

Lynetteholm miljøundersøgelser

Biologiske og sedimentkemiske undersøgelser ved
Lynetteholm, juni 2022

Rapport
11823523-21

Dato 10.05.2023

Udarbejdet for Udviklingsselskabet By & Havn I/S



Lynetteholm miljøundersøgelser

Biologiske og sedimentkemiske undersøgelser ved Lynetteholm, juni 2022

Rapport
11823523-21

Udarbejdet for: Udviklingsselskabet By & Havn I/S
Repræsenteret ved: Noelle Kehli, Robin M. Kotsia

Projektleder:	Jesper Goodley Dannisøe
Kvalitetsansvarlig:	Bo Brahtz Christensen
Udarbejdet af:	Jesper G. Dannisøe, Claus Jørgensen, Lars O. Mortensen, Cecilie B. Devantier
Projektnr.:	11823523-21
Godkendt af:	Jesper Dørge
Godkendelsesdato:	10.05.2023
Revision:	Final 1.0
Klassifikation:	Begrænset
Forsidefoto:	WSP

Filnavn: 11823523-21 sommer status rapport Lynetteholm_v2

Indholdsfortegnelse

1	Indledning og baggrund	7
2	Stationer og transekter	8
2.1	Bundfauna og sedimentstationer.....	8
2.1.1	Lynetteholm bundfauna og flora.....	8
2.2	Videotransekter.....	10
2.3	Sedimentkvalitet	13
3	Resultater	14
3.1	Bundfauna	14
3.1.1	Sammenligning med resultater fra vinteren 2021-22	22
3.2	Blomsterplanter.....	23
3.2.1	Ålegræs dybdegrænse	25
3.2.2	Dæknings-korrigeret biomasse	26
3.3	Potentielt tab af ålegræs ved anlæggelse af Lynetteholm	30
3.4	Makroalger.....	34
3.4.1	Dæknings-korrigeret biomasse	37
3.5	Sedimentkemi	40
3.5.1	Organisk stof, kornstørrelsesfordeling og næringssalte.....	40
3.5.2	Vurdering i forhold til Klapvejledningen	41
3.5.3	Vurdering i forhold til miljømål og god miljøtilstand.....	43
3.5.4	Sammenligning imellem sommer- og vinter-undersøgelser	50
3.6	Iltmålinger i Kongedybet	52
3.7	Videotransekter.....	54
4	Diskussion.....	57
5	Referencer	60

Figurer

Figur 2-1	Kort over 27 undersøgelsesstationer til bundfauna og sedimenter. Baggrundskortet viser områder med vegetation (grøn) eller sand i lavvandede områder (gul), mens blå angiver dybere områder, hvor satellit-vurderinger ikke kunne fastslå vegetationsforhold	10
Figur 2-2	Kort over de 19 transekter, der er undersøgt ved Lynetteholm. LYT-17 blev ikke undersøgt. Se figur 2.3 for et zoom omkring Trekroner.....	11
Figur 2-3	Udsnit med transekter ved Trekroner.	12
Figur 2-4	Undersøgelse af ålegræsforekomst rundt om Refshaleøen langs den gule linje.....	12
Figur 3-1	Billede af <i>Grandidierella japonica</i> ♀ (WORMS databasen).	17
Figur 3-2	Antallet af arter og individer per m ² samt AMBI-indeks i relation til dybden på prøvestationen.....	17
Figur 3-3	Bundfauna: Antal individer/m ²	18
Figur 3-4	Bundfauna: Antal arter/m ²	19
Figur 3-5	Bundfauna: Shannon - Wiener indeks.	20
Figur 3-6	Bundfauna: Pielou indeks.	21
Figur 3-7	Bundfauna: AMBI-indeks.	22
Figur 3-8	Forskellen mellem lav skudtæthed og bladbiomasse (venstre) og høj skudtæthed og høj bladbiomasse (højre). Fra Lange et al. 2020.....	23
Figur 3-9	Ålegræssets bladbiomasse (øverst), skudtæthed (midt) og biomasse pr. skud (nederst) som funktion af dybden på 13 stationer omkring Lynetteholm, baseret på data fra sommeren 2022.	25

Figur 3-10	Dækningsgraden af ålegræs som en funktion af dybden, med en tilpasset lineær regression og antagelse om eksponentiel sammenhæng $y = -0.03^x + 60$	26
Figur 3-11	Forholdet mellem den dækningsgradskorrigerede biomasse og dækningsgraden. Den blå linje er en tilpasset lineær regression med antagelse om en potensfunktion, $y = 0,01778x^2$	26
Figur 3-12	Dækningsgraden af ålegræs estimeret fra video transekter.....	27
Figur 3-13	Oversigt over de dækningskorrigerede biomasser estimeret langs video transekter. .	28
Figur 3-14	2019: Resultater af ålegræsdækning omkring Trekroner /15/.	29
Figur 3-15	2017: Ålegræsdækningsgrader ved Amager Strand /17/.	29
Figur 3-16	2017: Ålegræsdækning ved Trekroner /17/.	30
Figur 3-17	Områder med lavere vanddybde end 6,5 m inden for den fremtidige perimeter af Lynetteholm, hvor der potentielt kan vokse sammenhængende områder med ålegræs. Samlet ca. 222.760 m ²	31
Figur 3-18	Satellit-baseret vegetationskortlægning med tæt bevoksning (mørkegrøn) og spredt dækning (lysegrøn) omkring Trekroner. De buede linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.	32
Figur 3-19	Ålegræsdækning, baseret på transekt undersøgelser, juni 2022. De tynde linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.	32
Figur 3-20	Makroalgedækning, baseret på transekt undersøgelser, juni 2022. De tynde linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.	33
Figur 3-21	Skøn på dækningsgrader af Ålegræs rundt om Refshaleøen.	34
Figur 3-22	Forholdet mellem den dækningsgradskorrigerede biomasse og dækningsgraden. Den blå linje er en tilpasset lineær regression med antagelse om en potensfunktion, $y = 0,02x^2$	37
Figur 3-23	Dækningsgraden af makroalger estimeret fra video transekter.	38
Figur 3-24	Oversigt over de dækningskorrigerede biomasser estimeret langs video transekter. .	39
Figur 3-25	Koncentrationen af Anthracen i sedimentprøver med stationsnumre fra Lynetteholm udtaget vinter 21/22 (venstre) og sommer 2022 (højre). Grøn farve angiver at koncentrationen er på eller under miljømålet (5 µg/kg TS) i Bek 1625, /2/.	44
Figur 3-26	Koncentrationen af Anthracen i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Sorte punkter viser resultater for Sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Den grønne linje angiver miljømål i Bek. 1625. Den gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus GES, /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg tørvægt. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Bemærk, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.	45
Figur 3-27	Koncentrationen af PCB-118 (øverst) og PSB-153 (nederst) i sedimentprøver med stationsnumre fra Lynetteholm udtaget vinter 21/22 (venstre) og sommer 2022 (højre). Der er ikke angivet grænseværdier, da de afhænger af indholdet af TOC.	46
Figur 3-28	Koncentrationen PCB-118 (øverst) og PCB 153 (nederst) i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Sorte punkter viser resultater for sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Den gule linje viser den af HELCOM foreslåede GES /5/. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Bemærk, at akserne er logaritmiske.	47
Figur 3-29	Koncentrationen af TBT (Kation) prøver vinter 2022 (højre) og sommer 2022 (højre). Koncentrationer imellem klapvej-ledningens øvre og nedre aktionsniveau er angivet med gult.	48
Figur 3-30	Koncentrationen af TBT (Kation) som funktion af TOC i prøver udtaget ved Lynetteholm. Sammenligning med HELCOMs, /11/ forslag til kriterium for god miljøtilstand (Gul linje) og klapvejledningens aktionsniveauer (rød og grøn linje). Sorte	

	punkter viser resultater for sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Analysens detektionsgrænse er 1 µg/kg. Resultater herunder er angivet som 50% af detektionsgrænsen. Bemærk, at begge akser er logaritmiske.....	48
Figur 3-31	Sammenligning af størrelsen af sedimentfraktionen < 0,063 mm (øverst), koncentrationen af TOC (midten) og glødetab (nederst), hvor der både er udtaget og analyseret prøver 21/22 og sommer 2022. Vinter er angivet med blå og sommer med orange signatur.	50
Figur 3-32	Iltmålinger fra Kongedybet, 1. april 2022 til 30. marts 2023.	53

Tabeller

Tabel 2-1	Stationsoversigt for Lynetteholm, juni 2022 og tidligere. F = bundfauna, Å = ålegræs, A = makroalger, S = sediment, 0 = ingen prøver.	9
Tabel 2-2	Oversigt over sedimentkemiske variable.	13
Tabel 3-1	Antal individer pr m ² , og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Shannon-Wiener og Pielou indeks, samt AMBI og DKI fundet på de 24 stationer. (S = sommer 2022, V = vinter 2022).....	14
Tabel 3-2	De mest dominerende bundfaunaarter og deres relative hyppighed på hver af 24 stationer i Lynetteholm projektområdet i juni 2022, sammenlignet med indsamlinger fra baseline og tidligere.	15
Tabel 3-3	Gennemsnit (± sd) og median (range) bladbiomasse, skudtæthed, biomasse pr. skud og dækningsgradkorregeret biomasse.....	24
Tabel 3-4	Oversigt over de enkelte arealer, dækningsgrader af ålegræs og forventet tab af ålegræsarealer. Se Figur 3.11 for farvekoder.	34
Tabel 3-5	Antal makroalgearter, deres samlede biomasse og diversiteten udtrykt ved to indekser: Shannon-Wiener(H') og Pielou indeks. Der er desuden vist artsantal og biomasse for vinterundersøgelserne 2022.	35
Tabel 3-6	De mest dominerende makroalgearter og deres relative hyppighed på de 14 stationer indsamlet sommeren 2022, samt stationer, arter og biomasse fra vinteren 2022.	36
Tabel 3-7	Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total-kvælstof, total fosfor og andel af fint sediment (< 63 µm) i sedimentprøver fra Lynetteholm med gennemsnit og standardafvigelse. S = Sommer juni 2022, V = Vinter 2022.	40
Tabel 3-8	Oversigt over anvendte aktionsniveauer i forbindelse med klapning /1/. TS = Tørstof. For Miljøstyrelsens og HELCOMs kriterier, se tabel 3-11.	41
Tabel 3-9	Analyseresultater af tungmetaller, sammenholdt med Klapvejledningens niveauer for acceptable koncentrationer.	42
Tabel 3-10	Indhold af TBT, PAH ₉ og PCB-forbindelser. Grønne celler angiver værdier under nedre aktionsniveau, gule celler angiver værdier mellem nedre og øvre aktionsniveau.	43
Tabel 3-11	Miljømål (mg/kg tørstof) i henhold til Bekendtgørelse 1625, /2/, Miljøstyrelsens kvalitetskriterier, /8/ /9/ eller HELCOM, /3/ /4/ samt analysernes detektionsgrænser. .	43
Tabel 3-12	Forholdet mellem koncentrationen af tungmetaller vinter 21/22 og sommer 2022 [Vinter-koncentration divideret med Sommer-koncentration]. Grå farver angiver at koncentrationen var højest om vinteren.	52
Tabel 3-13	Oversigt over observationer fra de 19 transekter i Lynetteholmsområdet, juni 2022...	55

Bilag

Bilag A	Bundflora
Bilag A.1	Makroalger ved Lynetteholm

Bilag B	Bundfauna
Bilag B.1	Bundfauna fra Lynetteholm, juni 2022
Bilag C	Sedimentanalyser
Bilag C.1	TBT-analyser
Bilag C.2	Næringssalte, tørstof, glødetab og TOC
Bilag C.3	PAH-analyser
Bilag C.4	PCB-analyser
Bilag C.5	Akkrediterede analyserapporter
Bilag D	Positioner på de 27 stationer
Bilag D.1	Positionstabel

1 Indledning og baggrund

Undersøgelser og målinger

Forud for anlægsopgaven med Lynetteholm blev der gennemført nogle miljøundersøgelser i området, hvor Lynetteholm skal bygges, samt i de tilgrænsende havneområder og ved Middelgrund. I vinteren 2021-2022 blev der gennemført en baseline undersøgelse for at fastslå de biologiske og sedimentkemiske forhold før anlægsarbejdernes opstart. Perioden december-januar er ikke en optimal periode for bedømmelse af de biologiske forhold, idet en række arter ikke forekommer om vinteren. Det blev derfor besluttet at gennemføre en ny undersøgelse på de samme stationer og transekter i juni 2022, da diverse tekniske anvisninger fra Miljøstyrelsen anser juni måned, som mest optimal for monitoring af de biologiske forhold.

Denne rapport er således en statusrapport med undersøgelser af de samme variable, som blev undersøgt i forbindelse med baselinerapporten fra vinteren 2021-2022. Vandkvalitet fra 9 stationer /13/, samt iltmålinger fra Kongedybet er afrapporteret eller vil blive afrapporteret særskilt.

2 Stationer og transekter

For at kunne vurdere effekterne af anlæggelse af Lynetteholm blev der i december 2021 udpeget et antal stationer og videotransekter, som over flere år vil kunne bruges til at se på potentielt midlertidige og varige påvirkninger af havbunden. I juni 2022 blev de samme stationer genbesøgt som led i denne undersøgelse.

2.1 Bundfauna og sedimentstationer

For at kunne vurdere den biologiske og kemiske tilstand på en station udtager man en række prøver, som er så uforstyrrede som muligt. På enkelte stationer var det ikke muligt at udtage prøver, da bunden var for hård og stenet til, at man kunne bruge de normale samplers.

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 (sandet, ikke-stenet bund). 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, som i få tilfælde kunne udtage en brugbar prøve.

Der er desuden indsamlet bundfauna, ålegræs og makroalger ved hjælp af dykker. Her er der brugt en dykker-HAPS til bundfaunaprøverne og en Kautsky ramme på 25 x 25 cm til vegetationsindsamlingerne, med 5 subsamples/station, hvis muligt. 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 halvø. 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.

Ved denne undersøgelse i juni 2022 er der gennemført indsamling på nedenstående 27 stationer (Se Tabel 2-1). 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 grab. Nedenstående tabel giver en oversigt over, hvad der er indsamlet på de enkelte stationer. Stationer, hvor der er indsamlet ålegræs og makroalger er indsamlet af WSP med dykkere.

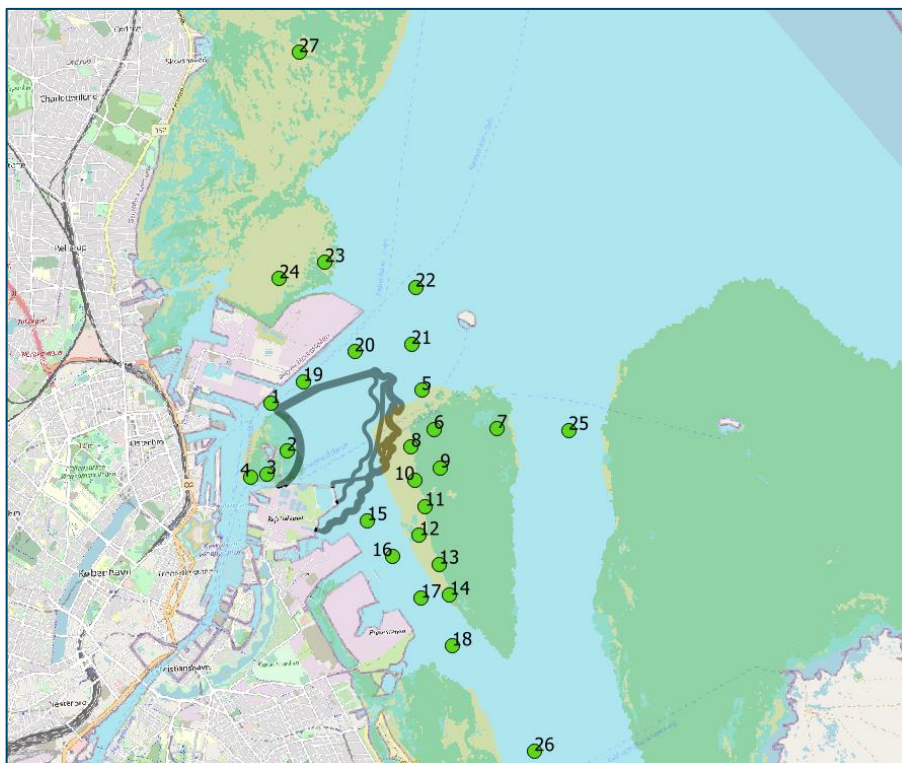
Tabel 2-1 Stationsoversigt for Lynetteholm, juni 2022 og tidligere. F = bundfauna, Å = ålegræs, A = makroalger, S = sediment, 0 = ingen prøver.

Station ID	Dato	Dybde [m]	Bundtype	Indsamlet sommer 2022	Indsamlet tidligere (2019-20 og vinter 22)
1	27.6.22	10	Stenet, sandet, mudret	F, S	F, S
2	27.6.23	4	Stenet, sandet	F, Å, S	F, S
3	24.6.23	2,5	Stenet, sandet	F, Å, S	F
4	24.6.23	4,5	Stenet, sandet	F, Å, S	F, Å, A, S
5	27.6.23	6	Grus, sten og sand	F, A, S	F, Å, A, S
6	27.6.23	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
7	27.6.23	3	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
8	27.6.23	5,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
9	27.6.23	3,8	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
10	24.6.23	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
11	24.6.23	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
12	24.6.23	5	Grus, sten og sand	F, S	F, S
13	24.6.23	5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
14	24.6.23	4,5	Grus, sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S
15	27.6.23	13	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S
16	27.6.23	15,3	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S
17	27.6.23	14,2	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S
18	27.6.23	13	Stenet, sand, mudder	F, S	F, S
19	27.6.23	10,5	Stenet	0	0
20	27.6.23	12,8	Stenet, sandet	F, S	F, S
21	23.6.23	7	Stenet, sandet	F, A, S	Å, A, S
22	27.6.23	15,2	Stenet, sandet	F, S	F, S
23	27.6.23	7	Stenet, sandet	F, A, S	F, Å, A, S
24	27.6.23	4,4	Stenet, sandet	F, Å, A, S	F, Å, A, S
25	23.6.23	16,8	Stenet	A, S	0
26	27.6.23	10	Stenet	0	S
27	23.6.23	5,5	Sten og sand	F, Å, A, S	F, Å, A, S

Forskelle mellem indsamlinger i sommeren 2022 og de tidligere skyldes bl.a. at man ved undersøgelserne i vinteren 21-22 kunne konstatere, at nogle af de stationer, der var udpeget til prøvetagning med HAPS, ikke egnede sig til dette, hvorfor de i sommeren 2022 blev indsamlet med dykkere, hvilket gælder Station 21 og 25. Det skal nævnes, at man på dykkerstationer ikke med sikkerhed kommer ned på præcis den samme bund, som ved sidste undersøgelse, hvorfor der kan være forskel mellem to indsamlinger. Dette gælder f.eks. Station 4 og 5.

På Station 2 og 3 blev der ikke indsamlet alle variable i 2021-2020, som i sommeren 2022.

På Station 26 lykkedes det i vinteren 21-22 at få fat i en lille sedimentprøve med en van Veen grab, mens dette ikke lykkedes i sommeren 2022.

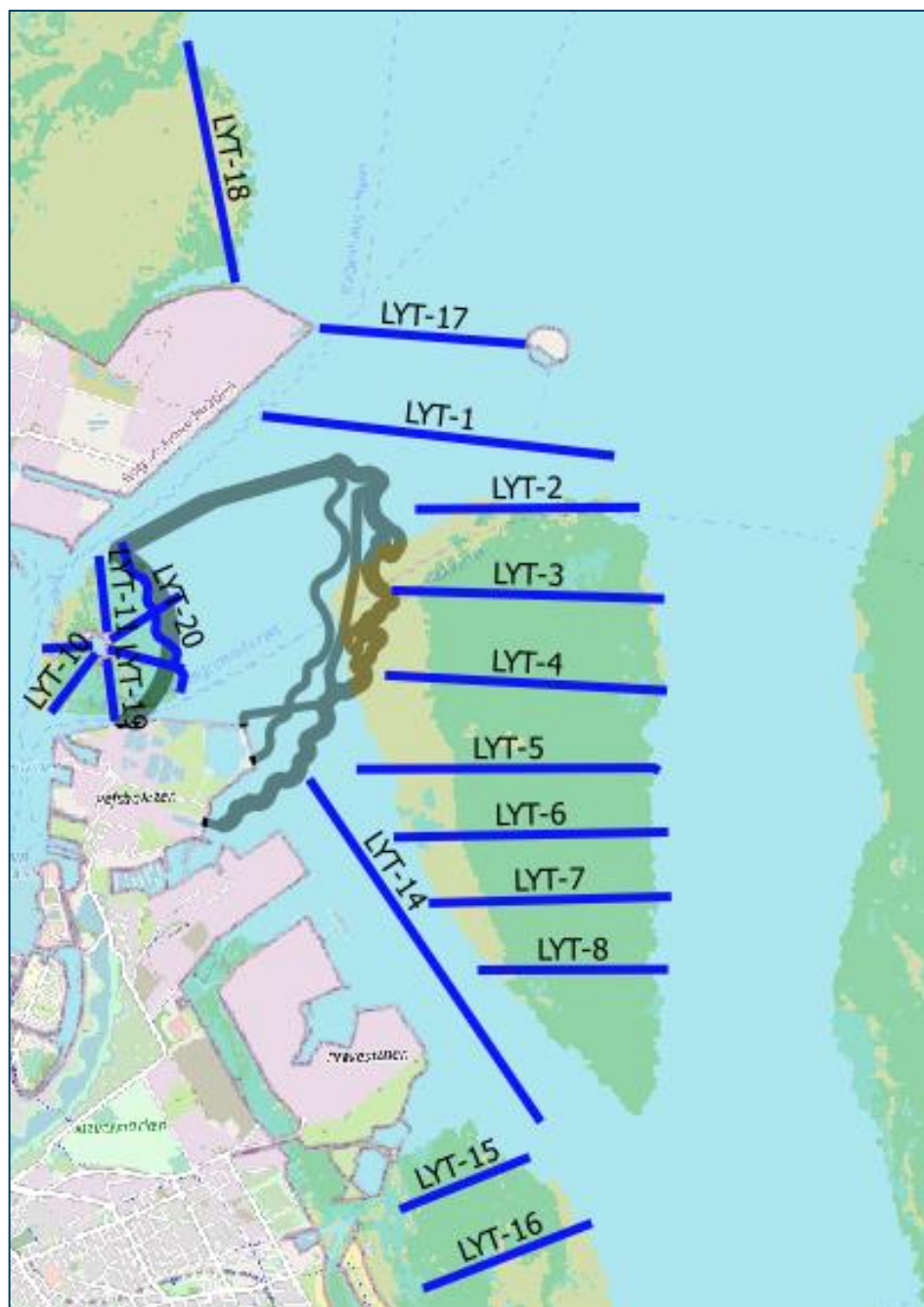


Figur 2-1 Kort over 27 undersøgelsesstationer til bundfauna og sedimenter. Baggrundskortet viser områder med vegetation (grøn) eller sand i lavvandede områder (gul), mens blå angiver dybere områder, hvor satellit-vurderinger ikke kunne fastslå vegetationsforhold ¹

2.2 Videotransekter

I Lynetteholm området blev der sejlet 19 transekter, som det fremgår af nedenstående Figur 2-2. Efter gennemsejling af transektet LYT-1 blev det besluttet at udelade LYT-17, da det forventeligt og med reference til tidligere ville se ud som LYT-1. Der blev i stedet for lavet et nyt LYT-20 transekt på tværs af de eksisterende transekter ud for Trekroner for at fastlægge ålegræssets dybdegrænse (Figur 2-3). Videotransekter er primært gennemført med en slæbevideo og med en fart på 1,5 – 2 knob, mens der på strækninger rundt om Refshaleøen er brugt en ROV (Remote Operated (underwater) Vehicle) for at se på ålegræsdækning. Dette er specifikt behandlet i Kapitel 3.3.

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



Figur 2-2 Kort over de 19 transekter, der er undersøgt ved Lynetteholm. LYT-17 blev ikke undersøgt. Se figur 2.3 for et zoom omkring Trekroner.



Figur 2-3 Udsnit med transekter ved Trekroner.

Ud over de ovenfor nævnte transekter blev der også gennemført specifikke undersøgelser for udbredelse af ålegræs rundt om selve Refshaleøen for at fastlægge omfanget af områder, der i fremtiden vil blive dækket ved etablering af Lynetteholm (Figur 2-4). Undersøgelserne var begrænset af en dybde på 6,5 m, som angiver den dybde, hvorunder der på de omkringliggende lokaliteter er set sammenhængende dækninger af ålegræs.



Figur 2-4 Undersøgelse af ålegræsforekomst rundt om Refshaleøen langs den gule linje.

2.3 Sedimentkvalitet

På alle stationer, hvor der blev optaget prøver til bundfaunaanalyser, blev der også udtaget sedimentprøver til analyse for de i Tabel 2-1 oplyste sedimentkemiske variable. De ni PAH'er og syv PCB'er er udvalgt iflg. Klapvejledningen. I undersøgelserne fra december-januar 2021-2022 blev der også efter ønske fra Københavns Kommune undersøgt for en række specifikke stoffer som DMP (Dimethylphthalat), DEP (Diethylphthalat), BBP (Benzylbutylphthalat), DOP (Dioctylphthalat), DEHP (Bis(2-ethylhexyl)phthalat), DBP (Dibutylphthalat), Nonylphenol og DNP (Diisononylphthalat), men da det ikke var muligt at detektere stofferne i prøverne, blev stofferne udeladt i denne undersøgelse, men de inddrages igen i undersøgelserne i sommeren 2023.

Prøverne blev udtaget med samme indsamlingsudstyr som prøver til faunabestemmelse, for så vidt at bundforholdene tillod det. Hovedparten blev udtaget med en HAPS, mens resten blev udtaget med en van Veen grab eller med dykker.

