



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

2025-09-29

Tomas Brodin, Petter Lundberg,
Andreas Sundelöf, Gustav Hellström

Mottagare HaV:
Karin Linderholm

Kunskapssammanställning Atlantisk blåfenad tonfisk i Sverige

Uppdraget

Regeringen gav 2025-03-06 Havs- och vattenmyndigheten (HaV) i uppdrag att göra en kunskapssammanställning och redovisa resultaten av den forskning som sedan 2017 genomförts av Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) om Atlantisk blåfenad tonfisk. HaV ska även redovisa relevant data och statistik från myndighetens kontrollverksamhet i syfte att påvisa artens förekomst och långsiktiga status i svenska vatten. I beställning 2025-04-10 uppdrog HaV till SLU att:

- 1.a. Göra en kunskapssammanställning och redovisa resultaten av den forskning som sedan 2017 genomförts av SLU om blåfenad tonfisk.
- 1.b. I redovisningen beskriva kunskapsläget i relation till den blåfenade tonfiskens förekomst, utveckling och återhämtning i artens utbredningsområde. Myndigheten ska vidare föreslå hur ett fortsatt forskningsarbete bör utformas för att stärka kunskapsläget relaterat till den blåfenade tonfisken

Innehåll

1. Bakgrund	1
1.1 Ursprung/lekområden	1
1.2 Vandring	1
1.3 Beståndsstatus.....	1
1.4 Återkomst	3
1.5 Kunskapsluckor	3
2. Material och Metod	4
2.1. Tillgängliga data	4
2.2. SLU:s forskningsprojekt.....	4
3. Resultat.....	7
3.1. Tidiga fynd	7
3.2. Bifångster i det kommersiella fisket.....	7
3.3. Fiske för märkning.....	8
4. Diskussion och slutsatser	14
4.1. SLUs verksamhet 2017-2024	14
4.2. Publicerade resultat.....	15
4.3. Förväntade produkter.....	15
4.4. Fortsatt vandring och märkning.....	16
4.5. Påverkan på ekosystemet.....	16
4.6. Svårigheter och utmaningar i fisket.....	16
4.7. Potentiella beståndseffekter av ett öppnat fiske	17
4.8. Nationella intressenter och samarbeten, i det fortsatta arbetet.....	17
Bilaga 1.	A

1. Bakgrund

1.1 Ursprung/lekområden

Atlantisk blåfenad tonfisk (hädanefters blåfenad tonfisk) är en snabbväxande, storvuxen och varmblodig fisk som blir könsmogen vid 3-4 års ålder och redan då genomför årliga förflyttningar mellan lekområden och födosöksområden. I Atlanten uppträder två genetiskt separata bestånd med delvis olika livshistoriekaraktärer. Det västra beståndet, som leker huvudsakligen i Mexikanska Golfen, växer snabbare, blir könsmogna tidigare och blir större än fiskarna i det östra beståndet som leker huvudsakligen i Medelhavet. De två bestånden blandar sig under födosök i Atlanten. När vuxna individer fångas i fisket i Atlanten utgör 45 grader väst den administrativa gränsen mellan östra och västra beståndet, oavsett den genetiska tillhörigheten av de individuella fiskarna. De senaste åren, och möjligen som effekt av den förbättrade beståndsstatusen med fler överlevande stora fiskar, har det gjorts fynd av larver av blåfenad tonfisk på fler platser i Atlanten, vilket öppnat diskussionen om fler möjliga lekplatser och möjliga delbestånd (ex. Slope Sea, Biscayabukten).

1.2 Vandring

EU-kommissionen stöttade tidigt i återuppbyggnaden av blåfenad tonfisk ett forskningsprogram för förbättrad datainsamling, försörjning av biologisk kunskap om livshistoriekaraktärer och vandringsmönster (Grand Bluefin Tuna Year Programme, GBYP). Under 2010-talet har stora resurser investerats i att förbättra kunskapen om den storskaliga årliga vandringen som dessa fiskar genomför från lekområden, till födosöksområden och tillbaka till lekområden. Forskningsprojekt som nyttjar elektroniska märken möjliggör positionsestimeringar utgör grunden för denna kunskapsutveckling. Kartan över vandrande individer har de senaste åren kompletterats med ett stort antal spår (en rad positioner från en individ) från Nordsjön, Skagerrak och Öresund. Individer gör årliga vandringar mellan lekområden i Medelhavet (ex. Gulf of Lion, Adriatiska havet, Egeiska havet) och ett antal födosöksområden i Atlanten. Simavstånden är omfattande, och vissa individer simmar över 1500 mil på ett år. Simvägarna varierar stort mellan individer, med både nordliga, sydliga, ostliga och västliga destinationer, men tack vare märkta fiskar har prefererade migrations korridorer i Atlanten skönjts.

1.3 Beståndsstatus

Från att ha varit på randen till utrotning under 1990-talet har blåfenad tonfisk återhämtat sig i stora delar av sitt utbredningsområde, detta som ett resultat av skarpa åtgärder inom internationell fiskeriförvaltning. Den Internationella kommissionen för bevarandet av tonfiskbestånden i Atlanten (ICCAT) har sedan 2010 följt den vetenskapliga rådgivningen och återhämtningsplan som den vetenskapliga kommittén (ICCAT SCRS) producerat, vilket tvingat det kommersiella fisket att följa kvoterna.

Fiskeridödligheten har minskat, och bestånden av blåfenad tonfisk tycks ha ökat markant. I samband med denna positiva utveckling har blåfenad tonfisk återigen siktats i svenska vatten efter att ha varit borta i mer än 50 år. Sedan några år tillbaka kommer årligen stora stim av vuxen blåfenad tonfisk in i Skagerrak, Kattegatt och Öresund under sensommar/höst för att födosöka under några månader. Dessa storvuxna rovfiskar har ett mycket stort bevarandevärde bland annat eftersom stora individer bidrar i högre utsträckning till reproduktion än mindre och därmed är viktiga för artens stabilitet och fortlevnad. De utgör dock samtidigt en potentiell resurs för både det kommersiella och det rekreationella fisket. Den ökade förekomsten av blåfenad tonfisk i nordöstra Atlanten har fått flera nordeuropeiska länder, inkl. Sverige, Danmark och Norge, att de senaste åren visa ett tydligare intresse för forskning och förvaltning av blåfenad tonfisk.

Beståndsstatusen för blåfenad tonfisk är sedan några år tillbaka god, men någon traditionell beståndsanalys har inte gjorts för att ge beståndsråd sedan 2022. Beståndsrådgivningen hanteras numera av en så kallad Management Strategy Evaluation, MSE, som består av ett antal Operating Models (OM) och en av kommissionen beslutad Management Procedure (MP). I MP ingår både östra och västra beståndet som samförvaltas genom en gemensam TAC. Den MP som beslutats ger fleråriga råd om fångstmängder, och beståndsanalys som planeras att göras kommer användas som statusuppdatering. Bestånden utvärderas mot referenspunkten Fmsy eller motsvarande proxy F0.1 och uppdateras vart tredje år.

Tills beståndsanalysmodellerna görs om används de tidigare beståndsanalyserna för status (Västra 2021, Östra 2022) och kan uppdateras med senaste årens data, men utan att parametervärdena omanalyseras. Det ger en ungefärlig bedömning av status.

