00024	0,00057	0,0007	0,00047	0,00248
Lyn-22	45,2	0,001	0,00082	0,0014	0,0015	0,0022	0,0025	0,0013	0,0107
Lyn-23	79,8	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	0,00012	<0,00010	0,00012
Lyn-24	80,1	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Lyn-26	81,6	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Lyn-27	81,4	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Nedre									20
Øvre									200

Efter ønske fra Københavns Kommune blev der også analyseret for phthalater og nonylphenol på sedimentprøverne fra 4 stationer fra Lynetteholm området. Der er ingen krav i Klapvejledningen til koncentrationerne. Som det fremgår, er der kun 1 analyse, der havde en koncentration over detektionsgrænsen. Man må derfor konkludere, at sedimenterne i området ikke er påvirket i målelig grad af phthalater og nonylphenol. Resultaterne fremgår af Tabel 3-11. Klapvejledningen stiller ikke krav til kvælstof og fosfor.

Tabel 3-11 Resultater for phthalat- og nonylphenol analyser.

Station	DMP (Dimethyl phthalat)	DEP (Diethyl phthalat)	BBP (Benzylbut yl phthalat)	DOP (Diethylp hthalat)	DEHP (Bis(2- ethylhexyl) phthalat)	DBP (Dibuty lphthalat)	Sum 6 phthala ter	Nonyl phenol	DNP (Diisononyl phthalat)
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,6	<1,0	<0,10
Lyn-12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	1,1	<0,10	<0,6	1,7	<0,10
Lyn-15	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,6	<1,0	<0,10
Lyn-20	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,6	<1,0	<0,10

Vurdering i forhold til miljømål og god miljøtilstand

Tilgængelige miljømål fremgår af Tabel 3-12.

Tabel 3-12 Miljømål (mg/kg tørstof) i henhold til Bekendtgørelse 1625 /2/, Miljøstyrelsens kvalitetskriterier /8/ eller HELCOM /3/ samt analysernes detektionsgrænser.

	Detektionsgrænse	Miljømål	Ref
Naftalen	0.001	0.138	/2/
¹ Anthracen	0.001	0.024	/3/
Anthracen		0,0048	/2/
² Nonylphenol		2,5 · F _{OC}	/2/
Cadmium	0.1	2.3 3.8	/4/ /2/
^{3, 4} Krom	0.1	9,2	/7/
⁵ Nikkel	0.2	6,8	/9/
Bly	0.1	163 120	/4/ /2/

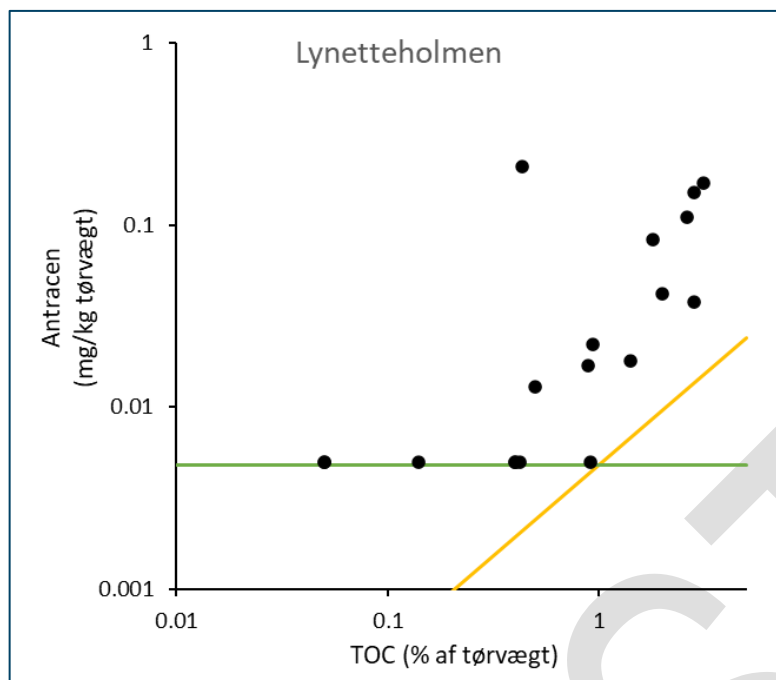
¹Normaliseret til 5% TOC. ²F_{OC} er andelen af organisk kulstof. ³Gælder for Krom III og Krom IV.

⁴Tilføje koncentration. ⁵Tilføje eller tilgængelige koncentration.

Der foreligger ikke resultater for naftalen.

For Anthracen angiver HELCOM /3/ en god økologisk tilstand (GES) for anthracen på 0,024 mg Anthracen/kg tørvægt sediment normaliseret ved 5 % TOC-tilstand. Normaliseringen skyldes, at Anthracen (og andre PAH'er og lipofile stoffer) bindes til det organiske materiale i sedimentet. Det organiske stof forskyder derfor ligevægten fra vand til sediment. Bekendtgørelse 1625 angiver et miljømål for Anthracen i sedimenter på 0,0048 mg/kg tørvægt svarende til HELCOM's GES ved 1% TOC.

På Figur 3-3 ses, at koncentrationen af anthracen i sedimentprøverne ved Lynetteholm er højere end både HELCOMs og Bekendtgørelse 1625's værdier. Dog er der fem prøver, hvor koncentrationen er mindre end detektionsgrænsen, hvor det ikke kan afgøres, om målene er overholdt. Til sammenligning angiver HELCOM /3/, at koncentrationen af anthracen i sedimenterne generelt er højere end GES i de indre danske farvande.

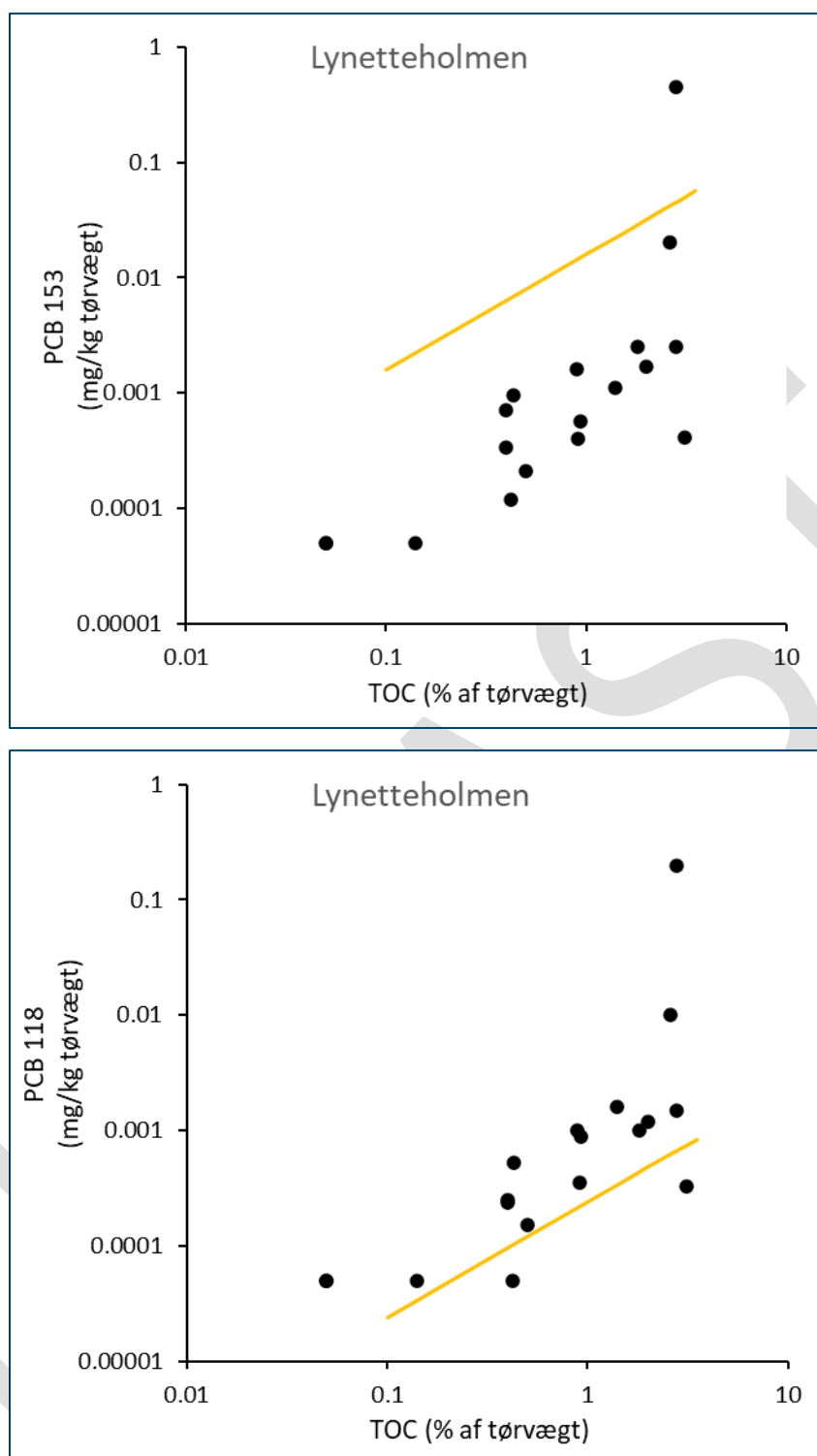


Figur 3-3 Koncentrationen af Antracen i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Den grønne linje angiver miljømål i Bekendtgørelse 1625. Den gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Læg mærke til, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.

