

## Makrelbestanden i Nordsøen (NordMak)

Marie Storr-Paulsen, Kai Wieland, Stefan Neuenfeldt, Casper Willestofte Berg, Teunis Jansen, Kirsten Birch Håkansson, Julie Olivia Davies, Mikael van Deurs, Niels Gerner Andersen og Ole Henriksen

DTU Aqua-rapport nr. 398-2022





## **Makrelbestanden i Nordsøen (NordMak)**

Af Marie Storr-Paulsen, Kai Wieland, Stefan Neuenfeldt, Casper Willestofte Berg, Teunis Jansen, Kirsten Birch Håkansson, Julie Olivia Davies, Mikael van Deurs, Niels Gerner Andersen og Ole Henriksen

DTU Aqua-rapport nr. 398-2022

## Kolofon

Titel:	Makrelbestanden i Nordsøen (NordMak)
Forfattere:	Marie Storr-Paulsen, Kai Wieland, Stefan Neuenfeldt, Casper Willestofte Berg, Teunis Jansen, Kirsten Birch Håkansson, Julie Olivia Davies, Mikael van Deurs, Niels Gerner Andersen og Ole Henriksen
DTU Aqua-rapport nr.:	398-2022
År:	Marts 2022
Reference:	Storr-Paulsen, M., Wieland, K., Neuenfeldt, S., Berg, C.W., Jansen, T., Håkansson, K.B., Davies, J.O., van Deurs, M., Andersen, N.G. & Henriksen, O. (2022). Makrelbestanden i Nordsøen (NordMak). DTU Aqua-rapport nr. 398-2022. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 37 pp. + bilag
Forsidefoto:	Makrel. Foto: DTU Aqua.
Udgivet af:	Institut for Akvatiske Ressourcer, Kemitovet, 2800 Kgs. Lyngby
Download:	<a href="http://www.aqua.dtu.dk/publikationer">www.aqua.dtu.dk/publikationer</a>
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-326-2

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

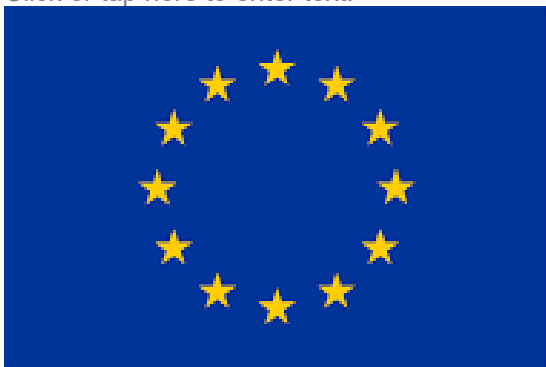
# Forord

Nærværende rapport summerer aktiviteter og resultater fra projektet "NordMak, Viden om makrellens Nordsøkomponent" og er udarbejdet af Institut for Akvatiske Ressourcer (DTU Aqua) ved Danmarks Tekniske Universitet.

Projektet er finansieret af Den Europæiske Hav- og Fiskerifond og Fiskeristyrelsen (j.nr. 33113-B-17-098).

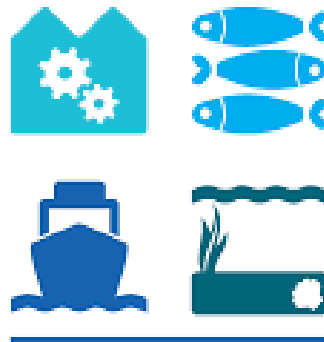
København, marts 2022

Click or tap here to enter text.



**Den Europæiske Union**  
**Den Europæiske Hav- og Fiskerifond**

## HAV & FISK



# Indhold

Summary (English) .....	5
Resumé .....	6
1. Trawltogt i Nordsøen med DPPO (AP1) .....	7
2. Metode og self-sampling fra det kommercielle fiskeri (AP2).....	10
2.1 Opsummering.....	10
2.2 Baggrund.....	10
2.3 Metode til udvælgelse af skibe til at deltage i self-sampling .....	11
2.4 Indsamlinger i land .....	14
2.5 Kvalitetssikring i alders aflæsninger .....	20
3. Udvikling af metoder til at bruge akustikdata (AP3) .....	22
4. Undersøgelse af makrellens rolle som prædator (AP4).....	29
5. Inklusion af den opsamlede viden i bestandsvurderingen (AP5).....	33
Referencer .....	35
Tak til .....	37

Bilag i selvstændig rapport:

Bilag A – Rapport for forsøgstogt i 2018

Bilag B – Eksempler på inspektionsrapporter

Bilag C – Age reading comparison for NordMak

## Summary (English)

The mackerel stock has in later years changed the distribution area very dramatically both in relation to the stock components, stock size and distribution area. As the mackerel stock has a wide distribution area and a very large international focus, it is important that Denmark is strengthening the know-ledge and capacity within this stock to be able to influence the management decisions. In 2020 a little more than 1 million tonnes of mackerel was landed and from this 35.500 tonnes were landed by Danish fishermen.

The aim of the project has been to strengthen the stock assessment and management on mackerel with the focus on mackerel's North Sea component. Here we have lacked knowledge on the mackerel distribution and biology. In the NordMak project we have built up knowledge through conducting four Danish trawl surveys (2018, 2019, 2020 and 2021) in the North Sea which should be combined with the present trawl surveys conducted in the North Atlantic. The results from the Danish trawl surveys have annually been presented in WGIPS and WGWISE, the ICES working groups responsible for the mackerel survey and stock assessment.

As part of the project we tried to develop a multibeam sonar to register mackerels efforts to avoid the trawl and dive below. The project has also increased the information and data available from the commercial fishermen through a self-sampling program designed for the larger part of the fleet. This has become increasingly important as large part of the mackerel is landed abroad.

As a supplement the project also got access to industry data collected by Skawinspektion on individual fish weights and we have tested if this additional data could improve the estimates delivered to the stock assessment. The project has also investigated the stomach content of mackerel in the North Sea and here it was found that especially herring and sprat are the main prey followed by sand eel and cod fish.

# Resumé

Makrelbestanden i Nordatlanten har gennem de seneste år ændret sig dramatisk, både med hensyn til bestandskomponenterne, bestandsstørrelsen og ikke mindst makrellens udbredelse. Da makrellen desuden er en bestand med et ganske stort udbredelsesområde og med meget stor international interesse, er det vigtigt, at Danmark styrker kapaciteten og vidensgrundlaget indenfor denne bestand for at kunne yde indflydelse på de forvaltningsmæssige beslutninger. I 2020 blev der landet lidt over 1 mio. tons makrel i alt, og af dette var de danske landinger på lidt over 35.500 tons.

Projektets formål har været at forbedre bestandsvurderingen og forvaltningen af makrel med fokus på makrellens Nordsøkomponent, hvor der især er en mangelfuld viden omkring udbredelse og biologi. Dette er blevet gjort ved at opbygge viden og gennemføre fire danske trawltogter (2018, 2019, 2020 og 2021) målrettet makrel i Nordsøen, som skal kombineres med de i forvejen gennemførte trawltogter fra det nordlige Atlanterhav. Resultaterne fra de danske trawltogter er blevet præsenteret hvert år til WGIPS og GWIDE, som er de ICES-arbejdsgrupper, der har ansvar for hhv. makreltogterne og bestandsvurderingen af makrel.

Som en del af projektet er der gennemført forsøg med at udvikle en multibeamsonar, der kan registrere de makrel, der søger under det pelagiske trawl under trækket. Projektet har også forsøgt at forbedre de kommercielle biologiske indsamlinger ved at udvælge den del af flåden, der går målrettet efter de pelagiske bestande, for at få en målrettet indsamling på de danske fartøjer, der står for hovedparten af landingerne. Dette er især vigtigt, fordi en meget stor andel af det danske makrelfiskeri landes i udlandet.

Som et supplement til de prøver, som fiskerne selv skal indsamle, har vi gennem NordMak-projektet fået et samarbejde op at køre med Skawinspection, som har givet mulighed for at benytte alternative data, som indsamles regelmæssigt af industrien. Her har vi undersøgt om information fra disse data vil give en forbedret bestandsvurdering. Desuden har vi i projektet undersøgt makrels fødegrundlag gennem maveprøver indsamlet på makreltogterne for at få en større viden om, hvilke typer af byttedyr makrellen går efter inde i Nordsøen. Her var det især sildefisk (hovedsageligt sild og brisling), som bidrog mest til total byttevægt blandt byttefiskgrupperne, efterfulgt af andre fisk som tobis og torskefisk. Der blev fundet et tydeligt geografisk mønster.

