

September 2009

ANHOLT HAVMØLLEPARK
Kortlægning af fiskearter/-bestande
samt effektvurdering ved anlæggelse af
Anholt Havmøllepark



Krog Consult ApS

Skæringvej 100

DK - 8520 Lystrup

ck@krogconsult.dk



Carsten Krog og Jonathan Carl:

Kortlægning af fiskearter/-bestande samt effektvurdering ved etablering af Anholt Havmøllepark

Indholdsfortegnelse

0. Sammenfatning.....	3
1. Indledning.....	4
2. Fiskefauna og habitater i undersøgelsesområdet	4
Vanddybder	5
Strøm.....	6
Bundforhold	6
Bundfauna-fødegrundlag.....	7
Oplysninger fra fiskere	7
Andre fiskeundersøgelse	7
Gydesæson og skøn over gydeaktivitet i undersøgelsesområdet	8
3. Undersøgelse af fiskefaunaen i undersøgelsesområdet	9
Metode	9
Redskaberne	10
Stationer og antal sætninger.....	11
Databehandling.....	12
3.1. Resultater af fiskeundersøgelsen.....	12
Antal arter.....	13
Oversigt over fangster.....	14
De enkelte arter.....	16
3.2. Sammenfattende bemærkninger til fiskeundersøgelsen.....	30
4. Effekten af anlæggelse og drift af havmølleparken på fisk og fiskebestande	32
4.1. Støj og vibrationer.....	32
Støj i anlægsfasen	34
Støj i driftsfasen.....	35
4.2. Sedimentspild	36

4.3. Elektromagnetiske felter	37
4.4. Rev-effekt.....	39
4.5. Afviklingsfasen	40
Støj og vibrationer	40
Forstyrrelse af havbunden og sedimentpild.....	40
Fjernelse af hård substrat.....	40
4.6. Kumulative effekter	41
4.7. Sammenfattende effektvurdering	41
Midlertidige effekter	41
Permanente effekter	42
4.8. “Summary of assessments and significance rating of data”.....	43
5. Referencer	46

0. Sammenfatning

Etableringen af en havmøllepark i farvandet mellem Anholt og Djursland indebærer både i anlægs- og driftsfasen en potentiel effekt på fiskebestandene i området.

Som en del af grundlaget for at kunne vurdere denne effekt er den nuværende fiskefauna blevet undersøgt ved brug af biologiske oversigtsgarn og ruser samt kommercielle toggegarn. Undersøgelsen har været rettet mod forekomsten af fisk der lever på eller nær bunden og har dokumenteret, at der i farvandet er en relativ stor forekomst af fladfisk, primært ising, tunge og rødspætte. De nævnte arter blev fanget på alle 20 stationer inden for forundersøgelingsområdet. Herudover blev der fanget 14 andre arter, hvoraf dog kun 3 arter (alm. ulk, alm. fjæsing og hvilling) blev fanget i større antal og med en vid udbredelse. Ud fra en kommerciel synsvinkel er især den relativt store forekomst af tunge interessant og undersøgelsen dokumenterer, at der er tale om et vigtigt opvækstområde for denne art.

I anlægsfasen vil påvirkningen bestå i støj fra grave- og nedspulingsaktiviteter og fra nedramning af monopæle samt i forøgede mængder suspenderet materiale og øget sedimentation. Disse påvirkninger vil være af midlertidig karakter og vil kun helt tæt på arbejdsområdet kunne have en væsentlig negativ effekt på fisk. Dog vil aktiviteter i gydeperioderne for fisk kunne have en potentiel, men dårligt dokumenteret effekt i større afstand fra møllerne, dels ved at kunne virke forstyrrende på migrationsruter, og dels ved at kunne forstyrre og ændre gydehabitater for arter med benthiske fiskeæg, herunder arter med yngelpleje pga. forøget sedimentering.

I driftsfasen vil der kunne være en effekt som følge af dels støj fra møllerne og fra øget/ændret skibstrafik (servicefartøjer), og dels fra etableringen af elektromagnetiske felter omkring kablerne. Ingen af disse effekter vurderes som værende af væsentlig betydning for fiskebestandene. Støjen fra møllerne vil være så konstant og diffus at den dels vil være relativ let at skelne fra lyden fra andre fisk/dyr, og dels fordi det må antages at der vil ske en tilvænning hertil. De elektromagnetiske felter over kabler der er nedgravet i havbunden vil kun være detektérbare for særligt følsomme fiskearter inden for ganske kort afstand (få meter), men konklusive resultater om at det kan have indflydelse på deres migration/bevægelse mangler.

Introduktion af nye habitater i form af møllefundamenter, såkaldt rev-effekt, med en samtidig reduktion af arealet med den naturlige bundtype vil medføre en større artsdiversitet i området. Set i lyset af møllefundamenternes ringe areal sammenlignet med det samlede mølleområdes vil effekten heraf (positiv/negativ) være meget beskedent.

1. Indledning

I forbindelse med projektering af en 400 MW havmøllepark mellem Anholt og Djursland skal der foretages en vurdering af projektets virkning på miljøet (VVM). Som et led i dette arbejde skal det vurderes, hvorvidt etablering af havmølleparken vil medføre midlertidige eller permanente ændringer i områdets fiskefauna. Nærværende rapport udgør en del af grundlaget for VVM-redegørelsen.

Etableringen af en havmøllepark i farvandet mellem Anholt og Djursland indebærer både i anlægs- og driftsfasen en potentiel effekt på fiskebestandene i området.

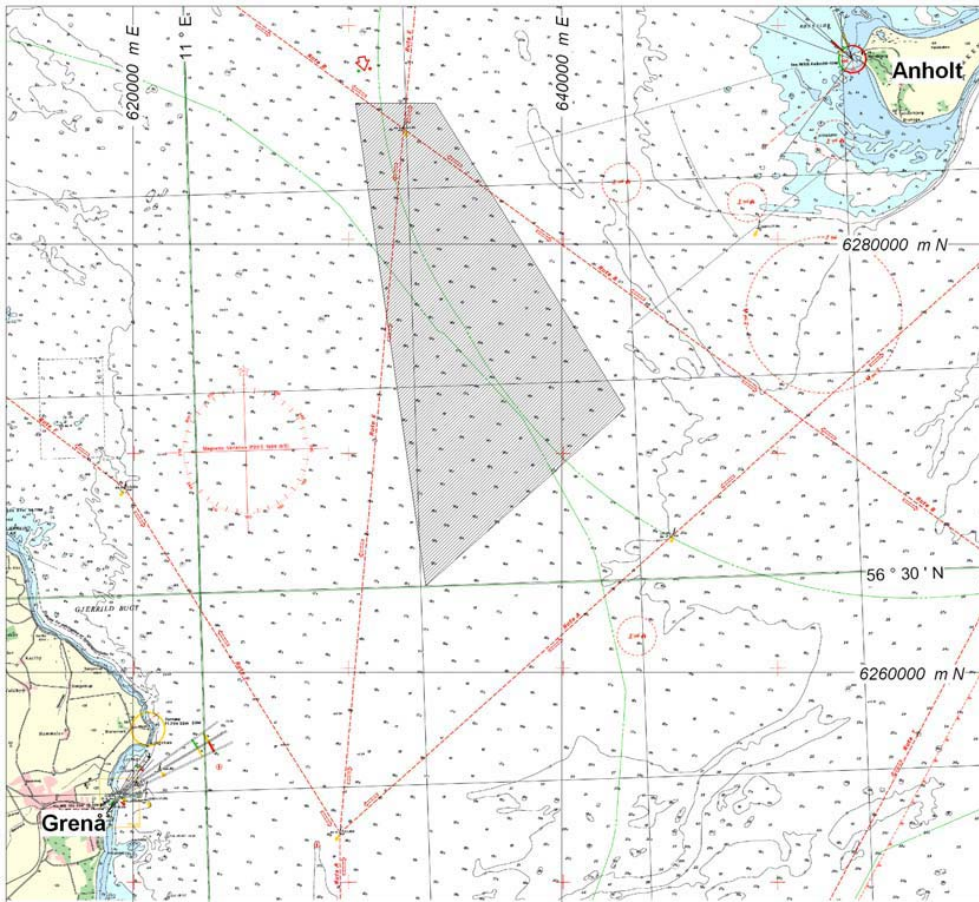
Som baggrund for at kunne gennemføre en vurdering af disse effekter er der gennemført en undersøgelse af fiskefaunaen i undersøgelsesområdet for den kommende havmøllepark. Resultaterne herfra kombineret med viden fra andre undersøgelser i det relevante farvand og erfaringer fra andre havmølleparker udgør det samlede grundlag for vurderingen af hvilke konsekvenser anlæggelsen af havmølleparken vil have for fiskebestandene i området.

De fiskerimæssige interesser i området er beskrevet i en særskilt rapport /9/.

2. Fiskefauna og habitater i undersøgelsesområdet

I forbindelse med det udredningsarbejde der gennemføres som grundlag for den samlede VVM redegørelse for Anholt Havmølleparken fremkommer der en mængde nye oplysninger om habitatet i forundersøgelsesområdet (strømforhold, bundfauna, vegetation osv.) som vil give en bedre indsigt i de for fiskebestandene væsentlige miljøparametre. Foreløbige resultater fra disse undersøgelser er søgt indarbejdet i nedenstående habitatbeskrivelse.

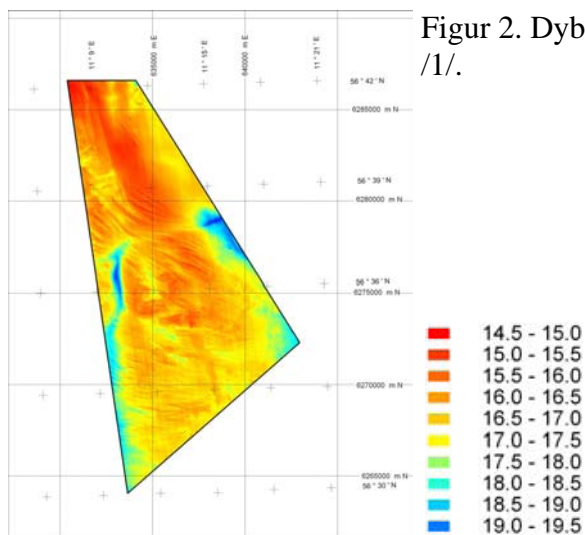
Undersøgelsesarealets placering og udstrækning fremgår af figur 1.



Figur 1. Undersøgsesarealet for Anholt Havmølleparken i alt 144 km².

Vanddybder

Generelt er vanddybden i størstedelen af undersøgelsesområdet forholdsvis ensartet og varierer mellem 14,5-20,5 meter /1/. I forbindelse med projektet er der gennemført en detaljeret kortlægning af bundforholdene ved brug af ”multibeam echo sounder” (se figur 2). Kortlægningen viser, at havbunden i den nordlige del er relativt jævn med vanddybder mellem 14,5 og 17,5 meter, mens der i den sydlige del langs med den vestlige afgrænsning ses en smal rende med vanddybder mellem 17,5 og 19,5 meter, i den østlige del ses en tilsvarende struktur /1/.



Figur 2. Dybdeforhold inden for undersøgelsesområdet /1/.

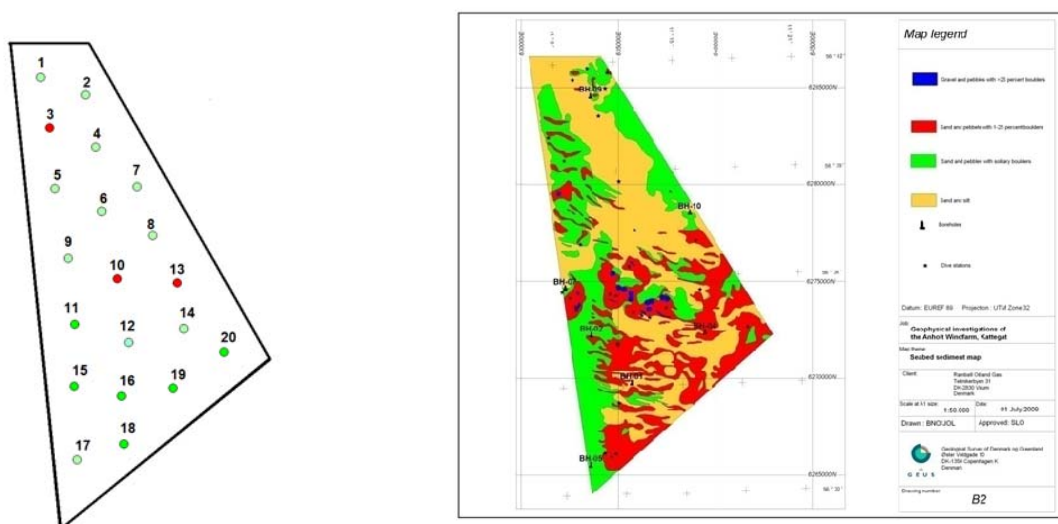
Strøm

Strømmen i hele forundersøgellesområdet er af samme størrelsesorden med en gennemsnitlig hastighed på op til 0,5 m/s i de enkelte målepunkter /2/.

Bundforhold

Eksisterende viden om bundforhold i undersøgellesområdet tyder på at bunden hovedsagligt består af 4 dominerende substrater /1/: a) Grus med sand hvori der er dækning med store sten fra 25 og op til 100% i den centrale del, b) Sand med grus og småsten hvori der er spredt forekomst af store sten fra 1-25% i hovedsagelig det central og sydlige del, c) Sand med lidt blød bund (silt), grus og småsten hvori forekomsten af store sten er < 1% findes spredt overalt i forundersøgellesområdet, og d) Sand med blød bund, grus og spredt forekomst af småsten spredt overalt i forundersøgellesområdet.

I forbindelse med den i afsnit 3 beskrevne fiskeundersøgelser er der foretaget en vurdering af bundforholdene på 20 stationer – resultaterne herfra er til sammenligning ligeledes vist i figur 3. Som det fremgår er der ikke et fuldstændigt sammenfald men fiskeundersøgelsen bekræfter de meget varierende bundforhold i området.



Figur 3. Klassificering af havbunden i undersøgellesområdet – vurdering af bundforhold på de enkelte stationer i fiskeundersøgelse (venstre kort) og klassificering efter undersøgelse udført af DHI (højre kort). Havbunden er klassificeret i 3 kategorier i fiskeundersøgelse: Stenede områder (rød), overvejende grus/småsten (mørk grøn), overvejende sand (lys grøn) og klassificeret i 4 kategorier af DHI: Grus/småsten (blå), sand og småsten med 1-25% lidt større sten (rød), næsten kun sand og småsten med enkelte større sten (grøn), sand og mudder (gul) /2/.

I forbindelse med en detaljeret kortlægning af bundfaunaen er sedimentets kornstørrelse på 80 stationer inden for undersøgellesområdet blevet registreret /3/. På hovedparten af stationerne består sedimentet af sand af medium grovthed (0,25-0,50 mm). Der blev ikke registreret sediment med silt/ler (kornstørrelser <0,063 mm). Indholdet af organisk materiale i sedimentet var på langt hovedparten af stationerne relativt lavt.

Bundfauna - fødegrundlag

I henhold til data fra en NOVANA overvågningsstation (#150) i den sydøstlige del af området, domineres biomassen af muslinger og snegle og i mindre grad af børsteorme og pighuder /4/. Tidligere overvågningsundersøgelser i denne del af Kattegat har vist, at biomassen af muslinger er betydeligt højere på vanddybder mellem 10 og 15 meter end på større dybder /4/. I forbindelse med projektet er der gennemført en detaljeret undersøgelse af bundfaunaen på 80 stationer inden for forundersøgellesområdet /3/. Resultaterne viser, at børsteorme og krebsdyr er de arts- og antalsmæssigt dominerende bunddyr, mens muslinger er den dominerende gruppe målt som biomasse /3/. Nogle af de meste dominerende børsteorme- og krebsdyrarter (børsteorme; *Scolopelos armiger* og krebsdyr: *Bathyporeia elegans*) er kendt for at være vigtige fødekilder for mange forskellige fiskearter, bl.a. fladfisk /5/, /6/, /7/ og /8/. Ligeledes er der en talrig forekomst af mindre muslinger (<10mm) som også udgør en god fødekilder for diverse fiskearter (se afsnit om de enkelte arter). Den generelle pletvise og spredte forekomst af de forskellige habitater med tilhørende bundfaunasamfund inden for hele undersøgellesområdet /3/ betyder at fødetilgængeligheden (afstand til føde/arter/størrelser) må karakteriseres som relativt ensartet i hele området.

Oplysninger fra fiskere

Fiskeriet i undersøgellesområdet er beskrevet i delrapporten ”Kortlægning af fiskeriet samt vurdering af de fiskerimæssige konsekvenser ved etablering af Anholt Havmøllepark” /9/. Herfra skal blot nævnes at både fiskeriet med snurrevod, garn og trawl er målrettet mod fangst af fladfisk – primært tunge (*Solea solea*) og rødspætte (*Pleuronectes platessa*) med skrubbe (*Platichthys flesus*) og ising (*Limanda limanda*) som væsentlig bifangst. Det er også disse arter fiskerne nævner som de mest talrige i området. I visse år kan der om foråret forekomme et relativt stort antal stenbider (*Cyclopterus lumpus*) i farvandet mellem Anholt og Djursland, især i området uden for den nordlige og vestlige afgrænsning af undersøgellesområde. Antallet af almindelig fjæsing (*Trachinus draco*) kan også være højt i området, og periodisk har der været gennemført et målrettet fiskeri efter denne art, især i den østlige del af undersøgellesområdet (i et område af fiskerne benævnt ”Potterenden”). Også pelagiske fiskearter, især sild (*Clupea harengus*) og brisling (*Sprattus sprattus*), forekommer i området, dog tilsyneladende ikke i så store mængder, at der er grundlag for et væsentligt, målrettet fiskeri herefter.

