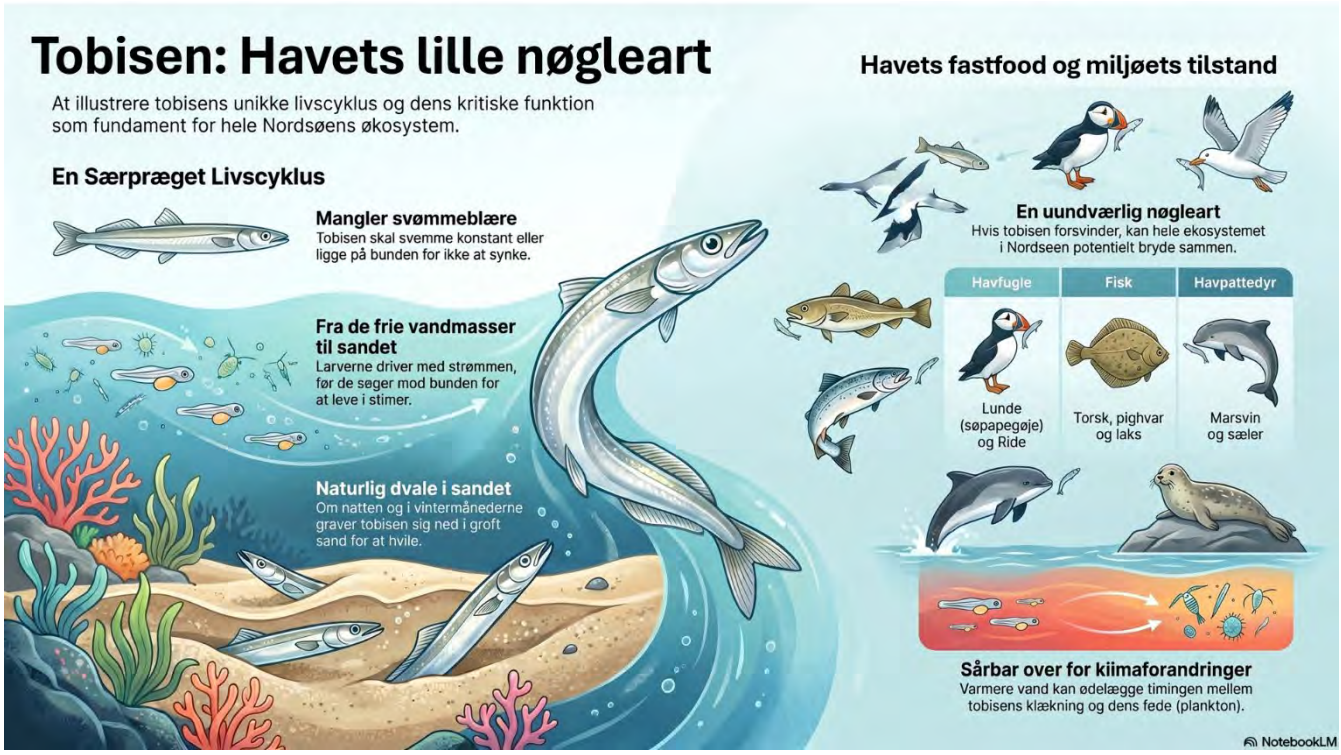
Tobis

AI Gemini redigeret af Carl Vedel Lauridsen



Indhold

1. Tobisens Livscyklus 3

2. Miljøpåvirkning og Økologisk Rolle 3

Fiskeri og Forvaltning 3

3. Trusler mod Tobisen 4

Analytisk rapport om tobisens biologiske livscyklus og de kumulative miljøpåvirkninger i de nordeuropæiske havområder 4

Taksonomisk diversitet og systematik i de danske og omliggende farvande 4

Den biologiske livscyklus og "Capital Breeder" strategien 6

Habitatpræferencer og sedimentets betydning 6

Det marine fødenet og tobisens økologiske nøglerolle 7

Industrielt fiskeri: Historik, økonomi og forvaltningskonflikter 8

Klimaforandringernes påvirkning og Match-Mismatch problematikken 9

Marine infrastrukturanlæg og havvindmøller 10

Råstofindvinding: En trussel mod habitatets integritet 11
Forvaltningsmæssige udfordringer og fremtidens overvågning 11
Konklusion og anbefalinger for en integreret havplanlægning 12
Citerede værker 13

Kort overblik

Sandsynligvis kender du tobis bedst som den lille, sølvblanke fisk, der popper op af sandet ved Vesterhavet, eller som en vigtig brik i det danske industrifiskeri. Selvom den er lille, spiller den en gigantisk rolle i havets økosystem.

Her er et overblik over tobisens livscyklus og dens betydning for miljøet.

1. Tobisens Livscyklus

Tobisen er en særpræget fisk, fordi den mangler svømmeblære. Det betyder, at den enten skal svømme konstant eller ligge stille på bunden – ellers synker den.