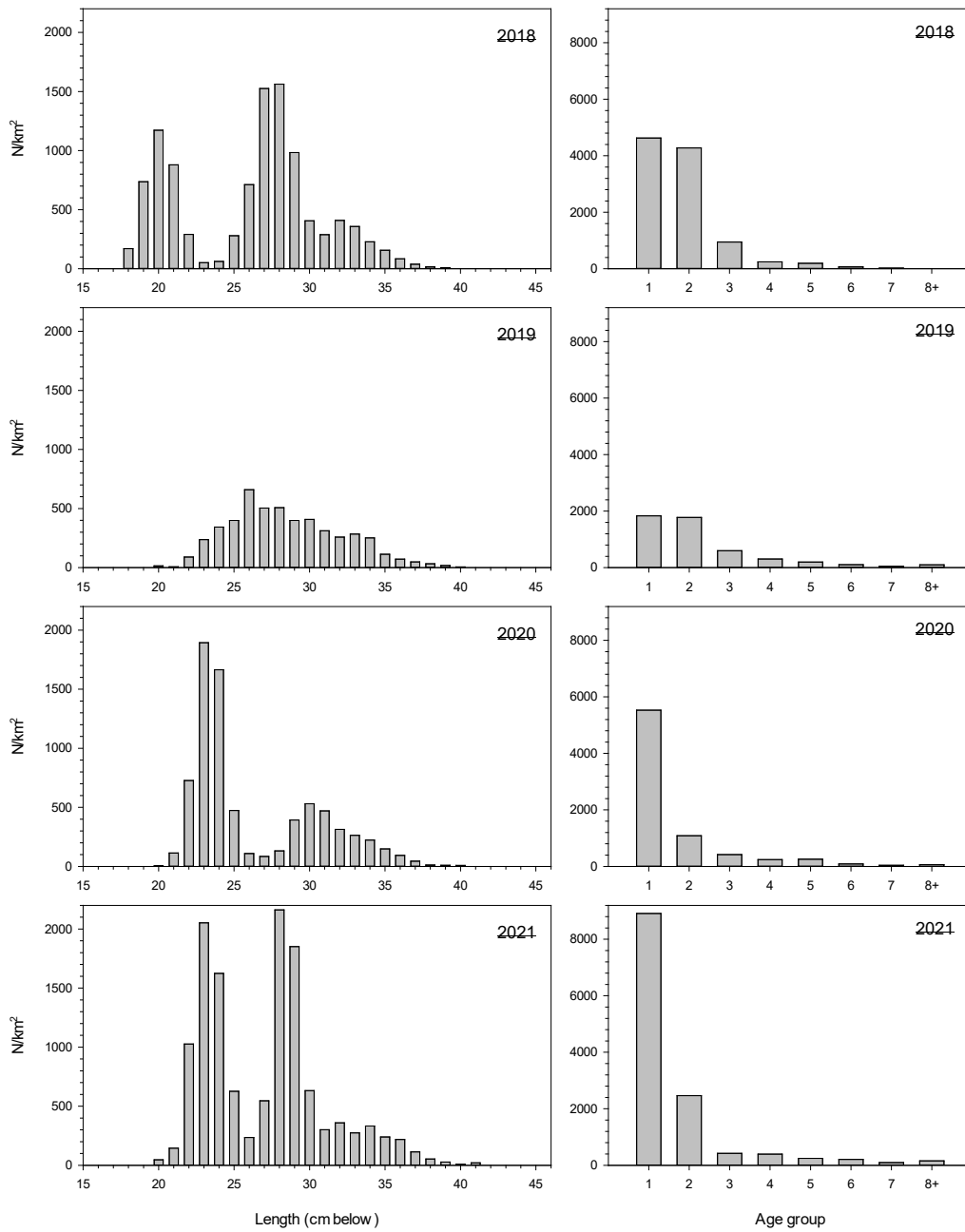


# 1. Trawltogt i Nordsøen med DPPO (AP1)

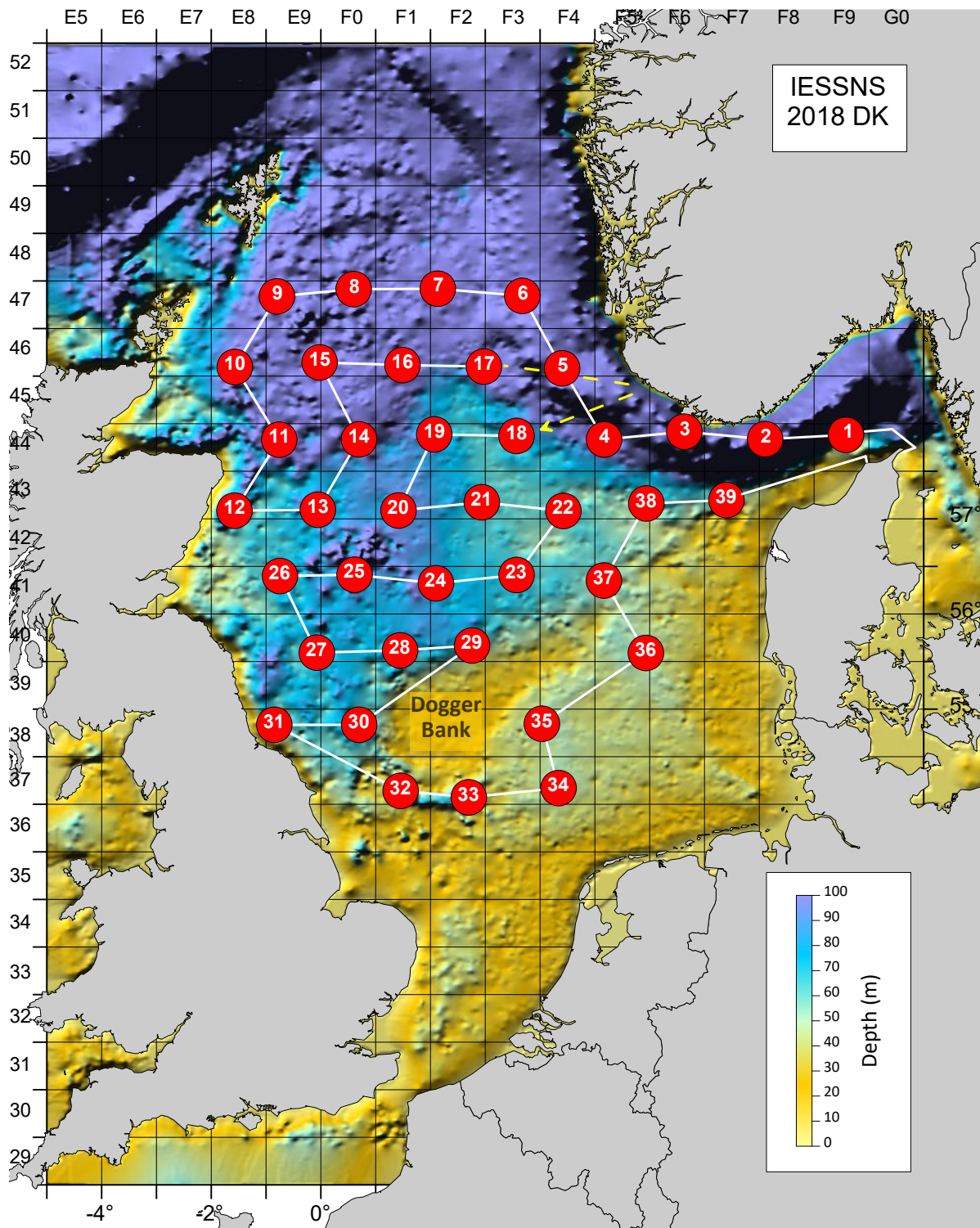
Formålet med forsøgstogtet var at dokumentere, hvorvidt det ville være muligt at gennemføre et supplerende trawltogt på makrel i Nordsøen, idet bestandens udbredelse har ændret sig meget i de senere år. I makrelbestandsvurderingen benyttes der i øjeblikket et makreltrawltogt gennemført i Nordatlanten samt et makrelægtogt, som ligeledes gennemføres i Nordatlanten, hvert 3. år. Makreltrawltogtet giver et aldersbaseret indeks og er det eneste årlige togt, der indgår i bestandsvurderingen. DTU Aqua har i 2021 gennemført et makrelægtogt i Nordsøen, som bliver afrapporteret i et andet EMFF-projekt, Easimack. I det nuværende trawltogt fiskes der pelagisk i den øverste del af vandsøjlen (over springlaget), og det var før projektet ikke sikkert om dette ville være muligt i Nordsøen grundet det noget grundere vand i dette farvand end i Nordatlanten. Trawltogtet, der gennemføres i Nordatlanten, gennemføres i perioden 1. juli til start august, og denne arbejdsplan ville derfor undersøge mulighederne for at lægge trawltogtet i begyndelsen af perioden af det internationalt koordinerede togt i samarbejde med de fire øvrige nationer, der ligeledes deltager.

Det videnskabelige standardtrawl, der benyttes til at gennemføre togtet, kan ikke benyttes på DTU Aquas havforskningskib DANA, der ikke har maskinkraft nok til at trække trawlet. Derfor skete udvælgelse af et kommercielt fartøj, der kunne gennemføre togtet i samarbejde med DPPO. Forsøgstogtet blev gennemført med den kommercielle pelagisk trawler S-205 Ceton i juli 2018. Togtmanualen svarer til den, som bliver anvendt i det internationalt koordineret makreltrawltogt i Nordatlanten (IESSNS). Da et stort pelagisk trawl benyttes er det ikke muligt helt at følge den standard-tilfældig-transektmetoden med en stationsafstand af 50 sømil, og togtområdet er begrænset til den nordlige og vestlige del af Nordsøen, hvor dybden er større end 45 m (se bilag A). Baseret af de meget positive erfaringer på forsøgstogtet i 2018 blev yderligere togter gennemført i de følgende 3 år. Resultater viser, at IESSNS-metoden også virker i Nordsøen, og at togter giver vigtige informationer om makrelfordeling mellem Nordatlanten og Nordsøen samt størrelses- og alderssammensætning og ændringer af disse mellem år (Figur 1.1).

Den årlige IESSNS-togt koordineres af ICES' pelagiske togter-arbejdsgruppe (WGIPS). Resultater, også dem fra Nordsødelen, blev præsenteret på IESSNS-postcruise-møder, som står for kvalitetssikring, og en samlet rapport sendes til ICES WGIDE, som er ansvarlig for bl.a. bestandsvurdering af makrel i Nordatlanten (ICES 2021a, ICES 2021b).



Figur 1.1. Længde- og aldersfordeling af makrel i Nordsøen, IESSNS 2018 – 2021.



Figur 1.2. Stationskort for makreltoget 2018.

## 2. Metode og self-sampling fra det kommercielle fiskeri (AP2)

### 2.1 Opsummering

Udfordringen med at lave en god videnskabelig dataindsamling i det danske makrelfiskeri skyldes, at en meget stor andel af de danske landinger landes i udlandet. Hermed har DTU Aqua ikke adgang til de danske fangster i havnene, hvorefter der ikke kan tages biologiske prøver af fangsten (alder, vægt, længde), som benyttes i bestandsvurderingen af makrel. NordMak-projektet har derfor forsøgt at lave en alternativ indsamlingsstrategi, som dels bygger på a) self-sampling, hvor fiskerne selv skal bidrage til indsamlingen ved at tage en fiskerprøve, og b) ved at benytte 3.-partsprøver.

Self-sampling går ud på, at en udvalgt del af flåden bliver bedt om at tage en usorteret prøve fra et givet træk, der fryses og hjembringes til DTU Aqua. Denne indsamling af fiskerne selv kan suppleres med nogle, for DTU Aqua, nye prøver, som indsamles af en uvildig 3.-part. 3-partsprøver foretages af en uvildig part (hverken sælger eller køber af fisken), som er certificeret i korrekt arts- og vægtangivelse og har til formål at sikre, at størrelse, vægt og artsammensætning i fangsten svarer til det, som fiskeren har registreret. Oplysninger fra disse prøver er gennem NordMak-projektet blevet gjort tilgængelige af Skawinspection til DTU Aqua til yderligere analyser. Dette er sket efter aftale med køber og sælger.

### 2.2 Baggrund

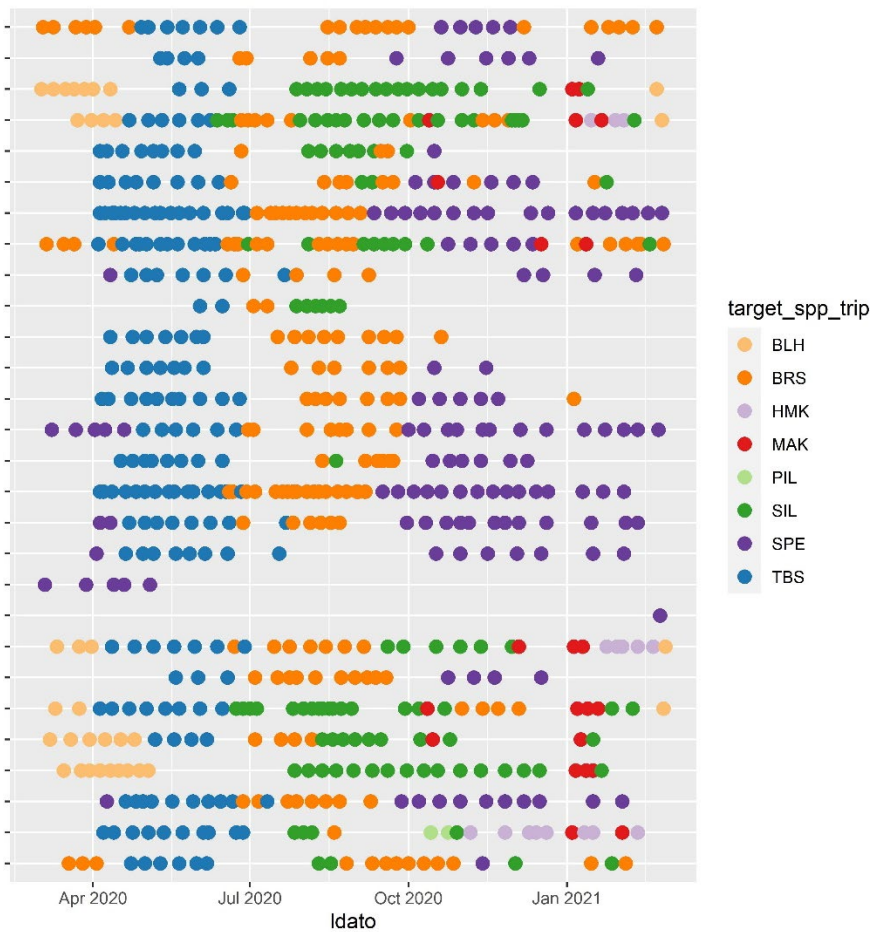
Den danske pelagiske flåde er kendetegnet ved, at de fleste skibe har et fiskeri, der ændres efter årstiden, samt at kvoterne selvfølgelig kan have stor indflydelse på landingerne det givne år. Det er dog ofte de samme, relativt få skibe, der står for størstedelen af fangsterne i mængde i det danske pelagiske fiskeri. For at lave en målrettet indsamling, har vi i dette projekt gennemført analyser af, hvilke skibe der tager hovedparten af de relevante fangster. Ud over makrel er der andre arter, der fanges i det usorterede fiskeri, og idet det ofte er de samme fartøjer, der indgår i de forskellige typer af usorteret fiskeri, har vi lavet et skema, der kan benyttes mere bredt i indsamlingen. Der er ni arter, der indgår i det danske pelagiske eller usorterede fiskeri, om end deres økonomiske betydning varierer en del både mellem art og år.

Art latin	Art dansk	2019 landing	% landet i udlandet
<i>Ammodytes</i>	Tobis	98 000 t	1%
<i>Capros aper</i>	Havgalt	720 t	52%
<i>Clupea Harengus</i>	Sild	119.000 t	25%
<i>Micromesistius poutassou</i>	Blåhvilling	68.500 t	<1%
<i>Sardine pilchardus</i>	Sardin	3.000 t	
<i>Scomber scombrus</i>	Makrel	28.400 t	74%
<i>Spartus sprattus</i>	Brisling	156.500 t	<1%
<i>Trachurus trachurus</i>	Hestemakrel	7.800 t	86%
<i>Trisopterus esmarkii</i>	Sperling	37.000 t	0%

Tabel 2.1. Årlige danske landinger i tons i 2020.

Idet indsamlingen til søs i første omgang er tænkt på en frivillig ordning, kan man ikke være garanteret, at alle skibe vil deltage og derfor blev der ligeledes udviklet en indsamlingsprotokol på de makrel, der blev landet.

Målartr per tur (landingsdato) og fartøj gennem det sidste år



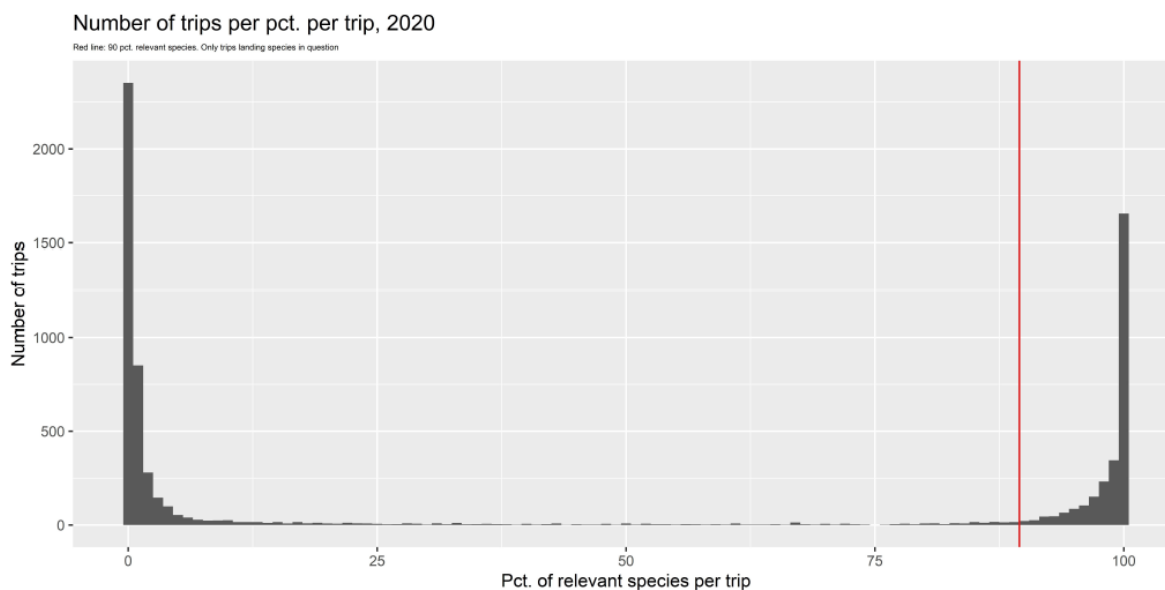
Figur 2.1 Ændringer i det målrettede fiskeri over tid for de udvalgte skibe. Hver række repræsenterer et skib udvalgt til vores indsamlinger.