Alla de relativa beståndsindex som ligger till grund för beståndsstatus ingår också i MP och påverkar hur modellen utvärderar fiskemöjligheter. Det har funnits en oro i SCRS att miljöpåverkan eller förändringar i fiskemönster kan driva förändringar i de relativa beståndsindexen och som kan innebära svårigheter att utvärdera beståndsstatus. Beståndsstatus uppdateras därför även utanför MSE som en test för att upptäcka eller undvika att exceptionella omständigheter (Exceptional circumstances EC), till exempel att en majoritet av beståndsindexen utvecklas negativt, uppträder utan att det hanteras av SCRS med möjliga konsekvenser för råd om fiskemöjligheter. SCRS uppdaterar och bedömer årligen dessa beståndsindex. De fiskemöjligheter som beslutats utifrån MP har för 2023-2025 legat på 40 570 ton. Under 2025 kommer SCRS uppdatera MP och föreslå nya fiskemöjligheter till kommissionen för perioden 2026-2028.

De beståndsanalyser som genomförts för det östra beståndet har sedan 2014 pekat mot en förbättring av beståndsstatusen, och sedan 2019 har beståndet betraktats som återhämtat. Beståndsstatusen har förbättrats markant och beståndet bedöms inte överfiskas. Däremot finns stora osäkerheter kring beståndets absoluta storlek. Det är i

sak ingenting överraskande, det finns inget sätt idag att bestämma absolut hur många fiskar som finns i havet. Det är dock besvärligt att de olika beståndsanalysmodellerna som använts för beståndsstatus ger olika bedömningar av hur de tror att rekryteringen av unga fiskar ser ut, och hur stor biomassa som produceras. Som ett led i att slutligen få en god bedömning av populationsstorleken pågår ett omfattande arbete med Close-Kin Mark Recapture (CKMR) initierat av SCRS.

Se följande länkar för fördjupad läsning:

https://www.iccat.int/Documents/SCRS/ExecSum/BFT_E_ENG.pdf

https://www.iccat.int/mse/Docs/MSE_Roadmap_ENG.pdf

<https://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2023-07-e.pdf>

1.4 Återkomst

Skagerrak och Kattegatt lämpar sig särskilt väl för studier av vuxen blåfenad tonfisk. Tätheten av fisk är hög inom ett relativt begränsat område vilket gör det förhållandevis lätt att fånga fisk för märkning och provtagning. Områdets beskaffenhet medger också den unika möjligheten att relativt enkelt återfå sändare som, helt planerligt, släpper från tonfisken 12 månader efter märkning och kommer upp till ytan med högupplöst information om vandringar i Atlanten och Medelhavet. Trots att det endast bedrivits forskning på blåfenad tonfisk i Svenska vatten några få år så har Sverige idag, tillsammans med Danmark, internationellt oöverträffade resultat gällande hur många storvuxna blåfenad tonfisk som har kunnat spåras högkvalitativt (att märkena insamlats och högupplöst data tankats ner). Den framgångsrika forskningen, och det engagemang Sverige visat kring blåfenad tonfisk, har gjort att Sverige tydligt flyttat fram sin position inom internationell förvaltning, och idag samarbetar SLU om blåfenad tonfisk med både ICCAT och internationella forskargrupper (DTU Aqua Danmark, HI Norge, UK TUNA, etc.).

1.5 Kunskapsluckor

Genom märkningsstudier med satellit- och akustiska sändare avser SLU att generera ny och viktig kunskap om vandringar, överlevnad och beteende hos dessa fiskar i syfte att stärka kunskapsdriven förvaltning och bevarande av beståndet. Projektet genererar data som tyder på betydligt mer komplexa och dynamiska vandringsvägar än man tidigare trott. Även var i Atlanten och Medelhavet man kan förvänta sig att fiskar dör kan analyseras i ökad detaljgrad framöver, och beräkningar av beståndstillhörighet, återvandring och överlevnadsdynamik kan utvecklas. Utöver detta utförs även analyser av vävnadsprov och maginnehåll för att öka kunskapen om hur återkomsten av dessa toppredatorer påverkar marina ekosystem i Skandinaviska vatten. Detta kopplas senare till hur tonfiskarna påverkar lokala ekosystem runt om i Atlanten, med särskild vikt på Västerhavet, under sin migration. Monitorering och forskning på blåfenad tonfisk i

Svenska vatten är sedan 2017 ett kontinuerligt och långsiktigt projekt med en mångårig horisont.

2. Material och Metod

2.1. Tillgängliga data

I den här kunskapssammanställningen har vi använt den tillgängliga dokumenterade data som finns att tillgå avseende blåfenad tonfisk i Sverige. Det innebär registrerade fynd i artdatabankens artportal, yrkesfiskets registrerade bifångster samt den ackumulerade information vi samlat inom SLUs forskningsprojekt om blåfenad tonfisk.

2.2. SLU:s forskningsprojekt

Märkningsprojektet som SLU bedrivit varje år sedan 2017 (med undantag för 2018) bygger på medborgarforskning, där erfarna sportfisketeam väljs ut för deltagande baserat på deras tidigare erfarenheter samt uppfyllande av de krav som projektledningen ställt inför varje säsong. Dessa krav är erfarenhetsbaserade, vilket innebär att de är framtagna och förfinade i samarbete med tidigare deltagande fisketeam för att maximera chanserna för lyckat märkningsfiske. Krav ställs på besättningen (antalet i besättningen, deras fysiska kondition, samt djuretisk och projektspecifik utbildning), deras båt (ex. längd, manövreringsegenskaper, akterns fribordshöjd, kommunikationsutrustning och säkerhetsutrustning), samt deras fiskeutrustning (ex. klassningen av spö, rulle och lina, storlek och utformning av krok, spöhallare och gaff). Den tonfisk som eventuellt inte överlever återutsättning ingår i den dedikerade vetenskapliga kvoten för märkning (ICCAT GBYP).

Märkningsfisket har genomförts årligen med start under andra halvan av augusti och pågått i cirka 16 dagar, med fokus på Skagerrak. Utöver detta genomfördes märkningsfiske även i Öresund under 2023 och 2025 inom ramen för SLU:s verksamhet. Märkningsfisket genomförs genom att de antagna fisketeamen fiskar inom en angiven radie, vanligtvis 5-8 sjömil, från en daglig utsatt startposition och under en av forskarna angiven tidsperiod. Inom detta område befinner sig forskningsteamet ombord på en 'märkningsbåt', som ansvarar för att koordinera flottan. När ett fisketeam får kontakt med fisk anropas märkningsbåten. Anrop sker även när fisken är säkrad vid båtens sida, samt vid eventuell tapp. I sådana fall dokumenteras orsaken till tappet. Detta arbetssätt möjliggör dokumentation av varje fiskesituation, inklusive hur lång tid kampen med fisken varade, dess utgång samt orsak. Tack vare denna datainsamling har ett fortlöpande förbättringsarbete vad gäller utrustning, metod och hantering av fisk kunnat genomföras vilket lett till reducerade drilltider och färre tappade fiskar.

När en fisk har säkrats syresätts den genom att fiskebåten långsamt gör fart genom vattnet, i omkring 2-4 knop. Märkningsbåten möter då upp fiskebåten, och fisken förs varsamt över till akter om märkningsbåten. Där dras fisken, i sidoläge, upp på

akterdäcket via en specialbyggd ramp. Väl på däck syresätts fisken genom att friskt havsvatten pumpas genom gälarna via en slang. Samtidigt placeras en våt mikrofiberduk över fiskens öga för att lugna fisken under hanteringen. Den mätning, märkning och provtagning som följer därefter kan närmast liknas vid ett depåstopp i Formel 1 – snabbt, effektivt och välkoordinerat för att minimera tid på däck och stress för fisken. Samtidigt övervakas fiskens status, bl.a. gäl- och fenrörelser, så att proceduren kan avbrytas och fisken återföras till att ventileras i vattnet om ex. syresättningen är dålig.

