



An aerial photograph of a forest, showing a dense canopy of trees. A grid of thin white lines is overlaid on the image, creating a coordinate system. The text is centered on the page.

Kapitel 14

OBSERVATIONER AF KALVE

Observationer af narhvalkalve

En narhvalhun bliver kønsmoden i alderen 8-9 år og får i gennemsnit sin første kalv i alderen 9-11 år. Herefter føder den en unge hvert tredje år, indtil den er ca. 70 år gammel. Dette betyder, at en enkelt hun maksimalt kan producere 20 unger igennem hele sit liv. Flytællinger med detaljeret fotos i Canada har vist, at andelen af nyfødte kalve stemmer med ca. 1 nyfødt kalv pr. 3 voksne hunner.

For at en bestand af narhvaler skal kunne opretholde sig selv, er det vigtigt, at andelen af reproduktive hunner er stabil, og derfor holder Naturinstituttet øje med ungeproduktionen i narhvalbestandene i Grønland. Det gøres både ved metodisk at dokumentere antallet af unger fra flytællinger, at indsamle fangernes oplysninger om antallet af hunner med fostre via særmeldeskeskemaerne og at indsamle prøver fra fangsten. Andelen af kalve (0-årige hvaler) i en gennemsnitlig sund og stabil bestand af hvidhvaler er 5,7 %, og vi forventer, at den andel vil være det samme for en sund narhvalbestand.

Observationer af kalve fra flytællinger

Andelen af kalve fra flytællinger varierer meget både mellem år og mellem områder. Dette kan afspejle en egentlig forskel i kalveproduktion eller blot forskelligheder i protokollen, mht. hvilke data observatører forventes at notere ved en tælling. Flytællinger foretages først og fremmest for at få et robust bestandstal, og det er ikke alle tællinger, der systematisk har registreret andelen af kalve. Ofte bliver en narhvalgruppe kun observeret i få sekunder, og der er ikke altid tid til at medtage andre informationer end antallet af dyr. De senere års flytællinger har dog også prioriteret indsamling af oplysninger om køn ("med eller uden tænder") og aldre (kalve og voksne hvaler).

Fotografier fra canadiske flytællinger i august 2013 viste, at andelen af kalve i bestandene udgjorde 2,2 %. Andre fotografiske optællinger fra Canada viser dog, at dette forhold kan variere mellem 6 og 16 % indenfor samme sommersæson. I Grønland ser vi lignende fluktuationer i Melville Bugt, hvor f.eks. tre tællinger i sommeren 2012 viste, at kalve-andelen i observationerne svingede mellem 5 og 18 %.



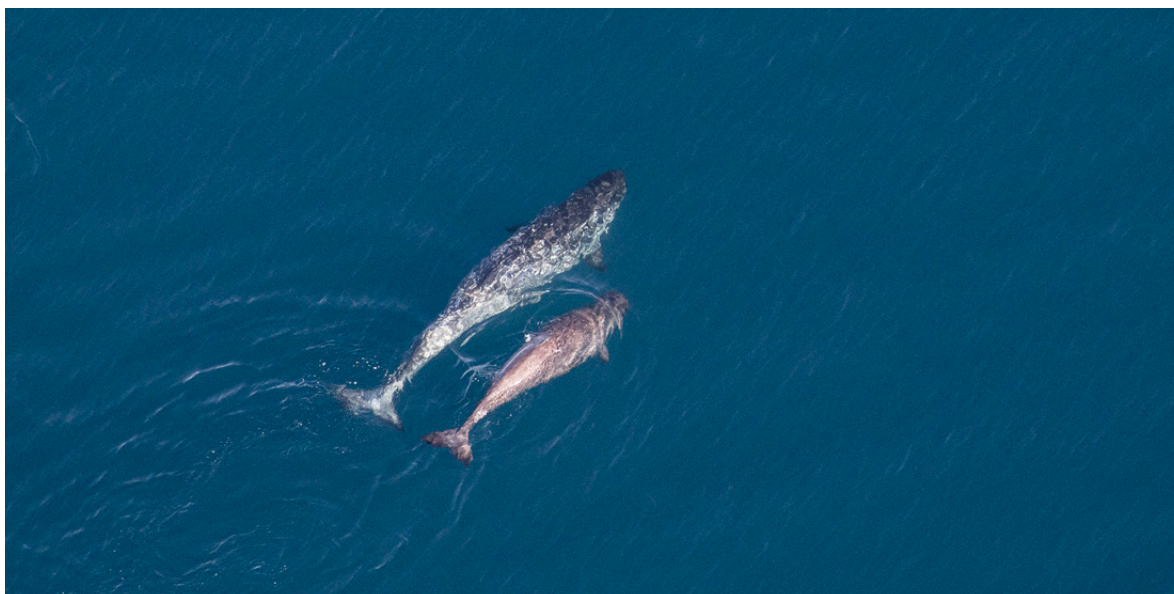
Figur 14.1. En gruppe narhvaler i Melville Bugt i 2019. Bemærk de to lyse kalve født samme år.

Narhvalbestanden, der tilbringer sommeren i Scoresby Sund fjordsystem, har været optalt siden 1983 (se Kapitel 9 om optælling af narhvaler). Andelen af optalte kalve varierer her meget gennem årene. I 1983 var bestanden stor og andelen af kalve høj (24 %), mens bestanden i de senere år har været i tilbagegang med en lavere andel af kalve (0–11 %). Det er ikke sikkert at den registrerede andel af kalve i bestanden i Scoresby Sund i 1983 giver et sandfærdigt billede af kalveandelen i bestanden, da grupper med unger oftere kan være nærmere undersøgt end grupper uden kalve.

I en gennemsnitlig narhvalbestand forventes der ikke at være mere end 10 % kalve. Højere tal fra flytællinger kan skyldes de usikkerheder, der er forbundet med flytællingerne, f.eks. små prøvestørrelser eller at kalve og 1-årige kan være svære at skelne under flytællinger (Fig. 14.1 og 14.2); 0- og 1-årige kan i nogle tilfælde blive kategoriseret som kalve, hvilket vil resultere i en overvurdering af andelen af kalve. En tredje mulighed er, at der kan være en år-til-år-synkronisering, hvor størstedelen af de kønsmodne hunner får kalve i de samme år. Dette kunne f.eks. være tilfældet i Dove Bugt, hvor der i 2017 ikke blev observeret kalve, mens andelen af kalve i 2018 var på 22 % (18 kalve 0–2 år, 124 voksne).

Forandringer i andelen af kalve i en bestand kan skyldes udvandring af kønsmodne hunner fra området, måske pga. klimaforandringer eller menneskeskabte forstyrrelser, eller pga. overfangst af voksne hunner i fødedygtig alder.

Uanset hvad der er årsag til usikkerheden i indsamling om observationer af kalve i de historiske tællinger, vil et fremadrettet fokus på optælling af kalve (flytællinger) samt indsamling af oplysninger om drægtige hunner (særmeldeskesmaer og prøveindsamlinger) hjælpe os til at overvåge narhvalbestandenes sundhed.



Figur 14.2. En narhvalhun med 1-årig unge i Melville Bugt i 2019. Bemærk, at kalven er mørkere end kalve født samme år (Figur 14.1).





Kapitel 15

DNA & GENETIK

Narhvalens genetik

Genetik spiller en vigtig rolle i naturbevaring og naturforvaltning. DNA i f.eks. en narhvals celler i en vævsprøve har en sammensætning, der er helt speciel for lige netop dén hvalart. Men der sker hele tiden mutationer (små ændringer) i en narhvals DNA, og disse mutationer ændrer DNA'ets sammensætning over tid, da de kan sprede sig til en hel population eller i en enkelt bestand ved naturlig selektion eller tilfældig drift. Denne mangfoldighed i DNA kaldes også genetisk diversitet. DNA udtaget fra vævsprøver fra enkelte dyr, populationer eller bestande kan analyseres med henblik på at beregne hvor stor genetisk diversitet, der er inden for enkelte individer og inden for populationer og bestande. Måler man, hvor forskellig DNA-sammensætningen er mellem forskellige grupper af narhvaler, kan man altså fastslå, om der er områder af narhvalens udbredelse, hvor dyrene har højere genetisk diversitet end andre, hvor genetisk forskellige narhvalgrupperne er, og dermed om der evt. er tale om forskellige populationer eller bestande. Derudover kan man beregne hvor stor migration der er mellem forskellige områder og bestande, og sandsynliggøre hvorfra enkelte individer kommer, ved at sammenligne med de kendte genetiske varianter på tværs af narhvalens udbredelsesområde. Dog er der visse udfordringer forbundet med anvendelsen af DNA-analyser i forvaltningsmæssig sammenhæng. Et benspænd er mutationer i DNA sker meget langsomt. Mange af de processer (eksempelvis fangst) der er relevant for forvaltning, sker meget hurtigere, og derfor kan det være svært at bruge genetiske analyser til at opfange ændringer over kort tid, jf. de sidste tiår. Til sådanne undersøgelser bruger man derfor ofte andre metoder.

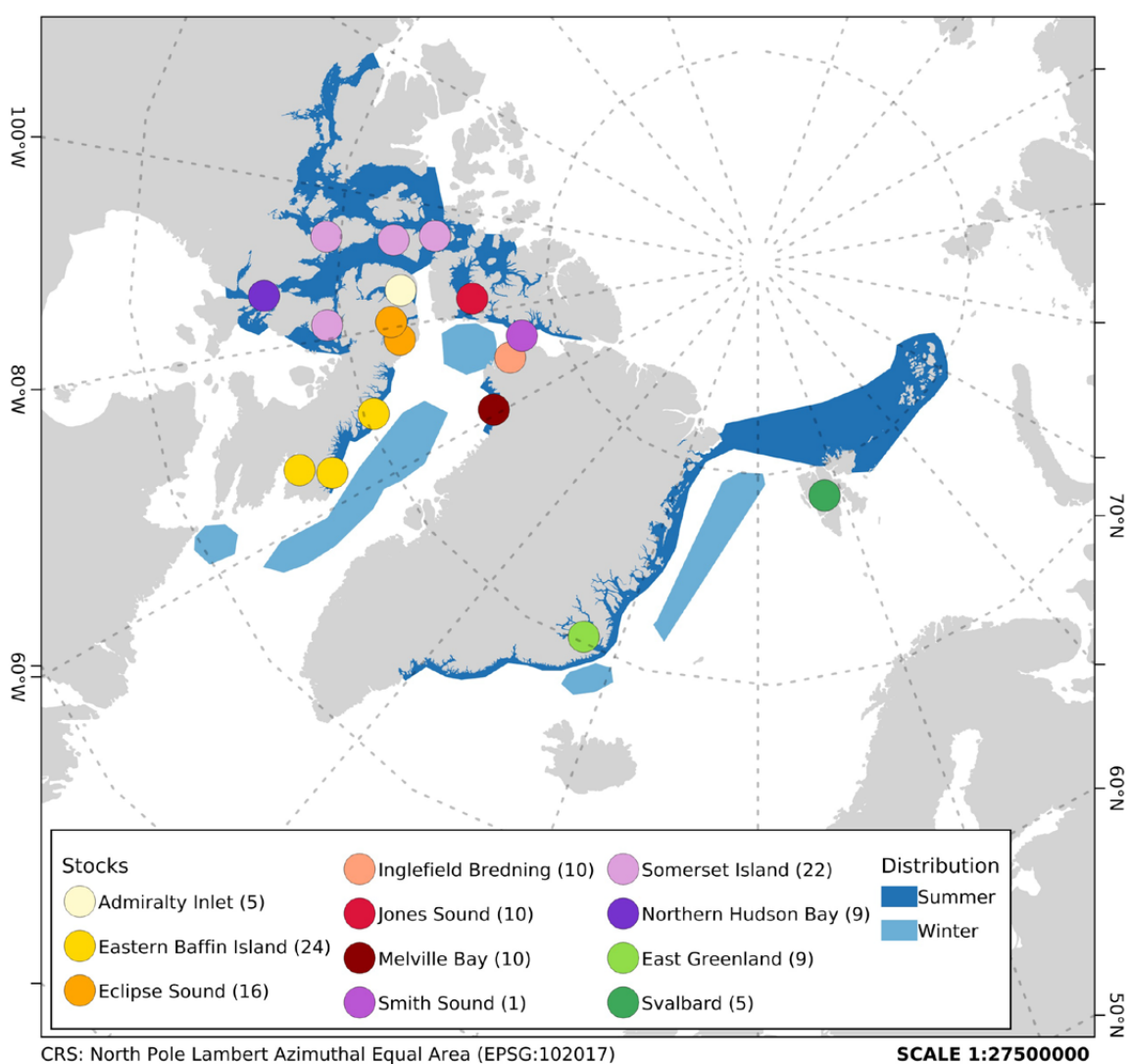
Globalt er der indenfor de sidste ti år udviklet nye og meget effektive metoder til at udvinde, sekvensere og analysere DNA. Det betyder, at dataanalyserne er blevet tilsvarende mere komplekse. Omvendt at vi er i stand til at besvare og belyse langt mere komplekse spørgsmål end tidligere. Går vi ti år tilbage, var de fleste DNA-analyser af narhval baseret på en enkelt, meget kort DNA-sekvens og altså en meget lille del af arvemassen (kaldet genomet). Nu sekvenseres hele arvemassen og dermed hele det genetiske materiale i en art. Sammenlignes de data på tværs af individer fra flere bestande, kan man langt mere præcist beskrive bestandsstrukturen indenfor en art. Samtidig kan man også undersøge, hvilke dele af genomet der muliggør narhvalens tilpasning til et liv i Arktis.

Tidlige DNA-undersøgelser af narhvalens bestandsstruktur

Tidligere DNA-undersøgelser af narhvaler foretaget over de sidste 20 år har været baseret på analyse af korte DNA-sekvenser fra mitokondrie-genomet (nedarves kun gennem moderen) og af enkelte DNA-sekvenser fra kerne-genomet (dvs. arvemassen i cellekernen, der nedarves fra både far og mor. Studierne har alle påvist meget lav genetisk diversitet hos narhval på tværs af bestandene i Canada og Grønland. Hermed har man ikke kunne dokumentere en opdeling i underbestande, ud over en svag forskel mellem Baffin Bugt og Østgrønland. Derudover har en analyse af hele kerne-genomet, der blev kortlagt i prøver fra en narhval indfanget ved Disko Bugt, vist, at der har været lav genetisk diversitet i narhvalen gennem meget lang evolutionær tid, målt i ti- til hundredtusindvis af år.

Igangværende DNA-studier

Et større studie af narhval-DNA er i gang i et samarbejde mellem Naturinstituttet og Københavns Universitet. Studiet kortlægger hele kernegenomet fra hundreder af narhvaler indsamlet fra alle de kendte bestande i Canada og Grønland og ved Svalbard (Figur 15.1). Ved at kortlægge narhvalens DNA på tværs af udbredelsesområdet tilfører forskningen ny viden om (1) bestandenes diversitet og struktur, (2) narhvalens demografiske struktur over længere tid, (3) de gener og genvarianter, der muliggør narhvalens tilpasning til sin levevis i Arktis. Derudover bruges habitat-modeller til at udregne, hvilke arktiske havområder der vil være velegnede levesteder frem mod år 2100, imens klimaet fortsat ændrer sig med stor hast.

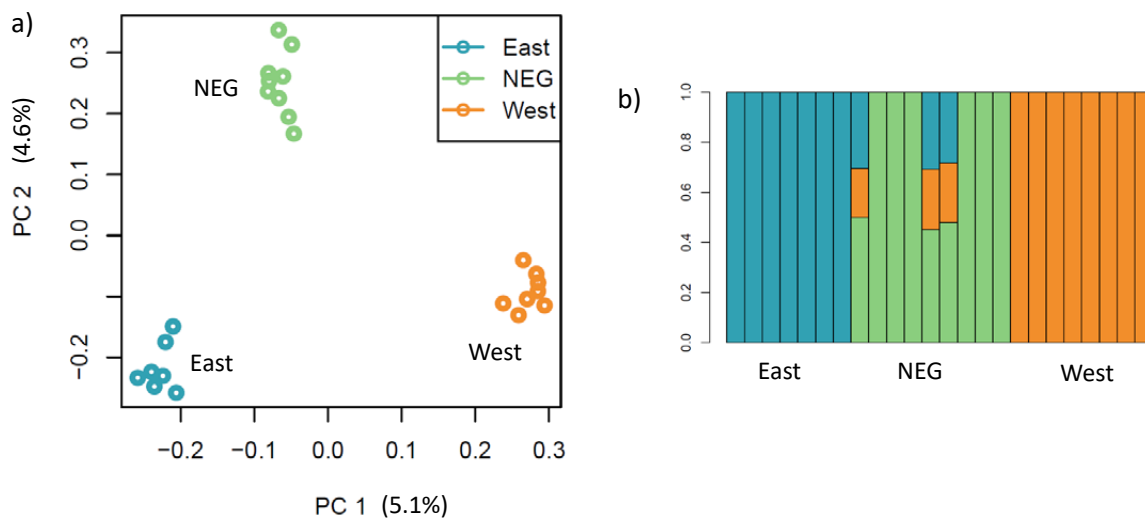


Figur 15.1. Kort over de narhvalbestande, der indgår i igangværende DNA-studier af narhval. Tre bestande består af individer indsamlet fra flere lokaliteter: Eastern Baffin Island, Eclipse Sound and Somerset Island.

Omend de genetiske analyser er igangværende, foreligger enkelte resultater allerede. Analyserne viser som tidligere meget lav genetisk diversitet indenfor narhval, både på individniveau og inden for hver af de undersøgte bestande. Narhvalen har den laveste genetiske diversitet af alle de hvalarter, der til dato er undersøgt. Dette skyldes efter al sandsynlighed, at narhvalen har haft en vedvarende, relativt lav global bestandsstørrelse over lang evolutionær tid (der spænder hundredtusinder af år). Det kunne skyldes en begrænset udbredelse af egnet narhvalhabitat, og at arten kun findes i den atlantiske side af Arktis. Analyser af DNA-sekvenserne viser, hvordan narhvalens globale bestandsstørrelse har ændret sig gennem de sidste titusinder af år. Efter havsens tilbagetrækning ved slutningen af sidste istid for omkring 9.000 år siden øgedes narhvalens bestandsstørrelse samtidig med udvidelsen af egnet habitat. Analyserne viser, at adgang til samt udbredelsen af egnet habitat er bestemmende for narhvalens langvarige overlevelse. Den fremadrettede udbredelse af egnet habitat er også blevet estimeret for år 2100 og viser, at udbredelsen de kommende årtier vil formindskes og bevæge sig længere mod nord.

Kerne-DNA bidrager med yderligere indsigter

Analyser af kerne-DNA kortlagt fra 120 narhvaler bidrager med yderligere indsigt i artens genetiske diversitet og bestandsstruktur. Der er tre genetisk veldifferentierede populationer: (1) alle narhvaler vest for Grønland udgør en genetisk enhed med de canadiske bestande i og omkring Baffin Bugt; (2) alle narhvaler i Sydøstgrønland; (3) alle narhvaler i Nordøstgrønland og Svalbard er en genetisk enhed. Analyserne viser desuden, at populationen i Nordøstgrønland/Svalbard er en opblanding af Vestgrønland/Baffin Bugt-populationen og Østgrønland-populationen (Figur 15.2). Resultaterne viser, at narhvaler i Sydøstgrønland (dvs. narhvaler der tilbringer sommeren i Scoresby Sund og længere mod syd) er genetisk forskellige fra narhvaler i Nordøstgrønland. Sidstnævnte er nærmere beslægtet med narhvaler ved Svalbard. Hver lodret søjle i Figur 15.2b angiver et individs genetiske afstamning. Når søjlen er helt ensfarvet, betyder det et entydigt genetisk tilhørsforhold til gruppen; det gælder alle narhvaler fra Øst- (blå) og Vestgrønland (orange). Har søjlen forskellige farver, betyder det, at individet er en genetisk opblanding af de tre grupper; som det ses hos tre narhvaler fra Nordøstgrønland, hvor søjlen er en blanding af blå, grøn og orange. Analyserne viser, at narhvalpopulationen i nordøst består af individer, der er en opblanding af populationer i øst og vest. Men fordi der er så lav genetisk diversitet i narhvalen, er det relativt få forskelle i kernegenomets DNA, der gør, at vi kan se genetiske forskelle mellem bestandene. Derudover er den genetiske diversitet i de tre populationer ens.