Der er lavet kornstørrelsesfordeling på 24 stationer, hvor det var muligt at indsamle sediment.

Tabel 2-2 Oversigt over sedimentkemiske variable.

Variable	Variable
Tørstofindhold	Total-Nitrogen
Kornstørrelsesfordeling	Total-Phosphor
Organotinforbindinger: TBT, DBT og MBT	Glødetab
TBT-Sn	TOC
cation (TBT)	Benzo(a)anthracen
DBT-Sn	Chrysen
DBT-cation	Benz(a)pyren
MBT-Sn	Indeno(1,2,3-cd)pyren
MBT-cation	Benzo(ghi)perylene
TS	Phenanthren
Glødetab af total prøve	Anthracen
Arsen	Fluoranthren
Bly	Pyren
Barium	PCB congen 28
Cadmium	PCB congen 52
Chrom	PCB congen 101
Kobber	PCB congen 118
Kviksølv	PCB congen 138
Nikkel	PCB congen 153
Zink	PCB congen 180

3 Resultater

3.1 Bundfauna

Artsdiversitet

På de 24 stationer var der i gennemsnit ($\pm$ standardafvigelse (sd)) 7.951 ($\pm$ 7.337) individer pr. m² fordelt på 7 taxa, med Gastropoda som den mest dominerende taxa og 81 arter. Den gennemsnitlige ($\pm$ sd) biomasse var 164,8 ($\pm$ 31,3) g tørvægt pr. m² (Tabel 3-1).

Artsrigdommen per station er omsat til et Shannon-Wiener indeks, som beskriver antallet af arter i forhold til totalantallet af individer. Der blev fundet en gennemsnitlig ($\pm$ sd) artsrigdom i bundfaunaen på 1,7 ($\pm$ 0,4). Diversiteten blev desuden beregnet med et Pielou indeks, som beskriver, om antallet af individer er fordelt ligeligt på arterne, eller om enkelte arter dominerer samfundet. Det gennemsnitlige ($\pm$ sd) Pielou indeks var 0,56 ($\pm$ 0,15), jf. Tabel 3-1, hvilket indikerer, at en større del af de identificerede individer fordeler sig på få arter. Der blev også estimeret et AMBI-indeks² (AZTI Marine Biotic Index) for de individuelle stationer og for området generelt. Dette lå på 2,8 ($\pm$ 0,3), hvilket indikerer en let forstyrret havbund. Det skal dog noteres, at station 20 beliggende i Kronløbet, var signifikant forskellig fra de andre stationer og lå i kategorien moderat eller kraftig påvirket havbund, f.eks. fra oprensninger og skruépåvirkning fra de store skibe, der anløber området. Slutteligt blev det Dansk Kvalitets Indeks (DKI) udregnet til 0,64 ($\pm$ 0,06). Resultaterne var i høj grad sammenlignelige med samplingen udført i vinteren 2021, hvor alle vinterindeks lå inden for standardafvigelsesbåndet af sommerindeks.

Tabel 3-1 Antal individer pr m², og artsdiversiteten beskrevet ved antal arter, Shannon-Wiener og Pielou indeks, samt AMBI og DKI fundet på de 24 stationer. (S = sommer 2022, V = vinter 2022).

Station	Totalt antal individer (per m ²)		Antal arter		H'		Pielou		AMBI		DKI	
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V
1	1.608	-	17		2,33	-	0,82		2,36		0,76	
2	4.026	9.950	18	23	2,03	1,75	0,70	0,56	2,80	3,22	0,68	0,61
3	23.886	15.390	29	17	1,57	1,30	0,47	0,46	2,66	3,00	0,63	0,56
4	8.631	9.211	17	15	1,01	1,26	0,36	0,47	2,60	2,55	0,55	0,59
5	8.581	9.471	27	27	1,83	2,13	0,56	0,65	2,98	2,81	0,64	0,70
6	1.908	12.590	21	20	2,15	1,32	0,71	0,44	2,76	2,88	0,70	0,58
7	23.736	34.790	26	26	1,12	1,74	0,35	0,54	2,82	2,11	0,55	0,69
8	3.167	28.840	26	18	2,30	0,88	0,70	0,31	2,58	2,84	0,74	0,52
9	5.095	10.330	16	22	1,01	1,39	0,36	0,45	2,97	2,71	0,53	0,60
10	11.149	14.160	33	17	1,71	0,80	0,49	0,28	2,95	3,20	0,63	0,48
11	9.151	10.460	25	22	1,55	1,57	0,48	0,51	2,96	3,00	0,60	0,60
12	8.272	6.983	20	21	1,81	1,48	0,61	0,49	2,72	2,96	0,66	0,59
13	10.569	16.873	20	22	1,23	1,21	0,41	0,39	3,00	3,09	0,56	0,55

² Anerkendt statistisk software til beregning af miljøpåvirkninger. [AMBI – AZTI's Marine Biotic Index](#)

Station	Totalt antal individer (per m ²)		Antal arter		H'		Pielou		AMBI		DKI	
14	25.604	11.449	27	17	1,48	1,66	0,46	0,58	2,77	2,89	0,61	0,62
15	2.078	1.628	17	22	1,59	2,11	0,57	0,68	2,52	2,99	0,64	0,68
16	2.168	3.566	21	16	1,89	1,77	0,62	0,64	2,90	5,14	0,66	0,48
17	1.079	2.697	20	18	2,23	2,15	0,74	0,74	3,49	4,67	0,66	0,57
18	2.716	2.208	16	15	1,81	2,04	0,67	0,75	2,37	3,22	0,68	0,66
20	989	1.838	17	22	2,12	2,29	0,75	0,74	2,47	1,90	0,72	0,79
21	5.814	-	31	-	2,03	-	0,60	-	3,04	-	0,67	-
22	320	729	14	11	2,13	1,43	0,81	0,60	2,58	4,91	0,71	0,45
23	8.412	6.494	26	31	1,83	2,40	0,56	0,70	2,87	2,80	0,65	0,74
24	8.834	34.246	26	34	1,14	1,32	0,36	0,37	2,86	2,76	0,55	0,58
27	13.047	-	30	-	1,34	-	0,39	-	2,94	-	0,58	-

Den hyppigst forekommende art, er sneglen *Peringia ulvae* (gennemsnitligt 3.493 individer per m²), som typisk forekommer i ålegræs og er identificeret som den mest forekommende art på 19 stationer. Efterfølgende er der gennemsnitligt fundet flest blåmuslinger, *Mytilus edulis* (2.391 individer per m²) på 19 stationer. Børsteormen *Pygospio elegans* er den tredje-mest dominerende art (1.499 individer per m²) og blev fundet på 23 af de 24 stationer. Disse tre arter var også de mest dominerende i vintersamlingen.

En oversigt over de 3 mest dominerende arter per station ses i Tabel 3-2, hvor der også sammenlignes med data fra baseline og tidligere indsamlinger. De statistiske vurderinger gælder kun indsamlingerne i sommeren 2022.

Tabel 3-2 De mest dominerende bundfaunaarter og deres relative hyppighed på hver af 24 stationer i Lynetteholm projektområdet i juni 2022, sammenlignet med indsamlinger fra baseline og tidligere.

Station	Arter Sommer 22	Antal individer per m ²	Arter Vinter 21-22	Antal individer per m ²
1	<i>Ampharete baltica</i>	320	-	
	<i>Terebellides stroemii</i>	290	-	
	<i>Scoloplos armiger</i>	240	-	
2	<i>Chironomidae</i>	969	<i>Tubificoides benedeni</i>	1.310
	<i>Mytilus edulis</i>	919	<i>Peringia ulvae</i>	1.910
	<i>Pygospio elegans</i>	849	<i>Pygospio elegans</i>	4.540
3	<i>Peringia ulvae</i>	14.585	<i>Chironomidae</i>	1.010
	<i>Pygospio elegans</i>	3.007	<i>Tubificoides benedeni</i>	1.290
	<i>Gammarus salinus</i>	1.149	<i>Peringia ulvae</i>	10.340
4	<i>Peringia ulvae</i>	6.503	<i>Pusillina sarsii</i>	1.109
	<i>Pusillina sarsii</i>	749	<i>Chironomidae</i>	2.008
	<i>Mytilus edulis</i>	440	<i>Peringia ulvae</i>	5.305
5	<i>Peringia ulvae</i>	3.027	<i>Pygospio elegans</i>	1.009
	<i>Mytilus edulis</i>	2.438	<i>Peringia ulvae</i>	1.139
	<i>Pygospio elegans</i>	1.459	<i>Mytilus edulis</i>	3.916
6	<i>Mytilus edulis</i>	699	<i>Pygospio elegans</i>	1.050
	<i>Peringia ulvae</i>	430	<i>Mytilus edulis</i>	3.570
	<i>Pygospio elegans</i>	120	<i>Peringia ulvae</i>	6.670
7	<i>Mytilus edulis</i>	16.783	<i>Peringia ulvae</i>	3.530
	<i>Pygospio elegans</i>	3.277	<i>Rissoa membranacea</i>	6.940
	<i>Peringia ulvae</i>	1.528	<i>Mytilus edulis</i>	17.000
	<i>Mytilus edulis</i>	659	<i>Rissoa membranacea</i>	1.450

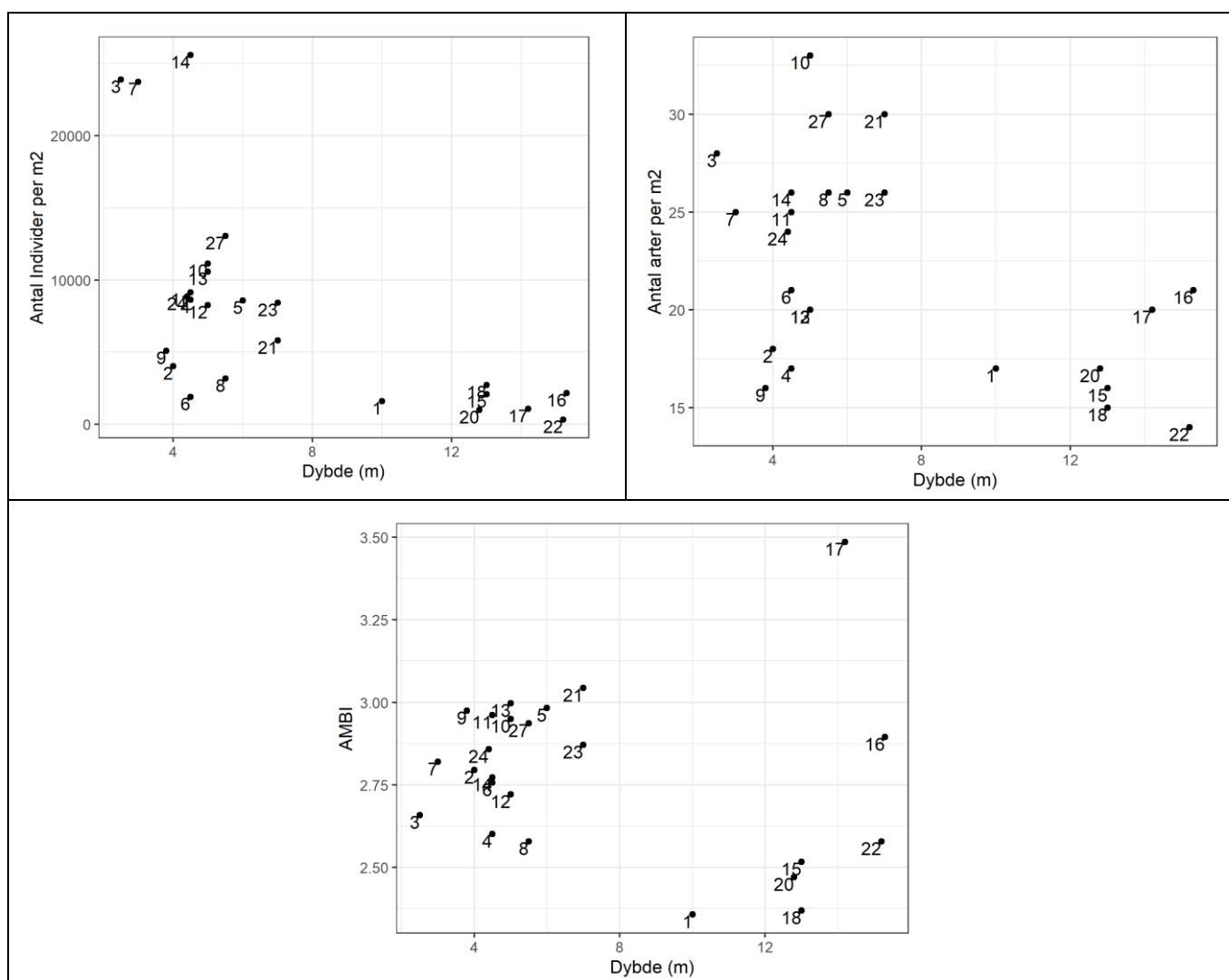
Station	Arter Sommer 22	Antal individer per m ²	Arter Vinter 21-22	Antal individer per m ²
8	<i>Peringia ulvae</i>	649	<i>Mytilus edulis</i>	4.550
	<i>Mya arenaria</i>	460	<i>Peringia ulvae</i>	21.500
9	<i>Peringia ulvae</i>	3.536	<i>Rissoa membranacea</i>	970
	<i>Pygospio elegans</i>	1.009	<i>Mytilus edulis</i>	1.300
	<i>Mytilus edulis</i>	300	<i>Peringia ulvae</i>	6.500
10	<i>Peringia ulvae</i>	5.874	<i>Tubificoides benedeni</i>	820
	<i>Pygospio elegans</i>	1.988	<i>Mytilus edulis</i>	1.250
	<i>Mytilus edulis</i>	1.239	<i>Peringia ulvae</i>	11.440
11	<i>Pygospio elegans</i>	4.635	<i>Hediste diversicolor</i>	609
	<i>Peringia ulvae</i>	2.318	<i>Pygospio elegans</i>	1.399
	<i>Mytilus edulis</i>	1.039	<i>Peringia ulvae</i>	6.204
12	<i>Mytilus edulis</i>	3.437	<i>Pygospio elegans</i>	280
	<i>Peringia ulvae</i>	1.459	<i>Hediste diversicolor</i>	2.577
	<i>Hediste diversicolor</i>	1.339	<i>Peringia ulvae</i>	3.127
13	<i>Pygospio elegans</i>	5.584	<i>Mytilus edulis</i>	679
	<i>Peringia ulvae</i>	3.636	<i>Pygospio elegans</i>	3.247
	<i>Mytilus edulis</i>	629	<i>Peringia ulvae</i>	11.149
14	<i>Mytilus edulis</i>	12.048	<i>Cyathura carinata</i>	889
	<i>Peringia ulvae</i>	7.852	<i>Mytilus edulis</i>	3.127
	<i>Pygospio elegans</i>	2.278	<i>Peringia ulvae</i>	5.005
15	<i>Scoloplos armiger</i>	1.019	<i>Tharyx marioni</i>	140
	<i>Ampharete baltica</i>	500	<i>Terebellides stroemi</i>	170
	<i>Mytilus edulis</i>	240	<i>Scoloplos armiger</i>	739
16	<i>Ampharete baltica</i>	746	<i>Scoloplos armiger</i>	390
	<i>Scoloplos armiger</i>	513	<i>Capitella capitata</i>	899
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	466	<i>Tubificoides benedeni</i>	1.489
17	<i>Scoloplos armiger</i>	400	<i>Nematoda</i>	250
	<i>Capitella capitata</i>	200	<i>Capitella capitata</i>	509
	<i>Peringia ulvae</i>	70	<i>Tubificoides benedeni</i>	909
18	<i>Ampharete baltica</i>	967	<i>Ampharete baltica</i>	360
	<i>Scoloplos armiger</i>	688	<i>Tubificoides benedeni</i>	450
	<i>Mytilus edulis</i>	385	<i>Scoloplos armiger</i>	639
20	<i>Scoloplos armiger</i>	360	<i>Terebellides stroemi</i>	280
	<i>Terebellides stroemii</i>	130	<i>Ampharete baltica</i>	300
	<i>Diastylis rathkei</i>	110	<i>Scoloplos armiger</i>	480
21	<i>Peringia ulvae</i>	2.607	-	
	<i>Cyathura carinata</i>	589	-	
	<i>Pygospio elegans</i>	539	-	
22	<i>Diastylis rathkei</i>	110	<i>Tharyx marioni</i>	50
	<i>Peringia ulvae</i>	70	<i>Scoloplos armiger</i>	130
	<i>Hediste diversicolor</i>	20	<i>Tubificoides benedeni</i>	430
23	<i>Peringia ulvae</i>	3.267	<i>Peringia ulvae</i>	769
	<i>Mytilus edulis</i>	2.468	<i>Pygospio elegans</i>	1.079
	<i>Pygospio elegans</i>	759	<i>Mytilus edulis</i>	1.738
24	<i>Pygospio elegans</i>	6.585	<i>Pusillina sarsii</i>	2.527
	<i>Mytilus edulis</i>	886	<i>Mytilus edulis</i>	3.646
	<i>Peringia ulvae</i>	210	<i>Pygospio elegans</i>	23.017
27	<i>Peringia ulvae</i>	8.621	-	
	<i>Mytilus edulis</i>	1.678	-	
	<i>Pygospio elegans</i>	1.129	-	

Antallet af individer er relateret til dybden på prøvestederne (lineær regression, $p < 0.05$) og aftager eksponentielt med dybden, med de dybeste stationer havende det laveste antal individer, jf. Figur 3-2. I kontrast hertil er der ikke en trend i antallet af arter med dybden. Dog er de stationer med flest arter lokaliseret på dybder mindre end 7 meter. Derudover er de stationer med højest ABMI også lokaliseret på de dybeste stationer.

Krebsdyret *Grandidierella japonica*, som blev fundet på stationerne 1, 5, 7, 10 og 18 er en invasiv art, der først for nyligt er fundet i Øresund (Figur 3-1). Som navnet antyder er der tale om en japansk art, som sandsynligvis er indslæbt med ballastvand. Denne art blev ikke identificeret under vintersamlingen.



Figur 3-1 Billede af *Grandidierella japonica* ♀ (WORMS databasen).

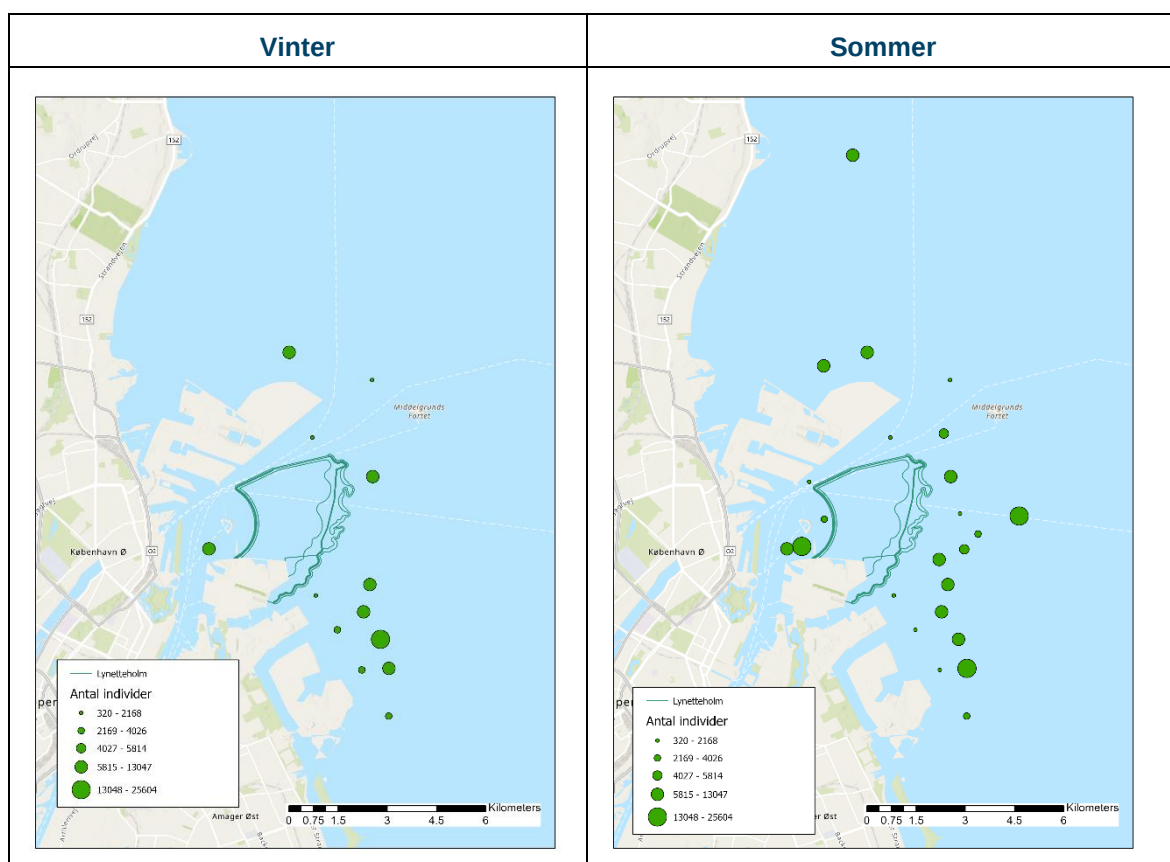


Figur 3-2 Antallet af arter og individer per m² samt AMBI-indeks i relation til dybden på prøvestationen.

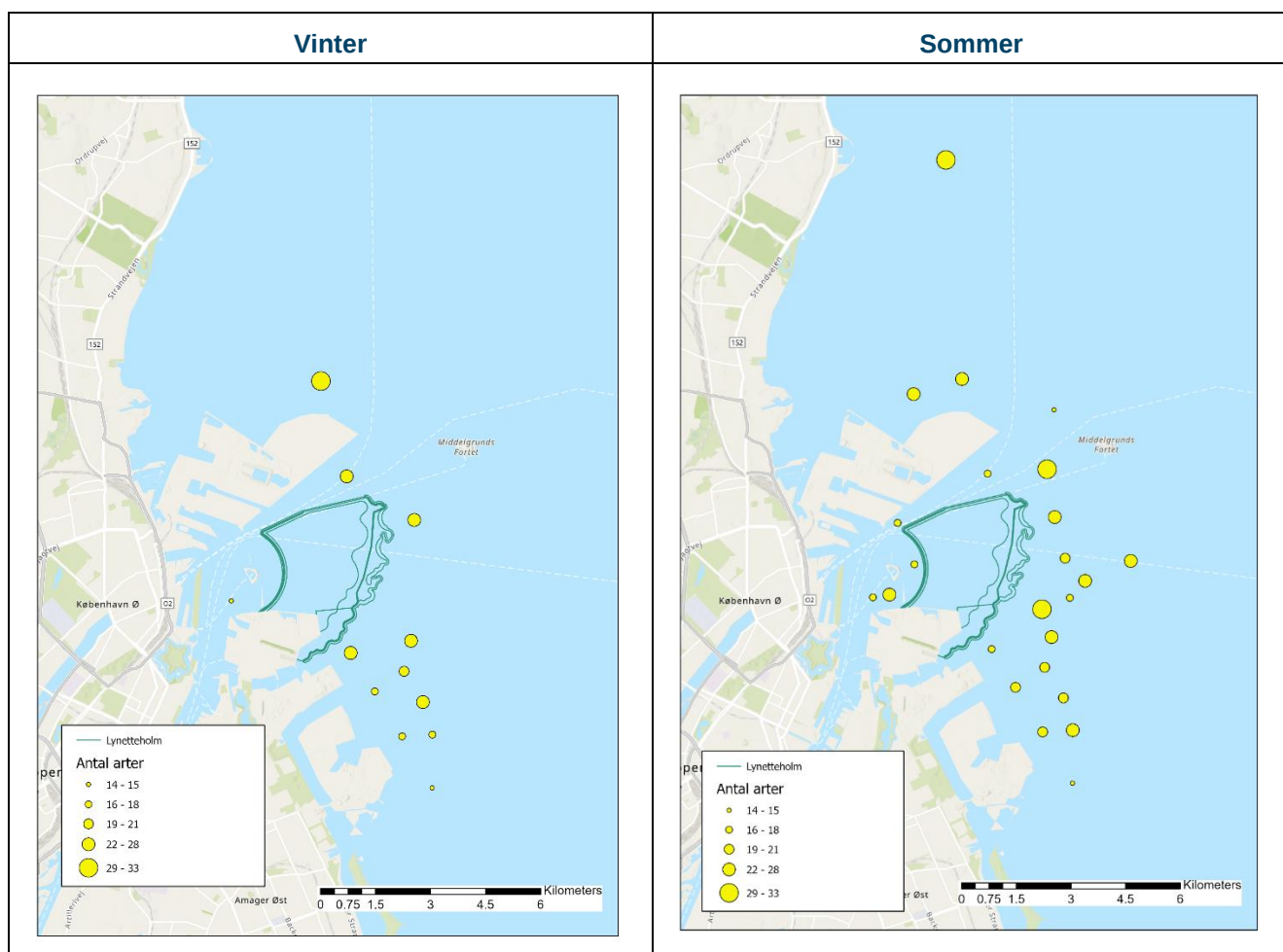
Rummelige fordelinger af diversitetsmål

For at estimere den rummelige fordeling af diversitetsmålene er disse blevet plottet per station (Figur 3-3 - Figur 3-7). Her ses det, at diversiteten ikke er homogent fordelt, med det laveste antal arter og individer værende langs den sydlige Nordhavns kaj og i sejlrenden Kronløbet. Dette blev også reflekteret i en signifikant effekt af AMBI-indekset på antallet af arter (lineær regression, $p < 0.05$), men ikke på antallet af individer (lineær regression, $p = 0,56$).