Depåstoppet innefattar att forskningsteamet mäter fiskens längd och halva omkrets, noterar eventuella skador samt avlägsnar fiskekroken. Samtidigt tas 1 – 2 muskelvävnadsprover i ryggmuskulaturen bakom andra ryggfenan för analyser av miljögifter som läkemedel, PFAS, pesticider, metaller samt för rDNA-analys. Vävnadsprovet avsett för toxikologisk analys fryses så snart som möjligt efter provtagning vid -20°C, medan det andra provet placeras i RNAlater och förvaras i frys inför senare analys. Vidare tas ett litet vävnadsprov från en fena (så kallat fenklipp) för DNA-analys, vilket bland annat möjliggör bestämning av fiskens härkomst och kön.

Märkningen består av 2 – 3 olika typer av märken: akustiska, satellitbaserade och ett traditionellt märke (mark-recapture). De akustiska sändarna har lång batteritid (upp till 10 år) och sänder var tredje minut en kodad ID-ultraljudssignal som fångas upp av utplacerade hydrofoner. Eftersom sändarna måste befinna sig nära en mottagare (hydrofon) för att registreras är dessa system opportunistiska. SLU upprätthåller ett sådant nätverk av mottagare i Västerhavet och samarbetar med liknande nätverk längs Europas och Nordamerikas kuster via European Tracking Network och Ocean Tracking Network. Detta möjliggör omfattande spårning i Atlanten och Medelhavet.

Satellitsändarna samlar kontinuerligt in data om djup, temperatur och ljus (var 5:e sekund). Efter en förprogrammerad tid (vanligtvis 12 månader) släpper sändaren från fisken och flyter upp till ytan, där den skickar position och aggregerad data via satellit. Med hjälp av geolokaliseringsmodeller kan vi sedan rekonstruera fiskens vandringar. Vid insamling av sändare kan vi hämta fullständiga högupplösta data, vilket förbättrar våra analyser av rörelsemönster och beteenden. Högupplöst data är alltså av högsta prioritet. För att säkra högupplöst data har vi därför dedikerade team som söker upp släppta sändare i Västerhavet, och samarbetar internationellt med bland annat danska DTU Aqua och norska HI. Satellitsändarna fungerar även som en direkt indikator på post-release-dödlighet, eftersom de är programmerade att släppa från fisken om denna befinner sig på samma djup (inom ett specificerat intervall) under en längre period, vanligtvis tre dagar.

Slutligen används även traditionella mark-recapture-märken med unika ID:n från ICCAT.

För att minimera hanterings påverkan på fisken placeras de elektroniska sändarna i hålen från vävnadsproverna. Samtliga fiskar märks med ett traditionellt märke, och sedan 2020 även med en akustisk sändare. Endast ett tiotal fiskar märks varje år med satellitsändare, på grund av den betydligt högre kostnaden. Kombinationen av dessa sändartyper ger oss mycket detaljerade data: satellitsändarna levererar högupplöst information om tonfiskarnas beteende under ett år, medan de akustiska sändarna ger lågupplöst data om rörelsemönster under större delen av deras vuxna liv. Det traditionella märket underlättar dessutom inrapportering vid återfångst, både från kommersiellt och fritidsfiske.

När mätning, provtagning och märkning är avslutade fotograferas märkena på fiskens rygg. Därefter förs fisken försiktigt nerför rampen tillbaka till vattnet. Efter en ventileringsperiod släpps fisken fri givet att den känns pigg.

Under de sju år som SLU bedrivit märkningsfiske har årligen mellan 20 och 50 fisketeam deltagit, med i genomsnitt 2 – 6 krokar i vattnet per team. Totalt har vi registrerat 513 kontakter med tonfisk, varav 192 individer har märkts (2017 – 2024). Det innebär att cirka tre femtedelar av kontakterna inte leder till märkning, oftast till följd av att kroken lossnar eller går sönder, eller att tafs eller lina brister. Det bör dock påpekas att denna siffra också inkluderar napp där fisken endast tar betet och alltså inte krokas. Vi har gjort tester som visar att det tar ungefär 14 dagar innan krokarna korroderar tillräckligt för att troligen lossnar från fisken, i de fall där lina brister och kroken blir kvar i fiskens mun.

Hittills har 91 tonfiskar märkts med satellitsändare, varav vi än så länge återfått 17 sändare med kompletta dataset. Ytterligare 10 sändare förväntas släppa från märkta tonfiskar under hösten 2025. Detta representerar en internationellt sett anmärkningsvärd framgång, då fullständiga dataset från satellitsändare är mycket ovanliga inom storskalig tonfiskforskning. Våra sändare sitter i genomsnitt 157 dagar på fisken, vilket betraktas som mycket högt. Det är dock viktigt att notera att denna genomsnittstid påverkas av snedfördelning, då vissa sändare släppt i förtid efter att ha triggats av mortalitetssignalen. Andra orsaker till förtida släpp inkluderar säkerhetsmekanismer som gör att sändaren släpper från fisken vid djup över 1700 meter – en skyddsåtgärd för att undvika att sändaren imploderar. Sådana djupdykningar är inte ovanliga hos tonfiskar som rör sig i det öppna, pelagiska Atlanten.

Märkningsfisket innebär även en risk för dödlighet i samband med att de vevas in till båt. Sammanlagt har 12 fiskar avlidit på detta sätt, motsvarande cirka 6,2%. Även om denna andel varierat mellan åren, ser vi en tydligt minskande trend – sannolikt till följd av förbättrad fisketeknik och skärpta krav.

Märkningsfiske medför även en viss risk för indirekt dödlighet efter frisläppning. Den bästa uppskattningen av denna fås från satellitsändarnas mortalitetssignal. 13 individer bedöms ha avlidit som en följd av fisket och hanteringen – troligen på grund av syresättningssvårigheter efter återutsättning. Även denna andel varierar kraftigt mellan år, med en tydligt förhöjd dödlighet under 2023 i Öresund. Denna ökning kan sannolikt kopplas till varmare, syrefattigt och grunt vatten i området. Totalt har alltså 25 tonfiskar avlidit under projektets gång.

3. Resultat

3.1. Tidiga fynd

En oväntad och ganska omtalad observation blev den strandade blåfenade tonfisken som hittades, fotograferades och rapporterades in till Artdatabanken 2015. Den var relativt nydöd, även om den från bildmaterialet att döma varit död några dagar innan den hittades. Sannolikt har den ändå simmat själv till Skagerrak, och här avlidit av någon okänd anledning. Fisken obducerades aldrig trots att det var den första rapporterade tonfisken på ett stort antal år, sannolikt på grund av att skicket på fisken ändå inte hade givit entydig information, och att kompetensen på området saknades vid tillfället.

2016 rapporterades ögonvittnesskildringar från Skagerrak och SLU fick påringningar och e-postmeddelande från intresserad allmänhet som undrade om det verkligen kunde vara tonfisk. En vanlig undran var då gulfenad tonfisk, då småfenorna på tonfiskens bakkropp är klart gula. Det råder dock ingen tvekan om att det i samtliga fall av dessa stora fiskar varit fråga om blåfenad tonfisk.

3.2. Bifångster i det kommersiella fisket

Samma år som SLUs märkningsfiske startade landades den första tonfisken som bifångst i yrkesfiskets pelagiska fiske efter sill. Mängden rapporterad fångst sedan dess framgår av Tabell 1. Fångsten uppträder som bifångst vid trålning, antingen enkeltrålning eller partrålning efter pelagiska arter. Teoretiskt skulle fångst kunna uppträda i demersalt fiske också. Dock är trålhastigheten i det demersala fisket lägre, och redskapens storlek avsevärt mindre. Sannolikheten att en tonfisk skulle fångas av en demersal trål är därför begränsad. Som framgår av Tabell 1 har ingen bifångst registrerats från demersalt trålfiske eller garn. Fiskarna som fångats av svenskflaggade båtar har landats både i Danmark, Norge och Sverige. Om ett framtida fiske ska implementeras bör detta förberedas med en detaljerad och finansierad plan för hur data och prover bör samlas in från fiskets fångster för att säkerställa kontinuerlig ackumulering av biologiskt relevanta variabler (längd, vikt, ålder, könsmognad, övriga vävnadsprover, diet etc.).