### 2.3 Metode til udvælgelse af skibe til at deltage i self-sampling

For at lave en indsamlingsprotokol som er let at formidle til fiskerne, var det vigtigt, at protokollen ville være gældende for alle de pågældende arter og fiskerier. Dette gøres for at opnå, at den enkelte fisker ikke skulle skifte indsamlingsmetode alt efter hvilket fiskeri, han var ude på. For at opnå en relevant liste af skibe, som er målrettet mod det fiskeri, vi vil monitorere, blev der udviklet en måde at selekttere de involverede skibe:

- Aktive trawler
- Fisker mere end 10t/ år
- Har et direkte fiskeri på pelagiske bestande (mere and 95% af turene)
- Større end 35 meter

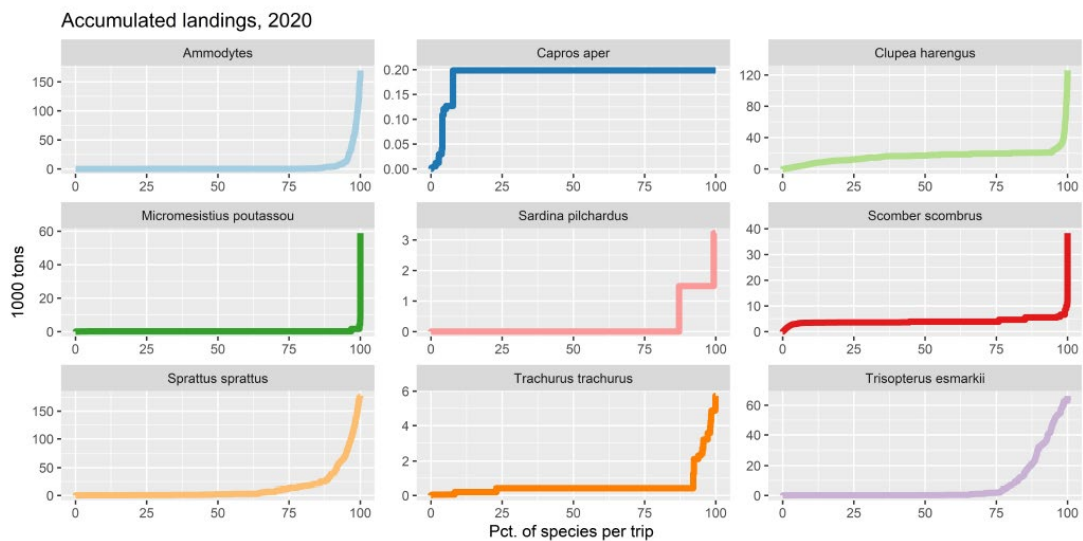
Rigtig mange danske skibe vil fange nogle af de relevante arter på en fisketur, men i meget små mængder. I 2018 deltog 514 skibe i et fiskeri efter en eller flere af de relevante arter. For at målrette vores liste af udvalgte skibe blev der lavet en analyse, hvor den enkelte fisketur skulle have mere end 95 % af en eller flere af de relevante arter per tur for at blive udvalgt. Hermed blev antallet af skibe reduceret til 154. For at målrette indsamlingen yderligere blev endnu et kriterie indført, om at landingen skulle være min. 10 tons pr. år og skibet over 35 meter. Dette reducerede det endelige flådesegment til mellem 28-32 skibe i perioden 2018-2020.



Figur 2.2. Antal ture i forhold til hvor stor en procent andel af en eller flere af de relevante arter.

Antal skibe	2018	2019	2020
Relevante arter	514	533	523
95% ture med relevante arter	154	142	167
95% ture med relevante arter, over 10t / år og >35 m.	32	31	28

Tabel 2.2. For at lave en målrettet liste med de skibe, der står for hovedparten af det usorterede danske fiskeri, blev forskellige filtre indsat i udvælgelsen, så at der i sidste ende var mellem 28 og 32 skibe på listen.

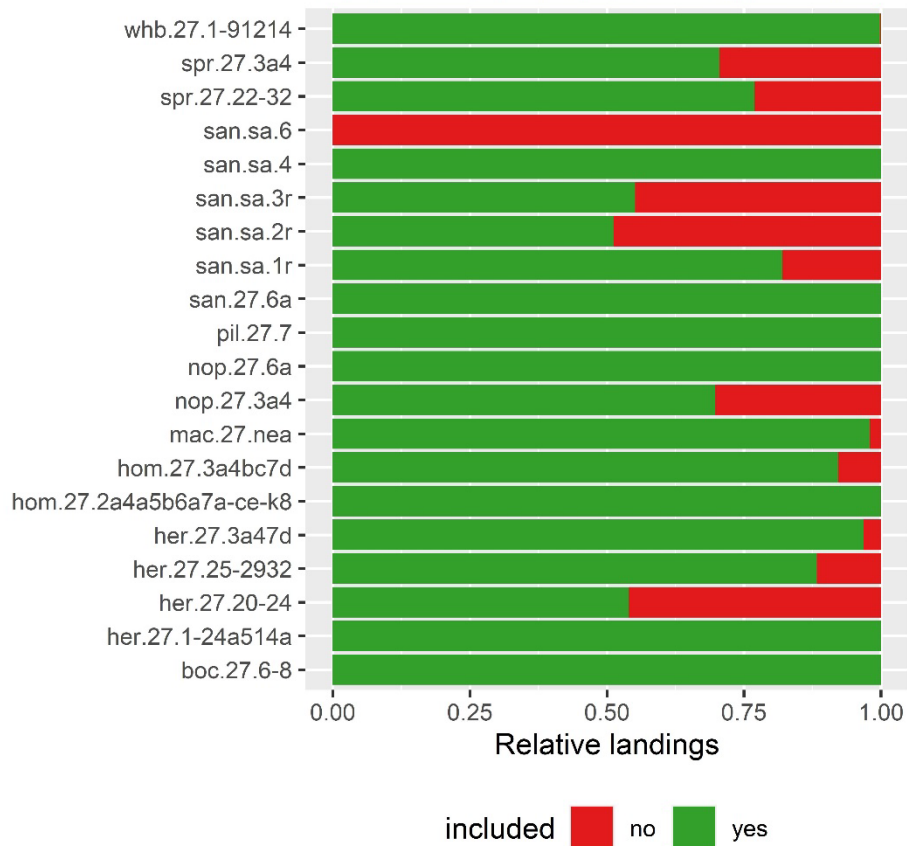


**Figur 2.3.** Figuren indikerer, hvor rent et givet fiskeri er per tur. F.eks. bliver blåhvilling (*Micromesistius poutassou*) stort set ikke landet på langt de fleste ture, men de ture, der så lander blåhvilling, har næsten 100 % i landingen. Omvendt kan vi se at havgalt (*Capros aper*), har en lille smule landing på rigtig mange forskellige ture.

For at teste hvor stor en andel af landinger fra de ønskede bestande, man ikke ville ramme ved denne selektion, blev der analyseret på, hvor stor en relativ andel af de landede bestande der ville blive dækket af disse udvalgte skibe. I figur 2.1 ses, at for nogle bestande, f.eks. tobis i Kattegat (San.sa.6) vil man ikke få en eneste prøve, idet det kun er meget mindre skibe, der deltager i dette fiskeri. Omvendt er de udvalgte skibe meget fint dækkende for makrelfiskeriet (Mak.27.nea), hvor 99 % af de samlede danske landinger bliver dækket af de udvalgte skibe.

## Included or not, 2020

2nd criterion: > 95% relevante trips. Only vessels with > 10 tons of landings, LOA > 30 m



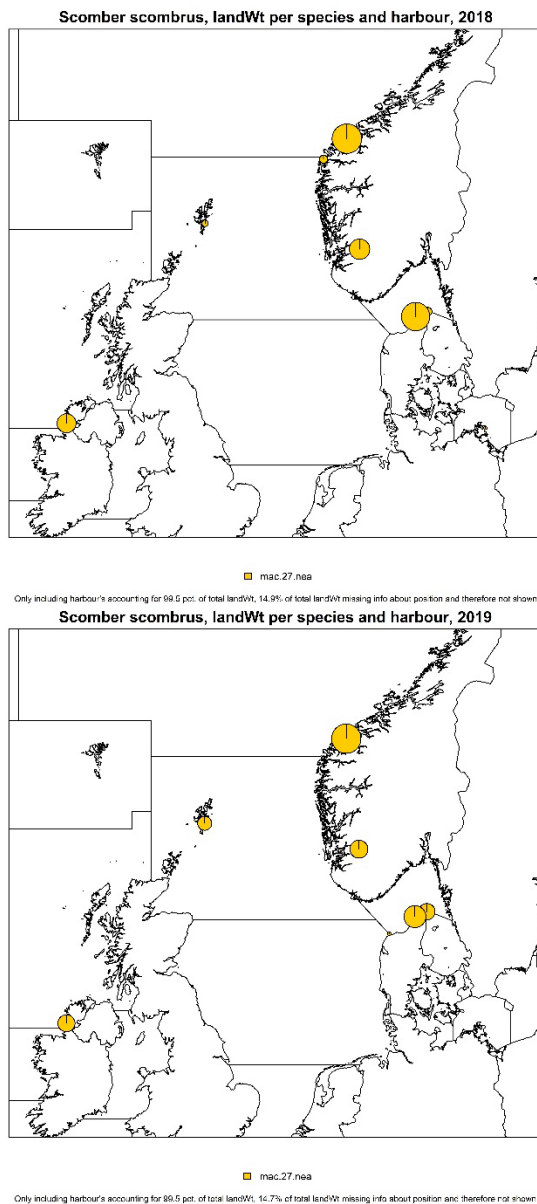
**Figur 2.4.** Andelen af fangsten inkluderet ved at benytte de udvalgte kriterier til at målrette indsamlingen mod en mere fokuseret del af fiskerflåden. Rød indikerer, at landingen ikke vil blive dækket af et af de udvalgte skibe. Grøn indikerer, at landingen er inkluderet i et af de udvalgte skibe.

Indsamlingsprotokollen medførte, at DTU Aqua i 2020 fik indsamlet 11 makrelprøver fra fiskerne selv, der alle stammede fra Nordsøen (4a). Desuden blev der indsamlet 8 prøver fra landingerne, jævnfør det oprindelige system, heraf var kun 3 fra danske landinger. Dvs. at vi ved hjælp af fiskernes self-sampling fik forøget de danske prøveantal med 58 %. Det skal dog forsæt arbejdes på at få en større opbakning fra alle de udvalgte danske skibe på at tage self-samples fra alle deres fisketure. I 2020 var der 21 makrellandinger med de udvalgte skibe, dvs. 52 % af landingerne blev prøvetaget.

## 2.4 Indsamlinger i land

En relativ stor andel af de danske makrellandinger landes i udlandet, hvilket var en af hovedårsagerne til indførelsen af et self-sampling program. Der bliver dog landet nogle makrel i Danmark, og disse makrel bliver prøvetaget af Skawinspection, som er 3.-part i forbindelse med salg og køb af konsum-pelagiske fisk. I dette projekt er der indgået aftaler med sælger, køber og Skawinspection omkring adgang til de data, som er blevet oparbejdet af Skawinspection, for at undersøge, om disse data ville kunne bidrage til de øvrige data indsamlet af hhv. fiskerne selv og af DTU Aqua.





**Figur 2.5. Landinger af makrel fra Danske skibe i hhv. 2018 og 2019.**

DTU Aqua har fået adgang til Skawinspections inspektionsrapporter fra landinger til industri og usorteret konsum, makrel og sild, de sidste år (2019-2021).

Grundet det lave niveau af usorterede konsummakrellandinger til fabrikker i Danmark, 5 landinger i 2020 og 0 i 2021, er analyserne lavet på sild for at demonstrere muligheder og metoder. Analyserne kan nemt overføres til makrel, da de samme datakilder findes for dette fiskeri, hvis der landes til fabrikker i Danmark. Foruden Skawinspections inspektionsrapporter fra usorterede konsumlandinger har DTU Aqua også fået adgang til inspektionsrapporter fra landingerne til industri.