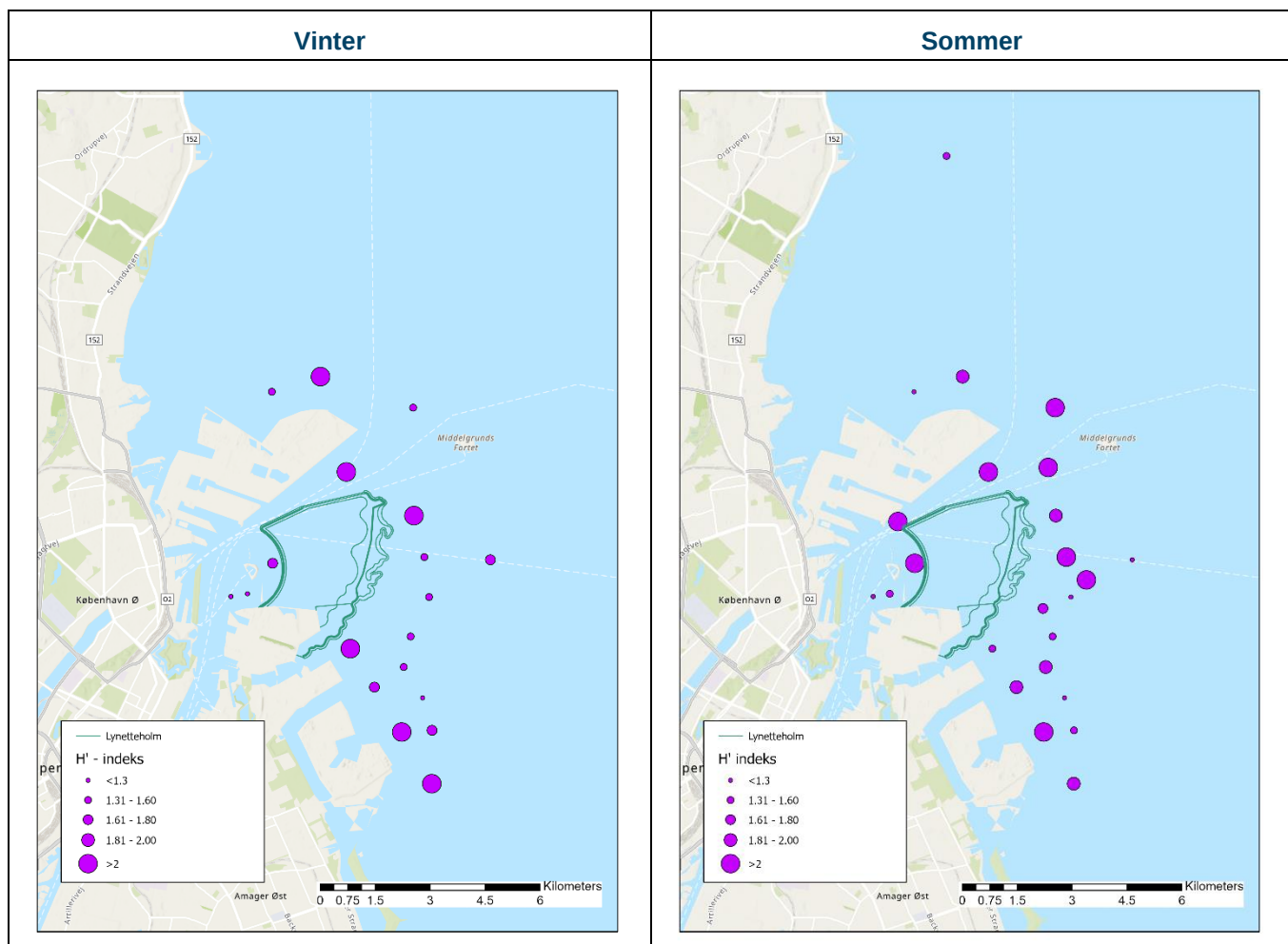
Det skal nævnes, at Kronløbet periodisk oprenses, hvilket kunne forklare det ringe arts- og individantal. Tilsvarende forhold ses også i Kongedybet, hvor der næsten på daglig basis anløber skibe, der stikker dybt, hvorfor der kan være påvirkninger fra skruen ved manøvrer.



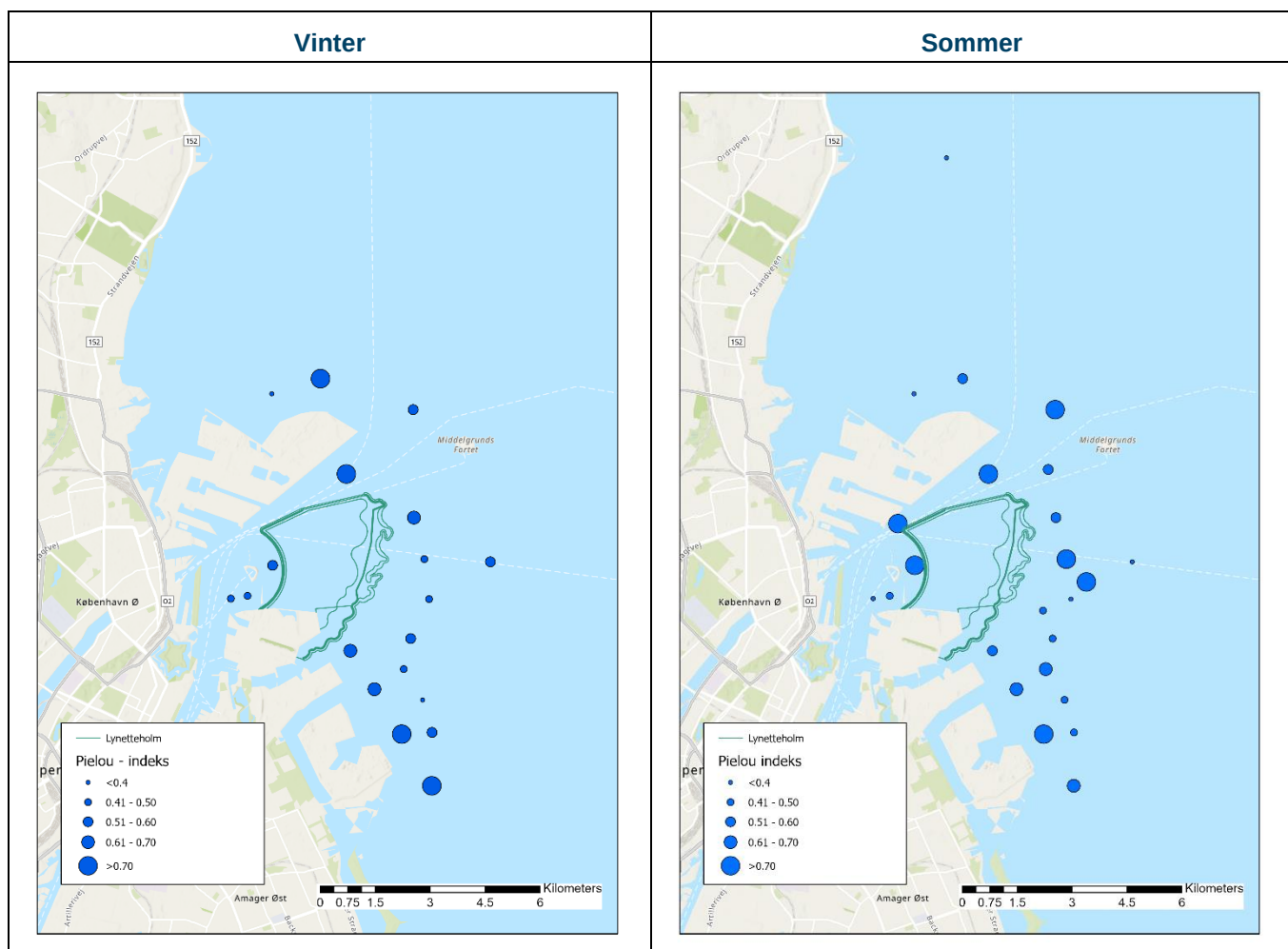
Figur 3-3 Bundfauna: Antal individer/m².



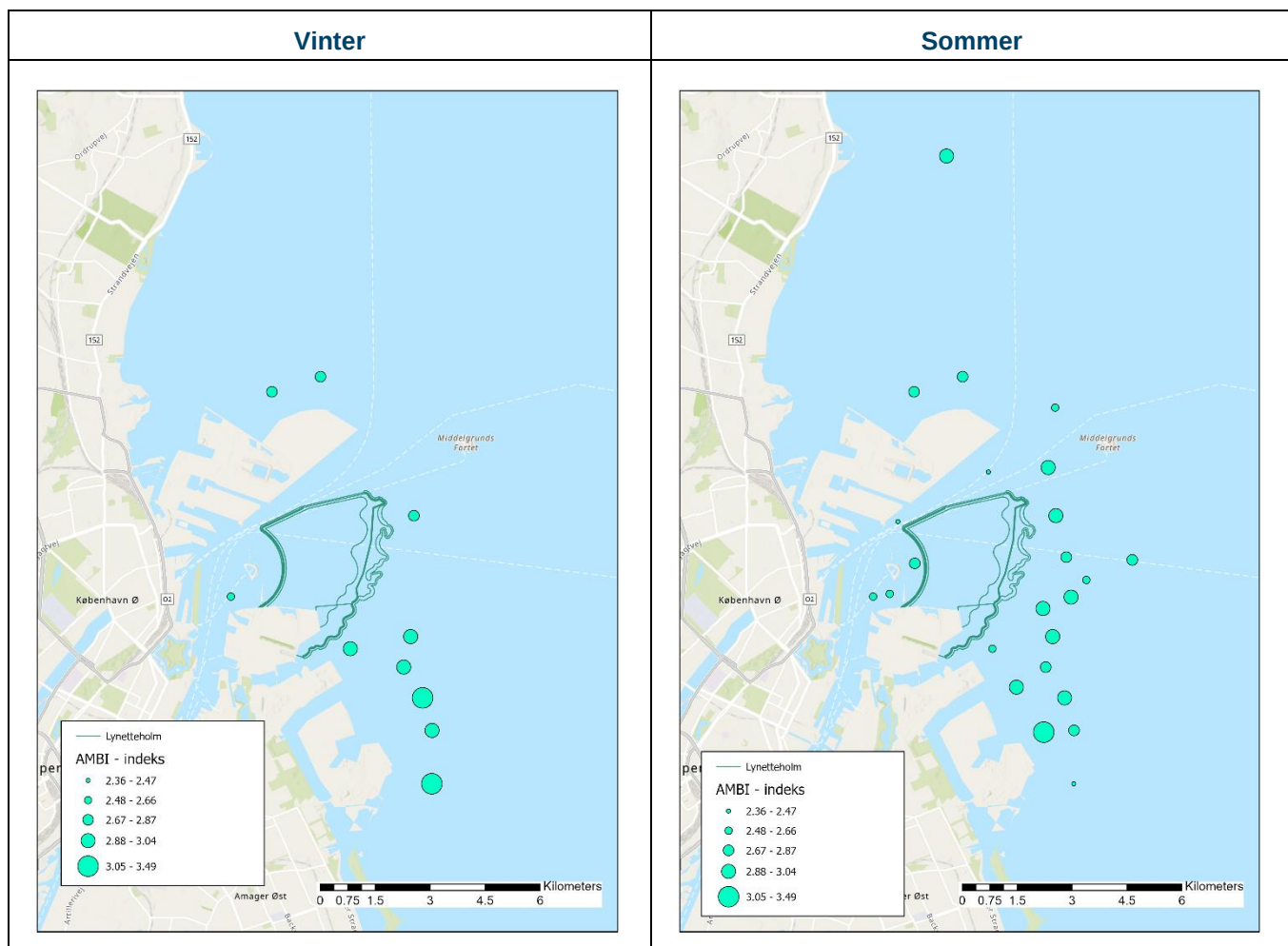
Figur 3-4 Bundfauna: Antal arter/m².



Figur 3-5 Bundfauna: Shannon - Wiener indeks.



Figur 3-6 Bundfauna: Pielou indeks.



Figur 3-7 Bundfauna: AMBI-indeks.

3.1.1 Sammenligning med resultater fra vinteren 2021-22

En sammenligning af de 3 mest dominerende arter fra de 24 stationer i sommeren 2022 og tidligere indsamlinger på 21 stationer viste, at der var 4 dominerende arter i sommeren 2022, som ikke var i de tidligere indsamlede prøver, mens der var 4 arter i de tidligere prøver, der ikke var i sommerprøverne. Det skal dog nævnes, at der blandt de tidligere indsamlede prøver både var prøver fra januar, marts, september og december, hvilket uden tvivl er en del af forklaringen på forskellene. I begge perioder er det *Mytilus edulis* og *Peringia ulvae*, som er de dominerende arter.

I en undersøgelse, som WSP har lavet for Københavns Kommune /16/, blev 86 stationer inde i havnen, samt ude langs havnen mod Øresund screenet for bundfauna. Der er ikke en specifik angivelse af datoer for indsamlingen af fauna i rapporten. Her blev der på 6 stationer uden for havnen (KK Bio 10, 21,25,29,32,42) fundet i gennemsnit 11 arter (fra 7-15), mens der i herværende undersøgelse blev fundet i gennemsnit 22,5 arter (fra 14-32). Man kan derfor konkludere, at artsdiversiteten i DHI's undersøgelse er væsentlig højere end de resultater, som WSP fandt. Det skal dog bemærkes at WSP ikke indsamlede på samme måde som DHI, hvilket kan forklare en del af forskellen.

Samlet set er resultaterne fra denne undersøgelse med til at give et billede af en relativ høj artsdiversitet, som med stor sandsynlighed kan relateres til den meget store diversitet i bundsubstraterne.

3.2 Blomsterplanter

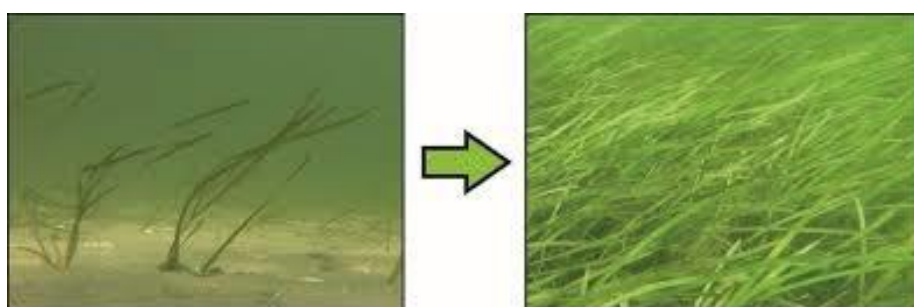
Artsdiversitet

Ålegræs blev hovedsageligt fundet på det lavvandede, bølgebeskyttede område omkring Trekroner Fortet, ved Nordhavnsområdet, ved Middelgrund og syd for Prøvestenen. I de områder, hvor der både blev fundet alger og ålegræs, er bunden domineret af blød bund, sandet bund og med eller uden sten, samt dybder på mindre end 8-9 m. Der blev i øvrigt fundet *Ruppia cirrhose* (Havgræs) på Station 3, hvor tidligere undersøgelser også fandt denne art.

Ålegræs

Ålegræssets biomasse og skudtæthed

Ålegræssets bladbiomasse er massen af den del af ålegræsset som er over bunden og repræsenterer mængden af blade per m^2 og er et udtryk for tætheden af ålegræsset, se Figur 3-8. Denne varierede mellem 18 og 208 g tørvægt per m^2 på de 13 stationer i projektområdet, hvor der blev samlet efter ålegræs. Den gennemsnitlige bladbiomasse ($\pm$ sd) var 104,2 ($\pm$ 57,2) g tørvægt per m^2 . Skudtætheden indikerer hvor tæt ålegræsplanterne vokser, hvor hvert skud repræsenterer en plante. Her varierede skudtætheden mellem 20 og 484 skud per m^2 , og den gennemsnitlige skudtæthed ($\pm$ sd) var 160,1 ($\pm$ 92,3) skud per m^2 , jf. Tabel 3-3 og Figur 3-9. Resultatet er meget anderledes end ålegræsdensiteterne fundet ved vintermoniteringen 2021. Her var der gennemsnitligt 71 skud per m^2 ($\pm$ 36) og bladbiomassen var gennemsnitligt 35 g tørvægt per m^2 ($\pm$ 15). Dette skyldes at ålegræs kan smide bladene i vinterperioder for at spare energi.

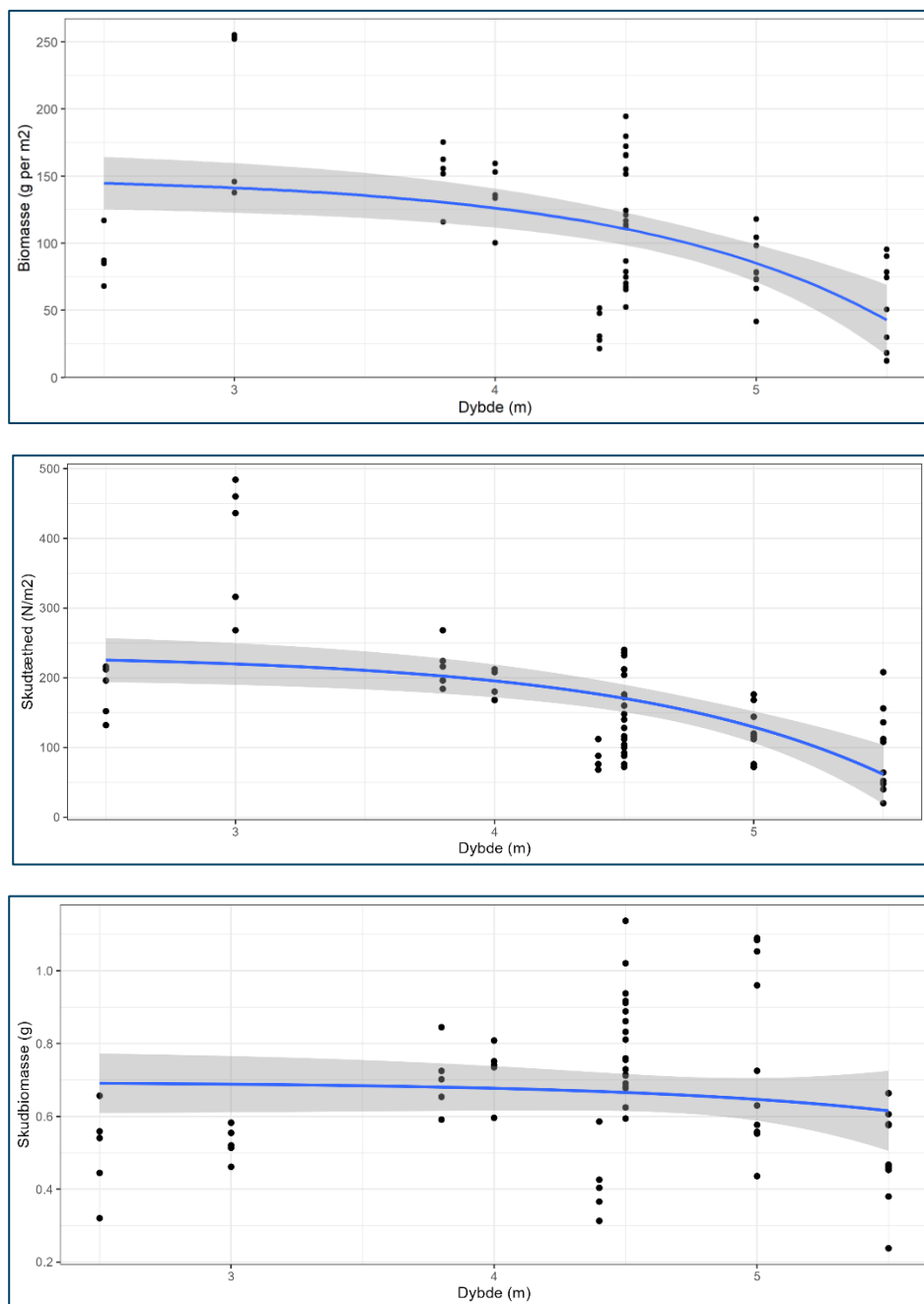


Figur 3-8 Forskellen mellem lav skudtæthed og bladbiomasse (venstre) og høj skudtæthed og høj bladbiomasse (højre). Fra Lange et al. 2020.

Den højeste biomasse på ca. 150-200 g tørvægt per m^2 blev fundet på mellem 3 og 4,5 meters dybde, og de største skudtætheder på ca. 490 skud per m^2 blev fundet på 3 m vand. jf. Tabel 3-3 og Figur 3-9. Bladbiomasse og skudtæthed faldt på dybder > 5 meter. Der var en signifikant sammenhæng mellem dybden og både bladbiomasse og skudtæthed, som begge aftog eksponentielt med dybden (Figur 3-9, top og midte), mens skudbiomassen var uafhængig af dybden.

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

	Gennemsnit ($\pm$ sd)	Median (range)
Bladbiomasse (g tørvægt m^{-2})	104,2 ($\pm$ 57,2)	95,5
Rodbiomasse g tørvægt/ m^2	18,2 ($\pm$ 14,3)	14,8
Skudtæthed total (skud/ m^2)	160,1 ($\pm$ 92,3)	148
Skudtæthed, vegetative (skud/ m^2)	143,3 ($\pm$ 89,3)	120
Skudtæthed, fertile (skud/ m^2)	6,9 ($\pm$ 3,3)	6
Skudtæthed, frøbærende (skud/ m^2)	22,0 ($\pm$ 17,6)	16



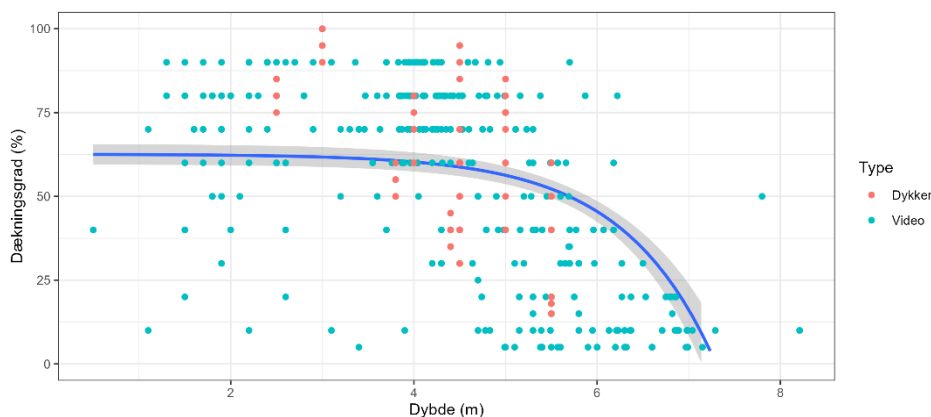
Figur 3-9 Ålegræssets bladbiomasse (øverst), skudtæthed (midt) og biomasse pr. skud (nederst) som funktion af dybden på 13 stationer omkring Lynetteholm, baseret på data fra sommeren 2022.

Trendlinjer er det lineær sammenhæng med dybden og viste et signifikant aftagen af både biomasse og skudtæthed med dybden, mens der intet sammenhæng var mellem dybde og skudbiomasse.

3.2.1 Ålegræs dybdegrænse

Der blev samlet dækningsgrader fra både dykkere og på videooptagelser. Her sås en forholdsvis stor spredning i dækningsgraden af ålegræs indtil 5 meters dybde, hvorefter der ikke ses høje dækningsgrader. Sammenhængen mellem dybde og dækningsgrad kan bestemmes med en regressions analyse. Her blev sammenhængen beskrevet ved en eksponentiel funktion

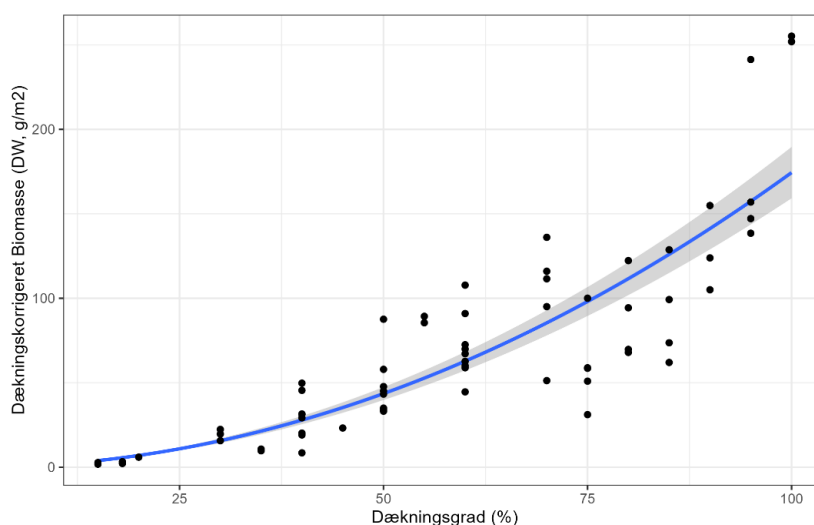
(Figur 3-10). Dette viste et signifikant sammenhæng mellem dybde og dækningsgrad, med formlen $y = -0.03^x + 60$ (linær regression, $p < 0.01$). Benyttes formlen til at forudsige hvornår dækningsgraden falder til 0, viser dette en dybdegrænse på 7,5 meter (Figur 3-10). Denne dybdegrænse falder godt indenfor referencedybdegrænserne fundet i Øresund på 8,5 meter og er lige under grænsen mellem høj og god miljøtilstand som er på 7,7 meter (Timmermann et al 2020).



Figur 3-10 Dækningsgraden af ålegræs som en funktion af dybden, med en tilpasset lineær regression og antagelse om eksponentiel sammenhæng $y = -0.03^x + 60$.