Tabell 1. Bifångst av blåfenad tonfisk (kg) per redskapstyp och år (2017-2024)

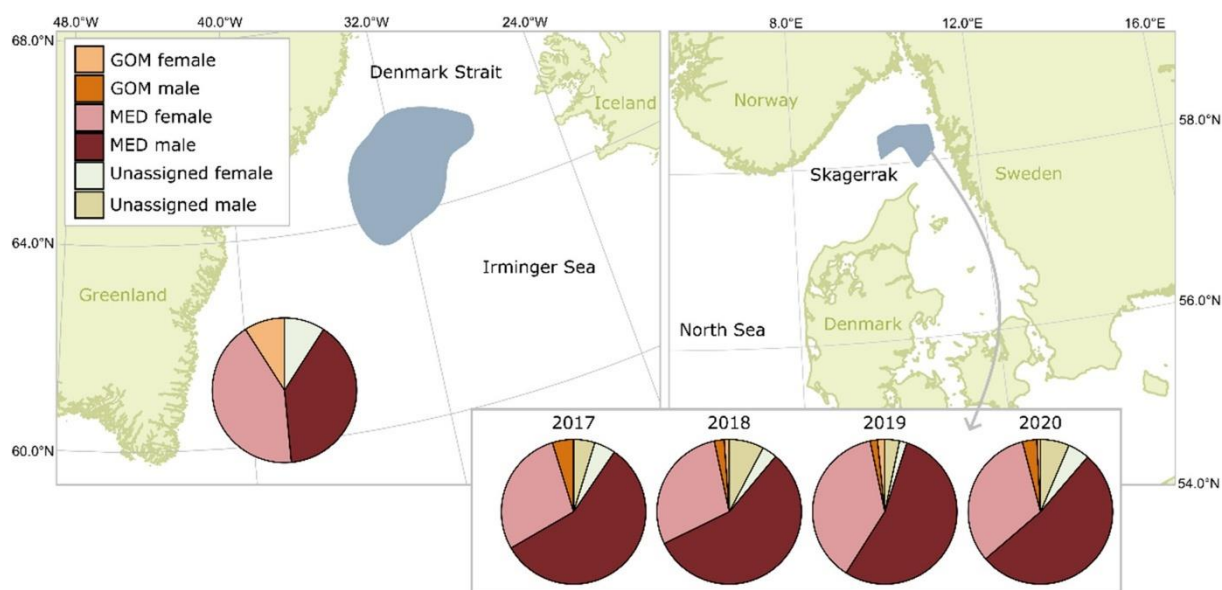
År	Flyttrål	Parflyttrål	Total
2017	1430	600	2030
2018		500	500
2019	200	180	380
2021	70		70
2022	530		530
2023	1300		1300
2024	620		620
Summa	4150	1280	5430

Det är anmärkningsvärt lite fångst över lag och 2020 rapporterades ingen landad tonfisk.

3.3. Fiske för märkning

3.3.1. Ursprung

Genom genetisk analys av fenklippen som tas vid provtagningen kan vi utläsa fiskens kön och härkomst. Hitintills har prover från 2017-2020 från analyserats och publicerats. Våra resultat visar på att nästan alla individer tillhör den östliga populationen som leker i Medelhavet (86%). Endast ett fåtal individer (4%) kunde knytas till den västliga populationen, men andelen är så låg att den möjligen kan förklaras av metodens felmarginal. 11% av proverna hade för stor osäkerhet i resultatet för att tillförlitligt tilldela en härkomst. I Figur 1 visas dessa resultat tillsammans med genetisk analys från bifångster från makrillfisket vid Östra Grönland där en något större andel tilldelas den västliga populationen.



Figur 1. Ungefärliga provtagningsplatser samt könsfördelning av blåfenad tonfisk (hanar och honor) med genetiskt ursprung från östra Atlanten (MED), västra Atlanten (GOM) eller ej tilldelat ursprung.

Värt att notera är även att resultaten visar på en högre andel hanar än honor i Skagerak (ca 60%), där hanar generellt är något mindre än honorna. Detta tyder alltså på att det inte är en artefakt från det begränsade stickprovet utan sannolikt verkliga biologiska skillnader i migrationsmönster.

3.3.2. Vandrings

Insamlad data visar på en mycket hög site-fidelity, där tonfisken återvänder till Västerhavet med nästintill klocklik precision varje sensommar. Invandring sker huvudsakligen i augusti – september, även om de första individerna ofta anländer redan i juli. I genomsnitt upprätthåller sig fisken cirka två månader i Västerhavet, där fisken sprider ut sig över hela området ända ner till Öresund. Under denna period jagar de företrädesvis pelagisk bytesfisk nära ytan (0–50 m), och rör sig fram och tillbaka över området. Individer gör också regelbundet djupa dyk ned till 500 m och kan därmed nyttja hela Norska rännan.

Tonfisken lämnar svenska vatten under hösten, vanligtvis i slutet av september eller under oktober. Utvandringen sker via Norska rännan, där tonfisken följer den norska kusten norrut innan den svänger sydväst förbi Orkneyöarna och väst om brittiska öarna ut i Nordatlanten. En del av beståndet fortsätter västerut över mittatlantiska ryggen till Newfoundland-bassängen där de övervintrar i omkring två månader. Här gör de upprepade dyk ner till några hundra meter, med en del extremdyk över 1 000 m. Enstaka individer har korsat 45° väst och besökt Grand Banks, vilket antyder att blandning förekommer mellan de östliga och västliga förvaltningszonerna under födosöksperioden.

En del individer stannar dock på den östra sidan av Atlanten och vandrar söderut längs den västra sidan av brittiska öarna. Vintern tillbringas växelvis i Biscayabukten, ute i den