Figur 15.2. a) 'Principal component' analyse af kernegenom-DNA fra 24 narhvaler. Figuren viser, at narhvaler øst (blå) og vest (orange) for Grønland er forskellige fra hinanden, og at narhvaler i Nordøstgrønland (NEG, grøn) en selvstændig gruppe. b) Analyse, der viser den opblandede genetiske herkomst af visse nordøstgrønlandske narhvaler.



Figur 15.3 Arbejde med narhval-DNA fra feltstationen Hjørnedal i Scoresby Sund.



DR. HEIDE-JØRGENSEN
GREENLAND INSTITUTE OF
NATURAL RESOURCES
BOX 570 - DK-3900 NUUK

An aerial photograph of a forested landscape, likely a valley or mountain slope. The terrain is covered in dense, dark green forest, with lighter, possibly snow-covered or cleared areas interspersed. A faint grid pattern is overlaid on the image, suggesting a survey or mapping context. The text is centered on the page.

Kapitel 16

FELTSTATION I HJØRNEDAL

Feltstation i Hjørnedal, Scoresby Sund

Statistik fra feltundersøgelser 2010-2020

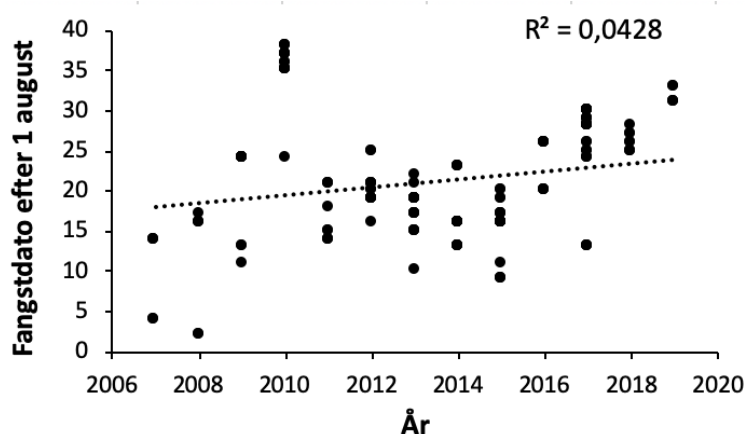
I det indre af Scoresby Sund fjorden, nærmere betegnet Hjørnedal, blev der i 2010 etableret en feltstation med det formål at mærke levende narhvaler for at forstå mere af deres generelle biologi. Arbejdet har i alle årene foregået i tæt samarbejde med lokale fangere fra Ittoqqortoormiit, som har stået for langt de fleste af indfangningerne af hvaler.

Undersøgelserne fra feltstationen har bidraget til en lang række af de resultater, som er præsenteret i denne bog. Indsatsen i Hjørnedal viser med al tydelighed, at langtidsstudier er vigtige, når det gælder undersøgelser af havpattedyr.

Feltstationen i Hjørnedal har været bemanded af forskere fra midten af august til starten af september i perioden 2010 til 2020. I alt 71 narhvaler er blevet indfanget og mærket med satellitsendere, lyd-, hjerte- eller dykkemålere. Dertil kommer, at der er blevet indsamlet prøver fra 72 døde narhvaler, som er blevet fanget af lokale fangere. Mange af hvalerne er blevet vejet og målt, og fra enkelte hvaler er der indkøbt kranier med tænder til videre undersøgelser.

Fangstdatoer

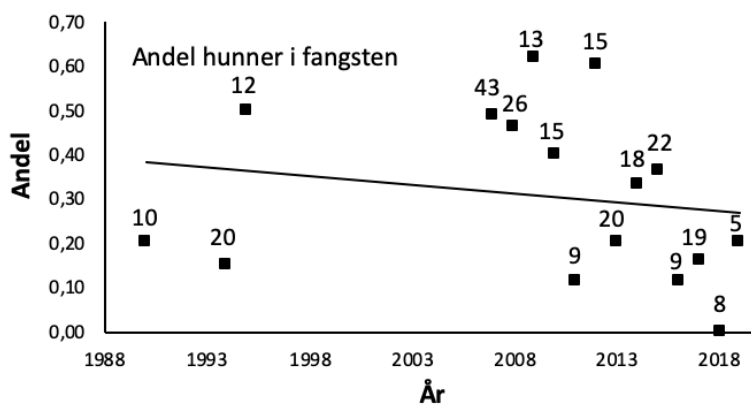
Den gennemsnitlige dato for fangster af både levende og døde narhvaler i Hjørnedal er faldet gradvist senere på sommeren gennem perioden fra 2007 til 2019 – fra i gennemsnit 7. august i 2007 til 30. august i 2019 (Fig. 16.1). Vi ved ikke, hvad ændringen i hvalernes ankomst betyder. Data tyder på, at det kan være relateret til en nedgang i bestanden, da det er ældre og større dyr, som ankommer senere til Hjørnedal.



Figur 16.1. Udviklingen i den gennemsnitlige fangstdag for alle fangster af narhvaler i august og september måned i Hjørnedal 2007 til 2019 (data fra 2007 til 2009 omfatter kun fangernes fangst af narhvaler). En speciel fangst på 7 narhvaler d. 17. juli 2016 er ikke medtaget, da den kan bestå af hvaler fra en anden bestand.

Andelen af hunner i fangsten

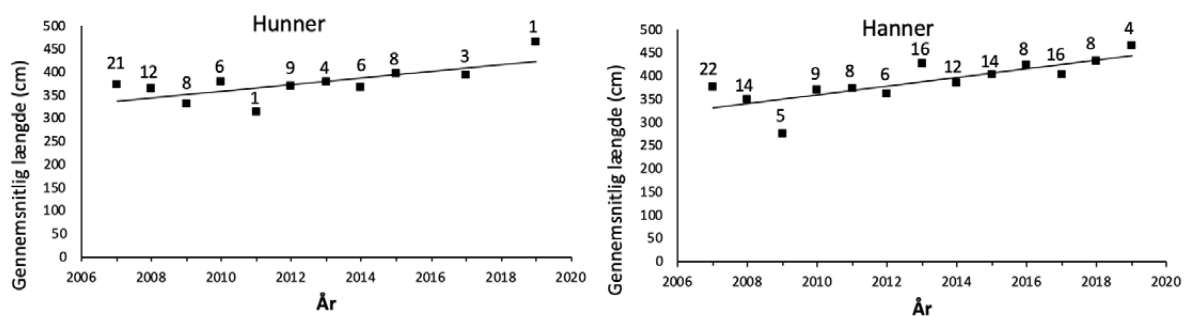
En tidsserie over andelen af hunner, som indgår i fangsten i Scoresby Sund, kan konstrueres ud fra databasen over prøver fra fangsten (1990-2019) og indfangningen af levende narhvaler i Hjørnedal (2010-2019) (Fig. 16.2). Kun i 4 ud af 16 år med data er andelen af hunner større end 50 %, og der ses en nedgang i antallet af hunner ($r^2=0.27$) i årene efter 2009, som omfatter data fra Hjørnedals fangstoperationer. Normalt regner man med, at forholdet mellem hanner og hunner er 1:1 ved fødslen, så nedgangen i andelen af hunner er et signal, man skal tage alvorligt, da det har store konsekvenser for bestandens evne til at reproducere sig og dermed vokse.



Figur 16.2. Andelen af narhvalhunner (1990-2009) i fangsten i Scoresby Sund kombineret med data fra levende fangstoperationer i Hjørnedal 2010-2019 ($n=264$). Prøvestørrelsen er angivet med tal på figuren.

Længden af hvalerne

Den gennemsnitlige længde af hun- og hannarhvaler i Scoresby Sund-området (inklusive indfangede dyr i Hjørnedal mellem 2010 og 2019) er øget siden 2007, hvor de første hvaler blev målt (Fig. 16.3). Det skal formentlig tolkes som, at de unge (korte) hvaler er lettere at fange og derfor er fanget først. Efterhånden som bestanden er gået tilbage, er det nu kun gamle (erfarne) dyr, som er tilbage. Det er i god overensstemmelse med, at der også er blevet færre hunner i fangsten/bestanden. I en voksende bestand vil der normalt være mange unge dyr. Eftersom fangsten ikke selektivt går efter store dyr, må det siges at være en unormal situation, at der fanges et stigende antal gamle dyr, hvilket er endnu en indikation på en presset bestand.



Figur 16.3. Gennemsnitlig længde af narhvaler fra fangsten (2007-2009) i Scoresby Sund kombineret med data fra levende fangst og prøvetagning i Hjørnedal 2010-2019 ($n=222$). Prøvestørrelsen er angivet over hvert datapunkt.





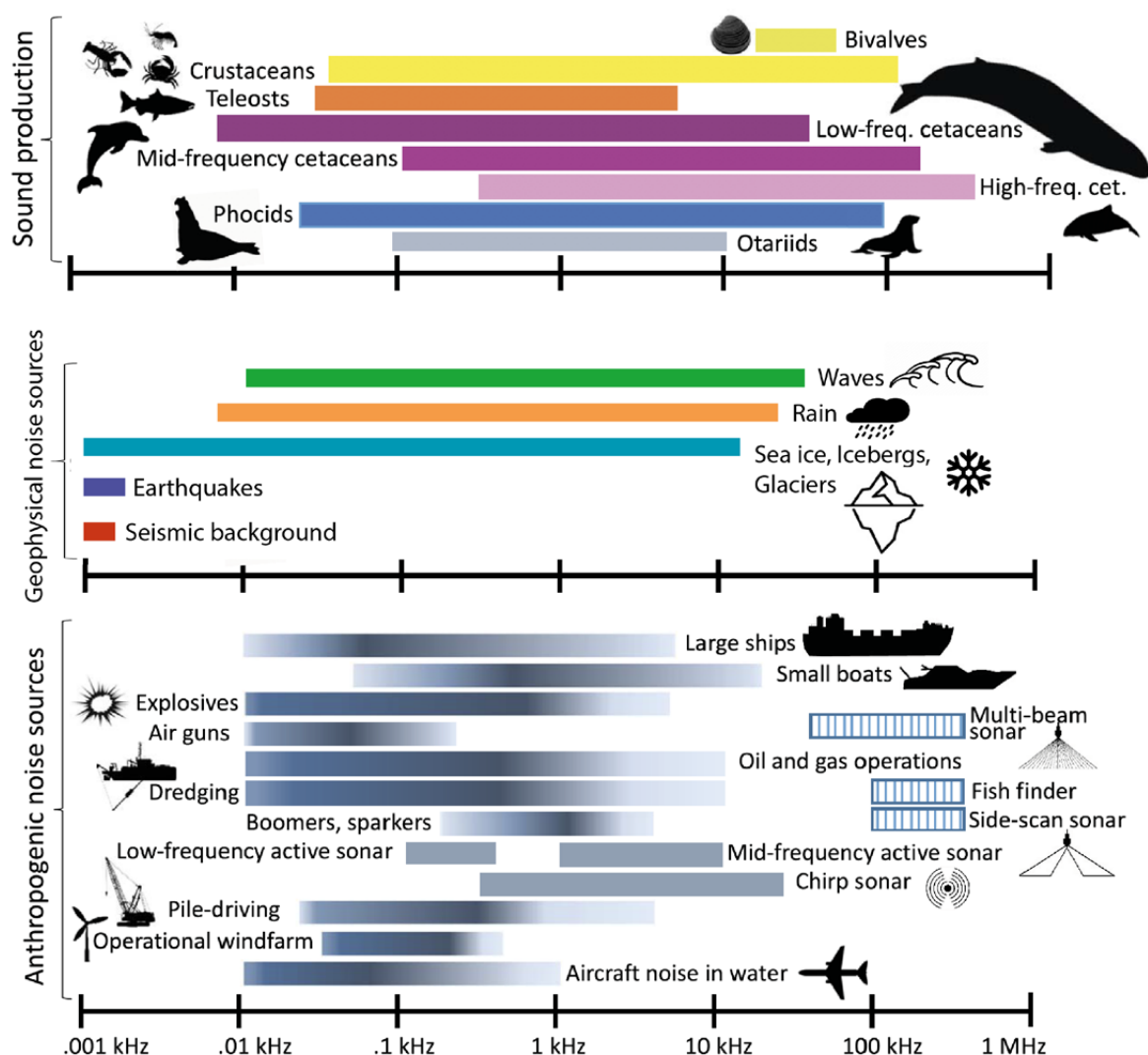
Kapitel 17

LYDFORSTYRRELSER

Lydforstyrrelsers påvirkning af narhvalen

Støj i havet

Under havoverfladen er lyd den vigtigste informationskilde for alle havpattedyr. Narhvalen, som alle andre tandhvaler, finder og fanger sit bytte (fisk og blæksprutter) ved hjælp af ekkolokalisering, der fungerer som en slags biologisk sonar. Narhvaler bruger også lyd til at holde kontakt med hinanden, hvilket er specielt vigtigt for et socialt flokdyr, som narhvalen er. Udover den aktive ekkolokalisering lytter narhvaler også til de forskellige lyde i deres omgivelser for at orientere sig, for at finde vej og for at undgå spækhuggere eller mennesker. I visse dele af Grønland er der tradition blandt fangerne for at bruge kajak i stedet for motorbåd under narhvalfangst. Kajakken er næsten lydløs, og man kan komme tæt på narhvalerne, uden at de skræmmes væk.



Figur 17.1. Frekvensområder af biologiske lyde (A), geofysiske lyde (B) og menneskeskabte lyde (C) under vandet. Modifieret fra Duarte et al. 2021.

Havet er fyldt med lyde, der stammer fra tre forskellige kilder: 1) geofysiske lyde, 2) biologiske lyde og 3) menneskeskabte lyde (Fig. 17.1). Geofysiske lyde omfatter lyd fra bølger, vind, regn, is (fra gletsjere, havis og isbjerge) og jordskælv. De biologiske lyde stammer eksempelvis fra sælers, hvalers og fisks akustiske signaler. Disse to grupper, geologiske og biologiske lyde, skaber det, vi kalder en naturlig baggrundstøj på en given lokalitet, hvor lydene indeholder en bred vifte af frekvenser og amplituder. Den tredje gruppe, de menneskeskabte lyde, stammer eksempelvis fra fiskeri, havgående trafik, seismiske eller andre undersøgelser af havbunden, militær aktivitet og konstruktion af strukturer såsom havne, broer eller vindmøllefundamenter. Aktiviteter som fiskeri, lystsejlad og fangst med små joller samt færdsel med større turistskibe laver også støj og kan samlet, specielt i Arktis, dominere det menneskeskabte støjbillede.

Menneskeskabt støj

Mængden af menneskeskabt støj i havet er, specielt i de sidste 20 år, steget globalt, og den samme udvikling ses også i Arktis. Klimaændringer har forårsaget tab af havis, og dette har muliggjort menneskelige aktiviteter helt op i de højarktiske områder. I år 2050 forventes Nordvestpassagen at være isfri året rundt, og dette muliggør åbningen af en ny trafikkorridor. Også råstofudviklingen i Arktis forudses at øges i omfang, og da der oftest mangler den landbaserede infrastruktur til denne udvikling, vil dette medfølge øget transport af udvindingsprodukter til havs. Denne transport vil øge støjniveauet i havet, samtidig med at risikoen for olieudslip og påkørsel vil stige. En enkelt jernmalm-mine i den nordlige del af Baffin Island, kaldet Mary River Minen, har forårsaget en 10-dobling af havgående trafik i Davis Strædet gennem de sidste 10 år (Fig. 17.2). Fase 2, som er en større udvidelse af aktiviteter ifm. minen, er under planlægning og indebærer bl.a. en udvidelse af sejladssæsonen samt en ny sydlig rute tværs over Davis Strædet.



Figur 17.2. Udviklingen i trafikken, som vist ved antallet af skibsruiter (orange), af tørlastskibe i Davis Stræde mellem 2013 og 2019 som følge af åbningen af Mary River jernmalm-minen på Baffin Island i 2012. Kilde: PAME – Arctic shipping status report No. 1, 2020.

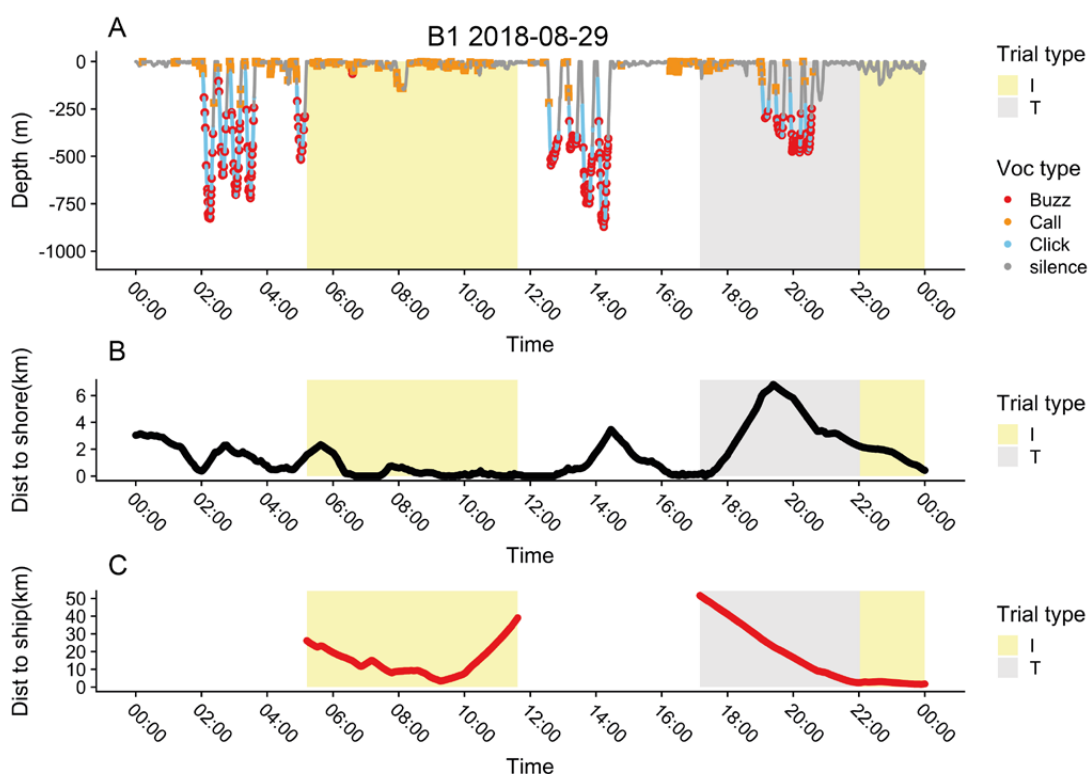
Alle dyr er tilpasset til den naturlige baggrundstøj på deres levested, og ændringer forårsaget af øget menneskeskabt støj kan have store negative konsekvenser for dyrene. Da lyd er en essentiel del af narhvalens liv, er dens hørelse og evne til at lokalisere og skelne signaler fra baggrundstøjen særdeles godt udviklet. Trods disse egenskaber kan et højere støjniveau i havet dække over hvalernes signaler, således at de ikke længere er hørbare (på engelsk kaldes dette 'masking'). Det kan være et problem både for lyd-afsenderen selv (under fødesøgning og orientering) og for modtageren (under kommunikation). Et forhøjet støjniveau kan også forvirre hvalerne, således at de mister orienteringen eller skræmmes væk fra et område, skabe stress og skade deres hørelse eller i værste tilfælde, som er set for andre hvalarter, slå dem ihjel.

Narhvalens støjfølsomhed

Narhvalens støjfølsomhed blev studeret i 2017 og 2018 i Scoresby Sund fjorden ved et omfattende projekt ledet af forskere fra Grønlands Naturinstitut. Under studiet blev narhvaler fanget levende i garn i tæt samarbejde med lokale fangere fra Ittoqqortoormiit. Derefter blev hvalerne udstyret med måleinstrumenter, som kunne indsamle målinger af hvalernes bevægelser, når de svømmede frit. Instrumenterne optog også både hvalernes egne lyde og lydene fra deres omgivelser. Hvalerne blev derefter i kortere tid (1-4 dage) udsat for skibsstøj (fra et større skib) samt støj fra en mindre forsøgs-lydkanon, som efterlignede de lyde, som olieindustrien bruger, når de leder efter olie og gas i havbunden. Det højeste lydniveau, som narhvaler blev udsat for under hele forsøget, svarede til lydniveauet fra en hurtigsejlende jolle i fuld fart. Da Grønlands Naturinstitut i flere år forud for støj-studiet har forsket i narhvalens lydproduktion fra samme feltstation, ved vi, hvordan narhvaler i dette uforstyrrede miljø opfører sig når der ikke er (nævneværdig) skibsstøj.