3.2.2 Dæknings-korrigeret biomasse

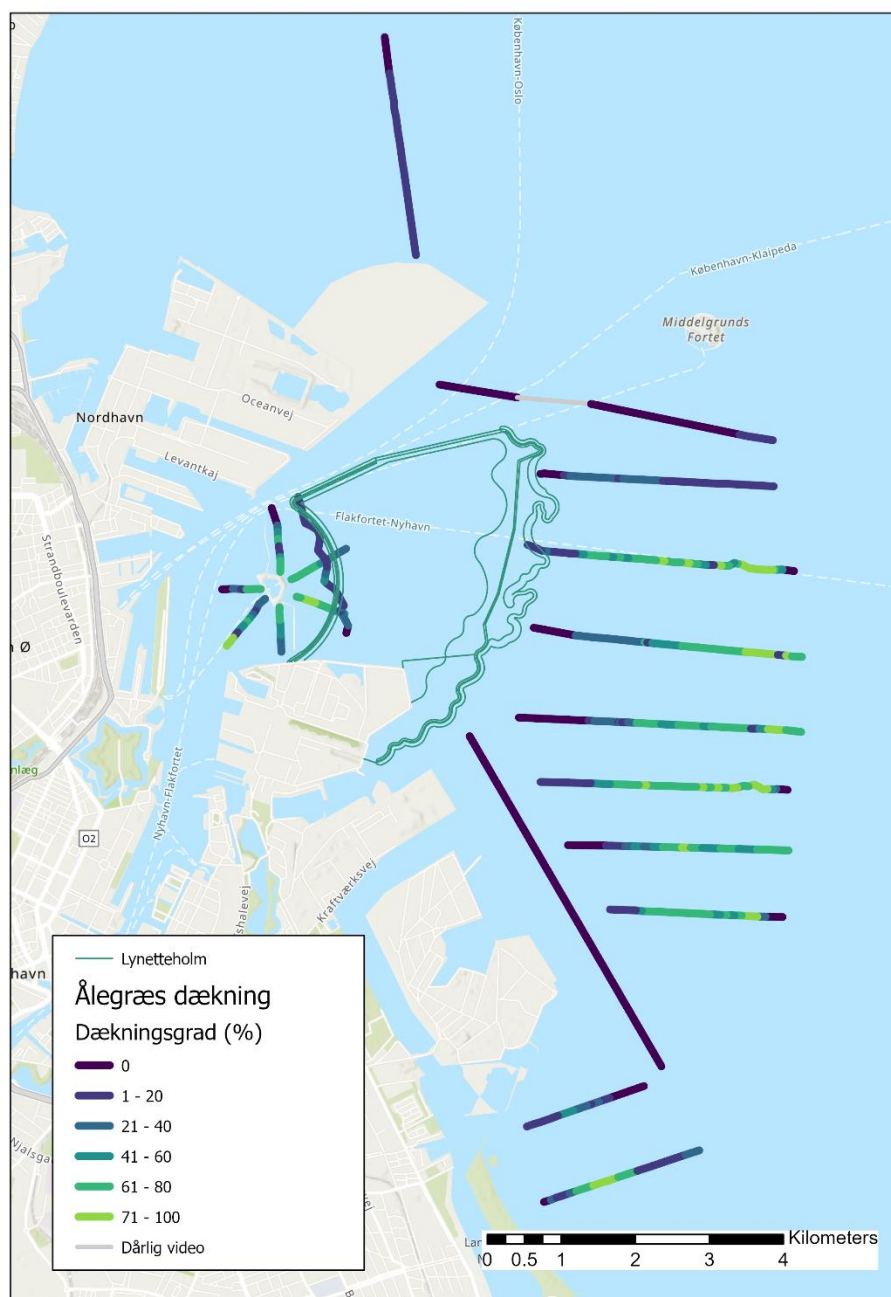
For at korrigere biomassen i forhold til ålegræssets dækningsgrad, blev dækningsgraden divideret med den identificerede tørvægt per m^2 for hver prøve, dykkerne tog. Dette resulterede i en korrigeret biomasse af ålegræs på gennemsnitligt $71,5 (\pm 54,0) g/m^2$.



Figur 3-11 Forholdet mellem den dækningsgradskorrigerede biomasse og dækningsgraden. Den blå linje er en tilpasset lineær regression med antagelse om en potensfunktion, $y = 0,01778x^2$.

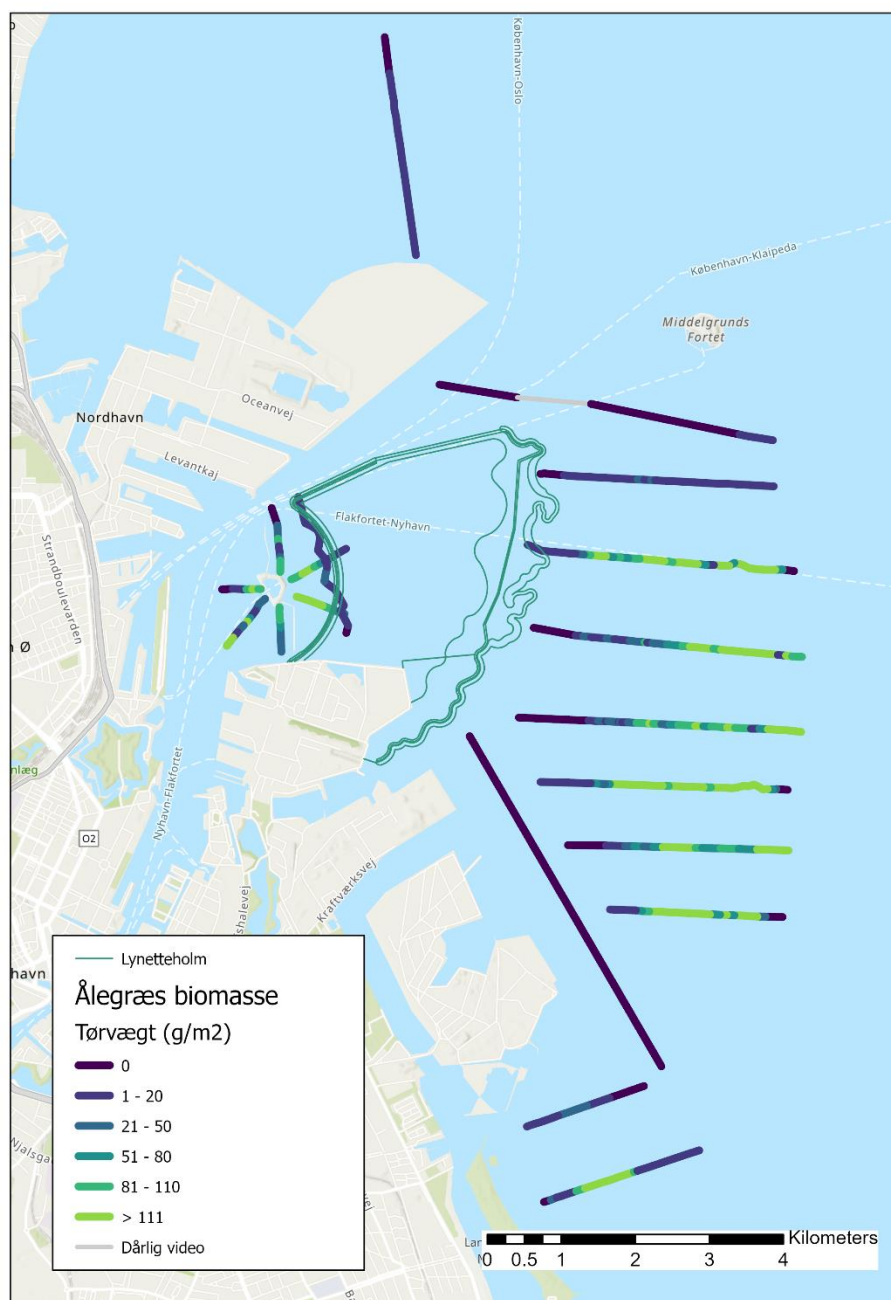
Dernæst blev forholdet mellem den korrigerede biomasse og dækningsgraden estimeret ved lineær regression, hvor sammenhængen blev beskrevet som et eksponentielt forhold mellem dækningsgrad og dækningskorrigeret biomasse (Figur 3-11). Dette blev gjort for at kunne estimere biomassen i områder, hvor kun dækningsgraden var estimeret.

Herefter blev forholdet mellem dækningsgraden og biomassen ekstrapoleret til de estimerede dækningsgrader fra videotransekterne, som ses illustreret på Figur 3-12.



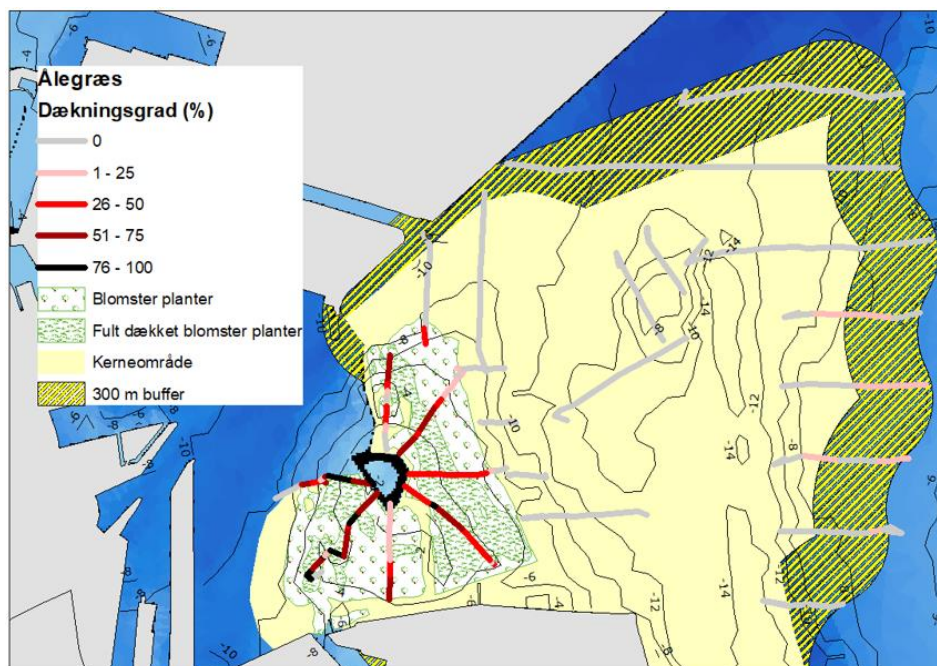
Figur 3-12 Dækningsgraden af ålegræs estimeret fra video transekter.

Dette resulterede i en gennemsnitlig biomasse på tværs af alle transekter på 72 g/m^2 ($\pm 54 \text{ g/m}^2$). Der var dog stor variation mellem transekterne, jf. Figur 3-11.



Figur 3-13 Oversigt over de dækningskorrigerede biomasser estimeret langs video transekter.

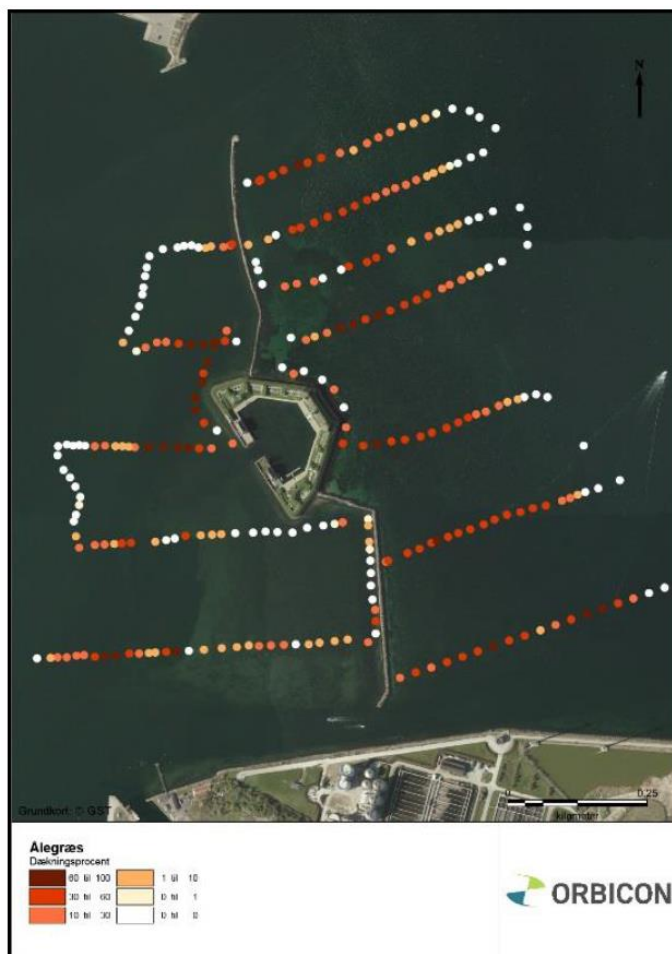
Dækningsgraden og biomassen af ålegræs (Figur 3-12 og Figur 3-13) er generelt set større længere væk fra kysten end i de nærliggende områder af den allerede etablerede havn og Lynetteholm. Resultaterne af transekterne stemmer overens med tidligere observerede data på samme lokaliteter ved Trekroner, udført i foråret 2019, /15/ og vist i Figur 3-14, samt observation udført af Orbicon for Københavns Kommune i 2017 /17/, vist i Figur 3-15 og Figur 3-16.



Figur 3-14 2019: Resultater af ålegræsdækning omkring Trekrøner /15/.



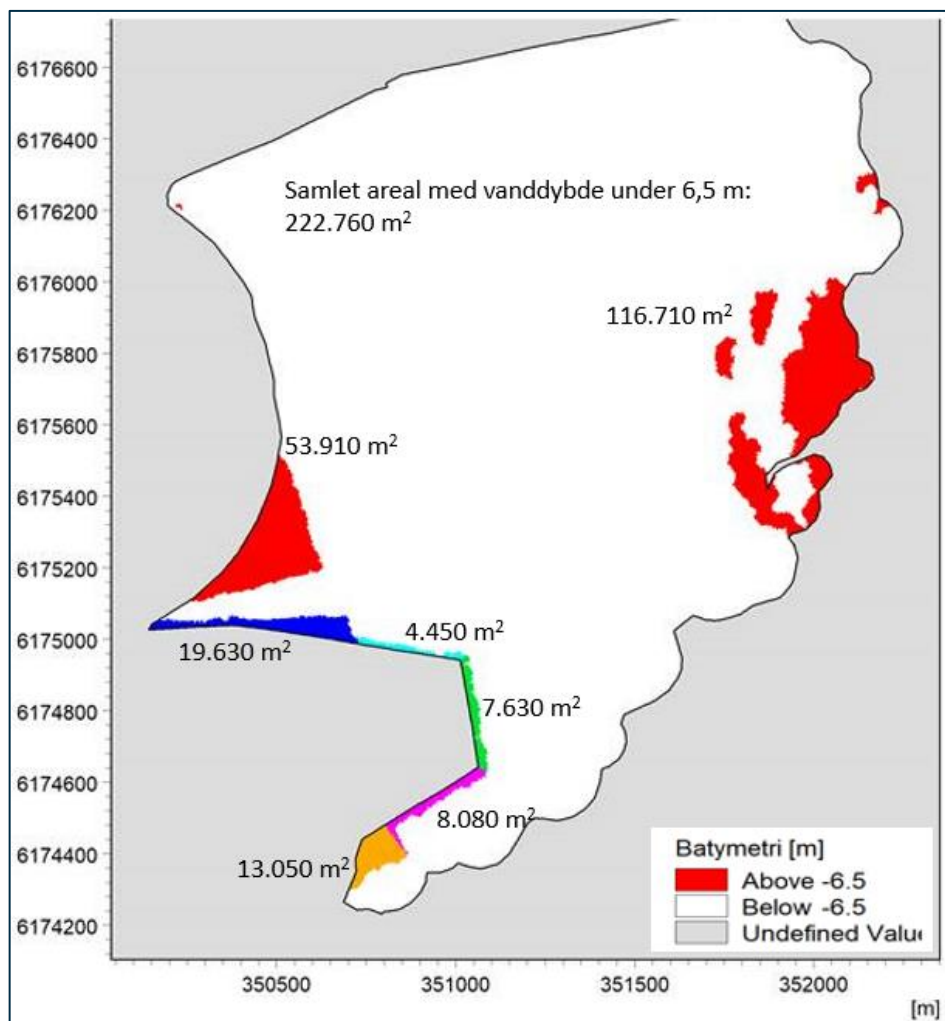
Figur 3-15 2017: Ålegræsdækningsgrader ved Amager Strand /17/.



Figur 3-16 2017: Ålegræsdækning ved Trekroner /17/.

3.3 Potentielt tab af ålegræs ved anlæggelse af Lynetteholm

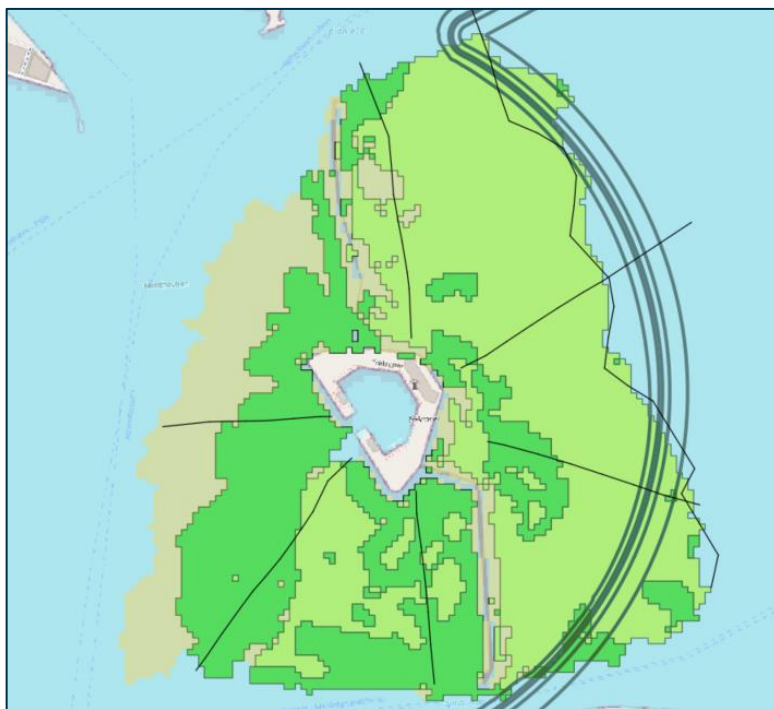
For at estimere hvor meget ålegræs, der potentielt vil blive tabt i forbindelse med etablering af Lynetteholm, er der gennemført specifikke undersøgelser langs perimeteren for Refshaleøen, samt for området ud for Trekroner og ud for den østlige del af den kommende Lynetteholm. Undersøgelserne af ålegræssets udbredelse har vist, at i området ved Refshaleøen og ud for Trekroner, ses sammenhængende områder med ålegræs normalt ud til ca. 6,5 m vanddybde. Dette hænger godt sammen med dataanalyserne, hvor den absolutte dybdegrænse for ålegræsset ses ved 7,5 meter, men den gennemsnitlige dækningsgrad på dybder over 6,5 meter er gennemsnitligt mindre end 10 % ($\pm 6\%$). Der er derfor lavet et estimat for hvor store arealer med en dybde lavere end 6,5 m, der forventes dækket i fremtiden. Arealerne fremgår af nedenstående Figur 3-17.



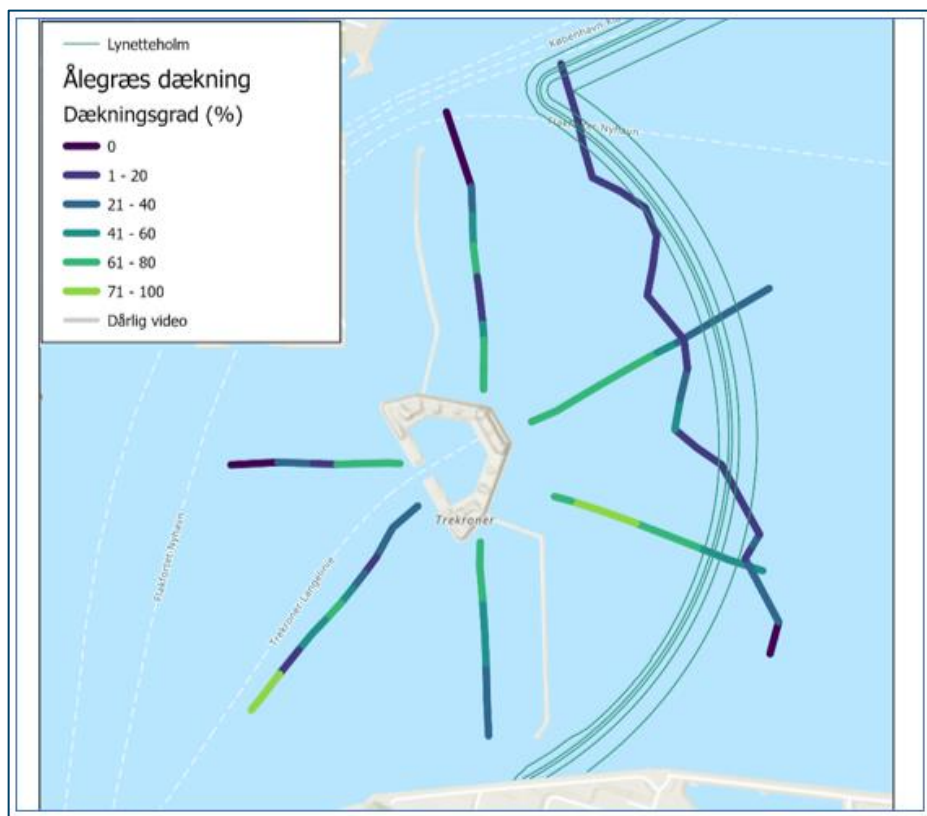
Figur 3-17 Områder med lavere vanddybde end 6,5 m inden for den fremtidige perimeter af Lynetteholm, hvor der potentielt kan vokse sammenhængende områder med ålegræs. Samlet ca. 222.760 m².

Det østlige røde område har været dækket af videotranskter i vinteren og sommeren 2022 og i tidligere undersøgelser fra 2019, /14/ og i 2020, /15/. Her blev det konstateret, at der er tale om områder med sparsom ålegræsdækning (<10%), men at området er domineret af makroalger på den hårde bund. Dette er også reflekteret i dækning af ålegræs (Figur 3-12) og i den tilsvarende dækning af makroalger (Figur 3-20).

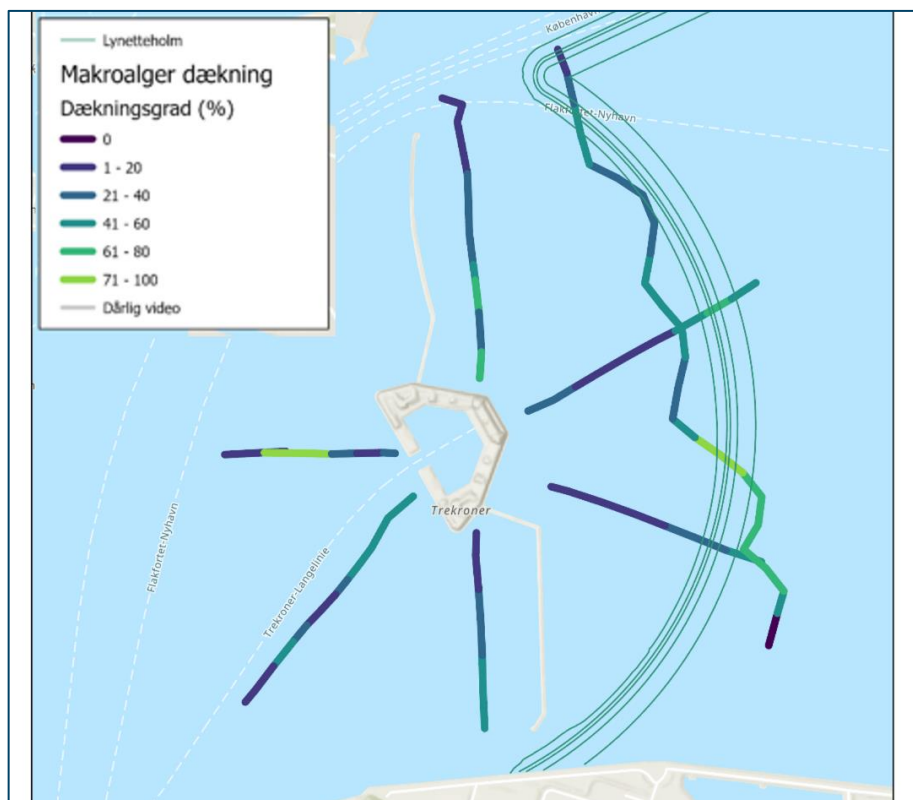
Det vestlige område øst for Trekroner angiver det område, som vil blive inddraget ved bygning af Lynetteholm. Som det ses på Figur 3-18, er det nogle få områder med tæt vegetation, der omfattes af byggeriet (Markeret som "dense vegetation" fra satellitkortlægningen). Videoptagelser fra området viser et varierende vegetationsdække med både makroalger og ålegræs og der er områder med sammenhængende dækninger på mellem 50-70% af ålegræs. Ser man på Figur 3-19 og Figur 3-20 fremgår det, at den fremherskende vegetation i området, der dækkes ved bygning af Lynetteholm, er makroalger med mellem 0 og 100%, mens ålegræs dækningen er mellem 0 og 40%.



Figur 3-18 Satellit-baseret vegetationskortlægning med tæt bevoksning (mørkegrøn) og spredt dækning (lysegrøn) omkring Trekroner. De buede linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.



Figur 3-19 Ålegræsdækning, baseret på transekt undersøgelser, juni 2022. De tynde linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.



Figur 3-20 Makroalgedækning, baseret på transekt undersøgelser, juni 2022. De tynde linjer angiver den vestlige Lynetteholm perimeter.

Langs perimeteren af den eksisterende Refshaleø er der også gennemført videooptagelser og her er der skønnet nogle dækningsgrader, som er vist i for 7 delområder i Figur 3-21. Der er tale om et smalt bånd rundt om Refshaleøen, hvor bunden generelt er skrånende og påvirket af den stenkastning, der omkranser Refshaleøen. Tæt på stenkastningen er makroalgerne helt dominerende på den hårde bund, mens ålegræsset står i smalle bånd langs kysten. Nord for Refshaleøen er der lidt større områder med dybder under 6,5 m, hvor ålegræsset har etableret sig ud mod sejlbunden, hvor det igen bliver dybt og befærdet.