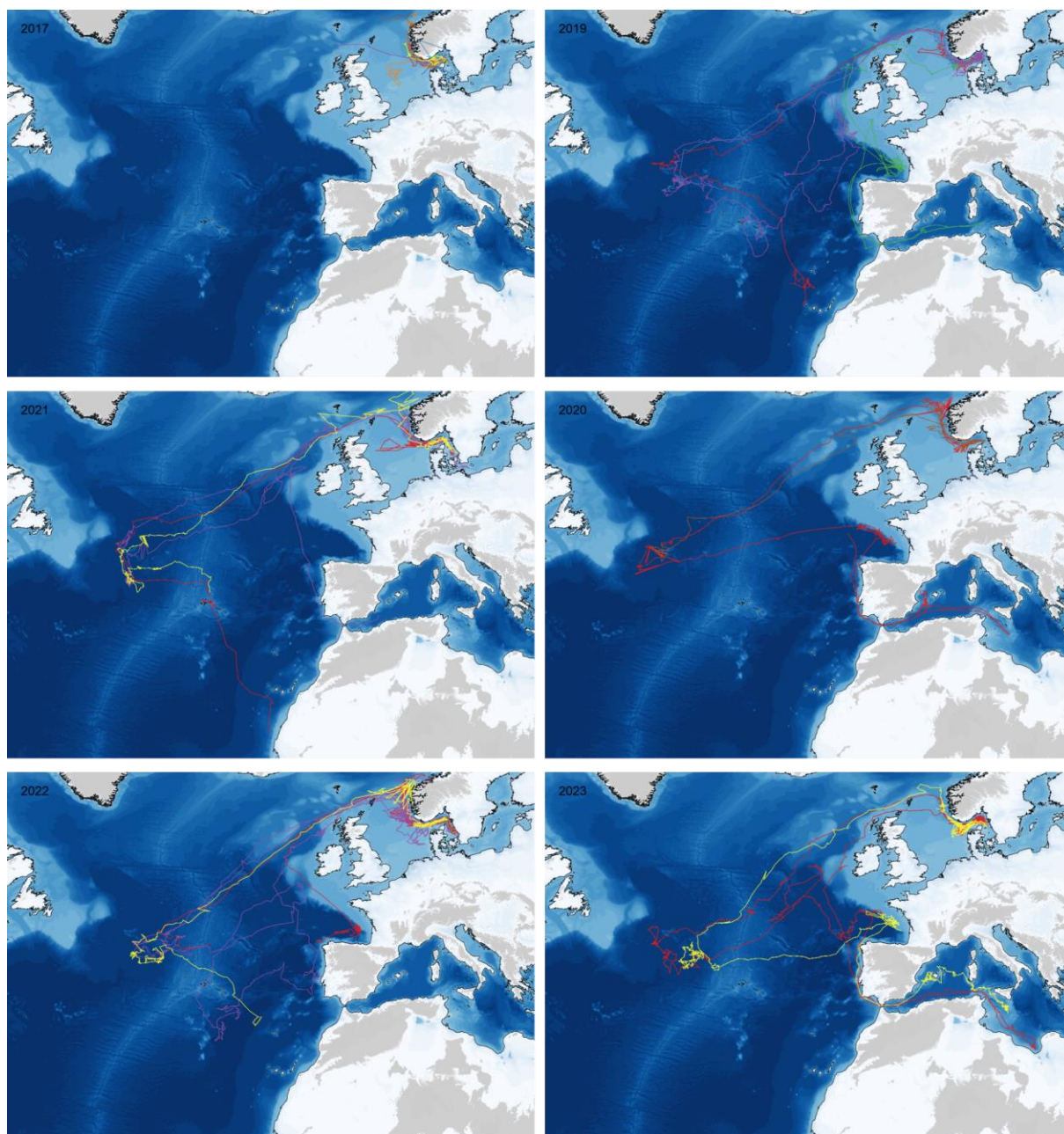
Västeuropeiska bassängen, eller längs den portugisiska kontinentalsockeln och ner mot Kanarieöarna. Invandring från Newfoundland-bassängen till Västeuropeiska bassängen och mot Kanarieöarna gör att hela beståndet återigen samlas i Europeiska vatten under våren. Observationer så långt söderut som Kap-Verde görs regelbundet. Upprepade dyk ner till ett antal hundra meter förkommer under hela våren, med troligt fokus på mesopelagiska byten.

I maj-juni vandrar huvuddelen av tonfisken in i Medelhavet för lek. Av vetenskapen tidigare beskrivna typiska lekbeteenden observeras under början-mitten på juli, dvs upprepade grunda dyk (50-100 m) i varmt ($> 20^{\circ}\text{C}$) natttid kontinuerligt under några dagar till två veckor. Områden där detta observeras tolkas som leklokaler, bland annat väster om Sardinien, söder om Sicilien och södra Joniska havet. Efter leken vänder fiskarna snabbt ut i Atlanten, och vandrar norrut tillbaka mot Västerhavet. Efterleksöverlevnaden verkar som förväntat vara mycket hög.

Våra vandringstudier visar att vi troligen har att göra med ett relativt begränsat antal årsklasser av stora, könsmogna fiskar som uppvisar en omfattande årlig vandringscykel mellan subarktiska födosöksområden under höst-vinter och tropiska/subtropiska födosök/lek-lokaler under vår-sommar. Vandringscykeln innefattar ett relativt fåtal "hot-spots", mellan vilka fisken rör sig via mer eller mindre väl definierande vandringskorridorer. Dessa hot-spots innefattar: 1) Newfoundland bassängen med särskilt fokus på djuphavsbergen i Newfoundland formationen, inkl t.ex Milne Sea mount som sedan 2010 är ett stort djuphavsreservat (MPA), 2) Västeuropeiska bassängen och biscayabukten och 3) Kanarieöarna. Särskilt framträdande vandringskorridorer är t.ex. den smala remsan längs norska kusten och passagen nordväst om Brittiska öarna, där tonfisken koncentreras under höstens utvandring och sommarens invandring, och därmed blir extra sårbar för riktat kommersiellt fiske.

Varje år är det ett antal individer som aldrig vandrar in i Medelhavet under lektiden och inte heller visar några tydliga beteendemönster som tyder på lek ute i Atlanten. Dessa bedömer vi hoppar över leken, och utgör därmed könsmogna individer som inte bidrar till beståndet under innevarande år, något som ännu inte tas i beaktande i ICCAT:s bestandsmodeller. Ett inte obetydligt antal individer fångas också varje år i snörpvadfisket i medelhavet, vilket kan kartläggas genom att satellitsändaren poppar mitt i kassarna där den fångade tonfisken hålls levande inför beställningsslakt. Dessa fiskerioberoende mortalitets-estimat är ett värdefullt komplement till ICCATs övervakningsprogram. Även naturlig predation, högst troligt i form av späckhuggare, har observerats ett antal gånger (via temperatursensorn 37°C).

Exempel på de vandringsmönster som beskrivs ovan kan ses för individuella fiskar från respektive år 2017-2023 i Figur 2. Dessa är framtagna från satellitsändardata. Ett omfattande analysarbete pågår just nu där vi sammanställer all befintlig vandringsdata från satellitsändare 2019-2023 för att ta fram robusta estimat på överlevnad, överhoppad lek, vandringskorridorer, samt identifiera leklokaler. Analysen beräknas vara klar och publiceras under 2026. Analysen av data från akustiska sändare väntar vi med några år för att samla få in mer data på bl.a. regelbundenhet.



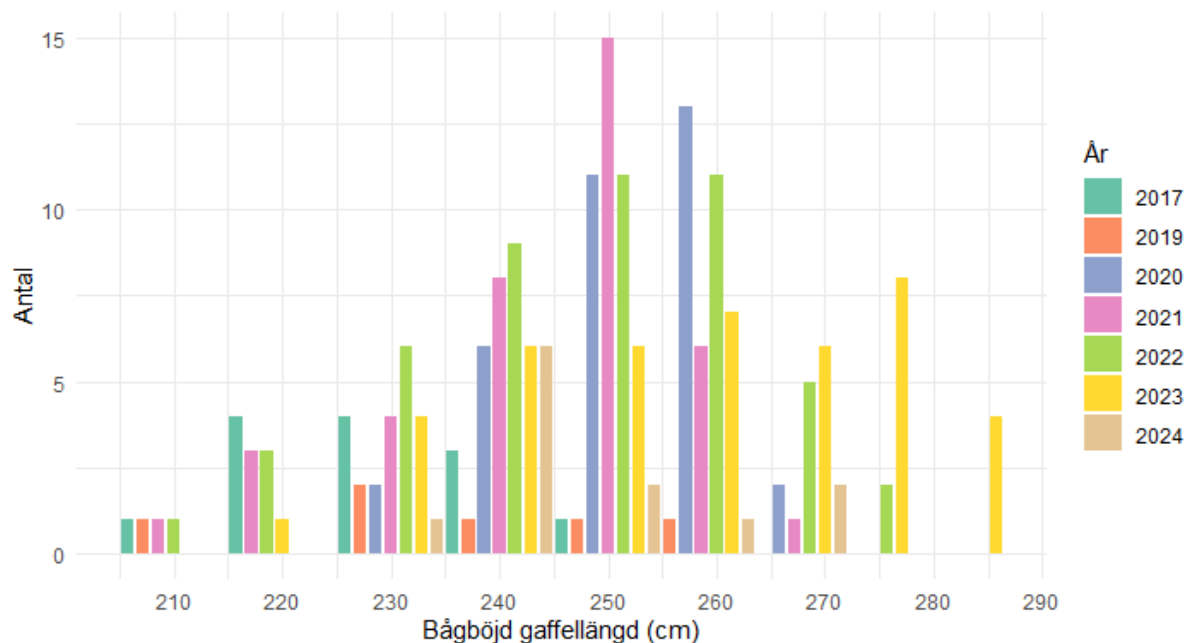
Figur 2. Exempel på några individuella vandringsmönster från åren 2017–2023. Data från 2024 års sändare är inte analyserad ännu.