For 10-20 år siden var der en væsentlig forekomst af torsk (*Gadus morhua*) i forundersøgellesområdet - især i de områder hvor stenbund dominerer. I de senere år har bestanden af torsk været så ringe, at den ikke længere udgør noget grundlag for et målrettet fiskeri.

Andre fiskeundersøgelser

Danske og til dels svenske fiskeriforskningsinstitutioner har igennem mange år gennemført dels rutinemæssige surveys og dels særlige fiskeundersøgelser i Kattegat. DTU Aqua har således i samarbejde med fiskerne gennemført en særlig undersøgelse målrettet mod tungebestanden /10/, som er af særlig betydning for det kommercielle fiskeri, enkelte af stationerne i denne undersøgelse ligger relativt tæt på undersøgellesområdet men dog ikke inden for afgrænsningen af det relativt lille område. Resultater fra disse stationer viser forholdsvis ens CPUE (fangst per indsats) -

værdier for tunge (mellem 5-50 individer per trawltid) som ikke afviger væsentligt fra resultaterne fra hovedparten af de øvrige stationer i den sydlige del af Kattegat.

Gydesæson og skøn over gydeaktivitet i forundersøgelingsområdet

I tabel 1 præsenteres gydesæsonen for alle de arter der er registreret i undersøgelingsområdet (se kapitel 3), ligesom det er angivet hvorvidt gydningen foregår pelagisk eller på/nær bunden.

Hovedparten af de fiskearter der blev registreret i undersøgelingsområdet gyder deres æg i de frie vandmasser, dvs. at deres æg og larver mere eller mindre passivt føres rundt af havstrømmen. Bortset fra fladfiskearterne gyder de fleste bundlevende fisk deres æg nær/på vegetation og hårdbundssubstrater, flere har desuden udviklet decideret yngpleje, hvor en eller begge forældre bevogter æggene.

De fleste arter gyder inden for en periode på 3-4 måneder i årets første halvdel (januar-juni), enkelte arter gyder over en betydeligt længere periode (hvilling og nogle fladfiskearter). Arter som sild og tobis gyder oppe i vandet, men de befrugtede æg klæber sig til bundsubstrat o.a.

Tabel 1. Oversigt over gydesæson og gydningens lokalisering for de arter der er registreret i undersøgelingsområdet

Arter	Gydningstidspunkt												Pelagisk	På bunden	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec			
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)														X	
Tunge (<i>Solea solea</i>)														X	
Ising (<i>Limanda limanda</i>)														X	
Håising (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)														X	
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)														X	
Slethvarre (<i>Scophthalmus rhombus</i>)														X	
Rødtunge (<i>Microstomus kitt</i>)														X	
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)														X	
Hvilling (<i>Merlangius merlangus</i>)														X	
Fjæsing (<i>Trachinus draco</i>)														X	
Almindelig Ulk (<i>Myoxocephalus scorpius</i>)															X
Panserulk (<i>Agonus cataphractus</i>)															X
Fløjfisk (<i>Callionymus lyra</i>)														X	
Tangspræl (<i>Pholis gunnellus</i>)															X
Stenbider (<i>Cycloperus lumpus</i>)															X
Sortkutling (<i>Gobius niger</i>)															X
Sild (<i>Clupea harengus</i>)															X

Arter med benthiske fiskeæg, og eventuelt også med yngpleje har specifikke krav til gydlokaliteten. Arter med pelagiske æg har mindre veldefinerede gydeområder, men kan gå i leg mange steder, hvor de er udbredt og hvor forholdene er passende.

Rødspætte og Ising gyder spredt, men særligt koncentreret nord for Læsø og i den østlige del af Kattegat /11/. Tungen gyder kystnært og i den centrale og sydlige del af Kattegat, herunder i kystområderne vest for undersøgelingsområdet.

Sandsynligvis gyder en del af de mere stationære fiskearter (fjæsing, fløjfisk, almindelig ulk, panserulk, tangspræl og sortkutling) i undersøgelingsområdet, hvor æggene er enten

pelagiske og transporteres rundt med strømmen, eller afsættes på bunden og klækkes lokalt (se tabel 1).

Torsken gyder primært i de dybere dele af Kattegat /11/, nyere undersøgelser har påvist en særlig intensiv gydning på 2 lokaliteter i den sydøstlige del af Kattegat /12/. Hvilling gyder hovedsagligt i dele af Nordsøen /11/, hvorefter deres larver og yngel driver med strømmen til områder i Kattegat hvor de vokser op.

Sildens æg gydes i de frie vandmasser, hvorefter de hurtigt klæber til sten, makroalger og andre faste genstande. Sild i de indre danske farvande har spredte forårsgydepladser i fjordene, samt spredt rundt omkring i de kystnære farvande /11/.

Stenbider ankommer tidligt på året til de danske farvande og gyder i løbet af det tidlige forår på lavt vand. Fiskeriet af kulsøer (hun-stenbider) på vej til gydepladserne er i visse år af betydning for erhvervsfiskeriet./9/.

3. Undersøgelse af fiskefaunaen undersøgelsesområdet

Undersøgelsen blev udført over 4 dage inden for perioden 19.-22. april 2009 ved chartring af et kommercielt garnfartøj (RS33 "Louise Fusager", 10 BT, loa 9,76 m) – se foto (figur 2). Fartøjets ejer fiskeskipper Allan Monrad bistod ved gennemførelsen af fiskeriet. Inden igangsætning var der indhentet forsøgsfiskeritilladelse fra Fiskeridirektoratet



Figur 2. Garnfartøjet RS33, der blev anvendt ved gennemførelsen af forsøgsfiskeriet fotograferet i Bønnerup Havn.

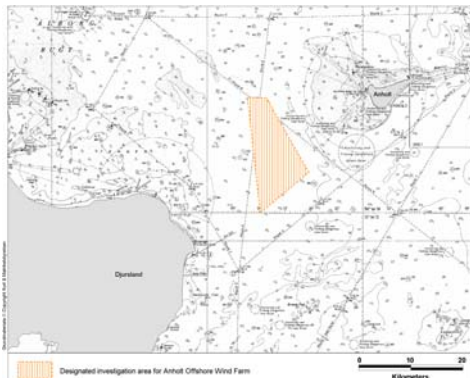
Metode

Fiskeundersøgelsen er gennemført i overensstemmelse med retningslinierne i "Teknisk anvisning for marin overvågning - Fiskeundersøgelser i kystnære marine områder /13/. De anbefalede antal sætninger af garn og ruser er normalt 40, hvor det vurderes, at dette antal sætninger er nødvendigt for at opnå en registrering af ca. 90% af de på undersøgelsestidspunktet tilstedeværende fiskearter /14/. Forundersøgelsesområdet er karakteriseret ved relativt ensartede dybdeforhold og jævnt fordelte, blandede bundtyper. Herudfra, sammenholdt med områdets begrænsede størrelse, blev det vurderet at 20 stationer i undersøgelsesområdet med et samlet antal sætninger på 20, hver bestående af 2 oversigtsgarn og et toggegarn, ville være tilstrækkeligt til en kvalitativ beskrivelse af fiskesamfundet. Eftersom anvendelsen af ruser uden for de kystnære områder udgør en relativt uprøvet metode, som desuden kan være behæftet

med metodiske problemer (DTU-Aqua pers. comm), er det her valgt at begrænse denne del af undersøgelsen til 10 stationer/sætninger.

Det er vigtigt at understrege, at undersøgelsen er målrettet mod bundlevende fiskearter – pelagiske fiskearter (eksempelvis sild og brisling) vil kun undtagelsesvis blive fanget i de anvendte redskaber.

Figur 3 viser placering af undersøgelsesområdet på 144 km² inden for hvilket fiskeundersøgelsen er gennemført.

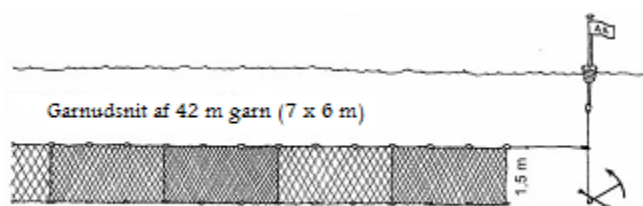


	Bredegrader		Længdegrader	
	deg.	dec. min.	deg.	dec. min.
1	56	42,23443	11	7,775153
2	56	42,1715	11	11,40185
3	56	34,30856	11	19,59753
4	56	30,03492	11	10,27496

Redskaberne

Fiskeundersøgelsen blev udført med såkaldte KFG7 oversigtsgarn (bundstående garn med forskellige maskestørrelser), yngelruser (dobbelte kasteruser) og kommercielle toggegarn (bundstående garn).

KFG7 oversigtsgarn er et gællenet bestående af 7 sektioner med forskellig maskestørrelse: 11-53,1 mm halvmaske (se figur 4), som derfor er egnet til at fange et bredt spekter af fiskestørrelser/-arter. Den enkelte maskesektion er 6 m lang og 1,5 m dyb. Maskesektionerne er fordelt tilfældigt over hele nettet, dog er rækkefølgen af sektionerne den samme i alle net – se tabel 2.



Figur 4. KFG7 oversigtsgarn

Tabel 2. KFG7-oversigtsgarn: Maskestørrelser og den rækkefølge sektionerne er monteret i.

maskesektion	1	2	3	4	5	6	7
mskstr. mm	40.9	18.6	11	53.1	24.2	14.3	31.4

Yngelruser er dobbelte kasteruser med en ruseåbning på 60 cm (se figur 5), som bruges til at indsamle mindre fisk ved bunden. De tre kalve i hver ruse har en diameter på henholdsvis 55 cm, 45 cm og 35 cm med maskevidder (halvmaske) på henholdsvis 8 mm, 8 mm og 5 mm. Raden mellem de to ruser er 8 meter lang og 55 cm høj med en

maskevidde på 18 mm. Raden er ekstra belastet i bunden for at minimere rulning i hårdt vejr.



Figur 5. Special-ruse (yngel-ruse). (Tegning: © Aqua-Bio/Lars Anker Angantyr)

Kommercielle toggegarn (maskestørrelse 62 mm halvmaske) er blevet anvendt for at få et indtryk af forekomsten af lidt større fisk. Der er udsat et toggegarn på hver af KFG7 garn - stationerne. De anvendte toggegarn er 50 meter lange og ca. 1,5 meter dybe. Det skal bemærkes, at toggegarn er mindre selektive end gællegarn og derfor fanger et bredere udsnit af fiskearter/størrelser end de enkelte sektioner af gællegarn/oversigtsgarn.

Stationer og antal sætninger

Undersøgellesområdet blev inddelt i 20 lige store felter og i midten i hvert felt blev der udpeget en station med faste koordinater (se figur 6). Undersøgelsen blev gennemført ved, at der på hver af de 4 dage blev udsat 2 oversigtsgarn + 1 toggegarn på 5 stationer. Herudover blev der på 2-3 af de 5 stationer udsat en dobbelt kasteruse.

Redskaberne blev udsat om eftermiddagen og røgtet den efterfølgende morgen. Det blev tilstræbt at redskaberne fiskede i ca. 16 timer.



St. Nr.	Bredegrader	Længdegrader	Redskaber
1	56° 41' 18	11° 09' 13	garn + ruse
2	56° 40' 53	11° 11' 14	garn
3	56° 40' 00	11° 09' 38	garn
4	56° 39' 31	11° 11' 46	garn + ruse
5	56° 38' 34	11° 09' 52	garn + ruse
6	56° 38' 01	11° 11' 59	garn
7	56° 38' 37	11° 13' 36	garn
8	56° 37' 24	11° 14' 18	garn + ruse
9	56° 36' 49	11° 10' 28	garn + ruse
10	56° 36' 18	11° 12' 42	garn
11	56° 35' 09	11° 10' 47	garn + ruse
12	56° 34' 42	11° 13' 16	garn
13	56° 36' 12	11° 15' 26	garn
14	56° 35' 03	11° 15' 46	garn + ruse
15	56° 33' 35	11° 10' 47	garn
16	56° 33' 21	11° 12' 56	garn + ruse
17	56° 31' 45	11° 10' 57	garn + ruse
18	56° 32' 08	11° 13' 04	garn
19	56° 33' 33	11° 15' 17	garn
20	56° 34' 27	11° 17' 35	garn + ruse

Figur 6. Undersøgellesområdet med angivelse af stations nummer, positioner (længde-
bredegrader) og anvendte redskaber (garn / garn+ ruse).

Undersøgelsen har således i alt omfattet 40 (20x2) røgtninger af oversigtsgarn (figur 7), 20 røgtninger af toggegarn og 10 røgtninger af dobbelte kasteruser.



Figur 7. Indhaling af oversigtsgarn med efterfølgende sortering om bord på RS33.

På hver station blev følgende noteret: Dato/tidspunkt, position (GPS), fisketid, dybde, bundforhold, vindhastighed og -retning, fiskearter, antal af hver fiskeart, længde for hvert individ nedrundet til nærmeste halve cm og den samlede vægt af hver art.

Bundforholdene (hvh. sandet bund, blandet bund (sand og grus) og hård/stenet bund) på den enkelte station blev vurderet ud fra en tolkning af ekkolodsbilleder og af materiale slæbt ind ved røgtning af redskaber.

Databehandling

Middelfangstantal og middelvægt pr. redskab (CPUE-værdier) fordelt på KFG7 garn, toggegarn og yngelruser er opgjort for hele området.

Fangst pr. indsats (CPUE = Catch Per Unit Effort) er beregnet som den gennemsnitlige fangst pr. redskab og per sætning af 2 KFG7 oversigtsgarn, 1 yngelruse og 1 toggegarn for en given art på en given station dvs. indsatsenheden er således for én nats fiskeri (ca.16 timer).

Det teoretiske antal fangbare arter blev beregnet for hele området gennem et Wallford-plot efter registrering af arterne, dvs.:

$$X_{n+1} = X_n * a + b$$

hvor X_n var antallet af arter efter den n'te indsats og a og b er konstanter, som kan fastlægges gennem lineær regression. Det teoretisk maksimale antal fangbare arter (X_{maks}) kan herefter udregnes som:

$$X_{maks.} = b / (1 - a)$$

3.1. Resultater af fiskeundersøgelsen

I tabel 3 præsenteres position, redskabsbrug samt dybde, bundtype og vindforhold på de enkelte stationer. Vanddybden på undersøgelsesstationerne varierede mellem 14,5-17m, og var generelt 1-2 meter større i den sydlige del af undersøgelsesområdet. Sandbund var den mest hyppigt observerede bundtype (11 stationer), på 6 og 3 stationer blev bunden karakteriseret som henholdsvis blandet bund (grus/småsten) og hårbund (stenbund) – se figur 3 i kapitel 2. Den blandede og hårde bund blev hovedsageligt observeret i den sydlige del af undersøgelsesområdet. Generelt kan havbunden

karakteriseres som såkaldt ”leopardbund” (forskellige typer bundtyper imellem hinanden).

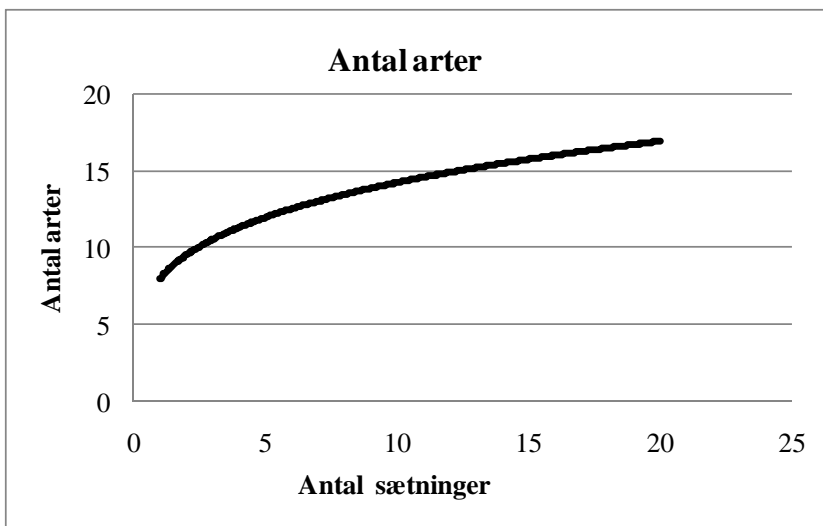
Vindhastigheden varierede mellem 2-7 m/s med skiftende retning i løbet af de 4 dage hvor fiskeriet blev foretaget (Tabel 3).

Tabel 3. Geografiske koordinater, redskabsbrug samt dybde, bundtype og vindforhold på de enkelte stationer.

