

# Udvikling i fødenettet i havene omkring Danmark 1990 til 2022. Analyser til støtte for status i forhold til havstrategiens deskriptor 4

Anna Rindorf, Nis Sand Jacobsen, Esther Beukhof og Grete Dinesen

DTU Aqua-rapport nr. 462-2024





# **Udvikling i fødenettet i havene omkring Danmark 1990 til 2022. Analyser til støtte for status i forhold til havstrategiens deskriptor 4**

Anna Rindorf, Nis Sand Jacobsen, Esther Beukhof og Grete Dinesen

DTU Aqua-rapport nr. 462-2024

## Kolofon

Titel:	Udvikling i fødenettet i havene omkring Danmark 1990 til 2022: Analyser til støtte for status i forhold til havstrategiens deskriptor 4
Forfattere:	Anna Rindorf, Nis Sand Jacobsen, Esther Beukhof og Grete Dinesen
DTU Aqua-rapport nr.:	462-2024
År:	Udarbejdet august 2024. Udgivet oktober 2024
Reference:	Rindorf, A., Jacobsen, N.S., Beukhof, E. & Dinesen, G. (2024). Udvikling i fødenettet i havene omkring Danmark 1990 til 2022: Analyser til støtte for status i forhold til havstrategiens deskriptor 4. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport nr. 462-2024. <a href="https://doi.org/10.11581/DTU.00000352">https://doi.org/10.11581/DTU.00000352</a>
Forsidefoto:	Fiskestime. Foto: Jon Anders Wiken - stock.adobe.com.
Udgivet af:	Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. Henrik Dams Allé, 2800 Kgs. Lyngby
Download:	<a href="http://www.aqua.dtu.dk/publikationer">www.aqua.dtu.dk/publikationer</a>
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-401-6

**DTU Aqua-rapporter** er afrapportering fra forskningsprojekter, oversigtsrapporter over faglige emner, redegørelser til myndigheder o.l. Medmindre det fremgår af kolofonen, er rapporterne ikke fagfællebedømt (peer reviewed), hvilket betyder, at indholdet ikke er gennemgået af forskere uden for projektgruppen.

# Indhold

1.	Introduktion .....	4
2.	Data .....	5
2.1	Fisk .....	5
2.2	Bunddyr .....	7
2.2.1	Fytoplankton og havpattedyr .....	8
3.	Artsdiversitet (D4C1).....	9
3.1	Metode.....	9
3.1.1	Fisk.....	9
3.1.2	Bunddyr.....	9
3.2	Resultat.....	10
3.2.1	Fisk.....	10
3.2.2	Bunddyr.....	12
3.3	Konklusion .....	14
3.3.1	Fisk.....	14
3.3.2	Bunddyr.....	14
3.3.3	Fytoplankton.....	14
3.3.4	Havpattedyr.....	14
4.	Biomasse (D4C2).....	15
4.1	Metode.....	15
4.1.1	Fisk.....	15
4.1.2	Bunddyr.....	16
4.2	Resultater .....	16
4.2.1	Fisk.....	16
4.2.2	Bunddyr.....	20
4.3	Konklusion .....	23
4.3.1	Fisk.....	23
4.3.2	Bunddyr.....	23
5.	Størrelsesdiversitet (D4C3) .....	25
5.1	Metode.....	25
5.2	Resultater .....	26
5.3	Konklusion .....	28
6.	Samlet status for D4 .....	29
7.	Manglende viden for fisk og bunddyr.....	31
7.1	Fisk .....	31
7.2	Bunddyr .....	31
8.	Referencer .....	33

# 1. Introduktion

Havet rummer en betydelig del af den danske natur og biodiversitet og er samtidig en kilde til sund mad, naturoplevelser, vedvarende energi og råstoffer. For at sikre et sundt og godt havmiljø til glæde og gavn også for de kommende generationer og samtidig opretholde en bæredygtig udnyttelse specificerer EU's havstrategidirektiv fra 2008 og havstrategiloven fra 2010 retningslinjer for hvordan vi identificerer væsentlige aspekter af havmiljøet. De væsentlige aspekter er inddelt i 11 deskriptorer: 1. Biodiversitet, 2. Ikke hjemmehørende arter, 3. Kommercielle fisk, 4. Fødenet, 5. Eutrofiering, 6. Havbundens status, 7. Permanent ændring af hydrografiske forhold, 8. Forurenende stoffer i miljøet. 9. Forurenende stoffer i fisk og skaldyr, 10. Marint affald og 11. Indførelse af energi. For hver deskriptor er der defineret en række kriterier der undersøges ved at følge udviklingen i specifikke indikatorer. Indikatorerne bruges sammen med tærskelværdier til at vurdere om det enkelte kriterie er i god tilstand (på den rigtige side af tærskelværdien). Denne rapport er en af en række rapporter DTU Aqua har produceret for Miljøministeriet til den danske rapportering for havstrategidirektivets deskriptorer.

Under havstrategiens deskriptor 4 monitoreres havets fødenet ved at måle ændringer artsdiversitet (D4C1), biomasse (D4C2), størrelsesdiversitet (D4C3) og produktivitet (D4C4) for komponenter i fødenettet.

Denne rapport viser analyser gennemført til støtte for Miljøministeriets statusanalyse for deskriptor 4 fødenet. Rapporten omfatter detaljerede analyser af artsdiversitet, biomasse og størrelsesdiversitet for fisk og bunddyr samt en samlet analyse for hele fødenettet. EU har ikke fastsat tærskelværdier for kriterierne under D4, og det er derfor ikke muligt at vurdere om fødenettet er i GES og subGES ud fra fælles europæiske kriterier. I stedet er der her anvendt forslag fra litteraturen om at de enkelte indikatorer skal falde indenfor normalområdet for at være i GES. For havpattedyr er der dog anvendt kriterier fra D1 (biodiversitet).

Rapporten er finansieret af Miljøministeriet. Analyserne bygger på arbejde finansieret i projektet SEA-wise (H2020 projekt under Societal challenges, GA number 101000318). Miljøministeriet har haft tidligere udkast af rapporten til kommentering for at forbedre læsevenligheden.



## 2. Data

### 2.1 Fisk

Bestandsvurderingsdata for fiskebestande giver de bedste tilgængelige estimater for biomassen af de fiskearter, der vurderes. De data, der anvendes i analysen, er derfor baseret på vurderinger af fiskede bestande i danske farvande (Østersøen og Nordsøen), hvor der findes estimater af den totale biomasse. De tilgængelige bestande blev inddelt i fødenetskomponenter: små pelagiske (planktivore) fisk, mellemstore fiskespisende pelagiske fisk, mellemstore bunddyrsspisende fisk og store fiskespisende fisk (topprædatorer). En art tildeles en fødenetskomponent ud fra habitat (pelagisk eller bundlevende) og fødepræference (plankton, bunddyr, fisk). Denne klassificering giver kategorier der svarer til MSFD guidelines foreslåede fødenetskomponenter 'Sub-apex pelagisk predators', 'Planktivorous fish and invertebrates', 'Sub-apex pelagic predators' 'Sub-apex demersal predators' og 'Apex fish predators'. Der er 22 bestande fra 14 forskellige arter, hvor der laves en bestandsvurdering af ICES i farvandene omkring Danmark. Blandt disse er tre bestande udbredt over et område, der er langt større end Nordsøen: makrel, hestemakrel og kulmule. For hestemakrel og makrel indgår kun den andel af biomassen, der antages at være i Nordsøen beregnet som et gennemsnit over året fra WGWIDE (ICES, 2022). For kulmule blev andelen af biomasse estimeret baseret på WGSAM 2021 (ICES, 2021), der anvender andelen af fisk fanget i Nordsøen til fordeling af bestanden.

Bestandene er inddelt i fødenetskomponenter ved først at bestemme deres habitatpræference fra feltet 'Demersal-Pelagisk' udtrykket ved hjælp af R-pakken 'rfishbase' (Froese & Pauly, 2013). Bentopelagiske arter blev noteret i kategorien 'bentisk', med undtagelse af sild og tobis, som spiser pelagisk og derfor blev noteret i kategorien 'pelagisk'. Bathypelagiske og bathydemersale blev henholdsvis tildelt grupperne pelagisk og bentiske. Bestandene blev herefter inddelt i fødekategorier ud fra inddelingen i Thompson et al. (2020) i 'Planktivore fisk', 'Demersale predatorer', og 'Piscivore fisk'. Hvis en bestand var allokeret til mere end en kategori (f.eks. er juvenile ofte planktivore, men de fuldt udviklede kan være piscivore) blev den mellemste størrelsesinddeling anvendt (annoteret 'M' i Thompson et al. (2020)), da det ofte er der hvor den relative biomasse er højest. Ifølge denne analyse ville makrel tilhøre planktivore fisk. Da hestemakrel og makrel imidlertid har en sammenlignelig diæt i Nordsøen (ICES 2021) blev begge arter allokeret til pelagiske piscivore arter.

De to kategorier 'general planktivore' og 'zooplanktivore' blev begge allokeret som 'Planktivore', og 'Specialist benthivore' og 'Generalist benthivore' begge til en fælles 'bentivore fisk' kategori. Den samlede inddeling af bestandene kan ses i Tabel 2.1 og udviklingen af bestandene i Figur 2.1.

Data dækningen for hver fødenetskomponent er vurderet ud fra biomassen af de enkelte arter i hvert fødenetskomponent som angivet af Mackinson og Daskalov (2007) for Nordsøen. Andel af biomassen i hver fødenetskomponent i Nordsøen dækket af data inkluderet ses i tabel 2.2. Den lave andel af bentivore fisk skyldes at ising ikke har en biomasse vurdering men ifølge Mackinson og Daskalov udgør 53% af den bentivore biomasse. I de øvrige fødenetskomponenter dækker data mindst 90% af biomassen baseret på Mackinson og Daskalov (2007). Der er ikke tilsvarende data til en evaluering af dækningen af pelagiske fisk Østersøen, men da der er færre arter i dette område, forventes dækningen også der at være over 90%.

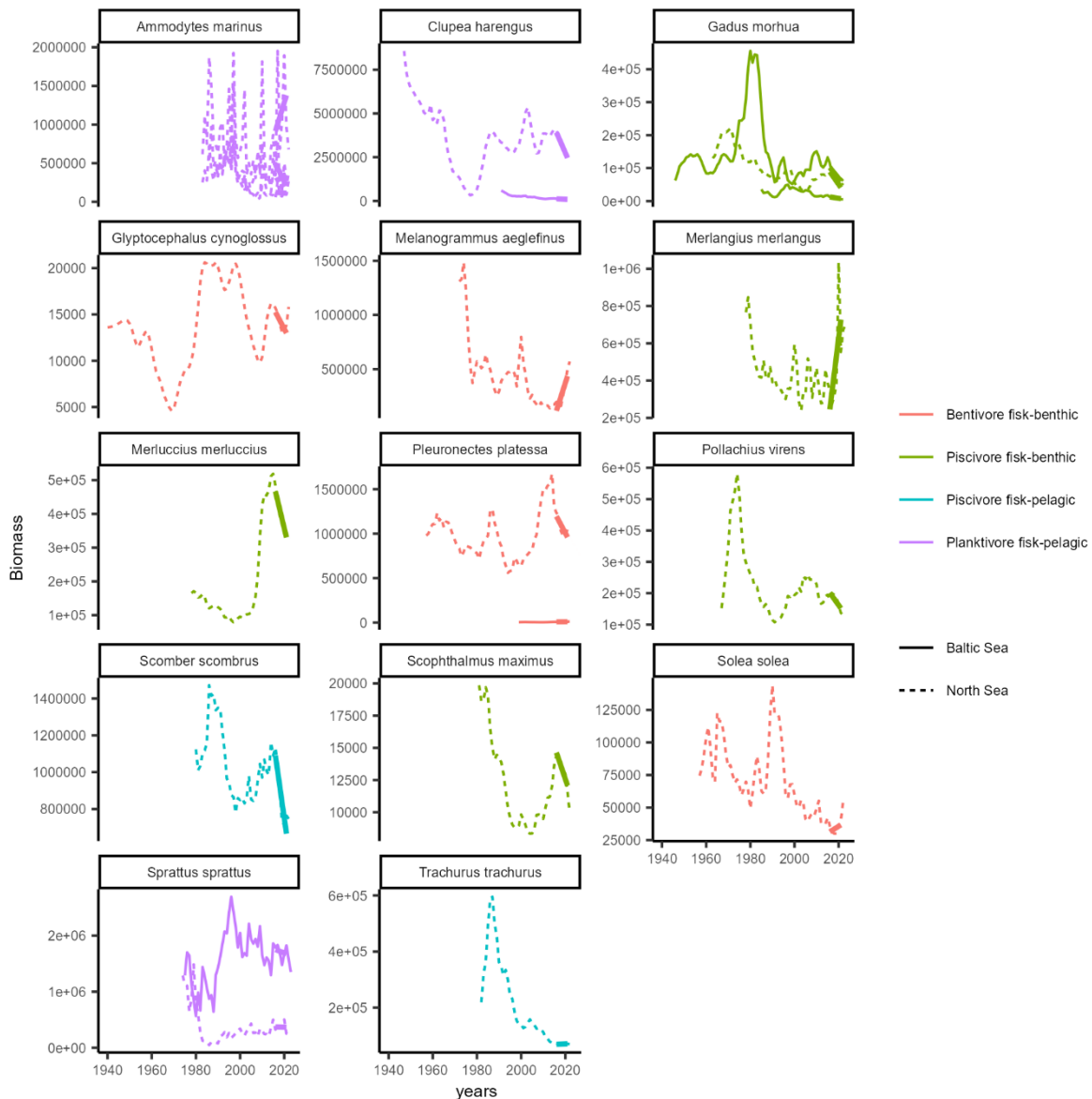
**Tabel 2.1. Fiskebestande inkluderet i fødenetsanalysen.**