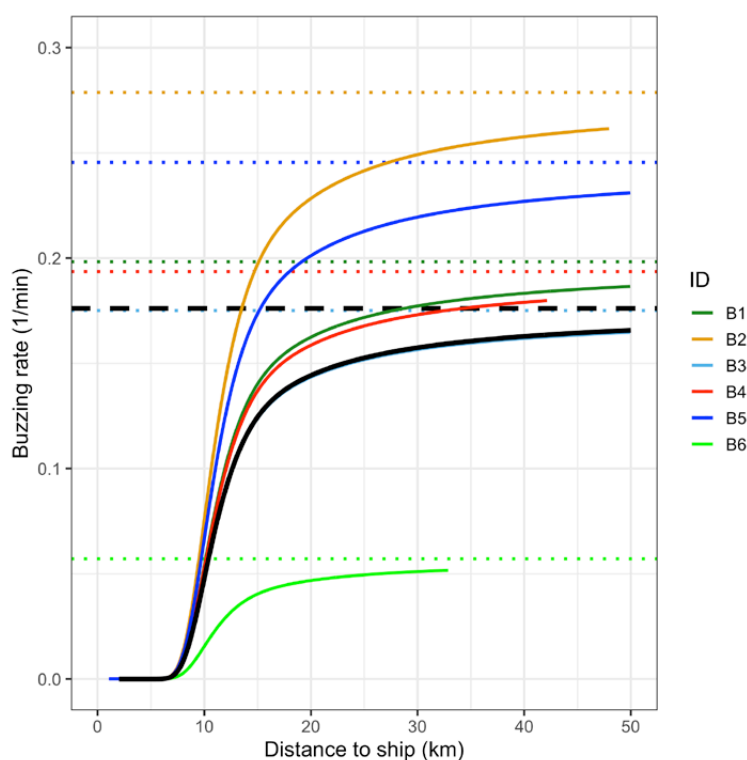
Ændringer i narhvalernes bevægelser og fødesøgningsadfærd

Alle narhvaler, der deltog i studiet, reagerede kraftigt på støj. Den mest almindelige reaktion var, at hvalerne svømmede tættere mod kysten, og at de reducerede produktionen af fødesøgningslyde (se Kapitel 6 om akustik) samt mængden af dybe dyk (Fig. 17.3).



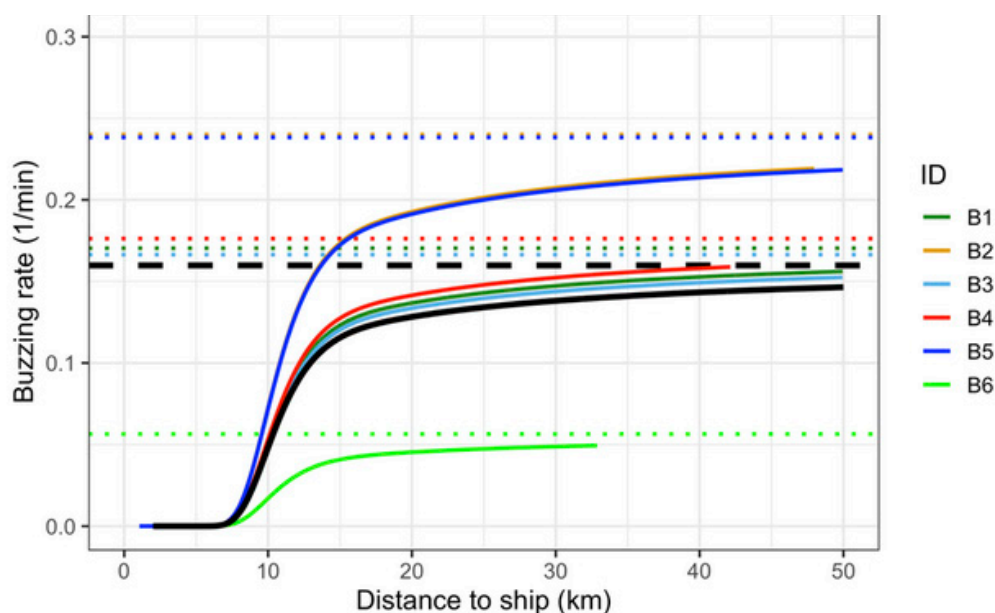
Figur 17.3. Adfærd af han narhval B1 i løbet af en dag under støjstudiet, når den skiftevis blev udsat for skibsstøj (I, gule områder) og skibsstøj plus lyd fra lydkanon (T, grå områder). Hvalen holdt op med at dykke dybt og søge føde, når den blev udsat for støj (A). Her er fødesøgningsadfærd markeret med rødt og lyseblåt (A). Samtidig med ændringer i dykkeadfærd svømmede hvalen tættere mod land (B). Hvalens reaktion var afhængig af både støjtype (I og T) og afstand til skibet (støjkilden) (C). Mellem støjeksponeringer (hvide områder) vendte hvalen tilbage til sin normale dykke- og fødesøgningsadfærd længere væk fra land.

Sandsynligheden for, at en narhval svømmede tættere ind mod kysten, steg, jo tættere skibet, dvs. støjekilden, kom på hvalen (Fig. 17.4). Hvalerne reagerede kraftigst på kombinationen af skibsstøj og støj fra lydkanonen i 2018 (Trial 2018 i Fig. 17.4). Effekten af støjforstyrrelsen kunne hos hvalerne påvises, allerede når skibet var mere end 20 km væk. Effekten blev målt som en øget sandsynlighed for, at hvalerne søgte ind mod kysten (Fig. 17.4). Alene ved skibets støjforstyrrelse (intertrials) viste hvalerne den samme tendens, men en øgning i sandsynligheden for at svømme tættere mod kysten skete senere end under trials (skibsstøj samt lydkanon). Når det alene var skibsstøjen, hvalerne blev udsat for, reagerede de først, da skibet var mindre end 10 km fra hvalen. At svømme tæt ind mod kysten er en kendt reaktion hos narhvaler, når de føler sig truet af f.eks. spækhuggere eller under fangst.



Figur 17.4. Estimer for sandsynlighed for at hvalerne vil være tæt på kysten (close), langt væk fra kysten (far) eller bevæge sig tættere til kysten (move) som funktion af afstand til støjekilden målt i kilometer (Distance to ship (km)) under eksponering for skibsstøj (intertrial) og skibsstøj og lydkanon (trial) i 2017 og 2018. Bemærk at i 2017 blev en mindre lydkanon brugt i forsøget end i 2018, hvilket forklarer den svagere reaktion af hvalerne i 2017. Kategorien 'tæt på kysten' (Close) er her defineret som mindre end 200 m fra kysten.

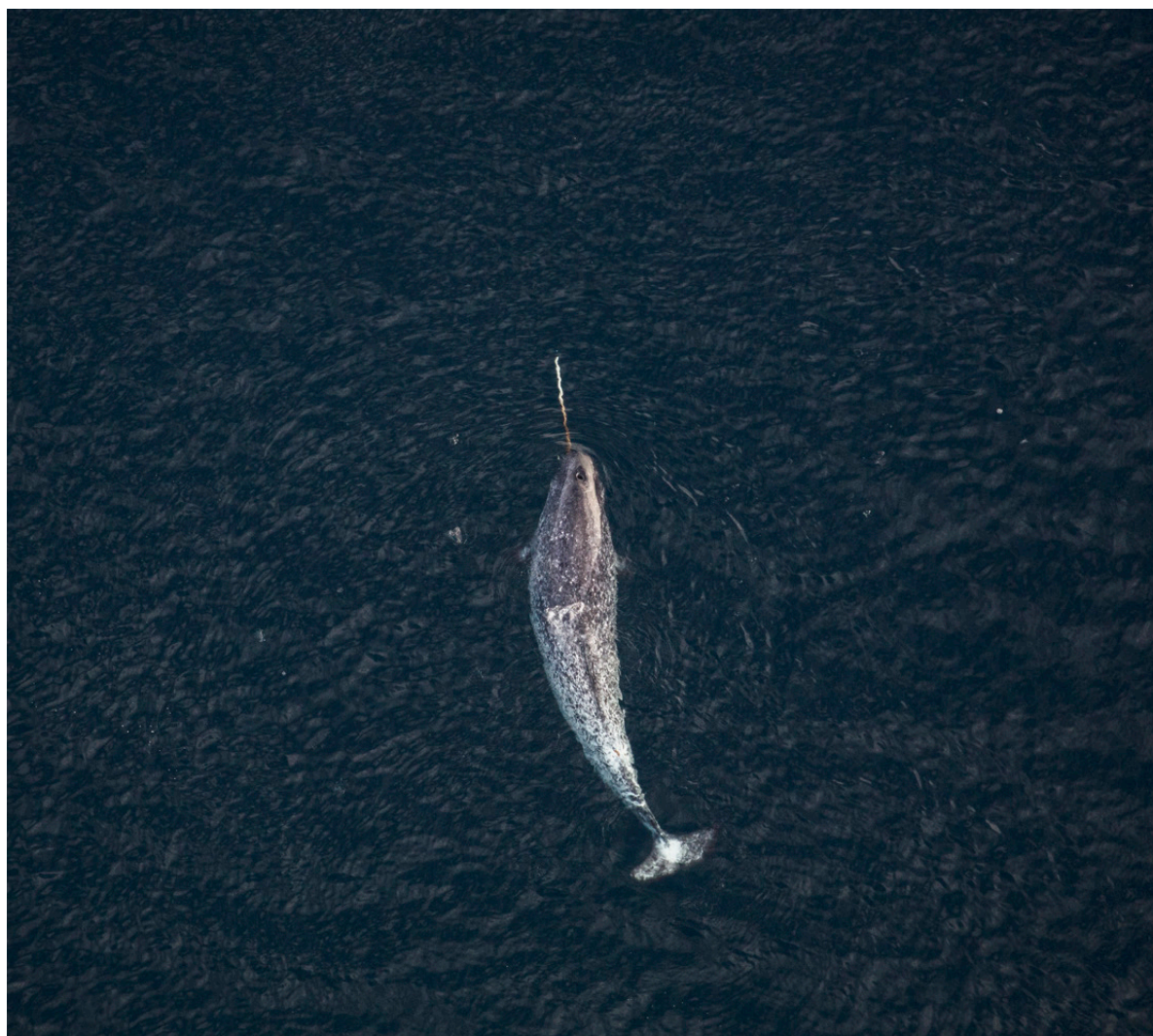
Ændringer i hvalernes fødesøgningsadfærd kunne påvises, selv om støjkilden var meget langt væk. Helt op til 40 km fra støjkilden kunne der påvises en ændring i hvalens fødesøgning. Disse ændringer blev endnu tydeligere, jo tættere skibet kom på hvalen. Ved en afstand på ca. 12 km fra skibet havde hvalerne halveret deres lydproduktion. Det betyder, at deres chance for at finde og fange et bytte også var halveret. Når skibet var tættest (mindre end 8 km) på hvalerne, var de helt stille (Fig. 17.5). Ved denne afstand var lydniveauet fra skib og lydkanon lavere end det naturlige støjniveau i Scoresby Sund fjorden. Det betyder, at det menneskelige øre ikke ville kunne høre lyden fra skib og lydkanon over de naturlige lyde, der allerede findes i fjorden. Dette demonstrerer ikke blot narhvalens ekstreme evne til at opfatte fremmede lyde i dens omgivelser, men også hvor følsomme narhvaler er over for støj.



Figur 17.5. Den estimerede buzzing-rate per hval under den del af studiet i 2018, hvor hvalerne blev udsat for den samlede støj fra både skib og lydkanon. De 6 stiplede, vandrette linjer angiver buzzing-raten ved normal adfærd, hvor hver farve angiver buzzing-raten for en enkelt hval. Den optrukne linje viser, hvordan buzzing-raten falder for alle hvaler, når afstanden til skibet forkortes. Ved ca 8 km er alle hvaler holdt op med at buzze, dvs. stoppet med at søge efter føde. Jo længere skibet kommer fra hvalen, des mere stiger buzzing-raten. Den sorte, stiplede samt fuldt optrukne linje angiver populationsestimaterne (for de 6 hvaler) under hhv. forsøget og normal adfærd.

Betydning af ændringer i adfærd

Adfærdsændringer hos narhvaler i dette studie var forholdsvis kortvarige, idet hvalerne, efter skibet havde passeret, vendte tilbage til deres normale adfærd. Det betyder dog ikke, at resultaterne fra studiet ikke er alarmerende for beskyttelsen af narhvaler. Hvalernes øgede svømmeaktivitet samtidig med en reducereing af fødesøgningsadfærd betyder, at de bruger mere energi på at flytte sig. Samtidig kan de ikke erstatte dette energitab, fordi de samtidig holder op med at søge efter og fange bytte. Hvis man opskalerer studiet i Scoresby Sund til de vedvarende støjforstyrrelser, der skabes af industrien (f.eks. seismiske studier) og en øget marin trafik, vil det have alvorlige konsekvenser for de narhvalbestande, der er udsat for denne form for støj. Det er derfor vigtigt, at narhvalens støjfølsomhed tages i betragtning, når forvaltningen skal give tilladelse til menneskelige aktiviteter på hvalernes levesteder.



Figur 17.6. Narhval, Dove Bugt, Nationalparken Nord- og Nordøstgrønland, september 2018.





Kapitel 18

STRESSFYSIOLOGI

Stressfysiologi hos narhvalen

Når man ser på narhvalen med dens lange snoede tand, ligner den nok mere et forhistorisk levn fra en tid, hvor der levede sabeltigre og mammutter, end den ligner en moderne hval. Narhvalen lever et isoleret liv i nogle de mest øde egne af kloden. Den har således i årtusinder kunnet leve i fred uden konkurrence fra andre arter, men også uden at have mange fjender og uden at være eksponeret for sygdomme. Og meget vigtigt: Narhvalerne har levet i et miljø uden nævneværdige menneskelige forstyrrelser. De har kunnet overleve i dette miljø trods lav genetisk variation (se Kap. 15 om narhvalens DNA og genetik) og med meget specielle fysiologiske tilpasninger.

Temperatur som stressfaktor

Narhvalen er ligesom de to andre arktiske hvaler, hvidhvalen og grønlandshvalen, udstyret med et tykt spækklag på op til 10 cm tykkelse. Spækklaget sikrer, at hvalen kan opretholde en konstant legemstemperatur på 35° C. Andre hvalarter, som også færdes i det samme kolde vand som narhvalerne, klarer sig med betydeligt tyndere spækklag. For eksempel har marsvinet kun et par cm spæk, og de kan sagtens opholde sig langt mod nord i vand som er 0° C. Det tykke spækklag hos narhvalen betyder, at den kan klare sig med et stofskifte, som ligger under (måske 10 % lavere) end det, som kendes fra landlevende pattedyr, hvor kropstemperaturen typisk er 37–38° C. Den kraftige isolering af kroppen hos narhvalen reducerer energiforbruget og betyder, at den ikke er tvunget til konstant at finde føde (som f.eks. marsvin). Derfor kan den også klare sig i lange perioder uden føde. Det kan være en fordel i Arktis, hvor tilgængeligheden af føde kan være noget uforudsigelig. Narhvalens fødeindtag varierer en del igennem året; den spiser mindst om sommeren og mest om vinteren. Om det skyldes mangel på føde på sommeropholdspladserne, eller om der er fysiologiske årsager bag det reducerede fødeindtag, vides ikke med sikkerhed. Det er imidlertid sikkert, at spækklaget sikrer, at narhvalen fint kan klare sig i de perioder, hvor den ikke indtager føde.

Ulempen ved det tykke spækklag er, at det er svært for narhvalen at komme af med den kropsvarme, som den genererer, når den er aktiv. Narhvalen har ikke (som visse andre hvalarter) en rygfinne, som kan bruges til at køle blodet med. Den lille kant, som narhvalen har på ryggen, er ikke effektiv til at afgive varme. Det betyder, at narhvalen, hvis den stresses af aktiviteter omkring sig, let kan overophede, og det kan i visse tilfælde være livstruende. Narhvalen er en langsom svømmer og har muskulatur, som er typisk for et langt sejt træk snarere end en hurtig spurt (som hos delfinen). Det gør sammen med risikoen for overophedning narhvalen uegnet til hurtigt at undgå farer.

Narhvalen foretrækker at opholde sig i koldt vand, og man kan se på satellitsporinger, at den holder sig til det kolde vand (mindre end 2° C) og aldrig overskrider grænsen til det varmere vand fra Atlanterhavet. I lyset af klimaændringer og de forventede stigninger i havtemperaturen må man regne med, at der er områder i Grønland, hvor det simpelthen bliver for varmt for narhvalen at opholde sig (se Kap. 19 om Klimaforandrings påvirkning på narhvalen).

Konflikt med hjerterytmen

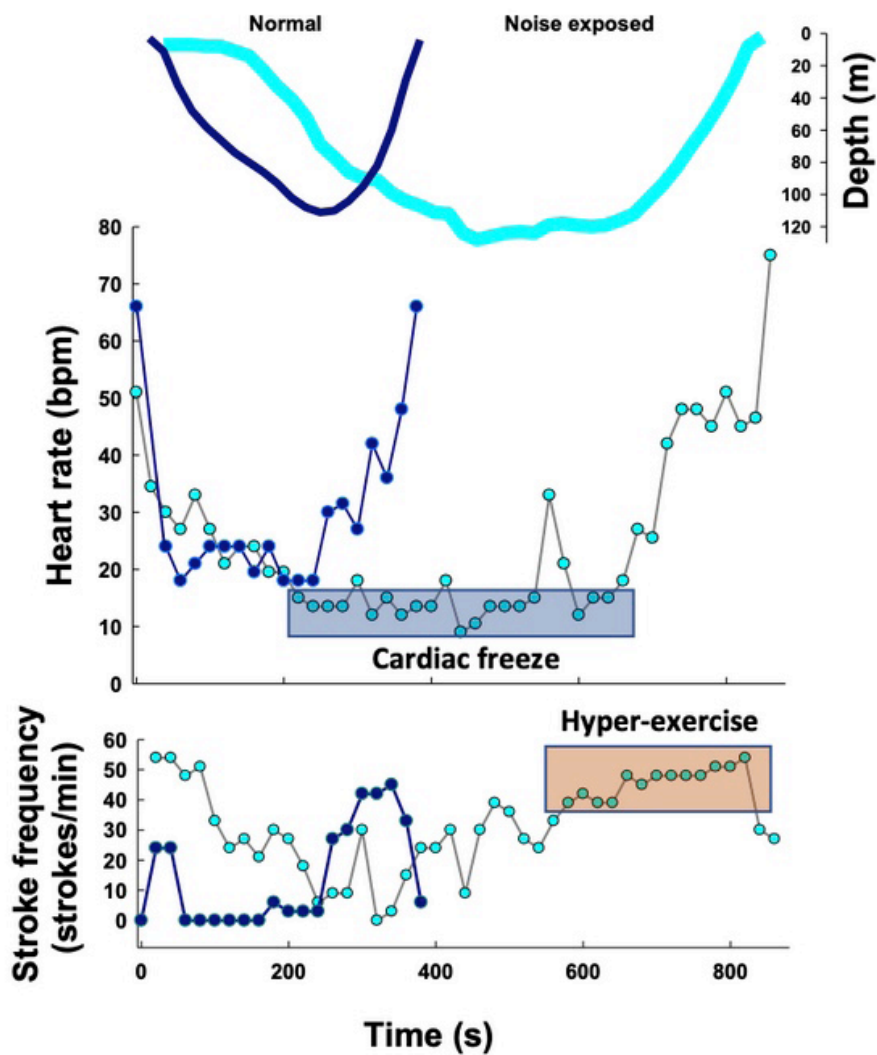
Narhvalen er en art som foretager dybe dyk, ofte til mere end 1.000 m dybde. Den har en række tilpasninger og specialiseringer, som sætter den i stand til at klare trykket på de store dybder, samtidig med at den kan holde vejret i 20-25 minutter. Det sidste er især vigtigt for, at den kan nå at lokalisere og fange føde på de store dybder.