HELCOM har miljømål for PCB i biota, men ikke for sedimenter /5/. Dog blev det i forbindelse med udviklingen af HELCOMs *core indicators* i 2012 foreslået at anvende OSPARs Environmental Assessment Concentrations (EAC) for PCB-118 (0,6 µg/kg tørvægt ved 2,5% TOC), som er dioxin lignende og for PCB-153 (40 µg/kg tørvægt ved 2,5% TOC) /6/.

Undersøgelsens resultater for disse to er angivet i Figur 3-4. PCB-153 ligger alle under den foreslåede GES med undtagelse af Lyn-12. For PCB-118 ligger de fleste over den foreslåede GES, pga. af den lave foreslåede GES.

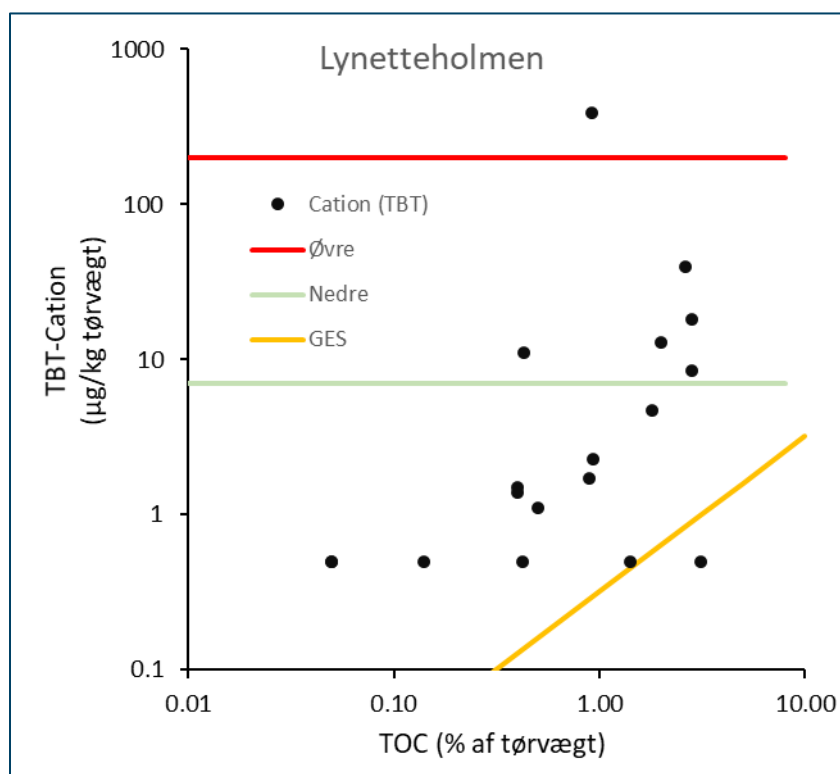
Kilden til PCB i havet anses hovedsageligt for at være atmosfærisk nedfald. Koncentrationen i sedimenterne i HELCOM området har været faldende gennem de seneste 20 år pga. forbud mod anvendelse af PCB. Halveringstiden for PCB-153 og PCB-118 er estimeret til 17 år /10/.



Figur 3-4 Koncentration af PCB-153 (øverst) og PCB-118 (nederst) i prøver fra Lynetteholm sammenlignet med den foreslåede GES. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Læg mærke til at akserne er logaritmiske.

Der er fundet 1,7 mg/kg TS nonylfenol på stationen Lyn-12. Miljømålet for nonylfenol er afhængig af TOC. Miljømålet for Lyn-12 med 2,8% TOC er 0,067 mg/kg TS ($2,4 \text{ mg/kg TS} \cdot 0,028$). Koncentrationen i Lyn-12 ligger derfor væsentlig højere end miljømålet.

Det bemærkes, at metodens detektionsgrænse ikke er tilstrækkelig.



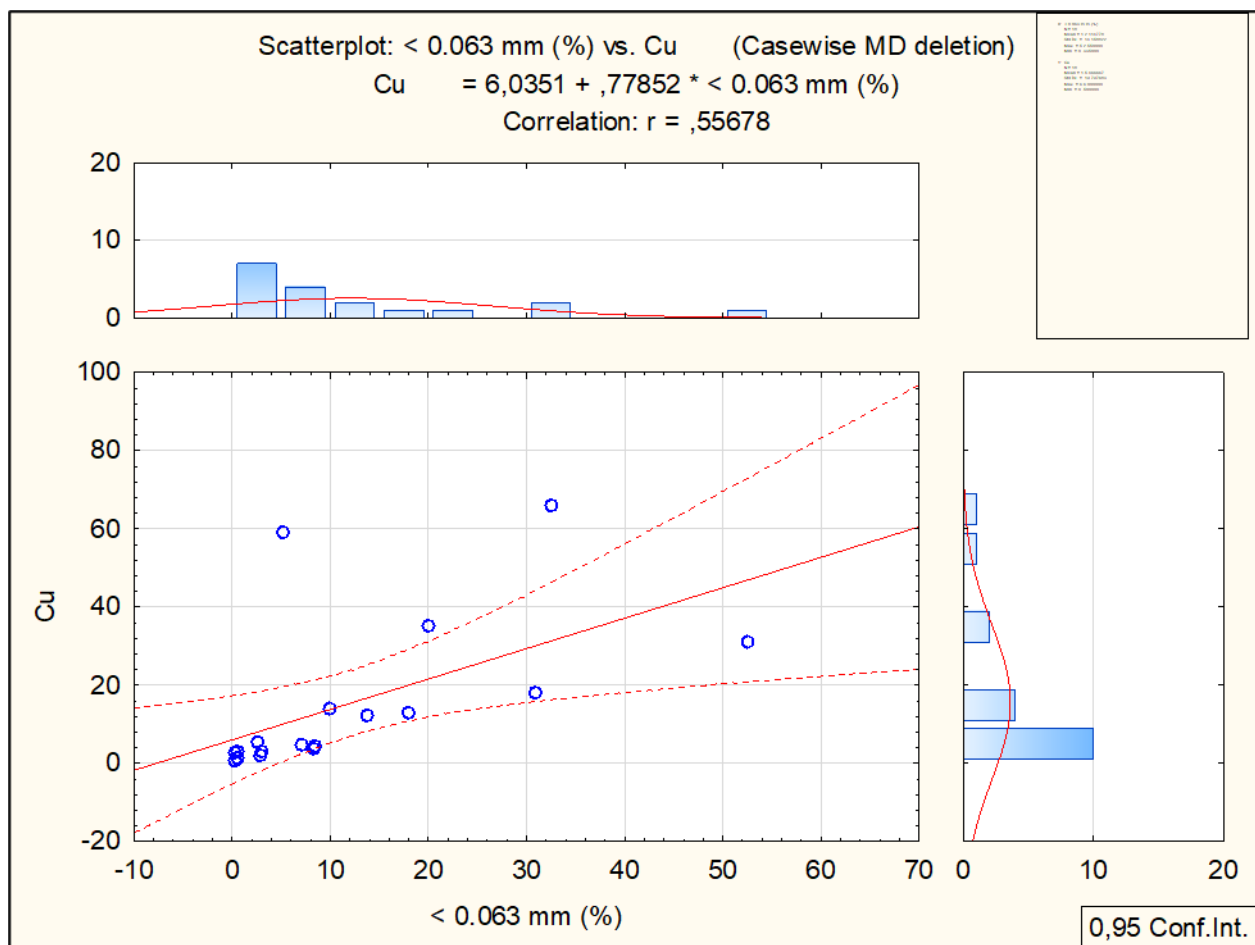
Figur 3-5 Koncentrationen af TBT (Cation) som funktion af TOC og sammenlignet med HELCOMs forslag til kriterium for god miljøtilstand (GES) og klapvejledningens krav. Analysens detektionsgrænse er 1 µg/kg. Resultater herunder er angivet som 50% af detektionsgrænsen. Læg mærke til at begge akser er logaritmiske.

HELCOM /11/ har foreslået en grænseværdi (GES) for TBT på 1,6 µg/kg TS ved 5% TOC. (Det er ikke klart om der henvises til TBT-Sn eller TBT-Cation). I Figur 3-5 er de målte koncentrationer vist i forhold til HELCOM's foreslåede grænseværdi og klapvejledningens grænser. Det ses, at kun en prøve overskrider klapvejledningens øvre grænse, mens at de fleste overskrider GES eller er under detektionsgrænsen. Til sammenligning angiver HELCOM, at koncentrationen i sedimenterne overskrider den foreslåede GES i hele HELCOM området /11/.

Hvad angår tungmetallerne så ligger cadmium og bly under Bekendtgørelsens grænser, mens Krom overskrider for Lyn-01 og Lyn-04. Nikkel overskrider for Lyn-04 og Lyn-18 (sammenlign Tabel 3-7 med Tabel 3-12).

Ved at korrelere de enkelte tungmetaller med den fine fraktion af sedimentet (< 0,063 mm) kan man afgøre hvilke prøver, der er mere forurenede end de andre prøver. I Figur 3-6 er Kobber vist som et eksempel. De tre øvre "outliers" for kobber er Lyn-4, -12, og -20, som antages at være mere

forurenede end de øvrige. De samme 3 prøver er de hyppigste "outliers" for de fleste af de øvrige målte metaller.