I forbindelse med satellitkortlægningen blev der ikke observeret vegetation langs Refshaleøen.

En sammenligning med tidligere undersøgelser af ålegræsudbredelse i nogle af de samme områder, udført for Københavns Kommune, og senest i 2017, /17/ er der sammenlignelige resultater af dækningsgraderne. Da ålegræs vokser i "pletter" er det ikke muligt at lave en direkte sammenligning mellem de to undersøgelser, men kun på et mere overordnet plan, hvor man ser på dækningsgrader i nogle områder. Det gælder således for områderne ud for Amager Strandpark, omkring Trekroner og nord for Nordhavn (/17/: rapportens figur 3.4 og 3.5 for alger og 3.7 og 3.8 for ålegræs).



Figur 3-21 Skøn på dækningsgrader af Ålegræs rundt om Refshaleøen.

Samler man observationerne fra de enkelte områder, herunder den procentuelle del af de enkelte områder, som er dækket af sammenhængende ålegræsenge, skønnes det, at der tabes ca. 33.600 m² med ålegræs, jævnfør Tabel 3-4.

Etablering af nye områder vil ikke nødvendigvis kunne ske med en 100% dækning, hvilket kun er observeret ganske få steder. Derfor må man forvente, at det skal et større areal end de ca. 34.000 m² til rådighed for etablering af erstatningsområder.

Tabel 3-4 Oversigt over de enkelte arealer, dækningsgrader af ålegræs og forventet tab af ålegræsarealer. Se Figur 3.11 for farvekoder.

Område	Areal, m ²	Dækning, %	Areal ålegræs, m ²
Blåt	19.630	30	5.900
Turkis	4.450	20	890
Grøn	7.630	0	0
Pink	8.080	10	800
Orange	13.050	30	3.910
Rød Vest	53.900	30	16.200
Rød Øst	116.700	5	5.900
Total	223.440	Ca. 15	33.600

3.4 Makroalger

Artsdiversitet

Der blev i alt fundet 28 arter af makroalger på 14 stationer, hvor indsamling var muligt, jf. Tabel 3-5. Den gennemsnitlige artsdiversitet udtrykt som

Shannon-Wiener indeks ($\pm$ sd) er 1,36 ($\pm$ 0,37), og som Pielou indeks ($\pm$ sd) 0,54 ($\pm$ 0,15). Shannon-Wiener indeks (H') er et udtryk for forholdet mellem antallet af arter og den relative forekomst af disse. Pielou indeks er et diversitetsmål, der tager højde for den relative hyppighed af hver art (evenness). Shannon-Wiener indeks ($\pm$ sd) beregnet for vinterundersøgelsen er 1,26 ($\pm$ 0,5) og er dermed også lavere end observeret for sommerundersøgelsen. Ligeledes er Pielou indeks på 0,5 ($\pm$ 0,19) også lavere i vinterundersøgelsen end i sommerundersøgelsen, selvom forskellen er mindre. Sammenligningen tyder på, at der er større dominans af nogle få arter om vinteren end om sommeren i området.

Der var forholdsvis stor variation i antallet af arter mellem stationer (9-18 arter, jf. Tabel 3-5), hvor stationer med lavt arts- og diversitetsindeks (Shannon-Wiener H') blev fundet på den nordlige Middelpult, og nord for Nordhavn, mens stationerne med højere arts og diversitets indeks blev fundet på den sydøstlige kant af Middelpult, dog med undtagelse af Station 13. Dette stemmer overens med høje Pielou indeks i den sydlige del af Middelpult, mens de nordlige og østlige stationer havde et lavere Pielou indeks. I vinterundersøgelsen var forskellen i artsantal ligeledes stor (7-20 arter jf. Tabel 3-5). Derudover ses samme tendens i indeks-værdier, hvor høje Shannon-Wiener og Pielou værdier ses i den sydlige del af Middelpult (dog med undtagelse af Station 11), mens lavere værdier ses i den nordlige del.

Tabel 3-5 Antal makroalgearter, deres samlede biomasse og diversiteten udtrykt ved to indekser: Shannon-Wiener(H') og Pielou indeks. Der er desuden vist artsantal og biomasse for vinterundersøgelserne 2022.

Station	Antal arter (S)	H'	Pielou indeks	Biomasse (g m^{-2}) ($\pm$ sd)	Antal arter Vinter	Biomasse vinter (g m^{-2}) ($\pm$ sd)
5	17	1,71	0,60	189,11 ($\pm$ 42)	13	118,04 ($\pm$ 7)
6	16	1,51	0,55	184,71 ($\pm$ 38)	20	141,10 ($\pm$ 8)
7	15	1,40	0,52	342,50 ($\pm$ 200)	7	46,96 ($\pm$ 5)
8	18	1,72	0,60	155,81 ($\pm$ 55)	16	133,41 ($\pm$ 17)
9	13	1,64	0,64	72,90 ($\pm$ 47)		-
10	10	1,86	0,81	97,97 ($\pm$ 41)	18	47,50 ($\pm$ 4)
11	10	1,64	0,71	94,39 ($\pm$ 37)	10	37,99 ($\pm$ 10)
13	9	1,00	0,45	171,97 ($\pm$ 67)		-
14	9	1,42	0,65	63,46 ($\pm$ 44)		-
21	10	1,35	0,58	99,14 ($\pm$ 22)	12	22,69 ($\pm$ 2)
23	14	1,24	0,47	187,09 ($\pm$ 63)	12	108,64 ($\pm$ 6)
24	9	0,84	0,38	306,60 ($\pm$ 130)	12	238,87 ($\pm$ 39)
25	14	1,09	0,41	99,11 ($\pm$ 77)		-
27	11	0,58	0,24	150,8 ($\pm$ 35)	11	120,06 ($\pm$ 5)

De fem mest dominerende makroalgearter på makroalgestationerne i sommeren 2022 ses i Tabel 3-6, som også viser arter fra vinterundersøgelserne. *Pylaiella/Ectocarpus* (alm. Vattang/Fedtmøg) er den mest dominerende og blev fundet på alle stationer, efterfulgt af *Vertebrata fucooides* (Almindelig ledtang) og *Ceramium virgatum* (Alm. Klotang) begge fundet på 13 stationer. Den største samlede biomasse er for arten *Vertebrata fucooides* (Almindelig Ledtang), som blev fundet på 13 af de 14 stationer. *Vertebrata*

fucooides (Almindelig Ledtang) var også den dominerende i vinteren 2022, mens *Fucus Serratus* (Savtang) udgjorde den største biomasse.

Alle de fundne arter er almindeligt forekommende i hele Kattegat-Østersø området (Nielsen et al. 1995).

I forhold til artssammensætning i antal er der ikke stor forskel mellem vinter og sommer, bortset fra station 10, hvor der er væsentlig flere arter om vinteren (18) end om sommeren (10). Man skal dog være opmærksom på, at den meget diverse bund vil give forskellige resultater, når en dykker udlægger indsamlingsrammer, så forskelle mellem årstiden kan således også skyldes bundens store diversitet i sedimentsammensætning og derfor også antal arter knyttet til den hårde bund.

Tabel 3-6 De mest dominerende makroalgearter og deres relative hyppighed på de 14 stationer indsamlet sommeren 2022, samt stationer, arter og biomasse fra vinteren 2022.

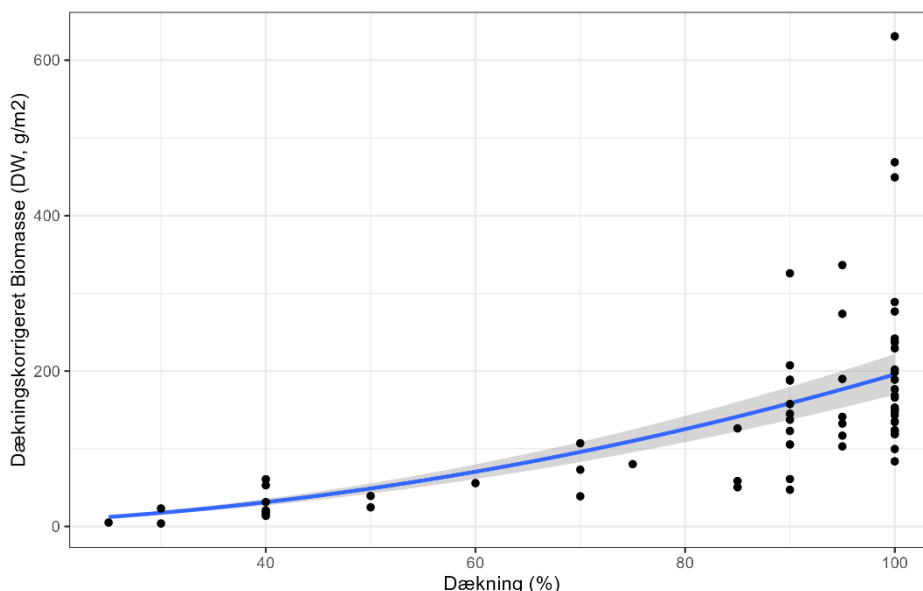
Station	Dybde m	Art	Biomasse g/m ²	Art vinter	Biomasse vinter g/m ²
5	6	<i>Vertebrata fucooides</i>	106,7	<i>Saccharina latissima</i>	10,6
	6	<i>Desmarestia viridis</i>	30,2	<i>Vertebrata fucooides</i>	42,8
	6	<i>Delesseria sanguinea</i>	17,3	<i>Fucus serratus</i>	48,6
6	4,5	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	68,5	<i>Saccharina latissima</i>	27,0
	4,5	<i>Vertebrata fucooides</i>	62,6	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	27,0
	4,5	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	33,4	<i>Vertebrata fucooides</i>	39,7
7	3	<i>Fucus serratus</i>	155,1	<i>Phycodrys rubens</i>	8,5
	3	<i>Vertebrata fucooides</i>	80,8	<i>Delesseria sanguinea</i>	14,8
	3	<i>Rhodomela confervoides</i>	41,3	<i>Dumontia contorta</i>	15,5
8	5,5	<i>Vertebrata fucooides</i>	98,4	<i>Ceramium virgatum</i>	21,8
	5,5	<i>Delesseria sanguinea</i>	19,9	<i>Coccotylus</i>	25,2
	5,5	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	13,5	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	42,2
9	3,8	<i>Dumontia contorta</i>	25,0		
	3,8	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	20,3		
	3,8	<i>Cladophora</i>	9,63		
10	5	<i>Ceramium virgatum</i>	29,8	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	2,7
	5	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	25,1	<i>Rhodomela confervoides</i>	3,4
	5	<i>Vertebrata fucooides</i>	15,8	<i>Vertebrata fucooides</i>	29,9
11	4,5	<i>Ceramium virgatum</i>	44,2	<i>Polyides rotunda</i>	0,8
	4,5	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	22,4	<i>Vertebrata fucooides</i>	5,7
	4,5	<i>Dumontia contorta</i>	10,9	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	29,9
13	5	<i>Ceramium virgatum</i>	112,8		
	5	<i>Ceramium tenuicorne</i>	48,0		
	5	<i>Dumontia contorta</i>	6,6		
14	4,5	<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	19,8		
	4,5	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	14,3		
	4,5	<i>Ceramium virgatum</i>	13,6		
21	7	<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	64,1	<i>Rhodomela confervoides</i>	1,1
	7	<i>Chorda filum</i>	18,7	<i>Saccharina latissima</i>	7,0
	7	<i>Vertebrata fucooides</i>	7,0	<i>Vertebrata fucooides</i>	13,2
23	7	<i>Vertebrata fucooides</i>	113,0	<i>Polyides rotunda</i>	1,8
	7	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	63,8	<i>Vertebrata fucooides</i>	42,3
	7	<i>Delesseria sanguinea</i>	3,0	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	63,1
24	4,4	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	163,0	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	57,2
	4,4	<i>Vertebrata fucooides</i>	137,1	<i>Polyides rotunda</i>	69,3
	4,4	<i>Rhodomela confervoides</i>	3,5	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	101,0
25	16,8	<i>Laminaria digitata</i>	39,6		
	16,8	<i>Saccharina latissima</i>	28,2		
	16,8	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	17,5		
27	5,5	<i>Vertebrata fucooides</i>	140,0	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	8,1
	5,5	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	4,0	<i>Vertebrata fucooides</i>	46,5
	5,5	<i>Pylaiella/Ectocarpus</i>	2,3	<i>Coccotylus/Phyllophora</i>	49,4

Det er således *Vertebrata fucoides* (Alm. Ledtang) der biomassemæssigt dominerer mest, ved at være blandt de tre mest forekommende arter på 9 stationer, og dominerende på 4 af disse stationer med den største biomasse. *Coccotylus/Phyllophora* (Kile-Rødblod) følger efter med repræsentation på 6 stationer og *Ceramium vigatum* (Alm. Klotang) på tredjepladsen på 4 stationer.

Artsdiversiteten i undersøgelsesområdet er således høj, da antallet af arter fundet på stationerne ligger mellem 9 og 18, jf. Tabel 3-5, hvor der i undersøgelser af makroalger i Limfjorden var mellem 6 og 11 arter per station (DTU Aqua 2015). Den store artsdiversitet skyldes bl.a., at der er tale om indsamlinger på 27 meget forskellige stationstyper med stor variation i bundens sammensætning. En sammenligning med undersøgelser gennemført i Københavns Havn er ikke direkte mulig, da der er tale om stationer, der primært ligger inde i havnen og ikke ude i sundet, som hovedparten af stationerne i denne rapport. Tilsvarende kan man ikke sammenligne resultater fra paravaneundersøgelser med resultaterne fra faste stationer. Dog viser undersøgelserne fra 2017 i Københavns Havn /17/, at der er overensstemmelser med den rapportes paravaneresultater og de her afrapporterede.

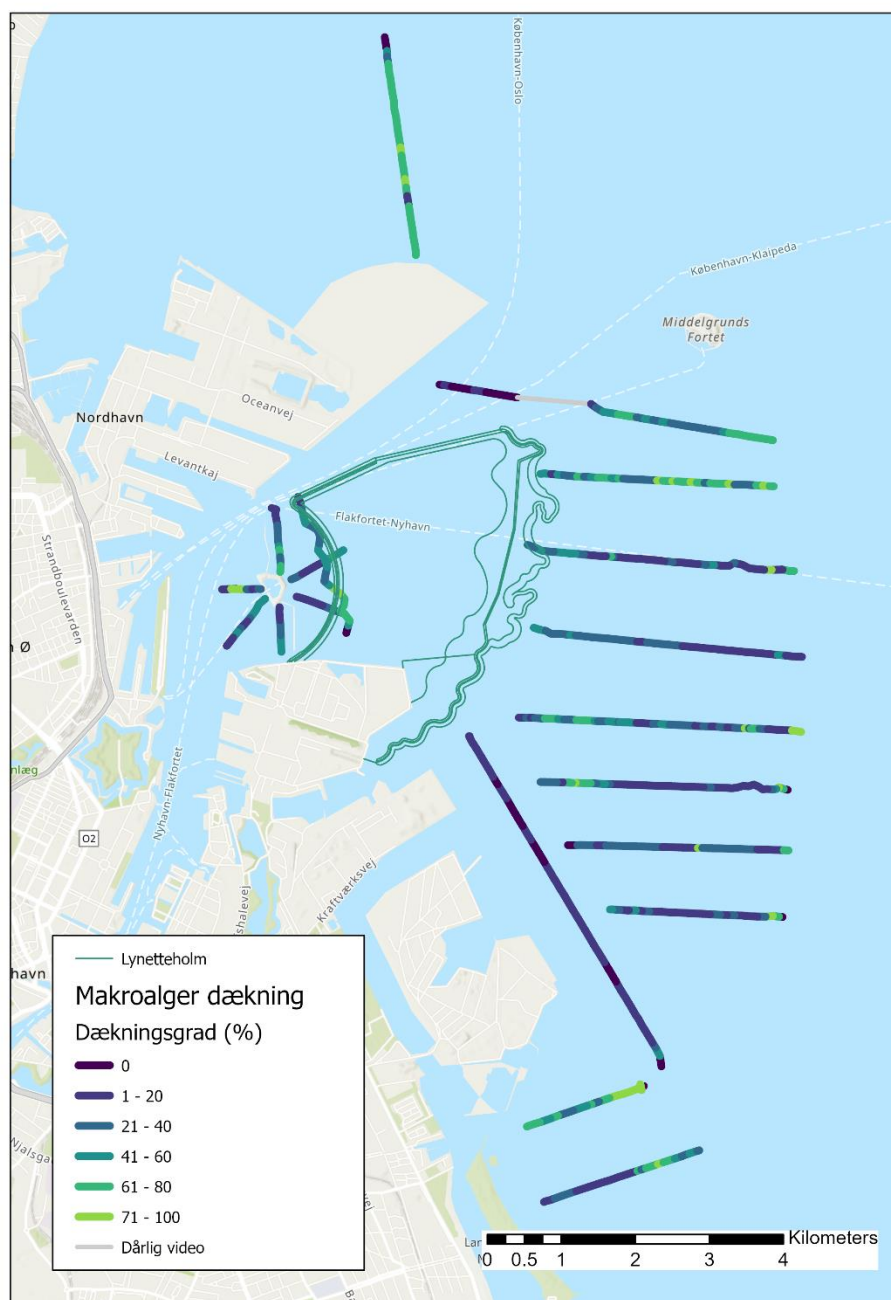
3.4.1 Dæknings-korrigeret biomasse

For at korrigere biomassen i forhold til makroalgernes dækningsgrad, blev dækningsgraden divideret med den identificerede tørvægt pr. m² for hver sample dykkerne tog. Dernæst blev forholdet mellem den korrigerede biomasse og dækningsgraden estimeret (Figur 3-22).



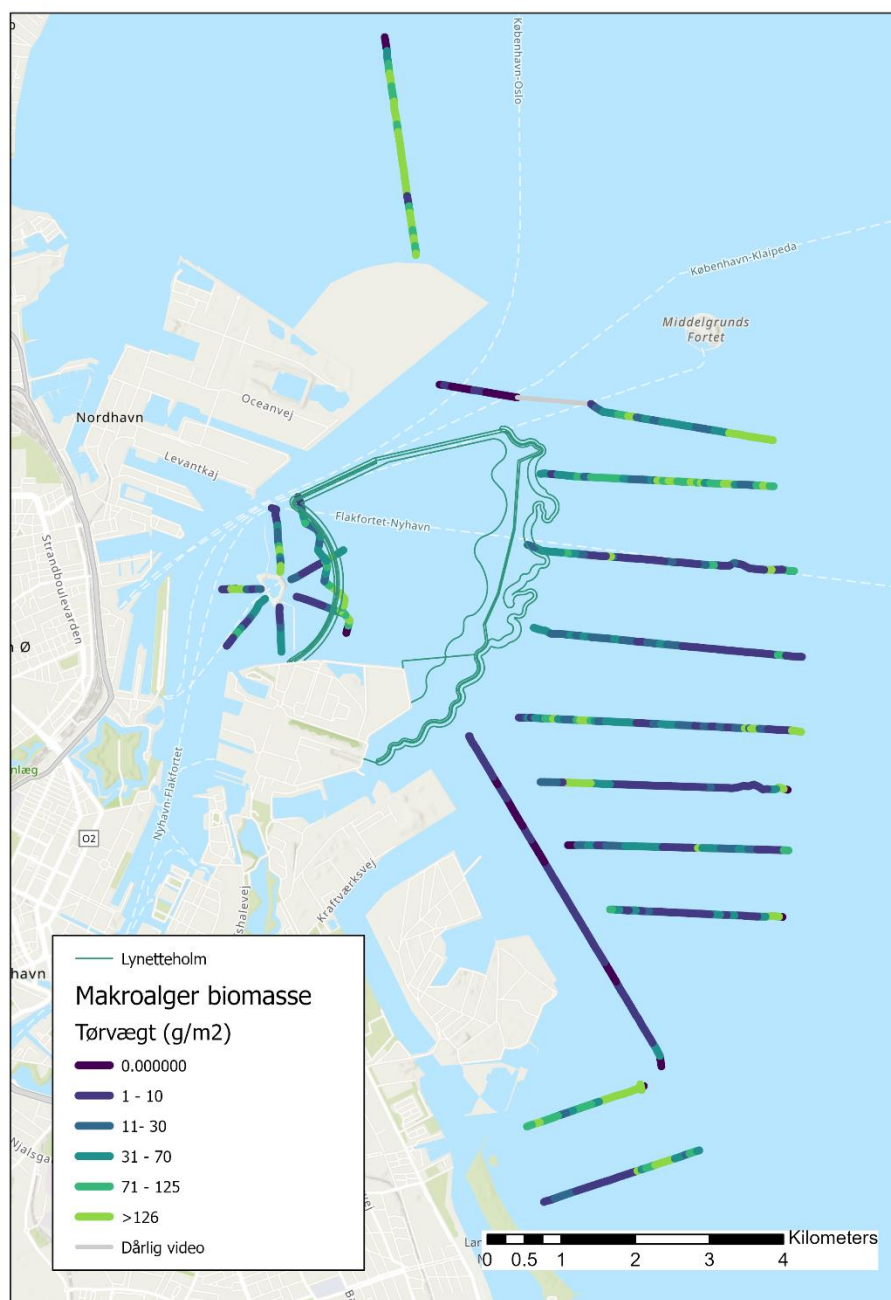
Figur 3-22 Forholdet mellem den dækningsgradskorrigerede biomasse og dækningsgraden. Den blå linje er en tilpasset lineær regression med antagelse om en potensfunktion, $y = 0,02x^2$.

Dernæst blev forholdet mellem dækningsgraden og biomassen ekstrapoleret til de estimerede dækningsgrader fra videotranssekterne, som ses illustreret på Figur 3-23.



Figur 3-23 Dækningsgraden af makroalger estimeret fra video transekter.

Dette resulterede i en gennemsnitlig biomasse på tværs af alle transekter på 43 g/m^2 ($\pm 51 \text{ g/m}^2$). Der var dog stor variation mellem transekterne, jf. Figur 3-24.



Figur 3-24 Oversigt over de dækningskorrigerede biomasser estimeret langs video transekter.

Dækningsgraden og biomassen af makroalger (Figur 3-24) estimeret ved videooptagelser, viser større dækningsgrad af makroalger nær de allerede etablerede havneområder samt nær Lynetteholm. Dette stemmer overens med et studie foretaget på samme lokalitet i foråret 2019, /17/.

En sammenligning af transekterne viser, at dækningsgraden af makroalger er større ind mod havnen, hvorimod ålegræs ses i højere grad længere væk fra kysten.

3.5 Sedimentkemi

3.5.1 Organisk stof, kornstørrelsesfordeling og næringssalte

Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC), total kvælstof og total fosfor i sedimentprøver fra Lynetteholmen med gennemsnit og standardafvigelse er vist i Tabel 3-7. For kvælstof er middeldkoncentrationen 1.214 mg/kg TS og middeldkoncentrationen for fosfor er 423 mg/kg TS. De laveste koncentrationer < 200 mg Total-P/kg TS er fundet i området nord for Nordhavn, samt på Middelgrund (Station 6, 24, og 27). In sammenligning mellem vinter og sommer er vist i tabellen og de gennemsnitlige resultater afviger ikke meget, bortset fra TOC, som er ca. 50% større om vinteren. Da TOC indgår i normalisering af tungmetalberegninger vil der således være en forskel mellem vinter og sommer. Dette er yderligere beskrevet i kapitel 3.5.4.

Tabel 3-7 Sedimentkoncentrationer af glødetab, total organisk kulstof (TOC) total-kvælstof, total fosfor og andel af fint sediment (< 63 µm) i sedimentprøver fra Lynetteholm med gennemsnit og standardafvigelse. S = Sommer juni 2022, V = Vinter 2022.

Station	Tørstof		*Fin sediment fraktion		Glødetab		TOC		Total Kvælstof		Total Fosfor	
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V
	%		%		% af TS		% af TS		mg/kg TS		mg/kg TS	
1	61,8	68,8	25,1	10	2,6	2,9	1,1	2,0	1.800	1.800	900	770
2	62,9	-	1,29	-	0,7	-	0,38	-	420	-	220	-
3	77,2	-	8,04	-	1,17	-	0,73	-	910	-	210	-
4	61,6	67,5	55,64	33	0,1	3,7	0,95	2,6	1700	1.800	460	660
5	82	87,3	-	8,4	1,4	0,4	0,46	0,5	820	490	330	330
6	75,9	-	0,82	-	2,28	-	0,51	-	860	-	170	-
7	85,3	-	3,69	-	1,19	-	0,48	-	920	-	330	-
8	75,5	-	6,59	-	4,4	-	1,5	-	1.100	-	290	-
9	77,2	-	3,08	-	1,36	-	0,82	-	560	-	270	-
10	77,4	-	4,1	-	1,69	-	0,6	-	740	-	350	-
11	78,2	76,2	5,24	0,6	1,02	2,3	0,34	0,93	880	620	330	240
12	73,5	70,4	5,89	5,2	2,3	3,6	0,94	2,8	1.500	1.400	1.900	1.100
13	80,5	77,3	4,87	3,1	0,36	1,4	0,34	1,4	790	1.000	380	270
14	79,8	77,3	2,8	8,5	1,1	1,7	0,23	0,91	620	760	250	280
15	63,9	71,3	22,2	31	3,1	4,2	1,4	0,43	1.900	1.600	530	630
16	66,6	67,1	15,9	18	3,6	3,4	0,71	1,8	2.000	1.900	500	400
17	69,2	78,6	6,4	2,7	1,9	1,0	0,73	0,40	1.500	730	350	190
18	62,7	73,7	22,7	14	2,3	2,3	1,1	0,89	1.900	1.400	620	350
20	52	53,4	53,8	20	3,6	6,9	1,4	3,1	2.300	3.900	620	580
21	80,8	76,2	5,85	7,2	1,1	1,6	0,25	0,40	800	1.000	370	350
22	48,3	45,2	54,5	53	4,83	8,7	3,6	2,8	4.200	4.500	760	700
23	77,3	79,8	1,5	2,9	0,95	1,2	0,22	0,42	710	750	250	270
24	76,5	80,1	0,4	0,7	0,58	0,4	0,51	<0,10	400	460	130	120
26	-	81,6	-	0,34	-	0,5	-	0,14	-	490	-	140
27	82,6	81,4	0,36	0,35	0,51	0,3	0,21	<0,10	400	410	120	130
Snit	72,03	73,0	13,5	12,1	1,81	2,6	0,80	1,2	1.214,3	1.389	423,5	417
Stdv.	+/-9,7	10,2	17,8	14,2	1,3	2,3	0,7	1,0	839,4	1.143	352,7	267
* < 0,063 mm												

3.5.2 Vurdering i forhold til Klapvejledningen

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 3-8.