Undersøgelser i Østgrønland har kastet nyt lys over narhvalens hjerterytme. Når hvalen er i overfladen, har den en normal hjerterytme med omkring 60 slag i minuttet, men så snart hovedet kommer under vand (bare et par centimeter), falder hjerterytmen brat til 10 slag i minuttet. Dette er en naturlig del af hvalens dykkerrespons, som sikrer, at den ilt, som hvalen tager med sig under dykket, ikke bliver opbrugt for hurtigt. Andre tilpasninger, såsom højt hæmoglobin- og myoglobinindhold og en stor blodmængde, giver ekstra ilt under dykket (se Kapitel 5 om narhvalens dykkeadfærd). Aktiv reduktion af blodtilførsel til visse organer under dykket bidrager også til de lange dyk og hjælper hvalen med at økonomisere med den ilt, den har med fra overfladen.

Den lave hjerterytme og det nedsatte stofskifte under dykket er vigtige for at sikre hjernen mod iltmangel. Men hvis hvalen udsættes for forstyrrelse under dykket og starter en flugtreaktion, så risikerer den at skulle bruge energi på at svømme væk. En flugtreaktion sænker samtidig hjerterytmen og dermed blodtilførslen til bl.a. musklerne til et ekstremt lavt niveau (mindre end 5 slag/minut), hvilket er lavere end under normale dyk. Under et uforstyrret dyk bruger narhvalen kun omkring halvdelen af sine iltressourcer, men forstyrres den under dykket, kan den løbe tør for ilt, inden den når overfladen. Resultatet bliver, at hvalens iltdepoter bliver opbrugt for tidligt under dykket, og at stofskiftet i stedet bliver 'anaerobisk' (dvs. uden ilttilførsel), hvilket kan have fatale konsekvenser for dyret. Når hvalen forstyrres, kommer dens naturlige dykkerrespons (autonome dykkerrespons), som udløses automatisk når hvalen dykker, med andre ord i konflikt med hvalens observation og reaktion på en fare som nærmer sig (kognitiv flugtrespons).

Det har vist sig, at der i situationer med forstyrrelser kan opstå uregelmæssigheder i hjerterytmen. Pulsene stiger kortvarigt under kraftig svømmeaktivitet, samtidig med at hvalen er neddykket, hvor den normalt ville have en stabilt lav puls. Det er også observeret, at pulsen under forstyrrelser kan falde til et ekstremt lavt niveau, som ligger under den normale puls ved dykning (dvs. mindre end 5 hjerteslag i minuttet), og det kan se ud som om, hjertet er gået i stå.

Nogle af disse forstyrrelser af hjerterytmen kan have katastrofale konsekvenser for narhvalen. Der er dog endnu ikke registreret dødsfald, som direkte kan relateres til uregelmæssigheder i blodcirkulationen forårsaget af ændringer i hjerterytmen.



Figur 18.1. Eksempel på forandringer i dykeadfærd (øverst), hjerterytme (midten) og svømning med slag med halen (nederst) under forstyrrelse. Normal adfærd er vist i mørkeblåt, og adfærd under forstyrrelser er vist i lyseblåt. Bemærk den forlængede dykning under forstyrrelser, som også medfører en ekstremt lav hjerterytme (cardiac freeze), og den forlængede periode med ekstra svømmeaktivitet (Hyper exercise) (fra Williams et al. 2020).

Forstyrrelser koster energi

Under neddykning i et uforstyrret miljø benytter en narhval sig ofte af tyngdekraften og sin vægt til at synke gennem vandsøjlen uden at bruge energi på at slå med halen. En hval i et forstyrret miljø benytter sig i mindre grad af muligheden for at synke passivt og bruger i stedet kræfter på aktivt at svømme. Generelt er den typiske reaktion på forstyrrelser, at hvalen øger sin aktivitet, og at den tilsvarende øger iltoptagelsen i vandoverfladen (=åndedrætsfrekvensen). Sammenligner man energiforbruget uden forstyrrelser med forbruget under forstyrrelser, hvor hvalen f.eks. skal flygte fra en støjkilde, er energiforbruget omkring det dobbelte ved forstyrrelser. Man skal i den forbindelse tænke på, at narhvalen er udstyret med type I-muskelfibre, som er beregnet på et langsomt, sejt træk og ikke egner sig til hurtige flugtreaktioner. Disse muskelfibre er kendetegnet ved et stort iltforbrug, som bl.a. kan ses på det store myoglobinhindhold, som gør musklerne røde, og som hos narhvalen er næsten sorte.

Længerevarende forstyrrelser betyder, at hvalen må bruge energi på flugtrespons, samtidig med at den i en periode ikke kan søge føde. Fødesøgningen kan også være reduceret, hvis støjniveauet fra forstyrrelsen påvirker hvalens ekkolokalisering (se Kap. 17 om lydforstyrrelsers påvirkning på narhvalen). En typisk flugtrespons består af øget svømmehastighed, som fremkaldes af slag med halen. Hvis dette foregår over længere perioder, vil det have konsekvenser for hvalens energiforbrug, termoregulering og fødeindtag. Grønlands Naturinstitut arbejder med at kortlægge betydningen af længerevarende forstyrrelser på narhvalbestandene.



Figur 18.2. Narhval neddykket lige under havoverfladen, Melville Bugt, september 2019.



An aerial photograph of a forest with a circular path. The path is a light-colored, sandy or dirt trail that winds through the trees, forming a large, irregular circle. The trees are dark green and densely packed. The overall scene is captured from a high angle, looking down on the forest.

Kapitel 19

KLIMAFORANDRINGER

Klimaforandrings påvirkning af narhvalen

Det er meget vanskeligt at undersøge effekten af klimaforandringer på hvaler og ikke mindst på narhvaler, som lever det meste af året skjult i tæt pakis langt fra land. Der er ingen tvivl om, at der foregår store klimatisk bestemte forandringer i narhvalernes levesteder, og at disse forandringer vil påvirke hvalerne. Hvor meget hvalerne påvirkes, afhænger af hvilket område man ser på. Noget tyder på, at Sydøstgrønland kommer til at opleve de største forandringer, og at de allerede er i gang, mens Vestgrønland vil være mindre påvirket. Nordcanada og det nordligste Grønland (nord for Avanersuaq) vil i den nærmeste fremtid ikke være påvirket af opvarmningen.

Ser man på, hvordan den enkelte hval bliver påvirket af klimaændringerne, kan man forestille sig følgende scenarier:

- Ændrede fødemuligheder i form af færre traditionelle byttedyr (se Kapitel 7 om narhvalens fødevalg), men dette kan delvis kompenseres af nye arter, som indvandrer
- Øget kropstemperatur hos byttedyrene pga. varmere vand kan medføre, at de bevæger sig hurtigere, og at det dermed bliver sværere for hvalerne at fange dem
- Varmestress hos hvalerne, da det i et varmere hav bliver sværere for hvalerne at komme af med overskudskropsvarme.
- Flere spækhuggere i et hav med mindre is, men samtidig bliver der færre situationer, hvor isbjørne kan fange narhvaler i isen
- Nye patogene bakterier, virus og parasitter
- Øget trafik og andre menneskelige forstyrrelser i et hav med mindre is
- Øget fangst, når sæsonen med havis bliver kortere.

På populationsniveau kan effekterne af klimaændringerne vise sig ved:

- at hvalernes overordnede kondition falder; dermed øges dødeligheden, og graviditetsraten falder
- at en mindre del af hvalernes habitat kan anvendes af hvalerne, og at de dermed trænges sammen på mindre områder
- at hvalerne søger væk til andre koldere områder, dvs. typisk længere nordpå.

Påvirkning af fødesøgning

Det vides ikke, om narhvalens byttedyr (dvs. blæksprutter og hellefisk, se Kapitel 7) har ændret udbredelse eller antal som resultat af klimaændringer. Det har imidlertid vist sig, at narhvaler både i Hudson Bugt og i Østgrønland kan æde lodde. Denne art har ændret sin nordlige udbredelse i Østgrønland, hvor den i dag regelmæssigt optræder i Scoresby Sund, hvor den ikke tidligere var kendt.

Tilgængelighed af byttedyr

Narhvalen er ikke nogen "sprinter", og den har ikke en muskeltype, som eksempelvis ses hos delfiner og marsvin, og som giver dem evnen til at foretage hurtige ryk, når de skal fange fisk. Samtidig har narhvalen et tykt, isolerende spæklag, der gør, at den har vanskeligt ved at slippe af med overskudsvarmen ved øget muskelaktivitet.

Narhvalerne finder størstedelen af deres føde på havdybder mellem 300 og 1.000 m, hvor vandtemperaturen er under 2° C. Det betyder, at de vekselvarme fisk er kolde og ikke så aktive, som de vil være ved en højere temperatur, idet deres muskelaktivitet i høj grad bestemmes af omgivelsernes temperatur. Stiger havtemperaturen, vil fiskene sandsynligvis kunne bevæge sig lidt hurtigere, hvilket vil gøre det sværere for narhvalerne at fange dem.

Varmestress hos narhvaler

De fleste hvaler har en rygfinne, som kan bruges til at termoregulere, dvs. til at afgive ekstra varme fra kroppen til vandet. Blodtilførslen til rygfinnen kan også begrænses aktivt, så hvalen ikke nedkøles, hvis den er inaktiv. Narhvalerne har ikke nogen rygfinne, men kan i begrænset omfang afgive varme fra den lille 'kant', de har på ryggen, men arealet her er ikke så stort som på rigtige rygfinner. De kan også skille sig af med varmen på halefinnen, men formentlig ikke fra lufferne. Samtidig har narhvalerne et usædvanligt tykt spæklag på 10 cm. Andre hurtigere hvaler, som svømmer i tilsvarende koldt vand, har et spæklag, som kun er få centimeter tykt. Narhvalens tykke spæklag betyder, at den har svært ved at slippe af med varmen fra muskelaktiviteten, og det, sammenholdt med at den ikke har muskler beregnet til meget hurtig svømmeaktivitet, betyder, at narhvalen undgår at lave hurtige sprints, og at den altid opholder sig i koldt vand.

Flere spækhuggere og færre isbjørneangreb

Spækhuggere undgår at gå ind i den tætte pakis og ses derfor mest i den isfri periode, som i de senere år er blevet længere. Der er set en stigning i antallet af spækhuggere, som om sommeren besøger narhvalernes sommeropholdspladser i Nordcanada, og spækhuggerne tager narhvaler i disse områder. I Grønland er der kun få rapporter om spækhuggerangreb på narhvaler (fra Avanersuaq), og der er i det hele taget ikke mange observationer af spækhuggere. I Østgrønland forekommer spækhuggere mere hyppigt end for bare to årtier siden – især i Tasiilaq-området, hvor der de seneste ti år har foregået en regulær fangst af arten. Spækhuggeren er også blevet mere hyppig i Kangerlussuaq-området og endda længere mod nord i Scoresby Sund. Der er dog intet, der tyder på, at spækhuggerne jager narhvaler i området.

Isbjørne kan også, i sjældne tilfælde, fange narhvaler fra isen og endnu sjældnere fra land. Det vides ikke, hvor ofte det sker, og om det er narhvaler, som allerede er syge, som bjørnene får fat i. Med mindre islæg må det skønnes, at bjørnene har færre chancer for at fange narhvaler

Patogene bakterier, virus og parasitter

Der vides ikke meget om, hvilke bakterier og virus som narhvalerne er følsomme overfor. Bakterien *Staphylococcus aureus* er fundet i narhvaler, som har været mærket med satellitsendere, men det er en bakterie, som er vidt udbredt, og det ser ikke ud til, at den er farlig for narhvalerne.

Det er velkendt fra visse delfinarter, at en type af morbillivirus kan forekomme og være medvirkende til sygdom i hvalerne, men den er ikke kendt fra arktiske hvaler, og det vides ikke, om den kan forventes at blive mere udbredt med et varmere Arktis.

Narhvaler er kendt for at rumme en del mave-/tarmparasitter især i form af nematoder (rundorme). Det anses for at være en naturlig belastning, som ikke direkte påvirker hvalernes kondition. Det samme gælder for den ektoparasit (*Cyamus* – en gruppe af hvallus), som ofte sidder ved tandroden og i sår på narhvaler (Fig. 19.1). Der kan kun spekuleres i, om nye patogene parasitter, bakterier eller virus vil påvirke narhvalerne ved stigende temperaturer.



Figur 19.1. En narhval med et dybt sår på ryggen, der er dækket af hvallus. Foto: Abel Brandt

Trafik og industriel aktivitet

Med det mindskede islæg åbner der sig nye muligheder for trafik, minedrift og olieudvinding i Arktis. For skibstrafikkens vedkommende er det især mulighederne for transport fra Atlanterhavet til Stillehavet gennem Nordvest- og Nordøstpassagen og, længere ude i fremtiden, tværs over nordpolen, som vil blive udnyttet (Fig. 19.2). For denne type trafik vil det især være narhvaler i det nordcanadiske øhav, som vil blive påvirket, men da nogle af disse bestande også vandrer til Grønland om vinteren, vil det også påvirke disse områder. Narhvalerne i Øst- og Nordgrønland vil formentlig ikke blive påvirket, da de ikke opholder sig på skibsruterne.

En anden mere uforudsigelig type af skibstrafik er krydstogtskibe, som også vil blive mere almindelige, når isen ikke længere er et problem for disse skibe. Krydstogtskibene vil typisk gerne sejle i kystområderne og ofte i områder, som narhvalerne opholder sig i om sommeren. Det vides ikke, om narhvalerne kan vænne sig til denne type af trafik, men det forekommer usandsynligt, eftersom narhvalerne i årtusinder har levet i helt uforstyrrede områder, og de udviser ikke de store evner til at tilpasse sig forandringer (se Kapitel 17 om forstyrrelser).

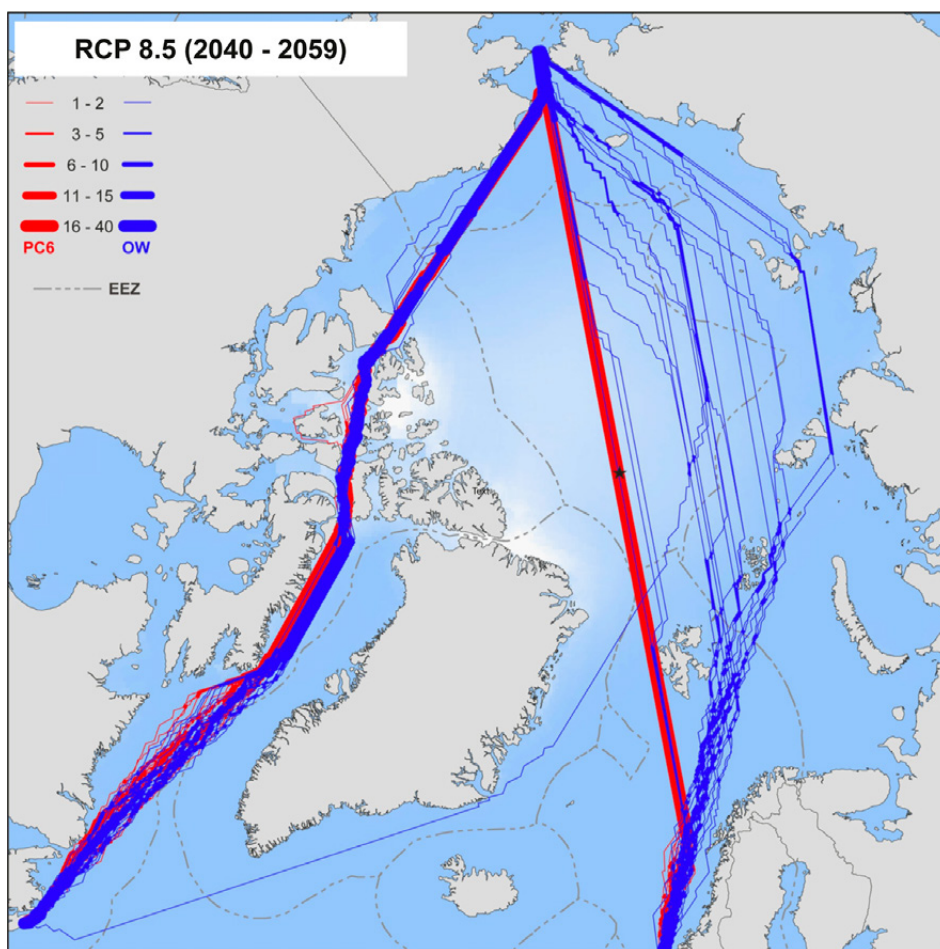
Minedrift og olieudvinding på land kan, afhængigt af hvor det foregår, medføre forstyrrelser på narhvalernes sommeropholdspladser, men med en passende regulering af aktiviteterne kan konflikten mellem narhvaler og denne type af skibstrafik minimeres.

Mere alvorlig er olieeftersforskning til havs, fordi det kræver seismiske undersøgelser med et meget højt niveau af undervandsstøj, som kan sprede sig over store afstande. Med mindre islæg bliver det lettere og billigere at udvinde olie til havs, og det vil givetvis øge interessen for olieressourcer omkring Grønland. Nogle af disse olieressourcer ligger i områder, som er vigtige for narhvalerne, f.eks. Melville Bugt og Nordøstgrønland. Det er derfor vigtigt, at narhvalernes følsomhed overfor seismik-lyd vurderes, inden store seismiske undersøgelser iværksættes.

Øget fangsttryk med mindre is

Når issæsonen bliver kortere, og isen trækker sig tilbage fra store områder langs kysterne af Grønland, bliver det lettere for fangerne at sejle rundt og finde narhvalerne, og dermed udvides fangernes aktionsradius.

Fangsten af narhvaler i Grønland reguleres gennem kvoter, og der rådgives løbende om det bæredygtige niveau for kvoterne. Ved mindre isdække og større aktionsradius hos fangerne, må det formodes, at kvoterne vil blive opbrugt hurtigere. Hvis rådgivningen om kvoterne følges, burde der dog ikke være problemer med, at fangsten medfører en overudnyttelse af ressourcen.



Figur 19.2. Kort over fremtidig skibstrafik i Arktis under den værst tænkelige opvarmning, hvor islægget forsvinder helt om sommeren langs Nordøst- og Nordvestpassagen, og hvor polbassinnet kan passeres af isforstærkede skibe.

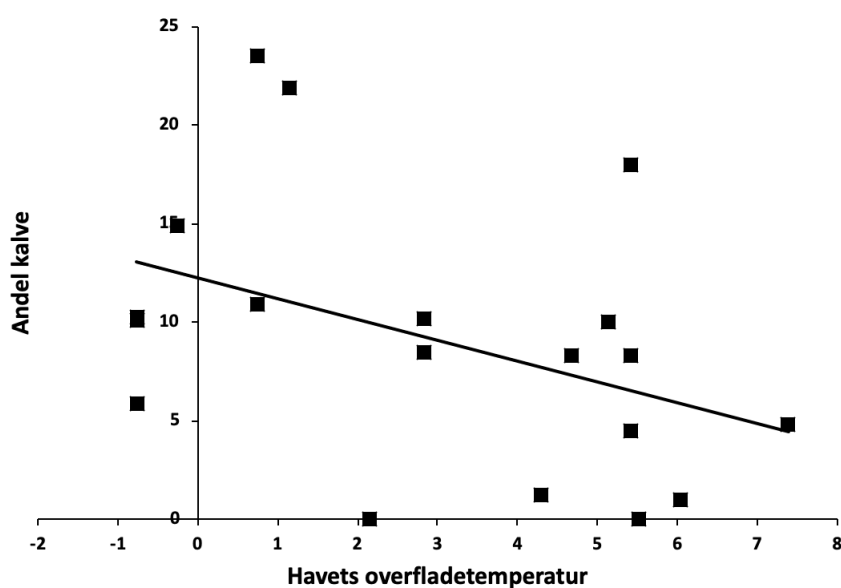
Klimaeffekter på hvalerne

De største narhvalbestande findes i de kolde områder af artens udbredelse, dvs. især det nordcanadiske øhav, Nordgrønland og Grønlandshavet. De mindste bestande findes i områder med varmt kystnært vand, dvs. Sydøstgrønland og Melville Bugt. Generelt findes de store bestande i områder med overfladetemperaturer under 3° C, og de små bestande findes i områder, hvor temperaturen er stigende og i de senere år er nået op over 5° C.