Art	Bestand (ICES kode)	Latinsk navn	Område	Habitat	Fødenets-komponent
<b>Makrel</b>	mac.27.nea	Scomber scombrus	Nordsøen	pelagisk	Piscivore fisk
<b>Hestemakrel</b>	hom.27.2a4a5b6a7a-ce-k8	Trachurus trachurus	Nordsøen	pelagisk	Piscivore fisk
<b>Mørksej</b>	pok.27.3a46	Pollachius virens	Nordsøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Torsk</b>	cod.27.47d20	Gadus morhua	Nordsøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Torsk</b>	cod.27.24-32	Gadus morhua	Østersøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Torsk</b>	cod.27.22-24	Gadus morhua	Østersøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Rødspætte</b>	ple.27.420	Pleuronectes platessa	Nordsøen	bentisk	Bentivore fisk
<b>Rødspætte</b>	ple.27.21-23	Pleuronectes platessa	Østersøen	bentisk	Bentivore fisk
<b>Kulmule</b>	hke.27.3a46-8abd	Merluccius merluccius	Nordsøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Kuller</b>	had.27.46a20	Melanogrammus aeglefinus	Nordsøen	bentisk	Bentivore fisk
<b>Tunge</b>	sol.27.4	Solea solea	Nordsøen	bentisk	Bentivore fisk
<b>Pighvar</b>	tur.27.4	Scophthalmus maximus	Nordsøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Hvilling</b>	whg.27.47d	Merlangius merlangus	Nordsøen	bentisk	Piscivore fisk
<b>Skærising</b>	wit.27.3a47d	Glyptocephalus cynoglossus	Nordsøen	bentisk	Bentivore fisk
<b>Sild</b>	her.27.25-2932	Clupea harengus	Østersøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Sild</b>	her.27.3a47d	Clupea harengus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Tobis</b>	san.sa.1r	Ammodytes marinus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Tobis</b>	san.sa.2r	Ammodytes marinus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Tobis</b>	san.sa.3r	Ammodytes marinus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Tobis</b>	san.sa.4	Ammodytes marinus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Brisling</b>	spr.27.22-32	Sprattus sprattus	Østersøen	pelagisk	Planktivore fisk
<b>Brisling</b>	spr.27.3a4	Sprattus sprattus	Nordsøen	pelagisk	Planktivore fisk

**Tabel 2.2. Andel af biomassen i hver fødenetskomponent i Nordsøen dækket af data inkluderet (biomasse fra Mackinson og Daskalov (2007)).**

Fødenetskomponent	% inkluderet
<b>Bentivore fisk</b>	23
<b>Pelagiske piscivore fisk</b>	98
<b>Demersale piscivore fisk</b>	90
<b>Planktivore fisk</b>	99





**Figur 2.1. Biomasse over tid for alle arter inkluderet i analysen. Farven indikerer tilhørsforhold til fødenetskomponent og linjetype viser hvilket område bestanden hovedsageligt tilhører. Ret linje i perioden fra 2017-2021 angiver tendens i assessmentperioden.**

## 2.2 Bunddyr

De benthiske fødenet opdeles i to komponenter, benthisk filtrerende invertebrater og benthisk spisende invertebrater. Benthiske filtrerende invertebrater omfatter f.eks. muslinger mens benthisk spisende invertebrater omfatter arter, der spiser på eller under overfladen (surface depositor og subsurface depositor), ådselsædere (scavenger/opportunist), rovdyr (predator) og parasitter.

Bundfaunabiomassedata indsamlet som en del af Nationale Overvågningsprogram for Vand og Natur (NOVANA) ligger til grund for analysen. Data blev udtrukket fra VanDa Miljøportal. Prøver af blødbundsbundfaunasamfund indsamlet med haps (areal på 0,0143 m<sup>2</sup>) eller Van Veen-grabbe (0,1 m<sup>2</sup>) blev udvalgt fra 2010-2022 og tildelt enten til første (2010-2016) eller anden vurderingsperiode (2017-2022). Antallet og våd og tør vægt (g) af individer pr. taxon registreres, hvorefter individer identificeres til det lavest mulige taksonomiske niveau. Taxa på højere taksonomisk niveau end arter blev inkluderet, da identifikation til artsniveau ikke altid er mulig.

Prøverne blev allokeret til bundhabitat typer i hver af tre områder, der spænder over den danske EEZ: Nordsøen/Skagerrak, Kattegat og Bælthavet/Bornholm. Prøver fra Bælthavet og Bornholm blev kombineret til ét område pga det lave antal. Af samme årsag blev alle offshore circalittorale og lavvandede circalittorale bundhabitatstyper kombineret, og grove og blandede sedimenter blev kombineret for infralittorale og circalittorale bundhabitatstyper. En oversigt over antallet af prøver taget med haps og Van Veen grabbe per område, bundhabitatstype og vurderingsperiode er vist i tabel 2.3. Prøver taget med de to forskellige redskaber vurderes separat da forskellen i prøveudtagningsområde kan påvirke diversiteten. Det areal, der summeres biomasse over, er Dansk Eksklusiv Økonomisk Zone (EEZ) i Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Bælthavet og farvandene omkring Bornholm. Klassificering af havbunden i MSFD Broad Habitat types inden for den danske EEZ blev udtrukket fra EUSeaMap 2021 (Vasquez et al., 2021). Dermed svarer arealet hvor bunddyrsbiomassen vurderes ikke til det, der anvendes for fisk, hvor arealet enten er hele Nordsøen eller hele Østersøen.

Vådvægt pr. prøveudtagningsareal (herefter kaldet 'biomassetæthed') af hver taxon blev brugt til analyserne. Fødetype angivet i EU BENTHIS-projektet (<https://www.benthis.eu/> og Bolam et al., 2017) blev brugt til at tildele biomassetætheder pr. prøve til de to bentiske fødenetskomponenter. Da individerne ofte kun er identificeret til taxon bestemmes fødetype ved fuzzy-kodning, hvilket betyder, at taxa kan tilhøre flere fodringmåder. Efterfølgende blev biomassen af sådanne taxaer allokeret til begge de to guilds i andele bestemt ved fuzzy-kodning.

**Tabel 2.3. Antal prøver taget med Haps og Van Veen grab i de to vurderingsperioder (2010-2016, 2017-2022) for hver habitat type. Tredje kolonne viser arealet i km<sup>2</sup> af hver habitattype pr. område.**

Område	Habitattype	Areal (km <sup>2</sup> )	Antal prøver haps		Antal prøver Van Veen grab	
			2010-2016	2017-2022	2010-2016	2017-2022
Bælthavet og Bornholm	Infralittoral sand	8402	2703	2049	0	0
	Infralittoral mud	931	939	1136	0	0
	Infralittoral coarse/mixed	5258	331	473	0	0
	Circalittoral sand	4255	381	505	0	0
	Circalittoral mud	7444	151	114	0	0
	Circalittoral coarse/mixed	2602	0	27	0	0
Kattegat	Infralittoral sand	5679	1000	1016	0	0
	Infralittoral mud	957	674	690	0	0
	Infralittoral coarse/mixed	1776	294	151	0	0
	Circalittoral sand	19614	424	466	1	1
	Circalittoral mud	4636	712	1102	5	9
	Circalittoral coarse/mixed	1421	61	48	0	0
Nordsøen og Skagerrak	Infralittoral sand	1314	120	186	0	0
	Infralittoral mud	301	73	89	0	0
	Circalittoral sand	30640	884	1583	0	0
	Circalittoral mud	16338	212	546	0	0
	Circalittoral coarse/mixed	10159	127	317	0	0

## 2.3 Fytoplankton og havpattedyr

Analysen af tilstanden for fytoplankton og havpattedyr er opsummeret her baseret på Jacobsen et al. 2023.

## 3. Artsdiversitet (D4C1)

Målet for havstrategiens kriterie om artsdiversitet for fødenettets komponenter (D4C1) er:

'Diversiteten (artssammensætning og deres relative tæthed) af de trofiske niveauer påvirkes ikke negativt som følge af menneskeskabte belastninger.'

D4C1 beskriver udviklingen i diversiteten af de forskellige komponenter i fødenettet. Diversiteten måler i hvor høj grad biomassen i en komponent udgøres af flere arter i modsætning til hvor biomassen i en komponent er domineret af nogle få arter. Et fødenet hvor biomassen udgøres af flere mere jævnbrydige arter er som udgangspunkt mere modstandsdygtigt overfor ydre påvirkninger såsom fiskeri og klimaforandringer end et fødenet hvor biomassen er domineret af nogle få arter. En mere lige fordeling af arter giver prædatorerne et større fødeudvalg, og de er dermed bedre rustet til en situation hvor et specifikt fødeemne har en lavere biomasse en normalt for en kortere periode. Der er ikke vedtagne grænseværdier for god tilstand men hvis diversiteten er indenfor de værdier, der observeres i 80% af årene vurderes diversiteten for fisk som værende i god tilstand i denne rapport. For bunddyr er der utilstrækkeligt med data til at vurdere om fødenetstilstanden er god.

### 3.1 Metode

#### 3.1.1 Fisk

Ændringer i den relative biomasse inden for en fødenetskomponent er vurderet med Shannon-Wiener (SW). Dette indeks kan bruges til at vurdere biodiversiteten samt 'evenness' i et økosystem. Indekset bruges her udelukkende til at bestemme evenness i hvert fødenetskomponent da antallet af arter er konstant (lig det antal der er vurderet). Evenness kan tolkes som en indikator for hvor ligeligt fordelt biomassen er i et system inden for en fødenetskomponent. Indekset er beregnet for perioden 1991-2021. Perioden 1991-2016 anvendes til at bestemme nedre og øvre grænser for normalområdet som hhv. 10 procentilen og 90 procentilen. Dette svarer til at definere unormalt lav som liggende blandt de 10% laveste observationer og unormalt høj som liggende blandt de 10% højeste observationer. Status i evalueringsperioden 2017-2021 er god hvis indikatoren er indenfor normalområdet i overensstemmelse med anbefalingen fra Tam et al. 2017.

#### 3.1.2 Bunddyr

Diversiteten af bentiske guilds blev vurderet med Simpson-indekset. Simpson-indekset repræsenterer sandsynligheden for, at to tilfældigt udtrukne individer fra en prøve tilhører forskellige taxa. Jo højere antal taxa og jo jævner biomassen er fordelt, jo højere er Simpson-indekset. Jo mere ujævn fordelingen af biomasse mellem taxa (en eller få taxa er dominerende), jo lavere er indekset. Simpson-indekset for hver af de to fødenetskomponenter blev beregnet for hver prøve og yderligere vurderet på niveauet for hver kombination af område og bundhabitattype i hver vurderingsperiode. Mann Whitney-tests blev udført for at bestemme, om der var en signifikant stigning, fald eller ingen signifikant ændring i Simpson-indekset i 2017-2022 sammenlignet med 2010-2016. Denne metode er anvendt da tidsrækken ikke er tilstrækkelig lang til at anvende samme metode som for fisk.

## 3.2 Resultat

### 3.2.1 Fisk

Blandt de inkluderede bestande er 7 i signifikant tilbagegang inden for rapporteringsperioden, og 1 bestand er i signifikant fremgang (se afsnit 2, Figur 2.1). Dette afspejler sig i biomassen på fødenetskomponent niveau (Fig. 3.1 og 3.2).

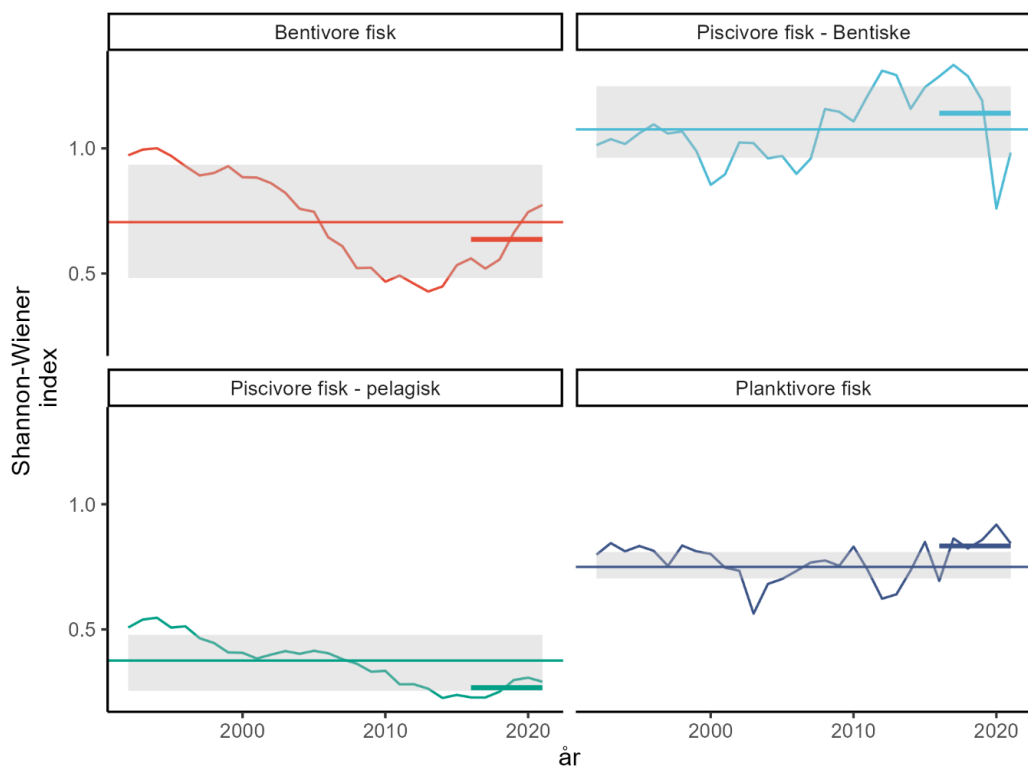
Diversiteten indenfor komponenterne mellemstore pelagiske fisk, mellemstore bundlevende fisk og store fiskespisende fisk (topprædatorer) er i god tilstand i Nordsøen (tabel 3.1). Diversiteten for små pelagiske (planktivore) fisk i Nordsøen er steget og er nu højere end normalområdet. Biomassen er dermed mindre koncentreret end den har været i 9 ud af 10 år i den historiske tidsserie. Dette er en følge af et fald i biomasse af de to arter med den største biomasse (sild og brisling) og variation i biomassen af de fire tobisbestande. I Østersøen kan der kun analyseres en enkelt komponent, små pelagiske (planktivore) fisk (indeholdende sild og brisling), og for denne komponent er diversiteten i god tilstand (tabel 3.2).