Figur 3-6 Sammenhæng imellem den fine sedimentfraktion (< 0,063 mm) og sediment koncentration af kobber. De øvre "outliers" er Lyn-4, -12, og -20.

Tabel 3-13 Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og fosfor i sedimentprøver fra Lynetteholm med gennemsnit og standardafvigelse.

Station	Tørstof	*Fin sediment fraktion	Glødetab	**TOC	Total Kvælstof	Total Fosfor
	%	%	% af TS	% af TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	68,8	10	2,9	2,0	1.800	1.800
Lyn-04	67,5	33	3,7	2,6	1.800	1.800
Lyn-05	87,3	8,4	0,4	0,50	490	490
Lyn-11	76,2	0,6	2,3	0,93	620	620
Lyn-12	70,4	5,2	3,6	2,8	1.400	1.400
Lyn-13	77,3	3,1	1,4	1,4	1.000	1.000
Lyn-14	77,3	8,5	1,7	0,91	760	760
Lyn-15	71,3	31	4,2	0,43	1.600	1.600
Lyn-16	67,1	18	3,4	1,8	1.900	1.900
Lyn-17	78,6	2,7	1,0	0,40	730	730
Lyn-18	73,7	14	2,3	0,89	1.400	1.400
Lyn-20	53,4	20	6,9	3,1	3.900	3.900
Lyn-21	76,2	7,2	1,6	0,40	1.000	1.000
Lyn-22	45,2	53	8,7	2,8	4.500	4.500
Lyn-23	79,8	2,9	1,2	0,42	750	750
Lyn-24**	80,1	0,7	0,4	<0,10	460	460
Lyn-26	81,6	0,34	0,5	0,14	490	490
Lyn-27**	81,4	0,35	0,3	<0,10	410	410
Gennemsnit	73,0	12,1	2,6	1,2	1.389	417
Standardafvigelse	10,2	14,2	2,3	1,0	1.143	267
* < 0,063 mm						
** Gennemsnit og standardafvigelse beregnet med 50% af detektionsgrænsen.						

Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og fosfor i sedimentprøver fra Lynetteholmen med gennemsnit og standardafvigelse er vist i Tabel 3-13. For kvælstof er middeldkoncentrationen 1.400 mg/kg TS og middeldkoncentrationen for fosfor er 420 mg/kg TS. De laveste koncentrationer er fundet i den nordlige (Lyn-23,-24, og -27) og sydlige (Lyn-26) ende af prøvetagningsfeltet. Der er signifikant korrelation imellem alle parametre (Spearman, $p < 0,05$), med en særlig høj korrelation imellem glødetab og kvælstof. (Spearman, $p < 0,05$, $r = 0,9670$).

3.1.5 Vandkvalitet ved Lynetteholm

Resultaterne fra de to prøvetagninger er vist herunder for hver af de to indsamlinger. For at skabe et hurtigt overblik er der for hver analyse lavet en vurdering af, om resultatet ligger inden for de vandkvalitetskriterier, som er angivet i Bekendtgørelse 1625 (2017) /1/. Grøn markering viser, at resultatet er under det generelle krav, gul viser, at resultatet overskrider det generelle krav, men ligger under max-kravet og orange angiver, at resultatet overskrider max-kravet. Det skal nævnes, at analyseresultaterne for zink fra prøverne i februar skal vurderes med forsigtighed, da tilsvarende høje værdier for prøverne i marts fik DHI til at anmode laboratoriet om at revurdere analyseteknikken, hvilket medførte, at zink-resultaterne for marts-prøverne faldt betydeligt. Derfor kunne februar resultaterne måske være for høje.

Resultaterne af PAH-analyserne viste, at samtlige resultater var under detektionsgrænsen, bortset fra en måling af Naphthalen på 0,056 µg/l på station 16 top.

Laboratoriets analyserapport er vedlagt i Bilag C.2.

Tabel 3-14 Tungmetaller: Resultater af prøvetagning 9.februar 2022.
Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen. Grøn markering viser, at resultatet er under det generelle krav, gul viser, at resultatet overskrider det generelle krav, men ligger under max-kravet og orange angiver, at resultatet overskrider max-kravet.

Station	As	Pb	Cd	Ba	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1-BU	1,4	3	<0,030	14	0,17	6,7	0,34	9,2	55
1-MI	1,2	2,9	0,15	14	0,19	4,1	0,05	10	66
1-T	1,3	2,5	0,039	15	0,35	4,2	0,03	4,2	34
10-BL	1,5	2,4	<0,030	15	0,32	4,7	0,00	1,3	6,1
15-Bu	1,5	4,7	<0,030	16	0,43	5	0,01	3,1	30
15-Mi	1,3	0,84	0,11	15	<0,10	2,9	0,02	2,5	18
15-T	1,3	0,67	<0,030	14	<0,10	3	0,01	2,5	16
16-Bu	1,2	1,4	0,057	16	<0,10	7,5	0,03	4,6	21
16-Mi	1,5	0,86	0,043	17	0,39	3,7	0,01	4,3	26
16-T	1,3	1,1	<0,030	14	0,84	3,8	0,00	2,7	23
18-BI	1,3	<0,25	<0,030	16	0,43	2,2	0,01	1,3	9,5
20-Bu	1,6	1,5	<0,030	14	0,39	7,2	0,02	7,5	50
20-Mi	1,4	3	<0,030	14	0,56	17	0,04	11	15
20-T	1,4	1,4	<0,030	15	0,15	4,1	0,01	13	39
22-BL	1,1	0,37	<0,030	15	<0,10	4,3	0,01	1,9	9,4
23-BL	1,2	<0,25	<0,030	15	<0,10	2,1	0,06	1,5	11
25-Bu	1,3	1,4	<0,030	13	0,32	4,8	0,02	3,4	25
25-Mi	1,2	0,76	<0,030	15	<0,10	3,8	0,01	2,7	20
25-T	1,7	1	0,11	16	<0,10	4,3	0,01	4,2	26
Gnst	0,6	1,3	0,2	5,8	3,4	1/4,9		8,6	7,8
K-max	1,1	14		145	17	1/4,9	0,07	34	8,4

Tabel 3-15 Tungmetaller: Resultater af prøvetagning 16.marts 2022.
Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen.

Station	As µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Ba µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l
1-BU	0,93	9,7	0,11	20	0,34	5	0,0976	8,3	17
1-MI	1,1	1,2	0,056	19	0,17	2	0,0188	2,2	13
1-T	0,97	1,5	0,037	19	0,11	2,7	0,0138	2,2	17
10-BL	0,9	0,45	0,017	19	0,64	1	0,0029	0,89	1,7
15-Bu	0,94	0,48	0,012	19	0,074	2	0,003	1,6	8,8
15-Mi	1,1	0,87	0,012	19	0,11	12	0,0033	1,6	9,7
15-T	1	0,42	0,0082	19	0,091	2	<0,002	1,6	7,8
16-Bu	0,95	0,42	0,013	19	0,11	2,1	0,0082	1,6	7,4
16-Mi	0,95	1,9	0,028	19	0,07	2	0,0045	1,6	7,7
16-T	1	0,47	0,0073	19	0,071	2,3	0,0024	1,8	9,8
18-BI	0,97	0,38	<0,0030	19	0,1	0,56	0,0151	0,81	1,8
20-Bu	0,97	0,61	0,018	20	0,13	1,2	0,009	1,7	11
20-Mi	1,1	0,89	0,024	20	0,15	5,3	0,0053	2,6	15
20-T	0,99	0,77	0,024	20	0,076	73	<0,002	1,5	9,1
22-BL	1	0,38	0,012	19	0,098	0,65	0,0061	0,77	1,9
23-BL	1	0,21	0,014	19	0,093	0,8	0,0031	1	2,5
25-Bu	1	0,61	0,0096	19	0,097	1,3	0,0287	1,9	9,8
25-Mi	0,97	0,55	0,037	19	0,068	1,7	0,0047	1,6	9,5
25-T	0,91	0,58	0,02	20	0,056	4,3	<0,002	2,3	12
Gnst	0,6	1,3	0,2	5,8	3,4	1/4,9		8,6	7,8
K-max	1,1	14		145	17	1/4,9	0,07	34	8,4

Tabel 3-16 Koncentrationer af kvælstof og fosfat: Resultater af prøvetagning 16.marts 2022. Bu=1 m over bunden, Mi=Midt i vandsøjle, T=1 m under overfladen.

Station	Total fosfor mg/l	Total kvælstof mg/l
1-BU	0,018	0,28
1-Mi	0,022	0,28
1-T	0,020	0,27
10-BL	0,022	0,29
15-Bu	0,021	0,28
15-Mi	0,022	0,29
15-T	0,024	0,29
16-Bu	0,022	0,27
16-Mi	0,023	0,28
16-T	0,022	0,28
18-BI	0,024	0,26
20-Bu	0,023	0,28
20-Mi	0,022	0,27
20-T	0,025	0,28
22-BL	0,023	0,28
23-BL	0,025	0,28

Station	Total fosfor	Total kvælstof
	mg/l	mg/l
25-Bu	0,021	0,27
25-Mi	0,022	0,27
25-T	0,023	0,27
Gnst	0,022	0,28
K-max	0,025	0,29

Koncentrationer af kvælstof og fosfor i vandet er vist i Tabel 3-16. Variationen imellem resultaterne er små.