Ser man på, hvilke havtemperaturer den enkelte hval foretrækker, så er det tydeligt, at fødesøgningen foregår på dybder, hvor temperaturen ikke overstiger 2° C, og det er derfor usandsynligt, at hvalerne vil kunne trives under meget højere temperaturer.

Det er uhyre vanskeligt, eller nærmest umuligt, direkte at måle klimaeffekterne på individuelle hvaler, og det eneste man kan observere, er nogle simple forhold som f.eks. graviditetsrate og ungeproduktion i forhold til miljøbetingelser såsom havtemperatur eller islæg.

Flyobservationer af antallet af kalve i forhold til havtemperaturen i observationsårene viser for alle lokaliteter i Canada og Grønland en faldende andel af kalve med stigende temperatur (Fig. 19.3). I Østgrønland er havtemperaturen steget med 1° C mellem 2008 og 2018, og samtidig er graviditetsraten hos de kønsmodne narhvalhunner faldet fra 0,42 til 0,19. Denne direkte observation, som er foretaget ved at undersøge hunnerne for fostre, bekræftes af de indrapporterede oplysninger, som kommer fra fangsten. Om dette direkte er en effekt af temperaturstigningen, eller om det skyldes andre faktorer, vides ikke. Der er samtidig sket en tilbagegang i bestanden, og det kan måske have påvirket sandsynligheden for, at hunnerne bliver gravide.



Figur 19.3. Andelen af kalve observeret under flytællinger af narhvaler i Canada og Grønland i forhold til havets overfladetemperatur.

Selvom det ser ud til, at der er en sammenhæng mellem kalveproduktion og havtemperatur, så kan det også skyldes et sammenfald af andre faktorer. I sidste ende mangler vi en forståelse af, hvordan temperaturen påvirker graviditetsraten/andelen af kalve. Ikke desto mindre giver det et signal om, at bestandenes produktion er i forandring, og at dette skal tages alvorligt i forbindelse med kvotefastsættelser.

Der er i de senere år opdaget narhvaler i områder, hvor man ikke tidligere har observeret dem. I Dove Bugt i Nordøstgrønland har flytællinger vist, at der er en bestand på et par tusinde narhvaler. Dette er ny viden i forhold til informationer fra ekspeditioner, f.eks. Danmark-ekspeditionen i perioden 1906-1908, som har overvintret i bugten, men som ikke har rapporteret om narhvaler. Der er også set narhvaler ved Petermann-gletsjeren i Nordgrønland; ikke et stort antal, men de er set i området i to forskellige år. Det er også nyt, men her har der måske ikke tidligere været folk om sommeren, som kunne have observeret narhvaler. Flytællinger nord for Svalbard har også vist, at der langt inde i isen er narhvaler, og fangster i Cambridge Bay i den vestlige del af det nordcanadiske øhav er også et nyt fænomen.

Spørgsmålet er, om narhvalerne pga. stigende havtemperatur er begyndt at søge længere ind i de kolde områder. Det er lidt i modstrid med, hvad vi ellers ved om narhvalernes stedfasthed, men hvalerne er måske tvunget til at reagere på nogle store ændringer i deres levesteder.



Figur 19.4. Narhvaler i sprække i havisen, Avanersuaq, april 2018.





Kapitel 20

**BESTANDSVURDERING &
BÆREDYGTIG FANGST**

Bestandsvurdering og bæredygtig fangst af narhval

Formålet med den videnskabelige rådgivning vedr. bæredygtig fangst er at sikre, at den grønlandske forvaltning kan fastsætte kvoter på et fagligt grundlag og afveje økonomiske og sociale fordele mod biologiske risici.

Den videnskabelige rådgivning er baseret på bestandsvurderinger, der bruger computermodeller til at simulere udviklingen i bestande af f.eks. narhval. En sådan model er en matematisk bestand af hvaler, hvor man holder styr på bestandens udvikling. Det gøres ud fra tællinger, individernes alder, hvornår de bliver kønsmodne, hvor ofte en hun føder en kalv, og hvor sandsynligt det er, at unge og gamle individer dør af naturlige årsager. Man kan så fratække fangsten og vurdere, om bestanden kan klare det nuværende fangsttryk.

Da alle data, der indgår i modellen, er behæftet med en vis grad af usikkerhed, kan en bestandsvurdering ikke komme med et endegyldigt svar på, hvor mange dyr der kan fanges bæredygtigt. I stedet inkluderer modellen de kendte usikkerheder, således at man kan udregne sandsynligheden for, at en given fangst er bæredygtig.

Bestandsafgrænsning

En forudsætning for en bestandsvurdering er at man kan opdele en art i en eller flere bestande med egen tilvækst. Narhvaler har en høj grad af stedfasthed eftersom individerne vender tilbage til de samme fjordsystemer hver sommer (se Kapitel 8 om narhvalens vandringer). Bestande af narhvaler er derfor opdelt efter deres opholdssteder om sommeren. I Grønlands tilfælde betyder det, at der er sommerbestande i Melville Bugt og Inglefield Bredning i Vestgrønland og i fjordsystemerne omkring Tasiilaq, Kangerlussuaq og Scoresby Sund i Østgrønland. Herudover er der én eller flere bestande i Nationalparken i Nordøstgrønland, men disse er ikke udsat for fangst.

Gode data betyder alt

For at det giver mening at simulere udviklingen i en bestand, skal man have gode data så modellen kan komme så tæt på virkeligheden som muligt.

Hos narhvaler bliver hunnerne kønsmodne mellem 8 og 9 år (se Kapitel 4 om narhvalens biologi). De kan få en unge ca. hvert tredje år, og fra andre undersøgelser af narhvaler ved man, at voksne individer har en god chance, sandsynligvis over 95 %, for at overleve fra et år til det næste. Disse parametre lægges typisk ind i modellerne som prior, eller indledende, fordelinger med en vis grad af usikkerhed, der afspejler usikkerheden på estimerne af de forskellige parametre. Usikkerheden stammer blandt andet fra at man ikke kan undersøge alle narhvaler, men kun en lille del af bestanden, men også fra at disse parametre typisk varierer mellem år og områder.

Optællinger (Kapitel 9) af antallet af individer i en bestand, lægges indirekte ind i modellen. Det betyder at man holder styr på alle de bestandstal man har og deres usikkerheder, og at man derefter fremskriver modellen i tid ud fra tilfældige startværdier, indtil man finder netop de forhold der gør at fremskrivningen kan forklare de bestandstal man har. Dette gøres typisk over et par millioner simuleringer, og af disse udvælger man så de bedste ved brug af en statistisk vurdering. Slutresultatet er en fordeling af sandsynlige bestandsfremskrivninger.

Bestandstallene fra flytællingerne opdeles i absolutte og relative tal. De absolutte tal er de tællinger, der er korrigeret for neddykkede dyr, og dyr der er i overfladen, men ikke bliver set (såkaldte fuldt korrigerede tal, se Kapitel 10). En bestandsmodel skal have mindst ét sådant tal, da det kun er de fuldt korrigerede tal, der kan fortælle modellen, hvor mange individer der var i et givet år. Relative tal (ikke korrigerede tællinger) kan dog også bruges, da de giver information om, hvorvidt en bestand går frem eller tilbage. Alle de jagtbare bestande af narhvaler i Grønland er optalt mellem to og seks gange.

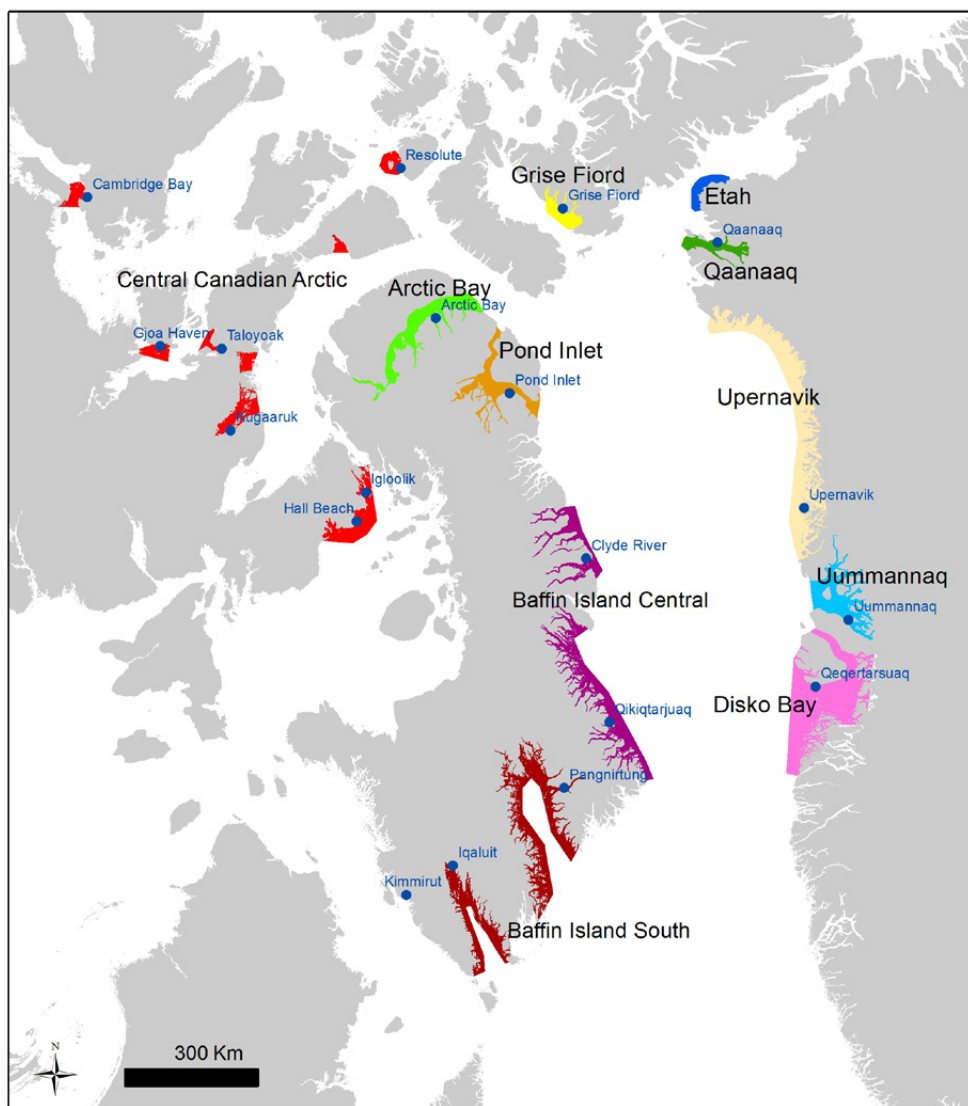
Herudover bruges der også fordelinger over aldre på de dyr, der er nedlagt i fangsten, hvis disse tal findes. Det gør de dog kun i særlige tilfælde, da det er et stort arbejde at få indsamlet de rigtige prøver til aldersbestemmelse (se Kapitel 4). Men hvis disse tal findes, kan de være meget informative da de siger noget om tilvæksten i bestanden, samt noget om hvilke aldre og køn som fangsten fjerner fra bestanden.

Fordeling af historiske fangster

For at udregne udviklingen i de forskellige bestande af narhvaler skal de historiske fangster fordeles på de forskellige bestande. Det er nemt, hvis en bestand kun bliver jaget i sit sommeropholdssted, som det er tilfældet i Østgrønland. Men i Vestgrønland er det langt mere kompliceret, da fangsterne i f.eks. Uummannaq og Disko Bugt om efteråret og vinteren kommer fra flere bestande fra både Vestgrønland og Østcanada. For eksempel vurderes det ud fra satellitsporing, at det ofte er dyr fra Somerset Island i Canada, der fanges i Uummannaq om efteråret.

For at fordele de forskellige fangster i Østcanada og Vestgrønland på de rigtige bestande er det nødvendigt med en fangst-allokeringsmodel. Ud over de to sommerbestande, Melville Bugt og Inglefield Bredning, i Vestgrønland indeholder modellen de seks bestande i Østcanada (Smith Sund, Jones Sound, Somerset Island, Admiralty Inlet, Eclipse Sound, og East Baffin Island, se Fig. 2.1 i Kapitel 2). Modellen bygger på alle tilgængelige sporinger af narhvaler, der viser, hvor hvalerne fra de forskellige sommeropholdspladser er, når det ikke er sommer. Når dette sammenholdes med, hvor mange individer der er i de forskellige bestande, kan man udregne sandsynlighederne for, at en hval, der er fanget i et givet område om enten efteråret, vinteren eller foråret, kommer fra en af de otte forskellige sommerbestande i Østcanada og Vestgrønland. Med viden om de historiske fangster i de forskellige sæsoner i alle fangstområderne (Fig. 20.1) kan man så udregne fordelinger i fangsten af narhvaler fra alle bestande.

De fangsttal, der indgår i modellerne for de forskellige bestande, er dog ikke de rå rapporterede tal for antallet af fangne dyr. De fangster, der rapporteres af fangerne, omfatter som regel kun de dyr, de får med hjem. Undersøgelser har vist, at der afhængigt af fangstmetode typisk mistes mellem én og tre narhvaler for hver ti, der kommer med hjem. Fangsttallene korrigeres derfor for tabte dyr, før de bruges i bestandsmodellerne.



Figur 20.1. Kort over fangstområder i Canada og Grønland. Hvert enkelt fangstområde dækker over de geografiske opdelinger af fangsten som, i forskellige sæsoner, indgår i fangst-allokeringsmodellen.

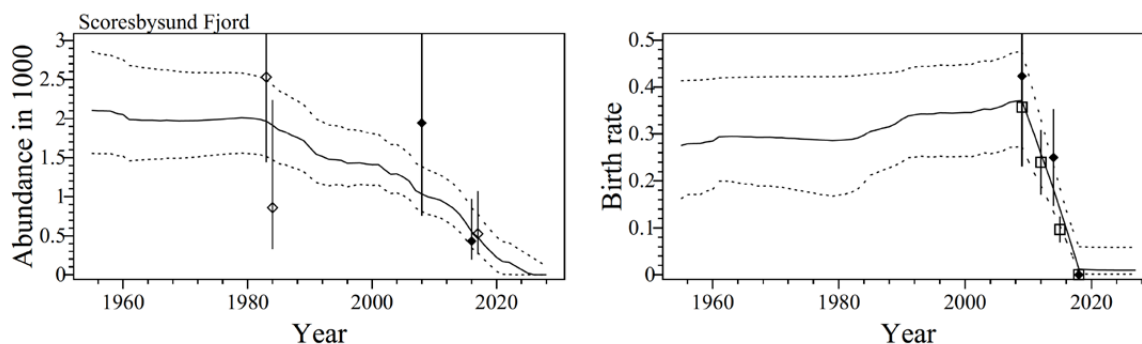
Bestandsudvikling for narhvaler i Østgrønland

For en samlet vurdering af fangsten af narhvaler i Grønland og Østcanada simuleres udviklingen i de tre jagtbare bestande i Østgrønland, de to i Vestgrønland og de seks i Østcanada. Blandt de jagtbare bestande er de tre i Østgrønland langt de mindste. Den oprindelige størrelse af den største jagtbare bestand i Østgrønland (Scoresby Sund) er således beregnet til ca. 40% af den oprindelige størrelse af den mindste bestand i Vestgrønland (Melville Bugt). Nedenfor gennemgås udviklingen i de tre jagtbare bestande i Østgrønland.

Scoresby Sund

Modellen for sommerbestanden i Scoresby Sund med tilstødende fjorde er understøttet af flere data end nogen anden bestandsmodel for narhval. Ud over de historiske fangster fra 1955 til i dag er modellen baseret på to absolutte og tre relative bestandsestimater fra flytællinger. Hertil kommer aldersfordelingen blandt 119 narhvaler, alder for kønsmodenhed for seks hunner samt data for reproduktionsraten over tid, der for 92 kønsmodne hunners vedkommende er bestemt af fangerne og for 41 kønsmodne hunners vedkommende er bestemt af biologer.

Modellen er i stand til at forklare alle disse data, og Fig. 20.2 viser udviklingen i tid for bestanden samt reproduktionsraten blandt de kønsmodne hunner. Modellen udregner blandt andet, at der har været omkring 2.110 (90 % CI: 1.530–2.830) narhvaler i fjordsystemet i 1955. Herfra er bestanden stort set kun faldet i et accelererende tempo på grund af en fangst, der blev større og større indtil 2006, hvor der blev fjernet omkring 120 dyr fra bestanden. I dag (2022) er bestanden estimeret til ikke mere end 204 (90 % CI:38–438) individer, hvilket svarer til ca. 10 % af den oprindelige bestand.



Figur 20.2. Antallet (abundance) af narhvaler over tid (year) og den gennemsnitlige fødselsrate (birth rate) blandt kønsmodne hunner i bestanden i Scoresby Sund Fjord. Kurverne er medianen og 90 % CI (konfidensinterval) af bestandsmodellen, mens punkterne og de lodrette linjer er data og deres CI.

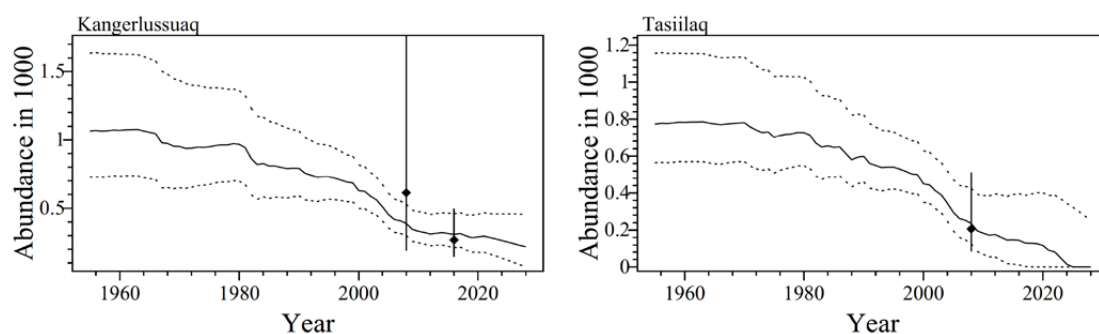
Fra omkring år 2010, hvor bestanden blev mindre end ca. 1.000 narhvaler, begyndte reproduktionsraten at falde drastisk fra omkring 33 % (en unge per hun hvert 3. år) til stort set ingen reproduktion i dag. Den præcise årsag til dette fald kendes ikke, men det er sandsynligvis en effekt af jagten. Uanset grunden har det bevirket, at bestanden med al sandsynlighed aftager i dag – selv hvis al fangst stoppes øjeblikkeligt. Sammenholdt med det lave bestandstal betyder det, at der er stor risiko for, at bestanden bliver udryddet i løbet af ganske få år, hvis jagten fortsætter.

Kangerlussuaq

For sommerbestanden ved Kangerlussuaq er der færre data. Der er dog en fangstserie fra 1955 til i dag samt to absolutte optællinger fra 2008 og 2016. Da der er ret godt styr på narhvalens generelle biologi fra andre områder, er der som minimum brug for mindst ét absolut bestandsestimat samt en fangstserie, for at udviklingen over tid kan udregnes. En sådan fremskrivning (Fig. 20.3) inkluderer usikkerheden i vores generelle forståelse af narhvalens biologi (se Kapitel 4 om narhvalens biologi).

Med et estimat på 1.050 (90 % CI:730 (-1.640) individer i 1955 har den oprindelige bestand ved Kangerlussuaq været omkring halvt så stor som bestanden i Scoresby Sund. Udviklingen over tid er nogenlunde den samme (Fig. 2), dog har fangsten været en del mindre, så bestanden er med et 2022-estimat på 260 individer (90% CI:142-442) "kun" faldet til omkring 25 % af sin oprindelige størrelse.