**Tabel 3.1. Shannon Weiner for alle fiske fødenetskomponenter i hele tidsserien (gennemsnit), 10ende percentil (min), 90 percentil (max), og medianværdien i rapporteringsperioden (2016:2021) for Nordsøen. Grå indikerer at der ikke er nok data til at sammenligne, rød at MSFD-perioden er mindre end den 10 percentil og grøn at den er mellem min og max (og dermed indenfor normalområdet).**

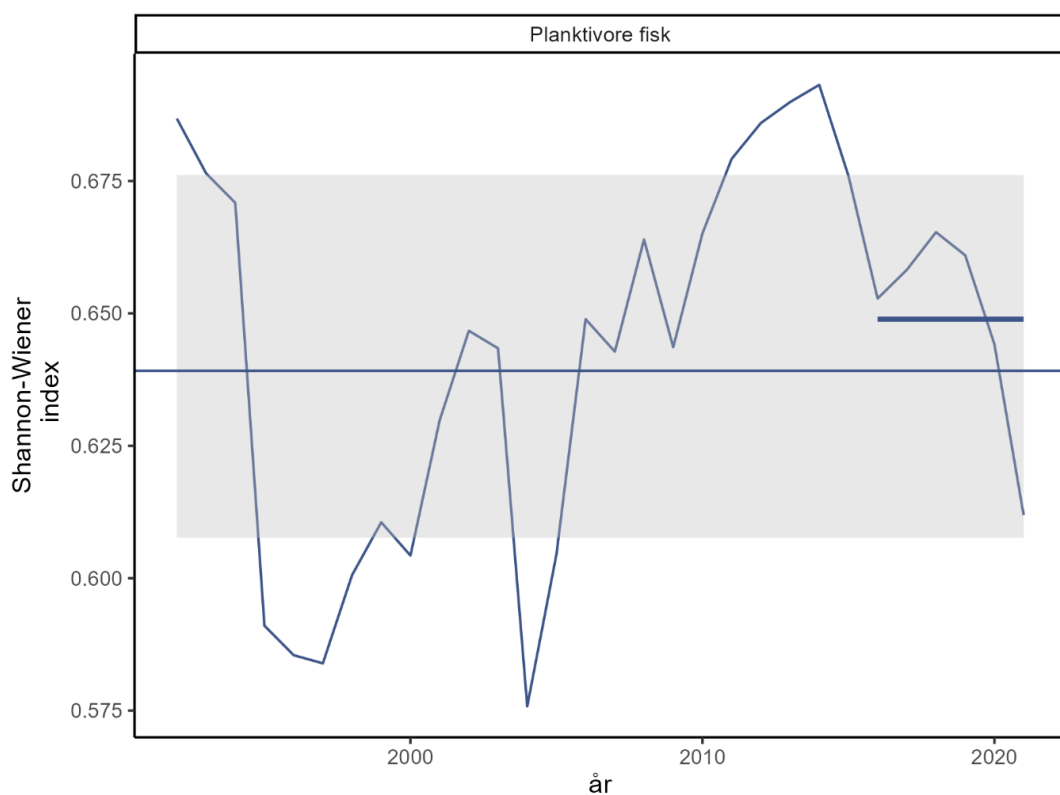
Fødenetskomponent	Arter <i>antal</i>	Shannon Weiner index				Tilstanden <i>Ekspertvurdering</i>
		<i>(1991-2015)</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>(2016-2021)</i>	
Bentivore fisk	4	0.705	0.482	0.935	0.636	God
Piscivore fisk – Bentiske	5	1.075	0.962	1.248	1.140	God
Piscivore fisk – pelagiske	2	0.375	0.255	0.478	0.267	God
Planktivore fisk	3	0.750	0.704	0.809	0.833	Ikke-god

**Tabel 3.2. Shannon Weiner for alle fiske fødenetskomponenter i hele tidsserien (gennemsnit), 10ende percentil (min), 90 percentil (max), og medianværdien i rapporteringsperioden (2016:2021) for Østersøen. Grå indikerer at der ikke er nok data til at sammenligne, rød at MSFD-perioden er mindre end den 10 percentil og grøn at den er mellem min og max (og dermed indenfor normalområdet).**

Fødenetskomponent	Arter <i>antal</i>	Shannon Weiner index				Tilstanden <i>Ekspertvurdering</i>
		<i>(1991-2015)</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>(2016-2021)</i>	
Bentivore fisk	1					Kan ikke vurderes
Planktivore fisk	2	0.639	0.608	0.676	0.649	God
Piscivore fisk – pelagisk spisende	1					Kan ikke vurderes
Piscivore fisk – bentisk spisende						Kan ikke vurderes



**Figur 3.1. Diversitet per fødenetskomponent i Nordsøen. Farven på linjerne indikerer fødenetskomponent. De stiplede linjer indikerer den 90ende og 10ende percentil på et løbende gennemsnit af tidsserien 1991:2015. Større værdier angiver at biomassen er mere ligeligt fordelt på arterne.**



**Figur 3.2. Diversitet per fødenetskomponent i Østersøen. Farven på linjerne indikerer fødenetskomponent. De stiplede linjer indikerer den 90ende og 10ende percentil på et løbende gennemsnit af tidsserien 1991:2015. Større værdier angiver at biomassen er mere ligeligt fordelt på arterne.**

### 3.2.2 Bunddyr

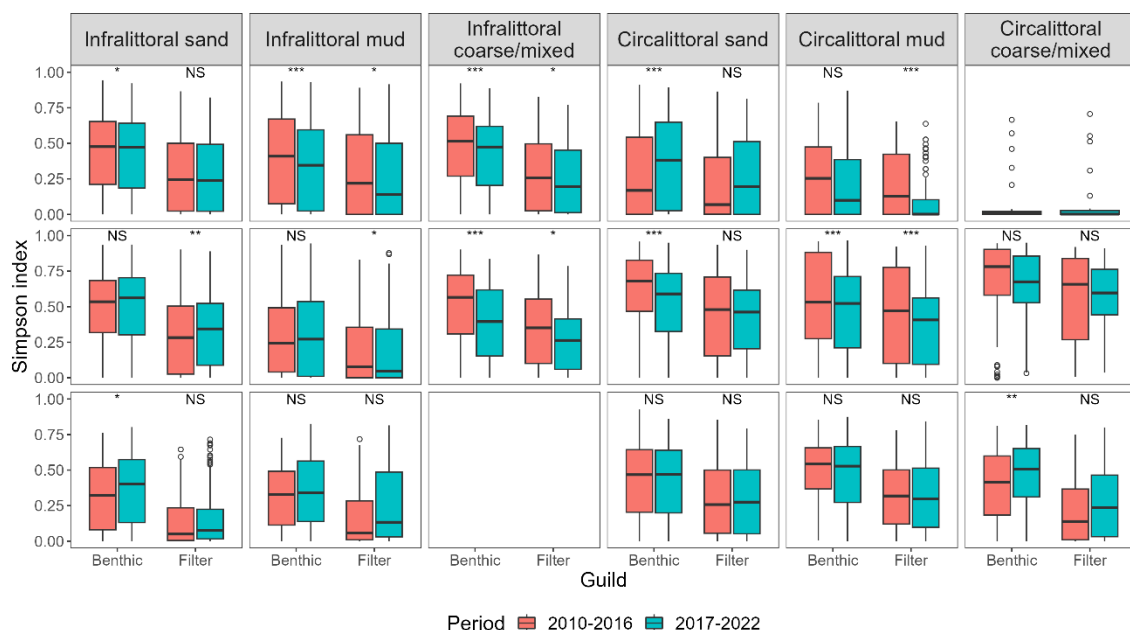
Diversiteten i prøver fra Østersøen (Bælthavet og Bornholm) faldt eller udviste ingen ændring for alle 6 bundhabitater og fødenetskomponenter med undtagelse af en enkelt, hvor der var en stigning (bundspisende, circalittoral sand) (tabel 3.4. figur 3.4). Samme mønster blev observeret i Kattegat for både haps og grabbe mens de 5 habitater i Nordsøen og Skagerrak enten udviste signifikant stigning (2 habitater for bundspisende invertebrater) eller ingen signifikant ændring (tabel 3.3. figur 3.3). Fald i Simpson-indekset kan skyldes en mere ujævn biomassefordeling på tværs af arter i prøven og/eller en lavere artstæthed.

**Tabel 3.3. Simpson indeks for bunddyrs fødenetskomponenter for perioderne 2010-2016 og 2017-2022 for Nordsøen og Kattegat. \*Antal arter er bestemt ved fuzzy logic, se metodeafsnittet.**

Fødenets-komponent	Bundhabitattype	Areal (km <sup>2</sup> )	Arter* <i>antal</i>	Simpson index		Tilstand
				2010-2016	2017-2022	<i>Ekspertvurdering</i>
Filtrerende invertebrater						
Kattegat haps	Infralittoral sand	5679	4	0.28	0.35	↗
	Infralittoral mud	957	5	0.08	0.05	↘
	Infralittoral coarse/mixed	1776	5	0.35	0.26	↘
	Circalittoral sand	19614	4	0.48	0.46	↘
	Circalittoral mud	4636	4	0.47	0.41	↘
	Circalittoral coarse/mixed	1421	4	0.66	0.60	↘
Kattegat grabbe	Circalittoral sand	19614	3.5	0.94	0.44	↘
	Circalittoral mud	4636	3	0.94	0.56	↘
Nordsøen og Skagerrak haps	Infralittoral sand	1314	6	0.05	0.08	↗
	Infralittoral mud	301	6	0.06	0.13	↗
	Circalittoral sand	30640	4	0.27	0.27	→
	Circalittoral mud	16338	4	0.32	0.30	↘
	Circalittoral coarse/mixed	10159	5	0.15	0.24	↗
Filtrerende invertebrater i alt	Vægtet gennemsnit		4	0.45	0.35	↘
Bundspisende invertebrater						
Kattegat haps	Infralittoral sand	5679	7	0.54	0.56	↗
	Infralittoral mud	957	9	0.24	0.30	↗
	Infralittoral coarse/mixed	1776	7.5	0.57	0.40	↘
	Circalittoral sand	19614	8	0.68	0.59	↘
	Circalittoral mud	4636	7	0.53	0.53	→
	Circalittoral coarse/mixed	1421	9	0.79	0.70	↘
Kattegat grabbe	Circalittoral sand	19614	6.5	0.98	0.61	↘
	Circalittoral mud	4636	5	0.98	0.83	↘
Nordsøen og Skagerrak haps	Infralittoral sand	1314	10	0.32	0.40	↗
	Infralittoral mud	301	10	0.33	0.34	↗
	Circalittoral sand	30640	7	0.47	0.48	↗
	Circalittoral mud	16338	6	0.55	0.54	↘
	Circalittoral coarse/mixed	10159	8	0.41	0.51	↗
Bundspisende invertebrater i alt	Vægtet gennemsnit		7	0.62	0.55	↘

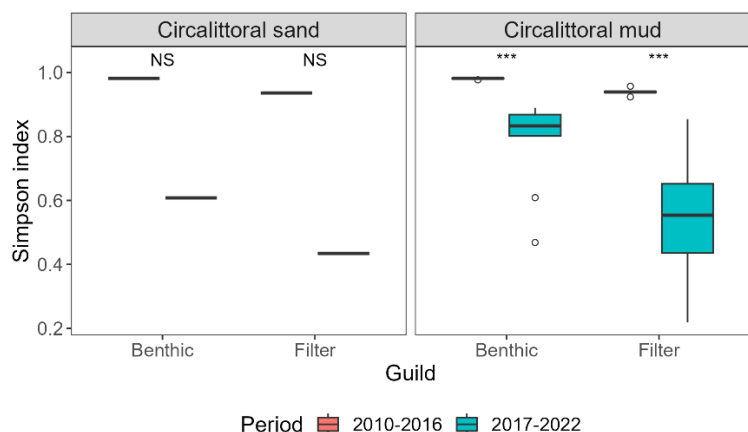
**Tabel 3.4. Simpson indeks for bunddyrs fødenetskomponenter for perioderne 2010-2016 og 2017-2022 for Bælthavet og Bornholm. \*Antal arter er bestemt ved fuzzy logik, se metodeafsnittet.**

Fødenets-komponent	Bundhabitattype	Areal (km <sup>2</sup> )	Arter*	Simpson index		Tilstand
				2010-2016	2017-2022	Ekspertvurdering
Filtrerende invertebrater						
Bælthavet og Bornholm haps	Infralittoral sand	8402	2	0.25	0.24	↘
	Infralittoral mud	931	2	0.22	0.15	↘
	Infralittoral coarse/mixed	5258	1	0.26	0.20	↘
	Circalittoral sand	4255	3	0.07	0.19	↗
	Circalittoral mud	7444	4	0.13	0.00	↘
Filtrerende invertebrater I alt	Vægtet gennemsnit		2.5	0.19	0.15	↘
Bundspisende invertebrater						
Bælthavet og Bornholm haps	Infralittoral sand	8402	4	0.48	0.48	→
	Infralittoral mud	931	4	0.42	0.35	↘
	Infralittoral coarse/mixed	5258	3	0.51	0.47	↘
	Circalittoral sand	4255	5	0.18	0.38	↗
	Circalittoral mud	7444	5	0.25	0.10	↘
Bundspisende invertebrater I alt	Vægtet gennemsnit		4	0.37	0.35	↘



**Figur 3.3. Variation i Simpson-indekset i Haps-prøver af benthisk spisende invertebrater og filter-spisende invertebrater i de to vurderingsperioder: 2010-2016 (rød) og 2017-2022 (blå) efter habitattype (søjler) og område (rækker: top Bælthavet og Bornholm, midten Kattegat, bund Nordsøen og Skagerrak). Signifikans af Mann-Whitney-testen mellem Simpson-indekset for de to vurderingsperioder er angivet som: 'NS' ikke signifikant, '\*\*'  $p < 0,05$ , '\*\*\*'  $p < 0,01$  eller '\*\*'  $p < 0,001$ . Variation er præsenteret som boxplot, hvor den sorte vandrette bjælke er medianen og den nedre og øvre ende af boksen 25. og 75. percentilen. Lodrette sorte streger på toppen og/eller under boksene viser variationen uden for 25. og 75. percentilen. Outliers vises som åbne cirkler.**





**Figur 3.4.** Variation i Simpson-indekset taget med Van Veen-grab af benthisk spisende invertebrater og filterpisende invertebrater i de to vurderingsperioder: 2010-2016 (rød, længst mod venstre) og 2017-2022 (blå, længst mod højre) efter habitattype i Kattegat. Signifikans af Mann-Whitney-testen mellem Simpson-indekset for de to vurderingsperioder er angivet som: 'NS' ikke signifikant, '\*'  $p < 0,05$ , '\*\*'  $p < 0,01$  eller '\*\*\*'  $p < 0,001$ . Variation er præsenteret som boxplot, hvor den sorte vandrette bjælke er medianen og den nedre og øvre ende af boksen 25. og 75. percentilen. Lodrette sorte streger på toppen og/eller under boksene viser variationen uden for 25. og 75. percentilen. Outliers vises som åbne cirkler.