St. Nr.	Bredegrader	Længdegrader	Redskaber	Dybde (m)	Bundtype	Vind m/s	Vindretning
1	56° 41' 18	11° 09' 13	garn + ruse	14,5	Sand	5	N
2	56° 40' 53	11° 11' 14	garn	15	Sand	5	N
3	56° 40' 00	11° 09' 38	garn	15	Hård	5	N
4	56° 39' 31	11° 11' 46	garn + ruse	14,3	Sand	5	N
5	56° 38' 34	11° 09' 52	garn + ruse	15,5	Sand	5	N
6	56° 38' 01	11° 11' 59	garn	14,5	Sand	7	SØ
7	56° 38' 37	11° 13' 36	garn	15,5	Sand	7	SØ
8	56° 37' 24	11° 14' 18	garn + ruse	15,5	Sand	7	SØ
9	56° 36' 49	11° 10' 28	garn + ruse	16	Sand	7	SØ
10	56° 36' 18	11° 12' 42	garn	15	Hård	7	SØ
11	56° 35' 09	11° 10' 47	garn + ruse	16	Blandet	2	skiftende
12	56° 34' 42	11° 13' 16	garn	16	Sand	2	skiftende
13	56° 36' 12	11° 15' 26	garn	15	Hård	2	skiftende
14	56° 35' 03	11° 15' 46	garn + ruse	15	Sand	2	skiftende
15	56° 33' 35	11° 10' 47	garn	16,5	Blandet	2	skiftende
16	56° 33' 21	11° 12' 56	garn + ruse	16	Blandet	7	S
17	56° 31' 45	11° 10' 57	garn + ruse	17	Sand	7	S
18	56° 32' 08	11° 13' 04	garn	16	Blandet	7	S
19	56° 33' 33	11° 15' 17	garn	16,5	Blandet	7	S
20	56° 34' 27	11° 17' 35	garn + ruse	16	Blandet	7	S

Antal arter

I alt blev der registreret 17 forskellige fiskearter i undersøgelsesområdet. Det teoretiske antal fangbare arter er beregnet til at være 20,6 arter (se figur 8) svarende til, at der er fanget 83% af de bundlevende fiskearter, som ville kunne fanges med de anvendte redskaber.



Figur 8. Udvikling i det teoretiske antal fangbare arter i undersøgelsesområde i forhold til antallet af sætninger.

Oversigt over fangster

I tabel 4 præsenteres fangster af alle arter og totalfangster fordelt på stationer og redskabstyper.

I alt blev der registreret 17 fiskearter og 2.239 individer som vejede tilsammen ca. 160 kg. Antallet af individer fanget per sætning (CPUE) i 2 KFG7 garn, i én yngelruse og i én kommercielt toggegarn var 66 fisk. Langt de fleste fisk blev fanget i KFG7 garn (CPUE - ca.106 fisk per sætning) i forhold til toggegarn (CPUE - ca. 6 fisk per sætning) og yngelruser (CPUE - langt under 1 fisk per sætning).

Tabel 4. Oversigt over totalfangst (antal og vægt) og fangst per indsats (CPUE) i undersøgelsesområdet opdelt efter art og redskabstype.

Art	Redskab											
	KFG7 garn				Toggegarn				Yngel ruse			
	arter	antal	vægt (g)	CPUE_antal	arter	antal	vægt (g)	CPUE_antal	arter	antal	vægt (g)	CPUE_antal
Rødspætte (<i>Pleuronectes platessa</i>)	X	95	12.524	4,75	X	27	7258	1,35				
Tunge (<i>Solea solea</i>)	X	235	22.232	11,75	X	13	3732	0,65				
Ising (<i>Limanda limanda</i>)	X	1.479	65.232	73,95	X	55	7259	2,75				
Håising (<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	X	25	159	1,25								
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	X	8	1.869	0,40	X	8	2058	0,40				
Slethvarre (<i>Scophthalmus rhombus</i>)	X	3	914	0,15	X	3	727	0,15				
Rødtunge (<i>Microstomus kitt</i>)	X	2	290	0,10	X	1	344	0,05				
Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	X	3	102	0,15								
Hvilling (<i>Merlangius merlangus</i>)	X	40	2.374	2,00								
Fjæsing (<i>Trachinus draco</i>)	X	111	9.874	5,55	X	1	151	0,05				
Almindelig Ulk (<i>Myoxocephalus scorpius</i>)	X	103	17.559	5,15	X	2	696	0,10	X	1	87	0,10
Panserulk (<i>Agonus cataphractus</i>)	X	7	177	0,35								
Fløjfisk (<i>Callionymus lyra</i>)	X	13	488	0,65								
Tangspræl (<i>Pholis gunnellus</i>)	X	1	31	0,05								
Stenbidler (<i>Cycloperus lumpus</i>)					X	1	3.970	0,05				
Sortkutling (<i>Gobius niger</i>)	X	1	12	0,05								
Sild (<i>Clupea harengus</i>)	X	1	69	0,05								
Total (17)	16	2.127	133.906	106,4	9	111	26.195	5,6	1	1	87	0,10

I KFG7 oversigtsgarn blev der registreret 16 arter og 2.127 individer. Fladfisk, i alt 7 arter, dominerede fangsterne med ising som den mest talrige (1.479 individer) efterfulgt af tunge (235 individer) og rødspætte (95 individer). Disse 3 arter blev registreret på alle stationer i undersøgelsesområde (figur 9). Forekomsten af håising, skrubbe, slethvarre og rødtunge var langt mindre (fra 25 til 2 individer) og de blev kun registreret på henholdsvis 10, 7, 2 og 2 stationer (figur 9).

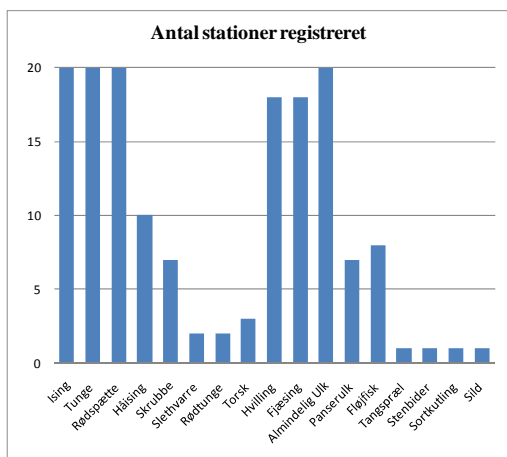
Af andre arter i KFG7 garn blev der registreret et forholdsvis stort antal almindelig ulk (103 ind.), almindelig fjæsing (111 ind.) og hvilling (40 ind.) (tabel 4.). Disse arter var ligeledes fordelt over hele undersøgelsesområdet da de blev registreret på henholdsvis 20 (ulk) og 18 (fjæsing og hvilling) stationer (figur 9).

De resterende arter blev kun fanget i få eksemplarer. Der blev således registreret i alt 13 stribet fløjfisk på 8 stationer og 7 panserulke på 7 stationer. Der blev kun fanget 3 torsk (3 stationer) og et enkelte individer af hver af arterne: sild, sortkutling og tangspræl.

I toggegarnene, som er mere effektive til fangst af større individer, herunder af arter af mere kommerciel interesse, blev der registreret 9 arter og 111 individer i de 20 sætninger (stationer) (tabel 4). Der blev registreret 6 fladfiskearter (ising, rødspætte, tunge skrubbe, slethvarre og rødtunge) og 1-2 individer af 3 andre arter (fjæsing, ulk og stenbider). Stenbider var den eneste art som udelukkende blev fanget i toggegarn.

I yngelrusen blev der kun fanget en enkelt fisk (almindelig ulk) i 10 sætninger. Det tyder på at anvendelsen af ruser, som forventet, er behæftet med metodiske problemer (står næppe stabilt pga. for ringe vægt i forhold til vanddybde/strøm) da der blev registreret flere arter bundfisk i de andre garntyper, arter som man kunne forvente også ville blive fanget i yngelruser.

Sammenfattende blev rødspætte, tunge, ising og alm. ulk fundet på alle stationer, hvilling og fjæsing på 18 stationer, håising på 10 stationer, fløjfisk på 8 stationer, skrubbe og panserulke på 7 stationer og de resterende arter på 1-3 stationer (figur 9).



Figur 9. Antal stationer, hvor de enkelte arter blev registreret.

De enkelte arter

Nedenfor er der for hver af de registrerede arter beskrevet følgende: Antal registreret på de enkelte stationer, længdefordelinger, middellængde, middelvægt og gennemsnitlig fangst (CPUE). Beskrivelsen er opdelt på fangster gjort i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Endvidere er der givet en kortfattet beskrivelse af de enkelte arters biologi og forekomst. Disse beskrivelser er en opsummering af oplysninger fra opslagsbøger om havfisk og den marine fauna /5/, /6/, /7/ og /8/.

Fladfiskearter

Der blev registreret 7 fladfiskearter i undersøgelsesområdet og især ising, men også tunge og rødspætte forekom i relativt stort antal. Det er også disse 3 arter som dominerer fangsterne i det kommercielle fiskeri (se rapporten om kortlægning af fiskeriet /9/).

Ising (*Limanda limanda*)

Der blev i alt fanget 1.479 individer ising og arten er således den hyppigst forekommende art i hele undersøgelsen. Størrelsen varierede mellem 10 og 30 cm – i toggegarnene mellem 20 og 30 cm. Middellængden var 16,7 cm og 24,2 cm i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn (figur 10 og tabel 5).

Selvom ising blev registreret på alle stationer var der dog en tendens til, at den gennemsnitlige fangst var lidt højere i den nordlige del af området (figur 10).

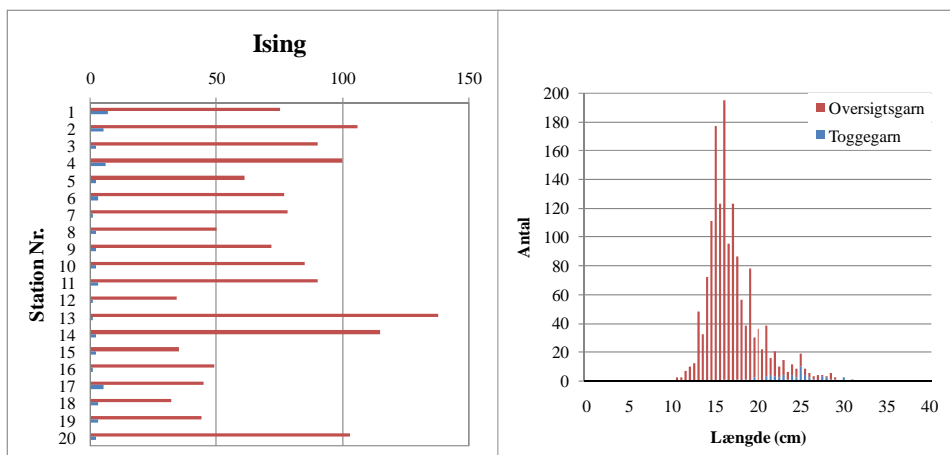


Fig. 10. Antal ising registreret på hver station og deres længdefordelinger i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 5. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) for ising i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Ising	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	1479	16,7	44,1	74
Toggegarn	55	24,2	132	2,8

Ising er meget almindelig i alle danske farvande, hvor den især er knyttet til sand- og blødbunds habitater primært på dybder fra 5-70 meter. Isingen er generelt en stationær fisk, der gyder i hele dens udbredelsesområde. Væksten er langsom, og de er derfor relativt små når de bliver kønsmodne i en alder af 2-3 år (fra 12cm). Gydningsperioden foregår inden for perioden januar-juni. Længdefordelingen af ising i undersøgelsesområdet indikerer at der er flere årgange repræsenteret i bestanden (figur 10). Området er sandsynligvis også et opvækstområde for ising da deres yngel forbliver i det forholdsvis dybe vand i modsætning til yngel af flere andre fladfiskearter, der primært har opvækstområder inde på det lave vand. Ising lever primært af diverse bunddyr (børsteorme, krebsdyr, tyndskallet muslinger og små fisk) og er i et vist omfang fødekonzurrent med rødspætten, der dog i højere grad lever af muslinger som den med sine kraftigere tænder nemmere kan knuse.

Tunge (Solea solea)

Tungen blev registreret på alle stationer og var den hyppigst forekommende art efter ising. Antallet varierede mellem 2 og 29 individer pr. station med en gennemsnitlig fangst i oversigtsgarn på 11,8 og i toggegarn på 0,7. Middellængden var 21 og 31,4 cm i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn (figur 11 og tabel 6.).

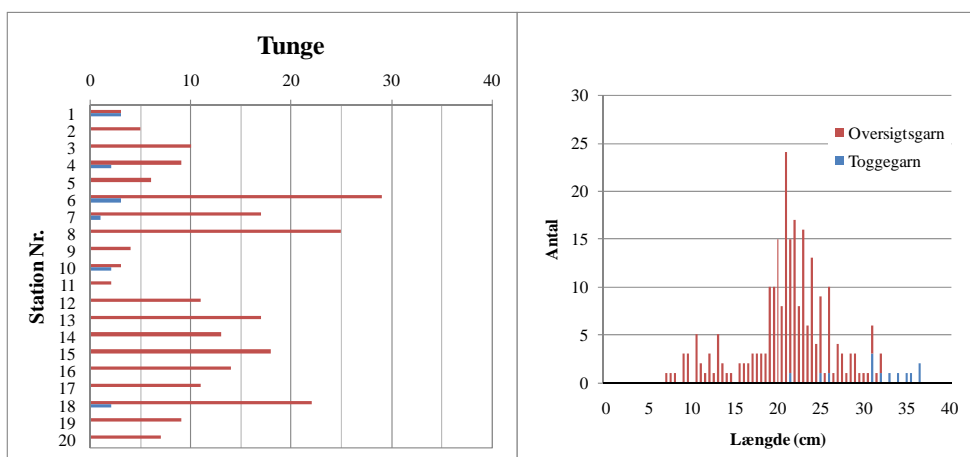


Fig. 11. Antal tunger registreret på hver station og længdefordelingen i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 6. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af tunge i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tunge	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	235	21,0	94,6	11,8
Toggegarn	13	31,4	287	0,7

Tungen er mest almindelig på mudderblandet sand og på blød bund på 10-60 meters vanddybde. Om vinteren trækker den ud på det dybere og varmere vand, i sommerperioden kan den træffes på ren sandbund ved kysterne. Gydningsperioden foregår inden for hele udbredelsesområdet. Tydelige gydevandringer ses om foråret (april-juli). Juvenile tunger forekommer typisk i mere lavvandede områder. Fiskeriet efter den kommercielt set vigtige art foregår med både garn og trawl indenfor

undersøgellesområdet – primært i den vestlige del (se delrapporten om fiskeriet /9/). Tungen lever af bunddyr børsteorme, krebsdyr og små, tyndskallede muslinger, større fisk tager også småfisk/ungel af andre fiskearter.

Rødspætte (*Pleuronectes platessa*)

Selvom den gennemsnitlige fangst (CPUE) af rødspætter kun var på 4,8 og 1,4 i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn, blev den fundet på samtlige stationer. Længdefordeling og middellængden (23,8 cm og 30,5 cm i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn) viser at hovedparten af de registrerede rødspætter var mindst 2 år gamle (figur 12 og tabel 7).

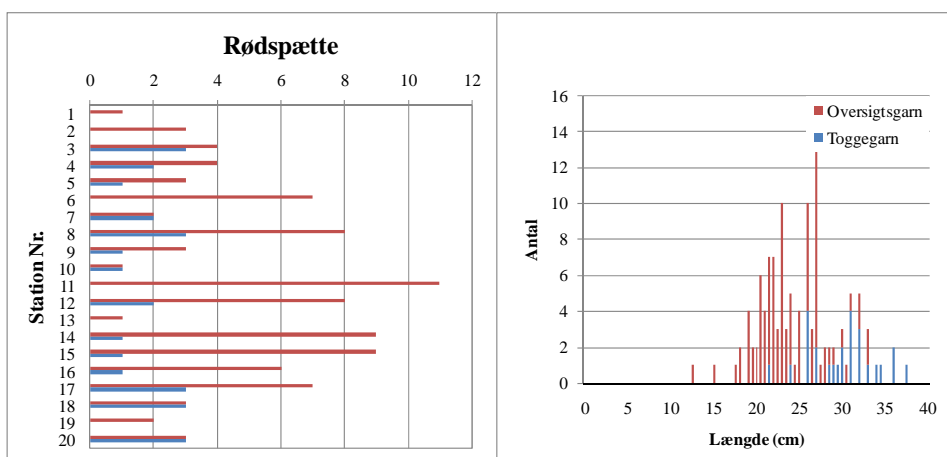


Fig. 12. Antal rødspætter registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 7. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af rødspætte i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Rødspætte	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	95	23,8	132	4,8
Toggegarn	27	30,5	269	1,4

Rødspætten opholder sig hovedsagelig på sandbund – de ældre rødspætter foretrækker den lidt mere grove sandbund. Rødspætten søger mod dybere vand med alderen og foretager små fouragerings vandringer i løbet af døgnet og længere vandringer i gydeperioden. Rødspætter gyder om vinteren/foråret (januar-juni) i de frie vandmasser på 20-50 meters vanddybde. Juvenile rødspætter typisk foretrækker opvækstområder i lavvandede sandbunds områder. Rødspættens vigtigste fødeemner er tyndskallede muslinger og forskellige børsteorme- og krebsdyrarter.