- Gydning (Vinter): Tobisen gyder typisk sine æg i de kolde måneder (november-januar). Æggene lægges direkte på sandbunden, hvor de klistrer sig fast til sandkornene.
- Larvestadiet (Forår): Når æggene klækker, stiger larverne op i de frie vandmasser (pelagisk fase). Her driver de med strømmen og lever af dyreplankton.
- Livet i sandet: Efter et par måneder søger de unge tobis ned mod bunden. Her lever de resten af deres liv med en meget specifik livsstil:
    - Dagtimerne: De svømmer i stimer for at jage plankton.
    - Nattetid/Vinter: De graver sig ned i groft sand for at hvile og beskytte sig mod rovdyr. De kan ligge i dvale i sandet i månedsvis i løbet af vinteren.
- Levetid: En tobis bliver sjældent mere end 5-7 år gammel.

2. Miljøpåvirkning og Økologisk Rolle

Man kalder ofte tobisen for en nøgleart. Det betyder, at hvis tobisen forsvinder, kan hele korthuset i Nordsøen vælte.

Havets "Fastfood"

Tobisen er den primære fødekilde for en lang række dyr:

- Fugle: Især lunden (søpapegøjen) og riden er totalt afhængige af tobis for at kunne fodre deres unger.
- Fisk: Torsk, pighvar og laks mæsker sig i tobis.
- Havpattedyr: Marsvin og sæler jager flittigt tobisstimer.

Fiskeri og Forvaltning

Tobis udgør en stor del af det danske industrifiskeri, hvor de laves til fiskemel og olie. Miljøpåvirkningen her er todelt:

1. Overfiskeri: Hvis man fisker for mange tobis, sulter havfuglene. Derfor er fiskeriet i dag strengt reguleret med kvoter baseret på biologisk rådgivning.
2. Bundpåvirkning: Da tobis lever tæt på bunden, kan de redskaber, man bruger (trawl), påvirke havbunden, selvom man forsøger at minimere dette.

3. Trusler mod Tobisen

Tobisen er sårbar over for ændringer i deres miljø:

- Klimaforandringer: Varmere vand påvirker mængden af det plankton (især vandlopper), som tobislarverne lever af. Hvis timingen mellem klækning og plankton-opblomstring skrider, dør larverne.
- Havvindmølleparker: Etablering på sandbanker kan potentielt påvirke deres levesteder, selvom forskningen stadig undersøger, om fundamenterne skaber nye habitater eller forstyrrer de eksisterende.

Vidste du?

Tobisen har fået sit navn, fordi den er "to-bis" – altså at den har to "bid" eller rækker af tænder (selvom det videnskabeligt set refererer til dens kæbestruktur).

Analytisk rapport om tobisens biologiske livscyklus og de kumulative miljøpåvirkninger i de nordeuropæiske havområder

Taksonomisk diversitet og systematik i de danske og omliggende farvande

Tobis, der tilhører familien Ammodytidae, udgør en af de mest fundamentale komponenter i det marine fødenet i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. Selvom de ofte i kommercielle og forvaltningsmæssige sammenhænge behandles som en homogen ressource, dækker betegnelsen over en kompleks biologisk struktur bestående af flere arter med distinkte økologiske nicher og udbredelsesmønstre. I de danske farvande findes der primært fem arter, hvoraf havtobisen (*Ammodytes marinus*) og kysttobisen (*Ammodytes tobianus*) er de mest dominerende.[1]

Havtobisen, også kendt som sandgrævling, er den absolutte nøgleart i de åbne dele af Nordsøen og på de store offshore sandbanker. Den er karakteriseret ved en ekstremt strømlinet krop og et højt antal ryghvirvler, typisk mellem 65 og 75, hvilket adskiller den fra dens kystnære slægtninge.[3] Kysttobisen derimod lever i Nordsøen, Skagerrak og de indre farvande, men er bemærkelsesværdigt fraværende i selve Østersøen.[2] Udover disse findes tobiskongen (*Hyperoplus lanceolatus*), som med en maksimal længde på op til 30 cm er den største af arterne og fungerer som en mere aktiv prædator.[1] De mindre hyppige arter inkluderer nøgentobisen (*Gymnammodytes semisquamatus*) og plettet tobis (*Hyperoplus immaculatus*), som primært findes i de sydlige og vestlige dele af Nordsøen.[1]

Identifikationen af disse arter er morfologisk udfordrende, især i de juvenile stadier, hvor de visuelle forskelle er minimale. Alle arter deler den karakteristiske fremskudte underkæbe, som er væsentligt længere end overkæben, og som kan skydes frem for at fange zooplankton i vandsøjlen.[3] De mangler bugfinner, og deres rygfinne er lang og sammenhængende, hvilket giver dem en unik åleagtig bevægelse.[5] På grund af de morfologiske ligheder er molekylære metoder, såsom analyse af mitokondrie-DNA, blevet et uundværligt redskab i den videnskabelige artsbestemmelse og bestandsvurdering.[5]