### 3.3 Konklusion

#### 3.3.1 Fisk

Diversiteten indenfor komponenterne mellemstore pelagiske fisk, mellemstore bundlevende fisk og store fiskespisende fisk (topprædatorer) er i god tilstand i Nordsøen. Diversiteten for små pelagiske (planktivore) fisk i Nordsøen er steget og er nu højere end normalområdet som følge af et fald i biomasse af de to arter med den største biomasse (sild og brisling) og variation i biomassen af de fire tobisbestande. I Østersøen kan der kun analyseres en enkelt komponent, små pelagiske (planktivore) fisk (indeholdende sild og brisling), og for denne komponent er diversiteten i god tilstand. Der er ikke vedtaget et referenceniveau for D4C2, så resultaterne præsenteret her kan betragtes kun som vejledende.

#### 3.3.2 Bunddyr

Langt størstedelen af habitattyperne udviser enten ingen ændring eller et signifikant fald i diversitet i Østersøen og Kattegat. I Nordsøen og Skagerrak udvises der enten ingen ændring eller en signifikant stigning.

#### 3.3.3 Fytoplankton

Diversiteten af fytoplankton er ikke signifikant ændret i denne eller forrige vurderingsperiode (Jacobsen et al. 2023). Siden år 2000 har der dog været et signifikant fald i diversiteten i Østersøen og en signifikant stigning i diversiteten i Nordsøen. Når der ikke er observeret markante ændringer i vurderingsperioderne, kan dette skyldes, at seks år udgør et meget kort tidsrum med få observationer og derfor en begrænset mængde frihedsgrader.

#### 3.3.4 Havpattedyr

For både Østersøen og Nordsøen vurderes diversiteten som ikke god, idet marsvin i Østersøen og gråsæl i Nordsøen ikke er i god tilstand.

## 4. Biomasse (D4C2)

Målet for havstrategiens kriterie om biomasse af fødenettets komponenter (D4C2) er:

'Balancen i den samlede fordeling på tværs af de trofiske niveauer påvirkes ikke negativt som følge af menneskeskabte belastninger.'

D4C2 beskriver udviklingen i biomassen af de forskellige komponenter i fødenettet. Et fødenet hvor biomassen af en eller flere komponenter ændres oplever ændringer i flowet af energi således af der f.eks. kanaliseres mere energi gennem pelagiske end bundlevende fødenetskomponenter.

Biomassen af små pelagiske fisk afspejler to modsat rettede forhold, nemlig vækstbetingelser (tilgængelighed af føde, temperatur, tilgang af nye fisk) og dødelighed (mængden af fiskeprædation og prædation fra andre dyr). Mangel på små pelagiske fisk kan føre til nedsat produktion af fiskespisende fugle og i visse tilfælde også rovfisk. Brisling og tobis især spises af mange fugle og fiskearter.

Mellemstore piscivore pelagiske fisk som makrel og hestemakrel udviser ofte store sæsonbestemte vandringer og Nordsøen udgør kun en del af bestandenes udbredelsesområde. De mellemstore pelagiske fisk optræder både som fødekonkurrenter til små pelagiske fisk og andre planktivore fisk samt som rovfisk på især sild, tobis, sperling og brisling. Biomassen i danske farvande afspejler en kombination af deres vækstforhold, dødelighed, tilgang af nye fisk og vandringsmønstre.

Mellemstore bundlevende fisk består hovedsageligt af en blanding af demersale gadoider og fladfish, som får en stor del af deres føde fra benthos, suppleret med en mindre andel fisk. Biomassen i danske farvande afspejler en kombination af deres vækstforhold, dødelighed og tilgang af nye fisk.

Store piscivore fisk er i toppen af fødekæden, og deres biomasse afspejler en kombination af deres vækstforhold, dødelighed og tilgang af nye fisk. Dødeligheden for især torsk er domineret af havpatte-dyr og kannibalisme.

Filtrerende invertebrater bruger filtrering eller andre typer adfærd til at få fat i små fødepartikler fra vandsøjlen. Gruppen omfatter f.eks. musling, slangestjerner og rørbyggende orme. Bentisk spisende invertebrater omfatter arter, der spiser på eller under overfladen (surface depositor og subsurface depositor), ådselsædere (scavenger/opportunist), rovdyr (predator) og parasitter. Både filtrerende og bentisk spisende invertebrater er en vigtig fødekilde for dyr højere op i fødekæden.

### 4.1 Metode

#### 4.1.1 Fisk

Biomassen af hver fødenetskomponent er beregnet for perioden 1991-2021 for hhv. Østersøen og Nordsøen ved at summere biomassen af arter i hver komponent og område. Perioden 1991-2016 anvendes til at bestemme nedre og øvre grænser for normalområdet som hhv. 10 procentilen og 90 procentilen. Dette svarer til at definere unormalt lav som liggende blandt de 10% laveste observationer og unormalt høj som liggende blandt de 10% højeste observationer. Status i evalueringsperioden 2017-2021 er ikke god hvis indikatoren er unormalt høj eller lav i overensstemmelse med anbefalingen fra Tam et al. 2017.

Shannon-Wiener (SW) indekset er brugt til at vurdere ændringer i den relative biomasse mellem fiske-guilds. Indekset kan tolkes som en indikator for hvor ligeligt fordelt biomassen er i et system. Indekset

er beregnet for årrækken 1991-2016 og herfra defineres normalområdet som hhv. 10 procentilen og 90 procentilen. Årene 2017-2021 anvendes til at evaluere om værdierne falder uden for 90ende procentil inden for de historiske værdier i assessmentperioden.

#### 4.1.2 Bunddyr

Biomassetætheden (biomasse per prøve) af de to bentiske guilds blev beregnet for hver prøve og herefter vurderet for hver kombination af område, bundhabitattype og vurderingsperiode. Mann Whitney-tests blev brugt til at bestemme, om der var en signifikant stigning, fald eller ingen ændring i biomassetætheden fra 2017-2022 sammenlignet med den tidligere vurderingsperiode fra 2010-2016.

Estimater af den samlede biomasse indenfor det areal, som hver bundhabitattype dækker inden for hvert område blev beregnet ud fra tætheden i haps-prøverne. Van Veen-grabber giver en bedre repræsentation af større makrofauna og megafauna, men disse prøver er desværre få og bruges derfor ikke i estimaterne. Dette betyder, at estimaterne baseret sandsynligvis undervurderer den samlede biomasse. Da haps-kernerne varierede lidt i prøveudtagningsarealet, blev biomassetætheden pr. prøve først skaleret til g pr. 0,1 m<sup>2</sup>. Dernæst blev median biomassetæthed såvel som 25 og 75 percentil beregnet på tværs af alle prøver for hver kombination af område, bundhabitattype og vurderingsperiode og omregnet til kg/km<sup>2</sup>. Endelig blev median biomassetæthed multipliceret med det samlede areal af bundhabitattypen i hvert område (tabel 2.3) for at give samlede biomasseestimer. Det samme blev gjort for 25 og 75 percentil biomassetæthed for at give et nedre og øvre interval omkring estimaterne. Der blev ikke foretaget nogen signifikantest af estimaterne for den samlede biomasse mellem vurderingsperioderne.

### 4.2 Resultater

#### 4.2.1 Fisk

Alle arter har betydelig variation i deres historiske biomasse (Figur 2.1). I rapporteringsperioden har to arter biomasser lavere end 10 percentil af den historiske biomasse, nemlig hestemakrel (*Trachurus trachurus*) og tunge (*Solea solea*), mens ingen arter er over den 90ende percentil af det historiske data.

På fødenetkomponent niveau er biomassen af planktivore og bentivore fisk i Nordsøen indenfor 10 procentilen og 90 procentilen (tabel 4.1, figur 4.1). Biomassen af piscivore pelagiske fisk er under 10 procentilen som følge af et fald i både makrel og hestemakrel i de seneste år mens biomassen af piscivore bentiske fisk er over 90 procentilen som følge af høj biomasse af hvilling og kulmule. I Østersøen er de planktivore pelagiske fisk indenfor 10 procentilen og 90 procentilen mens bentivore fisk (rødspætte) har rekordhøj biomasse og piscivore fisk (torsk) er under 10 procentilen. Sættes referencområdet mellem 10 procentilen og 90 procentilen er pelagiske fisk derfor i god tilstand mens piscivore og bentiske fisk ikke er i god tilstand (tabel 4.2, figur 4.2).

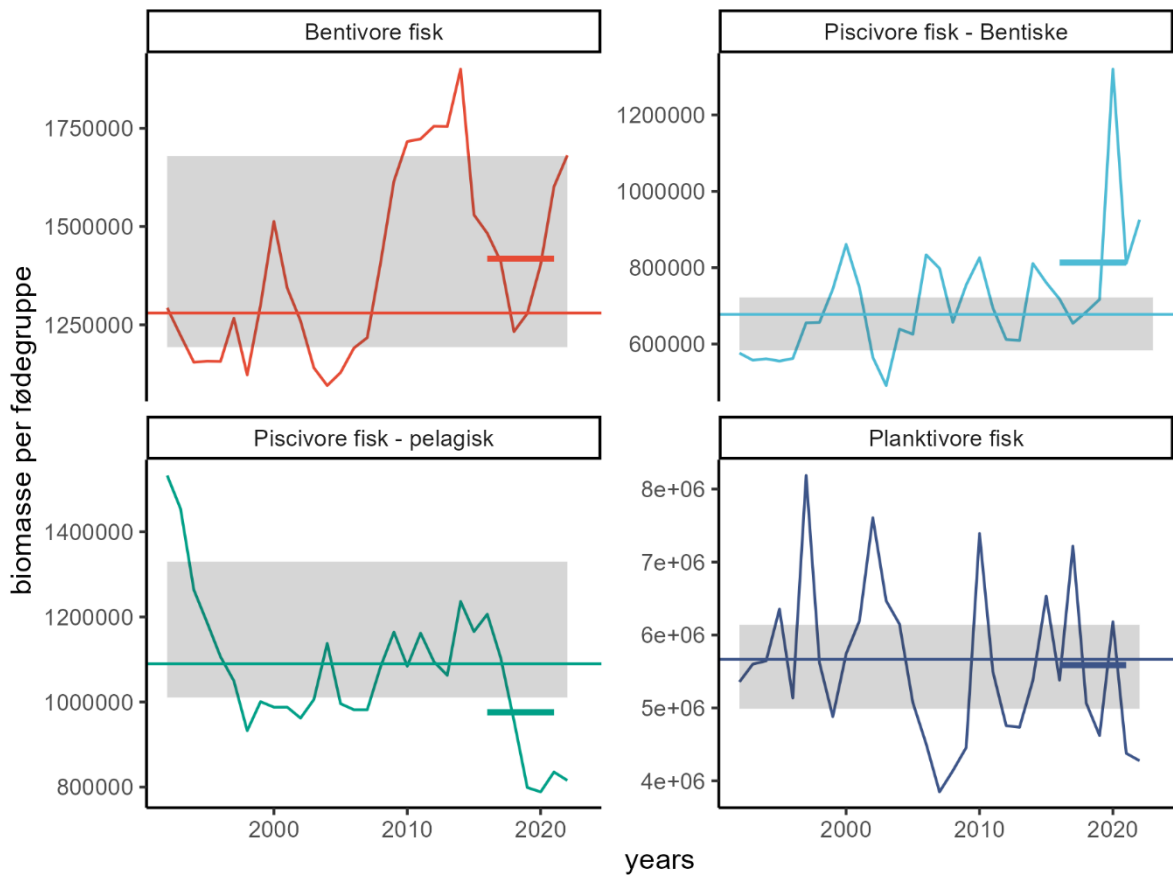
Med hensyn til balancen imellem fødenetkomponenter er både Nordsøen og Østersøen tæt på det historiske gennemsnit (figur 4.3). Bentivore fisk i Østersøen indgår ikke i denne analyse, da der ikke findes bestandsvurderingsdata før år 2000. Ingen af de to områder er under 10. eller over 90. procentil og begge områder er dermed indenfor normalområdet.