Da vi ikke har specifikke reproduktionsdata fra Kangerlussuaq, er udgangspunktet i modellen narhvalens generelle biologi, og det betyder her en årlig vækstrate på 2,4 % (90% CI:0,3%-4,7%). Med en nedre konfidensgrænse på 142 narhvaler i 2022 i Kangerlussuaq, mod kun 38 for Scoresby Sund, er bestanden ved Kangerlussuaq måske i bedre forfatning.



Figur 20.3. Antallet af narhvaler i bestandene i Kangerlussuaq og Tasiilaq-området. Kurverne er medianen og 90 % CI af bestandsmodellerne, mens punkterne og de lodrette linjer er optællinger og deres CI.

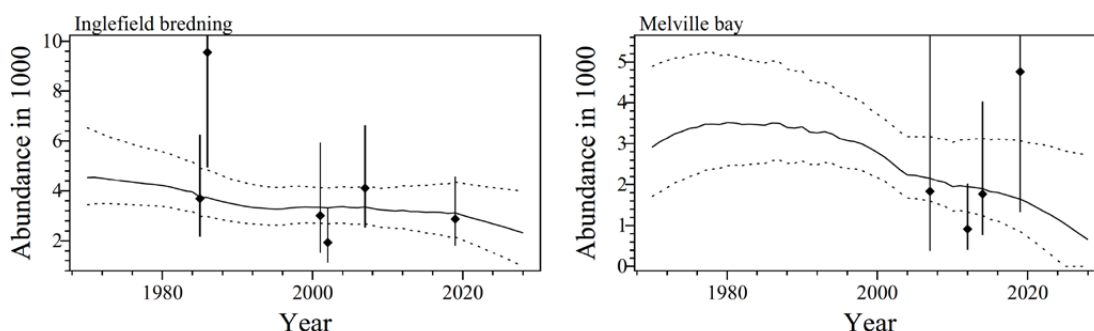
Tasiilaq

For Tasiilaq-området har vi samme mængde data som for området ved Kangerlussuaq. Dog blev der ikke set narhvaler ved Tasiilaq under optællingen i 2016, hvorfor modellen (Fig. 20.3) kun er baseret på fangstdata fra 1955 til i dag samt tællingen fra 2008. Bestanden ved Tasiilaq er den mindste bestand af narhval i Grønland – både historisk og i dag. Med et estimat på 760 narhvaler (90% CI: 560-1.150) i 1955 har den oprindelige bestand i Tasiilaq-området været ca. 65 % mindre end bestanden i Scoresby Sund Fjord. Udviklingen i de to bestande er stort set den samme, og jagten har hele tiden været større end produktionen. Dette har fået bestanden til at falde til et estimat på 123 narhvaler (90% CI:11-394) i 2022, hvilket er ca. 15% af den oprindelige bestand.

Da vi, som i tilfældet med Kangerlussuaq, heller ikke har reproduktionsdata fra Tasiilaq området, er udgangspunktet i modellen narhvalens generelle biologi, som her estimerer en årlig vækstrate på 3,1% (90% CI:0,5%-5,5%). Men, med en nedre konfidensgrænse på kun 11 narhvaler i 2022, er det måske allerede for sent at redde denne bestand fra udryddelse.

Bestandsudvikling for narhvaler i Vestgrønland

De to bestande af narhvaler i Vestgrønland ligger i størrelsesorden mellem dem i Østgrønland og Østcanada. I dag er den største bestand i Østgrønland (Kangerlussuaq) ca. 20% af størrelsen på den mindste bestand i Vestgrønland (Melville Bugt), hvor den største bestand (Inglefield Bredning) er ca. 25% af den mindste bestand i Østcanada (East Baffin Island). Nedenfor gennemgås udviklingen i de to bestande i Vestgrønland, hvor bestandsmodellerne først starter i 1970, så de kan sammenlignes direkte med modellerne for bestandene i Østcanada.



Figur 20.4. Antallet af narhvaler i de to bestande i Vestgrønland. Kurverne er medianen og 90% CI af bestandsmodellerne, mens punkterne og de lodrette linjer er optællinger og deres CI.

Melville Bugt

For sommerbestanden i Melville Bugt har vi en fangstserie og fire absolute bestandsestimater fra flytællinger, hvoraf den sidste er fra 2019 (Fig. 20.4). Ved modelstarten var bestanden allerede præget af jagt, og siden er det estimeret, at bestanden er reduceret fra 2.910 narhvaler (90% CI: 1.710–4.890) i 1970 til 1.250 (90% CI: 420–2.730) i 2022. Dette fald begyndte specielt at tage fart fra omkring år 1990, hvor de årlige fangster inklusive tab øges fra under 100 til omkring 200 ved årtusindskiftet. I dag er bestanden, i lighed med de tre bestande i Østgrønland, stærkt reduceret, sandsynligvis til ca. 25% af sin oprindelige størrelse.

Inglefield Bredning

Bestanden af narhval i Inglefield Bredning er den største sommerbestand i Grønland. Her har vi en fangstserie og seks absolute estimater fra flytællinger i perioden fra 1985 til 2019 (Fig. 20.4). I sammenligning med de fire andre jagtbare bestande af narhval i Grønland er der i Inglefield Bredning en bedre balance mellem jagtens størrelse og produktionen i bestanden. Det har betydet et mindre og relativt jævnt fald fra et estimat på 4.540 narhvaler (90% CI: 3.440–6.540) i 1970 til 2.630 (90% CI: 1.640–3.940) i 2022. Hvor der i dag kun er ca. 40% tilbage af 1970-bestanden i Melville Bugt, er der ca. 60% tilbage af 1970-bestanden i Inglefield Bredning.

Narhvaler i Østcanada

For de seks sommerbestande af narhvaler i Østcanada (Smith Sound, Jones Sound, Somerset Island, Admiralty Inlet, Eclipse Sound, og East Baffin Island) har vi bestandsmodeller i lighed med de ovenfor beskrevne modeller for bestandene i Grønland. De enkelte bestande skal ikke gennemgås her; blot skal det nævnes, at bestandene i Østcanada generelt er meget større end bestandene i Grønland. Sammenlignet med den største bestand i Grønland (Inglefield Bredning) er bestandene i Østcanada i dag mellem 4 og 17 gange større, med et gennemsnit på 7. Dette har stor betydning for jagten i Vestgrønland, hvor det er estimeret at ca. 90% af de narhvaler, der fanges primært om efteråret i Uummannaq, og ca. 80% af de narhvaler, der fanges i Disko Bugt i vinterhalvåret, stammer fra de store sommerbestande i Østcanada. I modsætning hertil er alle narhvaler, der fanges i selve Melville Bugt og Inglefield Bredning inkl. sidefjorde, fra de pågældende sommerbestande.

Rådgivning pr. bestand

Hver bestandsmodel er en statistisk fordeling af mange forskellige fremskrivninger af den historiske udvikling i antallet af hvaler. For hver af disse fremskrivninger kan det præcist udregnes, hvor mange hvaler der skal fanges, for at det nuværende antal forbliver uændret de næste fem år. Når dette beregnes for den samlede fordeling af fremskrivninger, kan man udregne sandsynligheden for at bestanden kan vokse med en given fangst. I NAMMCO og JCNB er man blevet enige om, at der skal være mindst 70% sandsynlighed for, at en bestand i Grønland har tilvækst, og 80% sandsynlighed for, at en bestand i Canada har tilvækst. Det er disse værdier, der fastlægger den videnskabelige rådgivning for en bæredygtig fangst af hvaler fra de forskellige bestande.

Det er dog én ting at blive enige om en regel for bæredygtig fangst. Noget andet er at realisere denne regel politisk i form af kvoter for, hvor mange hvaler der må fanges. For alle jagtbare bestande af narhval i Grønland har man de sidste 50 år høstet af kapitalen, således at alle bestande er gået – og stadig går – tilbage på trods af en fastlagt regel om det modsatte. For de jagtbare bestande i Østgrønland har dette betydet, at Grønland nu står tilbage med bestande, der er så små, at de ikke kan bære nogen form for fangst, hvis ambitionen om 70% sandsynlighed for tilvækst skal opfyldes. Den videnskabelige rådgivning fra NAMMCO er derfor et øjeblikkeligt stop for al fangst af narhval i Østgrønland.

Denne rådgivning modsvares p.t. ikke af de fastlagte kvoter, der for 2022 er 15 for bestanden ved Tasiilaq, 15 for bestanden ved Kangerlussuaq og 20 for bestanden i Scoresby Sund. Her kan man ved brug af bestandsmodellerne udregne, at årlige fangster i denne størrelse betyder, at der er ca. 30% risiko for, at jagten vil udrydde bestandene af narhvaler ved Tasiilaq og Scoresby Sund inden år 2026.

For de to bestande i Vestgrønland ser det noget bedre ud. Her kan man ifølge 2022-rådgivningen fange op til 55 narhvaler pr. år fra bestanden i Inglefield Bredning og op til 24 pr. år fra bestanden i Melville Bugt, hvis ambitionen om 70% sandsynlighed for tilvækst skal opfyldes.

Rådgivning pr. fangstområde

For de seks sommerbestande af narhvaler i Østcanada (Smith Sound, Jones Sound, Ovennævnte rådgivning er afgivet pr. bestand. Den kan derfor bruges direkte for de tre bestande i Østgrønland, men kræver for Vestgrønland og Østcanada en tilbageregning således at rådgivningen ikke afgives på sommerbestandene, men bliver fordelt på de forskellige fangstområder. Til dette benyttes fangst-allokeringsmodellen. Den kan dog ikke i sig selv løse problemet, da den allokerer fangsterne i de forskellige fangstområder til de forskellige bestande. For en given fangst pr. bestand er der derimod et utal af mulige fangster pr. fangstområde, og der er derfor ikke bare en løsning der kan udregnes. Problemet kan kun løses ved at gennemgå et meget stort antal af mulige fangster på tværs af alle fangstområderne og for hver af disse udregne, om de er bæredygtige på tværs af de seks sommerbestande. Dette gøres samtidig med, at man udvælger den af de bæredygtige løsninger, der er mest optimal.

I forbindelse med rådgivningen for 2022 blev mere end to milliarder forskellige fangstmønstre undersøgt på tværs af de 11 forskellige fangstområder i Østcanada og Vestgrønland. Men hvad der er optimalt for ét fangstområde, er ikke nødvendigvis optimalt for et andet. Dette fremgår af Tabel 20.1, der viser, hvordan den optimale, bæredygtige fangst på tværs af de forskellige fangstområder i Vestgrønland er afhængig af, hvor mange narhvaler som fangerne i Upernavik og Savissivik fanger fra bestanden i Melville Bugt.

Fra fangst-allokeringsmodellens analyse af alle satellitsporinger, bestandsestimater og disses usikkerheder er det beregnet, at omkring 10 % og 20 % af de narhvaler, der fanges i hhv. Uummannaq og Disko Bugt, kan komme fra bestanden i Melville Bugt. Der er derfor en negativ sammenhæng mellem den bæredygtige fangst i disse områder, således at fangst i Upernavik/Savissivik skal modsvares af en nedskæring i hhv. Uummannaq og Disko Bugt, hvis den samlede fangst skal være bæredygtig. Det betyder, at hvis man fanger 1 hval mindre i Upernavik/Savissivik, kan der fanges ca. 5 hvaler ekstra i Uummannaq og ca. 2,5 hval ekstra i Disko Bugt.

Hvis man ønsker at optimere den totale fangst af narhvaler i Vestgrønland, skal der fanges 0 hvaler i Upernavik/Savissivik, så man bæredygtigt kan fange hhv. 123 og 54 narhvaler pr. år i Uummannaq og Disko Bugt. I dette tilfælde kan man (hvis der ses bort fra hvaler, der fanges i Etah nord for Qaanaaq) bæredygtigt fange 229 narhvaler pr. år i Vestgrønland, hvoraf hovedparten, dvs. 150, stammer fra sommerbestandene i Østcanada.

Hvis man derimod ønsker den størst mulige bæredygtige fangst i Upernavik/Savissivik (hvilket vil sige 24 narhvaler pr. år), er det ikke muligt at fange narhvaler i Uummannaq og Disko Bugt, hvis fangsten skal være bæredygtig. I dette tilfælde kan man kun fange 79 narhvaler pr. år i Vestgrønland, hvoraf ingen kommer fra sommerbestandene i Østcanada.

I Tabel 20.1 kan man sammenligne 2022-kvoten for fangst af narhvaler i Vestgrønland med tre bæredygtige alternativer baseret på en optimeret fangst, hvor der fanges hhv. 0, 12 og 24 narhvaler pr. år i Upernavik/Savissivik. Som det er tilfældet for Østgrønland, er der også for Vestgrønland stor afstand mellem den videnskabelige rådgivning og det politisk vedtagne niveau for fangst af narhval. Ifølge den videnskabelige rådgivning løber Grønland en stor risiko, når det kommer til bevarelsen af de grønlandske bestande af narhval. Flere af bestandene kan i løbet af ganske få år ende med at slutte sig til listen af grønlandske dyrebestande, der er udryddet af lokal overudnyttelse. Denne liste omfatter hvidhval i Godthåbsfjorden, spættet sæl i hovedparten af dens udbredelsesområde samt flere kolonier af polarlomvie.

Tabel 20.1. Landede fangster pr. fangstområde for 2022-kvoten (i rød kursiv) og tre bæredygtige anbefalinger fra den videnskabelige arbejdsgrupper under JCNB og NAMMCO. Upernavik inkluderer her Savissivik.

Etah	Qaanaaq	Upernavik	Uummannaq	Disko Bugt	I alt
<i>5</i>	<i>98</i>	<i>100</i>	<i>124</i>	<i>97</i>	<i>424</i>
38	52	0	123	54	267
38	52	12	54	31	187
38	55	24	0	0	117



Figur 20.5. Narhvalfangst, Hjørnedal, Scoresby Sund, august 2016.



Figur 20.6. Mattak, narhvalfangst, Hjørnedal, Scoresby Sund, august 2016.





Kapitel 21

**VIDENSKABELIG
RÅDGIVNING**

Videnskabelig rådgivning om narhvaler

Naturinstituttets forskning stræber efter at være videnskabeligt og objektivt funderet uden hensyntagen til personlige eller politiske interesser. Dette sikres ved den bedømmelsesproces, som alle resultater gennemgår i diverse videnskabelige fora, inden de kan bruges til vurdering af bestandene. Det er kun bestandsestimater og biologiske data med en solid videnskabelig dokumentation, der kan godkendes i de internationale fora, og Naturinstituttet samarbejder ofte med internationale eksperter for at sikre kvaliteten af data.

Rådgivning om narhvaler foregår i to internationale organisationers videnskabelige komitéer: JCNB og NAMMCO (se nedenfor). Rådgivningen udformes af de videnskabelige komiteer, og selvom Naturinstituttet bidrager videnskabeligt i dette arbejde, kan Naturinstituttet ikke selv stå for rådgivningen. Målet med rådgivningen er at sikre ressourcens fremtid såvel som den fremtidige udnyttelse af ressourcen.

En central del i rådgivningen er forsigtighedsprincippet, som praktiseres på den måde, at usikkerheden skal komme ressourcen til gode. Dvs. når den tilgængelige viden er utilstrækkelig, skal man rådgive således, at der er mindst mulig risiko for ressourcens fremtidige eksistens. Dette bunder i, at det skal være muligt at handle, hvis data giver anledning til bekymring om den fremtidige bestandsudvikling – også selvom vi endnu ikke har alle de nødvendige videnskabelige data til at underbygge dette. Det skal altså være muligt at træffe beslutninger om rådgivning uanset en evt. videnskabelig usikkerhed.

Det er vigtigt at forstå, at rådgivningen ikke er det samme som kvoten. Rådgivningen er videnskabens bedste bud på bestandens status og fremtid, mens kvoten bestemmes politisk.

Forvaltning af narhvaler

Rådgivningen om fangst af narhvaler er noget, der optager mange folk i Grønland, og vi håber, at dette kapitel kan være med til at give en forståelse for, hvordan rådgivningen fungerer. Fangsten af narhvaler i Grønland blev kvoteret i 2004 i henhold til Hjemmestyrets bekendtgørelse nr. 2 af 12. februar 2004 om beskyttelse og fangst af hvid- og narhvaler. Departementet for Fiskeri og Fangst samt Departementet for Landbrug, Selvforsyning, Energi og Miljø fungerer som administratorer af de nationale og internationale lovgivninger, aftaler og konventioner indenfor biodiversitet, naturbeskyttelses- og udnyttelsespolitik for havpattedyr, som Grønland har valgt at tilslutte sig. Som baggrund for fastsættelsen af kvoter på narhvaler modtager Selvstyret rådgivning fra to organisationer:

- **NAMMCO** – den Nordatlantiske Havpattedyr Kommission; North Atlantic Marine Mammal Commission
- **JCNB** – den Canadisk-Grønlandske Fælles Kommission for Bevaring og Forvaltning af Nar- og Hvidhvaler; Joint Commission for the Conservation and Management of Narwhal and Beluga.

NAMMCO rådgiver om fangst af småhvaler (spækhugger, hvidnæse, hvidskæving, grindehval, marsvin samt narhval i Østgrønland), hvalros og sæler. Mht. narhvaler, rådgiver NAMMCO udelukkende om narhvaler i Østgrønland.

NAMMCO er en regional organisation, der arbejder med bevarelse, rationel forvaltning og studier af havpattedyr i Nordatlanten. Der er fire medlemslande: Færøerne, Grønland, Island og Norge. Danmark, Canada, Rusland og Japan er observatører. NAMMCO er opdelt i Rådet, den Videnskabelige Komité og et Sekretariat i Tromsø samt nogle komitéer og en række tekniske arbejdsgrupper. Der er to forvaltningskomitéer under NAMMCOs Råd: én for sæler og hvalrosser og én for hvaler. Forvaltningskomitéerne drøfter reguleringsforanstaltninger for bestandene af havpattedyr, og beslutninger kræver enstemmig tilslutning. De grønlandske repræsentanter i NAMMCO Rådet kommer fra Departementet for Fiskeri og Fangst. Naturinstituttet og KNAPK kan være med som bisiddere/rådgivere til den grønlandske delegation. Naturinstituttet repræsenterer Grønland i NAMMCOs Videnskabelige Komite (NAMMCO-VK). NAMMCO-VK har en særskilt videnskabelig arbejdsgruppe om narhvaler i Østgrønland (NEGWG). Mange af de samme eksperter sidder i både JWG (se nedenfor).

JCNB rådgiver om kvoter på hvidhval og narhval i Vestgrønland, da disse bestande deles med Canada. JCNB deler videnskabelige arbejdsgrupper med NAMMCO, men har sit eget råd. JCNB-aftalen er formelt en ikke-juridisk bindende hensigtserklæring om samarbejde om fælles bestande i Baffin Bugt (MOU - Memorandum of Understanding). Formålet med denne MOU er at samarbejde om forskning, bevaring og forvaltning af de bestande af narhvaler og hvidhvaler, som vandrer mellem grønlandske og canadiske farvande i Baffin Bugt. I den grønlandske delegation indgår repræsentanter fra Departementet for Fiskeri og Fangst samt fra KNAPK. Naturinstituttet kan deltage i møderne som bisidder/rådgiver til den grønlandske delegation. JCNB har i fællesskab med NAMMCO en videnskabelig arbejdsgruppe om narhval og hvidhval. Dvs. at både JCNB og NAMMCO VK modtager den samme videnskabelige rådgivning.

Under både NAMMCO og JCNB er det rådet, der anmoder det relevant videnskabelige organ om en videnskabelig rådgivning inden for et emne – oftest relateret til bæredygtigheden af fangst. NAMMCOs videnskabelige organ er NAMMCO VK. En fælles videnskabelig arbejdsgruppe under JCNB og NAMMCO-VK modtager anmodninger fra både JCNB og NAMMCO og rådgiver begge disse organisationer. Denne Fælles Videnskabelige Arbejdsgruppe (Joint Working Group, eller JWG) består af repræsentanter fra Grønland og Canada samt inviterede eksperter. Under et typisk møde i JWG vil repræsentanterne fremlægge den nyeste viden om det pågældende emne og gruppen diskuterer derefter disse resultater. Mødet i arbejdsgruppen udmunder i en rapport med aktuelle anbefalinger, der sendes til både JCNB-rådet og til NAMMCO-VK. NAMMCO-VK gennemgår dokumentet og formulerer rådgivning til NAMMCOs forvaltningskomite om hvaler.