Videnskabeligt navn	**Dansk navn**	**Engelsk navn**	**Primær udbredelse**	**Særlige kendetegn**
Ammodytes marinus	Havtobis / Sandgrævling	Raitt's sandeel	Nordsøen, offshore banker	65-75 ryghvirvler [1]
Ammodytes tobianus	Kysttobis / Sandgrævling	Lesser sandeel	Kystnært, indre farvande	Mindre end havtobisen [1]
Hyperoplus lanceolatus	Tobiskonge	Greater sandeel	Hele Nordsøen, Skagerrak	Op til 30 cm, mørk plet på snuden [1]
Gymnammodytes semisquamatus	Nøgentobis	Smooth sandeel	Sydlige Nordsø	Mangler skæl på dele af kroppen [1]
Hyperoplus immaculatus	Plettet tobis	Corbin's sandeel	Vestlige Nordsø	Minder om tobiskongen [1]

Den biologiske livscyklus og "Capital Breeder" strategien

Tobisens livscyklus er en ekstraordinær tilpasning til de sæsonvariationer, der findes i de tempererede og subarktiske havområder. En central opdagelse i forståelsen af deres biologi er deres status som "capital breeders".[6] I modsætning til arter, der løbende omdanner fødeindtag til reproduktiv energi, opsparer tobisen massive fedtreserver i en meget kort og intens fødeperiode i foråret og forsommeren. Disse reserver skal dække både overvintringen og den efterfølgende produktion af kønsprodukter (gonader) i de tidlige forårsmåneder.[6]

Denne strategi gør tobisen ekstremt afhængig af den pelagiske produktion af zooplankton, primært vandlopper som *Calanus finmarchicus*. I løbet af få måneder (april til juni) skal tobisen akkumulere nok energi til at overleve resten af året i en tilstand af dvale nedgravet i sandet.[3] Hvis fødebetingelserne i denne kritiske periode er dårlige, påvirker det ikke blot den enkelte fisks overlevelse, men reducerer også fecunditeten (antallet af producerede æg) i den næste gydesæson.[1]

Gydningen finder typisk sted i vintermånederne, fra november til februar, afhængigt af den geografiske placering og de lokale temperaturforhold.[4] I den nordøstlige Nordsø er gydningen koncentreret i december og januar.[6] Æggene er demersale og klæbrige; de lægges direkte på sandbunden, hvor de klæber sig til sedimentkornene for at undgå at blive ført væk af strømmen.[3] Efter klækningen i februar-april stiger larverne op i de frie vandmasser (det pelagiske lag), hvor de lever som plankton i 50 til 90 dage.[6] I denne fase er de prisgivet havstrømmene, som kan transportere dem op til 300 km væk fra deres oprindelige gydeplads, selvom de fleste normalt driver mindre end 100 km.[6]

Omkring maj-juni gennemgår larverne en metamorfose og søger mod bunden (settlement). Når de først har valgt en sandbanke at slå sig ned på, forbliver de som udgangspunkt i det samme område resten af deres livscyklus.[6] Deres horisontale mobilitet som voksne er stærkt begrænset; de udfører dog daglige vertikale vandringer, hvor de søger føde i vandsøjlen om dagen og graver sig ned i sandet om natten for at undgå prædatorer.[3]

Habitatpræferencer og sedimentets betydning

Tobisens ekstreme habitatspecificitet er en af dens mest markante biologiske træk. Da fisken tilbringer størstedelen af sit liv nedgravet i bunden – både som beskyttelse om natten og som en del af sin vinterdvale – er sandbundens fysiske og kemiske egenskaber afgørende for dens overlevelse.[3]

Nyere forskning fra DTU Aqua understreger, at tobis er yderst kræsne med hensyn til kornstørrelse. De foretrækker sedimenter med en kornstørrelse på 0,5–2,0 mm, hvilket svarer til groft sand og fint grus.[10] De undgår konsekvent områder med meget fint sand og især områder med et højt indhold af silt og ler. Hvis indholdet af finkornet materiale

overstiger 10 %, reduceres vandgennemstrømningen mellem sandkornene til et niveau, hvor ilttilførslen bliver utilstrækkelig for den nedgravede fisk, hvilket kan føre til kvælning.[3]

Denne afhængighed af veliltet sandbund medfører, at tobisbestande er koncentreret på specifikke banker og grunde, hvor strøm- og bølgeforhold forhindrer aflejring af finkornet dynd.[3] Habitatvalget er også påvirket af dybden; de fleste tobis findes på vanddybder mellem 10 og 150 meter, men koncentrationen er størst på 30–70 meters dybde.[3] Habitatets sårbarhed over for menneskelige aktiviteter, såsom råstofindvinding og anlægsprojekter, er betydelig, da fjernelse eller ændring af de foretrukne sedimentlag kan gøre et område ubeboeligt i årtier.[10]

Parameter	Foretrukne værdier / Krav	Betydning for tobis
Kornstørrelse	0,25 - 2,0 mm (Medium til groft sand)	Mulighed for at grave sig ned og trække vejret [6]
Silt- og lerindhold	< 10 %	Sikrer tilstrækkelig ilt i sedimentet [3]
Vanddybde	10 - 150 m (Optimum 30 - 70 m)	Lysforhold og temperaturstabilitet [3]
Vandbevægelse	God vandstrøm over bunden	Kontinuerlig fornyelse af ilt i sandet [3]
Substratstabilitet	Dynamisk men stabil sandbund	Beskyttelse mod erosion og prædation [6]