3.1.6 Videotransekter

På de 19 videotransekter blev der lavet observationer på bundens beskaffenhed, forekomst og dækning af ålegræs og makroalger, samt observationer af f.eks. rev-områder. Overordnet blev transektundersøgelserne brugt til at vurdere, om der var en sammenhæng mellem de satellitbaserede vegetationskort, som er brugt til fastlæggelse af transekter /13/. Desuden blev transekterne også brugt til at vurdere strømpåvirkning, sediment på vegetationen etc.

Generelt er der tale om en sandet bund, der alt efter dybdeforholdene indeholder mere eller mindre blødt materiale/mudder. I de strømfyldte områder ses tydelige strømribber i de sandede områder og der er spredte sten i hele området. Stort set alle sten er dækket af makroalger og i få tilfælde af muslinger. Ålegræsset ses på vanddybder lavere end 6,5m, dog med enkelte observationer på 7-7,5 m dybde. I de lavere og mere beskyttede områder inde ved Trekroner ses ålegræsset med bevoksning af forskellige trådalger. Da undersøgelserne er lavet i december, er der også mange observationer på sammenskyllede alger og ålegræsstrå på bunden. Der er dog tale om døde planterester. Med reference til indsamlingstidspunktet er der ikke lavet en dybdegående analyse af, om der ses nye skud fra ålegræsset.

I de strømpåvirkede områder ved Middelgrund ses meget tydelig påvirkning af strømmen, idet vegetationen bølgede i forhold til strømpåvirkningen. Der blev ikke observeret nævneværdig sedimentaflejring på makroalger og ålegræs.

En oversigt over de enkelte transekter er givet i Tabel 3-17. Der er en meget stor variation i dækningsgraden af makroalger og ålegræs, varierende fra 0% til 100% og pletvist er der både 100% dækning af ålegræs og 100% dækning af makroalger nede mellem ålegræsset.

Når man sammenligner de satellitbaserede vegetationskortlægninger på lavt vand omkring Lynetteholm og Middelgrund, er der et fin sammenfald med de satellit-baserede vegetationsområder og de observerede, herunder også observation af sandbund.

Tabel 3-17 Oversigt over observationer fra de 19 transekter i Lynetteholmsområdet.

Transekt	Retning	Dybder		Dominerende bundtype	Makroalger	Ålegræs	Andet
		Start	Slut				
LYN 1	V=>Ø	7,6	13,9	Sandbund med spredte sten. Makroalger på alle sten	0-40%	1-2%	Sediment med mange skaller. Sten dækket af alger. Ålegræs som enkelte strå.
LYN 2	V=>Ø	8,7	8,1	Sandbund med spredte sten. Makroalger på alle sten	0-60%	0-20%	Meget sammenskyttet tang
LYN 3	Ø=>V	11	7	Sandbund med spredte sten. Mange skaller. Alger på sten	5-30%	0-90%	Sten dækket med makroalger. Ålegræs fra ca. 7 m dybde m tiltagende densitet på lavere vand. Enkelte kalkflager på bunden
LYN 4	V=>Ø	7,5	5	Sandbund med skaller og spredte sten. Alle sten dækket af makroalger	5-40%	0-90%	På lavere vanddybder (3-4 m) er bunden helt dækket med ålegræs og makroalger. Synlige kalkflager
LYN 5	Ø=>V	11	11	Sandbund med skaller og med algedækkede sten	0-40%	0-90%	Stejl start og stop, 5 m på midten. Dybe dele domineres af makroalger, ålegræs på stort set alle flader lavere end 6 m.
LYN 6	V=>Ø	13	11	Mudret/sandet bund med spredte sten (op til 1 m) i start og slut med sandet/stenet bund på midten	0-30%	0-90%	Stejl start og stop, 3 m på midten. Ålegræs starter ved 6 m dybde. Lange sandede partier uden sten og vegetation. Små stenrev. Makroalger dominerer de dybere dele
LYN 7	Ø=>V	13	12	Mudret/sandet bund med spredte sten (op til 1 m) i start og slut med sandet/stenet bund på midten	0-30%	0-90%	Stejl start og stop, 3,5 m på midten. Dybe dele domineres af makroalger, ålegræs på stort set alle flader lavere end 6 m. Enkelte sandpletter med bølgeribber
LYN 8	V=>Ø	14	7	Sandet bund med spredte store sten. Makroalger på alle sten. Også sten med muslinger	0-70%	0-70%	Stejl start og stop, 4 m på midten. Dybe dele domineres af makroalger, ålegræs på stort set alle flader lavere end 6 m. Enkelte sandpletter med bølgeribber
LYN 9	V=>Ø	7,4	3,3	Sandet blød bund. Ålegræs fra ca. 6,3 m dybde. Døde alger i ålegræsset. Enkelte søstjerner på sandbunden	0-50%	0-50%	Blandet bund. Nogle ålegræsplanter ser ud til at være løsrevet og skyllet ind i området.
LYN 10	NØ=>SV	3,2	5,7	Sandet blød bund. Muligvis Ruppia (havgræs) med ålegræs banker. Små spredte muslinger banker (>1%). Sandpletter og enkelte store sten	0-80%	0-70%	Sammenskyttet tang og ålegræs. Tydelig epifytvækst på ålegræsset. Sandorme-hobe og søstjerner.
LYN 11	N=>S	11,2	4,8	Sandet bund med enkelte store sten, som på det dybe vand er dækket med brunalger som Laminaria.	0-50%	0-70%	Ålegræs fra 6,9 m dybde. Store sandflader med bølgeribber og sten med makroalger. Epifytter på ålegræs. Løsrevete ålegræsplanter
LYN 12	SV=>NØ	3,5	11,9	Sandet bund med spredte algedækkede sten. Sandpletter med skaller.	0-60%	0-70%	De dybere dele var ren sandbund med meget spredte sten med alger. Skaller i sandet
LYN 13	SØ=>NW	9,9	4,1	Blød sandet bund uden vegetation fra start. Ålegræs og alger fra ca. 6,8 m og tæt dække til slut af transekt.	0-30%	0-100%	Sandpletter og enkelte store sten, de fleste med makroalger. Mange snegle på ålegræsstrå. Kun få epifytter.
LYN 14	N=>S	14,6	13,1	Sandet mudret bund med sten, som delvist er dækket af makroalger. Skaller på bunden.	0-10%	0	Stendække fra 0-10%. Enkelte forekomster af blottet kalk (?) S sammenskyt af ålegræs i pletter. Strømrubber i sandet

Transekt	Retning	Dybder		Dominerende bundtype	Makroalger	Ålegræs	Andet
		Start	Slut				
LYN 15	SV=>NØ	4,9	9,5	Stenet-gruset bund. Dårlig sigt. Alger på smårev. Bølgeribber	0-50%	0-30%	Ålegræsområder kun med spredt bevoksning. Enkelte steder med meget tæt algevækst på hård bund, primært på +7m vanddybde
LYN 16	NØ=>SW	10,6	4,7	Sandet mudret bund med mange skaller. Sten med alger. Bølgeribber på sandflader. Enkelte ålegræsstrå fra ca. 6 m dybde	0-70%	0-60%	Små stenrev, 100% dækket af makroalger. Ålegræsdække størst ind mod land
LYN 17	V=>Ø	13	8,8	Sandet/mudret bund med spredte sten (>1%). Makroalger på sten, enkelte muslinger og mange skaller. Sammenskyt af alger og ålegræs	0-30%	0%	Dybder fra 9,5 til 15,5 m. Blottet kalk/ler ses i små pletter. Strømrubber på sand
LYN 18	NW=>SØ	10	9,1	Sandet-gruset bund med spredte sten, fyldt med enten muslinger eller makroalger	0-50%	0-30%	Skaller, strømrubber. Ålegræs fra 8 m dybde. Sandormehobe. Sammenskyt af fint materiale i strømrubberdale.
LYN 19		7,9		Stejl skrænt op til 3 m dybde. Tæt vækst af ålegræs og makroalger. Sandet bund med store sten	0-100%	0-50%	Epifytter på ålegræs. Enkelte løse planter. Ruppia

3.2 Klappladser Køge Bugt

3.2.1 Bundfauna

Artsdiversitet

På de 13 stationer var der i gennemsnit ($\pm$ sd) 2.829 ($\pm$ 1.164) individer per m² fordelt på 7 taxa, med Gastropoda som den mest dominerende taxa. Den gennemsnitlige ($\pm$ sd) biomasse var 11.6 ($\pm$ 2.2) g tørvægt per m². Den hyppigst forekommende art var *Hydrobia ulvae* (gennemsnitligt 1.240 individer per m²), som typisk forekommer i ålegræs, efterfulgt af *Pygospio elegans* (718 individer per m²) som er almindelige på sandbund på lavt vand. *Mytilus edulis* (562 individer per m²) var også hyppigt forekommende. Fordelingen af de tre mest forekommende arter ligner derfor artsfordelingen fundet på Lynetteholm projektområdet. En oversigt over alle arter sammen med det gennemsnitlige antal identificerede individer per m² kan ses i Tabel 3-18.