Skrubbe, Slethvarre, Rødtunge og Håising

Fladfiskearterne skrubbe, slethvarre, rødtunge og håising forekommer også i undersøgelsesområdet men i langt mindre antal end ising, tunge og rødspætte. Kun håisingen kan siges ikke at have nogen kommerciel betydning.

Skrubbe (Platichthys flesus)

Der blev fanget 16 skrubber fordelt på 9 stationer. Størrelsen på de fangede skrubber var relativt høj, mellem 27 cm og 37 cm, dog blev der fanget et enkelt individ på ca. 12 cm. Der blev fanget lidt flere skrubber i den sydlige del af undersøgelsesområdet (figur 13 og tabel 8).

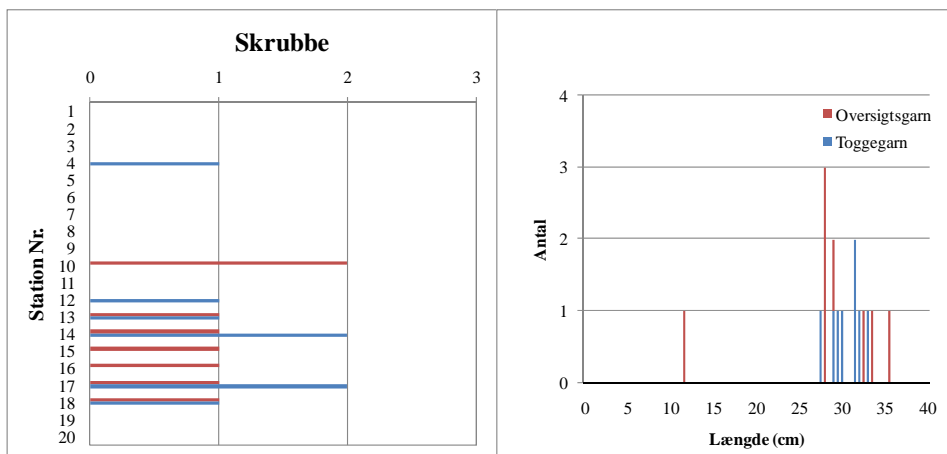


Fig. 13. Antal skrubber registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 8. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af skrubbe i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Skrubbe	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	8	28,3	234	0,4
Toggegarn	8	30,5	257	0,4

Skrubben er et udbredt fladfiskeart i de danske farvande og kan også forekomme i brakke og endog ferske vande. Om sommeren er skrubben særligt hyppig på vanddybder 0-10 meter mens den foretrækker lidt dybere vand om vinteren (5-20 meter). Skrubbe yngel vokser op på helt lavt vand. Skrubber er mere knyttet til blødbundsområder end de andre fladfiskearter. Skrubben gyder om foråret (februar – maj) i de frie vandmasser på det lidt dybere vand (20-40 meter). Skrubber lever af et bredt spekter af organismer primært bestående af børsteorme, krebsdyr, muslinger og små fisk.

Slethvarre (Scophthalmus rhombus)

Der blev fanget 6 slethvarre (3 i hver garntype) med en størrelse på mellem 22 og 38 cm. Fangsten var fordelt på 5 stationer (figur 14 og tabel 9).

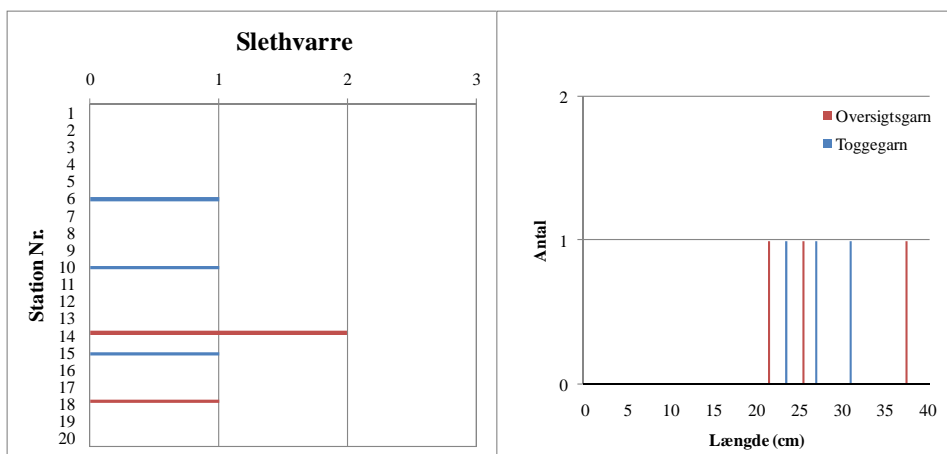


Fig. 14. Antal slethvarre registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 9. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af slethvarre i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Slethvarre	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	3	28,2	305	0,15
Toggegarn	3	27,2	242	0,15

Slethvarren findes stort set overalt i de danske farvande, men findes dog sjældent i større antal. Slethvarren lever normalt på sandet og blandet bund (sand/grus) på dybder ned til 50 meter. Slethvarren gyder i forårs- og sommermånederne (marts-juni) og har pelagisk æg og larver. Slethvarrens diæt består hovedsagligt af fisk og større krebsdyr. Slethvarren er en værdsat spisefisk og udgør derfor en værdifuld bifangst.

Rødtunge (*Microstomus kitt*)

Der blev kun fanget 3 rødtunger med en størrelse på 18-32 cm. Den gennemsnitlige fangst (CPUE) svarer til 0,1 og 0,05 i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn (figur 15 og tabel 10).

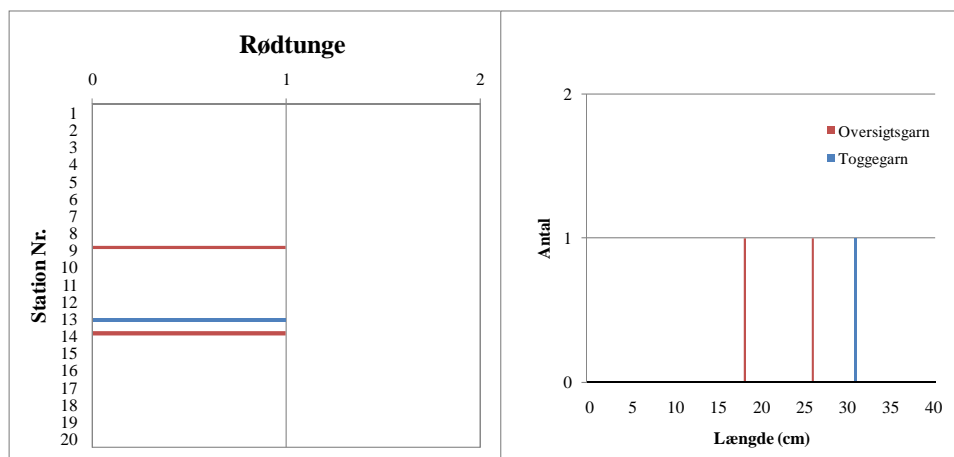


Fig. 15. Antal rødtunge registreret på hver station og længdefordelinger i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 10. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af rødtunge i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Rødtunge	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	2	22,0	145	0,1
Toggegarn	1	31,0	344	0,05

Rødtungen foretrækker forholdsvis stenede bundforhold på relativt dybt vand (mere end 20 meter), generelt kan det siges at de unge fisk lever på lavere dybder og de ældre fisk på dybere vand. Rødtungen gyder i den frie vandmasse fra foråret og hen over sommeren på relativt dyb vand. Rødtungen lever hovedsageligt af børsteorme men også snegle, muslinger og rurer indgår som vigtige fødeelementer.

Håising (*Hippoglossoides platessoides*)

I undersøgelsesområdet blev der fanget 25 mindre (middellængde 11 cm) eksemplarer af håising fordelt på 10 stationer (figur 16 og tabel 11).

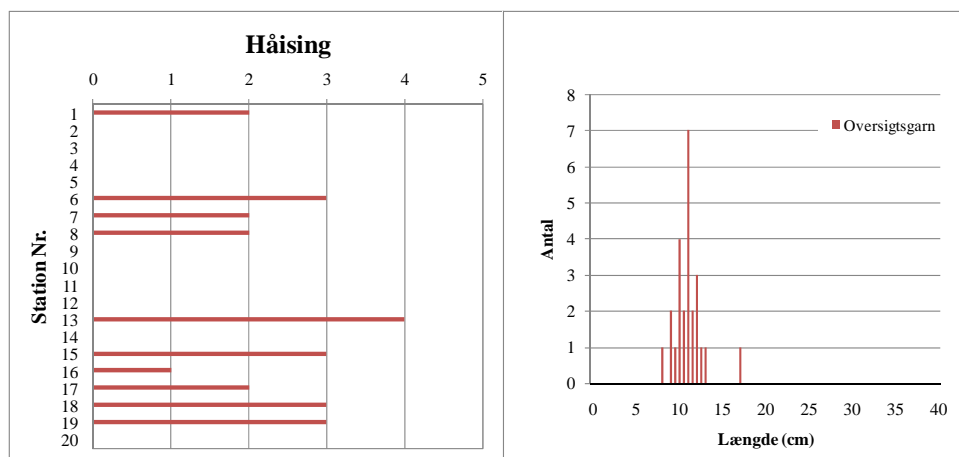


Fig. 16. Antal håising registreret på hver station og længdefordelinger i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 11. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af håising i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Håising	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	25	11,0	6,4	1,3

Håising er en vidt udbredt art som foretrækker blødbund/sandbunds habitater på vandybder på 10-400 meter. Gydningen foregår pelagisk indenfor perioden januar-maj. Håisingens diæt består hovedsagligt af bunddyr og små fisk. Håisingens ringe størrelse (normalt max. 30 cm) og ringe kødfuldhed gør at den betragtes som en værdiløs bifangst.

Andre hyppigt forekommende arter (hvilling, fjæsing og almindelig ulk)

Der er i undersøgelsesområdet bestande af hvilling, fjæsing og almindelig ulk, som må formodes både at opholde sig temporært i området (hvilling) og mere permanent (fjæsing og ulk).

Hvilling (*Merlangius marlangus*)

Der blev fanget i alt 40 hvillinger fordelt på 18 stationer. Længden af de fangede fisk varierede mellem 14 og 32 cm med en middellængde på 18,6 cm (figur 17 og tabel 12). De anvendte redskaber er ikke optimale til fangst af hvilling, der ikke betragtes som så nært knyttet til bunden som de fleste andre torskfiskearter – fangsten heraf må derfor betragtes som tilfældig og måske også som et udtryk for at arten er hyppigt forekommende i området.

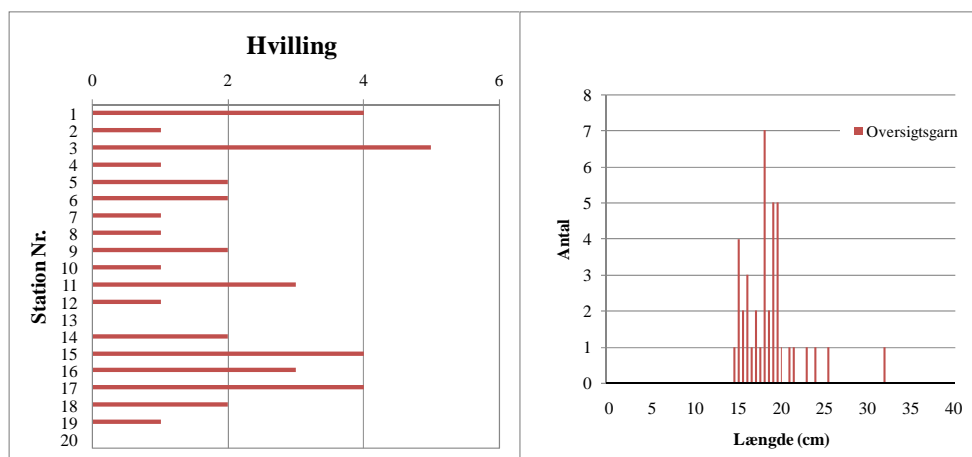


Fig. 17. Antal hvilling registreret på hver station og deres længdefordelinger i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 12. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af hvilling i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Hvilling	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	40	18,6	59,4	2,0

Hvilling er en torskefisk, som er vidt udbredt. De er semipelagiske dvs. de til tider holder sig nær bunden og til andre tider lever pelagisk. Hvillingen lever på alle slags bundtyper fra blødbund til grus- og stenbund, hvor de yngre fisk opholder sig på det lave vand nær kysten mens de større fisk overvejende lever på større vanddybder. Hvilling har en adfærd hvor de langsomt vandrer tilbage til gydeområder i Nordsøen mens de vokser og bliver kønsmodne. Gydningen af pelagisk æg strækker sig over perioden januar til juni. Diæten er meget bred da de lever af alt fra bundlevende krebsdyr og bundfisk til pelagiske fisk, som for de større individer udgør en betydelig del af føden..

Almindelig fjæsing (*Trachinus draco*)

Fjæsingen er udbredt i stort set hele undersøgelsesområdet da den blev fanget på 18 stationer og i antal på 111 individer. Der blev fanget mellem 1-34 individer på hver station - hovedparten af fangsterne blev registreret i den sydlige del af området især på station 19 og 20. Længdefordelingen tyder på at fangsten består af 2 årgange (figur 18 og tabel 13). En middellængde på 23,2 cm må betegnes som relativt høj.

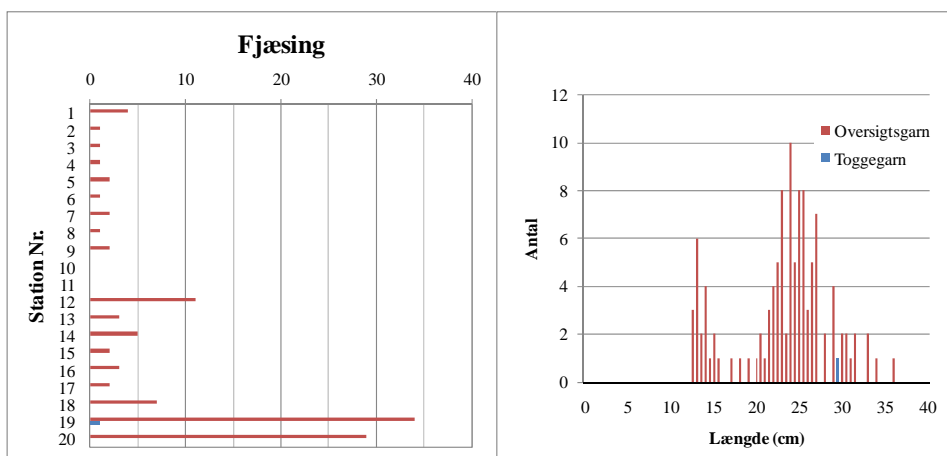


Fig. 18. Antal fjæsing registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 13. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af fjæsing i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Fjæsing	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	111	23,2	89	5,6
Toggegarn	1	29,5	151	0,05

Fjæsinger er en forholdsvis udbredt art i de danske farvande og er især meget almindelig i Kattegat. Om sommeren holder den til på vanddybder mellem 5 og 15 meter. Den findes på sandede bundtyper hvori den kan grave sig ned om dagen. Fjæsingen er generelt en stationær fisk, men om vinteren søger den ud på større dybder. Fjæsinger gyder pelagisk æg over sommeren (april-juli). Diverse småfisk og rejer udgør dens hovedføde. Dens store forekomst i dele af Kattegat (især er den kendt fra farvandet omkring Anholt) har gjort, at den periodisk har været genstand for et målrettet fiskeri primært til anvendelse som foderfisk /15/.

Almindelig ulk (*Myoxocephalus scorpius*)

Almindelig ulk er registreret på alle stationer i forundersøgelingsområdet. Hovedparten af fiskene havde en størrelse på 17–26 cm med en middellængde på 20,5 cm (figur 19 og tabel 14) og har således for de flestes vedkommende nået gydemoden størrelse (2-årige fisk).

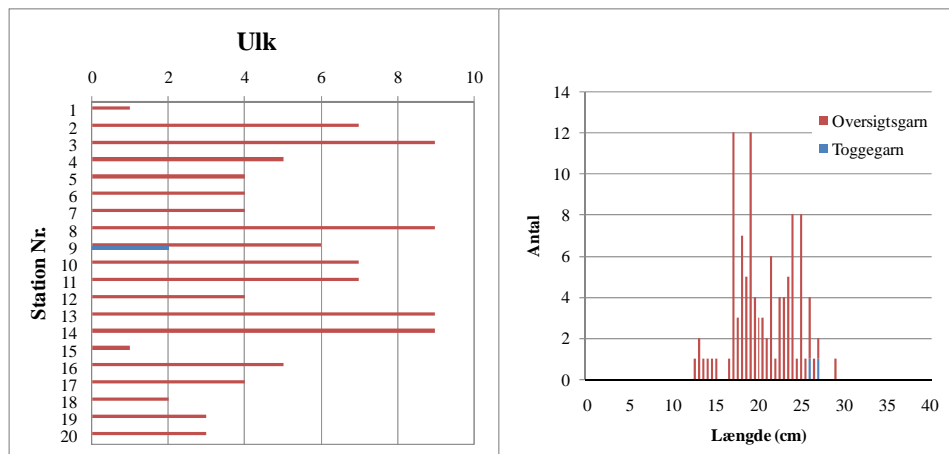


Fig. 19. Antal almindelig ulk registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 14. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af alm. ulk i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Almindelig ulk	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	103	20,5	170	5,2
Toggegarn	2	26,5	348	0,1

Den almindelige ulk er udbredt i alle danske farvande og er en udpræget standfisk der danner lokale racer. Den lever mellem sten og alger fra ganske lavt vand og ud til 200 meters dybde. Ulken gyder om vinteren sine æg i klumper på havbunden som bevogtes af hannen til klækning omkring 5 uger senere. Ulken betegnes som nærmest altædende.