Det marine fødenet og tobisens økologiske nøglerolle

I det nordeuropæiske marine økosystem fungerer tobisen som en såkaldt "forage fish" eller nøgleart. Den spiller en central rolle i energioverførslen fra de laveste trofiske niveauer (plante- og dyreplankton) til de højere niveauer, herunder havfugle, rovfisk og havpattedyr.[4]

Tobisens energitæthed, især når de har opbygget deres fedtreserver i forsommeren, gør dem til en uerstattelig fødekilde for mange arter:

1. **Havfugle:** Især i ynglesæsonen er mange havfuglekolonier totalt afhængige af tobis. Arter som lunder (søpapegøjer), rider, lomvier og alke fanger tobis til deres unger. Et fald i tobisbestanden fører ofte direkte til en dramatisk reduktion i fuglenes

ynglesucces.[13] I visse britiske kolonier er bestanden af disse fugle faldet med op mod 70 % som følge af fødemangel.[13]

2. **Rovfisk:** Kommercielt og økologisk vigtige arter som torsk, sej, kuller og makrel præderer kraftigt på tobis. For torsken er tobis en af de vigtigste fødeemner, der sikrer hurtig vækst og god kondition.[3]
3. **Havpattedyr:** Sæler og marsvin følger tobisstimerne, især om foråret, hvor fiskene er mest aktive i vandsøjlen. For disse arter udgør tobis en stabil og næringsrig energikilde.[3]

Den tætte kobling mellem tobis og deres prædatorer betyder, at enhver påvirkning af tobisbestanden – hvad enten det er via fiskeri, klimaforandringer eller habitatødelæggelse – har omfattende ripple-effekter gennem hele økosystemet.[4] Det er denne indsigt, der har ført til krav om en mere økosystembaseret forvaltning, hvor man ikke blot kigger på tobis som en isoleret fiskeressource.

Industrielt fiskeri: Historik, økonomi og forvaltningskonflikter

Tobisfiskeriet er et af de største og mest økonomisk betydningsfulde fiskerier i Nordsøen. Det er et udpræget industrifiskeri, hvor fangsten ikke anvendes direkte til menneskeføde, men forarbejdes til fiskemel og fiskeolie, der bruges som proteinfoder i landbruget (især til svin og kvæg) og i akvakultur.[13] Danmark dominerer dette fiskeri og har traditionelt haft over 90 % af EU's samlede tobiskvote.[13]

Fiskeriet foregår primært i foråret og forsommeren, fra marts/april til juli, hvilket er den periode, hvor tobiserne forlader sandbunden om dagen for at søge føde i vandsøjlen.[13] Da fiskeriet finder sted i dagtimerne og på de samme banker, hvor fiskene stimer, er det yderst effektivt. Dog falder fiskerisæsonen præcis sammen med havfuglenes yngletid, hvilket skaber en direkte konkurrence om ressourcen.[13]

De seneste år har været præget af store politiske og forvaltningsmæssige spændinger. Efter Brexit valgte Storbritannien i 2024 at indføre et totalforbud mod tobisfiskeri i britiske farvande i Nordsøen.[13] Begrundelsen var behovet for at genoprette det marine økosystem og beskytte de truede havfuglebestande. Dette skridt mødte kraftig modstand fra EU, især Danmark, da en stor del af de danske tobisbanker ligger i britisk zone.[13] Konflikten er i øjeblikket genstand for en international voldgiftssag.[16]

Forvaltningen af tobis er baseret på ICES-rådgivning, der deler Nordsøen op i forvaltningsområder (Management Areas). Her anvendes en såkaldt "MSY Bescapement" strategi, som har til formål at sikre, at en tilstrækkelig mængde gydemodne fisk (gydebiomasse) overlever fiskeriet for at sikre den næste generation.[19]

Forvaltnings - område	Områdebeskrivelse	TAC / Status 2024-2025	Vigtigste faktorer
SA 1r	Central/Sydlig Nordsø, Dogger Banke	132.315 tons (2024)	Største og vigtigste område [19]
SA 2r	Sydøstlige Nordsø, Horns Rev	35.925 tons (2024)	Stabil bestand, dansk fokus [20]
SA 3r	Nordlige Nordsø	Overvågnings-TAC	Begrænset fiskeri [21]
SA 5r	Viking og Bergen Banker	0 tons (Nulfangst)	Kritisk lav biomasse, genopretning nødvendig [7]
SA 6	Kattegat	104 - 118 tons	Meget lille, lokalt fiskeri [15]

Klimaforandringernes påvirkning og Match-Mismatch problematikken

Klimaforandringerne udgør en af de mest komplekse og gennemgribende trusler mod tobisbestanden. Som en art, der er fysiologisk tilpasset kolde vintre og en præcis forårstiming, er tobisen særligt sårbar over for de stigende havtemperaturer.[1]