**Tabel 4.1. Biomasse i ton for alle fiske fødenetkomponenter i hele tidsserien (gennemsnit), 10ende percentil (min), 90 percentil (max), og medianværdien i rapporteringsperioden (2016:2021) for Nordsøen. Grå indikerer at der ikke er nok data til at sammenligne, rød at MSFD-perioden er mindre end den 10 percentil eller mere end 90 percentilen og grøn at den er mellem min og max (og dermed indenfor normalområdet).**

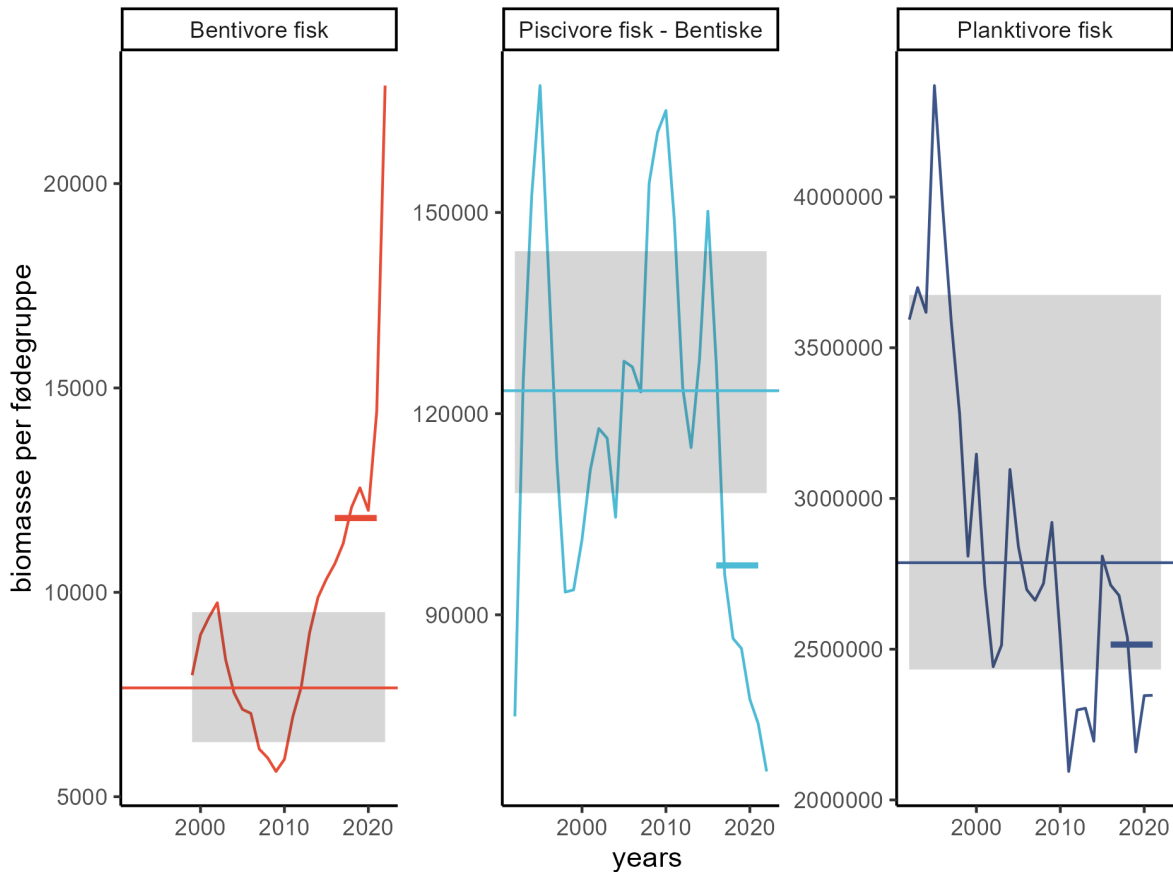
Fødenetkomponent	Arter <i>antal</i>	Biomasse (t)				Tilstand <i>Ekspertvurdering</i>
		<i>(1991-2015)</i>	<i>min</i>	<i>Max</i>	<i>(2016-2021)</i>	
Bentivore fisk	4	1279908	1193048	1679427	1424783	god
Planktivore fisk	3	5666955	4990188	6140514	5574428	god
Piscivore fisk – pelagiske	2	1089807	1010858	1329833	978237	Ikke god
Piscivore fisk – Bentske	5	677635	583522	721853	800740	Ikke god

**Tabel 4.2 Biomasse i ton for alle fiske fødenetkomponenter i hele tidsserien (gennemsnit), 10ende percentil (min), 90 percentil (max), og medianværdien i rapporteringsperioden (2016:2021) for Østersøen. Grå indikerer at der ikke er nok data til at sammenligne, rød at MSFD-perioden er mindre end den 10 percentil eller mere end 90 percentilen og grøn at den er mellem min og max (og dermed indenfor normalområdet).**

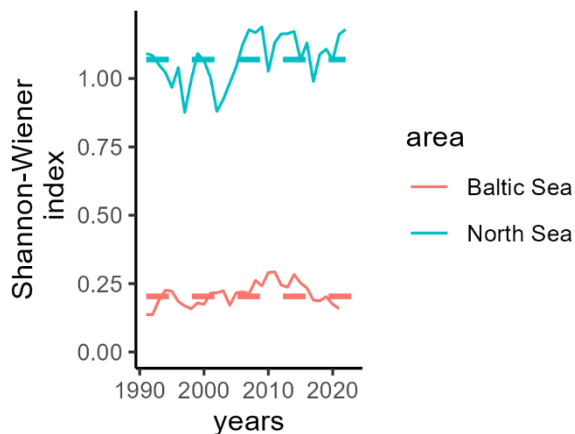
Fødenetkomponent	Arter <i>antal</i>	Biomasse (t)				Tilstand <i>Ekspertvurdering</i>
		<i>(1991-2015)</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>(2016-2021)</i>	
Bentivore fisk	1	7662	6335	9515	12217	Ikke god
Planktivore fisk	2	2786955	2432716	3675221	2506493	god
Piscivore fisk – pelagisk spisende						
Piscivore fisk – bentsk spisende	1	123421	108150	144224	96947	Ikke god



**Figur 4.1.** Den totale biomasse per fødenetkomponent for fisk i Nordsøen (t). De stiplede linjer indikerer median og den 90ende og 10ende percentil på et løbende gennemsnit af tidsserien 1991:2015. Den kraftige linje i slutperioden er gennemsnit i evalueringsperioden.



Figur 4.2. Den totale biomasse per fødenetkomponent for fisk i Østersøen (t). De stiplede linjer indikerer median og den 90ende og 10ende percentil på et løbende gennemsnit af tidsserien 1991:2015. Den kraftige linje i slutperioden er gennemsnit i evalueringsperioden.



Figur 4.3. Shannon-Wiener indeks for Østersøen (rød) og Nordsøen (cyan). Den stiplede linje indikerer gennemsnittet siden 1991. Indekset indikerer balancen af biomasse imellem fødenetkomponenter for fisk. Højere værdier indikerer at biomassen er mere ligeligt fordelt mellem fødenetkomponenter mens lavere værdier indikerer at få fødenetkomponenter i højere grad dominerer biomassen. Niveauet kan ikke sammenlignes mellem Nordsøen og Østersøen da antallet af fødenetkomponenter er forskelligt.

## 4.2.2 Bunddyr

Langt de fleste af habitaterne vist enten ingen ændring i biomassetæthed eller en signifikant stigning i alle områder (tabel 4.3 og 4.4; figur 4.4). I Nordsøen, Skagerrak og Kattegat steg biomassen signifikant i 6 tilfælde for filtrerende invertebrater og 3 for bundspisende invertebrater og var uændret for hhv 5 og 7 tilfælde. I Østersøen sås samme mønster idet der ud af de 7 bundhabitattyper kun sås en nedgang i biomassen i en enkelt for både filtrerende og bundspisende invertebrater (tabel 4.4; figur 4.4).

Baseret på Van Veen-grabbe-prøverne var biomassetæthederne for både filtrerende og bundspisende invertebrater signifikant højere i 2017-2022 end i 2010-2016 for cirkalittoralt mudder i Kattegat, hvilket også sås i haps-prøverne (tabel 4.3; Figur 4.5). Der blev ikke fundet signifikante forskelle for cirkalittoralt sand. Det lave antal prøver gør dog konklusionerne om ændringer baseret på grabberprøver usikre.

Estimater af total biomasse pr. bundhabitattype og område ses i figur 4.6. Værdierne afspejler biomassetæthederne præsenteret i tabel 4.3 og 4.4 korrigeret for prøveareal. Det lave antal prøver gør også her konklusionerne om ændringer usikre.

**Tabel 4.3. Biomasse tæthed (g/0.1 m<sup>2</sup>) for bunddyrs fødenetskomponenter for perioderne 2010-2016 og 2017-2022 for Nordsøen og Kattegat. Total biomasse er ikke beregnet for grab prøver pga det lave antal prøver. \*Antal arter er bestemt ved fuzzy logic, se metodeafsnittet.**

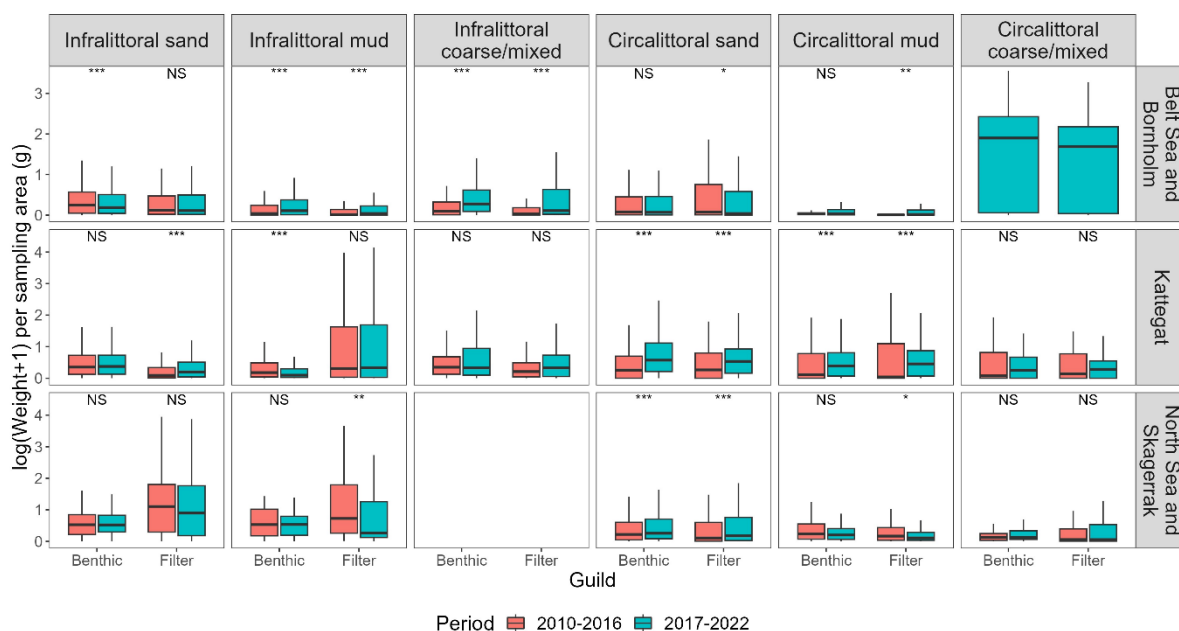
Fødenets-komponent	Bund-habitattype	Areal (km <sup>2</sup> )	Ar-ter*	Biomasse tæthed (g/prøve)		Biomasse (10 <sup>6</sup> kg)		Tilstand
				2010-2016	2017-2022	2010-2016	2017-2022	Ekspertvurdering
Filtrerende invertebrater								
Kattegat haps	Infralittoral sand	5679	4	0.09	0.22	37	87	↗
	Infralittoral mud	957	5	0.36	0.39	25	26	↗
	Infralittoral coarse/mixed	1776	5	0.23	0.39	29	48	↗
	Cirkalittoral sand	19614	4	0.30	0.70	414	965	↗
	Cirkalittoral mud	4636	4	0.04	0.58	13	188	↗
	Cirkalittoral coarse/mixed	1421	4	0.15	0.33	15	32	↗
Filtrerende invertebrater Kattegat haps I alt	Total		4	0.22	0.56	533	1346	↗
Kattegat grabbe	Cirkalittoral sand	19614	3.5	0.001	7.26	-	-	↗
	Cirkalittoral mud	4636	3	0.001	3.95	-	-	↗
Nordsøen og Skagerrak haps	Infralittoral sand	1314	6	2.02	1.45	186	134	↘
	Infralittoral mud	301	6	1.06	0.30	22	6	↘
	Cirkalittoral sand	30640	4	0.11	0.19	245	410	↗
	Cirkalittoral mud	16338	4	0.18	0.11	200	130	↘
	Cirkalittoral coarse/mixed	10159	5	0.06	0.06	41	40	→
Filtrerende invertebrater Nord-søen og Skager-rak I alt	Total		4	0.17	0.17	694	720	↗
Bundspisende invertebrater								



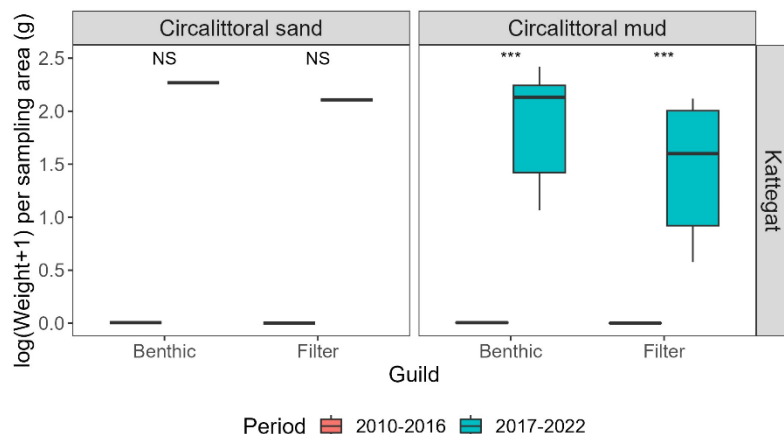
Kattegat haps	Infralittoral sand	5679	7	0.42	0.45	172	180	↗
	Infralittoral mud	957	9	0.19	0.10	13	7	↘
	Infralittoral coarse/mixed	1776	7.5	0.42	0.39	52	48	↘
	Circalittoral sand	19614	8	0.29	0.77	428	1062	↗
	Circalittoral mud	4636	7	0.12	0.48	39	157	↗
	Circalittoral coarse/mixed	1421	9	0.08	0.29	8	29	↗
Bundspisende invertebrater Kattegat haps I alt	Total		8	0.28	0.62	712	1483	↗
Kattegat grabbe	Circalittoral sand	19614	6.5	0.01	8.7	-	-	↗
	Circalittoral mud	4636	5	0.01	7.43	-	-	↗
Nordsøen og Skagerrak haps	Infralittoral sand	1314	10	0.69	0.69	64	63	→
	Infralittoral mud	301	10	0.70	0.70	15	15	→
	Circalittoral sand	30640	7	0.25	0.29	526	624	→
	Circalittoral mud	16338	6	0.29	0.23	333	263	↗
	Circalittoral coarse/mixed	10159	8	0.13	0.14	96	101	↘
Bundspisende invertebrater Nordsøen og Skagerrak I alt	Total		7	0.25	0.26	1034	1066	↗