Tabel 3-8 Oversigt over anvendte aktionsniveauer i forbindelse med klapning /1/. TS = Tørstof. For Miljøstyrelsens og HELCOMs kriterier, se tabel 3-11.

Variabel	Nedre aktionsniveau TS	Øvre aktionsniveau TS
Kobber (Cu) mg/kg	20	90
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
PCB µg/kg	20	200
PAH ₉ mg/kg	3	30

Desuden er resultaterne yderligere vurderet i kapitel 5.3.5 i forhold til miljømålene i Bekendtgørelse 1625, /2/ og HELCOM værdier for god miljøtilstand (GES, Good Environmental Status, /3/ og /4/).

Laboratoriets analyserapport er vedlagt i Bilag C, sammen med skematisk oversigt over alle analysevariable og resultater.

I de efterfølgende tabeller er de vejledende aktionsniveauer for klapning af havbundsmateriale fra klapvejledningen brugt til at vurdere sedimentkemien. Der er brugt grøn markering af koncentrationer under nedre niveau, gule mellem nedre og øvre og orange over øvre aktionsniveau. For variable uden krav er disse markeret med gråt.

Ud af 192 analyseresultater af tungmetaller (eksklusive barium) er det kun kviksølv-koncentrationen på Station 16 og 20, som overstiger øvre aktionsniveau (1 % af alle analyser), mens der er 29 resultater (15,1%), som ligger mellem øvre og nedre, og 161 resultater (74,5%), der ligger under nedre aktionsniveau. Resultaterne fremgår af Tabel 3-9.

Andelen af den fine fraktion i sedimentet kan påvirke koncentrationen af tungmetaller, fordi denne fraktion har en forholdsvis stor overflade, som metallerne kan bindes til. For prøverne fra sommeren 2022 var der typisk lineær korrelation imellem koncentrationen af tungmetaller og andelen af den fine fraktion (Spearman, $p < 0,05$, $r = 0,53$ for kviksølv til $0,87$ for nikkel). Station 12 og 20 lå ofte højere end forventet, f.eks. for zink, krom og kobber, mens Station 16 var forhøjet for kviksølv. Der er derfor sandsynligt, at disse stationer har været mere påvirket af tungmetalforurening end de øvrige.

Tabel 3-9 Analyseresultater af tungmetaller, sammenholdt med Klapvejledningens niveauer for acceptable koncentrationer.

Station	Arsen mg/kg TS	Bly mg/kg TS	Barium mg/kg TS	Cadmium mg/kg TS	Krom mg/kg TS	Kobber mg/kg TS	Kviksølv mg/kg TS	Nikkel mg/kg TS	Zink mg/kg TS
1	5,4	18	27	0,28	12	14	0,51	6,4	44
2	0,58	4,7	7,4	0,068	2,2	4,5	0,07	1,7	28
3	0,93	7,3	11	0,13	2,8	7,3	0,17	2,3	26
4	2,6	27	36	0,32	9,9	22	0,78	6,3	71
5	2,4	5,1	16	0,13	3,3	2,4	0,06	2,8	16
6	1,6	2,7	6,4	0,098	5,4	4,9	0,045	2,7	15
7	0,89	3,2	6,1	0,08	2,5	2,5	0,026	2,6	22
8	2,7	43	37	0,48	6,4	16	0,62	4,4	59
9	0,81	2,3	16	0,089	4,5	3,2	0,026	2,2	14
10	1,3	7	19	0,2	4,5	21	0,13	3,2	45
11	1,2	13	12	0,11	4	4,1	0,056	2,3	18
12	1,8	48	36	1,1	17	46	0,3	4,7	150
13	0,66	4,6	12	0,1	3,2	3,8	0,08	1,9	16
14	1,1	1,5	5,2	0,057	2	1,9	0,029	1,5	9,5
15	4,9	44	41	0,52	10	22	0,41	8,4	82
16	3,6	53	64	0,61	9,5	20	1,7	7,2	76
17	2,6	23	29	0,68	11	20	0,63	5,1	62
18	3,9	20	31	0,61	9,7	16	0,25	5,6	53
20	9,2	66	71	2	21	55	1,1	12	190
21	1,8	4,8	9,6	0,088	3,5	3,7	0,39	2,4	16
22	5,9	29	34	0,72	18	27	0,38	13	80
23	0,86	5,9	8	0,065	3,4	4,3	0,051	2,6	13
24	<0,50	2,5	3,6	0,033	1,1	3	0,14	0,89	4,8
27	<0,50	5,1	3,1	0,075	1,7	2,3	0,029	0,87	9
Nedre	20	40		0,4	50	20	0,25	30	130
Øvre	60	200		2,5	270	90	1	60	500

For Tributyl-tin analyserne viste resultaterne, at der var overskridelser af nedre aktionsniveau for 5 stationer, mens resten var under nedre aktionsniveau (se Tabel 3-10). I klapvejledningen er der kun angivet grænser for Tributyl-tin cat-ionen og ikke for derivaterne.

For PAH₉³-forbindelser er der 4 stationer med værdier over nedre aktionsgrænse, men ingen over øvre grænse, og for PCB-forbindelser er der ingen værdier over nedre grænse.

Tabeller med samtlige målte koncentrationer er vist i Bilag C.

³ Phenanthren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benz(a)pyren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Benzo(ghi)perylene

Tabel 3-10 Indhold af TBT, PAH₉ og PCB-forbindelser. Grønne celler angiver værdier under nedre aktionsniveau, gule celler angiver værdier mellem nedre og øvre aktionsniveau.

Stations-ID	TBT	PAH ₉	PCB
	µg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
1	27,8	0,84	0,006
2	<1	<0,10	<0,00035
3	8,64	0,91	0,0022
4	64,7	2,7	0,0145
5	1,1	0,34	0,0015
6	<1	0,69	0,0064
7	<1	<0,10	0,0003
8	<1	0,78	0,0095
9	1,07	0,25	0,0017
10	<1	0,68	0,0186
11	<1	0,44	0,0039
12	5,71	3,2	0,375
13	2,22	0,6	0,0025
14	4,48	0,13	0,0011
15	1,92	3,7	0,0043
16	3	5,6	0,0107
17	3,47	1,8	0,0415
18	3,37	1,9	0,0209
20	3,18	3,5	0,0074
21	<1	0,21	0,045
22	14,6	2,1	0,0212
23	24,9	<0,10	0,0001
24	2,47	i.p.	<0,00035
27	<1	i.p.	<0,00035
Nedre	7	3	20
Øvre	200	30	200

3.5.3 Vurdering i forhold til miljømål og god miljøtilstand

De opstillede miljømål fra hhv. dansk lovgivning og HELCOM fremgår af Tabel 3-11.

Tabel 3-11 Miljømål (mg/kg tørstof) i henhold til Bekendtgørelse 1625, /2/, Miljøstyrelsens kvalitetskriterier, /8/ /9/ eller HELCOM, /3/ /4/ samt analysernes detektionsgrænser.

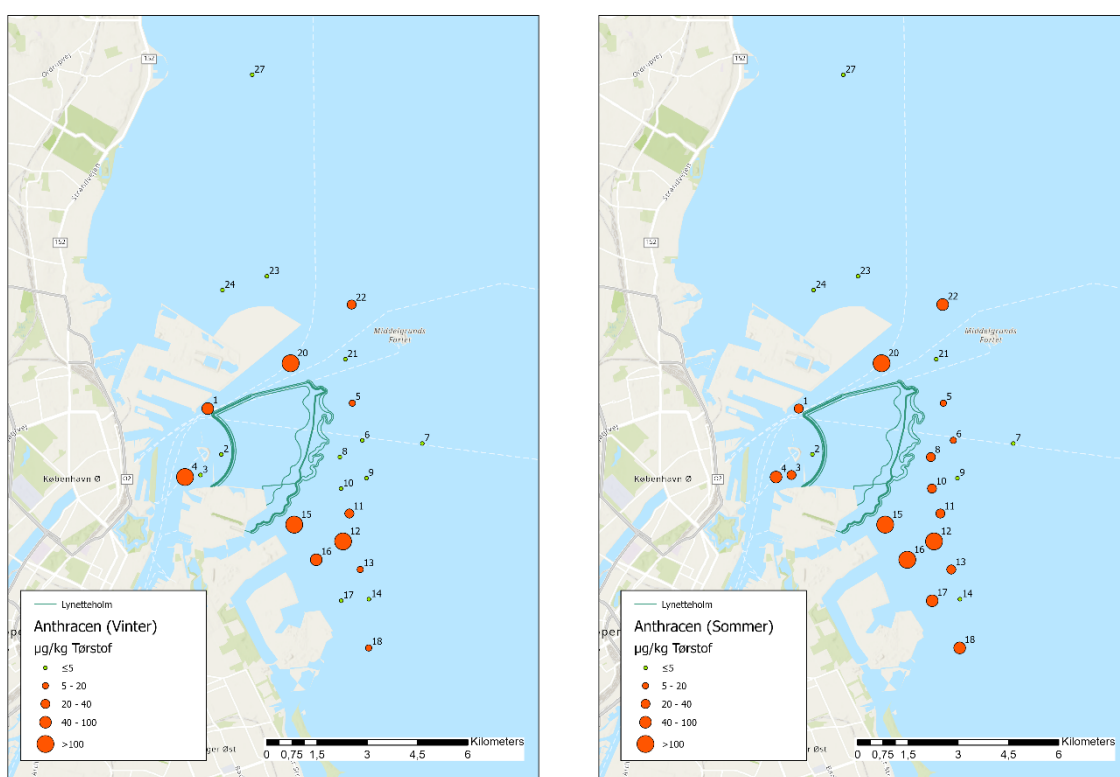
	Detektionsgrænse	Miljømål	Ref.
¹ Anthracen	0,001	0,024*F _{OC}	/3/
Anthracen		0,0048	/2/
Cadmium	0,1	2,3 3,8	/4/ /2/
^{3, 4} Krom	0,1	9,2	/7/
⁵ Nikkel	0,2	6,8	/9/
Bly	0,1	163 120	/4/ /2/

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

⁴Tilføjede koncentration. ⁵Tilføjede eller tilgængelige koncentration.

For Anthracen angiver HELCOM, /3/ en god økologisk tilstand (GES) for Anthracen på 0,024 mg/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 GES ved 1% TOC.

På Figur 3-25 (og Figur 3-26) ses, at koncentrationen af Anthracen i sedimentprøverne ved Lynetteholm er højere end både HELCOM og Bekendtgørelse 1625 værdier. Dog er der 8 prøver, hvor koncentrationen er mindre end detektionsgrænsen, og 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.

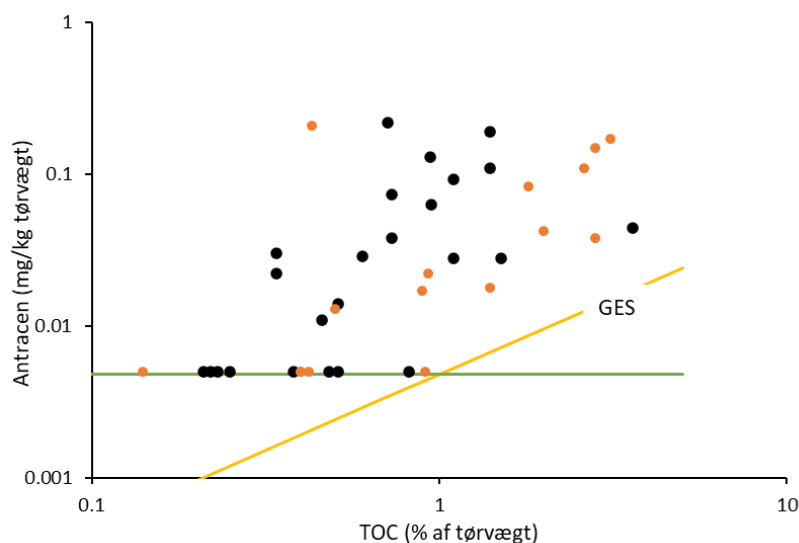


Figur 3-25 Koncentrationen af Anthracen i sedimentprøver med stationsnumre fra Lynetteholm udtaget vinter 21/22 (venstre) og sommer 2022 (højre). Grøn farve angiver at koncentrationen er på eller under miljømålet (5 µg/kg TS) i Bek 1625, /2/.

Den geografiske fordeling af Anthracen (Figur 3-25) viser, at de højeste koncentrationer er fundet tættest på havneudløbet og dermed rundt om Lynetteholm. Koncentrationerne er både sommer og vinter lavest nord for Nordhavnsdepotet og mellem "Lynetteholm" og Middelgrunden og øst og sydøst for Prøvestenen.

Koncentrationen af Anthracen i sedimentprøver fra Lynetteholm er vist i Figur 3-26, som funktion af total organisk kulstof, TOC. Sorte punkter viser resultater for sommeren 2022. Orange punkter er fra vinteren 21/22. Både sommer og vinter ligger koncentrationen over GES og miljømål eller er under detektionsgrænsen. I gennemsnit er der ikke forskel i koncentrationen af

Anthracen mellem sommer og vinter. Koncentrationen af organisk stof er højere om vinteren, men det har ikke, som forventet, givet sig udtryk i højere Anthracen-koncentration om vinteren.



Figur 3-26 Koncentrationen af Anthracen i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Sorte punkter viser resultater for Sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Den grønne linje angiver miljømål i Bek. 1625. Den gule linje angiver koncentrationen for HELCOMs god miljøstatus GES, /3/. Metodens detektionsgrænse er 0,01 mg/kg tørvægt. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af detektionsgrænsen, svarende til miljømålet. Bemærk, at akserne er logaritmiske for at få en visuel spredning af resultaterne.

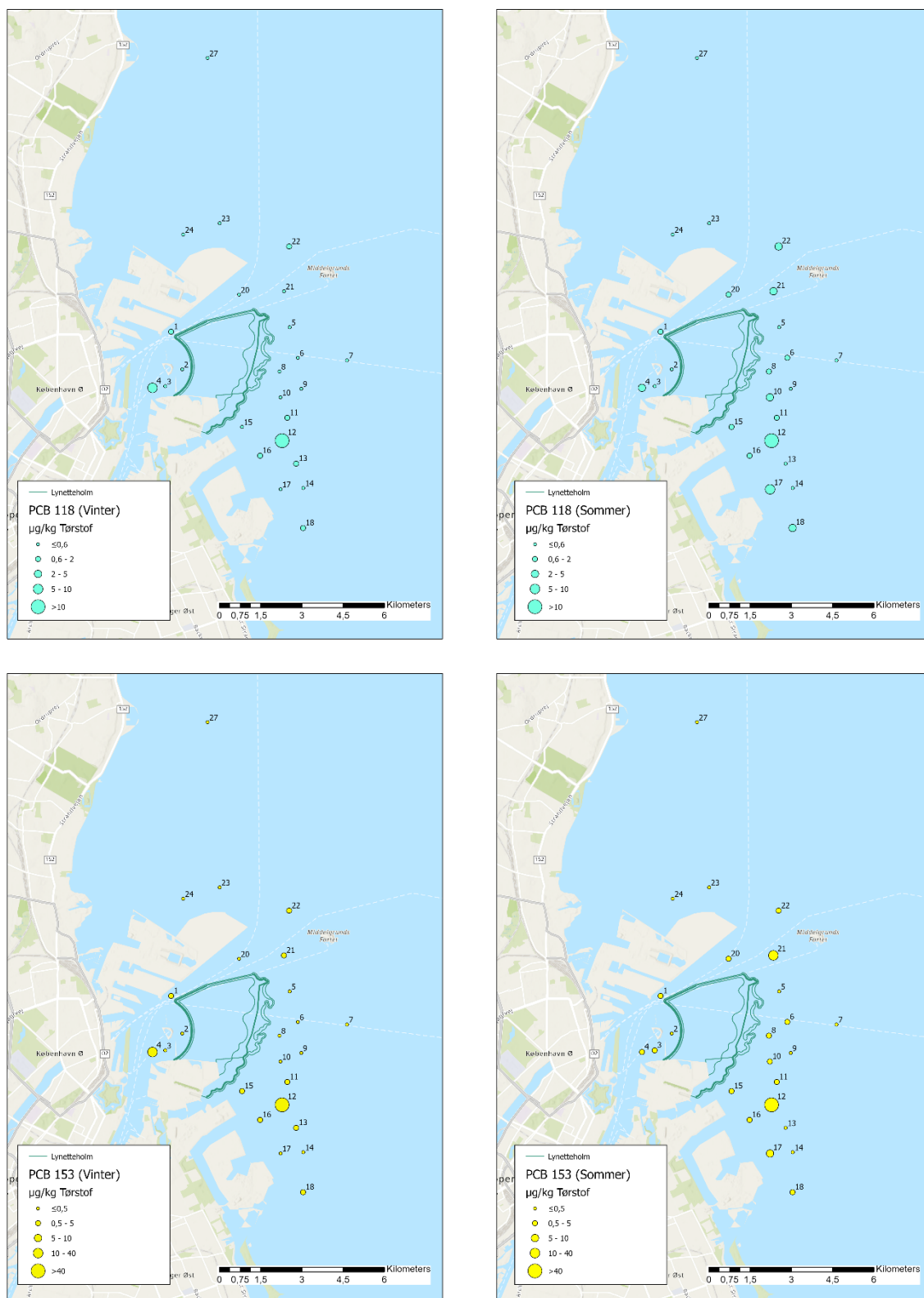
HELCOM har miljømål for PCB i biota, men ikke for sedimenter /5/. Dog blev det i forbindelse med udviklingen af HELCOMs *core indicators* i 2012 foreslået at anvende OSPARs Environmental Assessment Concentrations (EAC) for PCB-118 (0,6 µg/kg tørvægt ved 2,5% TOC), som er dioxin lignende og for PCB-153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

Undersøgelsens resultater for disse to er angivet i Figur 3-27. PCB-153 ligger alle typisk under den foreslåede Helcom GES, mens PCB-118 ligger over den foreslåede GES, pga. af den lave foreslåede GES.

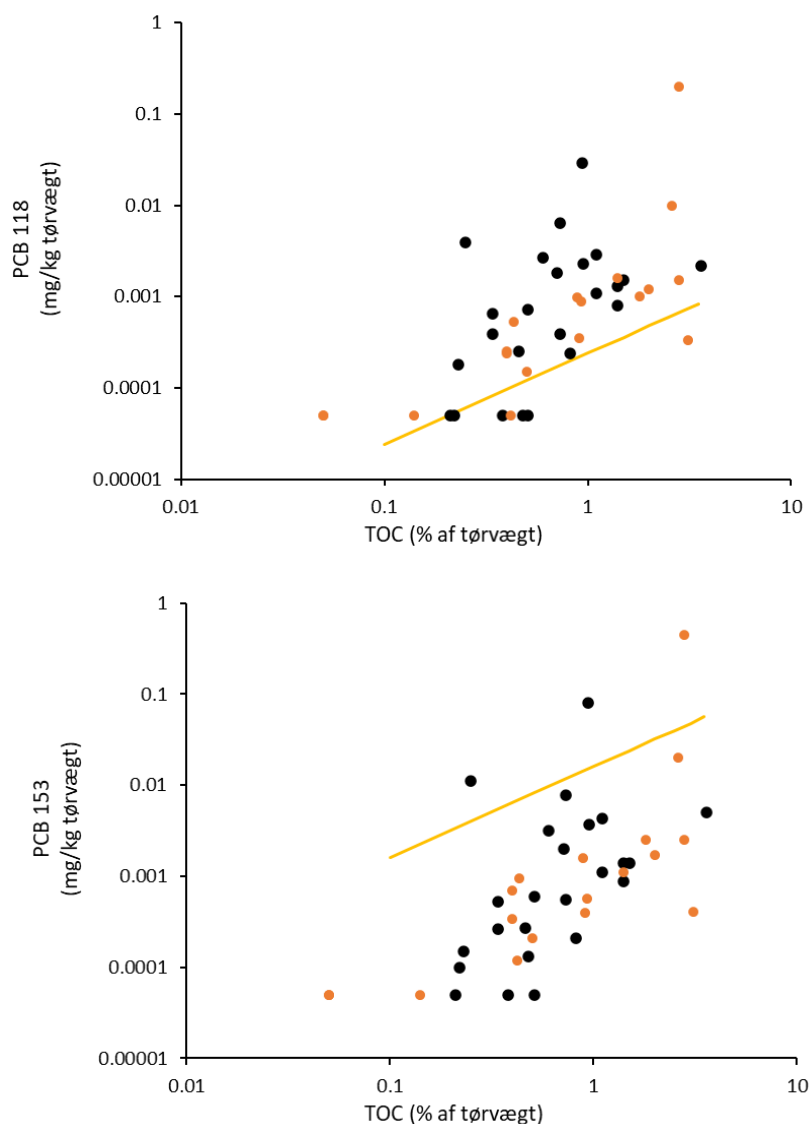
Stationerne med højest koncentration er Station 4 og Station 12. Kilden til PCB i havet anses hovedsageligt for at være atmosfærisk nedfald, /10/. Det afspejles i, at den geografiske variation ikke er helt så tydelig som for Anthracen (sammenlign med Figur 3-25). Det er dog stadig sådan, at de laveste koncentrationer findes i områdets nordlige og sydlige ende. 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/.

Koncentrationen af PCB-118 og PCB-153 er vist på Figur 3-28. For begge prøvetagningsperioder ligger koncentrationen af PCB-118 typisk over GES og koncentrationen af PCB-153 typisk under GES. I gennemsnit ligger

koncentrationerne som forventet højere om vinteren end om sommeren (henholdsvis 53% og 65%, data ikke vist).

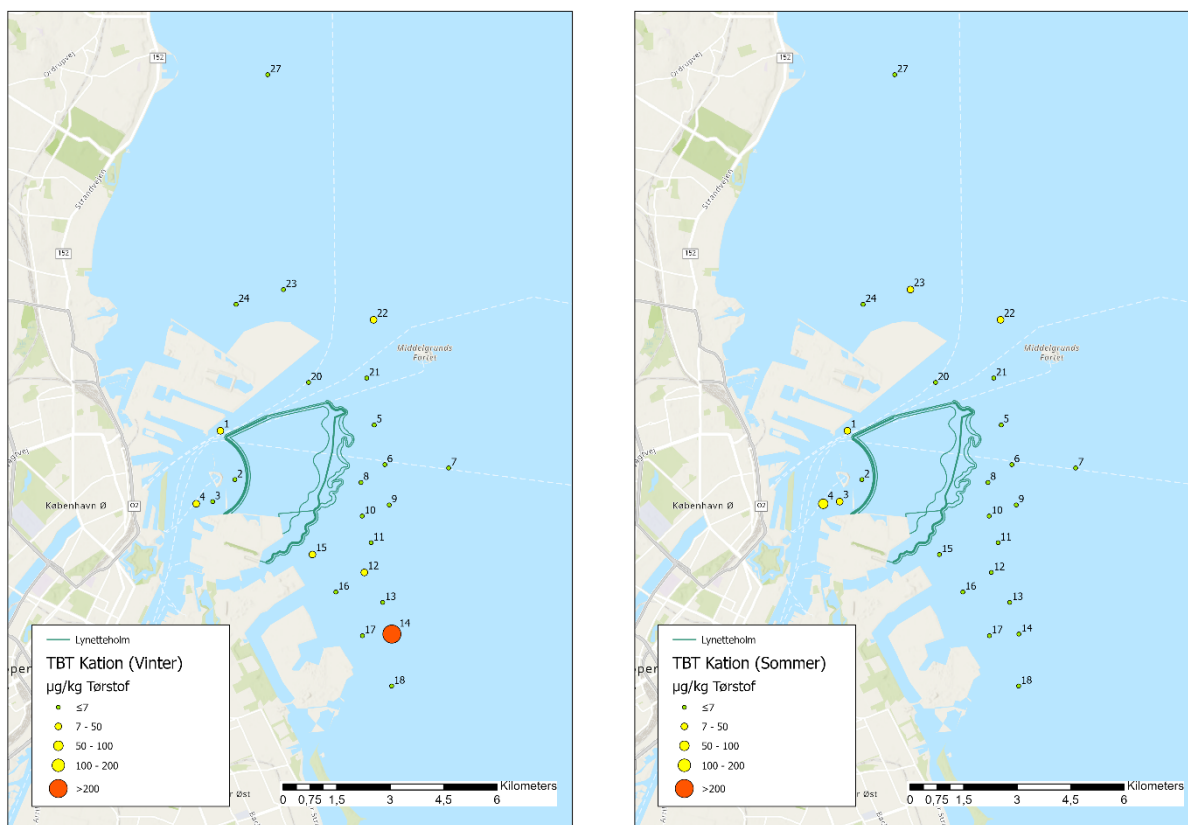


Figur 3-27 Koncentrationen af PCB-118 (øverst) og PSB-153 (nederst) i sedimentprøver med stationsnumre fra Lynetteholm udtaget vinter 21/22 (venstre) og sommer 2022 (højre). Der er ikke angivet grænseværdier, da de afhænger af indholdet af TOC.