Den mest kritiske mekanisme er "Match-Mismatch" hypotesen.[1] For tobislarver er overlevelsen afhængig af, at de klækkes præcis samtidig med, at der er en høj koncentration af deres byttedyr (vandloppelarver) i vandet. Klimaforandringer kan forskyde denne timing:

- **Temperaturdrevet acceleration:** Varmere vand får forårets algeopblomstring til at ske tidligere, men fiskens gydning og æggenes klækning styres også af andre faktorer, herunder daglængde. Dette kan medføre, at larverne klækkes på et tidspunkt, hvor fødekoncentrationen endnu ikke er opbygget, eller hvor den allerede er toppet.[1]
- **Forskydning i zooplankton-arter:** I Nordsøen er der observeret et skifte fra den koldvandselskende vandloppe *Calanus finmarchicus* til den varmere *Calanus helgolandicus*. *C. helgolandicus* er mindre energirig og har en anden sæsonrytme, hvilket svækker fødegrundlaget for tobislarverne.[27]

- **Vinteroverlevelse:** Som "capital breeders" er voksne tobis afhængige af lave temperaturer om vinteren for at holde deres stofskifte lavt, mens de ligger i dvale. Varmere vintre øger deres energiforbrug, hvilket kan medføre, at de opbruger deres fedtreserver før foråret, hvilket resulterer i enten død eller reduceret ægkvalitet.[4]

Udover de direkte temperatureffekter spiller havforsuring en voksende rolle. Optagelsen af CO2 sænker havvands pH, hvilket især i de nordlige områder kan gøre det sværere for organismer at danne kalkholdige strukturer og potentielt forstyrre fiskelarsens sensoriske evner og navigation.[30] I Norskehavet er pH-værdien faldet med 0,12 enheder de seneste 40 år, en tendens der forventes at fortsætte.[31]

Marine infrastrukturanlæg og havvindmøller

Den omfattende udbygning af havvindmøller i Nordsøen introducerer en række nye miljømæssige stressfaktorer for tobisbestanden. Da vindmølleparker typisk placeres på lavt vand med sandbund, opstår der en direkte geografisk overlapning med tobisens vigtigste habitater.[32]

Påvirkningerne kan kategoriseres i flere faser:

1. **Anlægsfasen:** Den største direkte påvirkning i denne fase er støjen fra nedramning af fundamenter, som kan påvirke fisk i store afstande. Desuden sker der en betydelig resuspension af sediment (sedimentspild), som kan lægge sig over de nærliggende gydeområder og potentielt kvæle tobisæg eller reducere larvernes jagteffektivitet på grund af nedsat sigtbarhed.[35]
2. **Driftsfasen og "Reef-effekten":** Introduktionen af hårde strukturer (fundamenter og erosionsbeskyttelse) på en ellers flad sandbund ændrer den lokale biodiversitet. Muslinger og andre fastsiddende organismer koloniserer fundamenterne, hvilket tiltrækker nye arter af krabber og rovfisk. Selvom dette kan øge den samlede biodiversitet, kan det lokalt øge prædationstrykket på tobis, da de nu bliver et samlingspunkt for rovdyr.[34]
3. **Fiskeriudelukkelse:** I mange vindmølleparker er der forbud mod fiskeri med bundslæbende redskaber af sikkerhedsmæssige årsager. Dette kan paradoksalt nok fungere som et lille beskyttet område (Marine Protected Area) for tobisbestanden, hvilket potentielt kan øge den lokale tæthed og fungere som et fristed for gydemodne fisk.[34]
4. **Elektromagnetiske felter:** Kablerne fra vindmøllerne udsender elektromagnetiske felter. Selvom tobis ikke er kendt for at være ekstremt følsom over for disse, er der bekymring for, hvordan det påvirker deres navigation og adfærd, især under larvedriften.[35]

Studier fra Horns Rev I har vist, at tobisbestanden generelt er i stand til at sameksistere med vindmølleparker, men de langsigtede kumulative effekter af tusindvis af møller fordelt over hele Nordsøen er stadig behæftet med stor usikkerhed.[34]

Råstofindvinding: En trussel mod habitatets integritet

Råstofindvinding, herunder indvinding af sand, grus og småsten fra havbunden, er en af de mest direkte og ødelæggende menneskelige aktiviteter for tobisens habitater. Efterspørgslen efter disse materialer til byggeri og kystsikring er steget markant; alene siden 1990 er indvindingen steget med 80 %, og i 2024 blev der opsuget rekordhøje 14 millioner m³ materiale fra den danske havbund.[11]

Processen foregår primært via to teknikker, der begge har negative konsekvenser:

- **Stiksugning:** Denne metode danner store, dybe huller i havbunden (op til 10 meter dybe). I disse huller stopper vandudskiftningen ofte, hvilket fører til iltsvind og akkumulering af organisk materiale. Da tobis kræver iltrigt sand, bliver disse huller permanent ubeboelige.[41]
- **Slæbesugning:** Her fjernes de øverste sedimentlag over store arealer. Da tobisæg lægges direkte på sandet, og fiskene selv lever nedgravet i de øverste lag, medfører slæbesugning en øjeblikkelig destruktion af den lokale population og deres afkom.[41]