Andre kommercielle arter der er fåtallige (torsk, stenbider og sild)

Der er for de 3 kommercielle arter (torsk, stenbider og sild) tale om så få individer i undersøgelingsområdet, at fangst af disse arter med de anvendte fiskeredskaber og indsats må anses for at være tilfældig og indikere, at der for så vidt angår de bundlevende arter torsk og stenbider ikke kan være mange individer tilstede. Silden er en pelagisk art, som kun undtagelsesvis vil kunne fanges i de anvendte redskaber.

Torsk (*Gadus morhua*)

Der blev kun fanget 3 torske på 3 forskellige stationer i forbindelse med undersøgelsen. Fiskenes størrelse var 13-17 cm, svarende til 1-årige fisk (tabel 15 og figur 20). På trods af de ellers for torsken attraktive bundforhold med blandede bundtyper med væsentlig udbredelse af hård bund/sten blev der ikke fanget større torske i området, hvilket ellers skulle være have muligt at gøre i toggegarnene. Denne konklusion understøttes af

fiskernes beretninger, ifølge hvilke torskebestanden i området igennem de sidste 10 år har været stærkt nedadgående /3/.

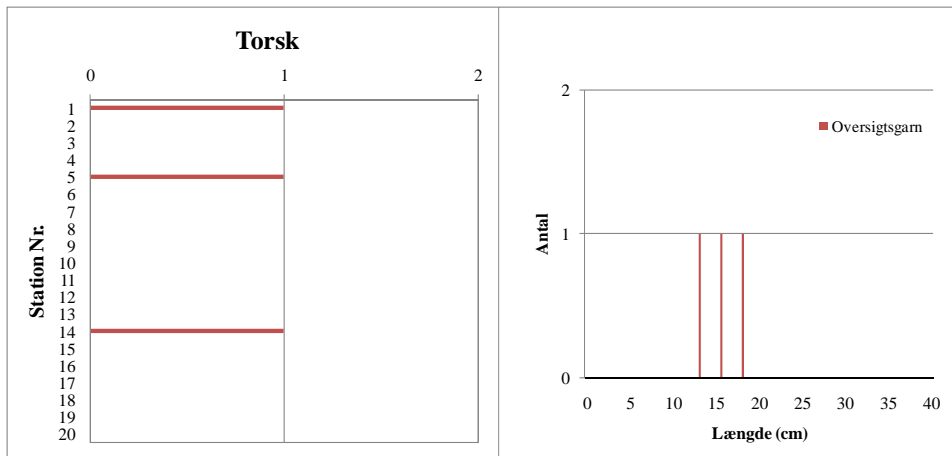


Fig. 20. Antal torsk registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 15. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af torsk i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Torsk	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	3	15,5	34,1	0,15

Torsk er vidt udbredt i de danske farvande og lever fra kysten og ud til flere hundrede meters dybde. Om vinteren og i det tidlige forår samler de kønsmodne torsk sig i stimer på vanddybder mellem 30-60 m og gyder frit i vandet (december-marts). Herefter driver æggene og larverne rundt i vandmasserne indtil ynglen efter 3-5 måneder slår sig ned på bunden i lavvandede områder, hvor de opholder sig i deres første leveår indtil de om efteråret søger ud på dybere vand. Torskens føde er meget varieret og består af krabber, rejer, børsteorme m.v. og især de større fisk fortærer også et bredt spekter af fisk.

Stenbider (Cyclopterus lumpus)

Der blev kun fanget 1 stenbider på stationen i forundersøgelsesområdets sydøstlige hjørne. Fisken var en relativ stor gydemoden hunfisk (såkaldt "kulso") på 44 cm og 3,9 kg (se tabel 16 og figur 21 samt foto figur 22)

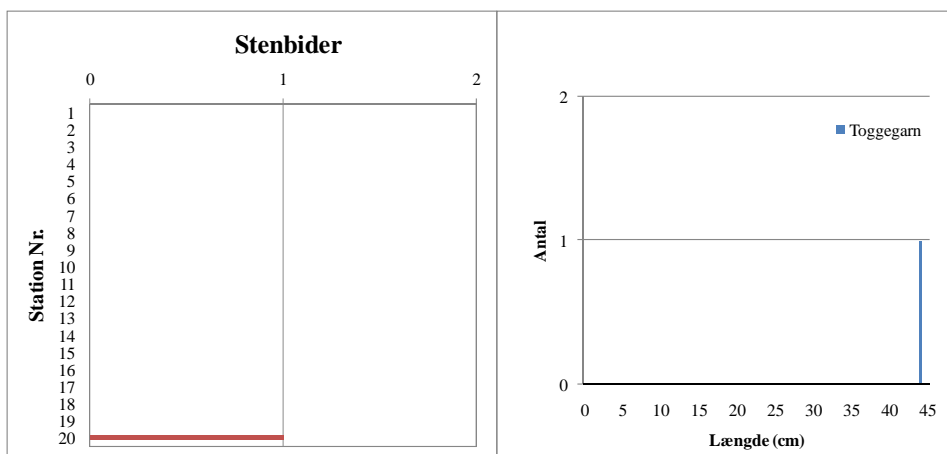


Fig. 21. Antal stenbider registreret ved hver station og deres længdefordelinger i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Tabel 16. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af stenbider i henholdsvis oversigtsgarn og toggegarn.

Stenbider	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Toggegarn	1	44,0	3.970	0,05



Figur 22. Gydemoden stenbider ("kulso") fanget i undersøgelsesområdets sydøstlige hjørne

Stenbider i Danmark er en forholdsvis udbredt sæsonfisk, hvor antallet, der når de danske kyster dog varierer meget fra år til år. Om foråret trækker stenbiderne ind til de danske kyster for at gyde på stenbund i tangbæltet (marts-juni). Æggene afsættes på bunden og bevogtes af hannen indtil klækning. Ungerne spredes i tangbæltet og søger med alderen ud på dybere vand. Om foråret foregår der fiskeri med garn efter stenbider - primært i området nord og vest for undersøgelsesområdet (se fiskerirapporten /9/).

Sild (*Clupea harengus*)

Der blev fanget en enkelt sild på 22 cm i station 20 (fig. 23 og tabel 17). Eftersom de anvendte redskaber ikke er egnede til fangst af pelagiske fiskearter kan resultatet ikke anvendes i en vurdering af artens forekomst i undersøgelsesområdet.

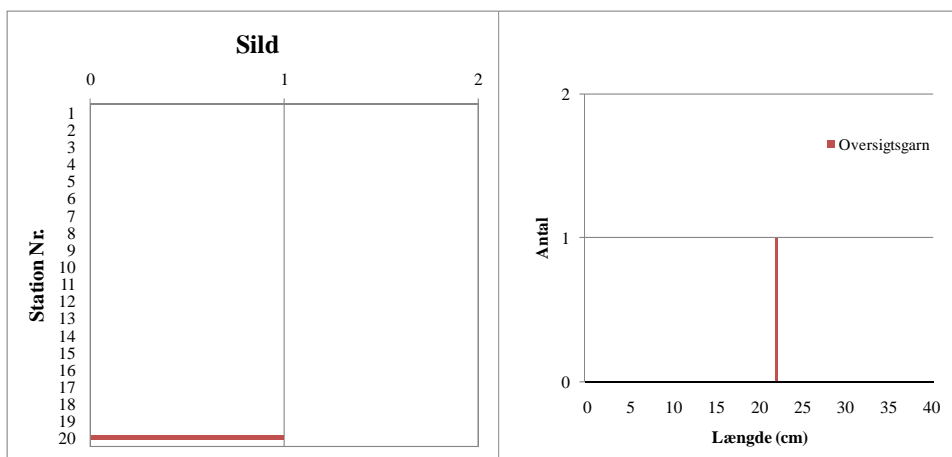


Fig. 23. Sild registreret på station 20 og dens længde. Fanget i oversigtsgarn.

Tabel 17. Længde og -vægt af sild fanget i oversigtsgarn.

Sild	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	1	22,0	68,9	0,05

Sild forekommer i alle vore farvande. Der findes mange forskellige stammer, som gyder på forskellige tidspunkter (typisk foråret). Silden vandrer ind til kysten for at gyde, i Kattegat typisk om foråret. Æggene gydes frit i vandet, hvorefter de klæber sig fast til sten, vegetation og andre faste genstande.

Andre arter, der er fåtallige (Stribet fløjfisk, Panserulk, Tangspræl og Sortkutling)
 Alle 4 af disse arter er forholdsvis små og typiske bundfisk, der foretrækker varierede bundforhold og som er forholdsvis stationære. De fanges sjældent i kommercielle fiskeredskaber og der er derfor en relativ sparsom viden om deres forekomst.

Stribet fløjfisk (Callionymus lyra)

Der blev fanget i alt 13 stribet fløjfisk fordelt på 8 stationer (Fig. 24). Fiskene havde en størrelse på mellem 13 og 23 cm og med en middellængde på 19,5 cm (figur 24 og tabel 18).

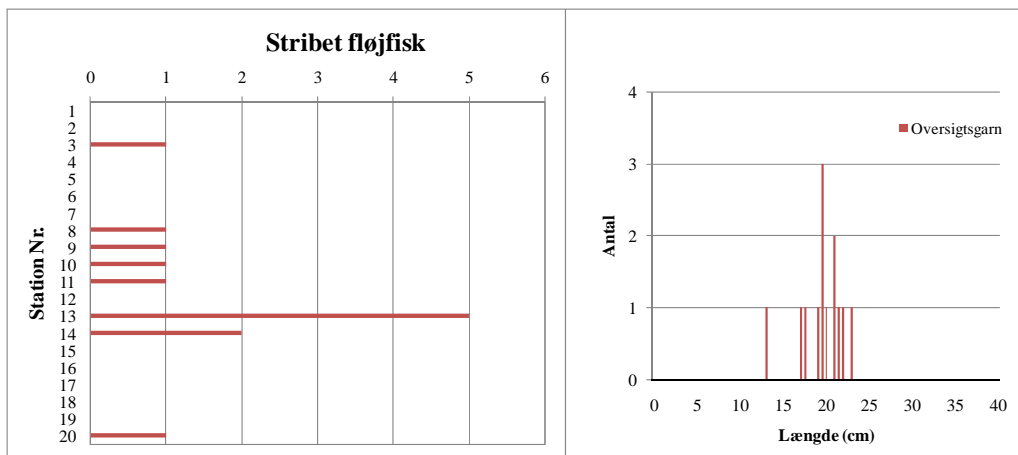


Fig. 24. Antal stribet fløjfisk registreret på hver station og længdefordelingerne i henholdsvis oversigtsgarn.

Tabel 18. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af stribet fløjfisk i oversigtsgarn.

Stribet fløjfisk	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	13	19,5	37,5	0,7

Stribet fløjfisk er udbredt i hele Nordsøen, Skagerrak og Kattegat og er almindelig i kystnære områder fra 5-100 m, hvor den foretrækker blandet eller sandet bund. Fløjfisk gyder deres æg pelagisk om foråret-sommeren (april-august). Stribet fløjfisk spiser hovedsageligt børsteorme og små krebsdyr.

Panserulke (Agonus cataphractus)

I alt blev der fanget 7 panserulke fordelt på 7 forskellige stationer spredt over hele undersøgelsesområdet. Længden på de fangede fisk var mellem 13 og 18 cm med en middellængde på 15,4 cm (figur 25 og tabel 19).

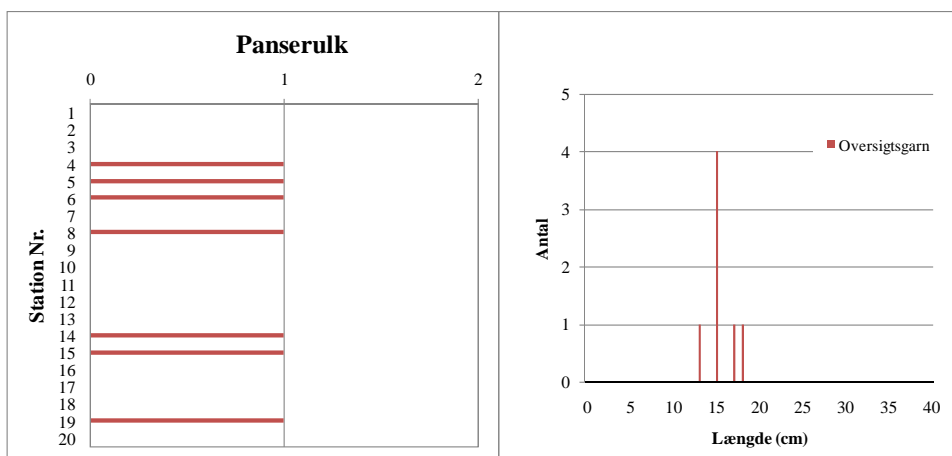


Fig. 25. Antal panserulke registreret på hver station og længdefordelingen i henholdsvis oversigtsgarn.

Tabel 19. Middellængde og -vægt samt gennemsnitlig fangst pr. garn (CPUE) af panserulke i oversigtsgarn.

Panserulke	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	7	15,4	25,3	0,4

Panserulke er udbredt i hele den nordlige del af Europa, dog mangler de i den indre del af Østersøen. Panserulken er en udpræget bundfisk, der foretrækker blød, leret bund på dybder fra 5 til 200 meter. Den gyder sidst på vinteren, hvor dens æg afsættes på alger og sten. Panserulke spiser hovedsageligt små krebsdyr og orme.

Tangspræl (*Pholis gunnellus*)

Der blev fanget en enkelt tangspræl på 19 cm på station 3 i den nordlige del af undersøgelsesområdet (figur 26 og tabel 20).

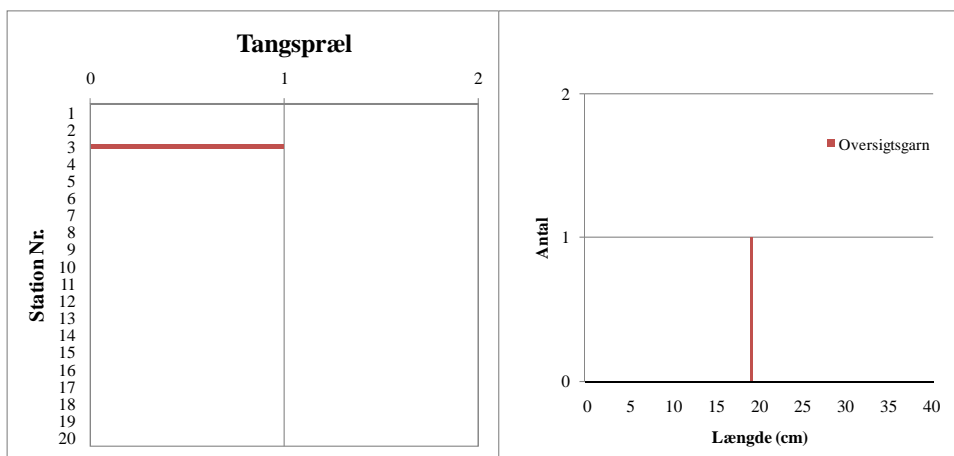


Fig. 26. Tangspræl registreret på station 3 og med en længde på 19 cm.

Tabel 20. Længde og -vægt af panserulke fanget i oversigtsgarn.

Tangspræl	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	1	19,0	31,3	0,05

Tangspræl lever i kystnære områder fra tidevandszonen og ned til 30 meter. Den foretrækker stenede områder i algebæltet med mange skjulesteder. Tangsprællen gyder sine æg på bunden om vinteren (november-januar), hvor både hannen og hunnen beskytter æggene indtil de klækker. Tangsprællens føde består af krebsdyr og andre smådyr.

Sortkutling (*Gobius niger*)

Der blev fanget en enkelt sortkutling på station 4 i den nordlige del af undersøgelsesområdet. Fisken havde en størrelse på 12 cm (figur 27 og tabel 21).

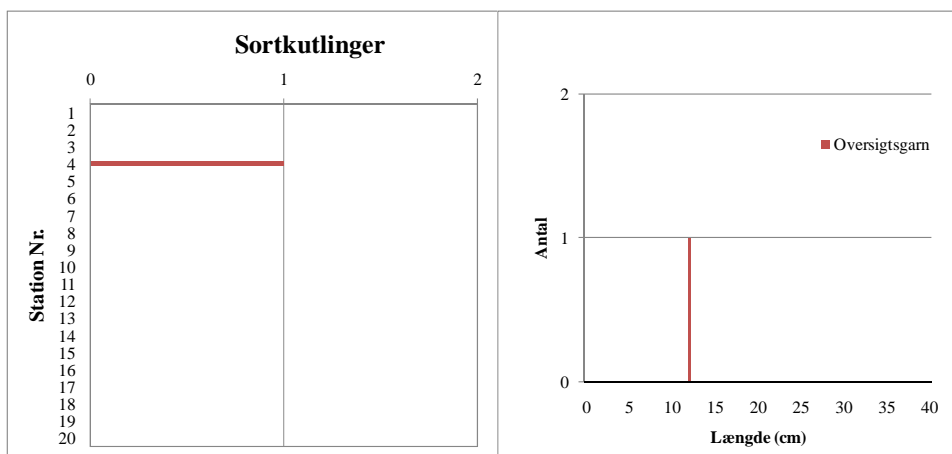


Fig. 27. Sortkutling registreret på station 4 og dens længde. Fanget i oversigtsgarn.