### 2.4.1 Indholdet af inspektionsrapporten

Inspektionsrapporten foreligger som en PDF-fil, og indholdet varierer alt efter hvilken type fiskeri, industri eller konsum, og anlæg, f.eks. fabrik eller transport, der inspiceres. Oftest findes alle inspektionsdata fra én landingshændelse i én samlet PDF, men i enkelte tilfælde er de opdelt efter type. Derudover kan landinger fra en enkelt fisketur være delt over flere landingshændelser, f.eks. ved salg til forskellige fabrikker.

#### **Industri**

Artsfordeling: Summeret artsfordeling over landingshændelse, samt per stikprøve.

Anlæg inspiceret: Vejelog.

Rapporten indeholder også kvalitetsoplysninger som gennemsnitstemperatur, total flygtig nitrogen (Total Volatile Nitrogen, TVN) og fangstområde.

Opbygningen af rapporten varierer over tid og med anlæg inspiceret, men et eksempel findes i bilag B (5.1 Industri).

#### **Konsum**

Kvalitetsopgørelse: Indeholdende oplysninger om f.eks. antal per kg og temperatur per stikprøve.

Artsfordeling (bifangstopgørelse): Summeret artsfordeling over landingshændelse samt per stikprøve.

Opbygningen af rapporten varierer over tid og med anlæg inspiceret, men et eksempel findes i bilag B (5.2. konsum).

#### **Indlæsningsrutine**

Siden midten af 2021 er der blevet sat en arbejdsgang op hos Skawinspection, der sikrer, at der sendes en kopi af inspektionsrapporten til DTU Aqua, når denne sendes til fiskeren. Mails fra Skawinspection ender i en dedikeret mailboks hos DTU Aqua med meget begrænset adgang. Data fra før midten af 2021 er hentet af DTU Aqua direkte hos Skawinspection.

Indlæsningen under NordMak har fokuseret på kvalitetsopgørelserne af konsumlandingerne fra 2021. 2021 er valgt, da materialet antages at være mest komplet i dette år. En detaljeret beskrivelse af indlæsningsrutinen samt tilhørende R programmer, kan findes på [https://github.com/DTUAqua/3rd\\_party\\_samples](https://github.com/DTUAqua/3rd_party_samples), men nedenfor en kort gennemgang.

1. De vedhæftede inspektionsrapporter i PDF format flyttes til en DTU Aqua-filserver vha. et Windows-kommandoprompt program (.CMD)
2. PDF-filerne eksporteres til Excel-filer vha. Adobe Acrobat Pro. Kvaliteten af PDF-filerne, f.eks. skæve sider, medfører at de er svære at indlæse, men umiddelbart er der størst succes ved at gå over Excel i stedet for at indlæse direkte i R.
3. Excel-filer sorteres efter type (sild, makrel, industri og ukendt) vha. et R program for overskuelighedens skyld
4. Excel-filerne indlæses i R, og informationerne ekstraheres og tjekkes vha. f.eks. mønstergenkendelse og grafik. Filer, der giver fejl, udskrives til en 'problem'-mappe. Typiske problemer: Kolonner og rækker kan ikke fortolkes korrekt, hvorfor data bliver rodet rundt; Det er ikke muligt at finde en dato, eller der er flere; Det er ikke muligt at finde havnekendingsbogstaver eller køber. Derudover fjernes dupletter, hvilket nok specielt er et problem her i opstarten, hvor data er hentet på forskellige måder.

5. Filerne kobles vha. dato og havnekendingsbogstaver med de officielle afregninger og logbøger fra Fiskeristyrelsen (FST) for at få oplysninger om bl.a. farvand og logbogsbladsnummer. Det sidste muliggør også hurtig link til DTU Aquas indsamlinger samt logbøger og afregninger ved fremtidige analyser. Derudover krydstjekkes mængderne og opkøber. Filer, der ikke kan kobles, ryger i 'problem'-mappen.

Der arbejdes kontinuerligt på, at R programmerne kan håndtere de filer, der ryger i 'problem'-mappen, men nogle filer er af for dårlig kvalitet til at indlæses automatisk.

### **DTU Aqua-data**

DTU Aqua indsamler sild gennem havneindsamlinger og self-sampling. Antallet af self-samplingprøver var meget beskedent i 2021, hvorfor der kun er anvendt data fra havneindsamlingerne. Indsamlingerne er fortaget af de samme fabrikker, hvor Skawinspection inspicerer landingerne. De to typer af indsamler er koblet vha. logbogsbladsnummer.

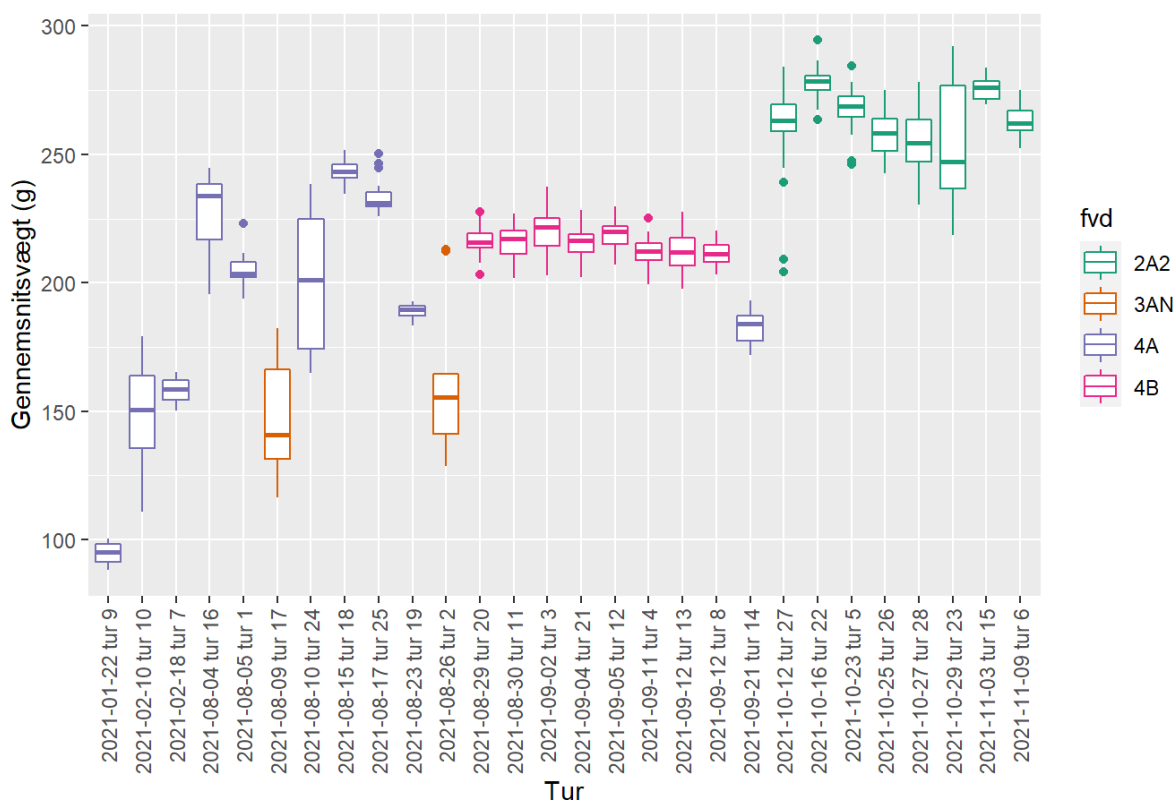
DTU Aqua indsamler kun en enkelt prøve per landing. Stikprøven består normalt af 100 sild, hvor hver enkelt længdemåles. Fiskene inden for hver længdegruppe vejes samlet og efterfølgende udtages der en tilfælde stikprøve med 25 individer, der vejes og aldersbestemmes.

## 2.4.2 Resultater

I 2021 havde vi 42 prøver fra de fabrikker, hvor Skawinspection inspicerer landingerne.

Det er kun lykkedes at indlæse 28 ture med sildelandinger uden problemer fra Skawinspection. I alt var der 55 ture med landinger af sild til de fabrikker, hvor Skawinspection laver inspektion, så kun lige godt halvdelen kan håndteres af den nuværende indlæsningsrutine.

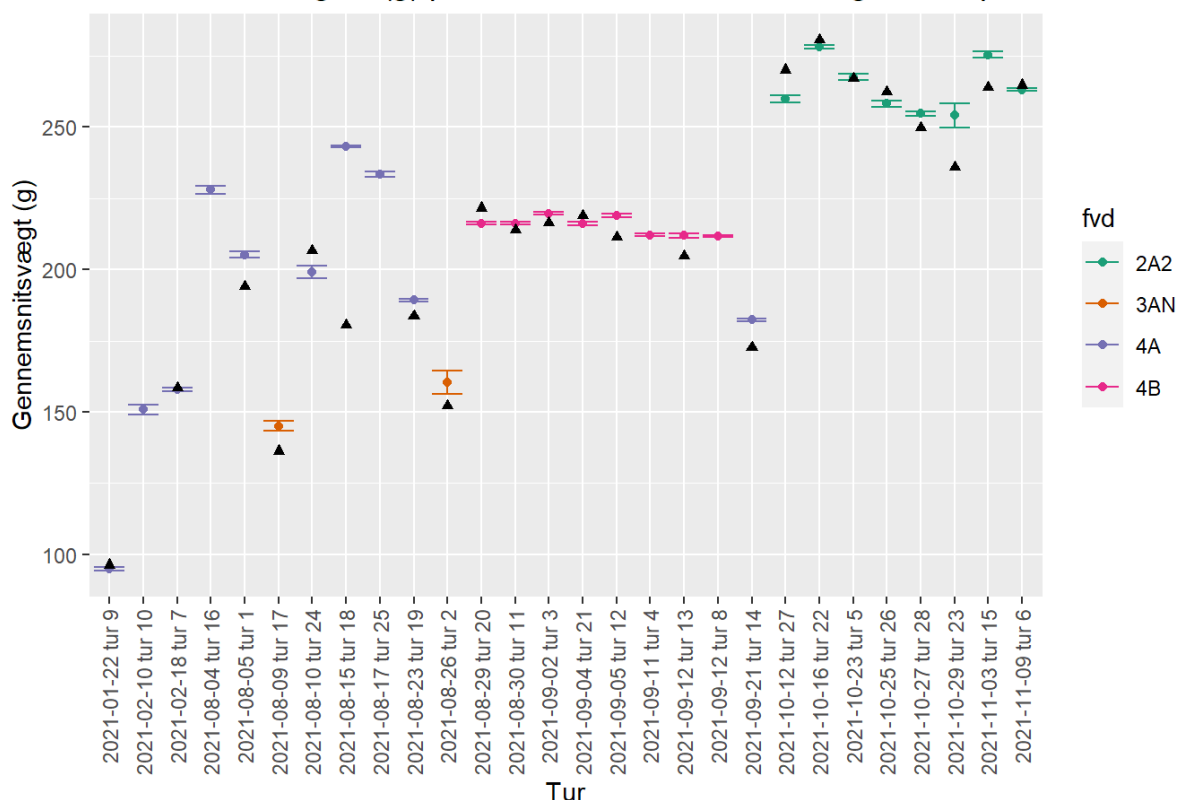
I modsætning til DTU Aqua tager Skawinspection mange stikprøver af hver enkelt landing. Hver stikprøve vejes, og antallet af fisk noteres. Der udtages i gennemsnit 26 stikprøver med gennemsnitlig 132 fisk per stikprøve.



**Figur 2.6. Boxplot af gennemsnitsvægte i gram per stikprøve per tur fra data fra Skawinspection. Det ses ud fra dette plot, at fra nogle områder er der en meget lille variation i prøverne (område 4b), mens der fra andre farvandsområder ses en langt større variation (3AN).**

## Sammenligninger per tur

Gennemsnitsvægten (g) per tur i SKAWINSPECTION og DTU Aqua data



Figur 2.7. Figuren viser gennemsnitsvægten per tur i Skawinspection (farvede prikker = gennemsnit, farvede streger = standard error omkring gennemsnittet) og DTU Aqua-data (sorte trekanten).

### 2.4.3 Konklusion

En stor del af arbejdet med inspektionsrapporterne har indtil videre bestået af indlæsning og kvalitetssikring af data gennem en mere eller mindre automatiseret indlæsningsrutine. Succesraten er endnu ikke helt tilfredsstillende, da kun 28 ture med sildelandinger ud af 55 ture med landinger af sild til fabrikker, hvor Skawinspection laver inspektion, blev indlæst uden problemer.

Data fra Skawinspection repræsenterer størrelsesfordelingen i landinger langt bedre end DTU Aquas prøver grundet det langt større antal af stikprøver. De foreløbige resultater viser, at gennemsnitsvægten i en landing fra en tur kan være ret variabel, men også for nogle områder har en meget lav variabilitet. Desuden ligger de prøver, som DTU Aqua har adgang til, forholdsvis tæt på prøverne fra Skawinspection på trods af de langt færre prøver per landing. Data fra industrien som Skawinspection er værdifulde for DTU Aqua til at bruge som validering af, hvor godt DTU Aquas prøver repræsenterer størrelsesfordelingen i den enkelte landing.