Det største problem er genopretningstiden. Hvis indvindingen blotlægger underliggende lag af ler eller meget fint sand, kan området ikke længere bruges som levested for tobis, da de som nævnt er ekstremt specialiserede i deres sedimentvalg.[10] Nogle områder genoprettes aldrig naturligt til deres oprindelige biologiske tilstand.[12] Derfor anbefaler naturbeskyttelsesorganisationer og videnskabelige institutioner i stigende grad, at vigtige tobisbanker friholdes helt for råstofindvinding.[11]

Forvaltningsmæssige udfordringer og fremtidens overvågning

Forvaltningen af tobis står over for et paradigmeskift. Hvor man tidligere primært fokuserede på at maksimere det industrielle udbytte, er der nu et voksende pres for at implementere en mere holistisk og økosystembaseret tilgang. Dette indebærer en anerkendelse af tobisens rolle som fundament for både biodiversitet og kommercielle konsumfiskerier efter arter som torsk.[13]

Fremtidige strategier inkluderer:

- **Forbedret rumlig forståelse:** Gennem projekter som TRUST anvendes moderne teknologi som PIT-tags (HDX-PIT-mærker) og genetisk kortlægning til at forstå forbindelsen mellem de enkelte sandbanker. Dette gør det muligt at identificere "kilde-bestande", som er afgørende for rekrutteringen i større områder.[9]
- **Adaptiv forvaltning:** Ved at integrere realtidsdata om havtemperaturer og planktonopblomstringer (match-mismatch data) i kvotefastsættelsen kan man bedre reagere på år med dårlig rekruttering.[1]
- **Beskyttede områder:** Udpegning af marine beskyttede områder (MPA'er) på de vigtigste tobisbanker, hvor både fiskeri, råstofindvinding og anlægsarbejde begrænses, anses af mange eksperter for at være den mest effektive måde at sikre bestanden på langt sigt.[7]

Samlet set er tobisen en indikatorart for sundheden i Nordsøens økosystem. Dens overlevelse og trivesel afhænger af en hårfin balance mellem naturlige processer og menneskelig udnyttelse. Beskyttelsen af tobisens unikke habitater og sikringen af en bæredygtig udnyttelse er ikke blot en teknisk fiskeriforvaltningopgave, men en forudsætning for at bevare det rige fugle- og dyreliv, som karakteriserer de nordiske have.

Konklusion og anbefalinger for en integreret havplanlægning

Den omfattende analyse af tobisens livscyklus og de mange miljøpåvirkninger viser tydeligt, at denne lille fisk bærer en uforholdsmæssig stor del af ansvaret for økosystemets stabilitet. Tobisens "Capital Breeder" strategi gør den til en sårbar akkumulator af energi, der er følsom over for forstyrrelser i alle faser af sit liv – fra de demersale æg på sandbunden til de pelagiske larver og de dvalende voksne individer.

De vigtigste konklusioner fra undersøgelsen er:

1. **Habitatets ukrænkelighed:** Da tobis har ekstremt specifikke krav til sandets kornstørrelse og iltindhold, bør de vigtigste tobisbanker (såsom Dogger Banke og Horns Rev) nyde en særlig status i havplanlægningen, hvor fysiske indgreb som råstofindvinding minimeres.
2. **Klimatilpasning i forvaltningen:** Modeller for kvotefastsættelse må i højere grad indarbejde de oceanografiske ændringer, herunder temperaturstigninger og skift i zooplankton-sammensætningen, for at undgå overfiskeri i år med dårlig rekruttering (mismatch).
3. **Hensyn til fødekæden:** Fastlæggelse af TAC (Total Allowable Catch) bør ikke ske isoleret, men skal eksplicit medregne prædationsbehovet hos havfugle og rovfisk for at sikre økosystemets funktionalitet.

Fremtidens udfordring bliver at balancere den grønne omstilling (havvind), behovet for råstoffer og et bæredygtigt fiskeri med hensynet til denne vitale nøgleart. En koordineret national og international indsats, baseret på den nyeste genetiske og oceanografiske viden, er nødvendig for at sikre, at tobisen også i fremtiden kan fungere som det usynlige men uundværlige fundament under det marine liv i de nordiske farvande.