Der er i NAMMCOs Videnskabelige Komité enighed om, at med den nuværende tilgængelige viden er fangsten af narhvaler i Grønland for stor i flere af forvaltningsområderne. I Østgrønland f.eks. vil narhvalbestandene med stor sandsynlighed være forsvundet om få år, hvis den nuværende fangst fortsætter (se Kapitel 20 om bestandsvurdering). NAMMCOs videnskabelige komite mener, at resultaterne af undersøgelserne er tydelige og viser en klar nedadgående tendens i væksten. Rådgivningen er givet på baggrund af bl.a. en nedgang i antallet af observerede narhvaler fra flere flytællinger i bestemte områder (kapitel 10), en lavere andel af gravide hunner i dele af fangsten (kapitel 4) samt få observationer af kalve under flytællingerne (kapitel 14). Fangsten er også for stor i Melville Bugt, hvor bestandens størrelse er faldende, og det område, hvor narhvalerne traditionelt færdes om sommeren, er kraftigt indskrænket (se Kapitel 9 om optællinger af narhval og Kapitel 2 om narhvalens udbredelse).

Tabel 21.1 og 21.2 viser den biologiske rådgivning (fra NAMMCO og JCNB) om antal narhvalfangster pr. bestand for Øst- og Vestgrønland. Rådgivningen må ikke forveksles med den kvote, Grønlands Selvstyre fastsætter for de enkelte bestande og områder (se Kapitel 21 om bæredygtig fangst).

CITES

CITES står for "Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna" (Konventionen om international handel med truede arter af vilde dyr og planter), i daglig tale kaldet Washingtonkonventionen. Washingtonkonventionens mål er at regulere handlen med truede dyre- og plantearter gennem restriktioner af eksport og import for CITES-listede arter.

CITES' rolle er at sikre, at de vilde dyr og planter, der indgår i denne handel, "høstes" fra naturen på en bæredygtig måde. Det betyder i praksis, at det kan være forbudt at eksportere visse arter, eller at det kræver særlige tilladelser at eksportere/importere CITES-listede arter – levende såvel som døde. Denne kontrol med eksport og import gør det muligt at følge handlen med CITES-listede arter. Arter må kun handles på tværs af landegrænser, hvis de kan opnå en såkaldt non-detriment finding (NDF), dvs. at forvaltningen af arten sker på et bæredygtigt grundlag, og at en international handel ikke udgør en trussel for bestanden. Narhvalfangstens bæredygtighed vurderes regelmæssigt og internationalt gennem NAMMCO og JCNB, og en vurdering af bæredygtigheden i relation til CITES opdateres årligt af Naturinstituttet. For at opnå en NDF skal fangsten være bæredygtig i samtlige forvaltningsområder, da man i Grønland ikke på nuværende tidspunkt har en dokumentationsmetode, der skelner mellem produkter fra den ene eller den anden bestand.

I Grønland er den administrerende CITES-myndighed Departementet for Landbrug, Selvforsyning, Energi og Miljø. Naturinstituttet er udpeget af Selvstyret som videnskabelig myndighed, der bl.a. har til formål at vurdere bæredygtigheden af eksport af de arter, der optræder på CITES-listen.

I 2005 opnåede narhvaler ikke NDF. Dette gjaldt frem til 2009, hvor narhvaler fik en NDF frem til 2012. Herefter er der årligt ikke givet NDF på narhvaler, da fangsten har oversteget rådgivningen om bæredygtig fangst i flere forvaltningsområder. F.eks. opnåedes der ikke en NDF i 2021, da fangsten i 2018, 2019 og 2020 oversteg rådgivningen om Inglefield Bredning, Melville Bugt, Ittoqqortoormiit, Kangerlussuaq og Tasiilaq.

Tabel 21.1. Den videnskabelige rådgivning (R) fra NAMMCO/JCNCB pr. fangstområde for Vestgrønland efter 2004 med angivelse af fangsttal (F). Rådgivningen må ikke forveksles med kvoten. Fangsttal stammer fra særmeldeskemaerne og er ikke korrigeret for tabstal. For Melville Bugt er rådgivningen sat til 0 for årene 2004-2008 pga. manglende oplysninger om bestandens størrelse; først i 2009 indgik der bestandstal i rådgivningen.

År	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019											
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R												
Etah	52		12	15			0		0		1		0		2		2		0		0		0		0		0		5		0		5		5							
Inglefield Bredning	111		53	48			77		111		63		101		54		129		85		229		229		102		75		98		84		98		98		148					
Uummannaq	67		137	73			95		87		91		42		77		43		78		229		69		69		42		154		120		154		154		145					
Disko Bugt og syd	76		47	19			64		45		74		43		40		56		53				50				30		97		56		97		96		53					
Melville Bugt	68		79	74			138		93		136		49		81		83		71		81		81		113		71		70		88		70		92		70		108			
Sum	374		328	229			374		336		365		235		251		310		287		310		310		334		218		424		348		424		335		424		430		461	

Tabel 21.2. Den biologiske rådgivning (R) fra NAMMCO pr. fangstområde for Østgrønland efter 2009 med angivelse af fangsttallene (F). Rådgivningen må ikke forveksles med kvoten. Fangsttallene stammer fra særmeldeskemaerne og er ikke korrigeret for tabstal.

År	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021															
	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R														
Område																																								
Tasiilaq		29			1		14		14				5		14		3		3		0		0		0		0		0		14		0		0		0		0	
Kangerlussuaq		85	25	85	14	85	2	85	2	85	11	85	11	16	0	10	21	10	15	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0	11	0	0		
Ittoqqortoormiit		14		16	30		31		47		74		74		50		60		51		0		0	36	0	2	0	0	0	57	0	57	0	36	0	2	0	0		
Sum		43	85	41	85	85	47	85	63	85	90	85	90	66	52	20	84	20	69	0	74	0	54	0	20	0	0	0	74	0	74	0	54	0	20	0	20	0		

Referencer

Hjemmesider

Pinngortitaleriffik / Grønlands Naturinstitut: www.natur.gl/uagut/siunertaq/?lang=kl / www.natur.gl/om-os/formaal/

Canadisk-Grønlandske Fælleskommission for Bevaring og Forvaltning af Nar- og Hvidhvaler (JCNB) JWG: https://nammco.no/wp-content/uploads/2022/04/report_jwg_2021.pdf

Nordatlantiske havpattedyrskommission (NAMMCO): <https://nammco.no/>

NAMMCOs Videnskabelige Komité's ad hoc arbejdsgruppe om narhvaler i Østgrønland: https://nammco.no/wp-content/uploads/2021/12/final-report_negwg_2021.pdf

CITES: <https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Departementer/Natur-Miljoe/Natur-og-Klimaafdelingen/CITES>

Departementet for Natur og Miljø: <https://naalakkersuisut.gl/da/Naalakkersuisut/Departementer/Natur-Miljoe>

Naalakkersuisut ressortfordeling: www.naalakkersuisut.gl/~/_media/Nanoq/Files/Kundgoerelser/DK/2019/Cirkulaerer/Bilag/Bilag%20Naalakkersuisut%20ressortfordeling%20april%202019%20DK.pdf

Litteratur

- Allendorf FW, Hohenlohe PA, Gordon L (2010). Genomics and the Future of Conservation Genetics. *Nature Reviews. Genetics* 11 (10): 697–709.
- Allendorf FW, Luikart GH, Aitken SN (2012). *Conservation and the Genetics of Populations*. John Wiley & Sons.
- Ames A, Blackwell SB, Tervo OM and Heide-Jørgensen MP (2021). Evidence of stereotyped contact call use in narwhal (*Monodon monoceros*) mother-calf communication. *PLoS ONE* doi.org/10.1371/journal.pone.0254393.
- Bada JL, Brown S, Masters P (1980). Age determination of marine mammals based on aspartic acid racemization in the teeth and lens nucleus. *Age Determination of Toothed Whales and Sirenia* Report of the International Whaling Commission, Special Issue 3: 113–118.
- Béland P, Vézina A, Martineau D (1988). Potential for growth of the St. Lawrence (Québec, Canada) beluga whale (*Delphinapterus leucas*) population based on modelling. *ICES Journal of Marine Science* 45: 22–32.
- Best RC (1981). The tusk of the narwhal (*Monodon monoceros* L.): interpretation of its function (Mammalia: Cetacea). *Canadian Journal of Zoology* 59: 2386–2393.
- Best RC, Fisher H (1974). Seasonal breeding of the narwhal (*Monodon monoceros* L.). *Canadian Journal of Zoology* 52: 429–431.
- Blackwell SB, Tervo OM, Conrad AS, Sinding MHS, Hansen RG, Ditlevsen S, Heide-Jørgensen MP (2018). Spatial and temporal patterns of sound production in East Greenland narwhals. *PLoS One* 13: e0198295. doi.org/10.1371/journal.pone.0198295.
- Born EW, Heide-Jørgensen MP, Larsen F, Martin AR (1994). Abundance and stock composition of narwhals (*Monodon monoceros*) in Inglefield Bredning (NW Greenland). *Meddelelser om Grønland Bioscience* 39: 51–68.
- Born EW (1986). Observations of narwhals (*Monodon monoceros*) in the Thule area (NW Greenland), August 1984. *Report of the International Whaling Commission* 36:387–392.
- Boye TK, Garde E, Nielsen J, Hedeholm R, Olsen J, Simon M (2020). Estimating the age of West Greenland humpback whales through aspartic acid racemization and eye lens bomb radiocarbon methods. *Frontiers in Marine Science*: 6: doi.org/10.3389/fmars.2019.00811.
- Bröker KC, Hansen RG, Leonard KE, Koski WR, Heide-Jørgensen MP (2019). A comparison of image and observer based aerial surveys of narwhal. *Marine Mammal Science* 35: 1253–1279. doi.org/10.1111/mms.12586.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L (2001). *Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Chambault, P., O.M. Tervo, E. Garde, R.G. Hansen, S.B. Blackwell, T.M. Williams, R. Dietz, C.M. Albertsen, K. Laidre, P. Richard, M.-H. S. Sinding, H.C. Schmidt, M.P. Heide-Jørgensen. The impact of rising sea temperatures on an Arctic top predator, the narwhal. *Sci Rep* 10, 18678 (2020). doi.org/10.1038/s41598-020-75658-6
- Charry B, Marcoux M, Humphries MM (2018). Aerial photographic identification of narwhal (*Monodon monoceros*) newborns and their spatial proximity to the nearest adult female. *Arctic Science* 4: 513–524.
- De March BGE, Canadian Science Advisory Secretariat (2003). *Molecular Genetics of Narwhal (*Monodon monoceros*) from Canada and West Greenland (1982–2001)*.
- Dietz R, Heide-Jørgensen M (1995). Movements and swimming speed of narwhals, *Monodon monoceros*, equipped with satellite transmitters in Melville Bay, northwest Greenland. *Canadian Journal of Zoology* 73: 2106–2119. doi.org/10.1139/z95-248.

- Dietz R, Heide-Jørgensen MP, Born EW, Glahder CM (1994). Occurrence of narwhals (*Monodon monoceros*) and white whales (*Delphinapterus leucas*) in East Greenland. *Meddelelser om Grønland, Bioscience* 39: 69–86.
- Dietz R, Heide-Jørgensen MP, Richard P, Acquarone M (2001). Summer and fall movements of narwhals (*Monodon monoceros*) from northeastern Baffin Island towards northern Davis Strait. *Arctic*: (3) 244–261.
- Dietz R, Heide-Jørgensen MP, Richard P, Orr J, Laidre K, Schmidt HC (2008). Movements of narwhals (*Monodon monoceros*) from Admiralty Inlet monitored by satellite telemetry. *Polar Biology* 31: 1295–1306. doi.org/10.1007/s00300-008-0466-4 .
- Doniol-Valcroze T, Gosselin J-F, Pike DG, Lawson JW, Asselin NC, Hedges K, Ferguson SH (2020). Narwhal Abundance in the Eastern Canadian High Arctic in 2013. NAMMCO Scientific Publications, 11. doi.org/10.7557/3.5100.
- Ellis S, Franks DW, Natrass S, Currie TE, Cant MA, Giles D, Balcomb KC, Croft DP (2018). Analyses of ovarian activity reveal repeated evolution of post-reproductive lifespans in toothed whales. *Scientific Reports* 8: 1–10.
- Funk WC, McKay JK, Hohenlohe PA, Allendorf FW (2012). Harnessing Genomics for Delineating Conservation Units. *Trends in Ecology & Evolution* 27 (9): 489–96.
- Garde E, Hansen RG, Heide-Jørgensen MP (2019). Reconstructing catch history of narwhals in Greenland 1862–2017. *Marine Fisheries Review* 81 (3–4): 105–115.
- Garde E, Heide-Jørgensen MP (2019). Update on life history parameters of narwhals (*Monodon monoceros*) from East and West Greenland. North Atlantic Marine Mammal Commission/Joint Commission on Narwhal and Beluga Report NAMMCO. SC/26/NEGWG/10.
- Garde E, Tervo O, Heide-Jørgensen MP (2019). Life history parameters of narwhals (*Monodon monoceros*) from East Greenland. NAMMCO SC/26/NEGWG/10.
- Garde E, Heide-Jørgensen MP, Ditlevsen S, Tvermosegaard KT, Harding K, Hansén J, Hansen SH (2015). Population dynamics of narwhals *Monodon monoceros* from East and West Greenland. *Journal of Mammalogy* 96(4): 866–879.
- Garde E, Hansen SH, Ditlevsen S, Tvermosegaard KB, Hansen J, Harding KC, Heide-Jørgensen MP (2015). Life history parameters of narwhals (*Monodon monoceros*) from Greenland. *Journal of Mammalogy* 96: 866–879.
- Garde E, Peter Heide-Jørgensen M, Ditlevsen S, Hansen SH (2012). Aspartic acid racemization rate in narwhal (*Monodon monoceros*) eye lens nuclei estimated by counting of growth layers in tusks. *Polar Research* 31: 15865. http://dx.doi.org/10.3402/polar.v31i0.15865.
- Garde E, Heide-Jørgensen MP, Hansen SH, Nachman G, Forchhammer MC (2007). Age-specific growth and remarkable longevity in narwhals (*Monodon monoceros*) from West Greenland as estimated by aspartic acid racemization. *Journal of Mammalogy* 88: 49–58.
- George JC, Bada J, Zeh J, Scott L, Brown SE, O'Hara T, Suydam R (1999). Age and growth estimates of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) via aspartic acid racemization. *Canadian Journal of Zoology* 77: 571–580. doi.org//10.1139/z99-015.
- Graham ZA, Garde E, Heide-Jørgensen MP, Palaoro AV (2020). The longer the better: evidence that narwhal tusks are sexually selected. *Biology letters* 16: 20190950. doi.org//10.1098/rsbl.2019.0950.
- Hansen RG, Borchers DL, Heide-Jørgensen MP (2021). Trends in abundance and distribution of narwhals (*Monodon monoceros*) on the summering grounds in Inglefield Bredning and Melville Bay, Greenland from 2007–2019. NAMMCO-JCNB JWG/2021/11.
- Hansen RG, Witting L, Heide-Jørgensen MP (2019). Calf production of narwhals in Scoresby Sound. NAMMCO SC/26/NEGWG/11.
- Hay KA, Mansfield AW (1989). Narwhal—*Monodon monoceros* Linnaeus, 1758. In S.H. Ridgway and R. Harrison (eds.): *Handbook of marine mammals*. Pp. 145–176. London: Academic Press.

- Hay KA (1980). Age determination of the narwhal, *Monodon monoceros* L. Report of the International Whaling Commission, Special: 119-132.
- Hay KA (1984). The life history of the narwhal (*Monodon monoceros* L.) in the eastern Canadian Arctic. McGill University.
- Hedrick PW (2001). Conservation Genetics: Where Are We Now? Trends in Ecology & Evolution. doi.org//10.1016/s0169-5347(01)02282-0.
- Heide-Jørgensen MP (2020). Abundance of narwhals in Inglefield Bredning in 2001 and 2002. NAMMCO-JCNB JWG/2020/18.
- Heide-Jørgensen MP, Blackwell SB, Williams TM, Sinding MHS, Skovrind M, Tervo OM, Garde E, Hansen RG, Nielsen NH, Ngô MC, Ditlevsen S (2020). Some like it cold: Temperature-dependent habitat selection by narwhals. Ecology and Evolution: 10: 8073- 8090. doi.org/10.1002/ece3.6464.
- Heide-Jørgensen MP (2017). Narwhal, *Monodon monoceros*. Encyclopedia of Marine Mammals 3rd Edition (Eds. B. Würsig, J.G.M Thewissen, K.M. Kovacs). Elsevier, Academic Press, San Diego, 689-692.
- Heide-Jørgensen MP, Nielsen NH, Teilmann J, Leifsson PS (2017). Long-term tag retention on two species of small cetaceans. Marine Mammal Science 33: 713-725. doi.org/10.1111/mms.12394.
- Heide-Jørgensen M, Sinding M-H, Nielsen N, Rosing-Asvid A, Hansen R (2016). Large numbers of marine mammals winter in the North Water polynya. Polar Biology 39: 1605-1614. doi.org/10.1007/s00300-015-1885-7
- Heide-Jørgensen MP, Nielsen NH, Hansen RG, Schmidt HC, Blackwell SB, Jørgensen OA (2015). The predictable narwhal: satellite tracking shows behavioural similarities between isolated sub-populations. Journal of Zoology 297: 54-65.
- Heide-Jørgensen M, Nielsen NH, Hansen RG, Blackwell SB (2014). Stomach temperature of narwhals (*Monodon monoceros*) during feeding events. Animal Biotelemetry 2: 9. doi.org/10.1186/2050-3385-2-9.
- Heide-Jørgensen MP, Burt LM, Hansen RG, Nielsen NH, Rasmussen M, Fossette S, Stern H (2013). The significance of the North Water polynya to Arctic top predators. Ambio 42: 596-610.
- Heide-Jørgensen MP, Hansen RG, Westdal K, Reeves RR, Mosbech A (2013). Narwhals and seismic exploration: Is seismic noise increasing the risk of ice entrapments? Biological Conservation 158: 50-54. doi.org/10.1016/j.biocon.2012.08.005.
- Heide-Jørgensen M, Garde E, Nielsen N, Andersen O, Hansen S (2012). A note on biological data from the hunt of bowhead whales in West Greenland 2009-2011. J Cetacean Res Manag 12: 329-333.
- Heide-Jørgensen MP, Richard PR, Dietz R, Laidre KL (2012). A metapopulation model for Canadian and West Greenland narwhals. Animal Conservation 16: 331-343. doi.org/10.1111/acv.12000.
- Heide-Jørgensen MP, Garde E (2011). Fetal growth of narwhals (*Monodon monoceros*). Marine Mammal Science 27: 659-664. doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00423.x.
- Heide-Jørgensen M, Laidre KL, Burt ML, Borchers DL, Marques TA, Hansen RG, Rasmussen M, Fossette S (2010). Abundance of narwhals (*Monodon monoceros*) on the hunting grounds in Greenland. Journal of Mammalogy 91: 1135-1151.
- Heide-Jørgensen MP, Dietz R, Laidre KL, Nicklen P, Garde E, Richard P, Orr J (2008). Resighting of a narwhal (*Monodon monoceros*) instrumented with a satellite transmitter. Arctic: 395-398.
- Heide-Jørgensen MP, Laidre KL (2004). Declining extent of open-water refugia for top predators in Baffin Bay and adjacent waters. Ambio 33: 487-494.