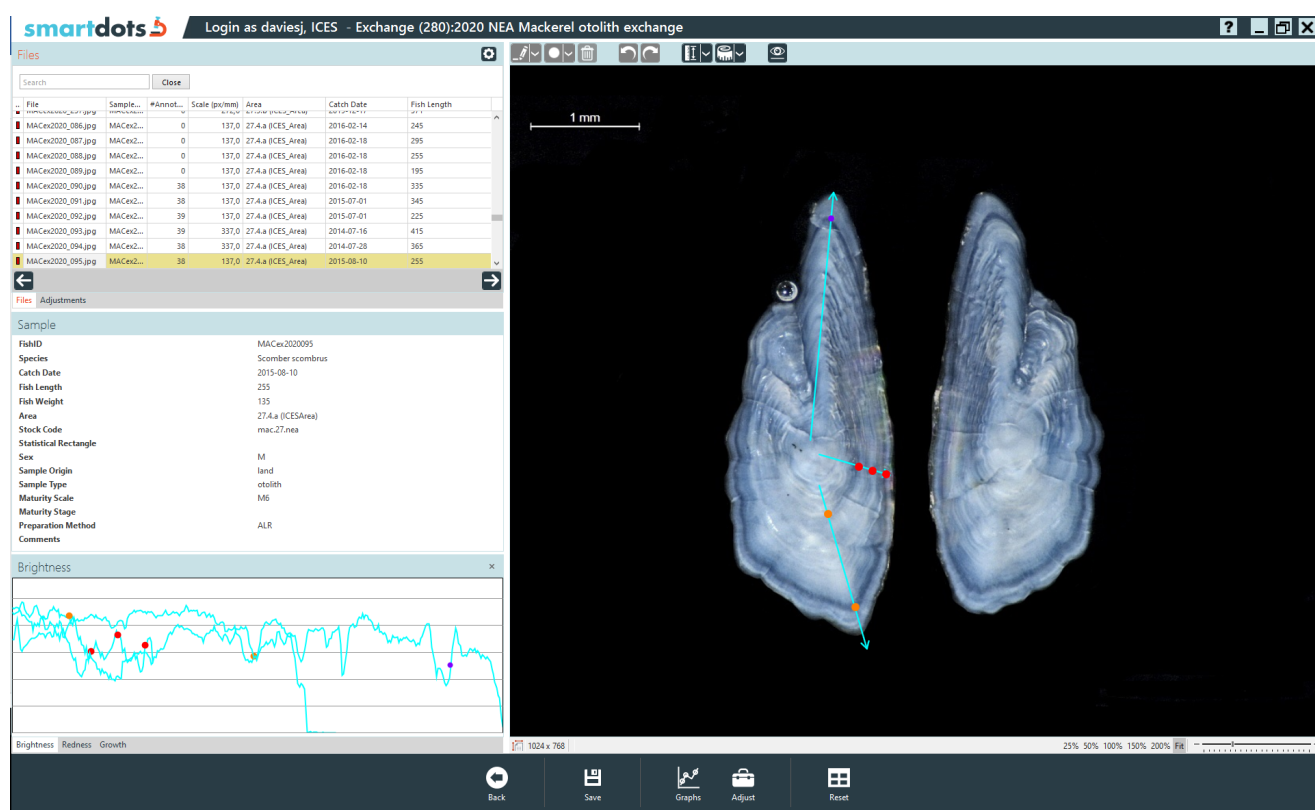
I forbindelse med bestandsvurdering anvendes gennemsnitsvægten til at omregne fra kilo landet til antal fisk landet samt til at omregne den fremtidige kvote fra antal fisk til kilo fisk. DTU Aqua vil se, om det er muligt at forbedre estimeringen af de gennemsnitsvægte, der anvendes til bestandsvurderingerne vha. Skawinspection-data. Desværre sender vi normalt gennemsnitsvægten

per alder og/eller længde til bestandsvurderingerne, og disse vil som for nuværende være afhængige af de indsamlinger DTU Aqua laver, idet data fra industrien ikke indeholder aldre på fiskene.

Sidst, men ikke mindst, så føjer Skawinspections inspektionsrapporter endnu brik til forståelsen af flowet af fisk og data fra fangst til fabrik.

## 2.5 Kvalitetssikring i alders aflæsninger

Som en del af arbejdet med at integrere Nordsøkomponenten i makrel bestandsvurderingen er det vigtigt at undersøge, hvorvidt de biologiske parametre for de to bestandskomponenter er ens i hhv. Nordsøen og Nordatlanten. En af de vigtigste parametre, når man udfører en aldersbaseret bestandsvurdering, er, at man opnår en høj grad af overensstemmelse mellem landene, der aflæser fiskenes alder gennem deres øresten. For at sikre at kvaliteten i de endelige data har en høj grad af konsistens og præcision mellem områder og lande, gennemfører ICES' arbejdsgruppe WGBIOP regelmæssigt aldersworkshops. I forbindelse med NordMak-projektet deltog DTU Aqua i alderskalibreringsworkshoppen, der blev afholdt i 2021 med 37 deltagere fra 12 lande i Europa. Otolither var indsamlet på tværs af de tre makrelkomponenter, som dækker hele bestanden; den sydlige komponent, den vestlige komponent og Nordsøkomponenten. Til dette projekt har vi valgt at behandle resultaterne fra Nordsøkomponenten, hvor deltagere fra Skotland, Island, Norge, Irland, Danmark, Holland, Færøerne, Tyskland og Frankrig deltog (den fulde analyse kan ses i Bilag C).



Figur 2.8. Billede fra SmartDots application, der benyttes til alders aflæsning. To makrelotolither fra øvelsen (ID MACex2020095, fish length 255 mm, capture date 10-08-2015). Den modelerede alder angiver en alder på 1 år. Tre alders aflæsere har anoteret den alder, de vurderer fisken til at have, som hhv. Lille prik = alder 1, orange prik = alder 2 og rød prik = alder 3.

### **Resultater**

Den modelerede alder varierede fra 1-15 år på de undersøgte makrel. Den overordnede procent-overensstemmelse mellem aldersafleserne var på 79 % med en usikkerhed (CV) på 19 %. Den højste usikkerhed var på 26,3 % ved alder 1, hvilket indikerer, at der er udfordringer med at bestemme den første vinterring korrekt. Blandt deltagerne var der nogen, der aflæste en 1-årig makrel til alder 1, 2 eller 3, dvs at der var en tendens til at overestimere de yngre fisks alder. Der var en tendens til, at usikkerheden faldt med stigende alder (alder 2-5) hvorefter usikkerheden igen steg for de ældre aldersklasser.

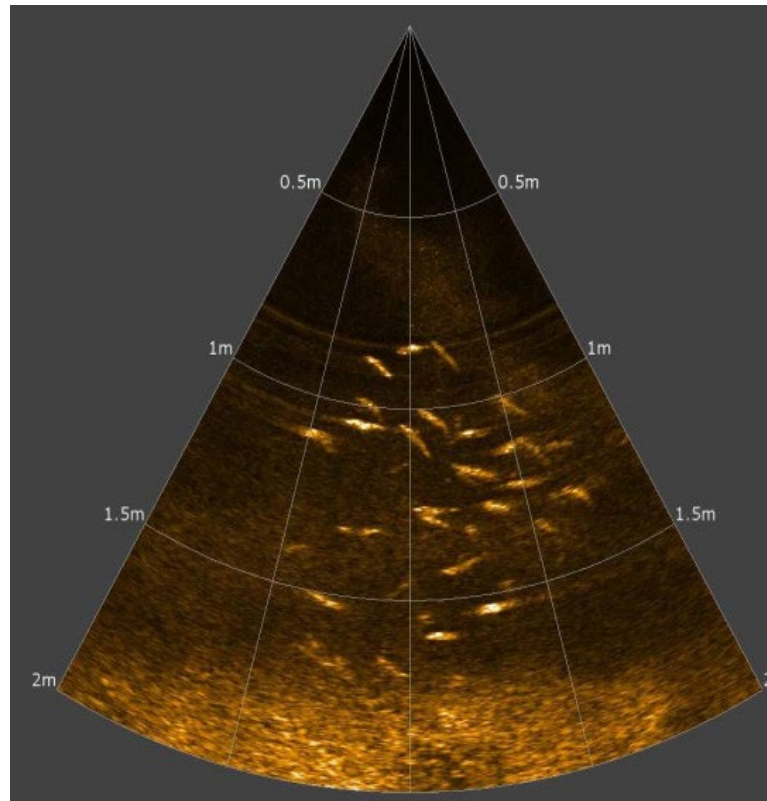
### 3. Udvikling af metoder til at bruge akustikdata (AP3)

Makrel har ingen svømmeblære, og kan derfor ikke 'ses' af traditionelle akustiske måleenheder. Det Internationale Økosystem Survey i de Nordiske Farvande (IESSNS) består af swept-area trawl survey hauls. Ved hjælp af et pelagisk trawl fanges makrellen i den øvre del af vandsøjlen hen over spring-laget, som deler vandmasserne. Springlaget i Nordsøen er mindre udtalt end i de mere nordlige atlantiske farvande, hvor togtet normalt gennemføres. Det manglende springlag giver en øget mulighed for, at nogle individer undviger trawlet ved at svømme ned under springlaget og dermed trawlet. Formålet med AP3 har været til at øge vores viden omkring brug af nyudviklet akustik til at måle på makrels fangbarhed i det pelagiske trawl i Nordsøen.

I modsætning til standard akustik, hvor lyden reflekteres af svømmeblæren, og ekkostyrken er proportional med svømmeblærens størrelse, reflekteres lyden af højfrekvenssonar, som f.eks. også bruges til graviditetsscanninger, af fiskens overflade (Figur 3.1). På denne måde er det potentielt muligt at undersøge makrellens adfærd i en fangstsituation, og hvordan den påvirkes af stimens samlede størrelse foran trawlet, dybden af springlaget samt temperaturen i vandsøjlen.



Viden om makrellens adfærd i fangstsituationen, vil kunne benyttes til at korrigere fremtidige togter og dermed øge præcisionen i bestandsvurderingen. Andelen af makrel, der på denne måde kan undgå trawlet, er ikke nødvendigvis konstant. Temperaturgradienten i springlaget, størrelse af makrelstimer og sigtbarheden i vandet varierer. Hvis andelen ikke er konstant,



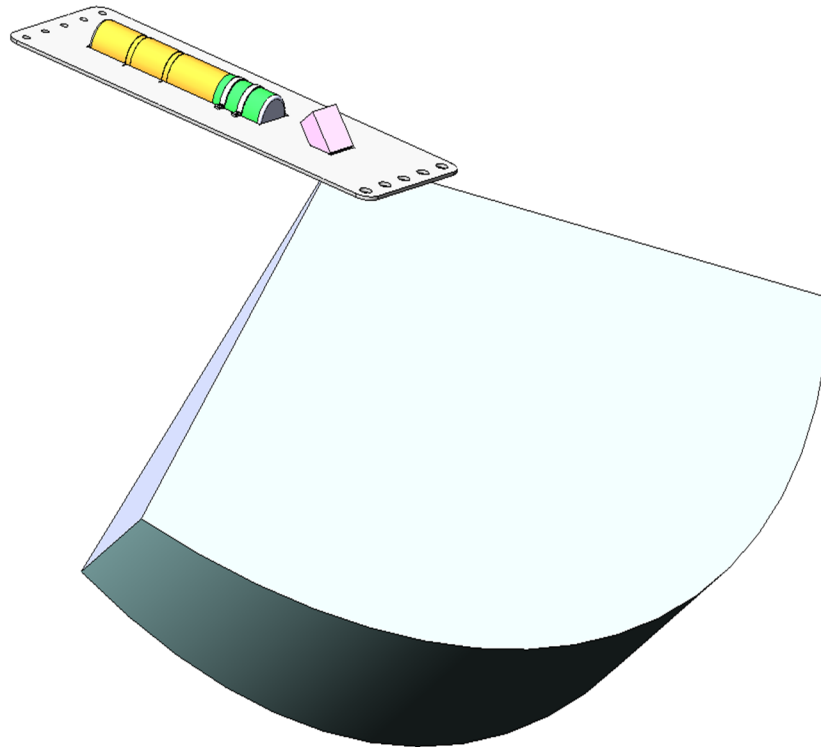
**Figur 3.1: Fiskestime optaget med et højfrekvens-sonarkamera. I modsætning til standardakustik ses et akustisk 'billede' af fisken, og dette er et udklip fra en video, hvor man kan observere fisk over længere perioder og dermed bestemme deres adfærd i givne situationer, f.eks. ved angreb fra et rovdyr eller trawlfiskeri.**

betyder det, at antagelsen om konstant fangbarhed fra år til år i surveydesignet ikke holder. Dette indikerer, at både den aktuelle del af makrel i Nordsøen kan blive fejlestimeret, og tidsserien fra surveyet fejlbehæftet. Det er derfor vigtigt at få denne viden om makrellens adfærd.