Citerede værker

1. Indsamling af detaljerede oplysninger om tobisfiskeriet i Nordsøen - DTU Aqua, tilgået maj 1, 2026, https://www.aqua.dtu.dk/-/media/institutter/aqua/publikationer/forskningsrapporter_51_100/97_02_indsamling_af_oplysninger_om_tobisfiskeri_i_nordsoeen.pdf
2. Danmarks Havstrategi Basisanalyse - Miljøstyrelsen, tilgået maj 1, 2026, https://mst.dk/media/ixuasa2m/basisanalyse.pdf
3. Havtobis - Naturhistorisk Museum Aarhus, tilgået maj 1, 2026, https://www.naturhistoriskmuseum.dk/viden-forskning/naturlex/fisk/havtobis
4. Distribution of Sandeel (Ammodytes sp.) in the Dutch North Sea - Noordzeeloket, tilgået maj 1, 2026, https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/238787/distribution-of-sandeel-in-the-dutch-north-sea.pdf
5. Raitt's sand eel (Ammodytes marinus) - MarLIN - The Marine Life ..., tilgået maj 1, 2026, https://www.marlin.ac.uk/species/detail/59
6. lesser sandeel, tilgået maj 1, 2026, https://www.hi.no/resources/klimastatus-pa-bestander/20211214_Lesser-sandeel_-North-Sea_narrative.pdf
7. Sandeel (Ammodytes spp.) in Division 4.a, Sandeel Area 5r (northern North Sea, Viking and Bergen banks) - ICES, tilgået maj 1, 2026, https://ices-library.figshare.com/ndownloader/files/52691027
8. Sandeel fishing consultation: review of scientific evidence - gov.scot, tilgået maj 1, 2026, https://www.gov.scot/publications/sandeel-consultation-review-scientific-evidence/pages/2/
9. Tobisens rumlige bestandsstruktur (TRUST) - Welcome to DTU ..., tilgået maj 1, 2026, https://orbit.dtu.dk/en/publications/tobisens-rumlige-bestandsstruktur-trust/
10. Tobisens fornemmelse for sand - DTU Aqua, tilgået maj 1, 2026, https://www.aqua.dtu.dk/newsarchive/2024/06/tobisens-fornemmelse-for-sand
11. Råstofindvinding på havet - hovedkonklusioner - Tænketanken Hav, tilgået maj 1, 2026, https://www.taenketankenhav.dk/indlaeg/r%C3%A5stofindvinding-p%C3%A5-havet---hovedkonklusioner
12. Store aktører på havet vil mindske miljøkonsekvenser ved indvinding af råstoffer fra havbunden - Via Ritzau, tilgået maj 1, 2026, https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/14874149/store-aktorer-pa-havet-vil-mindske-miljokonsekvenser-ved-indvinding-af-rastoffer-fra-havbunden?publisherId=13561161&lang=da
13. EU vil bane vejen for industrifiskeri efter tobis til skade for truede ..., tilgået maj 1, 2026, https://www.dof.dk/om-dof/nyheder?nyhed_id=2314
14. Fiskebestande: viden, udbredelse og tilstand - Fagtidsskriftet Vand & Jord, tilgået maj 1, 2026, http://vand-og-jord.dk/wp-content/uploads/2021/04/vj213-fiskebestande-55-1.pdf
15. Straksregulering nr. 12, 2025 – om vilkår gældende for tobisfiskeri i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat fra 1. april 2025 - LFST, tilgået maj 1, 2026, https://lfst.dk/alle-nyheder/meddelelser-om-fiskeri/straksreguleringer/2025/straksregulering-nr-12-2025-om-vilkaar-gaeldende-for-tobisfiskeri-i-nordsoeen-skagerrak-og-kattegat-fra-1-april-2025
16. Tobissæsonen er i gang: Tobislandinger i 2025 - Marine Ingredients Denmark, tilgået maj 1, 2026, https://maring.org/news-events/tobissaesonen-er-i-gang-tobislandinger-i-2025/

17. MID: Bekymring over UK's beslutning om at fastholde lukning af tobisfiskeriet, tilgået maj 1, 2026, https://maring.org/news-events/mid-bekymring-over-uks-beslutning-om-at-fastholde-lukning-af-tobisfiskeriet/
18. FISKERI-I-TAL-2025.pdf - Danmarks Fiskeriforening, tilgået maj 1, 2026, https://fiskeriforening.dk/app/uploads/2024/04/FISKERI-I-TAL-2025.pdf
19. Sandeel (Ammodytes spp.) in divisions 4.b–c, Sandeel Area 1r (central and southern North Sea, Dogger Bank) - PCA-CPA, tilgået maj 1, 2026, https://files.pca-cpa.org/pcadocs/2024-45/2.%20The%20European%20Union's%20Written%20Submission%20-%20Exhibits/Exhibit%20C-0011.pdf
20. Sandeel (Ammodytes spp.) in divisions 4.b–c and Subdivision 20, Sandeel Area 2r (central and southern North Sea), tilgået maj 1, 2026, https://files.pca-cpa.org/pcadocs/2024-45/2.%20The%20European%20Union's%20Written%20Submission%20-%20Exhibits/Exhibit%20C-0012.pdf
21. COMMISSION SERVICES NON-PAPER Updates to Commission proposal for a Council Regulation amending and correcting Regulation (EU) 20 - Oceans and fisheries, tilgået maj 1, 2026, https://oceans-and-fisheries.ec.europa.eu/document/download/ea1fbe26-473c-4d7a-abc7-44a83b57424c_en?filename=2024-03-12-non-paper-updates-2024-fishing-opportunities-regulation-com-114-north-sea_en.pdf&prefLang=lv
22. Danish Sandeel Fishery Underway for 2026 – Focus on Area 1 - The Fishing Daily, tilgået maj 1, 2026, https://thefishingdaily.com/latest-news/danish-sandeel-fishery-underway-for-2026-focus-on-area-1/
23. SmåGENialt: Hvordan tilpasser fisk seg til klimaendringer? - Bioteknologirådet, tilgået maj 1, 2026, https://bioteknologiradet.no/2022/06/hvordan-tilpasser-fisk-seg-til-klimaendringer/
24. Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability - ResearchGate, tilgået maj 1, 2026, https://www.researchgate.net/publication/215865783_Climate_and_the_match_or_mismatch_between_predator_requirements_and_resource_availability
25. Match-Mismatch: Trophic interactions and climate change - North Pacific Marine Science Organization, tilgået maj 1, 2026, https://meetings.pices.int/publications/presentations/PICES_16/S11_Durant.pdf
26. Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability - SciSpace, tilgået maj 1, 2026, https://scispace.com/pdf/climate-and-the-match-or-mismatch-between-predator-vjmdrf406w.pdf
27. Calanus finmarchicus, tilgået maj 1, 2026, https://www.hi.no/resources/klimastatus-pa-bestander/20211214_Calanus-finmarchicus_narrative.pdf
28. Temporal Variability of Co-Occurring Calanus finmarchicus and C. helgolandicus in Skagerrak - Frontiers, tilgået maj 1, 2026, https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2022.779335/full
29. Hvordan vil det gå med villaksen i fremtidens klima?, tilgået maj 1, 2026, https://vitenskapsradet.no/Nyheter/hvordan-vil-det-ga-med-villaksen-i-fremtidens-klima
30. 3 Miljøtilstand og utvikling i de norske havområdene - Meld. St. 20 (2019–2020) - regjeringen.no, tilgået maj 1, 2026, https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20192020/id2699370/?ch=3