**Tabel 4.4. Biomasse tæthed for bunddyrs fødenetskomponenter for perioderne 2010-2016 og 2017-2022 for Bælthavet og Bornholm. \*Antal arter er bestemt ved fuzzy logic, se metodeafsnittet.**

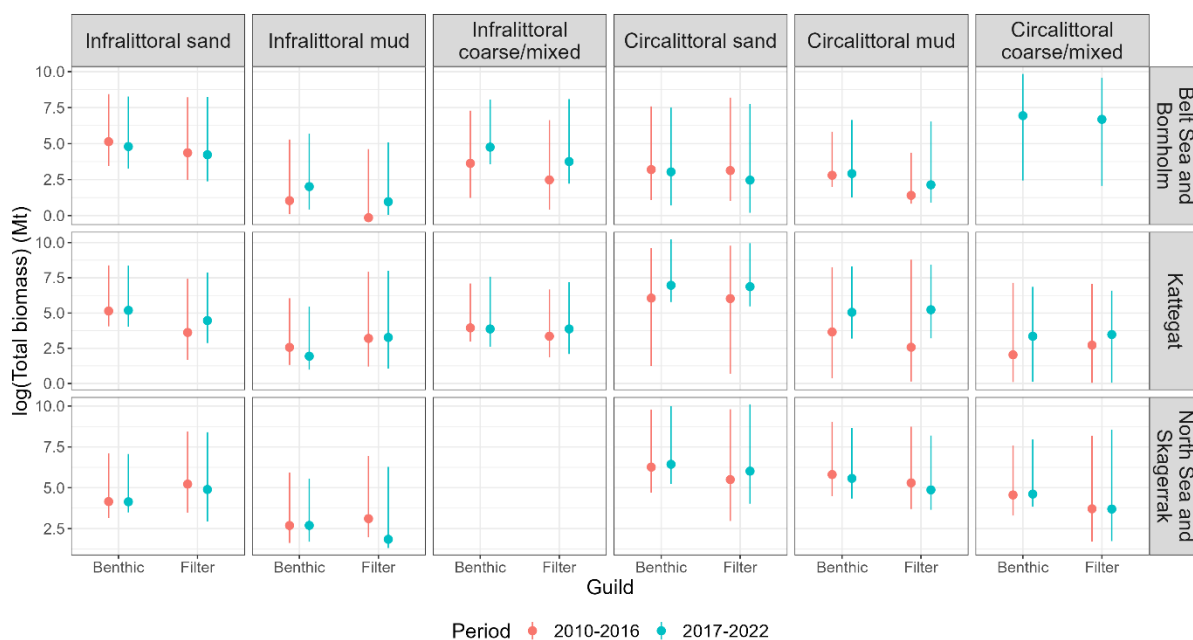
Fødenets-komponent	Bund-habitattype	Areal (km <sup>2</sup> )	Ar-ter*	Biomasse tæthed (g/prøve)		Biomasse (10 <sup>6</sup> kg)		Tilstand
				2010-2016	2017-2022	2010-2016	2017-2022	Ekspertvurdering
Filtrerende invertebrater			antal					
Bælthavet og Bornholm haps	Infralittoral sand	8402	2	0.13	0.12	79	68	↘
	Infralittoral mud	931	2	0.01	0.04	1	3	↗
	Infralittoral coarse/mixed	5258	1	0.03	0.12	12	43	↗
	Circalittoral sand	4255	3	0.08	0.04	23	12	↘
	Circalittoral mud	7444	4	0.01	0.02	4	8	↗
Filtrerende invertebrater I alt	Total		2.5	0.06	0.08	119	134	↗
Bundspisende invertebrater								
Bælthavet og Bornholm haps	Infralittoral sand	8402	4	0.28	0.21	170	121	↘
	Infralittoral mud	931	4	0.04	0.11	3	7	↗
	Infralittoral coarse/mixed	5258	3	0.10	0.32	38	116	↗
	Circalittoral sand	4255	5	0.08	0.07	24	21	↘
	Circalittoral mud	7444	5	0.03	0.04	16	18	↗
Bundspisende invertebrater I alt	Total		4	0.13	0.1	251	283	↗



**Figur 4.4. Ændring i biomassetæthed (g pr. prøvetagningsareal; på logaritmisk skala) taget med Haps for bundspisende (Benthic) og filterende (Filter) invertebrater i de to vurderingsperioder: 2010-2016 (rød) og 2017-2022 (blå) for hver habitattype (søjler) og område (rækker). Signifikans af Mann-Whitney-testen mellem biomassetæthederne for de to vurderingsperioder er angivet som: 'NS' ikke signifikant, '\*'  $p < 0,05$ , '\*\*'  $p < 0,01$  eller '\*\*'  $p < 0,001$ . Variation i data er vist som boxplot, hvor den sorte vandrette bjælke repræsenterer medianen (50. percentil) og den nedre og øvre ende af boksen 25. og 75. percentilen. 'Whiskers' (lodrette sorte streger på toppen og/eller under boksene) viser variationen uden for boksen. Outliers er fjernet fra plottet.**



**Figur 4.5. Variation i biomassetæthed (g pr. prøvetagningsareal; på logaritmisk skala) taget med Van Veen-grabbe af bundspisende (Benthic) og filterende (Filter) invertebrater i de to vurderingsperioder: 2010-2016 (rød) og 2017-2022 (blå) for hver habitattype (søjler) og område (rækker).. Signifikansen af Mann-Whitney-test mellem biomassetæthederne for de to vurderingsperioder er angivet som: 'NS' ikke signifikant, '\*'  $p < 0,05$ , '\*\*'  $p < 0,01$  eller '\*\*'  $p < 0,001$ . Variation er repræsenteret som boxplot, hvor den sorte vandrette bjælke repræsenterer medianen (50. percentil) og den nederste og øvre ende af boksen 25. og 75. percentilen. I tilfælde af meget få prøver er kun medianværdien synlig. 'Whiskers' (lodrette sorte streger på toppen og/eller under boksene) viser variationen uden for boksen. Outliers er fjernet fra plottet.**



**Figur 4.6.** Estimeret total biomasse ( $Mt=10^6kg$ , logaritmsk skala) af bundspisende (Benthic) og filtrerende (Filter) invertebrater i de to vurderingsperioder: 2010-2016 (rød) og 2017-2022 (blå) fordelt på habitattype (søjler) og område (rækker). Estimater er baseret på haps-prøver og skaleret op til det samlede areal af hver habitattype i hvert område for median biomassetæthed på tværs af alle prøver (punkter) og den 25. og 75. percentil (lodrette linjer).

## 4.3 Konklusion

### 4.3.1 Fisk

Biomassen af planktivore og bentivore fisk er indenfor 10 procentilen og 90 procentilen i Nordsøen og dermed i god tilstand. Biomassen af piscivore pelagiske fisk er under 10 procentilen som følge af et fald i både makrel og hestemakrel i de seneste år mens biomassen af piscivore bentiske fisk er over 90 procentilen som følge af høj biomasse af hvilling og kulmule. Disse guilds er dermed ikke i god tilstand. I Østersøen er de planktivore pelagiske fisk indenfor 10 procentilen og 90 procentilen og dermed i god tilstand mens bentivore fisk (rødspætte) har rekordhøj biomasse og piscivore fisk (torsk) er under 10 procentilen. Piscivore og bentiske fisk er derfor ikke i god tilstand.

D4C2 indikatoren defineret som balance mellem fødenetskomponenter kan betragtes at være på et acceptabelt niveau for både Østersøen og Nordsøen, da den generelle balance imellem fødenetskomponenter er indenfor normalområdet. Der er ikke vedtaget et referenceniveau for D4C2, så resultaterne præsenteret her kan betragtes kun som vejledende.

### 4.3.2 Bunddyr

Biomassen af bentiske invertebrater steg fra den første (2010-2016) til den anden (2017-2022) vurderingsperiode for en række habitattyper, især for filtrerende invertebrater. I andre habitattyper var biomassen uændret mens enkelte viste signifikante fald i biomassen. Stigningen i biomasse kan betyde øget fødetilgængelighed for rovdyr.

### 4.3.3 Fytoplankton

Den totale biomasse af fytoplankton i Nordsøen og Østersøen har været stigende frem til 2009 hvorefter biomassen enten har været stabil eller faldende. Fytoplanktonbiomassen stiger i alle områder uden en parallelt stigende biomasse af de heterotrofe protister, hvilket indikerer en delvis afkobling

mellem primærproducenter og primærkonsumenter. Tilstanden vurderes ved ekspertvurdering til at være 'god' (Jacobsen et al. 2023).

#### 4.3.4 Havpattedyr

Den totale biomasse af havpattedyr i dansk farvand følger vores mest talrige art, marsvinet, og er relativt stabil i den danske del af Nordsøen (inkl. Skagerrak, Kattegat og Limfjorden), og tilstanden for biomasse af havpattedyr for D4C2 i Nordsøen for perioden 2016-2021 vurderes derfor som "god" (Jacobsen et al. 2023).

## 5. Størrelsesdiversitet (D4C3)

Målet for havstrategiens kriterie om størrelsesdiversitet af fødenettets komponenter (D4C3) er:

'Størrelsesfordelingen af individer på tværs af trofiske niveauer påvirkes ikke negativt som følge af menneskeskabte belastninger.'

Størrelsessammensætningen i havet afspejler ændringer i økosystem struktur som følge af forskelle i rekruttering, vækst og dødelighed mellem og indenfor arter. Fiskeri ofte hældningen på størrelsesspektrummet til at blive mere negativ, da fiskeriet gør at der bliver færre store fisk (Barnett et al., 2017), mens mindre individer oplever en reduktion i dødelighed grundet fraværet af de større fisk (Andersen & Pedersen, 2010). De størrelsesbaserede indikatorer afspejler dermed økosystemets størrelsesstruktur og reagerer på ændringer i individernes vækst, populationernes evne til at rekruttere og dødeligheden af fiskeri og naturlige årsager.

Der er ikke fastsat en standardiseret metode til at beregne indikatorer eller tærskelværdier for D4C3. Her bliver to metoder anvendt; hældningen på størrelsesspektrummet,  $b$  (Bianchi et al., 2000) og Typical Length, TyL, der er et vægtet gennemsnitsmål for størrelsen i økosystemet. Begge er anvendt for fisk.

### 5.1 Metode

Data fra videnskabelige togter i Østersøen (BITS) og Nordsøen (NS-IBTS), blev udtrukket via R-pakken 'DATRAS'. Data i Nordsøen blev begrænset til træk taget med redskabet 'GOV', da dette er det mest anvendte redskab. Træk i Østersøen blev begrænset til redskaberne 'TVL' og 'TVS'. Da TVS er mindre end TVL er resultaterne her justeret med gennemsnittet af spredningen på dørene ved trawlet ('DoorSpread'). I begge områder blev data begrænset til togter foretaget i første kvartal for at opnå den længst mulige tidsserie. Til at beregne Catch per unit effort ('CPUE') bruges antal per længde, divideret med træklængden i minutter. Data blev renset for upræcise dataindtastninger ved at sikre at de størrelser, der blev fanget ikke var større end den maksimalt observerede størrelse ( $L_{max}$ ) fra Fishbase. Vægten af individer blev beregnet ud fra formlen

$$w = aL^b$$

Parametrene  $a$  og  $b$  blev fundet på FishBase, og  $L$  er længden i cm fra togter. Biomassen fanget i togter blev så beregnet som  $B = cpue * w$  og blev brugt til at vægte beregningen af typical length, samt at trimme de to databaser ned til et rimeligt antal arter. Trimningen foregik ved at medtage alle arter der udgjorde minimum 0.1% af biomassen igennem hele perioden (1991:2022). Dette resulterede i 7 arter i Østersøen og 25 arter i Nordsøen.

Arterne blev derefter tildelt en fødenetskomponent (feeding guild) baseret på fordelingen i Thomson et al (Thompson et al., 2020), hvor forskellige størrelser inden for en art kan tilhøre forskellige fødenetskomponenter. F.eks. spiser torskelaver zooplankton, mens voksne torsk lever af fisk og bunddyr. Fødekomponent tildelingen blev forsimplet til "Planktivore fisk", "Bentivore Fisk" (Sub apex demersal predators) og "Piscivore fisk" (Apex fish predators). Bentivore fisk spiser primært bunddyr mens piscivore fisk spiser andre fisk. Planktivore fisk spiser plankton.

Hældningen på størrelsesspektrummet blev beregnet ud fra Maximum Likelihood Estimate metoden præsenteret i Edwards et al (2016).