Artsrigdommen per station blev målt med et Margaleff index, som beskriver antallet af arter i forhold til totalantallet af individer. Der blev fundet en gennemsnitlig ($\pm$ sd) artsrigdom i bundfaunaen på 1,4 ($\pm$ 0,49). Diversiteten blev desuden beregnet med et Simpson index, som beskriver, om antallet af individer er fordelt ligeligt på arterne, eller om enkelte arter dominer samfundet. Det gennemsnitlige ($\pm$ sd) Simpson index var 0,66 ($\pm$ 0,12), jf. Tabel 3-18, hvilket indikerer, at en større del af de identificerede individer fordeler sig på få arter. Slutteligt blev der også estimeret et AMBI index (AZTI Marine Biotic Index) for de individuelle stationer og for området generelt. Dette lå på 3,0 ($\pm$ 0,06), hvilket indikerer en let forstyrret havbund. Station 4 og 10 er begge lagt i centrum af de to udpegede klappladser. Dette kan forklare det lave antal individer på station 4, mens station 10 ikke udviser samme reduktion i antal individer.

Tabel 3-18 Antal individer, og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Margaleff og Simpson index, samt AMBI fundet på de 13 stationer.

Station	Totalt antal individer	Antal arter	Margaleff index	Simpson	AMBI
1	3.048	11	1,25	0,63	3,03
2	1.070	11	1,43	0,81	3,06
4	780	13	1,80	0,67	2,98
5	3.757	16	1,82	0,58	2,98
6	2.549	12	1,40	0,70	2,92
7	4.257	17	1,91	0,69	3,03
8	3.497	7	0,74	0,58	2,94
9	1.400	12	1,52	0,81	3,09
10	3.117	11	1,24	0,59	2,95
11	3.357	3	0,25	0,41	3,00
13	4.137	16	1,80	0,73	3,09
14	2.988	13	1,50	0,79	3,05

3.2.2 Sedimentkemi

De sedimentkemiske data er sammenlignet med de tilladte koncentrationer, som fremgår af klapvejledningen /1/. Der er kun fokus på analyserede stoffer, som er nævnt i klapvejledningen.

Desuden er resultaterne vurderet i forhold til miljømålene i Bekendtgørelse 1625 /2/ og HELCOM værdier for god miljøtilstand (GES, Good Environmental Status /3/, /4/).

Vurdering i forhold til Klapvejledningen

I de efterfølgende tabeller er værdierne fra klapvejledningen brugt til at vurdere sedimentkemien, for så vidt der er krav (Se Tabel 3-6). Der er brugt grøn markering af koncentrationer under nedre aktionsniveau, samt gul mellem nedre og øvre. Der er ingen værdier over øvre aktionsniveau

Nedenstående resultater viser stort set samstemmende, at der er målbare værdier for de forskellige variable på station 04 og 10, som begge udmærker sig ved at være i centrum af de to klappladser. Man kan også, på tørstofindholdet fra de to stationer (opgjort på vægt), se en ganske stor forskel fra de andre stationer, som alle ligger fra ca. 80-82%, mens de to klappladsstationer ligger med et tørstofindhold på 68,1% og 50,7%. Dette antyder klart, at der er tale om prøvetagning ned i klappet materiale fra diverse havne.

For tungmetaller er det kun for cadmium, at der er 2 værdier over nedre aktionsniveau, men begge under øvre aktionsniveau. Som nævnt er station KB 04 i centrum af den sydlige klapplads, hvorfor der kunne forventes forskelle mellem denne station og de øvrige. Resultaterne fremgår af Tabel 3-19.

Tabel 3-19 Køge Bugt: Analyseresultater af tungmetaller i sedimenter.

Station	Tørstof	TOC	As	Pb	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
	%	% af TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
KB-01	83,7	0,14	0,5	2,3	3,8	<0,020	1,7	<1,0	<0,010	1	5,7
KB-02	83,0	<0,10	0,56	2,3	2,1	0,022	1,6	<1,0	0,18	0,82	5
KB-03	83,3	<0,10	0,53	2,4	2,5	0,025	1,5	4,6	<0,010	1	12
KB-04	67,4	3,2	2,8	6,9	13	0,41	6,7	29	0,013	6,8	86
KB-05	81,9	<0,10	0,65	1,6	2,1	<0,020	1,1	<1,0	<0,010	<0,50	3,1
KB-06	83,7	<0,10	0,76	2,2	3,4	<0,020	1,8	<1,0	<0,010	0,84	5,1
KB-07	83,6	<0,10	<0,50	1,8	2,8	0,037	1,7	<1,0	<0,010	1	5,6
KB-08	82,2	0,44	0,65	2,5	2,6	0,026	1,4	1,4	<0,010	0,85	5,2
KB-09	81,4	0,18	0,59	2,1	4,9	0,036	1,8	<1,0	<0,010	1,1	5,8
KB-10	53,8	2,1	4,6	9,4	29	0,25	11	7,8	0,036	8,5	38
KB-14	83,0	0,25	0,78	2,9	3,7	0,04	1,8	1,5	0,016	1,3	7,2
KB-15	82,8	<0,10	<0,50	1,2	12	0,035	1,4	4,3	<0,010	1	6,5
Nedre				40		0,4	50	20	0,25	30	130
Øvre				200		2,5	270	90	1	60	500

For Tributyl-tin og dets derivater er der kun fundet målinger på station 04 og 10, som begge har centrum i de to klapområder. De målte koncentrationer ligger enten under nedre aktionsniveau (grøn markering) eller mellem nedre og øvre aktionsniveau (gul markering)

Tabel 3-20 Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af Tributyl-tin og derivater i sedimenter.

Station	Tørstof	Tributyltin	TBT-cation	Dibutyltin	DBT-cation	Monobutyltin	MBT-cation
	%	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS
KB-01	83,7	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-02	83,0	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-03	83,3	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-04	67,4	11	27	5,5	11	1,6	2,4
KB-05	81,9	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-06	83,7	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-07	83,6	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-08	82,2	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-09	81,4	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-10	53,8	<0,41	<1	0,81	1,6	<0,68	<1
KB-14	83,0	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
KB-15	82,8	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1

For PAH-forbindelserne ses i Tabel 3-21, at det i lighed med de tidligere analyser igen er stationerne 04 og 10, der har resultater over detektionsgrænsen, bortset fra en enkelt måling på station 09, mens samtlige andre resultater alle er under detektionsgrænsen eller under nedre aktionsniveau på 3 mg/kg TS.

Tabel 3-21 Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af PAH-forbindelser i sedimenter.

Station	Tør stof	Phenanthren	Anthracen	Fluoranthren	Pyren	Benzo(a)anthracen	Chrysen	Benz(a)pyren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Benzo(ghi)perylene	Sum af PAH'er 9 komp.
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
KB-01	83,7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-02	83,0	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-03	83,3	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-04	67,4	0,079	0,02	0,093	0,067	0,027	0,033	0,035	0,024	0,037	0,42
KB-05	81,9	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-06	83,7	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-07	83,6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-08	82,2	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-09	81,4	<0,010	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,10
KB-10	53,8	0,085	0,022	0,15	0,11	0,047	0,061	0,073	0,054	0,07	0,67
KB-14	83,0	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
KB-15	82,8	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Nedre											3
Øvre											30

Undersøgelser af forekomst af PCB-derivater i sedimenterne i Køge Bugt udviste samme forhold som for de andre variable, idet der var måleresultater over detektionsgrænsen på station 04 og 10, som begge ligger i centrum af de to klappladser. De målte værdier ligger alle langt under nedre aktionsgrænse på 20 mg/kg TS.

Tabel 3-22 Køge Bugt: Oversigt over analyseresultater af PCB-forbindelser i sedimenter.

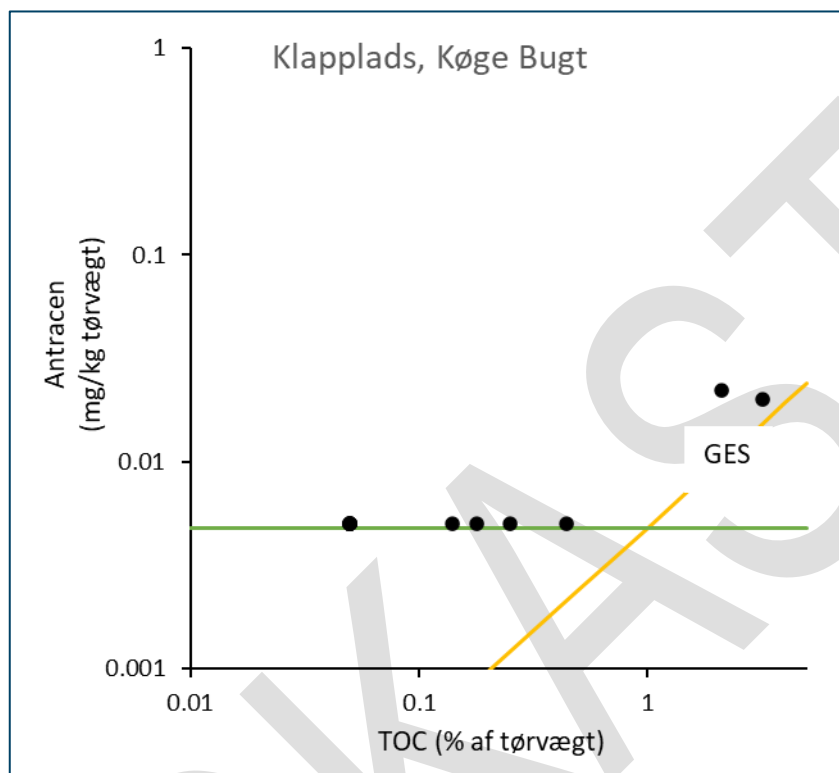
Station	Tør stof	PCB c28	PCB c52	PCB c101	PCB c118	PCB c138	PCB c153	PCB c180	PCB, sum
	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
KB-01	83,7	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-02	83,0	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-03	83,3	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-04	67,4	<0,00010	<0,00010	0,00012	<0,00010	0,00012	0,00016	<0,00010	0,0004
KB-05	81,9	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-06	83,7	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-07	83,6	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-08	82,2	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-09	81,4	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-10	53,8	0,00019	0,0003	0,00097	0,00068	0,0014	0,0018	0,0012	0,000654
KB-14	83,0	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
KB-15	82,8	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Nedre									20
Øvre									200