Som startpunkt blev der udarbejdet en specifikationsliste, som er udgangspunktet for designet af systemet:

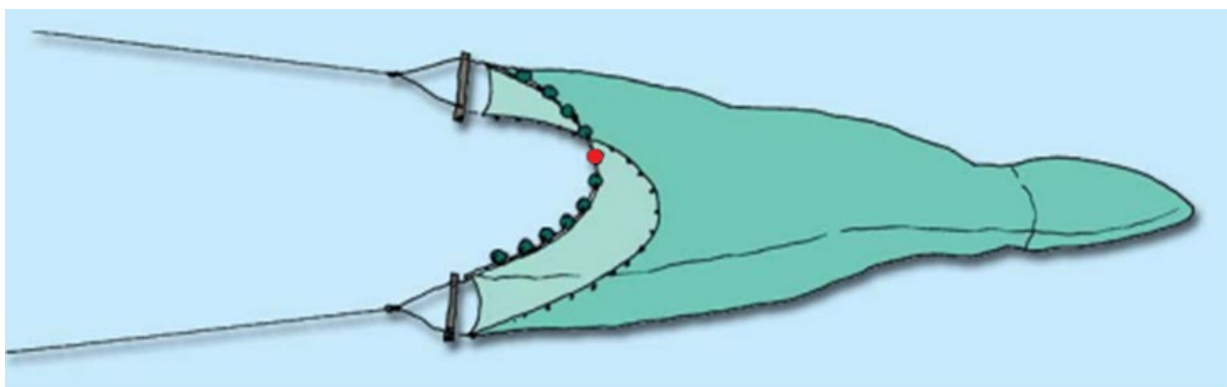
- Systemet skal kunne pladsføres i et trawl, så det er muligt at identificere fiskene samt at se deres adfærd, når trawlet nærmer sig fiskestimen.
- Systemet skal kunne tåle at operere ved dybder ned til 100 m.
- Systemet skal være trådløst, dvs uden en wire, som kommer i konflikt med trawlet.

Der blev udviklet en designidé, hvor en multibeamsonar er monteret på en vinge sammen med batteridrevne datalogger (Figur 3.2). Vingen skal kunne fastgøres til den øvre talje på et trawl, hvor den ser ned og frem i en 45 graders vinkel. Da sonaren har en rækkevidde på op til 120 m skulle det i teorien være muligt at dække det meste af mundingen samt et stykke under trawlet.



**Figur 3.2: Vingen med dataloger og sonaren: Den gul/grønne cylinder er datalogerne og dens power bank. Sonaren er den pink kasse, som ser igennem vingerne, og det store lyseblå lagkagestykke er sonarens "synsfelt".**

En af udfordringerne er at finde den rigtige placering af systemet inde i trawlet. Det er vigtigt, at systemet kan måle fisk, der potentielt undviger under trawlet, men samtidigt skal afstanden til den nedre talje være stor nok til at opnå et tilstrækkelig stort målefelt (iflg. figur 3.2). Til sidst skal systemet fastgøres på en måde, der minimerer risikoen for skader og ikke har indflydelse på selve trawl-operationen. Figur 3.3 viser med det røde prik den ønskede placering af systemet i den øverste talje på trawlet. Systemet består tre overordnede dele: sonar, mekanisk hus med vinge og dataloger (som er det elektriske system, figur 3.4).



Kilde: Niels Knudsen, Fiskeri - og Søfartsmuseet, Esbjerg.

Figur 3.3: Placering af systemet i trawlet.

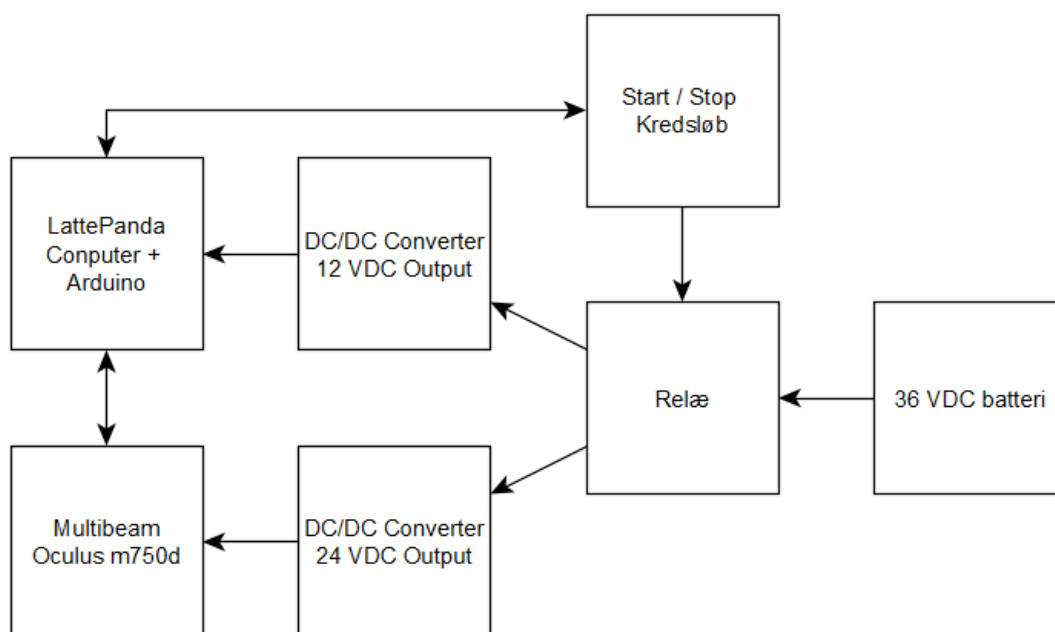
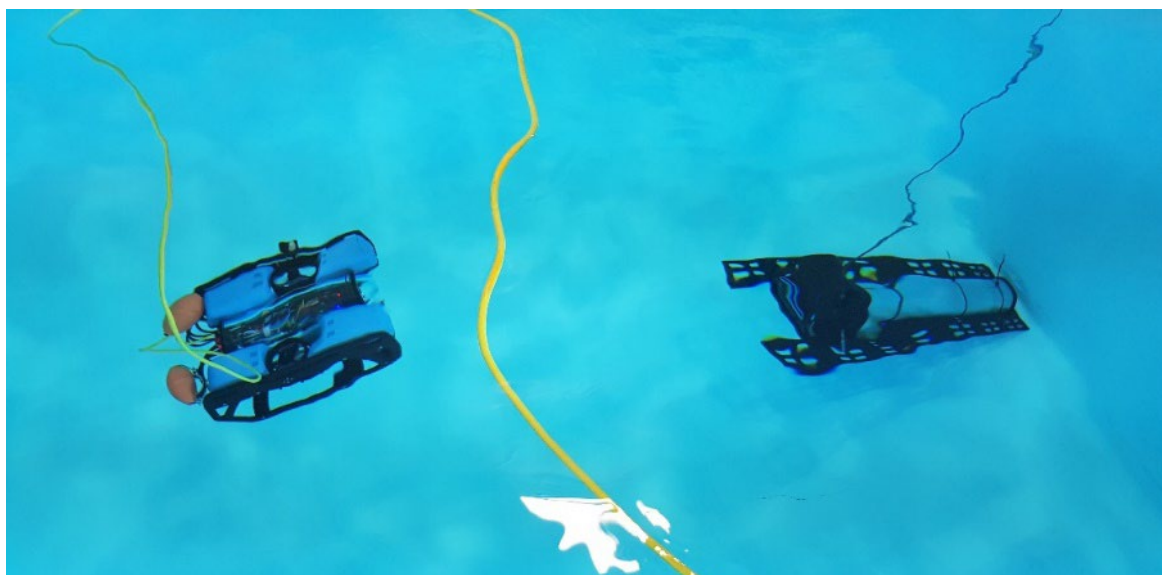


Figure 3.4: Blockdiagram af det elektriske system.

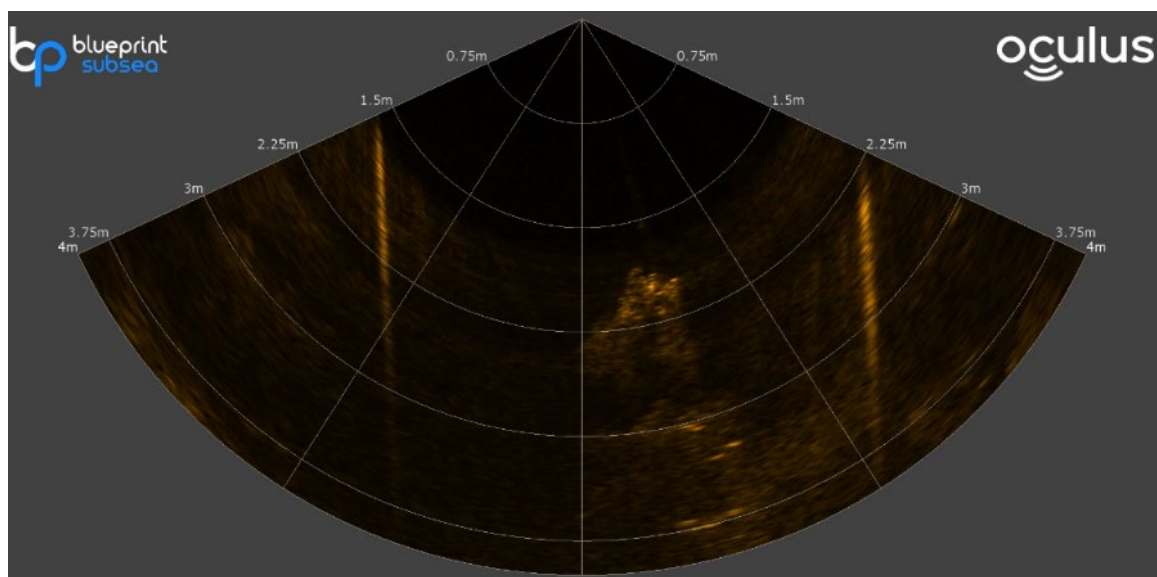
En sonar "Oculus d750m" fra Blueprint Subsea, som er en multibeamsonar, blev lejet i testperioden. Det mekaniske hus og vingen er designet og bygget til at tåle ned til 100 m dybde. Det kan også klare de store belastninger ved at være monteret i et trawl, der sættes ud og trækkes op igen på et stort pelagisk fartøj. Dataloger (elektriske system) består af nogle underdele, som beskrevet i figur 3.4. Dataloggerne kan igen opdeles i dataloggerne (LattePanda-computeren) og det elektriske system. Da systemet bliver drevet af et stort batteri,

og der ikke ønskes strømspild i standbytiden, er der desuden blevet udviklet et startup-/sikkerhedskredsløb.

Op til testen på selve makreltoget blev systemet først testet i DTU's test pool (Figur 3.5). Til højre på figur 3.5 ses systemet nedsænket, hvor der laver en optagelse af en ROV (fjernstyret mini-ubåd). Figur 3.6 er et af de billeder, som systemet optog af ROVen. Denne test var en kort test for at se, om systemet virker i vand.



**Figur 3.5: Systemet (til højre) testes i DTU's testpool. Til venstre en ROV, som tjente som 'målet' for systemet.**



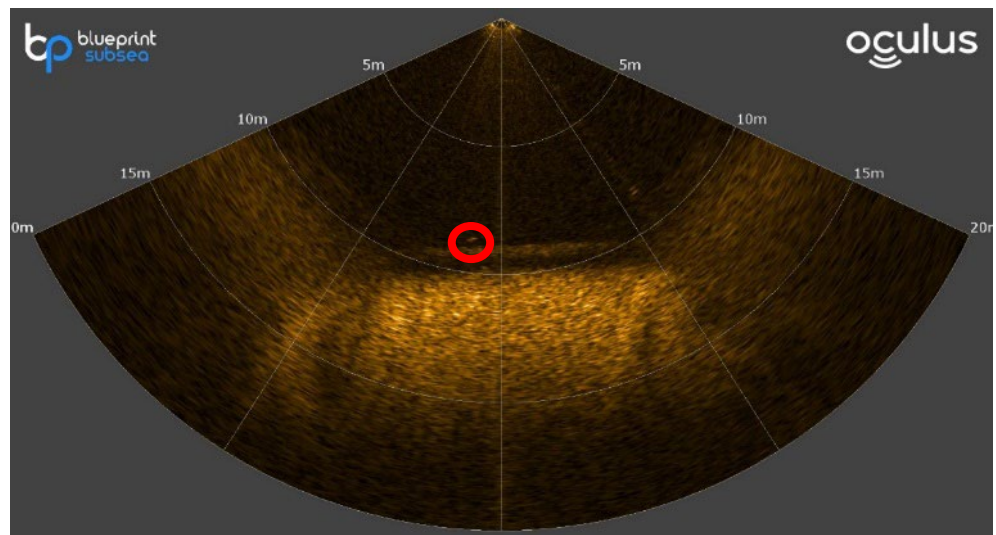
**Figur 3.6: Sonar billede fra pool testen. Til venstre og til højre ses kablerne fra ROV'en.**

Felttesten af systemet blev udført MEGS-toget (makrelæg) med Dana fra d. 31/05-2021 til den 12/06-2021. På dette togt blev der gennemført et til to trawltræk pr. dag, hvor systemet så vidt som muligt blev testet. I alt blev det til 14 test, hvor systemet blev startet korrekt op på de 13 af

testene og optog, som det var indstillet til. Under disse test blev træk udført i forskellige dybder. Forskellige sonarfrekvenser og afstande blev afprøvet for at finde den rette indstilling og placering af systemet, hvor man så fiskene bedst muligt. Systemet har intet live feed til skibet. Derfor er det svært at finde den bedste indstilling for det. Figur 3.7 viser systemet fastgjort til trawlet og klar til udsætning.