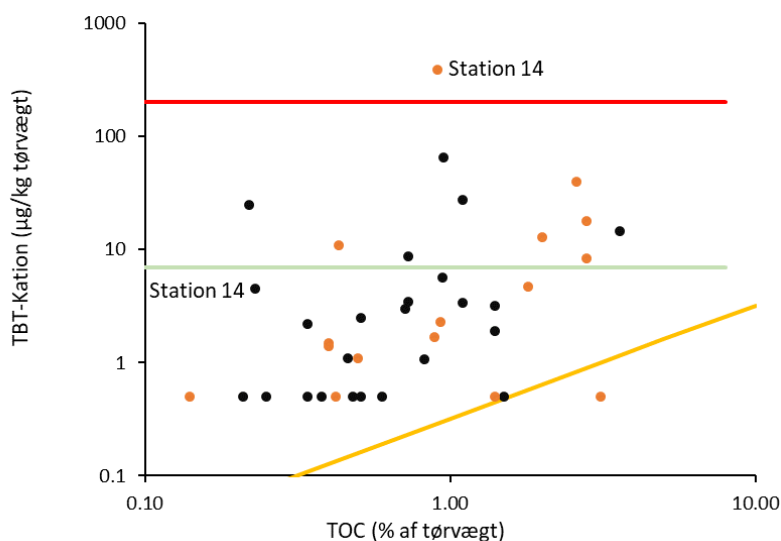
Figur 3-28 Koncentrationen PCB-118 (øverst) og PCB 153 (nederst) i sedimentprøver fra Lynetteholm som funktion af total organisk kulstof, TOC. Sorte punkter viser resultater for sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Den gule linje viser den af HELCOM foreslåede GES /5/. Analysens detektionsgrænse er 0,0001 mg/kg tørstof. Resultater under detektionsgrænsen er angivet som 50% af metodens detektionsgrænse. Bemærk, at akserne 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-Kation). Alle koncentrationer ligger, på nær Station 20 vinter 21/22, ligger over GES (Se Figur 3-29). Til sammenligning angiver HELCOM, at koncentrationen i sedimenterne overskrider den foreslåede GES i hele HELCOM området, /11/.



Figur 3-29 Koncentrationen af TBT (Cation) prøver vinter 2022 (højre) og sommer 2022 (højre). Koncentrationer imellem klapvejledningens øvre og nedre aktionsniveau er angivet med gult.

Koncentrationen af TBT er vist på Figur 3-30. For begge prøvetagningsperioder ligger koncentrationen over HELCOMs foreslåede GES og under klapvejledningens øvre aktionsniveau. I gennemsnit ligger koncentrationerne, som forventet på baggrund af de højere TOC-koncentrationer, højere om vinteren end om sommeren (57%, data ikke vist).

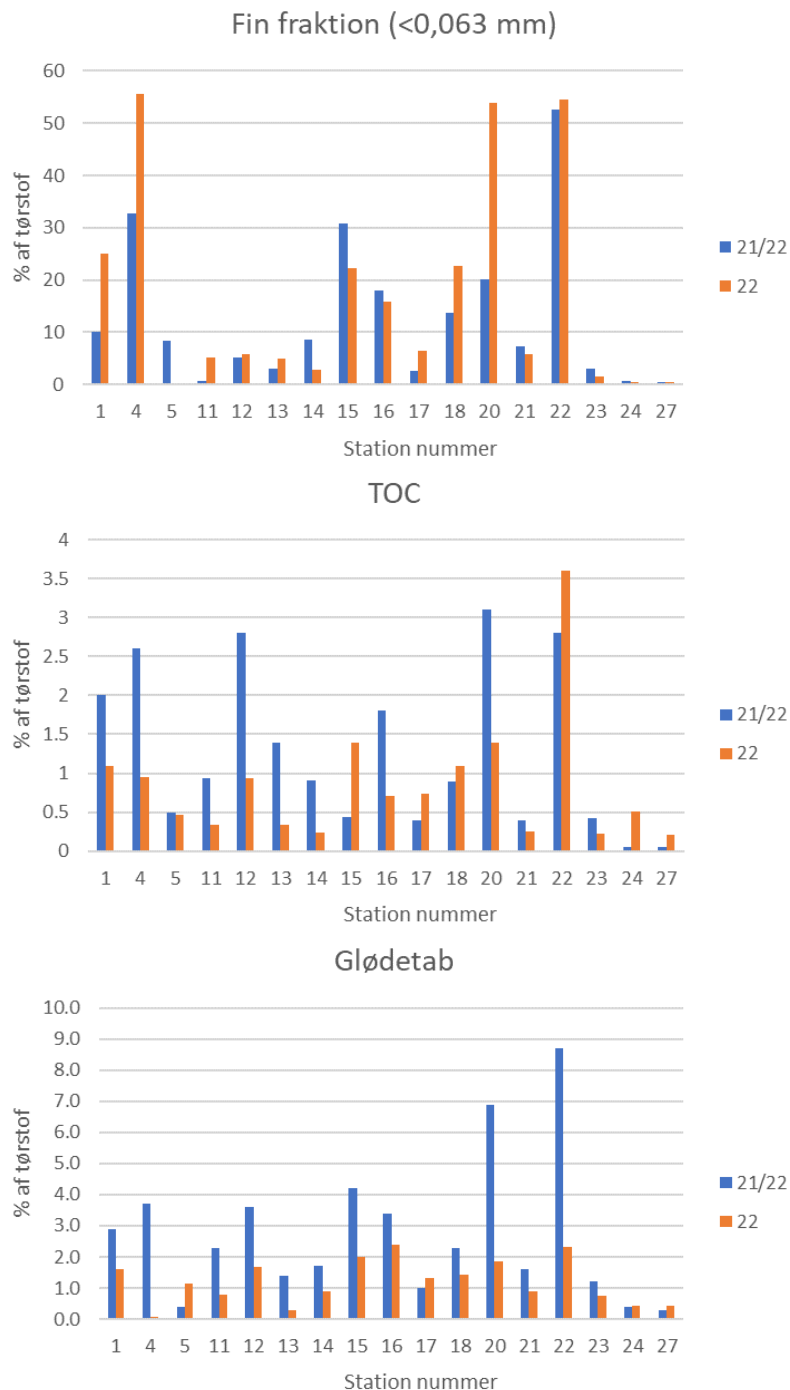


Figur 3-30 Koncentrationen af TBT (Kation) som funktion af TOC i prøver udtaget ved Lynetteholm. Sammenligning med HELCOMs, /11/ forslag til kriterium for god miljøtilstand (Gul linje) og

klapvejledningens aktionsniveauer (rød og grøn linje). Sorte punkter viser resultater for sommeren 2022. Orange fra vinteren 21/22. Analysens detektionsgrænse er 1 µg/kg. Resultater herunder er angivet som 50% af detektionsgrænsen. Bemærk, at begge akser er logaritmiske.

3.5.4 Sammenligning imellem sommer- og vinterundersøgelser

Herunder er der vist sammenligninger for alle stationer af den relative andel af den fine fraktion ($< 63\mu\text{m}$), TOC og glødetab sommer og vinter 2022.



Figur 3-31 Sammenligning af størrelsen af sedimentfraktionen $< 0,063 \text{ mm}$ (øverst), koncentrationen af TOC (midten) og glødetab (nederst), hvor der både er udtaget og analyseret prøver 21/22 og sommer 2022. Vinter er angivet med blå og sommer med orange signatur.

Andelen af den fine fraktion i sedimentet kan påvirke koncentrationen af tungmetaller, fordi denne fraktion har en forholdsvis stor overflade, som

metallerne kan bindes til. Koncentrationen af organisk stof i sedimentet påvirker koncentrationen af lipofile stoffer, f.eks. PAH, fordi de bindes til det organiske stof i sedimentet. Dette skal tages med i betragtning, når der sammenlignes fra år til år. Figur 3-31 viser forskellen imellem vinter 21/22 og sommer 2022 for sedimentfraktionen < 0,063 mm og for koncentrationerne af TOC og glødetab. Sidstnævnte er begge et mål for indholdet af organisk stof.

I gennemsnit var den fine fraktion 1,03 gange større i vinterprøverne end i sommerprøverne (beregnet for prøver, hvor der er resultater for begge perioder). Det forventes derfor ikke, at der er forskel imellem sommer og vinter, medmindre der er væsentlige forskelle imellem sedimentationen sommer og vinter. Det må derfor forventes, at der i gennemsnit ikke er den store forskel i koncentrationen af tungmetaller imellem 21/22 og 2022.

I forhold til klapvejledningen var det kun kviksølv, der oversteg øverste aktionsniveau. Prøven fra Station 4 oversteg det øverste aktionsniveau vinter 21/22 og nederste aktionsniveau sommer 2022. Prøven fra Station 16 og 20 oversteg øverste aktionsniveau sommer 2022, mens det vinter 21/22 kun var prøven fra Station 20, der oversteg det laveste aktionsniveau. Der er således ikke nogen klar tendens imellem de to prøvetagninger set i forhold til Klapvejledningen.

Tabel 3-12 viser forholdet i koncentrationen af de målte tungmetaller i prøverne fra vinter 21/22 og sommer 2022 (Dvs. Vinter-koncentration divideret med sommer-koncentration). Grålige farver viser, at vinterkoncentrationen var højere end sommerkoncentrationen.

Som eksempel på, hvordan man skal læse nedenstående figur, kan man for Arsen på station 1, hvor værdien 0,6 angiver, at koncentrationen om vinteren var 60% af koncentrationen om sommeren og angivet med en går tone, mens Arsen på station 4 var højest i vinterprøverne, og at samtlige tungmetaller har højere om vinteren end om sommeren (brun tone).

I gennemsnit ligger forholdet omkring 1, som forventet ud fra den gennemsnitlige andel af den fine fraktion. Der er dog variationer imellem stationerne. Station 4 skiller sig ud ved at have væsentlig højere tungmetal koncentrationer om vinteren.

I gennemsnit var glødetabet 2,0 gange højere i prøver fra vinteren 21/22 end i prøverne fra sommeren 2022, når der ses bort fra Station 4, hvor glødetabet var meget lavt i sommeren 2022. Tilsvarende var TOC 1.8 gange højere om vinteren end om sommeren. Det kan derfor forventes, at koncentrationen af lipofile organiske stoffer i gennemsnit er højere om vinteren 21/22 end om sommeren 2022.

Det højere indhold af organiske stof om vinteren skyldes muligvis, at de lavere temperaturer giver langsommere nedbrydning. På den anden side må det også forventes, at sedimentationen af organisk stof er højere om sommeren end om vinteren pga. den højere primærproduktion.

Tabel 3-12 Forholdet mellem koncentrationen af tungmetaller vinter 21/22 og sommer 2022 [Vinter-koncentration divideret med Sommer-koncentration]. Grå farver angiver at koncentrationen var højest om vinteren.

Station	As	Pb	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
1	0,6	0,8	1,2	1,0	0,8	1,0	0,5	0,8	0,9
4	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	3,0	3,7	1,6	2,1
5	0,8	0,8	0,4	1,1	1,0	1,5	0,5	1,3	1,0
11	0,7	0,3	0,7	1,5	0,6	0,8	0,6	0,7	1,2
12	0,8	1,8	1,0	1,5	1,2	1,3	1,4	1,1	2,3
13	1,0	0,9	0,7	0,9	0,7	0,8	0,3	0,8	0,9
14	1,2	2,2	1,1	2,1	1,5	2,3	0,9	1,5	1,5
15	0,8	1,0	1,1	0,9	0,9	0,8	1,3	0,8	1,0
16	0,8	0,4	0,7	0,5	0,8	0,7	0,1	0,7	0,6
17	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	1,6
18	0,5	0,8	0,7	1,0	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7
20	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	0,6	0,7	1,0	0,7
21	0,6	1,2	0,9	1,6	1,1	1,3	0,1	1,3	1,1
22	1,0	1,0	1,0	1,1	0,9	1,1	0,7	1,0	1,1
23	1,3	0,6	0,7	0,5	0,7	0,4	0,4	0,7	0,7
24	1,0	0,8	0,7	0,3	0,5	0,5	0,0	0,7	0,8
27	2,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Snit	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,7	0,9	1,1

3.6 Iltmålinger i Kongedybet

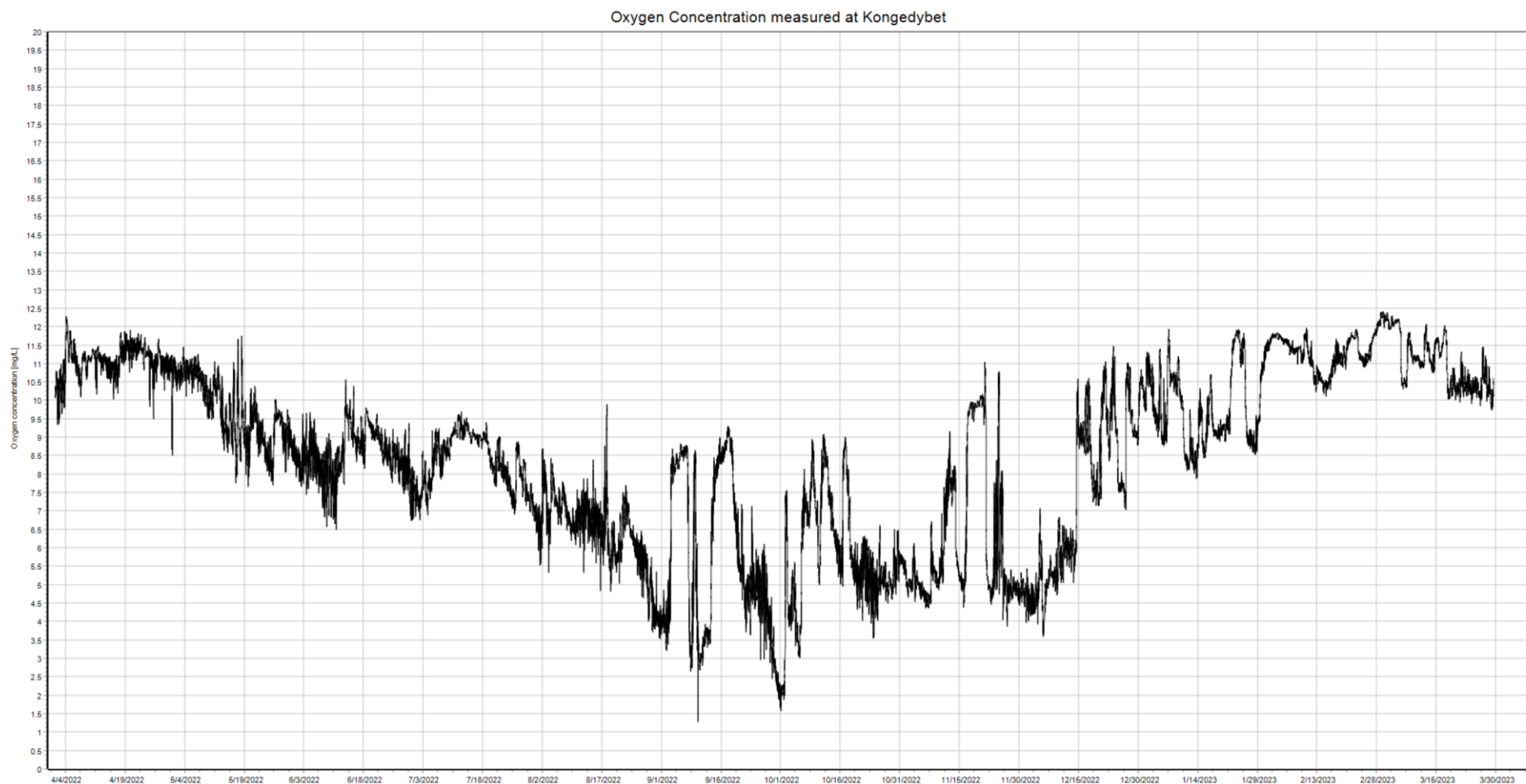
I perioden 1. april 2022 blev der udlagt en iltmålestation på ca. 14 m vand i Kongedybet, først ved Station 16 og efterfølgende flyttet til mellem Station 15 og 16, grundet navigationsforhold fra skibstrafikken ved Prøvestenen.

Den oprindelige plan var, at iltstationen skulle være i drift til 1. oktober, men grundet det meget kraftige iltsvind i Øresund blev det i første omgang besluttet at forlænge driften til 1. januar 2023. Men grundet mangel på lange sammenhængende tidsserier er det nu besluttet, at stationen først inddrages 1. april 2023. Da stationen kun er monteret på bunden, er der ikke online data fra den. Figur 3-32 viser data frem til det seneste service den 30. marts 2023.

Generelt er der gode iltforhold ved bunden, men det omtalte iltsvind, der i august-september bevægede sig ind i de indre danske farvande kunne også tydeligt ses i Kongedybet. I september frem mod 1 oktober blev der målt ned til 1,5 mg/l ilt. De to "toppe" i september skyldes indstrømning af iltigt vand fra syd (Køge Bugt) og mellem de to toppe er der igen indstrømning af iltfattigt vand fra nord. Efter 1. oktober sker der en glidende øgning af iltkoncentrationen i Kongedybet.

Da perioden med iltsving i Kongedybet var sammenfaldende med tilsvarende iltsving i de indre danske farvande⁴, skønnes det ikke, at det lokale iltsvind i Kongedybet var forårsaget eller forstærket af graveaktiviteterne ved Lynetteholm, da der var gået 5 måneder siden ophør af graveaktiviteter (1.april).

⁴ Se DCE iltsvindsrapport sep. 2022 dokument N2022_62.pdf



Figur 3-32 Iltmålinger fra Kongedybet, 1. april 2022 til 30. marts 2023.

3.7 Videotransekte

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 strømrubber i de sandede områder og der er spredte sten i hele området. Stort set alle sten er dækket af makroalger og i flere tilfælde af muslinger. Ålegræsset ses på vanddybder lavere end 6,0 m, dog med enkelte observationer på 7-7,5 m vanddybde, men der er kun fundet sammenhængende ålegræsenge på vanddybder lavere end 6,5 m. I de lavere og mere beskyttede områder inde ved Trekroner ses ålegræsset med bevoksning af forskellige trådalger.

I området nord for Nordhavn blev der set ålegræs med dækningsgrader på 5-15 % på 7-7,5 m vanddybde. Det skønnes, at udbredelse til større dybde i dette område skyldes mindre påvirkning fra udledninger og anden påvirkning fra havnen.

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 transekte er givet i Tabel 3-13. 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 høj 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. Det skal dog understreges, at man ikke fra de satellitbaserede kort kan fastslå, om der er tale om alger eller ålegræs, men noget kunne tyde på, at de klassifikationer, som anvendes med henholdsvis "Dense" og "Sparse" dækning, som for eksempel vist i Figur 3-8, kunne antyde, at på lavt vand er de tætte bevoksninger med en overvejende sandsynlighed ålegræs.

Den samlede vurdering af havbunden, baseret på videotransekte, er, at der ikke kunne observeres aflejringer eller ophobning af finkornet materiale, der potentielt kunne være kommet fra gravearbejderne, og der var heller ikke belægninger på vegetationen. En væsentlig faktor for, at der ikke ses aflejringer, er strømforholdene i området, som potentielt har fjernet eventuelle aflejringer.

Tabel 3-13 Oversigt over observationer fra de 19 transekter i Lynetteholmsområdet, juni 2022.

Transekt	Retning	Dybder [m]		Dominerende bundtype	Makroalger	Ålegræs	Andet
		Start	Slut				
1	V=>Ø	13,5	7,3	Sandbund med spredte sten. Makroalger på alle sten	0-80%	5-10%	Sediment med mange skaller. Sten dækket af alger. Ålegræs som enkelte strå. Muslinger enkelte steder på sten.
2	V=>Ø	7,2	6,6	Sandbund med spredte sten. Makroalger på alle sten	30-90%	0-40%	Sand og enkelte steder med småsten og større sten. Spredte muslingebanker med 5-40 % dækning.
3	Ø=>V	7,4	6,3	Sandbund med spredte sten. Alger på sten.	10-100%	0-90%	Sandbund og enkelte områder med små og større sten. Sten dækket med makroalger. Ålegræs gennem hele transekt med høj densitet på lavt vand. Enkelt område med muslinger med dækning fra 10-30 %.
4	V=>Ø	5,8	4,6	Sandbund med skaller og spredte sten. Alle sten dækket af makroalger	10-80%	10-100%	Sandbund med småsten. Ålegræs dominerer på lavt vand, men alger findes på sten og bunden over hele området. Synlige kalkflager. Muslinger i starten af transekt med dækning på 5-40 %.
5	V=>Ø	11	11	Sandbund med skaller og med algedækkede sten	0-100%	0-90%	Stejl start og stop, 5 m på midten. Dybe dele domineres af makroalger, ålegræs på alle flader lavere end 7 m dybde. Bund af sand og mudder.
6	Ø=>V	12	12	Mudret/sandet bund med spredte sten	0-90%	0-90%	Stejl start og stop, 3 m på midten. Ålegræs starter ved 6 m dybde, og dominerer ved dybder < 6 meter, mens makroalger dominerer ved dybder > 6 meter. Sandbund.
7	V=>Ø	14	14	Mudret/sandet bund med spredte sten (op til 1 m) i start og slut med sandet/stenet bund på midten	15-100%	0-90%	Stejl start og stop, 3,5 m på midten. Ålegræs dækning 40-90 % på dybder < 6 meter. Dybere dele domineres af alger (30-100 %). Bund af sand og mudder og enkelte større sten. Område med muslinger, 10-30 % dækning i starten.
8	Ø=>V	11	14	Sandet bund med små sten. Makroalger på alle sten. Enkelte sten med muslinger.	0-90%	10-80%	Stejl start og stop, 4 m på midten. Dybe dele domineres af makroalger, ålegræs på stort set alle flader lavere end 6 m (20-90 %).
9	V=>Ø	8,4	1,6	De dybeste områder består af sten/stenrev med makroalgevækst. De lavere områder domineres af ålegræs med makroalgevækst.	10-90%	0-80%	Bunden er primært dækket af alger og ålegræs. I anden halvdel af transektet dominerer ålegræs (begroet med makroalger) med dækning på 70-80%.

Transekt	Retning	Dybder [m]		Dominerende bundtype	Makroalger	Ålegræs	Andet
		Start	Slut				
10	NØ=>SV	2,6	4,3	Sandet blød bund, mestendels dækket af makroalger og ålegræs samt små spredte muslinger banker.	10-60%	10-90%	Der er ålegræs spredt over hele området med varierende dækningsgrad. I områder med lav dækning, er ålegræs begroet med trådalger. Enkelt mindre områder med muslinger.
11	N=>S	10,6	3,6	Sandet/mudret bund med enkelte store sten. Enkelte steder findes lidt skaller og brunalger, fx Laminaria og trådalger.	0-80%	0-70%	Ålegræs i anden halvdel af transektet, fra 5 m dybde. Dårlig sigtbarhed.
12	SV=>NØ	3,4	10,8	Sandet bund med spredte algedækkede sten. Sandpletter med skaller - i anden halvdel af transektet. Mindre sten med makroalgevekst.	0-60%	0-80%	Ålegræs ved < 7 m dybde, primært i første halvdel af transektet. Bunden er dækket af ålegræs med alger på bunden imellem planterne. Mindre pletter med muslinger i slutningen af transektet.
13	NV=>SØ	7,8	1,8	Enkelte pletter med sandbund, ellers dækket af ålegræs med makroalger i bunden.	10-50%	50-90%	Sandpletter og enkelte store sten med alger i begyndelsen af transektet. Ellers tæt dækning af ålegræs med makroalger i bunden over resten af transektet.
14	S=>N	13,5	14,2	Sandet mudret bund med sten, som delvist er dækket af makroalger. En del skaller på bunden.	0-40%	0	Varierende dækning af makroalger, mange på større sten. Der er muslinger midt i transektet med dækning på 20-50 %.
15	NØ =>SV	8,7	5	Sandbund med større sten, begroet med makroalger. Mindre områder med mange skaller.	30-100 %	5-50%	Første halvdel af transekt med høj dækning af alger (80-100%) på stenrev. Ålegræsområderne findes primært i anden halvdel af transektet på <6 meter dybde.
16	SV =>NØ	4,8	11,2	Sandet mudret bund med nogle skaller. Sten med alger. Tæt ålegræs midt i transektet.	10-100%	0-90%	Ålegræs-dækningen er størst midt i transektet (70-90 %), mens enkelte små stenrev har høj dækningsgrad af makroalger (70-100%).
Trekroner	Ø=>V	4,9	7,1	Sandet/mudret bund. Makroalger på større sten, enkelte muslinger og nogle skaller.	10-90 %	0-50%	Området er primært dækket af makroalger i varierende grad. Enkelte mindre områder med muslinger. Størst dækningsgrad (45-50) af ålegræs ved lavest dybde (4-5 meter).
18	NV=>SØ	8,7	8,2	Sandet-gruset bund med spredte sten med marcoalger.	0-90%	0-15%	Ålegræs < 7 meters dybde (dækning 5-15 %) og med flere områder på 7-8 m med spredt 1-5 % dække. Sandet/mudret bund, enkelte steder med muslinger.
19	S=>N	4,1	1,9	Sandet bund, dækket af makroalger og ålegræs i hele transektet.	10-60%	40-80%	Ålegræs dækker hele området, men er begroet med makroalger/trådalger.

4 Diskussion

Flora og Fauna

Der blev taget flora (ålegræs) på 13 stationer, makroalger på 14 stationer og fauna på 24 stationer. For vegetationen er det altovervejende ålegræs og makroalger, der dominerer den vegetative bund.