3.3.3. Storleksfördelning

Längdspannet mellan den största och minsta fångade fisken är drygt en meter. Den minsta fisken mätte 185 cm och märktes 2017, vilket verkligen utgör ett undantag. Även utan denna outlier är längdskillnaden påtaglig.

En närmare titt på längdfördelningen oroad oss tidigt i projektet då avsaknaden av liten fisk (runt 2 meter) och den ökande medelstorleken (se Tabell 2) antydde att det endast var någon enstaka årskull som hade uppträtt i våra vatten. Medelstorleken har ökat ytterligare men planat ut och stabiliserats kring cirka 255 cm. Detta tyder på att det

sannolikt är fler än någon enstaka god årsklass som genererat de fiskar som kommer upp till Västerhavet och födosöker, vilket också stämmer med ICCATs rekryteringsindex från medelhavet. Om antalet uppträdande årsklasser minskar (på grund av svag rekrytering, fiske eller naturlig mortalitet) kan följden bli att mängden gästande tonfiskar återigen minskar. Därför är det avgörande att kontinuerligt övervaka storleksfördelningen för att kunna upptäcka nya årsklasser och säkerställa att den återetablering vi ser idag inte bara är en tillfällig företeelse.



Figur 3. Längden på samtliga fiskar fångade i projektet mellan 2017-2024, undantaget den 185 cm långa fisken som märktes 2017.

Tabell 2. Antal märkta tonfiskar per år, dess medellängd samt antalet som avlidit vid fiske.

År	Antal märkta	Medellängd (Std.avv.)	Avlidna vid fiske
2017	15	227 (20)	0
2019	6	239 (16)	0
2020	34	257 (10)	5
2021	36	249 (14)	3
2022	48	253 (15)	3
2023	41	264 (18)*	1
2024	12	253 (12)	0

Tot.

192

12

* Märkning både i Skagerak och Öresund.

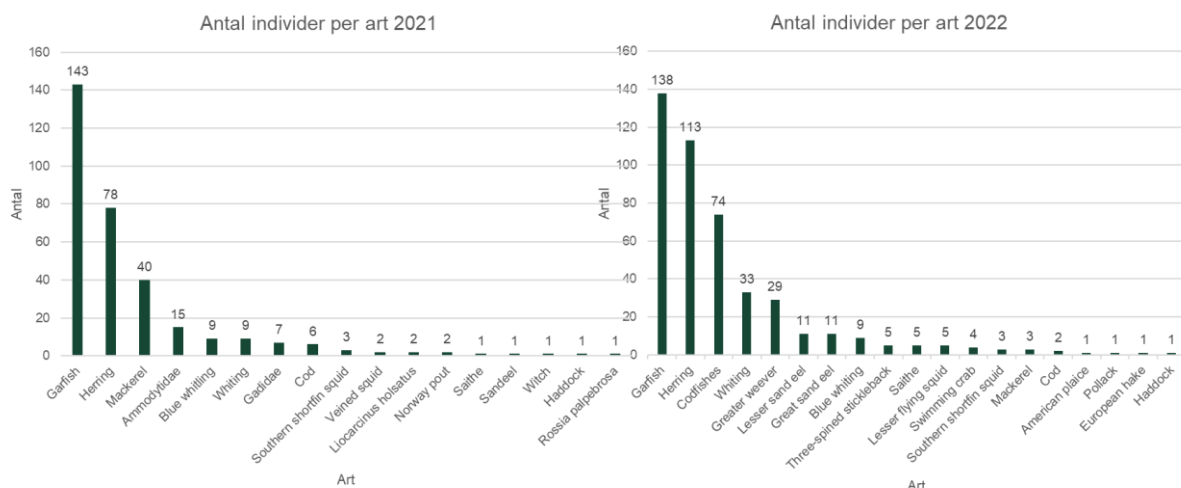
3.3.4. Antal fiskar i Västerhavet

Det är mycket angeläget att vi så snart som möjligt kan göra en uppskattning av hur många blåfenade tonfiskar som årligen finns i Västerhavet. Utan denna siffra kan inte en uppskattning om vilken påverkan den blåfenade tonfisken har, och kommer att ha, på Västerhavets ekosystem göras. I dagsläget är detta tyvärr omöjligt och mer omfattande forskning krävs för detta.

3.3.5. Diet

SLU har analyserat maginnehållet hos 44 tonfiskar (232–295 cm) som dött under danskt och svenskt forskningsfiske eller vid kommersiell dansk fångst 2020–2022. Dieten dominerades av stimlevande pelagiska fiskar, framför allt näbbgädda (23% av det relativa diet-index), sill (7%), makrill (7%) och olika torskfiskar (ca 5%). Födan varierade mellan Skagerrak och Öresund och speglar troligen lokalt tillgängliga byten, vilket understryker tonfisken som opportunistisk toppredator.

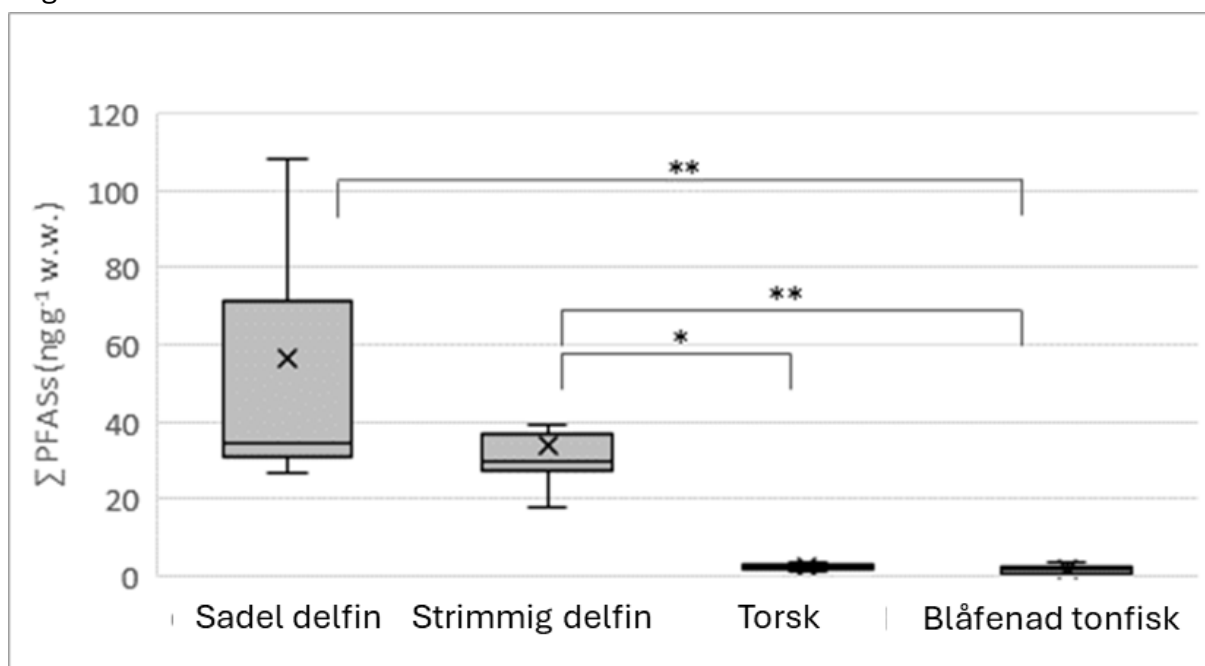
Beräkningar av energiintaget indikerar att tonfisken kan bygga upp energireserver medan den vistas i Västerhavet, och scenarier visar att även ett måttligt antal tonfiskar kan konsumera betydande mängd bytesfisk under perioden de uppehåller sig i området. Intressant är också betydelsen av näbbgädda för tonfisk i Västerhavet, då näbbgäddan helt saknar förvaltning och skydd.