$TyL$  blev beregnet ud fra formlen

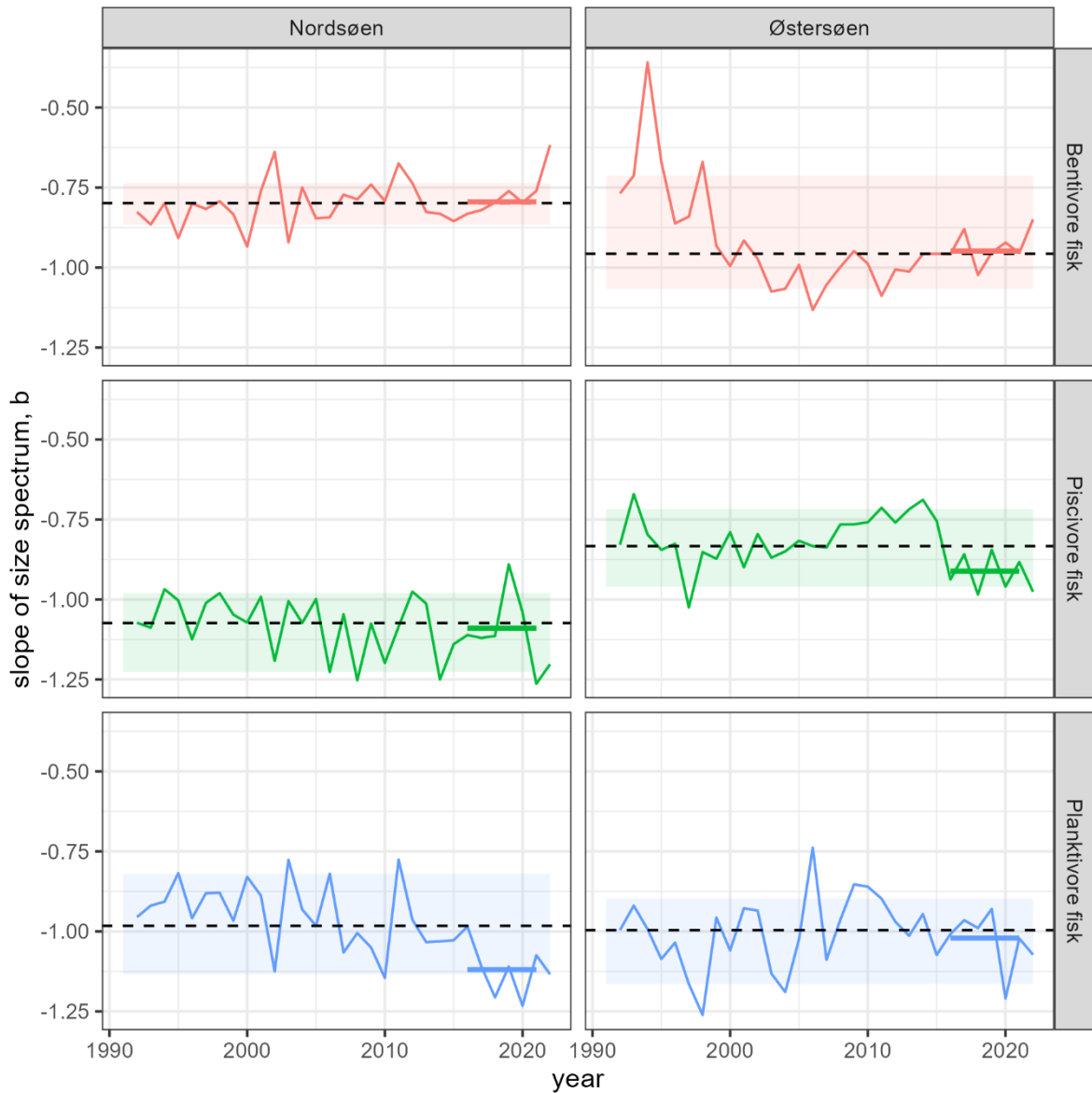
$$\log(TyL_y) = \frac{(\sum_1^n B_y \log(L_y))}{\sum_1^n B_y}$$

Hvor  $n$  er antallet af længdegrupper per fødenetskomponent.

## 5.2 Resultater

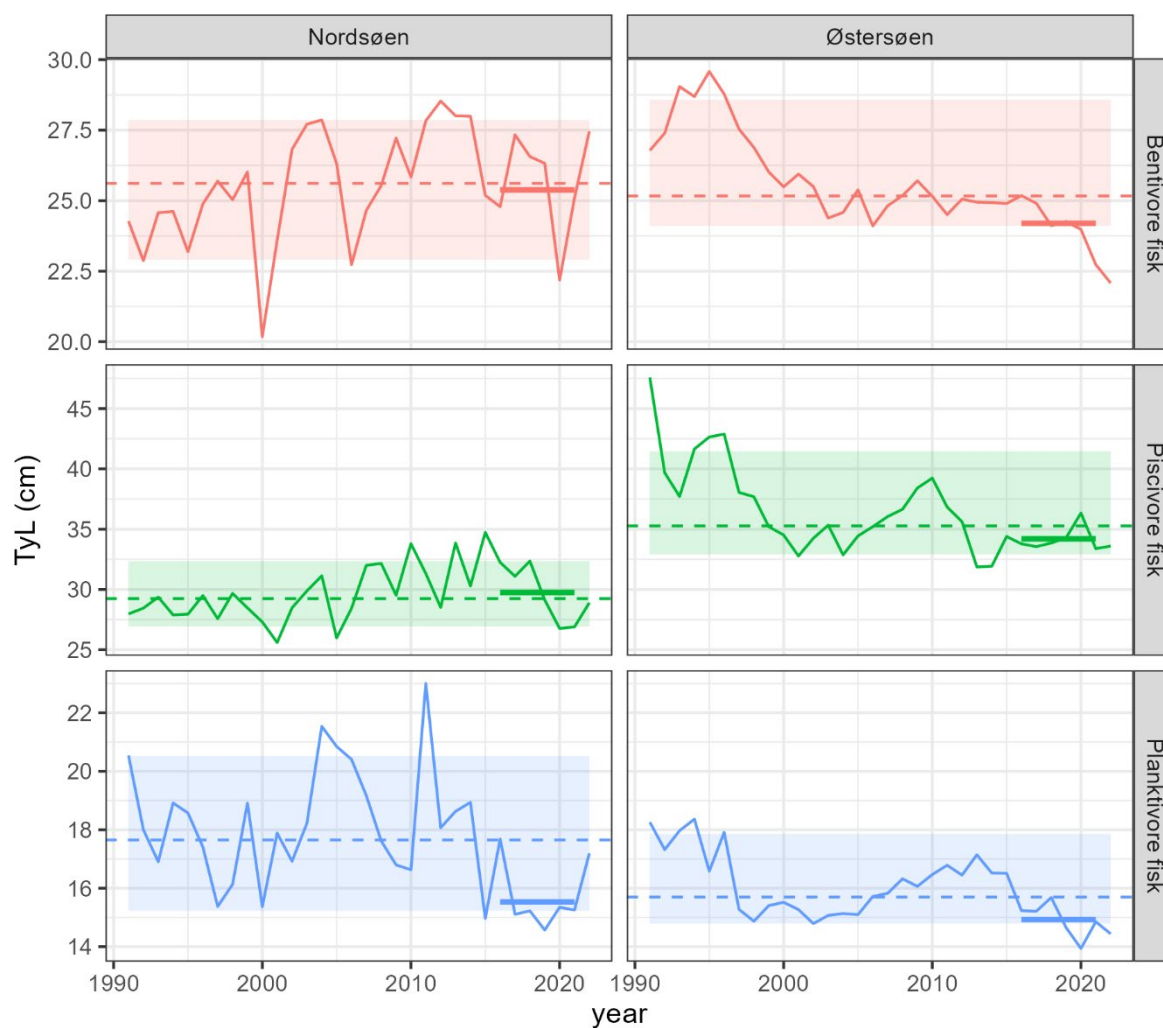
I Østersøen er hældningen på størrelsesspektret  $b$  tæt på gennemsnittet for perioden for bentivore og planktivore fisk mens piscivore fisk ligger tæt på 10% percentilen (Figur 5.1). Der er tendens til at bentivore fisk har en positiv ændring i  $b$  (flere større fisk) i de sidste par år efter en periode fra 2000 til 2010 med meget lave værdier. Den typiske længde  $TyL$  har været faldende for alle guilds i Østersøen, og ligger tæt på 10% percentil for både bentivore og planktivore fisk (Figur 5.2). De piscivore fisk har udvist et kraftigt fald i størrelsen siden starten af 90erne.

I Nordsøen er  $b$  på et lavt niveau for planktivore fisk men tæt på middelværdien for piscivore og bentivore fisk (Figur 5.1). De bentivore fisk har haft en konstant stigende  $b$ , hvilket indikerer at der er kommet flere større fisk. Den typiske længde blevet større for både de bentivore og piscivore fisk siden starten af 90erne, mens den er faldende for de planktivore fisk (Figur 5.2). De bentivore og piscivore fisk ligger omkring middelværdien for referenceperioden mens planktivore fisk ligger tæt på den nedre grænse og således er mindre i assessmentperioden end gennemsnittet i referenceperioden.



**Figur 5.1. Hældning af størrelsesspektra ( $b$ ) for de 3 guilds i Nordsøen og Østersøen. Den tykke farvede linje indikerer gennemsnittet i referenceårene (2016:2021), og skyggefarven indikerer den 10 og 90ende percentil, mens den stiplede linje er det samlede gennemsnit.**





**Figur 5.2.** Typical length-indikatoren for Østersøen og Nordsøen for de tre guilds i analysen. De to områder indeholder forskellige arter, og er derfor ikke direkte sammenlignelige. Den tykke farvede linje indikerer gennemsnittet i referenceårene (2016:2021), og skyggefarven indikerer den 10 og 90ende percentil, mens den stiplede linje er det samlede gennemsnit.

### 5.3 Konklusion

Begge indikatorer viser lave værdier for plantivore fisk i Nordsøen og piscivore fisk i Østersøen. Dette kan skyldes øget dødelighed, lavere vækst af individerne eller højere tilgang af nye fisk. Det sidste kan dog udelukkes i Østersøen, hvor tilgangen af piscivore fisk har været lav i perioden.

## 6. Samlet status for D4

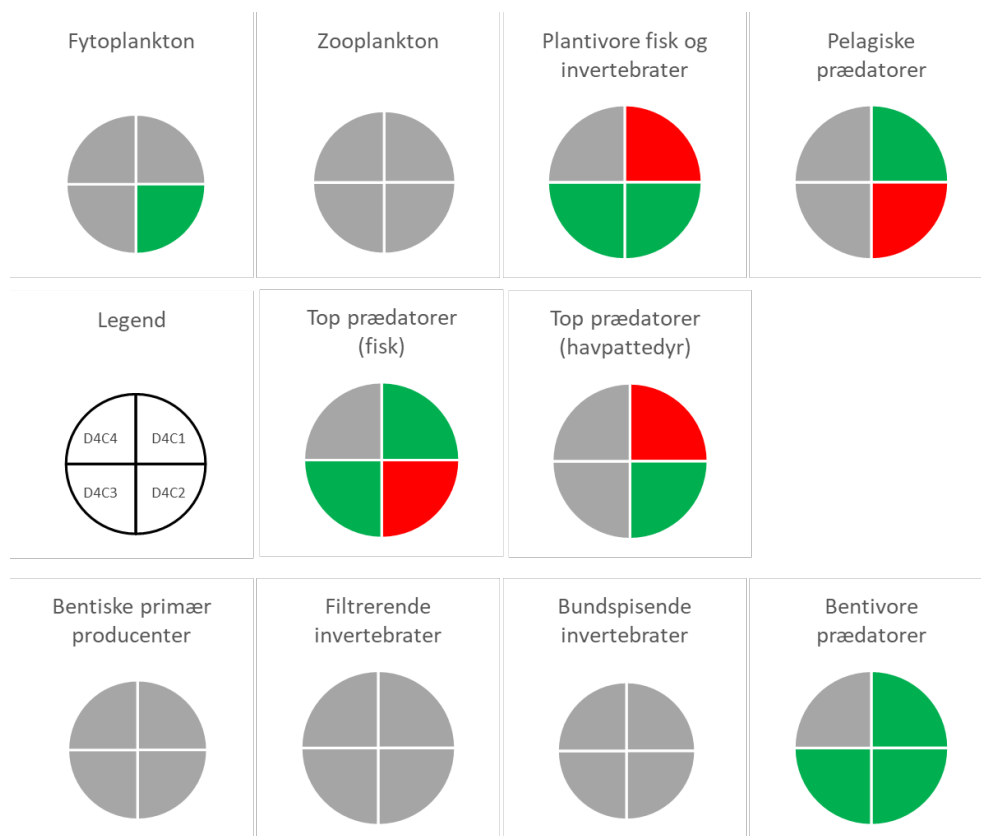
Denne oversigt viser tilstanden af alle fødenetskomponenter under D4.

I Nordsøen er diversiteten af planktivore fisk i Nordsøen er udenfor god tilstand, idet biomassen i er blevet mindre koncentreret end 90 percentilen (Figur 3.5). Diversiteten af de øvrige grupper af fisk er i god tilstand. Diversiteten af havpattedyr vurderes som ikke god, idet gråsæl ikke er i god tilstand. For bunddyr viser langt størstedelen af habitattyperne enten ingen ændring eller et signifikant fald i diversitet. På grund af den korte tidsserie kan det ikke vurderes om diversiteten er i god tilstand. Diversiteten af fytoplankton er ikke signifikant ændret i denne eller forrige vurderingsperiode. Siden år 2000 har der dog været en signifikant stigning i diversiteten i Nordsøen.

Biomassen af planktivore og bentivore fisk i Nordsøen i god tilstand mens biomassen af piscivore pelagiske fisk og biomassen af piscivore bentiske fisk ikke er i god tilstand. Da der både er fødenetskomponenter som er usædvanligt høje og fødenetskomponenter der er usædvanligt lave er balancen mellem fødenetskomponenter indenfor normalområdet for Nordsøen. Biomassen er vurderet ved ekspertvurdering for fytoplankton og havpattedyr.

Størrelsesfordelingerne i Nordsøen er uændrede for pelagiske fisk, bentiske fisk og piscivore fisk og ligger indenfor normalområdet for alle fødenetskomponenter. Størrelsesfordelingen af fisk er derfor i god tilstand.

En oversigt over status for alle monitorerede komponenter i fødenettet i Nordsøen kan ses i figur 6.1.