Generelt er bundfaunadiversiteten høj iblandt prøverne og med 81 identificerede arter, er der god overensstemmelse mellem denne og tidligere undersøgelser, hvor antallet af arter ligger mellem 48 og 74. Således er artsrigdommen (Shannon-Wiener 1.7 (± 0.4) og Pielou indeks 0,6 (± 0.2)) også højere end på tidligere undersøgelser (Shannon-Wiener 1.6 (± 0.4) og Pielou indeks 0,5 (± 0.1)), men er inden for standardafvigelsen. Der er således god overensstemmelse mellem denne og tidligere undersøgelser af bundfaunaens artsdiversitet. Ligeledes var det også *Peringia ulvae*, der var den mest dominerende art fundet i tidligere studier, sammen med *Pygospio elegans*. Dog blev *Scoloplos armiger* identificeret i et tidligere studie til at være dominerende i de blødbundende områder. Denne art blev også identificeret som værende dominerende på flere stationer i dette studie. Der er også god overensstemmelse i biomassen af bundfaunaen, sammenlignet med vinter baseline undersøgelsen, men biomassen er signifikant højere (164,8 g/m²) end ved første undersøgelse i 2019 (59,4 g/m²).

For at sammenligne mellem denne og vinterens undersøgelser og så tidligere rapporter, lavet for Københavns Kommune, har vi brugt de seneste af kommunens rapporter, idet vi forventer, at de seneste rapporter har lavet sammenligninger bagud. I en undersøgelse, som WSP har lavet for Københavns Kommune, /16/, blev 86 stationer inde i havnen, samt ude langs havnen mod Øresund screenet for bundfauna. Her blev der på 6 stationer uden for havnen, (KK Bio 10, 21, 25, 29, 32, 42) fundet i gennemsnit 11 arter (fra 7-15), mens der i herværende undersøgelse blev fundet i gennemsnit 22,5 arter (fra 14-32). Stationerne lå i de samme områder som dem, der er undersøgt i denne undersøgelse og man kan konkludere, at artsdiversiteten i DHI's undersøgelse er væsentlig højere end de resultater, som WSP fandt. Det skal dog bemærkes, at WSP ikke indsamlede på samme måde som DHI, hvilket kan forklare en del af forskellen.

Ålegræsset blev fundet på vanddybder mellem 3-7 m dybde i sammenhængende vegetationsdækker og ved vanddybder over 6,5 - 7 m var der enkelte planter, men ikke sammenhængende dækning, hvilket også korresponderede godt med tidligere undersøgelser. Dog blev der fundet dækningsgrader på 5-15% nord for Nordhavn på dybder over 7 m, uden for havnens påvirkninger.

Biomassen varierede stærkt mellem stationerne, selv efter dæknings-korrigeringen blev brugt. Biomassen var dog væsentligt højere end biomassen fundet på vinterbaselinestudiet og studiet på Middelgrunden, men lavere end studiet udført i 2019. Dette skyldes dog sandsynligvis, at der var flere lavvandede stationer i 2019. Skudtætheden er også højere end tætheden ved vinterbaseline. Den højere biomasse og skudtæthed i forhold til vinterbaseline skyldes, at prøvetagningen ved vinterbaseline blev udført udenfor blomstrings-sæsonen for ålegræs.

En opgørelse over det forventet tab af sammenhængende ålegræsområder, som vil blive dækket af Lynetteholm, viser at ca. 33.600 m² tabes og at det største tab er områder ud for Trekroner, svarende til ca. 50% af det samlede tab. Det er ikke direkte muligt at fastslå, om etablering af erstatningsområder med 100% dækning vil være bedre biotoper end områder med 50% dækning, hvis man isoleret ser på

ålegræsset. Dog vil etablering af arealer med 100% dækning resultere i mindre areal med tættere dækning af ålegræs end hidtil observeret. Det vil potentielt kunne mindske potentielle korridorer af ålegræshabitater og dermed spredningsmulighederne for de arter som er tilknyttet til denne type miljø. Dog mindskes risikoen for dødelighed af nyetablerede skud over vinteren ved større tæthed og størrelse af ålegræsbed. Man bør også indtænke, at en mere "patchy" dækning af ålegræs giver plads til andre biotoper end dem, der alene er tilknyttet en 100% dækket biotop.

Københavns Kommune fik i 2017 lavet en undersøgelse af udbredelse af ålegræs og makroalger langs en række transekter i nogle af de samme områder, som er dækket i denne rapport, /17/ og der er sammenlignelige resultater af dækningsgraderne, selv om ålegræssets vækstmønster i "pletter" ikke tillader direkte sammenligninger. Det gælder således for områderne ud for Amager Strandpark, omkring Trekroner og nord for Nordhavn (/17/: rapportens figur 3.4 og 3.5 for alger og 3.7 og 3.8 for ålegræs).

Makroalgerne viste en forholdsvis høj artsrigdom med 28 identificerede arter på de 14 stationer, og tidligere undersøgelser har også konkluderet, at området har en høj artsrigdom. Den store artsdiversitet skyldes med stor sandsynlighed de meget varierende bundforhold med substrater gående fra rent mudder over sand, grus og stenet bund, hvilket tilbyder et bredt spektrum af habitater. Antallet af arter og diversitetsindeks stemte også godt overens med tidligere studier (20-29 arter (Shannon-Wiener 1.4 ($\pm 0,4$) og Pielou indeks 0,5 ($\pm 0,2$)). Dog var der et skift i forhold til den dominerende makroalge, som i nærværende studie er alm. Vattang og alm. Klotang, mens det i tidligere studier var Sukkertang og Gaffeltang. Alligevel er alm. Ledtang gennemgående godt repræsenteret i alle studier. Igen er en del af forklaring tidspunktet for prøvetagningen.

Sammenlignet med foregående studier ses det, at dette studiets resultater på flora og fauna er sammenligneligt, som også vist i Københavns Kommunes undersøgelser i 2017, /17/.

Sedimentkemi

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/ og /5/.

Klapvejledningen har 2 niveauer. "Det nedre aktionsniveau 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 sommer ligger 2 resultater over den øvre grænse, Kviksølv i Station 16 og 20, som hhv. ligger ud for Prøvestenen og i Yderhavnen midt for Langelinie. Desuden overskrider Tributyltin-cation på Station 14, som ligger ud for Prøvestenen.

Set bredt over alle parametrene er det typisk Station 4, Station 12, Station 15, Station 16 og Station 20, der ligger mellem øvre og nedre grænse. Station 12, 15 og 16 ligger ud for Amagerværket og Station 20 ligger ud for Nordhavnstippen.

Tungmetaller bindes typisk til de fineste sedimentfraktioner. Derfor kan det forventes, at prøver med høj andel af fine fraktioner alt andet lige har højere koncentrationer. Ved lineær regression ses det, at det i vinterprøverne typisk var

Station 4, Station 12, og Station 20, hvor en høj andel af den fine fraktion ikke kan forklare tungmetalkoncentrationen, mens det i sommerprøverne var Station 12 og 20. Station 4 havde en tydeligt lavere koncentration i sommerprøverne. Med en mulig undtagelse af Station 4 må de derfor anses for at være mere forurenede end de øvrige prøver. Station 4 ligger inde i selve havnen ved Trekroner i et område med ringe vandskifte i forhold til stationerne uden for havnen, hvilket kan forklare de højere koncentrationer. Station 12 og 20 ligger uden for havnen, og her kan de konstante udledninger fra Lynettens og Damhusåens renseanlæg måske være en del af forklaringen på de højere koncentrationer. Station 12 ligger inden for grænsen af den gamle losseplads på Middelgrund, og ligger ca. 100 m fra udledningspunktet for U1. I gennemsnit er der ikke observeret forskel imellem tungmetalkoncentrationerne for sommer og vinterprøverne.

Med hensyn til PCB-forbindelser ligger alle sommerresultaterne under den nedre grænse. De er typisk detekteret inde i havnen (Station 4) og ud for Amagerværket (Station 12). 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 Station 12. Til sammenligning angiver HELCOM, at koncentrationen i sedimenterne overskrider den foreslåede GES i hele HELCOM området, /11/. Der er fundet ca. 50% højere PCB-koncentrationer i vinterprøverne end i sommerprøverne, hvilke kan skyldes den højere koncentration af organisk stof, der er fundet om vinteren.

For Anthracen, der er en slags samle-indikator for PAH-forbindelserne, ligger alle prøver, hvor den er detekteret, højere end miljømålet og HELCOMs GES for både sommer og vinterprøver. Den geografiske fordeling svarer til fordelingen for PCB. Et lignende billede ses for TBT-cation. Til sammenligning angiver HELCOM, /3/, at koncentrationen af Anthracen i sedimenterne i de indre danske farvande ikke overholder GES. Der er ikke forskel imellem sommer og vinter på koncentrationerne af Anthracen.

Af de fire prøver, hvor der er analyseret for phthalater og nonylfenol, blev de kun fundet på Station 12, tæt ved udledningen fra U1, 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.

For de sedimentkemiske analyser konkluderes det, at koncentrationerne 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. PCB'erne og TBT var i gennemsnit højere om vinteren end om sommeren, hvilket sandsynligvis skyldes, det højere indhold af organisk stof. Samme tendens ses dog ikke for Anthracen. Tungmetalanalyserne var ikke forskellige imellem de to prøvetagninger.

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. https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/06/Helcom_171_Dioxins_PCBs.pdf (Tilgået 07-11-2022)
- /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
- /13/ DHI A/S: Lynetteholm Spildmålinger fra gravearbejdet og vandkvalitet, forår og efterår 2022. Udarbejdet for By & Havn.
- /14/ DHI (2020) Lynetteholm - supplerende undersøgelser. Rapport til By & Havn.
- /15/ DHI (2020) Lynetteholmen. Forundersøgelser og kortlægning af bundvegetation og -fauna. Opdateret med resultater fra udvidet undersøgelsesområde og sedimentkemi.
- /16/ WSP (2022) Havbiologisk screening af Københavns Havn. Rapport til Københavns Kommune, september 2022.

- /17/ Orbicon (2018) Marine blomsterplanter i Københavns Kommunes marine områder. Rapport til Københavns Kommune.
- /18/ Troels Lange, Nele Wendländer, Niels Svane, Rune Steinfurth, Benjamin Nielsen, Camilla Rasch, Erik Kristensen & Mogens R. Flindt (2020) Stor-skala transplantation af ålegræs – metoder og perspektiver. Vand og Jord 16.
- /19/ Timmermann K, Christensen JPA, & Erichsen A. 2020. Referenceværdier og grænseværdier for ålegræsdybdegrænser til brug for vandområdeplanerne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Videnskabelig rapport nr. 390. <http://dce2.au.dk/pub/SR390.pdf>

Bilag A

Bundflora

Bilag A.1

Makroalger ved Lynetteholm

Artsdiversiteten af makroalger fundet ved prøvetagning ved Lynetteholm, juni 2022.

Art	Antal stationer	Biomasse (DW g/m ²)	sd
Bryopsis	1	0,02	nd
Callithamnion/Aglaothamnion	8	0,10	0,12
Carradoriella elongata	5	0,49	0,20
Ceramium tenuicorne	12	5,30	14,17
Ceramium virgatum	13	17,08	34,15
Chaetomorpha linum	5	0,35	0,33
Chaetomorpha melagonium	3	0,02	0,01
Chorda filum	6	3,54	8,98
Cladophora	7	1,77	3,77
Coccotylus/Phyllophora	11	31,71	53,83
Cystoclonium purpureum	5	0,26	0,20
Delesseria sanguinea	12	5,90	6,07
Desmarestia viridis	4	10,30	3,08
Dumontia contorta	9	9,41	12,93
Fucus serratus	1	155,10	16,10
Furcellaria lumbricalis	8	6,91	12,89
Laminaria digitata	1	39,62	na
Leptosiphonia fibrillosa	9	13,94	22,57
Membranoptera alata	5	0,61	1,25
Phycodrys rubens	2	0,56	0,72
Polyides rotunda	4	0,56	0,71
Polysiphonia stricta	5	0,47	0,50
Pylaiella/Ectocarpus	14	7,89	10,36
Rhodomela confervoides	9	5,44	15,31
Saccharina latissima	1	28,16	na
Sphacelaria	1	0,02	na
Vertebrata byssoides	1	0,03	na
Vertebrata fucoides	13	59,43	51,89

Bilag B Bundfauna

Bilag B.1 Bundfauna fra Lynetteholm, juni 2022

Klasse	Art	Antal stationer	Gennemsnitlig forekomst/m ²
<i>Clitellata</i>	<i>Oligochaeta</i>	16	47
	<i>Tubificoides benedii</i>	18	121
<i>Polychaeta</i>	<i>Alitta succinea</i>	7	90
	<i>Ampharete acutifrons</i>	2	87
	<i>Ampharete baltica</i>	6	444
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	1	466
	<i>Arenicola marina</i>	11	31
	<i>Aricidea (Strelzovia) suecica</i>	1	10
	<i>Bylgides sarsi</i>	7	13
	<i>Capitella capitata</i>	8	63
	<i>Dipolydora quadrilobata</i>	2	47
	<i>Eteone longa</i>	12	35
	<i>Fabricia stellaris</i>	1	10
	<i>Harmothoe</i>	3	11
	<i>Harmothoe imbricata</i>	12	31
	<i>Harmothoe impar</i>	4	20
	<i>Hediste diversicolor</i>	16	187
	<i>Heteromastus filiformis</i>	4	12
	<i>Lagis koreni</i>	2	16
	<i>Marenzelleria viridis</i>	12	95
	<i>Nephtys</i>	3	10
	<i>Nephtys caeca</i>	1	20
	<i>Nephtys hombergii</i>	1	20
	<i>Pholoe baltica</i>	1	10
	<i>Pholoe inornata</i>	1	10
	<i>Platynereis dumerilii</i>	2	20
	<i>Polydora cornuta</i>	5	24
	<i>Pygospio elegans</i>	23	1.499
	<i>Scoloplos armiger</i>	14	274
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	9	36
	<i>Terebellides stroemii</i>	3	153
<i>Actiniaria</i>	<i>Actiniaria</i>	1	23
<i>Hexapoda</i>	<i>Chironomidae</i>	18	142
<i>Malacostraca</i>	<i>Ampithoe rubricata</i>	3	30
	<i>Corophium</i>	1	10
	<i>Cyathura carinata</i>	16	158
	<i>Diastylis bradyi</i>	2	21
	<i>Diastylis rathkei</i>	4	83
	<i>Gammarus inaequicauda</i>	6	22
	<i>Gammarus locusta</i>	4	10
	<i>Gammarus salinus</i>	18	239
	<i>Grandidierella japonica</i>	5	49
	<i>Idotea balthica</i>	8	26
	<i>Idotea chelipes</i>	8	34

Klasse	Art	Antal stationer	Gennemsnitlig forekomst/m ²
	<i>Isaeidae</i>	2	30
	<i>Jaera</i>	5	36
	<i>Lekanesphaera hookeri</i>	1	10
	<i>Leucon (Leucon) acutirostris</i>	8	57
	<i>Melita palmata</i>	3	113
	<i>Microdeutopus</i>	17	105
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	8	35
	<i>Microprotopus maculatus</i>	1	10
	<i>Monocorophium insidiosum</i>	4	30
	<i>Palaemon adspersus</i>	1	10
	<i>Pontoporeia femorata</i>	1	10
	<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	2	10
<i>Bivalvia</i>	<i>Cerastoderma edule</i>	2	11
	<i>Cerastoderma glaucum</i>	13	148
	<i>Kurtiella bidentata</i>	3	14
	<i>Macoma balthica</i>	12	28
	<i>Macomangulus tenuis</i>	1	10
	<i>Mya arenaria</i>	17	145
	<i>Mytilus edulis</i>	20	2.391
	<i>Parvicardium hauniense</i>	7	143
	<i>Parvicardium pinnulatum</i>	6	16
	<i>Scrobicularia plana</i>	1	10
	<i>Varicorbula gibba</i>	4	22
<i>Gastropoda</i>	<i>Ecrobia ventrosa</i>	1	20
	<i>Lacuna parva</i>	1	40
	<i>Littorina littorea</i>	3	17
	<i>Littorina saxatilis</i>	6	43
	<i>Odostomia</i>	1	10
	<i>Peringia ulvae</i>	19	3.493
	<i>Pusillina sarsii</i>	11	128
	<i>Rissoa</i>	2	10
	<i>Rissoa membranacea</i>	11	127
	<i>Tritia reticulata</i>	11	20
	<i>Nematoda</i>	5	74
	<i>Nemertea</i>	17	24
	<i>Halicryptus spinulosus</i>	1	10
	<i>Priapulius caudatus</i>	1	12

Bilag C Sedimentanalyser

Bilag C.1 TBT-analyser

Stations ID	Tørstofindhold	Tributyltin, TBT-Sn	Tributyltin-cation (TBT)	Dibutyltin, DBT-Sn	Dibutyltin-cation	Monobutyltin, MBT-Sn	Monobutyltin-cation
	%	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS	µg Sn/kg TS	µg/kg TS
Lyn-01	61,8	11,38	27,8	6,01	11,8	4,17	6,18
Lyn-02	62,9	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-03	77,2	3,54	8,64	3,77	7,4	2,63	3,9
Lyn-04	61,6	26,48	64,7	37,15	72,9	23,5	34,8
Lyn-05	82	0,45	1,1	<0,51	<1	0,77	1,14
Lyn-06	75,9	<0,41	<1	0,52	1,02	<0,68	<1
Lyn-07	85,3	<0,41	<1	0,52	1,03	<0,68	<1
Lyn-08	75,5	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-09	77,2	0,44	1,07	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-10	77,4	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-11	78,2	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1
Lyn-12	73,5	2,34	5,71	2,88	5,65	2,07	3,07
Lyn-13	80,5	0,91	2,22	0,64	1,26	<0,68	<1
Lyn-14	79,8	1,83	4,48	0,57	1,12	<0,68	<1
Lyn-15	63,9	0,79	1,92	0,99	1,94	1,42	2,1
Lyn-16	66,6	1,23	3	2,37	4,66	1,88	2,79
Lyn-17	69,2	1,42	3,47	4,28	8,39	2,92	4,33
Lyn-18	62,7	1,38	3,37	4,04	7,93	2,18	3,23
Lyn-20	52	1,3	3,18	2,09	4,1	<0,68	<1
Lyn-21	80,8	<0,41	<1	<0,51	<1	0,75	1,11
Lyn-22	48,3	5,98	14,6	8,97	17,6	3,25	4,82
Lyn-23	77,3	10,19	24,9	35,06	68,8	7,7	11,4
Lyn-24	76,5	1,01	2,47	0,7	1,37	<0,68	<1
Lyn-27	82,6	<0,41	<1	<0,51	<1	<0,68	<1

Bilag C.2

Næringssalte, tørstof, glødetab og TOC

Stations ID	Tørstofindhold	Glødetab af total prøve	TOC	Total kvælstof, N	Total phosphor, P
	%	%	% af TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Lyn-01	64,9	2,6	1,1	1800	900
Lyn-02	83,2	0,7	0,38	420	220
Lyn-03	77,3	1,17	0,73	910	210
Lyn-04	61,2	0,1	0,95	1700	460
Lyn-05	77,5	1,4	0,46	820	330
Lyn-06	78,5	2,28	0,51	860	170
Lyn-07	76,9	1,19	0,48	920	330
Lyn-08	76	4,4	1,5	1100	290
Lyn-09	76,3	1,36	0,82	560	270
Lyn-10	79	1,69	0,6	740	350
Lyn-11	80,7	1,02	0,34	880	330
Lyn-12	75,1	2,3	0,94	1500	1900
Lyn-13	80,6	0,36	0,34	790	380
Lyn-14	80,3	1,1	0,23	620	250
Lyn-15	67,2	3,1	1,4	1900	530
Lyn-16	70,8	3,6	0,71	2000	500
Lyn-17	70,4	1,9	0,73	1500	350
Lyn-18	68,1	2,3	1,1	1900	620
Lyn-20	51	3,6	1,4	2300	620
Lyn-21	80,4	1,1	0,25	800	370
Lyn-22	48,6	4,83	3,6	4200	760
Lyn-23	80,3	0,95	0,22	710	250
Lyn-24	81,6	0,58	0,51	400	130
Lyn-27	84,3	0,51	0,21	400	120

Bilag C.3

PAH-analyser



Stations ID	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
Lyn-01	0,063	0,028	0,14	0,14	0,052	0,071	0,11	0,11	0,13	0,84
Lyn-02	<0,010	<0,010	0,013	0,011	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	0,016	<0,10
Lyn-03	0,08	0,038	0,21	0,16	0,061	0,079	0,1	0,083	0,099	0,91
Lyn-04	0,17	0,063	0,43	0,42	0,11	0,17	0,33	0,39	0,61	2,7
Lyn-05	0,037	0,011	0,074	0,058	0,02	0,029	0,035	0,035	0,044	0,34
Lyn-06	0,05	0,014	0,12	0,095	0,048	0,068	0,1	0,088	0,11	0,69
Lyn-07	<0,010	<0,010	0,018	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	<0,10
Lyn-08	0,058	0,028	0,18	0,17	0,053	0,066	0,082	0,065	0,076	0,78
Lyn-09	0,015	<0,010	0,059	0,052	0,019	0,023	0,029	0,025	0,029	0,25
Lyn-10	0,06	0,029	0,15	0,13	0,046	0,058	0,076	0,059	0,068	0,68
Lyn-11	0,056	0,022	0,097	0,082	0,022	0,031	0,042	0,038	0,05	0,44
Lyn-12	0,41	0,13	0,64	0,58	0,26	0,31	0,33	0,26	0,27	3,2
Lyn-13	0,046	0,03	0,15	0,12	0,043	0,055	0,059	0,047	0,052	0,6
Lyn-14	0,02	<0,010	0,033	0,026	<0,010	0,013	0,014	0,012	0,014	0,13
Lyn-15	0,34	0,19	0,76	0,72	0,31	0,33	0,41	0,31	0,35	3,7
Lyn-16	0,59	0,22	1,3	1,1	0,5	0,56	0,59	0,37	0,38	5,6
Lyn-17	0,2	0,074	0,32	0,34	0,13	0,16	0,2	0,17	0,18	1,8
Lyn-18	0,15	0,093	0,31	0,33	0,17	0,2	0,24	0,18	0,2	1,9
Lyn-20	0,23	0,11	0,55	0,57	0,28	0,33	0,45	0,48	0,51	3,5
Lyn-21	0,023	<0,010	0,044	0,038	0,015	0,02	0,021	0,021	0,025	0,21
Lyn-22	0,09	0,044	0,26	0,25	0,059	0,095	0,19	0,35	0,76	2,1
Lyn-23	0,011	<0,010	0,016	0,013	<0,010	<0,010	<0,010	0,016	0,027	<0,10
Lyn-24	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.
Lyn-27	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	i.p.

Bilag C.4

PCB-analyser



Stations ID	PCB congen 28	PCB congen 52	PCB congen 101	PCB congen 118	PCB congen 138	PCB congen 153	PCB congen 180	PCB, sum af 7 congeners
	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	0,00045	0,00076	0,0011	0,0011	0,001	0,0011	0,00049	0,006
Lyn-02	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Lyn-03	0,00017	0,00011	0,00034	0,00039	0,00042	0,00055	0,00022	0,0022
Lyn-04	0,00049	0,00067	0,0018	0,0023	0,0032	0,0037	0,0023	0,0145
Lyn-05	0,00024	0,00016	0,00021	0,00025	0,00021	0,00027	0,00016	0,0015
Lyn-06	0,0019	0,0018	0,00093	0,00072	0,00049	0,0006	<0,00010	0,00644
Lyn-07	0,00015	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	0,00013	<0,00010	0,00028
Lyn-08	0,0017	0,0015	0,0018	0,0015	0,0011	0,0014	0,00052	0,00952
Lyn-09	0,00058	0,00022	0,00024	0,00024	0,00017	0,00021	<0,00010	0,00166
Lyn-10	0,004	0,0018	0,003	0,0027	0,0026	0,0032	0,0013	0,0186
Lyn-11	0,001	0,00047	0,00051	0,00065	0,00046	0,00053	0,0003	0,00392
Lyn-12	0,056	0,028	0,047	0,029	0,069	0,081	0,065	0,375
Lyn-13	0,00093	0,00046	0,00028	0,00039	0,00021	0,00026	<0,00010	0,00253
Lyn-14	0,00036	0,00025	<0,00010	0,00018	0,00013	0,00015	<0,00010	0,00107
Lyn-15	0,00033	0,00028	0,00064	0,0008	0,0009	0,00087	0,00043	0,00425
Lyn-16	0,0011	0,0011	0,0021	0,0018	0,0017	0,002	0,0009	0,0107
Lyn-17	0,0034	0,0053	0,0064	0,0064	0,0075	0,0078	0,0047	0,0415
Lyn-18	0,0012	0,0021	0,0036	0,0029	0,0039	0,0043	0,0029	0,0209
Lyn-20	0,00058	0,00081	0,0012	0,0013	0,0014	0,0014	0,00069	0,00738
Lyn-21	0,0024	0,0035	0,0079	0,0039	0,0086	0,011	0,0077	0,045
Lyn-22	0,0012	0,0011	0,003	0,0022	0,0042	0,005	0,0045	0,0212
Lyn-23	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	0,0001	<0,00010	0,0001
Lyn-24	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350
Lyn-27	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,00010	<0,000350

Bilag C.5

Akkrediterede analyserapporter



Vedlagt som PDF

Station ID	N [°]	E [°]	Dybde [m]
1	55,70967	12,61466	10
2	55,70273	12,61826	4
3	55,69962	12,61269	2,5
4	55,69932	12,60856	4,5
5	55,71051	12,65338	6
6	55,70486	12,65605	4,5
7	55,7044	12,67215	3
8	55,70235	12,65006	5,5
9	55,69916	12,65716	3,8
10	55,69757	12,65035	5
11	55,69378	12,65259	4,5
12	55,68957	12,65092	5
13	55,68533	12,65554	5
14	55,68082	12,65786	4,5
15	55,69211	12,63782	13
16	55,68679	12,64371	15,3
17	55,6806	12,65038	14,2
18	55,67344	12,65775	13
19	55,71267	12,62317	10,5
20	55,71653	12,63684	12,8
21	55,71713	12,65149	7
22	55,72539	12,65322	15,2
23	55,72969	12,6305	7
24	55,72758	12,61858	4,4
25	55,70363	12,6904	16,8
26	55,65764	12,67738	10
27	55,76012	12,62656	5,5