Vurdering i forhold til miljømål og god miljøtilstand

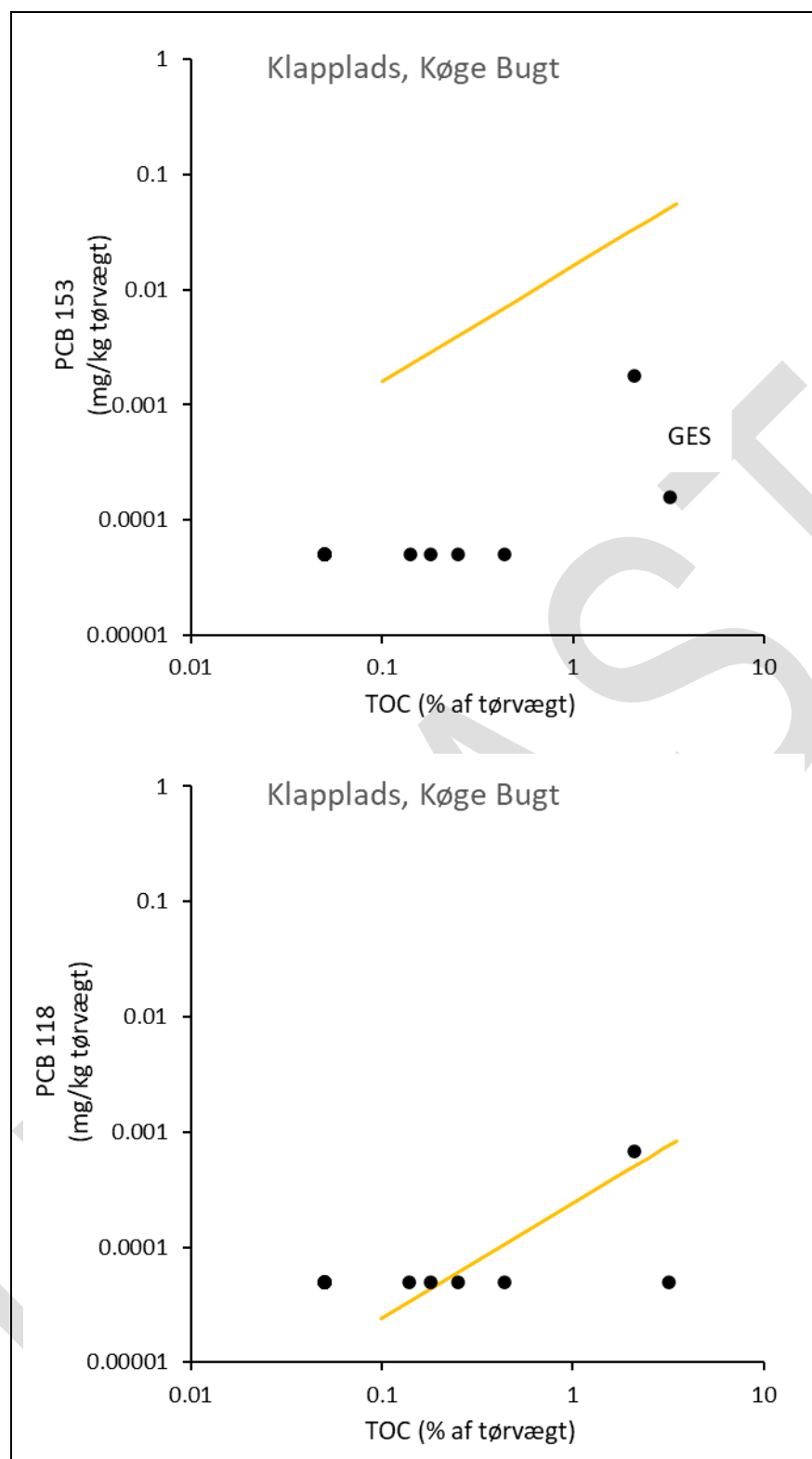
Se indledning til afsnit vedrørende Lynetteholmen

Der foreligger ikke resultater for naftalen.

Resultaterne for antracen er vist i Figur 3-7. De 2 prøver over GES og bekendtgørelsens miljømål er KB-4 og KB-10.



Figur 3-7 Koncentrationen af antracen i sedimentprøver fra Klapplads, Køge Bugt som funktion af total organisk kulstof (TOC). Den grønne linje angiver miljømål i Bekendtgørelse 1625. Den gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Læg mærke til, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.



Figur 3-8 Koncentration af PCB-153 (øverst) og PCB-118 (nederst) i prøver fra Klappladsen sammenlignet med den foreslåede GES. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Læg mærke til at akserne er logaritmiske.

Koncentrationen af PCB-153 og PCB-118 målt i sedimentet ved Klappladsen i Køge Bugt er vist i Figur 3-8. Koncentrationen i prøverne er under GES for PCB-153 og 1 af prøverne, KP-10 ligger lige over GES.

TBE-cation er kun fundet i KB-04 (27 µg/kg TS), en koncentration der er over GES (1 µg/kg ved 3,2 % TOC).

Cadmium, nikkel, bly og krom ligger alle under miljømålene i bekendtgørelse 1625 eller miljøkvalitetskrav. (Sammenlign Tabel 3-7 med Tabel 3-19).

Station KP-4 og KP-10 skiller sig ud fra de øvrige prøver med meget høje fraktioner (15% og 76%) af den fine sedimentfraktion (< 0,063mm). Alle tungmetallerne ligger højt i prøverne fra KP-4 og KP-10.

Tabel 3-23 Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og forfor i sedimentprøver fra klappladsedrne i Køge Bugt med gennemsnit og standardafvigelse.

Station	Tørstof	*Fin sediment fraktion	Glødetab	TOC	Total Kvælstof	Total Fosfor
	%	%	% af TS	% af TS	mg/kg TS	mg/kg TS
KB-01	83,7	0.56	0,6	0,14	510	160
KB-02	83,0	0.49	0,3	<0,10	510	150
KB-03	83,3	0.56	0,4	<0,10	440	170
KB-04	67,4	15	6,3	3,2	1.900	440
KB-05	81,9	0.10	0,2	<0,10	320	110
KB-06	83,7	0.56	0,4	<0,10	350	210
KB-07	83,6	0.34	0,5	<0,10	400	180
KB-08	82,2	0.35	0,3	0,44	360	210
KB-09	81,4	0.40	0,6	0,18	470	230
KB-10	53,8	76	5,2	2,1	4.200	660
KB-14	83,0	3.3	0,9	0,25	600	210
KB-15	82,8	0.28	0,7	<0,10	530	230
*< 0,063 mm						

Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total kvælstof og forfor i sedimentprøver fra klappladsedrne i Køge Bugt med gennemsnit og standardafvigelse er vist i Tabel 3-23. Alle parametrene korrelerer signifikant (Spearman, $p < 0,05$), men KP-04 og KP-10 er væsentlig højere end de øvrige (for %Tørstof dog mindre end).

3.2.3 Videotransekter

På de 3 videotransekter blev der lavet observationer på bundens beskaffenhed, forekomst og dækning af makroalger, samt observationer af f.eks. rev-områder.

I modsætning til transekterne ved Lynetteholm er de tre transekter i Køge Bugt på mellem 10-14 m vanddybde, hvilket er for dybt til en satellitbaseret kortlægning. Derfor var der ingen umiddelbar viden om området før gennemsejlingen. Transekterne blev brugt til at vurdere strømpåvirkning, sediment på vegetationen etc.

Generelt viste de tre transekter, at der i hele området er tale om en sandbund med spredte sten, som alle er bevoksede med makroalger. Nogle af stenene var over 1 m i diameter. Desuden var der mindre områder med rev (samling af sten). Der blev set enkelte kalkflager/ler-toppe. Alle tre transekter gik hen over de to klappladser A og B. Kun på transekt 3 blev der set et bundsubstrat, der var lidt anderledes og som måske kunne være tidligere klappet materiale. Imidlertid viser geologiske kort for området, at det er gammel istidshavbund, hvorfor der godt kan være forekomst af tørvelignende aflejringer.