Tabel 21. Længde og -vægt af sortkutling fanget i oversigtsgarn.

Sortkutling	N	middellængde (cm)	middelvægt (g)	CPUE
Oversigtsgarn	1	12,0	24,2	0,05

Sortkutlingen er almindelig i alle indre danske farvande. Den lever hovedsageligt på blød bund og er hyppigst på 2-20 meters dybde. Gyder om sommeren på bunden, hvor æggene vogtes af hannen. Sortkutlingen lever af små bundlevende organismer såsom orme og krebsdyr.

3.2 Sammenfattende bemærkninger til fiskeundersøgelsen

Forudsætninger og begrænsninger

Anvendelsen af passive (faststående) redskaber som garn og ruser betyder, at fangsten er afhængig af fiskenes aktivitetsniveau eller migration (f.eks. fouragerings- og gydevandringer) samt deres fangbarhed i garn eller ruser. Jo mere aktiv en art er, eller jo flere pigge eller andre former for udvækster som den har, jo større er muligheden for at den bliver fanget i redskaberne.

Da der kun blev anvendt redskaber på bunden, hvorfor fangsten er betinget af arternes tilknytning hertil, vil fangst af pelagiske arter såsom sild og brisling være tilfældig og underestimeret.

Fangstens sammensætning for så vidt angår arts- og størrelsesfordelingen afhænger naturligvis af redskabernes udformning såsom maskestørrelse og højde, lige som tidspunkt på dagen, årstid, vejrlig m.v. også har stor betydning. Med henblik på at optimere undersøgelsen og at gøre resultaterne reproducérbare, er der anvendt flere typer redskaber og garn med mange forskellige maskestørrelser, ligesom udsætningsmetoderne er standardiserede. Som følge af disse mange varierende og begrænsende faktorer kan undersøgelsen alene bruges til at give et indtryk af artssammensætningen og den relative hyppighed af de enkelte arter – og vel at mærke kun for arter som er knyttet til bunden. Betydningen af i hvilken del af året undersøgelsen gennemføres er åbenbar og blandt andet dokumenteret i forbindelse med

fiskeundersøgelser gennemført i forbindelse med etableringen af Nysted Havmøllepark. Her blev der både forår og efterår gennemført fiskeundersøgelser som viste en signifikant forskel i både CPUE-værdier og i længdefordelinger – årsagen hertil blev hovedsageligt tilskrevet migration og yngelrekruttering /16/.

Undersøgelsens resultater

Der er i alt fanget 17 arter i undersøgelsesområdet heraf 7 fladfiskearter, 2 torskefiskearter (hvilling og torsk), 6 arter med en forholdsvis stationær adfærd og tilknytning til bunden (fjæsing, almindelig ulk, panserulk, fløjfisk, tangspræl og sortkutling) samt én stenbider og én pelagisk art (sild).

Isingen var den absolut hyppigst forekommende (1.533 eksemplarer) og mest udbredte art med tunge (248 eksemplarer) og rødspætte (122 eksemplarer) på de følgende pladser. Alle 3 arter blev fanget på alle 20 stationer i undersøgelsesområdet. Af andre arter med forholdsvis store fangster, og med forekomst på stort set alle stationer kan nævnes fjæsing (112), almindelig ulk (105) og hvilling (40). Bortset fra hvillingen må alle de nævnte arter karakteriseres som udprægede bundfisk.

Håising, skrubbe, sribet fløjfisk og panserulk forekom relativt hyppigt og må betegnes som almindelige arter i området – også disse arter er udprægede bundfisk.

De resterende arter (slethvarre, rødtunge, tangspræl, sortkutling, stenbider, torsk, og sild) blev kun fanget i enkelt/få eksemplarer. De 4 førstnævnte arter er udprægede bundfisk mens torsk og stenbider periodisk også forekommer oppe i vandet. Silden er en udpræget pelagisk art som bevæger sig oppe i vandet.

Undersøgelsesområdets nuværende betydning for fiskebestandene

Resultaterne af fiskeundersøgelsen tyder på at området først og fremmest er en del af et større fouragerings- og opholdsområde for fladfiskearter som ising, tunge og rødspætte og at det anvendes som standplads for bundlevende arter som fjæsing, almindelig ulk og en del mindre bentiske arter som fløjfisk og panserulk. Hertil kommer at enkelte forekomster af arter som tangspræl og sortkutling, som stiller særligt specifikke krav til habitatet, tyder på at der er nicher for disse arter inden for undersøgelsesområdet.

Resultaterne tyder også på at området fungerer som opvækstområde for juvenile tunger, håising, ising og hvilling. Tilsyneladende er området knap så vigtigt for juvenile rødspætter og skrubber, eftersom hovedparten af fangsten bestod af individer over 20 cm.

Fangst af fiskearter med forskellige habitatkrav på de samme stationer indikerer at bunden i området kan betegnes som en såkaldt "leopard bund" hvor sand og hårde substrater er blandet ind i hinanden. Sådanne områder har potentielt set mulighed for at huse et stort antal arter, undersøgelsen kan dog, pga de indbyggede begrænsninger, ikke fuldt ud dokumentere dette.

Undersøgelsen bekræfter oplysningerne fra fiskerne om, at grundlaget for det lokale fiskeri primært udgøres af tunge og rødspætte, med skrubbe og ising som en væsentlig bifangst.

4. Effekten af anlæggelse og drift af havmølleparken på fisk og fiskebestande

I forbindelse med anlæggelse og drift af havmølleparker må der forventes både midlertidige og permanente effekter, som potentielt kan påvirke fisk. I anlægsfasen indebærer det bl.a. støj, sedimentspild og forstyrrelse af havbunden, hvis påvirkning af fisk kan være alt fra ubetydelig til at fisk forlader eller undlade at komme ind i mølleområdet. I driftsfasen kan fisk potentielt påvirkes bl.a. af støj og vibrationer fra møllerne og af elektromagnetiske felter omkring elkablerne lige som der vil ske en udvikling af de dyre- og plantesamfund som er knyttet til hårbundssubstrater – den såkaldte ”reffeekt”.

4.1. Støj og vibrationer

Påvirkningen af fisk som følge af støj og vibrationer genereret i anlægs- og driftsfasen er artsafhængig, da der er en markant forskel på fisks evne til at opfatte lyd (støj og vibrationer), afhængig af, om fiskene har udviklet anatomiske strukturer, der forøger deres høreevner.

Fisk ”hører/mærker” lyd og vibrationer på 2 forskellige måder: igennem det indre øre, eventuelt i kombination med en svømmeblære, og med det såkaldte sidelinieorgan, som er en samling af flow-sensorer, der er lokaliseret i den langsgående sidelinie på begge sider af fisken /17/, /13/. Fiskenes hørelse er dels en sansning af egentlige lydbøger og dels en sansning af strømninger/bevægelse i vandet (især ved lave frekvenser).

Fisk som har både et veludviklet indre øre og et svømmeblære der forstærker dens høreevner kaldes typisk ”høre-specialister” og har således god hørelse. Fisk der ikke har god hørelse kaldes ”høre-generalister”. Denne gruppe af fisk inddeles yderligere i to grupper, en med relativ god hørelse (med svømmeblære) og en der har ringe hørelse (typisk ingen svømmeblære), dvs. høre-generalister med svømmeblære opfatter og er mere følsom for lyd end høre-generalister uden svømmeblære /19/.

Eksempel på anatomiske tilpasninger blandt nogle fisk og deres følsomhed for støj er vist i tabel 22.

Tabel 22. Anatomiske tilpasninger hos forskellige fiskearter og deres følsomhed overfor støj. (Kilde: Horns Rev 2 Havmøllepark VVM-Redegørelse).

Arter	Almindeligt navn	Familie	Anatomisk tilpasning	Følsomhed
<i>Raja clavata</i>	Sømrøkke	Rajidae	Ingen svømmeblære	Lav
<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	Anguillidae	Ingen	Mellem
<i>Clupea harengus</i>	Sild	Clupeidae	Særlig specialiseret anatomi	Høj
<i>Sprattus sprattus</i>	Bristling	Clupeidae	Særlig specialiseret anatomi	Høj
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Alm. ulk	Cottidae	Ingen svømmeblære	Lav
<i>Gadus morhua</i>	Torsk	Gadidae	Ingen	Mellem
<i>Merluccius merluccius</i>	Kulmule	Gadidae	Ingen	Mellem
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Kuller	Gadidae	Ingen	Mellem
<i>Scomber scombrus</i>	Makrel	Scombridae	Ingen	Mellem
<i>Pleuronectes platessa</i>	Rødspætte	Pleuronectidae	Ingen svømmeblære	Lav
<i>Limanda limanda</i>	Ising	Pleuronectidae	Ingen svømmeblære	Lav
Ammotyidae indet.	Tobis	Ammotyidae	Ingen svømmeblære	Lav

Som eksempel på en art med en specielt udviklet anatomi kan nævnes silden (Tabel 22) som er rapporteret at kunne opfatte lyd med en frekvens på ca. 2.000 Hz /20/ og ifølge DFU (2000) endog helt op til 130 KHz /21/.

Arter som torsk, hvilling og ål har svømmeblære og kan karakteriseres som middel følsomme over for støj (Tabel 22) og de kan sandsynligvis høre frekvenser op til 500 Hz /18/. På frekvenser under 3-500 Hz skal lydstyrken (dB) være ca. 50-100 dB før torskefisk vil opfatte lyd.

De fleste fisk med svømmeblære har en øvre grænse ved ca. 500 Hz /22/, men hos fisk uden svømmeblære aftager hørelsen hurtigt ved frekvenser > ca. 100-200 Hz. Fisk uden tilpasset anatomi eller svømmeblære er mere eller mindre døve overfor akustisk støj og bruger i stedet for partikel flytning (vandbevægelse) som deres måde at "høre" på.

Gruppen af fisk uden tilpasset anatomi eksemplificeret i Tabel 22 er primært fladfiskearterne og andre bundfisk, eksempelvis ulke-arterne (*Cottidae*). Hos de fladfisk (ising, tunge, rødspætte, skrubbe og slethvarre), der er observeret i forundersøgelsesområdet for havmølleparken, degenererer svømmeblæren i larvestadiet. Disse arter er dermed høre-generalister uden svømmeblære og har derfor generelt en høj tolerance for lyd og vil sandsynligvis ikke høre lydfrekvenser >250 Hz /20/. For frekvenser under 250 Hz er høregrænsen for høre-generalister ca. 90-110 dB /18/.

Andre bundlevende fisk som forekommer med relativ stor hyppighed i forundersøgelsesområde til havmølleparken, såsom almindelig ulk, stenbider og kutlinger, mangler også, eller har små svømmeblærer, og er derfor ikke særligt følsomme overfor lyd.

Støj i anlægsfasen (kortvarig effekt)

I forbindelse med anlæg af havmølleparker vil der forekomme støj fra skibs- og graveaktiviteter samt eventuelt fra pæleramning af møllefundamenter.

Støjen fra skibstrafik, graveaktivitet og jordbundsundersøgelser osv. vil typisk falde indenfor de lydgrænser (80-200 Hz og 130-200 dB) som kan opfattes af de fleste fiskearter (figur 1 i /17/). Den afstand i hvilken de forskellige fiskearter opfatter støj afhænger imidlertid også af baggrundsstøjen (vind, strøm og bølger - målt til over 100dB ved 10 Hz) som ved kraftig blæst kan overdøve den støj der generes under anlægsfasen /17/. Hertil kommer støj fra skibstrafikken, som kan være væsentlig højere (>150 dB ved 100-1000 Hz) /17/.

Selvom følsomme arter kan høre intensiv anlægsstøj i en afstand af flere km - afhængigt af naturlig og menneskeskabt baggrundsstøj /23/ - er der ikke undersøgelsesgrundlag for, at det udløser en flugtreaktion. Det er endnu mere usikkert om hvilket niveau af anlægsstøj der udløser flugtreaktioner hos fiskearter (fladfiskearter, ulkefisk osv.) som er mindre følsomme overfor støj.

Det er dog muligt, at perioder med intens graveaktivitet og sejlads vil påvirke fiskenes adfærd og medføre, at mere følsomme arter som sild og torsk i et vist omfang forlader, eller undlader at opsøge mølleområdet og området i nærheden heraf.

Den kraftigste støj i anlægsfasen kommer fra støj og vibrationer i forbindelse med nedramning af monopæle – lyd niveauer på op til 320 dB, men mest fra 215-260 dB er registreret (figur 28) /24/.

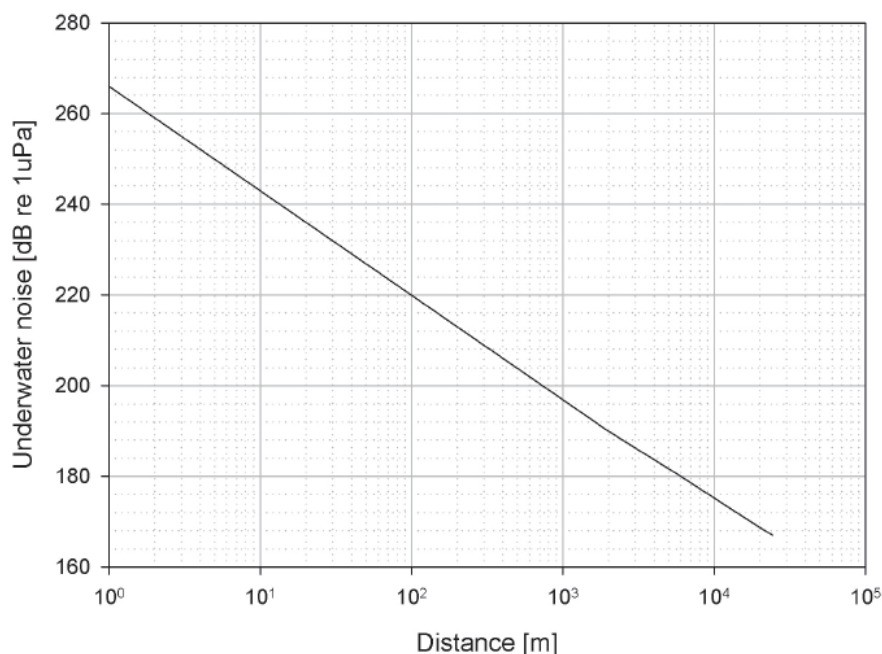


Fig. 28. Støj fra nedramning af monopæle som funktion af afstand /24/.

Flere undersøgelser viser at vedvarende (>1 time) kraftig støj og vibrationer kan være direkte skadelig for både høre-specialister såsom sild og brisling (1-200 Hz og >170 dB – /25/ og for høre-generalister som torsk (150-250 Hz og >180 Db) /26/.

Styrken af lyd > 240 dB er eksplosiv og kan resultere i vævsskader hos fisk /22/. Det betyder at fisk der opholder sig tæt på nedramningen af monopæle (<10 m) kan dø eller tage varig skade. Efter en model af Parvin & Nedwell /27/ kan fisk der er lidt længere væk svømme bort afhængigt af hvilken art der er tale om (ising-500 m / torsk-2 km / og sild-2,6 km). Dvs. for fladfiskearter og de andre bundfiskearter (høre-generalister uden svømmeblære), som dominerer i undersøgelsesområdet, må det vurderes, at de kan udvise flugtdadfærd indenfor en afstand på 500 meter fra der hvor der nedrammes monopæle.

Generelt kan det forventes, at fisk vil flygte fra eller undgå områder med så kraftig støj som den nedramningen af monopæle forårsager. Efter som nedramningen kun har en varighed på 1-7 timer pr. pæl, og da der desuden normalt kun nedrammes en pæl i døgnet, vil en eventuel effekt på fisk, herunder fisketætheden, kun kunne konstateres i en begrænset periode /24/.

Selvom perioder med intens graveaktivitet, sejlads og nedramning af monopæle kan påvirke fisk i området og medføre en periodisk nedgang i fisketæthed, vil fiskene med meget stor sandsynlighed vende tilbage til anlægsområdet, og en effekt på de lokale fiskebestande på lidt længere sigt er derfor næppe sandsynlig. Dog kan det ikke udelukkes, at intensiv aktivitet i gydeperioden for især arter som er forholdsvis stationære og som har specifikke krav mht gydesubstrat/lokalitet (eksempelvis ulke, tangspræl og kutlinger) kan have en længerevarende negativ effekt på de lokale bestande.