Figur 4. Antal bytesfisk av respektive art funnen vid maganalys av blåfenad tonfisk under 2021 (vänster panel) och 2022 (höger panel).

3.3.6. Toxikologi

Vävnadsprover från fångade tonfiskar har samlats in och frusits ned i -20 C för analyser av läkemedel, PFAS, pesticider och metaller. Proverna tas i samband med märkning och utgör ingen ytterligare skada på fisken. I dagsläget har endast PFAS-analyserna genomförts. Dessa utfördes i samarbete med Dr. Golovko vid institutionen för Vatten och Miljö på SLU i Uppsala. Resultatet visade att blåfenad tonfisk har ungefär lika höga halter PFAS som torsk från västkusten, och betydligt lägre halter än till exempel delfiner provtagna längs Spaniens atlantkust (Figur 5). Vad gäller PFAS-halten i BFT i förhållande till EU:s gränsvärde för mänsklig föda, så ligger den på ungefär halva gränsvärdet, det vill säga ätbart.



Figur 5. Medelkoncentrationen av nio analyserade PFASs i muskelvävnad hos fyra olika marina toppredatorer. Boxen representerar övre och nedre kvartilen, variansmåttan visar variansen utanför respektive kvartil, och kryssen visar medelvärdet. Statistiskt signifikant skillnad indikeras med * ($p < 0.05$) och ** ($p < 0.01$).

4. Diskussion och slutsatser

4.1. SLUs verksamhet 2017-2024

SLU har nu studerat den blåfenade tonfisken i 8 år. 2017 och 2018 administrerades projektet av institutionen Akvatiska Resurser (Aqua, SLU), men sedan 2019 leds projektet av Professor Tomas Brodin vid institutionen för Vilt, Fisk och Miljö (VFM, SLU), tillsammans med en ledningsgrupp bestående av Dr. Gustav Hellström, Dr. Andreas Sundelöf och Dr. Petter Lundberg, samtliga från SLU. Alla verksamhetsår utom ett (2018) har innehållit omfattande fältnoment. Det huvudsakliga fältnomentet sker naturligt i samband med fångst och märkning av fiskarna men ett relativt omfattande

arbete har också lagts ner på att återfinna sändare som enligt plan lossnat från tonfiskar, samt underhåll av det nätverk av akustiska mottagare som upprätthålls i Västerhavet, inte minst Öresund. Verksamheten har årligen involverat mellan 4 och 10 anställda vid SLU vilkas löner till stor del betalats av strategiska medel från VFM, SLU.

4.2. Publicerade resultat

I projekt som studerar långlivade, migrerande arter under lång tid i fält finns en extra stor lagg-period mellan fält-insats och färdig publikation. Trots detta har flera vetenskapliga artiklar producerats under projektets gång. Några av dessa är redan publicerade i vetenskapliga tidskrifter medan övriga befinner sig i olika stadier av publiceringsprocessen (se lista nedan).

Kim Aarestrup, Henrik Baktoft, Kim Birnie-Gauvin, Andreas Sundelöf, Massimiliano Cardinale, Gemma Quilez-Badia, Iñigo Onandia, Michele Casini, Einar Eg Nielsen, Anders Koed, Francisco Alemany och Brian R. MacKenzie. 2022. *First tagging data on large Atlantic bluefin tuna returning to Nordic waters suggest repeated behaviour and skipped spawning*. Scientific Reports 12: 11772.

Nielsen E. E., Birnie-Gauvin K, Baktoft H, Arrizabalaga H, Brodin T. et al. 2024. *Genetic sex and origin identification suggests differential migration of male and female Atlantic bluefin tuna (Thunnus thynnus) in the northeast Atlantic*. Evolutionary applications 17 (9): e70009.

Gustav Hellström, Kim Birnie-Gauvin, Petter Lundberg, William Jaktén Langert, Kristi Källo, Lene K. Sortland, Brian R. MacKenzie, Jose Luis Varela, Anders Koed, Einar Eg Nielsen, Andreas Sundelöf, Hege Sande, Maria Overgård, Henrik Baktoft, Kim Aarestrup och Tomas Brodin. 2025. *New trophic insights associated with the return of a top predator, bluefin tuna, to Skagerrak and the Sound*. (under granskning)

Rebekah A Oomen, Alessia Cariani, Louise Chavarie, Agostino Leone, Adriana Vella, Noel Vella, Gustav Hellström, Tomas Brodin, Andreas Sundelöf, Mark Blaxter, Ann M Mc Cartney, Giulio Formenti, Alice Mouton, Fausto Tinti, Fulvio Garibaldi, Petter Lundberg. 2025. *The genome sequence of Atlantic Bluefin Tuna, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758)*: Wellcome Open Research 10: 163.

4.3. Förväntade produkter

ICCATs budget för elektronisk märkning minskar sedan några år, trots den förbättrade dataleveransen som SLUs projekt varit med att genomföra. Anledningen till den minskande finansieringen är till stor del ICCATs nya satsning på CKMR. SLU avser att fortsätta samarbeta med ICCAT genom MOU precis som framgångsrikt gjorts tidigare. Samarbetet med ICCAT säkerställer en funktionell inkludering av ny kunskap till

förvaltningen, men SLU kan komma att behöva öka den egna finansieringen av elektroniska märken för att kunna genomföra samma insats framöver.

Forskningsprojektet har i samarbete med de danska och norska märkningsprogrammen sammanställt resultaten i ett flertal vetenskapliga rapporter (t.ex. Aarestrup m.fl. 2022, Nielsen et al 2024, Ferter m.fl. 2024, Hellström m.fl. 2025), och ytterligare rapporter är under förberedelse.

4.4. Fortsatt vandring och märkning

SLU förväntar sig att de storvuxna blåfenade tonfiskar som gästat svenska vatten under flera tusen år kommer fortsätta att göra det. Om beståndsstatusen ändras kan det påverka vandringsmönster. SLU avser därför fortsätta sin verksamhet som kombinerad forskning och miljöövervakning, till stöd för förvaltningens behov.

4.5. Påverkan på ekosystemet

Tonfiskens påverkan på ekosystemet är tydlig men svårbedömd då det totala antalet besökande fiskar är osäkert. Ett steg mot att bättre förstå de ekologiska konsekvenser som denna återkomst kan leda till är den maginnehållsundersökning som SLU gör på majoriteten av de blåfenade tonfiskarna som påträffas döda på svenskt vatten (inom projektet, bifångst eller annan mortalitet), se sektion 3.3.5. Att Skagerrak, Kattegatt och Öresund är attraktiva födosöksområden står dock klart, vilket såklart påverkar såväl bytesfisk som tillgängligheten på bytesfisk negativt för det annars så pressade rovfiskbestånden.