Gennemgang af transekterne er vist i nedenstående Tabel 3-24. Bemærk, at der ikke er observationer af ålegræs som på Lynetteholm, men observationer af egentlige stenrev.

UDKAST

Tabel 3-24 Oversigt over observationer fra de 3 transekter i Køge Bugt.

Transekt	Retning	Dominerende bundtype	Makroalger	Stenrev	Andet
1	NØ=>SV	Sandet bund med spredte sten, alle dækket med makroalger. Skaller. Tydelige strømrubber. Stærk strøm under optagelser	0-5%	0-5%	Enkelte sten over 1 m diameter. Rev i små grupper, afløst af rene sandflader. Passerer Klapplads A og B men ingen synlige spor
2	SØ=>NW	Sandet bund med indslag af tørvelignende lag. Sten dækket af makroalger. Sandbund med strømrubber	0-5%	0-5%	Enkelte mindre sandområder med store mængder skaller. Passerer Klapplads A, men ingen spor
3	NW=>SØ	Store bare sandflader med strømrubber i den første og sidste del af transektet (0-24 min+ 45-50 min). Derefter som på Transekt 2 med spredte sten, små rev og alle sten dækket med alger	0-5%	0-5%	Måske påvirket bund på klapplads B (32 -37 min). Enkelte kalk/lerknolde, der stikker op

4 Diskussion

Flora og Fauna

Både flora og makroalger blev kun prøvetaget på Lynetteholm, hvor floraen var primært domineret af ålegræs, med en enkelt anden plante identificeret (krybende vandkrans). Ved tidligere prøvetagninger er der også identificeret to andre plantearter. Det er dog altovervejende ålegræs og makroalger, der dominerer den vegetative bund. Det var ikke muligt at estimere skudtæthed og korrigerede biomasse for ålegræs, da størstedelen af prøverne blev taget om vinteren.

Makroalgerne viste også en forholdsvist høj artsrigdom med 29 identificerede arter på 11 stationer. Dette tyder på en forholdsvist høj artsrigdom ved Lynetteholm, hvilket understøttes af en undersøgelse af vegetationen i Københavns Havn fra 2003, som også konkluderede, at området har en høj artsrigdom, til trods for at være overvejende ålegræs domineret.

Sammenlignet med prøverne taget på klappladserne i Køge bugt var både artsdiversiteten og individtætheden også betragteligt højere. Det skal dog nævnes, at alle prøverne i Køge bugt er taget om vinteren, mens der er nogle stationer på Lynetteholm, der er taget i forår/sommer i 2019 og 2020. På Lynetteholm sås det, at individtætheden var påvirket af sæsonen og/eller dybden af stationerne. Det kan således ikke siges, om forskelle i individtætheden skyldes en variation i sæson. Artsdiversiteten er dog ikke umiddelbart påvirket af sæsonen og er således højere i Lynetteholm end i Køge bugt Klappladser. Dette skyldes sandsynligvis at Lynetteholm området er mere fragmenteret og tilbyder således et større variation af habitater, mens Køge bugt prøverne var taget inden for en forholdsvist homogen bundtype. Desuden viste AMBI indekset også en højere forstyrrelse ved klappladserne end ved Lynetteholm.

Vand- og sedimentkemi

De vandkemiske analyser viste i lighed med andre målinger fra Lynetteholm området forhøjede værdier for arsen, bly, barium og zink. Som nævnt under resultater er de høje zinkkoncentrationer fra februar måske fejlbehæftede. En forklaring på de høje koncentrationer i havneområdet kunne tillægges udledning fra bl.a. Lynetten Renseanlæg samt fra regnvandsbetingede udledninger, men ser man på målingerne fra station 25 i Hollænderdybet (station 25), som vurderes delvist, at kunne bruges som en referencestation, så udviser den også høje koncentrationer for arsen, barium og zink. Man må således konkludere at havområdet ved Københavns generelt er påvirket af tungmetaller og miljøfremmede stoffer.

Resultaterne fra de sedimentkemiske analyser er blevet sammenlignet dels med Klapvejledningens /1/ krav og dels med miljømål defineret i Bekendtgørelse 1625 /2/ og grænser for god miljøstatus (GES) angivet af HELCOM /3//4//5/.

Klapvejledningen har 2 grænser. "Den nedre aktionsgrænse er i princippet lig med et niveau, der svarer til et gennemsnitligt baggrundsniveau eller til ubetydelige koncentrationer, hvor der ikke ventes effekter". Det øvre aktionsniveau "angiver det niveau, hvor der kunne være begyndende effekter".

Ved Lynetteholm ligger 2 resultater over den øvre grænse, Kviksølv i Lyn-04, som ligger i Yderhavnen midt for Langelinie, og Tributyltin-cation i Lyn-14 som ligger ud for Prøvestenen.

Set bredt over alle parametrene er det typisk Lyn-04, Lyn-12, Lyn-15, og Lyn - 20, der ligger mellem øvre og nedre grænse. Lyn-12 og Lyn-15 ligger ud for Amagerværket og Lyn-20 ligger ud for Nordhavnstippen.

Tungmetaller bindes typisk til den fine sedimentfraktion. Derfor kan det forventes, at prøver med høj andel af den fine fraktion alt andet lige har højere koncentrationer. Ved lineær regression ses det, at det typisk er Lyn-04, Lyn-12, og Lyn-20, hvor en høj andel af den fine fraktion ikke kan forklare tungmetalkoncentrationen. De må derfor anses for at være mere forurenede end de øvrige prøver.

Med hensyn til PCB ligger alle under den nedre grænse. De er typisk detekteret i de centrale dele af undersøgelsesfeltet, ud for havnen, og ligger under detektionsgrænsen i den sydlige (Lyn 26) og nordlige (Lyn-23,-24, -27) ende. Sammenlignes med HELCOMs foreløbige grænse for god økologisk status (GES) for PCB-118, ligger alle stationer, hvor den er detekteret, over grænsen, hvorimod de ligger under grænsen for PCB-153, med undtagelse af Lyn-12. Til sammenligning angiver HELCOM, at koncentrationen i sedimenterne overskrider den foreslåede GES i hele HELCOM området /11/.

For antracen, der er en indikator for PAH, ligger alle prøver, hvor den er detekteret, højere end miljømålet og HELCOMs GES. Den geografiske fordeling svarer til fordelingen for PCB. Et lignende billede ses for TBT-cation. Til sammenligning angiver HELCOM /3/, at koncentrationen af antracen i sedimenterne i de indre danske farvande ikke overholder GES.

Af de fire prøver, hvor der er analyseret for phthalater og nonylfenol, blev de kun fundet i Lyn-12, der er karakteriseret ved også at vise høje koncentrationer for de fleste af de øvrige organiske parametre. Bekendtgørelsens miljømål er væsentlig overskredet. Det bemærkes dog, at metodens detektionsgrænse ikke er tilstrækkelig.

Ved klappladserne i Køge Bugt ligger alle målte koncentrationer under den i Klapvejlednings angivne øvre grænse, mens den nedre grænse kun er overskredet i prøverne fra KP-4 og KP-10, som er udtaget på de anvendte klappladser. Tilsvarende ses det, at Tributyl tin (og derivater), PCB, og PAH kun er detekteret i prøverne fra KP-4 og KP-10.

Prøverne fra KP-4 og KP-10 har høje koncentrationer af N, P, TOC og en meget høj andel af den fine sedimentfraktion ($< 0,063$ mm), som må antages at være tilført fra tidligere klapninger. De forhøjede koncentrationer, der er observeret på klappladserne, skyldes sandsynligvis en kombination af at være tilført med klapningen og yderligere tilført ved adsorption fra vandsøjlen.

Generelt ses det, at koncentrationerne i prøverne ved klappladsen er lavere end ved de centrale dele af prøvefeltet ved Lynetteholm, og sammenlignelige med koncentrationerne i den nordlige og sydlige ende af prøvefeltet ved Lynetteholm.

For de sedimentkemiske analyser konkluderes det, at koncentrationerne ved Lynetteholm, af de målte stoffer med få undtagelser, ligger under klapvejledningens øvre grænse. Sammenlignes derimod med miljømålene i bekendtgørelse 1625 og HELCOMs grænser for god miljøstatus, er værdierne typisk over grænserne. Det gælder hovedsageligt for de prøver, der er taget tæt på havnen og langs med Amagers nordøstligste ende. Ved klappladsen i Køge Bugt er klapvejledningens grænser overholdt, men de to centrale stationer, der anvendes til klappning, er forhøjet i forhold til de omkringliggende.

Endvidere ses det, at koncentrationerne i prøverne taget ved klappladsen er lavere end ved de centrale dele af prøvefeltet ved Lynetteholm, og

sammenlignelige med koncentrationerne i den nordlige og sydlige ende af prøvefeltet ved Lynetteholm.