Støj i driftsfasen (vedvarende effekt)

Havvindmøller i drift udsender støj med en styrke på 50-120 dB /17/ og med lave frekvenser (< 200Hz), som potentielt vil kunne påvirke fiskenes adfærd og forekomst i nærheden af møllerne. Støj og vibrationer genereres fra vindmøllernes gearboks, turbiner, generatorer og kabler, såkaldt ”strukturlyd”. Derudover vil vingerne generere aerodynamisk støj under rotation. Støj og vibrationer vil blive transmitteret gennem stålpylonen ned i fundamentet og herfra gennem havbund og ud i vandet. Desuden fremkommer der vibrationer ved møllernes fundament.

Støjen fra møller i drift varierer med vindforholdene, men støjilden er stationær og mindre tidsvarierende sammenlignet med anlægsstøj og trafikstøj. Det betyder, at støj fra møller er mere forudsigelig end støj fra andre bevægelige støjkluder.

Lyden har en karakter og styrke som gør det sandsynligt at lydfølsomme fisk som sild og torsk vil kunne registrere møllestøjen i en afstand af op til nogle få hundrede meter /21/. Derimod vil møllestøj kun kunne registreres inden for korte afstande af fladfisk, ulkefisk og andre bundlevende arter uden eller med små svømmeblærer.

Fisk er, som ovenfor nævnt, i stand til at erkende lave frekvenser < 100 Hz og bruger i vid udstrækning sansningen af lavfrekvente strømninger til at danne sig et billede af

andre dyrs bevægelser i vandet. Det er imidlertid vurderingen at lydbølger fra vindmøller er så konstante og diffuse at fisk kan adskille denne fra lyden fra andre dyr/fisk og også er i stand til tilvænne sig denne /21/.

Der er dog indikationer af at nogle arter udviser en undvigeadfærd muligvis i forbindelse med eksponering til lavfrekvent lyd. Det er således påvist at vandrende blankål reagerer undvigende og udviser stresssymptomer i forbindelse med eksponering til infralyd på 11,8 Hz /28/.

At der sker en vis tilvænnning til lyden omkring fundamentet til havmøller understøttes af erfaringerne fra bl.a. havmølleparkerne på Rødsand og Horns Rev hvor der er registreret en lang række fiskearter, således er der registreret tætte stimer af kutlinger, mange havkarudser, sortkutlinger og enkelte torsk i og omkring møllefundamenterne i Nysted Havmøllepark. Helt generelt, er der mht. fangsterne og de observerede arter ingen signifikant forskel på situationen i henholdsvis mølleområderne og de nærliggende referenceområder /29/.

4.2. Sedimentspild

Som følge af graveaktivitet i forbindelse med etableringen af havmølleparken og i forbindelse med nedspuling og nedgravning af kabler mellem møllerne og mellem møllerne og land forventes en suspension og omlejring af sediment.

Fisk vil potentielt påvirkes heraf men i forskelligt omfang afhængigt af livsstadie – generelt vil de tidligste stadier være mest påvirkelige.

Når mængden af suspenderet sediment er i størrelsesordenen mg/l over længere tid kan det være dødeligt for fiskeæg og – larver, mens en dødelig koncentration for juvenile og voksne fisk er i størrelsesordenen g/l /22/. Koncentrationen er ikke nødvendigvis i sig selv afgørende men skal kombineres med eksponeringstiden, for at give et retvisende billede af den potentielle risiko ved en given påvirkning med suspenderet stof /30/.

Påvirkningen af fiskeæg afhænger af hvorvidt der er tale om æg der gydes i de frie vandmasser (pelagiske æg) eller der er tale om æg der afsættes på havbunden (benthiske æg) - evt. i forbindelse med yngelpleje.

Sedimentspild påvirker fiskeæg på bunden ved at reducere ilttilførslen som følge af tildækning. Sediment der hæfter sig på pelagiske fiskeæg kan, udover at reducere ilt diffusionen, også tvinge dem ned mod bunden og eventuelt til vandlag med ikke-optimale iltforhold. Undersøgelser har således vist, at torskæg udsat for 5 mg/l suspenderet sediment fortsat var i stand til at flyde mens eksponering til 100 mg suspenderet stof pr. liter øgede dødeligheden markant /31/.

En undersøgelse af Kiørboe et al. /32/ har vist, at udviklingen af sildeæg ikke blev påvirket af koncentrationer af suspenderet sediment på 300 og 500 mg/l i et døgn og kom frem til, at skader på æg ved høje koncentrationer af sediment er mest sandsynlige når iltforholdene er forringede, som det ofte vil være tilfældet når der graves i havbunden.

Fiskelarver bruger synet til at lokalisere deres føde /19/. Larver af arter som bl.a. rødspætte, tunge, pighvarre og torsk ser deres bytte når det er indenfor få millimeters afstand (en kropslængde) og kan leve nogle få dage uden mad. Jo mere uklart vandet er jo sværere er det for fiskelarvene at lokalisere og fange deres føde /33/, /34/.

Fine partikler i vand vil også kunne sætte sig i gællerne på fiskelarvene og reducere iltoptagelsen /31/, /33/.

Juvenile fisk er typisk mere følsomme overfor suspenderet sediment end de voksne fisk /22/.

For at påvirke juvenile og voksne fisk skal mængden af suspenderet sediment være i størrelsesordenen mg/l for at udløse undvigeadfærd og g/l for at være dødelig /22/. For sild og torsk har laboratorieforsøg vist, at koncentrationer af silt og kalkpartikler ned til 3 mg/l udløser undvigereaktioner /36/. Bundlevende fisk som fladfiskearterne er langt mere tolerante overfor suspenderet materiale sammenlignet med pelagiske arter som sild og brisling. For eksempel, har rødspætter overlevet at være udsat for 3000 mg/l af suspenderet ler og silt i 14 dage /35/.

Simulering af graveaktivitet for Anholt Havmøllepark har vist at hele størrelsen på området som bliver påvirket af suspenderet og sedimenteret materiale er ca. 15 x 35km /2/. Gennemsnitsmængden af suspenderet sediment i havmølleparken vil sjældent overstige 5mg/l og kun i få timer. I korte perioder (få minutter) vil sedimentkoncentrationen kunne nå et niveau på 10mg/l tæt på udgravningsstedet /2/. Suspenderet sediment kan ses i vandet når koncentrationen er omkring 2mg/l, resultater fra simuleringsforsøg viser, at dette niveau kun overstiges lokalt (ikke uden for undersøgelsesområdet) og at varigheden hovedsageligt vil begrænses til mindre end 1 døgn /2/. Hovedparten af sedimentspildet ved gravning af kabeltracéer forventes at ville ske i umiddelbar nærhed af tracéerne og vil kun nå et niveau på 10mg/l i en meget kort periode /2/.

Som nævnt vil sedimentfaner/sedimentationen potentielt kunne påvirke specielt fiskeæg og -larver og eventuelt udløse artsspecifikke undvigereaktioner. I det aktuelle område mellem Anholt og den nordlige del af Djursland må der især fokuseres på eventuelle negative effekter på de for fiskeriet vigtige bestande af tunge og rødspætte. Da områder med kraftig påvirkning, i henhold til resultaterne fra simuleringsforsøgene, forventes at ville blive meget små målt i forhold til arealet af hele vindmølleområdet, og efter som mængden af suspenderet materiale/sedimentationen samtidig som helhed må antages at være beskeden, vurderes eksponeringen for spildmateriale at være så begrænset i omfang og varighed, at det ikke i væsentlig grad vil forringe overlevelsessevnen hos fiskearterne i mølleområdet.

4.3. Elektromagnetiske felter

Anlæggelse af havvindmølleparker indebærer at der skal udlægges kabler både imellem møllerne og fra møllerne ind til land. Når strøm produceret af møllerne bevæger sig igennem disse kabler bliver der dannet elektromagnetiske felter. Styrken af disse felter

stiger proportionalt med strømintensiteten. Inden for en meters afstand fra kablet kan feltet være på niveau med den geomagnetiske baggrundsintensitet, men generelt er de beregnede og målte magnetfelter omkring strømførende kabler små i forhold til jordens magnetfelt og udgør mindre end en procent i en afstand af blot 100 meter /21/.

Modelstudier har vist, at det anslåede elektromagnetiske felt over et kabel, der er nedgravet 1 m, er på grænsen af hvad der forventes at kunne tiltrække eller frastøde elektrosensitive fisk som hajer og rokker. In situ målinger har vist, at de elektromagnetiske felter er nær detektionsgrænsen hos disse fisk /21/.

Det er alment kendt, at bruskfisk (hajer og rokker) har elektroreceptorer som de bruger til at opfatte elektromagnetiske felter omkring byttedyr og til at orientere sig /37/. Der er også beviser på at nogle benfisk som rødspætte /38/ og ål /39/ har evnen til at bruge magnetiske signaler i forbindelse med rumlige aktiviteter. Der er kun en sparsom litteratur, der indikere at benfisk kan opfatte magnetiske felter og der er næsten ingen feltundersøgelser af følsomhed hos benfisk overfor de ændringer i magnetiske felter som man vil opleve omkring kabler fra havvindmøller.

Problematikken omkring elektromagnetiske felters indvirkning på fisk blev undersøgt ved Nysted Havmøllepark. Undersøgelserne, blev gennemført to år før og to år efter kablets ibrugtagning /40/. På basis af statistiske analyser af resultaterne af feltundersøgelserne kunne det konstateres, at fiskefaunaen var uændret og den samme på begge sider af kablet efter kablets ibrugtagning. Der kun heller ikke påvises en fremherskende retning for vandringen af blankål eller andre arter. De i samme forbindelse gennemførte mærknings-genfangst forsøg gav dog en statistisk indikation af at det strømførende kabel havde en blokerende effekt overfor både ål og skrubbe selvom en relativ stor del af de genfangne ål formentlig havde passeret det strømførende kabel. I de fleste tilfælde var det ikke muligt at påvise nogen sammenhæng mellem resultaterne af fiskeundersøgelserne og størrelsen af elproduktionen, og dermed styrken af det elektromagnetiske felt. Den overordnede konklusion på undersøgelsen var således, at effekten på de lokale fiskebestande af elektromagnetiske felter sandsynligvis er meget beskednen.

I en undersøgelse af blankålens vandring over Ølands-kablet blev det observeret at ålenes svømmehastighed blev reduceret og kunne relateres til stigende strømstyrke, idet det dog skal bemærkes, at det pågældende kabel ligger direkte på havbunden og dermed også teoretisk set vil kunne udgøre en fysisk hindring /41/. Det skal endvidere bemærkes at nye undersøgelser har vist, at en betydelig del af ålens vandring foregår nær vandoverfladen /42/) og at en påvirkning fra magnetfelter omkring kabler på eller i bunden derfor må antages at være minimal.

At effekten af elektromagnetiske felter på benfisk sandsynligvis er minimale er også bekræftet i en rapport af Mattfield & Sykes /43/, der opsummerer et antal studier af tre-fase-AC systemer og konkluderer, at de elektromagnetiske felter omkring submarine kabler fra havmølleparker ikke vil have signifikant effekt på det marine miljø.

Den generelle konklusion vedrørende betydningen af elektromagnetiske felter omkring kabler forventes også at ville være gældende for kablerne fra og imellem møllerne i Anholt havmøllepark og en væsentlig og målbar effekt forventes derfor ikke.

4.4. Rev-effekt

Med møllefundamenterne introduceres et fast substrat af beton og sten lagt ud på bundtyper med sandsynligvis ringere heterogenitet. På den måde vil møllefundamenterne fungere som kunstige rev. På et sådant rev vil der hurtigt udvikles et begroningssamfund bestående af en række epibenthiske organismer.

Når et nyt fundament udlægges vil "nye" organismer kolonisere det nye levested dels ved migration fra nærområdet eller ved bundfældning af larver eller sporer. Karakteren og omfanget af denne kolonisering afhænger af fundamenternes placering, herunder dybde og strømforhold, og af fundamentets materiale opbygning, herunder dets heterogenitet.

De første til at kolonisere møllefundamenterne vil være alger og invertebrater (typisk rurer). Observationer ved kunstigt anlagte overflader tyder på, at rurerne hurtigt blive overvokset af blåmuslinger allerede kort tid efter anlæggelsen, og i løbet af få år vil disse udvikle en monokultur på mølleskafterne /44/. Undersøgelser har vist, at blåmuslinger kan forekomme meget talrigt i dybdeintervallet fra 3-14 m hvor dækningsgraden er 100 % og biomassen 20-35 kg vådvægt/m², hvilket er op til 10 gange mere end på selve havbunden.

Det forventes, at de kunstige rev og begroningssamfund vil tiltrække visse fiskearter der finder skjulesteder og føde i hårdbundsområder /45/. Egentlige stenrevs-fiskearter såsom havkarudse, savgylte, bergylt m. fl. vil naturligvis især profitere af den nye habitat, men også arter såsom tangspræl, sortkutling og almindelig ulk, der er blevet registreret i forbindelse med fiskeundersøgelsen i Anholt mølleområdet, vil sandsynligvis få bedre levevilkår. Også torsk og hvilling tiltrækkes af heterogene strukturer såsom stensætninger /46/.

Arter som ising, tunge, rødspætte m.fl. der er knyttet til sand-blødbund vil teoretisk set få reduceret deres potentielle levesteder med det areal møllefundamenterne vil optage. Men set i lyset af at dette areal kun vil udgøre i størrelsesordenen 0,2 % af mølleområdets samlede areal vil denne effekt være minimal.

Pelagiske fiskearter (sild, brisling m.fl.) forventes ikke at blive berørt af den fysiske tilstedeværelse af møllerne/fundamenterne.

Idéen bag etablering af kunstige rev, herunder møllefundamenter, er baseret på, at fisk vil aggregere her, hvilket potentielt set skulle øger antallet og biomassen og dermed fangsten. Imidlertid kan man hævde, at et kunstigt rev ikke producerer ny biomasse, men alene tiltrækker fisk fra omkringliggende område uden at øge den totale biomasse. Der foreligger ikke pt. undersøgelser som giver et entydigt svar på om møllefundamenterne har en positiv eller en negativ effekt mht. fiskediversitet eller - biomasse. Resultater fra monitorering af fiskebestandene ved Nysted og Horns Rev

havmølleparkerne er, at fiskearts-sammensætningen er ens både indenfor og udenfor vindmølleparkerne /29/. Tilsvarende resultater er fremkommet i forbindelse med undersøgelser ved en havmøllepark i Barrow, NW England hvor der ikke er registreret nogen forskel på artsammensætningen før og efter havmølleparkens anlæggelse /47/.

Sammenfattende kan det siges, at det samlede areal af det introducerede substrat og de associerede samfund vil være beskedent målt i forhold til størrelsen af havmølleparken, og at der kun i umiddelbar nærhed af møllefundamenterne vil kunne forventes en væsentlig påvirkning af fiskefaunaens tæthed og sammensætning.

4.5 Afviklingsfasen

Dette afsnit beskriver de potentielle effekter på fisk-/fiskebestande i forbindelse med nedlæggelsen af havmølleparken jfr.projektbeskrivelsen /48/.

Afviklingsfasen omfatter fjernelse af selve vindmøllerne og til dels også af fundamenter og kabler. Påvirkningen herfra på fisk og fiskebestande vil omfatte de samme typer effekter som karakteriserede opbygningen af havmølleparken såsom støj, forstyrrelse af havbund, sedimentspild og fjernelse af stensubstrat.

Støj og vibrationer

Perioder med effekter i form af øget støj- og vibrationer som følge af intens aktivitet, sejlad og retablering af noget af havbunden vil kunne påvirke fisk i det lokale område og potentielt set medføre en nedgang i fisketæthed. Varigheden af nedrivningsfasen vil imidlertid betyde at der kun vil blive tale om en meget kortvarig og begrænset effekt.

Forstyrrelse af havbunden og sedimentspild

Forstyrrelse af havbunden samt sedimentspild vil forekomme i forbindelse med fjernelse af møllerne herunder af støtte- og beskyttelsesfundamenterne omkring møllernes basis. Tilsvarende forstyrrelser vil kunne forekomme i forbindelse med fjernelse af både kablerne mellem møllerne, transformerstationen og eksport-kablerne til land i tilfælde af de ikke efterlades in situ. Havbund der blottes omkring fundamenthuller og kabeltraceerne vil blive rekoloniseret af marin flora og fauna, herunder fisk. Koloniseringen vil formentlig ske inden for kort tid.

Fjernelse af hård substrat

Fjernelse af møllebasis og fundamenter som har fungeret som hårbundshabitater for en række fiskearter vil kunne betyde en nedgang i bestandene heraf. Ifølge den nuværende projektbeskrivelse vil beskyttelsesmateriale (scour - store sten osv.) ikke blive fjernet og nogen effekt på hårbundssamfundene kan derfor ikke forventes.

Samlet set vil varigheden af afviklingsfasen være kortere end anlægsfasen og dermed vil den periode, hvor støj og trafik, forstyrrelse på havbund og sedimentspild påvirke fisk og fiskebestande være mindre. Samtidig er der muligvis en del materiale som vil være efterladt in situ og dermed vil forstyrrelse og ændringer af havbund og tilknyttede fiskearter også være mindre end i anlægsfasen.

4.6 Kumulative effekter

De kumulative effekter, som følge af den planlagte parks nærhed til andre menneskeskabte strukturer og planlagte projekter, herunder en planlagt svensk havmøllepark på Store Middelgrund, ca. 30 sømil øst for Anholt havmølleparken er blevet vurderet.