Figur 3.7: Systemet fastgjort i trawlet.



Figur 3.8: Sonarbillede af havbunden foran trawlet og en fisk i baggrunden (rød cirkel).

Felttesten har vist, at systemet principielt virker, at enkelte fisk kan identificeres, og deres bevægelse kan følges ind i trawlet. Det betyder, at det kan identificeres, hvorvidt makrellen

dykker nedunder trawlet og dermed ikke blev fanget. Figur 3.8 er et billede fra en testoptagelse, hvor den oprindelige video er blevet konverteret til stillbilleder. Figuren viser havbunden. Over den er undertaljen, og lige over den kan der ses en fisk. Sonaren er indstillet til at have en rækkevidde på 20 m og er vendt, så den peger ind i trawlåbningen. Systemet producerer videoer. På denne måde kan enkelte fisk følges. Videoerne bliver opdelt i enkeltoptagelser, og objekter følges ved hjælp af en dedikeret software. Det første billede på figur 3.8 er det samme som på figur 3.9 hvor der er zoomet ind på makrelen. På de efterfølgende billeder kan fiskens vandring ses på vej ind i nettet. Fisken svømmer imod sonarkameraet. Det væsentlige er, at den ikke forsvinder. Dette ville betyde, at den dykkede ned under trawlet.



**Figur 3.9: Sekvens af 3 enkeltbilleder fra videon, der følger en enkelt fisk på vej ind i trawlet.**

Systemafprøvningen i DTU's testpool og på et Danatogt har vist, at systemet i princippet virker. Systemet kunne ikke testes på selve det Internationale Økosystem Survey i de Nordiske Farvande (IESSNS) på grund af leveringsproblemer i sammenhæng med Covid-19-situationen. Det vil dog være ønskeligt at teste systemet igen på IESSNS for at se situationer med flere makrel ved pelagiske træk, der går fra overfladen til springlaget. I mellemtiden ville billederne kunne forbedres ved at finde de optimale indstillinger for sonaren. Dette kunne gøres ved at montere sonaren på en ROV med live feed og udsætte ROVen et sted, hvor der er store forekomster af fiskestimer. Desuden vil forekomsten af større mængder fisk i trawlet muliggøre at forbedre trackingssoftwaren, sådan at den kan følge mange fisk samtidigt.

## 4. Undersøgelse af makrellens rolle som prædator (AP4)

Den nordøstatlantiske makrel (*Scomber scombrus*) er en af de mest udbredte pelagiske arter i det nordøstlige Atlanterhav. Under sin omfattende migration mellem gydepladser, fødepladser og overvintringsområder indtager den tempererede farvande fra Gibraltar til Svalbard og fra Grønland til Østersøen (Berge et al. 2015).

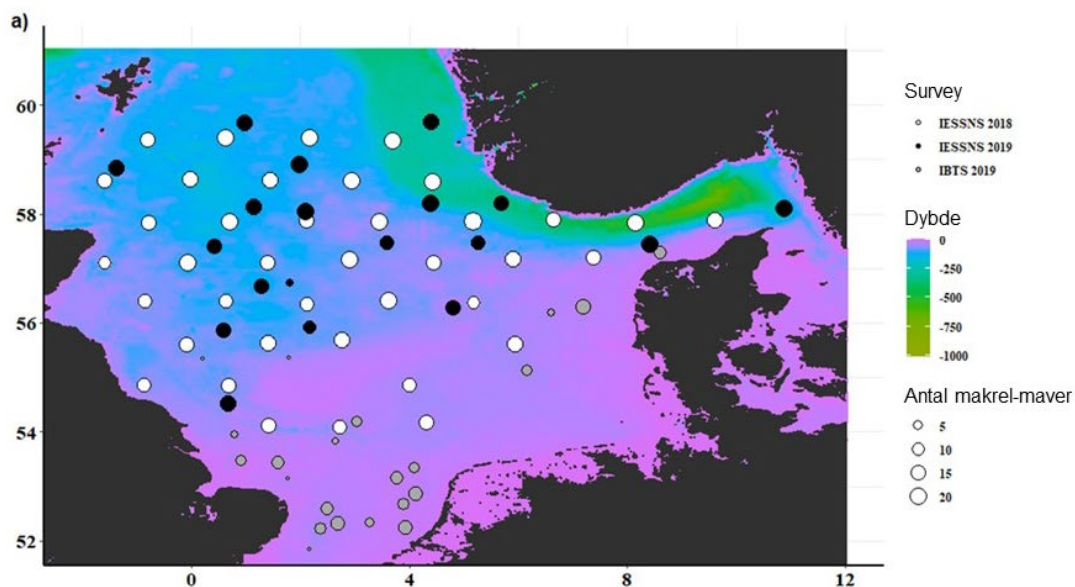
Makrellen er opdelt i tre gydekomponenter, der stammer fra de tre vigtigste gydeområder; Nordsøen, den vestlige (Biscay til nordvest for Skotland) og den sydlige (Gibraltar til det sydlige Biscayen), der i øjeblikket repræsenterer ca. 7, 83 og 10 % af den samlede NEA-bestand (ICES 2019). Nordsø-komponenten er beskyttet af et forbud mod makrelfiskeri i dele af Nordsøen og Kattegat/Skagerrak. Denne beskyttelse blev implementeret efter sammenbruddet af Nordsøkomponenten i 1970'erne (Jansen 2014; Jansen et al. 2012).

I løbet af det sidste årti er den nordøstatlantiske makrelbestand imidlertid vokset og har udvidet dens geografiske udbredelse (Asthorsson et al. 2012; Jansen et al. 2015; Nøttestad et al. 2016; Olafsdottir et al. 2018). Det pelagiske fiskeri i Nordøsen har ligeledes oplevet store mængder af makrel i Nordsøen under sildefiskeriet (ICES, 2019). I lyset af denne stigning i antallet af makrel, og at makrellen historisk set har været en af de vigtigste fiskespisere i Nordsøen (Mackinson & Daskalov 2007) opstår spørgsmålet: Hvilken effekt har makrellen på Nordsøens andre fiskearter?

Baseret på data fra 1991 (det såkaldte "mavens år") fandt man, at makrellens kost i Nordsøen hovedsagligt var domineret af dyreplankton, såsom Calanus-vandlopper og lyskrebs, efterfulgt af små fisk, såsom tobis og brisling (Mackinson & Daskalov 2007; Mehl & Westgård 1983). Desuden blev mindre mængder af torsk, hvilling, sild, sperling, blåhvilling og hestemakrel fundet i maverne (Mackinson & Daskalov 2007). Dette billede understøttes af Bullen et al. (1912), som fandt, at makrellens diæt var baseret på dyreplankton om vinteren, men overgik til en bredere diæt om sommeren, som også inkluderede fisk (Mehl & Westgård 1983; Óskarsson et al. 2016; Trenkel et al. 2014).

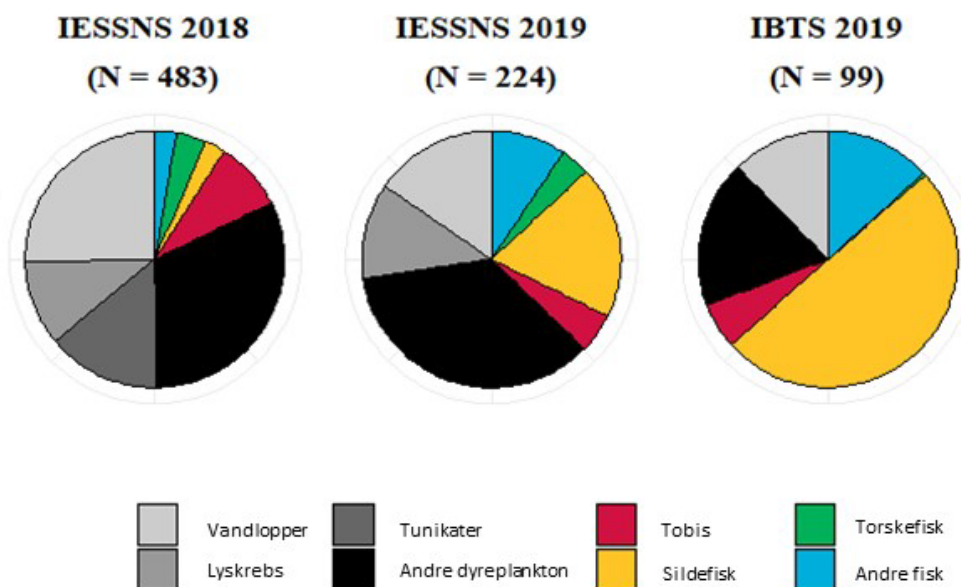
I Nordsøen er tobis og brisling nøglearter, der repræsenterer en vigtig forbindelse mellem lavere og højere trofiske niveauer (Mackinson & Daskalov 2007), og de fiskes målrettet af et stort industrifiskeri. Tidligere estimater har vist, at mere end en tredjedel af den spiste tobis- og brisling-biomasse skyldes makrellen (ICES 2018). Disse data er dog fra en periode med færre makrel i Nordsøen og mere tobis, end hvad der er observeret i dag. For at opdatere og udvikle vores forståelse af mulige økologiske effekter af makrellen som rovfisk i Nordsøen og for at understøtte udviklingen af økosystembaseret fiskerirådgivning har vi i nærværende projekt gennemført et ny mavestudie af makrellens fødepræferencer.

Undersøgelsen omfattede indsamling af oplysninger om byttedyrssammensætningen i makrel-maver indsamlet om sommeren i Nordsøen. Der blev indsamlet maver på IESSNS-togtet (597 maver fra 2.-13. juli 2018 og 281 maver fra 2.-12. juli 2019) og IBTS-togtet (144 maver fra 30. juli-16. august 2019) (Aqua, 2019; Wieland, 2018, 2019).



Figur 4.1. Overblik over prøvetagningsstationer.

Mavedataene blev analyseret til et detaljeringsniveau svarende til syv endelige byttekategorier, hvoraf fire repræsenterede forskelligt fiskebytte (tobis, sildefisk, torskefisk og andre fisk; bemærk at "andre fisk" også indeholder fisk, der var meget nedbrudte, og det er derfor ikke umuligt, at sildefisk, tobis eller torskefisk kunne være i blandt). Fiskene identificeret i maverne blev desuden talt op og længdemålt og nedbrydningsgraden blev vurderet. Ud af de i alt 1022 maver var 216 tomme. Det endelige datasæt er kompatibelt med mavedata tilgængelig fra ICES's hjemmeside (Det Internationale Havforskningsråd).



Figur 4.2. Relativ andel af de forskellige byttedyrgrupper i makrelmaverne baseret på byttedyrenes vægt og standardiseret til en 1 kilos makrel. N angiver antallet af maver.



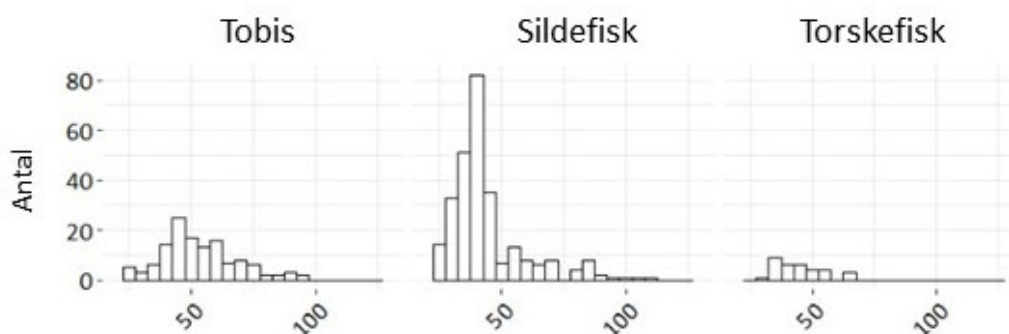
En såkaldt cluster-analyse blev brugt til at inddele makrellen i forskellige typer af fødesøgningsadfærd, på baggrund af den dominerende byttedyrstype, samt belyse den rumlige variabilitet på tværs af Nordsøen. Efterfølgende blev gennemsnitlige fødeoptagsrater beregnet (Andersen & Beyer 2005a, 2005b) for alle kombinationer af fødesøgningsadfærd (f.eks. fiskespisere vs. planktonspisere) byttekategorier og underområder.

Sildefisk (hovedsageligt sild og brisling) bidrog mest til total byttevægt blandt byttefisk-grupperne, efterfulgt af andre fisk, tobis og torskfisk.

Der var et tydeligt geografisk mønster at finde. Makrel med en præference for tobis (tobisspisere) blev fundet i den centrale Nordsø (baseret på cluster-analysen), hvor også de vigtigste tobisfiskepladser findes. Sildepisere var isoleret til den østlige del af Nordsøen (især sydligt), mens torskespisere var at finde i maver i den nordøstlige del.