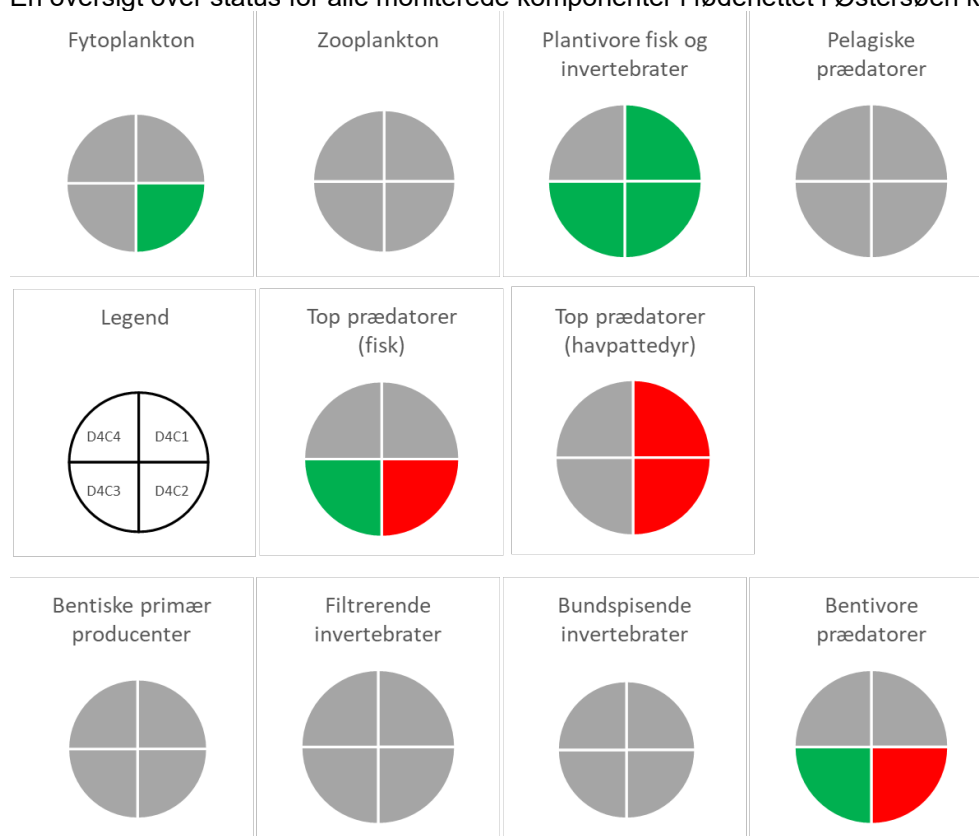
**Figur 6.1. Samlet status for fødenetsindikatorer i Nordsøen. Grøn: GES, Rød: Ikke GES, grå: kan ikke vurderes.**

I Østersøen kan der kun analyseres en enkelt fiske komponent, små pelagiske (planktivore) fisk (indeholdende sild og brisling), og for denne komponent er diversiteten i god tilstand. Diversiteten af havpattedyr vurderes til at være 'ikke god' i Østersøen grundet det lave antal marsvin i dette område. For bunddyr viser langt størstedelen af habitattyperne enten ingen ændring eller et signifikant fald i diversitet. På grund af den korte tidsserie kan det ikke vurderes om diversiteten er i god tilstand. Diversiteten af fytoplankton er ikke signifikant ændret i denne eller forrige vurderingsperiode. Siden år 2000 har der dog været et signifikant fald i diversiteten i Østersøen.

I Østersøen er de planktivore pelagiske fisk i god tilstand mens piscivore og bentiske fisk er derfor ikke i god tilstand. Da der både er fødenetskomponenter som er usædvanligt høje og fødenetskomponenter der er usædvanligt lave er balancen mellem fødenetskomponenter indenfor normalområdet for Østersøen. Biomassen er ikke vurderet imod grænseværdier for de øvrige fødenets grupper.

Størrelsesfordelingerne i Østersøen viser tendens til at der er færre større fisk i grupperne pelagisk, bentiske og piscivore bentiske fisk de sidste 30 år. Der er dog variation mellem fiskegrupper og årene og størrelsesfordelingen er fortsat indenfor normalområdet for alle fødenetskomponenter.

En oversigt over status for alle monitorerede komponenter i fødenettet i Østersøen kan ses i figur 6.2.



**Figur 6.2. Samlet status for fødenetsindikatorer i Østersøen. Grøn: GES, Rød: Ikke GES, grå: kan ikke vurderes.**

Der er ikke vedtaget referenceniveauer for D4C1, D4C2 og D4C3, så resultaterne præsenteret her kan betragtes kun som vejledende.

## 7. Manglende viden for fisk og bunddyr

### 7.1 Fisk

Data for fisk er kun tilgængelige for bestande, der har en bestandsvurdering, og indeholder derfor ikke alle arter med høj biomasse. Eksempler på arter der ikke er medtaget er grå knurhane og ising. En anden måde at undersøge diversitets og evenness sammensætningen er at undersøge artssammensætningen i videnskabelige togter. Det er dog ikke muligt for andre arter end dem der medtaget her at skalere biomasserne til absolutte tal, da forskellige arter vil have en forskellige fangstkoefficient fra det videnskabelige togt. Der mangler især data for bentivore fisk (se Tabel 1), hvor f.eks. ising, rød-tunge, knurhaner og rokker mangler estimerer på biomasse.

Inddelingen i fødenetskomponents baseret på en videnskabelig metode kan gentages i fremtiden, hvis der bliver lavet bestandsvurdering på nye arter. Mange af arterne ændrer imidlertid adfærd i løbet af deres livshistorie, og kan tilmed i løbet af en sæson både være pelagiske og bentiske.

Der er usikkerhed omkring biomassen af arter, der kun opholder sig i Nordsøen i en del af året (knurhane, hestemakrel og makrel). Her er brugt en konstant procentdel for hestemakrel, og en estimeret procentdel per alder for makrel. Disse data er ikke opdateret af ICES siden 2017.

Resultater taget fra bestandsvurderinger er generelt det bedste mulige estimat af biomassen af fisk i havet. Hver enkelt bestand er dog genstand for forskellige modelantagelser, der kan have afgørende betydning for udviklingen af biomassen. Bestandsvurderingsmodellerne tager ikke højde for den rummelige udbredelse af arterne, og ændringer deri er ikke medtaget i denne analyse.

Et generelt problem med at bruge surveys til at vurdere størrelsesfordelingen er at forskellige arter og størrelser har forskellig fangbarhed. Fangbarheden kan estimeres ved at sammenligne biomasse i videnskabelige togter med bestandsvurderinger, men disse er ikke tilgængelige for alle arter. Sammenligningerne foretaget her er lavet uden at justere for fangbarhed og da fangbarheden af større fisk er større end for mindre fisk må værdierne forventes at være højere end hvis alle fisk kunne observeres.

Den absolutte værdi af biomassen kan have stor betydning for beregningen af de indikatorer præsenteret her, da den bliver brugt til vægtningen af TyL, og også er implicit inkluderet i størrelsesspektret. F.eks. kan man forestille sig at antallet af store fisk bliver på samme niveau, men at der kommer mange nye små fisk til – det vil resultere i et fald i begge indikatorer, på trods af den totale biomasser fortsat er den samme.

### 7.2 Bunddyr

Haps-prøver dækker hvert et relativt lille område af havbunden (0,0143 m<sup>2</sup>), og fanger ikke større makrofauna og megafauna, såsom krabber, søstjerner og store skaldyr repræsentativt. Van Veen-grabber dækker et større område og giver en bedre repræsentation af store invertebrater men i NOVANA-overvågningsprogrammet anvendes disse kun på et begrænset antal prøveudtagningsstationer, hvor haps ikke kan bruges, eller hvor der historisk har været brugt Van Veen-grabber. En mulighed for at supplere med biomassetætheder og samlede biomasseestimerer for de større bunddyr er at undersøge fangster af invertebrater i videnskabelige bundtrawlundersøgelser. Selvom disse undersøgelser er rettet mod fisk, fanges og registreres bentiske invertebrater regelmæssigt.

Biomassetætheder og totale biomasseestimerer kan påvirkes af forskelle i antallet af prøver og antallet af individer, der udtages. Dette kan påvirke vurderingsresultaterne, når der er stor forskel mellem

antallet af prøver pr. vurderingsperiode og antallet af udtaget individer. Fremtidige vurderinger af bør forsøge at standardisere for disse effekter.

Der er i øjeblikket ingen grænseværdi for biomasseniveauet for benthos, hvorfra god tilstand kan defineres. Det er uvist, hvad niveauet af biomasse skal være i forhold til andre komponenter i fødenettet. En grænseværdi for god tilstand baseret på historiske data er vanskelig at sætte på grund af mangel på lange tidsserier af bundfauna og manglende hensyn til at ændringer i miljøforhold kan have påvirket bundfaunasamfund. Der kan potentielt sættes tærskelværdier baseret på statistisk modellering af eksisterende data, der tager højde for både belastning fra flere kilder og miljøændringer.

## 8. Referencer

- Andersen, K. H., & Pedersen, M. (2010). Damped trophic cascades driven by fishing in model marine ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1682), 795–802. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1512>
- Andersen, K. H., Jacobsen, N. S., & Denderen, P. D. Van. (2019). Limited impact of big fish mothers for population replenishment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 349(September 2018), 347–349. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2018-0354>
- Barneche, D. R., Ross Robertson, D., White, C. R., & Marshall, D. J. (2018). Fish reproductive-energy output increases disproportionately with body size. *Science*, 360(6389), 642–645. <https://doi.org/10.1126/science.aao6868>
- Barnett, L. A. K., Branch, T. A., Ranasinghe, R. A., & Essington, T. E. (2017). Old-Growth Fishes Become Scarce under Fishing. *Current Biology*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.07.069>
- Berg, C. W., Nielsen, A., & Kristensen, K. (2014). Evaluation of alternative age-based methods for estimating relative abundance from survey data in relation to assessment models. *Fisheries Research*, 151, 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.10.005>
- Bianchi, G., Gislason, H., Graham, K., Hill, L., Jin, X., Koranteng, K., Paya, I., Sainsbury, K., Sanchez, F., & Zwanenburg, K. (2000). Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. 1961, 558–571. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0727>
- Bolam, S.G., Garcia, C., Eggleton, J., Kenny, A.J., Buhl-Mortensen, L., Gonzalez-Mirelis, G., van Kooten, T., Dinesen, G., Hansen, J., Hiddink, J.G. and Sciberras, M., 2017. Differences in biological traits composition of benthic assemblages between unimpacted habitats. *Marine Environmental Research*, 126, pp.1-13.
- Edwards, A. M., Robinson, J. P. W., Plank, M. J., Baum, J. K., & Blanchard, J. L. (2016). Testing and recommending methods for fitting size spectra to data. *Methods in Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12641>
- Froese, R., & Pauly, D. (2013). FishBase.
- ICES. (2021). Working Group on Multispecies Assessment Methods (WGSAM). International Council for the Exploration of the Sea (ICES).
- ICES. (2022). Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). *ICES Scientific Reports*, 4:73(73), 922 pp.
- Jakobsen, H, Sveegaard, S, Galatius, A og Jensen, F.H. 2023. Vurdering af tilstanden i de danske havområder for elementer under Havstrategiens deskriptor 1, kriterie 6 pelagiske habitater) og deskriptor 4 (fødenet;plankton og havpattedyr). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 59 s. - Teknisk rapport nr. 283
- Mackinson, S., & Daskalov, G. (2007). An ecosystem model of the Nordsøen to support an ecosystem approach to fisheries management: description and parameterisation. 142, 142. <file:///C:/My Documents/Others/CV/Publications/Mackinson2008.pdf>
- Thompson, M. S. A., Pontalier, H., Spence, M. A., Pinnegar, J. K., Greenstreet, S. P. R., Moriarty, M., Hélaouët, P., & Lynam, C. P. (2020). A feeding fødenetskomponent indicator to assess environmental change impacts on marine ecosystem structure and functioning. *Journal of Applied Ecology*, 0–2. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13662>
- Thompson, M. S. A., Pontalier, H., Spence, M. A., Pinnegar, J. K., Greenstreet, S. P. R., Moriarty, M., Hélaouët, P., & Lynam, C. P. (2020). A feeding guild indicator to assess environmental change

impacts on marine ecosystem structure and functioning. *Journal of Applied Ecology*, 0–2.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13662>

Thompson, M. S. A., Pontalier, H., Spence, M. A., Pinnegar, J. K., Greenstreet, S. P. R., Moriarty, M., Hélaouët, P., & Lynam, C. P. (2020). A feeding guild indicator to assess environmental change impacts on marine ecosystem structure and functioning. *Journal of Applied Ecology*, 0–2.  
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13662>

Vasquez Mickael, Allen Harriet, Manca Eleonora, Castle Lewis, Lillis Helen, Agnesi Sabrina, Al Hamdani Zyad, Annunziatellis Aldo, Askew Natalie, Bekkby Trine, Bentes Luis, Doncheva Valentina, Drakopoulou Vivi, Duncan Graeme, Gonçalves Jorge, Inghilesi Roberto, Laamanen Leena, Loukaidi Valia, Martin Simon, McGrath Fergal, Mo Giulia, Monteiro Pedro, Muresan Mihaela, Nikilova Christina, O'Keeffe Eimear, Pesch Roland, Pinder Jordan, Populus Jacques, Ridgeway Amy, Sakellariou Dimitris, Teaca Adrian, Tempera Fernando, Todorova Valentina, Tunesi Leonardo, Virtanen Elina (2021). EUSeaMap 2021. A European broad-scale seabed habitat map. D1.13 EASME/EMFF/2018/1.3.1.8/Lot2/SI2.810241– EMODnet Thematic Lot n° 2 – Seabed Habitats EUSeaMap 2021 - Technical Report. <https://doi.org/10.13155/83528>





Danmarks  
Tekniske  
Universitet

DTU Aqua  
Henrik Dams Allé  
2800 Kongens Lyngby

[www.aqua.dtu.dk](http://www.aqua.dtu.dk)