Efter som der på nuværende tidspunkt ikke findes andre menneskeskabte strukturer og ej heller planlægges sådanne inden for kortere afstand fra Anholt havmølleparken forventes der ingen kumulative effekter på fisk. Den store afstand mellem den kommende Anholt Havmøllepark og en kommende havmøllepark på Store Middelgrund gør at kumulative effekter på fisk ikke vil kunne forekomme i hverken anlægs- eller driftsfasen.

I tilfælde af der kommer flere havmølleparker i området omkring Anholt Havmøllepark kan der eventuelt opstå en påvirkningszone mellem dem hvor forstyrrelse såsom støj fra møllerne og forøget skibstrafik kan opfattes fra begge parker. Men da eventuelle negative påvirkninger fra støj generelt er begrænset til områder i relativt nærhed af møllerne forventes der ingen kumulative effekter som følge heraf.

Flere vindmøller og den heraf afledte forøgelse af stenbundshabitater i form af møllefundamenter vil samlet set forøge den såkaldte "rev-effekt" og vil kunne have en synergieffekt som vil kunne forøge fiske-artsdiversiteten indenfor og mellem havmølleparker.

4.7 Sammenfattende effektvurdering

I forbindelse med både anlæggelse og drift af havmølleparken må der som beskrevet ovenfor forventes både midlertidige og langvarige effekter som potentielt kan påvirke fisk.

Midlertidige effekter

I forbindelse med anlæggelsen af havmølleparken vil der være et forhøjet støjniveau fra en forøget lokal skibstrafik, fra grave- og nedspulningsaktiviteter og fra nedramning af vindmøllefundamenter. Det er mest sandsynligt, at støjfølsomme arter som sild og til dels torsk vil påvirkes, mens mindre følsomme arter, som eksempelvis de i området dominerende fladfiskearter, må forventes at blive påvirket mindst. Kun undtagelsesvis, hvor der findes fisk i umiddelbar nærhed af nedramningslokaliteten, vil fisk kunne få fysiske skader og eventuelt dø. Den primære effekt vil sandsynligvis være at fiskene forlader området i de perioder hvor anlægsaktiviteter og støj er mest intensiv. Dog forventes det, at eventuelle fortrængte fisk hurtigt vil komme tilbage når anlægsarbejdet er ophørt og samlet set forventes der kun en mindre påvirkning på fisk som følge af støj.

I forbindelse med graveaktiviteter m.v. vil der forekomme perioder med forøgede mængder suspenderet materiale i vandfasen og øget sedimentation. Benthiske fiskeæg og -larver er følsomme over for sedimentation og en effekt på disse i korte perioder og nær aktiviteterne kan ikke udelukkes. Effekter på juvenile og voksne fisk i form af

reduceret sigtbarhed og reduceret iltoptagelse og på migrationsmønstrer hos eksempelvis tunge og stenbider må forventes at være marginal og kortvarig. Disse begrænsede effekter kan naturligvis minimeres ved at placere aktiviterne uden for perioder med gydning og migration.

Permanente effekter

Møllefundamentene beslaglægger en ganske lille del af det samlede areal af mølleområdet. Generelt vil det betyde en reduktion af arealet med blandet bund/sandbund og en forøgelse af revstrukturer i området. Dette vil favorisere fiskearter, som har tilknytning til revhabitater, mens fiskearter som foretrækker blandet bund, især fladfiskene, vil få indskrænket deres leveområder. Da det samlede areal af møllefundamentene kun udgør i størrelsesordenen 0,2 % af mølleområdets samlede areal vil denne effekt være minimal.

Støj fra drift af møllerne vil hovedsagelig være infralyd med frekvenser <200 Hz. Der er modstridende vurderinger af hvor meget dette vil kunne påvirke de forskellige fiskearter, men da lydbølger fra vindmøller er så konstante og diffuse er fisk med stor sandsynlighed i stand til at adskille disse fra lyden fra andre dyr/fisk og er dermed i stand til at tilvænne sig denne baggrundsstøj. Vurderingen er derfor, at effekten af denne støjkilde vil være minimal.

Elektromagnetiske felter har vist sig at have en vis effekt på især ål og skrubber og måske også på andre fladfiskearter. Eftersom det elektromagnetiske felt omkring nedgravede kabler inden for ganske få meter er nær detektionsgrænsen for selv de mest følsomme fiskearter antages det ikke, at elektromagnetiske felter vil kunne have nogen effekt på bestandsniveau.

Introduktion af nye habitater, såkaldt rev-effekt, med en samtidig reduktion af arealet med den naturlige bundtype vil formentlig medføre en større artsdiversitet i området. Set i lyset af møllefundamenternes ringe areal sammenlignet med det samlede mølleområdes vil effekten heraf (positiv/negativ) være meget beskeden.

4.8 Summary of assessments and significance rating of data

Guidelines for the summary of assessments and significance ratings of data given below are given in “400 MW Off-shore wind park in Kattegat - Method for impact assessment” (Rambøll 2009) /49/.

“Summary of assessment of impacts in the construction phase”

Impact	Intensity of effect	Scale/geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Noise and physical disturbances from dredging activities, vessel traffic and pile-driving during construction	Minor	Local	Short-term	Minor
Sediment spreading and sedimentation from dredging and cable-laying activities	Minor	Regional	Short-term	Minor

“Summary of assessment of impacts in the operational phase”

Impact	Intensity of effect	Scale/geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Noise and vibration from gearboxes, generator, turbines and associated cables during operation	Minor	Local	Long-term	Minor
Occupation of seabed from foundations and changes of bathymetry	Minor	Local	Long-term	Minor
Electromagnetic fields from electrical currents running thorough cables	Minor	Local	Long-term	Minor
Reef-effect "artificial reefs" physical occupation - piling and scouring protection of foundation	Minor (+)	Local	Long-term	Minor (+)

“Summary of assessment of impacts in the decommissioning phase”

Impact	Intensity of effect	Scale/geographical extent of effect	Duration of effect	Overall significance of impact
Noise and vibration from dredging and ship activities during removal of wind turbines	Minor	Local	Long-term	Minor
Disturbance to sea bottom and sediment spreading during removal of turbines and substructures	Minor	Local	Long-term	Minor
Removal of hard substrates - (scour protection to be left in situ)	Minor	Local	Long-term	Minor

”Significance rating of data and knowledge for assessment”

Effect	Overall significance of impact	Significance rating for the assessment
IMPACTS ON THE BIOLOGICAL ENVIRONMENT		
<i>Impacts on fish - construction fase</i>		
Noise and vibration from dredging activities, vessel traffic and pile-driving during construction	Minor	2
Sediment spreading and sedimentation from dredging and cable-laying activities	Minor	1
<i>Impacts on fish - operational fase</i>		
Noise and vibration from gearboxes, generator, turbines and associated cables	Minor	2
Occupation of seabed from foundations and changes of bathymetry	Minor	2
Electromagnetic fields from electrical currents running thorough cables	Minor	1
Reef-effect "artificial reefs" physical occupation - piling and scouring protection of foundation	Minor (+)	2
<i>Impacts on fish - decommissioning</i>		
Noise and vibration from dredging and ship activities during removal of wind turbines	Minor	2
Disturbance to sea bottom and sediment spreading during removal of turbines and substructures	Minor	1
Removal of hard substrates - (scour protection to be left - in situ)	Minor	2

A summary of the significance rating (1-3) of data and knowledge for assessment is listed below.

In order to evaluate the quality and significance of data and documentation for the impact assessment a significance rating of data and documentation should be evaluated within the specific technical subject topics using the following categories:

- 1 – Limited (scattered data, some knowledge)
- 2 – Sufficient (scattered data, field studies, documented)
- 3 – Good (time series, field studies, well documented)

For a more thorough description of summary guidelines for the method for impact assessment see 400 MW Off-shore wind park in Kattegat - Method for impact assessment” (Rambøll 2009) /49/.

5. REFERENCER

- /1/ GEUS, 2009. Anholt Offshore Wind Farm Marine Geophysical Investigations. Rapport til Rambøll Oil & Gas (Conf.)
- /2/ DHI (2009). Anholt Offshore Wind Farm – Hydrography, sediment spill, water quality, geomorphology and coastal morphology. Baseline Description and Impact Assessment.
- /3/ DHI, 2009. 400 MW Off-shore wind park in Kattegat. Benthic fauna – Baseline surveys and Impact assessment. Rapport til Energinet.dk (Draft, june 2009/Conf.)
- /4/ DMU (2007). NOVANA. Marine områder 2005-2006. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Faglig rapport fra DMU, nr. 639, 2007.
- /5/ Muus, Bent (1978). Danmarks Dyreverden, Bind 4 og 5 – Fisk. Rosenkilde og Bagger, 1978.
- /6/ Muus, B. & Nielsen, J.G. (1997) Havfisk og Fiskeri i Nordvesteuropa (1997) 5th edition. Gads Forlag København 1998.
- /7/ Hayward, P.J. & Ryland, J.S. eds. (2000). Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe.
- /8/ FishBase - www.fishbase.org/search.php
- /9/ Krog Consult (2009). Kortlægning af fiskeriet samt vurdering af de fiskerimæssige konsekvenser ved etablering af Anholt Havmølleparken. Notat til Energinet.dk.
- /10/ ICES 2008. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS) ICES CM 2008\ACOM:06
- /11/ Worsøe, L., Horsten, M.B. og Hoffman E. (2002). Gyde-og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen og Kattegat. Danmarks Fiskeriundersøgelser Afd. for Havfiskeri. DFU-rapport nr. 118-02.
- /12/ Vitale, F., Börjesson P., Svedäng H. & Casini, M. (2007) The spatial distribution of cod (*Gadus morhua* L.) spawning grounds in the Kattegat, Eastern North Sea. Fisheries Research Volume 90, Issues 1-3, April 2008, Pages 36-44.
- /13/ Strand, J. (2006). Teknisk anvisning for marin overvågning. 6.1 Fiskeundersøgelser i kystnære marine områder. NOVANA. ver. 15-03-06. Danmarks Miljøundersøgelser. – Teknisk anvisning fra DMU's Marine Fagdatacenter. 44 s. (elektronisk).
- /14/ Ringkjøbing Amt, Frederiksborg Amt, Århus Amt, Fiskeøkologisk Laboratorium, Danmarks Miljøundersøgelser, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Skov og Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen, Bio/consult (2002). Fiskeundersøgelser i kystnære marine områder. 1. udgave af teknisk vejledning, marts 2002, Ringkjøbing Amt, 81 s.
- /15/ Krog Consult (2007). Udvikling af målrettet fiskeri efter fjæsing i Kattegat. Rapport til Direktoratet for FødevarerErhverv (FIUF programmet).
- /16/ SEAS (2000). VVM-redegørelse for havmøllepark ved Rødsand-Teknisk baggrundsrapport vedrørende fisk.

- /17/ Vella, G., Rushforth, I., Mason E., Hough A., England, R., Styles P., Holt T., Thorne P., (2001) Assesment of the effects of Noise and vibrations from offshore wind farms on Marine Wildlife.
- /18/ Popper AN & Fay RR, (1993). Sound detection and processing by fish: Critical review and major research questions. *Brain, behavior and evolution*, vol. 41, 14-38.
- /19/ Bone Q, Marshall N.B. & Blaxter J.H.S. (1995). *Biology of fish*. Second edition. Blackie Academic & Professional.
- /20/ Westerberg H. (1994). Fiskeriundersökningar vid havbaseret vindkraftverk 1990-1993. Fiskeriverket. Rapport 5 – 1994. Göteborgsfilialen Utredningskontoret i Jönköping.
- /21/ DFU (2000). Effects of marine windfarms on the distribution of fish, shellfish and marine mammals in the Horns Rev area. Report to ELSAMPROJEKT A/S. DFU-rapport 117-02.
- /22/ Engell-Sørensen, K and Skyt, P.H., 2000. Evaluation of the Effect of Sediment Spill from Offshore Wind Farm Construction on Marine Fish. SEAS Doc. no. 1980-1-03-2-rev.1, <http://www.nystedhavmoellepark.dk>
- /23/ Dong Energy (2006). Horns Rev 2 Havmøllepark Vurdering af Virkninger på Miljøet VVM-redegørelse Oktober 2006.
- /24/ Jensen, K . Havmølleparker og fisk (DONG). http://www.dsmb.dk/tidligere_side-filer/080508HavmølleparkerogFisk.pdf
- /25/ Denton E.J. & Gray J.A.B. (1993). Stimulation of the acusto-lateralis system of clupeid fish by external sources and their own movement. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B.*, vol. 341, 113-127.
- /26/ Hastings MC, Popper AN, Finneran JJ & Lanford PJ, (1996). Effects of low-frequency underwater sound on hair cells of the inner ear and lateral line of the teleost fish *Astronotus ocellatus*. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 99 (3), 1759-1766.
- /27/ Parvin S J, Nedwell J R (2006) 'Underwater noise survey during impact piling to construct the Barrow offshore windfarm'. Subacoustech Report Reference: 544R0602.
- /28/ Sand O, Enger PS, Karlsen HE & Knudsen F. (1999). Deflection of migrating silver eels (*Anguilla anguilla*) by infrasound. In: *Proceedings from 1999 American Fisheries Society Annual Meeting. Integrating Fisheries Principles from Mountain to Marine Habitats*. August 29 – September 2, 1999, Charlotte, North Carolina (abstract).
- /29/ Hvidt, C.B., M. Klausstrup, S.B. Leonhard, J. Pedersen (2006). Fish at the Cable Trace, Nysted Offshore Wind Farm. Final Report 2004. Prepared for ENERGI E2 A/S 2006.
- /30/ Newcombe CP & MacDonald DD (1991). Effects of suspended sediments on aquatic ecosystems. *North American Journal of Fisheries Management*, vol. 11, 72-82.
- /31/ Rönbäck P & Westerberg H. (1996). Sedimenteffekter på pelagiska fiskägg och gulesäckslarver. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Frölunda, Sweden.

- /32/ Kioerboe T, Frantsen E, Jensen C & Nohr, O (1981). Effects of suspended-sediment on development and hatching of herring (*Clupea harengus*) eggs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 13, 107-111.
- /33/ Groot SJ De (1980). The consequences of marine gravel extraction on the spawning of herring, *Clupea harengus* Linné. *Journal of Fish Biology*, vol. 16, 605-611.
- /34/ Johnston DD & Wildish DJ (1982). Effect of suspended sediment on feeding by larval herring (*Clupea harengus harengus* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 29, 261-267.
- /35/ Newton AJ (1973) Ph.D thesis, University of Leeds, U. K., 370 pp.
- /36/ Westerberg H, Rönnbäck P & Frimansson H (1996). Effects of suspended sediment on cod egg and larvae and the behaviour of adult herring and cod. ICES Marine Environmental Quality Committee, CM 1996/E:26.
- /37/ Kalmijn AJ, (1978). Experimental Evidence of geomagnetic orientation in elasmobranch Fishes. In: K. Sshmidt-Koenig & W.T. Keeton (eds.) *Animal migration, navigation and homing*. Springer Verlag, New York, pp. 354-355
- /38/ Metcalfe JD; Holford BH & Arnold GP, (1993). Orientation of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the open sea: evidence of the use of external directional clues. *Marine Biology*, 117, 559-566.
- /39/ Karlson, L., 1985. Behavioural responses of European silver eels (*Anguilla anguilla*) to the magnetic field. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 39, 71-81.
- /40/ Hvidt, C.B., K. Engell-Sørensen and M. Klausstrup, 2003b. Baseline study Fish, fry and commercial fishery, Nysted offshore Wind Farm at Rødsand, Status report. SEAS Distribution. A.m.b.A.
- /41/ Westerberg, H. and I. Lagenfelt (2008). Sub-sea power cables and the migration behaviour of the European eel. *Fisheries Management and Ecology* 15: 369-375.
- /42/ Hvidt, C. – pers. comm (2009). Migrating silver eel – unpublished report /51/ Muus, Bent (1978). *Danmarks Dyreverden*, Bind 4 og 5 – Fisk. Rosenkilde og Bagger, 1978
- /43/ Mattfield & Sykes,(2005). *Offshore Wind Energy - Implementing a New Powerhouse for Europe*
- /44/ VKI, (2000). *Marinbiologiske undersøgelser ved Rødsand og vurdering af effekter ved etablering og drift af en havmøllepark*.
- /45/ Santos, M.N., Monteiro, C.C., Lassère, G. (1996). Finfish attraction and fisheries enhancement on artificial reefs: a review. In: Jensen, A.C. (Ed.) *European artificial reef research. Proceedings of the 1st EARRN conference, Ancona, Italy, March 1996*. Pub. Southampton Oceanography Centre: 97-114.
- /46/ Valdemarsen, J.W. (1979). Behaviour aspects of fish in relation to oil platforms in the North Sea. *ICES C.M.*, B:27.

/47/ BOWind. Barrow Offshore Wind Farm - Post Construction Monitoring Report. First Annual Report 15 January 2008.
http://www.bowind.co.uk/pdf/MPCR%20BOW/BOW_PCMR_december%202007_15012008_v2.pdf

/48/ Rambøll (2009) VVM Anholt. Project Description – draft 2009.07.20

/49/ Rambøll (2009) 400 MW Off-shore wind park in Kattegat - Method for impact assessment – June 2009.