4.6. Svårigheter och utmaningar i fisket

Att sportfiska blåfenad tonfisk i Sverige är långt ifrån ett vanligt fiske. Även mycket erfarna sportfiskare med erfarenhet från stora delar av världen vittnar om hur extremt utmanande och ibland farligt det är att fiska de mycket stora blåfenade tonfiskar (vanligen 300–450 kg) som besöker vår kust. Svårighetsgraden tydliggörs när man studerar statistiken över hur många av de fiskar som hugger faktiskt landas. Landningsfrekvensen, i syfte att märka och provta, har visserligen förbättrats över tid, i takt med att vi på SLU årligen skärpt reglerna för fiskeutrustning, båttyp, besättningens erfarenhet och kaptenens kvalifikationer, samtidigt som många av våra fisketeam återkommer år efter år och bygger därmed upp viktiga kunskaper och färdigheter. Trots detta och åtta års kontinuerligt kunskapsarbete ligger andelen landade fiskar fortfarande på endast omkring 40 %. Dessutom förekommer en förhöjd risk för fiskmortalitet vid fångst, särskilt om inte mycket rutinerade fiskare finns ombord. Ett exempel är att fiskelinen under kampen snor sig runt fiskens stjärtspole till följd att den då börjar dras bakåt. Detta leder till en relativt snabb kvävning av fisken p.g.a. att den behöver simma framåt för att syresätta sig genom ett vattenflöde över gälarna. Riktigt rutinerade fiskare kan upptäcka när detta inträffar och då skyndsamt landa fisken med

hjälp av båten för att sedan sakta bogsera den efter båten för syresättning och förhoppningsvis tillkviknande.

En ytterligare utmaning är att tonfiskerna ofta uppehåller sig långt från kusten, i Västerhavets djupare delar. Det medför ökade säkerhetsrisker, särskilt eftersom marginalerna för exempelvis plötsliga väderomslag är små. Dessa risker minimeras genom den samordning och operativa koordination av fisketeamen som SLU ansvarar för. Dessutom kan det vara en ordentlig utmaning för mindre sportfiskebåtar att, vid fiskemortalitet, kunna transportera den döda fisken till hamn för datainsamling och provtagning, något som i dagsläget administreras och koordineras av SLU.

4.7. Potentiella beståndseffekter av ett öppnat fiske

Påverkan av ett eventuellt begränsat svenskt kvotfiske på det totala beståndet bedöms som liten. En eventuell kvot kommer förmodligen att hanteras inom befintliga utrymmet för fiskemöjligheter. Men det finns en risk att ett ökat uttag av dessa riktigt stora blåfenade tonfiskarna kan ha betydelse för populationen eller sub-populationer. Denna risk-bedömning grundar sig i att stora fekunda honor vanligen genererar en mycket större del av kommande generationer än de mindre honorna, speciellt om kvot flyttas från icke-reproduktiv fisk till dessa stora fekunda fiskar.

4.8. Nationella intressenter och samarbeten, i det fortsatta arbetet

Utöver SLU:s internationella samarbeten med ICCAT i stort, samt de danska och norska forskningsprojekten i synnerhet, väcker vår forskning även stort intresse på nationell nivå. I dagsläget samarbetar SLU, eller har regelbunden kontakt, med samtliga delar av fiskerinäringen, förvaltningen och intresseorganisationer (NGO:er) med koppling till tonfisk och tonfiske. Under projektets gång har vi bland annat presenterat vår forskning för representanter från Miljö- och Näringsdepartementet, det lokala näringslivet, sportfiskesektorn, yrkesfiskare, tonfisksafaribåtar, samt Skandinaviska Tonfiskeklubben i Sverige (STiS) och dess representanter – liksom för allmänheten. Det är särskilt värt att lyfta fram att aktörer som Sportfiskarna, yrkesfiskarna (SFPO) och STiS är representerade i projektet. Dessutom har vårt arbete väckt stor uppmärksamhet i medier, med inslag i bland annat Sveriges Television, Sveriges Radio och Dagens Nyheter.

I takt med att vår kartläggning av tonfiskens vandringar, överlevnad och beteende förfinas, ökar också möjligheten att analysera bakomliggande faktorer på djupet. Vi ser ett växande intresse för storskaliga studier med tvärvetenskaplig bredd, där olika perspektiv samverkar för att besvara komplexa frågeställningar. Detta inkluderar samarbeten både med svenska och internationella partners.

Bilaga 1.

Forskningsplan

De märkningsstudier som pågått sedan 2017 har gett svar på en rad viktiga frågor kring ursprung, överlevnad, vandringsvägar och uppehållstider för den beståndskomponent av atlantisk blåfenad tonfisk som sedan 2015 återkommande besöker svenska vatten i stort antal. Forskningsprojektet har i samarbete med de danska och norska märkningsprogrammen sammanställt resultaten i ett flertal vetenskapliga rapporter (t.ex. Aarestrup m.fl. 2022, Nielsen et al 2024, Ferter m.fl. 2024, Hellström m.fl. 2025), och ytterligare rapporter är under förberedelse. Sammantaget har vi idag en avsevärt förbättrad kunskap om blåfenad tonfisk i skandinaviska vatten jämfört med innan projektet inleddes.

Trots detta kvarstår flera viktiga kunskapsluckor, både inom forskning och förvaltning, och det är viktigt att forskningsarbetet fortsätter. Nedan föreslår vi några av de forskningsinriktningar kommande årens forskning bör fokusera på.

Vi behöver en ökad förståelse av hur våra marina ekosystem påverkas av återkomsten av blåfenad tonfisk. Blåfenad tonfisk är en mycket effektiv toppredator med stort energibehov. En framgångsrik internationell förvaltning av blåfenad tonfisk med växande bestånd, i kombination med en klimatdriven expansion av utbredningsområdet, kan göra att stora mängder blåfenad tonfisk i flera åldersklasser kommer födosöka i svenska vatten. I Västerhavet är bestånden av flera demersala och pelagiska arter redan ansträngda, och ytterligare predation från blåfenad tonfisk kan få betydande konsekvenser för hur dessa arter behöver förvaltas ur ett kommersiellt perspektiv. Att få en ökad spatiotemporal förståelse av födosök och födointag i Västerhavet, i kombination med relativa eller absoluta abundansestimat i området, kommer vara en viktig pusselbit i detta arbete.

ICCAT integrerar idag överlevnadsestimat och vandringsdata i sina förvaltningsmodeller. Förvaltningen strävar efter en allt mer områdesspecifik förståelse av denna dynamik, inklusive fördelning av biomassa över säsong, i syfte att få högre spatiotemporal precision i beståndsbedömningar och kvotfördelning. De individer som besöker svenska vatten tillhör de största föräldrafiskarna i det östra beståndet, vilket gör honorna särskilt värdefulla då fekunditeten ökar med storlek. Västerhavet erbjuder en unik möjlighet att fånga och märka dessa fiskar då de koncentreras här utanför lektiden, något som sällan sker på andra platser. Kontinuerlig och uppdaterad data på migration och överlevnad på denna beståndskomponent är därför av stor vikt för ICCAT.

Det pågår en omfattande utbyggnad och planering av offshore-industri, framför allt havsbaserad vindkraft, i Västerhavet och Nordsjön. Vi vet fortfarande mycket lite om hur

denna strukturella förändring av det pelagiska habitatet påverkar vandringsfiskar. Migrationsdata som samlats in sedan 2017 visar på definierade vandringskorridorer för blåfenad tonfisk. Dessa korridorer kan jämföras med fåglars flyttstråk, och ackumulerade störningar längs dessa stråk i form av upprepad interaktion med industriella anläggningar, riskerar att avbryta, fördröja eller på annat sätt förändra fiskens vandring och energibudget. Mer kunskap behövs därför för att förstå hur den stora pågående förändringen av det pelagiska habitatet kommer påverka vandring hos både tonfisk och andra starkt migrerande fiskarter.

Dessutom, i tillägg till ovanstående tre forskningsområden, är det mycket relevant att öka förståelsen för i vilken omfattning de stora fekunda honor som förekommer i Västerhavet bidrar till beståndets reproduktion.