31. 3 Miljøtilstand og påvirkning på miljøet i de norske havområdene – status og utvikling - Meld. St. 21 (2023–2024) - regjeringen.no, tilgået maj 1, 2026, https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-21-20232024/id3032474/?ch=3
32. Natura 2000- konsekvensvurdering af Plan for ... - Energistyrelsen, tilgået maj 1, 2026, https://ens.dk/media/1997/download
33. Biodiversitet - WWF Danmark, tilgået maj 1, 2026, https://wwf.dk/forstaa-naturkrisen/naeste-generation/opdaghavet/miljoetemaer/biodiversitet/
34. Offshore wind farms and their impact on fish abundance and community structure. ICES CM 2012/O:09, tilgået maj 1, 2026, https://www.ices.dk/sites/pub/CM%20Doccuments/CM-2012/O/O0912.pdf
35. EU request on economic, social, and ecological impacts of offshore wind farms (OWFs) and floating offshore wind farms (FLOWs) on fisheries in the Baltic Sea, Celtic Seas, and Greater North Sea - ICES, tilgået maj 1, 2026, https://ices-library.figshare.com/articles/report/EU_request_on_economic_social_and_ecological_impacts_of_offshore_wind_farms_OWFs_and_floating_offshore_wind_farms_FLOWs_on_fisheries_in_the_Baltic_Sea_Celtic_Seas_and_Greater_North_Sea/28759328
36. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future - PMC, tilgået maj 1, 2026, https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4172316/
37. BILAG 12 Artsbeskrivelser - Kystdirektoratet, tilgået maj 1, 2026, https://kyst.dk/media/k5kdrtym/bilag-12-artsbeskrivelser.pdf
38. Offshore Wind Energy and Benthic Habitat Changes: Lessons from Block Island Wind Farm, tilgået maj 1, 2026, https://tos.org/oceanography/article/offshore-wind-energy-and-benthic-habitat-changes-lessons-from-block-island-wind-farm
39. EU request on economic, social and ecological impacts of offshore wind farms (OWF) and floating offshore wind farms (FLOW) on fi - ICES Library, tilgået maj 1, 2026, https://ices-library.figshare.com/ndownloader/files/53600990
40. analysis of fishers' concerns and knowledge gaps relating to offshore wind development in Norway | ICES Journal of Marine Science | Oxford Academic, tilgået maj 1, 2026, https://academic.oup.com/icesjms/article/82/5/fsaf061/8123952
41. Miljøpåvirkninger ved ral- og sandsugning, tilgået maj 1, 2026, https://dce2.au.dk/pub/fr/fr81.pdf
42. De pelagiske fiskerier efter sild, brisling, makrel og tobis har høj energieffektivitet og forholdsvis lille miljøpåvirkning - Marine Ingredients Denmark, tilgået maj 1, 2026, https://maring.org/news-events/de-pelagiske-fiskerier-efter-sild-brisling-makrel-og-tobis-har-hoej-energieffektivitet-og-forholdsvis-lille-miljoepaavirkning/
43. Miljøskånsomhed og økologisk bæredygtighed i dansk fiskeri - DTU Aqua, tilgået maj 1, 2026, https://www.aqua.dtu.dk/-/media/institutter/aqua/publikationer/rapporter-352-400/392-2021-miljoskaansomhed-og-okologisk-baeredygtighed-i-dansk-fiskeri.pdf