UDKAST

5 Referencer

- /1/ Vejledning Nr. 9702, 20-10-2008: Vejledning fra By- og Landskabsstyrelsen: Dumpning af optaget havbundsmateriale – klappning.
- /2/ Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. BEK nr. 1625 af 19/12/2017.
- /3/ HELCOM (2018) PAH and metabolites. HELCOM core indicator report. Online. [29-04-2022], [[http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/polyaromatic-hydrocarbons-\(PAHs\)-and-their-metabolites/](http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/polyaromatic-hydrocarbons-(PAHs)-and-their-metabolites/)]. ISSN 2343-2543
- /4/ HELCOM (2018) Metals (lead, cadmium and mercury). HELCOM Core Indicator Report. Online. [26-07-2020], [<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Metals-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>]. ISSN: 2343-2543
- /5/ HELCOM (2018) Polychlorinated biphenyls (PCBs), dioxins and furans. HELCOM core indicator report. Downloaded 2020-09-01, <https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Polychlorinated-biphenyls-PCBs-dioxin-and-furan-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>, ISSN 2343-2543
- /6/ HELCOM, 2012. Development of a set of core indicators: Interim report of the HELCOM CORESET project. PART B: Descriptions of the indicators. Balt. Sea Environ. Proc. No. 129 B. <https://helcom.fi/media/publications/BSEP129B.pdf>
- /7/ Fastsættelse af kvalitetskriterier for vandmiljøet. Miljøstyrelsen 2019. Krom. <https://mst.dk/media/221627/krom-7440-74-3.pdf>
- /8/ Kvalitetskriterier for miljøfarlige forurenende stoffer i vandmiljøet. <https://mst.dk/kemi/kemikalier/graensevaerdier-og-kvalitetskriterier/miljoekvalitetskriterier/>
- /9/ Fastsættelse af kvalitetskriterier for sediment og biota. Nikkel. <https://mst.dk/media/196562/nikkel-7440-02-0.pdf>
- /10/ McLachlan, M. & Undeman, E. 2020. Dioxins and PCBs in the Baltic Sea. Helcom Baltic Sea Environment Proceedings n°171.
- /11/ HELCOM (2018) TBT and imposex. HELCOM core indicator report. Online. [2022-04-28], [<https://www.helcom.fi/wp-content/uploads/2019/08/Tributyltin-TBT-and-imposex-HELCOM-core-indicator-2018.pdf>]. ISSN: 2343-2543
- /12/ Satellitbaseret vegetationskortlægning: [Marine Vegetation Mapping \(satlas.dk\)](https://satlas.dk) Tilgået 2021 og 2022

Bilag A Bundflora

Bilag A.1 Makroalger ved Lynetteholm

Artsdiversiteten af makroalger fundet ved prøvetagning i Lynetteholm.

Art	Antal stationer	Biomasse (DW g/m ²)	sd
<i>Aglaothamnion/Callithamnion</i>	7	0,16	0,25
<i>Ahnfeltia plicata</i>	2	0,64	0,45
<i>Callithamnion/Aglaothamnion</i>	4	0,68	0,81
<i>Carradoriella elongata</i>	5	1,57	1,67
<i>Ceramium tenuicorne</i>	4	0,26	0,47
<i>Ceramium virgatum</i>	8	3,23	7,55
<i>Chaetomorpha linum</i>	2	0,08	0,00
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	2	0,12	0,06
<i>Cladophora</i>	6	0,03	0,04
<i>Coccotylus</i>	3	11,28	12,55
<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	5	49,13	36,94
<i>Cystoclonium purpureum</i>	5	4,04	7,88
<i>Dasya baillouviana</i>	1	0,24	-
<i>Delesseria sanguinea</i>	8	5,45	7,69
<i>Desmarestia viridis</i>	2	0,16	0,22
<i>Dumontia contorta</i>	4	6,45	7,43
<i>Fucus serratus</i>	3	189,51	286,29
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	6	22,89	23,26
<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	7	0,30	0,29
<i>Membranoptera alata</i>	2	1,84	2,37
<i>Phycodrys rubens</i>	4	2,81	3,90
<i>Polyides rotunda</i>	6	12,51	27,82
<i>Polysiphonia stricta</i>	4	1,05	1,70
<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	10	1,68	3,75
<i>Rhodomela confervoides</i>	10	3,05	3,07
<i>Saccharina latissima</i>	4	11,98	10,41
<i>Sphacelaria</i>	3	1,74	2,97
<i>Ulva</i>	2	0,28	0,17
<i>Vertebrata fucoides</i>	11	22,17	17,95

Bilag B

Bundfauna

Bilag B.1

Bundfauna fra Lynetteholm

Art	Antal stationer	Gennemsnitlig forekomst
<i>Actiniaria</i>	1	10
<i>Ampharete baltica</i>	4	170
<i>Ampharetidae</i>	1	60
<i>Arenicola marina</i>	9	21
<i>Aricidea suecica</i>	1	30
<i>Bittium reticulatum</i>	1	30
<i>Capitella capitata</i>	15	164
<i>Carcinus maenas</i>	6	32
<i>Cardium hauniense</i>	15	220
<i>Cerastoderma edule</i>	1	10
<i>Cerastoderma glaucum</i>	12	139
<i>Chironomidae</i>	12	340
<i>Corbula gibba</i>	4	12
<i>Corophium insidiosum</i>	6	20
<i>Cyathura carinata</i>	14	160
<i>Diastylis rathkei</i>	5	16
<i>Eteone flava</i>	1	10
<i>Eteone longa</i>	7	30
<i>Gammarus inaequicauda</i>	5	24
<i>Gammarus locusta</i>	1	30
<i>Gammarus salinus</i>	9	172
<i>Harmothoe impar</i>	1	10
<i>Harmothoe sp.</i>	1	10
<i>Hediste diversicolor</i>	17	314
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	10
<i>Heterotanais oerstedii</i>	1	10
<i>Hinia reticulata</i>	5	24
<i>Hydrobia ulvae</i>	19	5.046
<i>Idotea baltica</i>	9	40
<i>Idotea chelipes</i>	1	40
<i>Idotea sp.</i>	1	10
<i>Jaera sp.</i>	2	110
<i>Lacuna parva</i>	1	220
<i>Lacuna sp.</i>	1	20
<i>Littorina littorea</i>	7	27
<i>Littorina saxatilis</i>	4	78

<i>Macoma balthica</i>	6	37
<i>Marenzelleria viridis</i>	10	76
<i>Melita palmata</i>	1	1.400
<i>Melita pellucida</i>	1	830
<i>Microdeutopus anomalus</i>	1	20
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	7	29
<i>Microdeutopus sp.</i>	17	185
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	2	20
<i>Mya arenaria</i>	11	142
<i>Mysella bidentata</i>	3	13
<i>Mytilus edulis</i>	19	2.226
<i>Neanthes succinea</i>	4	75
<i>Neanthes virens</i>	2	10
<i>Nematoda</i>	4	105
<i>Nemertea</i>	12	47
<i>Nemertini</i>	4	20
<i>Nephtys hombergi</i>	2	20
<i>Nereididae</i>	3	20
<i>Oligochaeta</i>	13	71
<i>Parvicardium ovale</i>	6	63
<i>Pectinaria koreni</i>	2	20
<i>Phoronis sp.</i>	1	20
<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	10
<i>Platynereis dumerili</i>	1	10
<i>Polydora caeca</i>	3	10
<i>Polydora cornuta</i>	10	102
<i>Polyplacophora</i>	2	10
<i>Pusillina sarsii</i>	13	444
<i>Pygospio elegans</i>	18	2.227
<i>Rhitropanopeus harrisii</i>	1	10
<i>Rissoa membranacea</i>	7	1.457
<i>Rissoa parva</i>	2	50
<i>Scolecopsis squamata</i>	1	10
<i>Scoloplos armiger</i>	10	333
<i>Streblospio shrubsoli</i>	7	80
<i>Terebellides stroemi</i>	2	225
<i>Tharyx marioni</i>	6	60
<i>Trochochaeta multisetosa</i>	1	10
<i>Tubificoides benedeni</i>	19	458

Bilag B.2

Bundfauna fra Køge Bugt

Art	Antal stationer	Gennemsnitlig forekomst
Ampharete baltica	1	10
Arenicola marina	7	24
Aricidea suecica	1	10
Bathyporeia pilosa	1	40
Capitella capitata	4	18
Cerastoderma glaucum	11	232
Chironomidae	1	10
Corophium volutator	1	10
Cyathura carinata	7	23
Fabulina fabula	1	10
Gammarus salinus	1	10
Hediste diversicolor	11	113
Hydrobia ulvae	12	1.240
Iphinoe trispinosa	1	10
Macoma balthica	6	20
Marenzelleria viridis	7	57
Melita palmata	1	10
Microdeutopus gryllotalpa	1	10
Microdeutopus sp.	1	10
Mya arenaria	8	30
Mytilus edulis	3	563
Neanthes succinea	2	20
Nemertea	1	10
Nereididae	3	30
Oligochaeta	6	37
Paraonis fulgens	1	90
Polydora cornuta	1	10
Pygospio elegans	12	718
Retusa obtusa	1	10
Rissoa inconspicua	1	10
Scoloplos armiger	11	240
Spio filicornis	1	10
Streblospio shrubsoli	2	55
Travisia forbesi	4	28
Tubificoides benedeni	9	38

UDKAST

Bilag C Analyserapport

Bilag C.1 Sediment

Analyserapporten er vedlagt som pdf: [Baselinerapport-AppendixC1-sediment.pdf](#)

Resultater af analyserne af kornstørrelsesfordeling kan rekvireres ved henvendelse til DHI

UDKAST

Bilag C.2 Vand

Analyserapporten er vedlagt som pdf: [Baselinerapport-AppendixC2-vand.pdf](#)

UDKAST