Kun relativt få makreller gik målrettet efter fisk (baseret på cluster-analysen), men disse udviste relativt høje fødeindtagsrater beregnet for fiskebytte (især for silde- og tobisspisere) sammenlignet med fødeindtagsrater for lyskrebs og vandlopper hos de makreller, som blev klassificeret som dyreplanktonspisere. 44 makreller blev klassificeret som sildepisere og havde en gennemsnitlig fødeindtagsrate på 47,0 g sildefisk per kg makrel per dag. 17 var tobisspisere med en gennemsnitlig fødeindtagsrate på 31,4 g tobis per kg per dag. 25 var torskespisere med et fødeindtag på 15,6 g torskfisk per dag per kg. Til sammenligning var den højeste fødeindtagsrate for en specifik byttedyrstype blandt dyreplanktonspiserne 21,4 g vandlopper per kg per dag. Hvis man i stedet beregnede den gennemsnitlige fødeindtagsrate af fiskebytte for samtlige makreller inden for de områder af Nordsøen, hvor hhv. silde-, tobis- og torskespisere blev fundet, så var tallene selvfølgelig noget mindre (hhv. 7,1, 9,2 og 3,3 g per kg per dag).

Byttefiskene var alle relativt små og udgjorde hovedsageligt sene larvestadier og juvenile fisk. For alle typer af byttefisk var den typiske længde mellem 3 og 5 cm og kun i ganske enkelte tilfælde over 10 cm. Det skal bemærkes at der kun i sjældne tilfælde blev fundet mange fisk i samme mave hos fiske-spiserne, men da fiskene er meget større end dyreplanktonet, så skal der kun få fisk til at opnå en fødeindtagsrate, der er sammenlignelig med fødeindtagsraten hos planktonspiserne.



**Figur 4.3. Længdefordelinger af byttefisk. Kun byttefisk, hvor den totale længde kunne måles (dvs. kun let nedbrudte byttefisk) er inkluderet.**

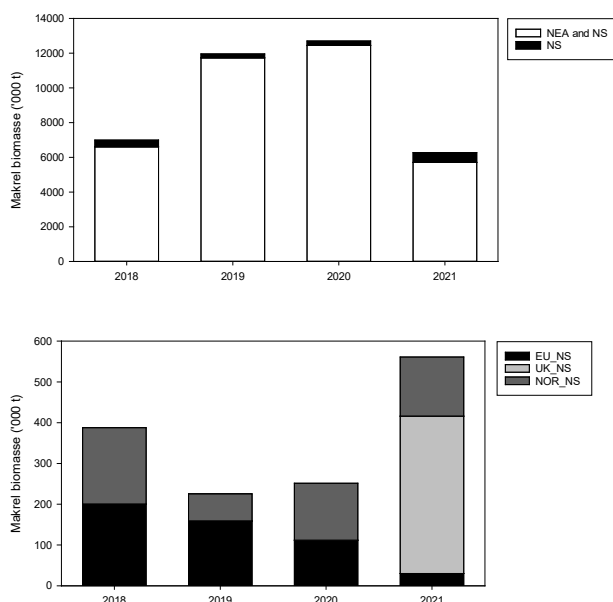
Andelen af makrel med fisk i maven steg med makrellens størrelsen. For eksempel havde ca. 20 % af makrel under 25 cm indtaget fisk sammenlignet med over 40 % for makreller over 35 cm. Desuden var konditionsfaktoren for makreller klassificeret som fiskespisere også højere end for planktonspiserne.

Yderligere detaljer og grafiske illustrationer kan findes i et manuskript under udarbejdelse med forventning om publicering i videnskabeligt tidsskrift senere på året. Dataanalysen er lavet med henblik på at udvide vores viden om makrellen som fiskespiser og udtrække informationer relevante for den model, ICES benytter til at beregne naturlig dødelighed for fiskebestande i Nordsøen, heriblandt tobis. ICES afholder benchmark for tobis i år (2022), og resultaterne fra dette studie vil indgå i dette arbejde.

## 5. Inklusion af den opsamlede viden i bestandsvurderingen (AP5)

Formålet med projektet NordMak var at styrke makrelbestandsvurderingen ved at få en øget viden om makrellers forekomst i Nordsøen. I den nuværende bestandsvurdering indgår der kun et årligt makrel-trawltogt, som gennemføres i Nordatlanten, samt et makrelægtogt der gennemføres hver 3. år, ligeledes i Nordatlanten. Som en del af projektet NordMak har Danmark nu gennemført fire makrel-trawltogter i Nordsøen (2018, 2019, 2020 og 2021). Samtidig er Danmark begyndt at deltage i makrel-ægtogtet i Nordsøen i 2021 samt i 2022 (finansieret i et andet EMFF projekt EasyMak). Dette har alt sammen medført, at der er kommet en langt større fokus på Nordsøkomponenten i makrelbestands-vurderingen for hele makrelbestanden i Nordatlanten og deraf også i bestandsvurderingen. Den indsamlede data fra det udvidede togt i Nordsøen kan dog på nuværende tidspunkt ikke udnyttes af bestandsmodellen, da tidserien er for kort. En tommelfingerregel inden for længden af tidserier af brug i modellen er som minimum ~5 års længde.

Bestandsvurderings-arbejdsgruppen (WGWISE) for makrel har indtil nu tilkendegivet positive bemærkninger omkring togtet og opfordrer til at fortsat at gennemføre togtet med S-205 Ceton fremadrettet. Indtil nu er resultaterne dog blevet anvendt til at beskrive den årlige fordeling og beregning af makrel biomasse i Nordatlanten og i landets EEZ i Nordsøen. Det er planlagt at vurdere muligheden af inklusion af Nordsøtrawltogtdata i den samlede bestandsvurdering af makrel. Når resultater fra 2022 forligger og i forbindelse med næste benchmark på makrelbestanden, vil DTU Aqua deltage og præsentere Nordsøkomponenten af trawltogtet for at få den inkluderet i bestands-vurderingen (Figur 5.1).



**Figur 5.1. IESSNS fordeling af makrel biomasse i Nordatlanten (NEA) og Nordsøen (NS) (2018-2020: EU med UK; data findes på WGIPS sharepoint).**

Derudover vil resultater fra AP4 om makrellens føde i Nordsøen blive brugt til at informere arbejdsgruppen, der står for bestandsvurderingen (WGWIDE) omkring generel fødebiologi og trofisk rolle i økosystemet, men kommer ikke direkte til at have indflydelse på bestandsmodellen. Til gengæld kan informationen fra AP4 få indflydelse på andre bestandsmodeller for vigtige byttedyr (f.eks. tobis, brisling, sild og hvilling). Det kan realiseres igennem vigtig information om den naturlige dødelighed, som bruges for andre bestandsmodeller for de enkeltarter, som makrellen spiser store mængder af i Nordsøen. De naturlige dødeligheder udregnes via en stor økostembaseret flerartsmodel (Ecopath), som kan opdateres med data om fødeindtag for forskellige arter. Derved kommer AP4 til at afvejebringe vigtig data for bestandsvurderingerne for andre betydende bestande for dansk fiskeri.

Derfor er perspektiverne for en forsættelse af togtet specifikt i Nordsøen vigtige med en hensigt om at inkludere viden og data i bestandsvurderinger, og det anbefales, at dette arbejde pågår ud i fremtiden.

AP5 havde desuden til formål at tilvejebringe en kapacitetsopbygning via uddannelse og opsamling af viden gennem ny ansættelse og vejledning inden for makrel. Det blev leveret igennem de første 1,5 år i projektet, hvor der kom en nyansættelse, hvis hovedformål var at blive ny kompetanceperson inden for makrel biologi og rådgivning. Vedkommende opsagde dog sin stilling og derfor skulle vi midvejs finde en ny person der kunne overtage makrel rådgivningen og starte en oplæringsproces.

# Referencer

- Andersen, N. G., & Beyer, J. E. (2005a).** Gastric evacuation of mixed stomach contents in predatory gadoids: An expanded application of the square root model to estimate food rations. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00835.x>
- Andersen, N. G., & Beyer, J. E. (2005b).** Mechanistic modelling of gastric evacuation in predatory gadoids applying the square root model to describe surface-dependent evacuation. *Journal of Fish Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00834.x>
- Aqua, D. (2019).** DK IBTS 3Q 2019 Cruise report.
- Berge, J., Heggland, K., Lønne, O. J., Cottier, F., Hop, H., Gabrielsen, G. W., Nøttestad, L., & Misund, O. A. (2015).** First records of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from the Svalbard archipelago, Norway, with possible explanations for the extension of its distribution. *Arctic*. <https://doi.org/10.14430/arctic4455>
- Eltink, A.T.G.W. (2000).** Age Reading Comparisons (MS Excel Workbook version 1.0 October 2000). <http://www.efan.no>.
- ICES (2019).** Report of the Workshop on Age Estimation of Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) (WKARMAC2). 22-26 October 2018, San Sebastian, Spain. ICES CM 2019/EOSG:32.
- Rosario Navarro, M. and Ulleweit, J. (2021). Report of the Small-Scale Otolith Exchange of Northeast Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) 2020-2021 (SmartDots event 280)
- ICES (2021a)** Working Group of International Pelagic Surveys (WGIPS). ICES Scientific Reports. 3:40. 481pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.8055>.
- ICES (2021b).** Working Group on Widely Distributed Stocks (WGWIDE). ICES Scientific Reports. 3:95. 874 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.8298>
- ICES. (2018).** Interim Report of the Working Group on Multispecies Assessment Methods (WGSAM), 16–20 October 2017, San Sebastian, Spain. ICES CM 2017/SSGEPI:20. 395 pp.
- ICES. (2019).** Norway special request for revised 2019 advice on mackerel (*Scomber scombrus*) in subareas 1–8 and 14, and in Division 9.a (the Northeast Atlantic and adjacent waters). ICES Advice 2019 – sr.2019.09 – <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5252>.
- Jansen, T. (2014).** Pseudocollapse and rebuilding of North Sea mackerel (*Scomber scombrus*). In *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst148>
- Jansen, T., Kristensen, K., Payne, M., Edwards, M., Schrum, C., & Pitois, S. (2012).** Long-term retrospective analysis of mackerel spawning in the North Sea: A new time series and modeling approach to CPR data. *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038758>
- Jansen, T., Kristensen, K., Van Der Kooij, J., Post, S., Campbell, A., Utne, K. R., Carrera, P., Jacobsen, J. A., Gudmundsdottir, A., Roel, B. A., & Hatfield, E. M. C. (2015).** Nursery areas and recruitment variation of Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu186>

- Mackinson, S., & Daskalov, G. (2007).** An ecosystem model of the North Sea to support an ecosystem approach to fisheries management: description and parameterisation. In Cefas Science Series Technical Report. [https://doi.org/Science Series Technical Report no.142](https://doi.org/Science%20Series%20Technical%20Report%20no.142)
- Mehl, S., & Westgård, T. (1983).** The Diet and Consumption of Mackerel in the North Sea (A Preliminary Report). ICES CM.
- Nøttestad, L., Utne, K. R., Óskarsson, G. J., Jónsson, S. P., Jacobsen, J. A., Tangen, Ø., Anthonypillai, V., Aanes, S., Vølstad, J. H., Bernasconi, M., Debes, H., Smith, L., Sveinbjörnsson, S., Holst, J. C., Jansen, T., & Slotte, A. (2016).** Quantifying changes in abundance, biomass, and spatial distribution of Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the Nordic seas from 2007 to 2014. *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv218>
- Olafsdottir, A. H., Slotte, A., Jacobsen, J. A., Oskarsson, G. J., Utne, K. R., & Nøttestad, L. (2016).** Changes in weight-at-length and size-at-age of mature Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) from 1984 to 2013: Effects of mackerel stock size and herring (*Clupea harengus*) stock size. *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv142>
- Olafsdottir, A. H., Utne, K. R., Jacobsen, J. A., Jansen, T., Óskarsson, G. J., Nøttestad, L., Elvarsson, B., Broms, C., & Slotte, A. (2018).** Geographical expansion of Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) in the Nordic Seas from 2007 to 2016 was primarily driven by stock size and constrained by low temperatures. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2018.05.023>
- Óskarsson, G. J., Gudmundsdottir, A., Sveinbjörnsson, S., & Sigurðsson, Þ. (2016).** Feeding ecology of mackerel and dietary overlap with herring in Icelandic waters. *Marine Biology Research*. <https://doi.org/10.1080/17451000.2015.1073327>
- Trenkel, V. M., Huse, G., MacKenzie, B. R., Alvarez, P., Arrizabalaga, H., Castonguay, M., Goñi, N., Grégoire, F., Hátún, H., Jansen, T., Jacobsen, J. A., Lehodey, P., Lutcavage, M., Mariani, P., Melvin, G. D., Neilson, J. D., Nøttestad, L., Óskarsson, G. J., Payne, M. R., ... Speirs, D. C. (2014).** Comparative ecology of widely distributed pelagic fish species in the North Atlantic: Implications for modelling climate and fisheries impacts. *Progress in Oceanography*. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2014.04.030>
- Wieland, K. (2018).** IESSNS 2018 DK. Cruise report DTU Aqua.
- Wieland, K. (2019).** IESSNS 2019 DK. Cruise report DTU Aqua.

# Tak til

Skipper Jacob Claeson og hans besætning på Ceton (S205) for et kompetent og godt udført togt og samarbejde.

Claus Sparrevohn, Danmarks Pelagiske Producent Organisation (DPPO), for at organisere og hjælpe med at finde egnet skib til brug for makreltoget.

Desuden stor tak til rederiet Isafold HG333, Lise og Carsten for samarbejdet omkring deres landingsdata samt Cato B. Christensen fra Skawinspection for at give os adgang til data efter aftale med køber og sælger.