- Heide-Jørgensen MP (2004). Aerial digital photographic surveys of narwhals, *Monodon monoceros*, in northwest Greenland. *Marine Mammal Science* 20: 246–261.
- Heide-Jørgensen MP, Dietz R, Laidre KL, Richard P, Orr J, Schmidt HC (2003). The migratory behaviour of narwhals (*Monodon monoceros*). *Canadian Journal of Zoology* 81: 1298–1305. doi.org/10.1139/z03-117
- Heide-Jørgensen M, Acquarone M (2002). Size and trends of the bowhead whale, beluga and narwhal stocks wintering off West Greenland. *NAMMCO Scientific Publications* 4: 191–210.
- Heide-Jørgensen M, Dietz R, Laidre K, Richard P (2002). Autumn movements, home ranges, and winter density of narwhals (*Monodon monoceros*) tagged in Tremblay Sound, Baffin Island. *Polar Biology* 25: 331–341. doi.org/10.1007/s00300-001-0347-6.
- Heide-Jørgensen M, Richard P, Ramsay M, Akeagok S (2002). Three recent ice entrapments of Arctic cetaceans in West Greenland and the eastern Canadian High Arctic. *NAMMCO Scientific Publications* 4: 143–148.
- Heide-Jørgensen M, Hammeken N, Dietz R, Orr J, Richard P (2001). Surfacing Times and Dive Rates for Narwhals (*Monodon monoceros*) and Belugas (*Delphinapterus leucas*). *Arctic* 54 (3): 284–298.
- Heide-Jørgensen M, Dietz R (1995). Some characteristics of narwhal, *Monodon monoceros*, diving behaviour in Baffin Bay. *Canadian Journal of Zoology* 73: 2120–2132.
- Heide-Jørgensen MP, Teilmann J (1994). Growth, reproduction, age structure and feeding habits of white whales (*Delphinapterus leucas*) in West Greenland Waters. *Meddelelser om Grønland, Bioscience* 39: 195–212.
- Heide-Jørgensen M, Lassen H, Teilmann J, Davis R (1993). An index of the relative abundance of wintering belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, off West Greenland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 2323–2335.
- Heide-Jørgensen MP, Reeves RR (1993). Description of an anomalous monodontid skull from west Greenland: a possible hybrid? *Marine Mammal Science* 9: 258–268.
- Higdon JW, Ferguson SH (2017). Database of aerial surveys and abundance estimates for beluga whales (*Delphinapterus leucas*) and narwhals (*Monodon monoceros*) in the Canadian Arctic. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 3211: v + 48 p.
- Innes S, Heide-Jørgensen M, Laake JL, Laidre KL, Cleator HJ, Richard P, Stewart RE (2002). Surveys of belugas and narwhals in the Canadian high Arctic in 1996. *NAMMCO Scientific Publications* 4: 169–190.
- Kapusta A, Suh A, Feschotte CC (2017). Dynamics of Genome Size Evolution in Birds and Mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (8): E1460–69.
- Koski WR, Davis RA (1994). Distribution and numbers of narwhals (*Monodon monoceros*) in Baffin Bay and Davis Strait. *Meddelelser om Grønland Bioscience* 39: 15–40.
- Laidre KL, Moon T, Hauser DD, McGovern R, Heide-Jørgensen MP, Dietz R, Hudson B (2016). Use of glacial fronts by narwhals (*Monodon monoceros*) in West Greenland. *Biology letters* 12: 20160457. doi.org/10.1098/rsbl.2016.0457.
- Laidre K, Heide-Jørgensen MP, Stern H, Richard P (2012). Unusual narwhal sea ice entrapments and delayed autumn freeze-up trends. *Polar Biology* 35: 149–154. doi.org/10.1007/s00300-011-1036-8
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP (2011). Life in the lead: extreme densities of narwhals *Monodon monoceros* in the offshore pack ice. *Marine Ecology Progress Series* 423: 269–278. doi.org/10.3354/meps08941
- Laidre K, Heide-Jørgensen M, Ermold W, Steele M (2010). Narwhals document continued warming of southern Baffin Bay. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 115: C10049, doi.org/10.1029/2009JC005820

- Laidre KL, Stirling I, Lowry LF, Wiig Ø, Heide-Jørgensen MP, Ferguson SH (2008). Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecological Applications* 18: S97-S125. doi.org/10.1890/06-0546.1
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP (2007). Using narwhals as ocean-observing platforms in the high Arctic. *Oceanography* 20: 30-35.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP, Orr JR (2006). Reactions of narwhals, *Monodon monoceros*, to killer whale, *Orcinus orca*, attacks in the eastern Canadian Arctic. *The Canadian Field-Naturalist* 120: 457-465.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP (2005). Arctic sea ice trends and narwhal vulnerability. *Biological Conservation* 121: 509-517.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen M (2005). Winter feeding intensity of narwhals (*Monodon monoceros*). *Marine Mammal Science* 21: 45-57. doi.org/10.1111/j.1748-7692.2005.tb01207.x.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP, Logsdon ML, Hobbs RC, Dietz R, VanBlaricom GR (2004). Fractal analysis of narwhal space use patterns. *Zoology (Jena)* 107: 3-11.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP, Logsdon M, Hobbs RC, Heagerty P, Dietz R, Jørgensen OA, Treble M (2004). Seasonal narwhal habitat associations in the high Arctic. *Marine Biology* 145: 821-831.
- Laidre K (2004). Deep-ocean predation by a high Arctic cetacean. *ICES Journal of Marine Science* 61: 430-440. doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.02.002.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP, Dietz R, Hobbs RC, Jørgensen OA (2003). Deep-diving by narwhals *Monodon monoceros*: differences in foraging behavior between wintering areas? *Marine Ecology Progress Series* 261: 269-281. doi.org/10.3354/meps261269.
- Laidre KL, Heide-Jørgensen MP, Dietz R (2002). Diving behaviour of narwhals (*Monodon monoceros*) at two coastal localities in the Canadian High Arctic. *Canadian Journal of Zoology* 80: 624-635.
- Larsen F, Heide-Jørgensen M, Martin A, Born E (1994). Line-transect estimation of abundance of narwhals (*Monodon monoceros*) in Scoresby Sund and adjacent waters. *Meddelelser om Grønland Bioscience* 39: 87-91.
- Louis M, Skovrind M, Samaniego Castruita JA, Garilao C, Kaschner K, Gopalakrishnan S, Haile JS, Lydersen C, Kovacs KM, Garde E, Heide-Jørgensen MP, Postma L, Ferguson SH, Willerslev E, Lorenzen ED (2020). Influence of past climate change on phylogeography and demographic history of narwhals, *Monodon monoceros*. *Proceedings of the Royal Society B* 287: 20192964.
- Marcoux M, Montsion LM, Dunn JB, Ferguson SH, Matthews CJD (2019). Estimate of the abundance of the Eclipse Sound narwhal (*Monodon monoceros*) summer stock from the 2016 photographic aerial survey. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2019/028. iv + 16 p.
- Masters PM, Bada JL, Zigler JS (1977). Aspartic acid racemisation in the human lens during ageing and in cataract formation. *Nature* 268: 71-73. doi.org/10.1038/268071a0.
- NAMMCO-JCNB Joint Working Group (2021). Report of the Joint Working Group Meeting of the NAMMCO Scientific Committee Working Group on the Population Status of Narwhal and Beluga in the North Atlantic and the Canada/Greenland Joint Commission on Conservation and Management of Narwhal and Beluga Scientific Working Group. December 2021, Winnipeg, Canada.
- Ngô MC, Raghavendra S, Tervo OM, Heide-Jørgensen MP and Ditlevsen S (2021). Detection of foraging behavior from accelerometer data using U-Net type convolutional networks. *Ecological Informatics*, 62, 101275. doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101275.
- Ngô MC, Heide-Jørgensen MP, Ditlevsen S (2019). Understanding narwhal diving behaviour using Hidden Markov Models with dependent state distributions and long range dependence. *PLoS computational biology* 15: e1006425. doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006425.

- Nielsen NH, Garde E, Heide-Jørgensen MP, Lockyer CH, Ditlevsen S, Ólafsdóttir D, Hansen SH (2013). Application of a novel method for age estimation of a baleen whale and a porpoise. *Marine Mammal Science* 29: E1-E23.
- Nielsen NH, Víkingsson GA, Hansen SH, Ditlevsen S, Heide-Jørgensen MP (2017). Two techniques of age estimation in cetaceans: GLGs in teeth and earplugs, and measuring the AAR rate in eye lens nucleus. *NAMMCO Scientific Publications* 10. doi.org/10.7557/3.4184
- Olesiuk P, Bigg M, Ellis G (1990). Life history and population dynamics of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. Report of the International Whaling Commission, Special 12: 209-243.
- Palsbøll P, Heide-Jørgensen M, Dietz R (1997). Distribution of mtDNA haplotypes in narwhals, *Monodon monoceros*. *Heredity* 78: 284-292. doi.org/10.1038/hdy.1997.43.
- Palsboll P, Berube M, Allendorf F (2007). Identification of Management Units Using Population Genetic Data. *Trends in Ecology & Evolution*. doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.003.
- Palsbøll PJ, Heide-Jørgensen MP, Dietz R (1997). Population Structure and Seasonal Movements of Narwhals, *Monodon monoceros*, Determined from mtDNA Analysis. *Heredity* 78 (March): 284-92.
- Petersen SD (2011). Population Genetic Structure of Narwhal (*Monodon monoceros*).
- Petersen SD, Tenkula D, Ferguson SH (2011). Population Genetic Structure of Narwhal (*Monodon monoceros*). Fisheries and Oceans Canada, Science.
- Rasmussen MH, Koblitz JC, Laidre KL (2015). Buzzes and high-frequency clicks recorded from narwhals (*Monodon monoceros*) at their wintering ground. *Aquatic Mammals* 41(3):256 – 264. doi.org/10.1578/AM.41.3.2015.256
- Reeves RR, Ewins PJ, Agbayani S, Heide-Jørgensen MP, Kovacs KM, Lydersen C, Suydam R, Elliott W, Polet G, van Dijk Y, Blijleven R (2014). Distribution of endemic cetaceans in relation to hydrocarbon development and commercial shipping in a warming Arctic. *Marine Policy* 44: 375-389.
- Reeves RR, Heide-Jørgensen MP (1994). Commercial aspects of the exploitation of narwhals (*Monodon monoceros*) in Greenland, with emphasis on tusk exports. *Meddelelser om Grønland Bioscience* 39: 119-134.
- Richard P, Laake J, Hobbs R, Heide-Jørgensen M, Asselin N, Cleator H (2010). Baffin Bay narwhal population distribution and numbers: aerial surveys in the Canadian High Arctic, 2002-04. *Arctic* 63: 85-99
- Riget F, Dietz R, Møller P, Glasius M, Palsbøll P, Hobson K, Danmarks Miljøundersøgelser (2002). Population Structure of West Greenland Narwhals: A Multidisciplinary Approach.
- Siegstad H, Heide-Jørgensen M-P (1994). Ice entrapments of narwhals (*Monodon monoceros*) and white whales (*Delphinapterus leucas*) in Greenland. *Meddelelser om Grønland Bioscience* 39: 151-160.
- Skovrind M, Castruita JAS, Haile J, Treadaway EC, Gopalakrishnan S, Westbury MV, Heide-Jørgensen MP, Szpak P, Lorenzen ED (2019). Hybridization between two high Arctic cetaceans confirmed by genomic analysis. *Scientific Reports* 9: 7729, doi.org/10.1038/s41598-019-44038-0.
- Smith TG, Hammill MO, Burrage DJ, Sleno GA (1985). Distribution and abundance of belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhals, *Monodon monoceros*, in the Canadian High Arctic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42:676-684.
- Stafford KM, Laidre KL, Heide-Jørgensen MP (2012). First acoustic recordings of narwhals (*Monodon monoceros*) in winter. *Marine Mammal Science* 28: E197-E207.
- Stewart REA, Campana SE, Jones CM, Stewart BE (2006). Bomb radiocarbon dating calibrates beluga (*Delphinapterus leucas*) age estimates. *Canadian Journal of Zoology* 84: 1840-1852.

- Tervo OM, Blackwell SB, Ditlevsen S, Conrad AS, Samson AL, Garde E, Hansen RG and Heide-Jørgensen MP (2021). Narwhals react to ship noise and airgun pulses embedded in background noise. *Biology Letters*. 17 (11) November 2021. doi.org/10.1098/rsbl.2021.0220.
- Tervo OM, Ditlevsen S, Ngô MC, Nielsen NH, Blackwell SB, Williams TM and Heide-Jørgensen MP (2021). Hunting by the stroke: How foraging drives diving behavior and swimming biomechanics of East-Greenland narwhals (*Monodon monoceros*). *Front. Mar. Sci.*, 21 January 2021. doi.org/10.3389/fmars.2020.596469.
- Vacquié-Garcia J, Lydersen C, Marques TA, Aars J, Ahonen H, Skern-Mauritzen M, Øien N, Kovacs KM (2017). Late summer distribution and abundance of ice-associated whales in the Norwegian High Arctic. *Endangered Species Research* 32: 59-70.
- Watt CA, Hornby C, Hudson J (2020). Narwhal (*Monodon monoceros*) abundance estimate from the 2018 aerial survey of the Northern Hudson Bay population. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2020/073. iv + 15 p.
- Watt CA, Doniol-Valcroze T, Witting L, Hobbs R, Hansen RG, Lee DS, Marcoux M, Lesage V, Garde E, Ferguson SH, Heide-Jørgensen MP (2019). Hunt allocation modeling for migrating marine mammals. *Marine Fisheries Review* 81(3-4): 125-136.
- Watt CA, Orr JR, Heide-Jørgensen MP, Nielsen NH, Ferguson SH (2015). Differences in dive behavior among the world's three narwhal (*Monodon monoceros*) populations correspond with dietary differences. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 525: 273-285, 2015, doi.org/10.3354/meps11202.
- Watt CA, Heide-Jørgensen M, Ferguson S (2013). How adaptable are narwhal? A comparison of foraging patterns among the world's three narwhal populations. *Ecosphere* 4(6), article 71. doi.org/10.1890/ES13-00137.1.
- Westbury MV, Petersen B, Garde E, Heide-Jørgensen M, Ditlevsen S, Tvermosegaard K, Harding K, Hansén J, Hansen S (2015). Population dynamics of narwhals *Monodon monoceros* from East and West Greenland. *Journal of Mammalogy* 96: 866-879.
- Westbury MV, Petersen B, Garde E, Heide-Jørgensen MP, Lorenzen ED (2019). Narwhal Genome Reveals Long-Term Low Genetic Diversity despite Current Large Abundance Size, *iScience*. doi.org/10.1016/j.isci.2019.03.023.
- Wiig Ø, Heide-Jørgensen MP, Laidre KL, Garde E, Reeves RR (2012). Geographic variation in cranial morphology of narwhals (*Monodon monoceros*) from Greenland and the eastern Canadian Arctic. *Polar Biology* 35: 63-71. doi.org/10.1007/s00300-011-1032-z.
- Williams TM, Heide-Jørgensen MP, Pagano AM, Bryce CM (2020). Hunters versus Hunted: New perspectives on the energetic costs of survival at the top of the food chain. *Functional Ecology* 34: 2015-2019. doi.org/10.1111/1365-2435.13649.
- Williams TM, Blackwell SB, Richter B, Sinding MS, Heide-Jørgensen MP (2017). Paradoxical escape responses by narwhals (*Monodon monoceros*). *Science* 358: 1328-1331.
- Witting L, Doniol-Valcroze T, Hobbs RC, Ditlevsen S, Heide-Jørgensen (MP) 2019. Meta-population modelling of narwhals, *Monodon monoceros*, in East Canada and West Greenland. *Marine Fisheries Review* 81(3-4); 116-124.

Appendiks 1

Forfatter biografi, alfabetisk rækkefølge

Eline Lorenzen, lektor ved Københavns Universitet, Section for Evolutionary Genomics. Leder af forskningsgruppe der bl.a. forsker i narhval populationsgenetik.

Eva Garde, seniorforsker ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Arbejder primært med narhvalens biologi, herunder aldersbestemmelse og estimering af biologiske parametre. Har stået for prøveindsamling i Vest-, Nord- og Østgrønland.

Fernando Ugarte, afdelingsleder for afdelingen for Pattedyr og Fugle, Grønlands Naturinstitut. Arbejdet med havpattedyr i Nordatlanten siden 1990 og i Grønland siden 2005. Han har deltaget i narhvaltællinger i Qaanaaq og Vestgrønland og i mærkning af narhvaler i Scoresby Sund og Kangerlussuaq, Østgrønland. Fra 2005 - 2007 arbejdede han i direktoratet for fiskeri og fangst, med forvaltning af hvaler, herunder rådgivning fra NAMMCO og JCNB.

Mads Peter Heide-Jørgensen, Professor, ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Har siden 1980'erne forestået en række undersøgelser af narhvaler (flyoptællinger, satellitsporinger i Canada og Grønland, indsamling af prøver og undersøgelser af narhvalernes generelle biologi). MPHJ har desuden stået for oprettelse af feltstationer til undersøgelse af narhvaler i Canada, Avanersuaq, Uummannaq og Scoresby Sund.

Marie Louis, post. doc. ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Arbejder med genetiske undersøgelser af narhvaler.

Nynne Hjort Nielsen, PhD ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Har arbejdet på forskellige projekter involverende narhvaler, herunder flytællinger og satellitmærkning fra 2010-2020.

Outi Tervo, forsker ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Arbejder med narhvalers adfærd herunder lydproduktion, dykkeadfærd, bevægelser og påvirkning fra menneskeskabt støj. Har deltaget i mærkning af narhvaler med arkiv-tags og satellitsendere samt stået for opretholdelse af databaser siden 2016.

Rikke Guldborg Hansen, seniorrådgiver ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Har arbejdet på mange forskellige projekter involverende narhvaler, herunder flytællinger og satellitmærkning siden 2007. Ud over narhval i Øst- og Vestgrønland arbejder hun med flytællinger, satellitmærkning og prøveindsamling for både små- og storhvaler samt sæler.

Lars Witting, Seniorforsker ved Grønlands Naturinstitut, afdelingen for Pattedyr og Fugle. Er specialiseret i teoretisk populations biologi og har siden 1998 arbejdet med bestandsvurderinger af, og rådgivning vedrørende, havpattedyr i Grønland. Ud over narhval i Øst og Vestgrønland, samt Østcanada har han arbejdet med vurderinger for storhvaler, hvidhval, marsvin og hvalros.

Appendiks 2

Taksigelser

Adskillige samarbejdspartnere fra forskellige internationale videnskabelige institutioner, assistenter samt lokalbefolkningen i områder hvor narhvaler opholder sig har alle bidraget til de oplysninger som danner baggrund for denne hvidbog og forfatterne skylder en stor tak til alle, herunder:

Gaba Abelsen	Sixten Hüllert	Mikael Mikaelson
Mario Acquarone	Ado Isaksen	Niels Miunge
Albert Anike	Randy Itdlout	Asger Moos
Johan Arqe (afdød)	Finn Jessen Jensen	Jeppe Møhl
Aqqalu Barselajsen	Hans Jensen	Johannes Mølgård
Augo Barselajsen	Martin Jensen	Kale Mølgård
Jens-Emil Barselajsen	Mikkel Villum Jensen	Lars Peter Mølgård
Susanna Blackwell	Nikolaj Jensen	Anton Møller
Boas Boasen	Kristian Josefsen	Jens Møller
David Borchers	Konrad Kalia	Karl Møller
Tenna Kragh Boye	Paulus Karlsen	Mikael Møller
Louise Burt	Mosesie Keenainak	Joannie Mucktar
Abel Brandt	Inookee Killiktee	Karl Napatoq (afdød)
Philippine Chambault	Frede Kilime	Mahn Cuong Ngo
John Christensen	Jens Kjeldsen	Rasmus Due Nielsen
Casper Christoffersen	Kunuk Kloster	Gert Olsen
Mads Christoffersen	Lars Kleivane	Jack Orr (afdød)
Alexander S. Conrad	Avigiaq Kristiansen	Kigutigaaq Petersen
Jens Danielsen	Gedion Kristiansen	Leif Petersen (afdød)
Rune Dietz	Mads Ole Kristiansen	Naimanitsoq Petersen (afdød)
Susanne Ditlevsen	Mikkeli Kristiansen	Timotheus Petersen
Jen Guy Duchesse	Naimanitsoq Kristiansen	Siggi Petursson
Bolethe Skifte Egede	Quluteq Kristiansen	Atalia Pike
Illannguaq Egede	Gabriel Kruse	Georg Pike
Carsten Egevang	Jørgen Kruse	Ilanguaq Qaerngaq
Kristian Eipe	Karl Kristian Kruse	Isaq Qujaukitsoq
Ole Emanuelsen	Lars-Kristian Kruse	Pullaq Qujaukitsoq
Sabrina Fosette	Qavi Kruse	Thomas Qujaukitsoq
Ejner Hammeken	Kristin Laidre	Nadya Ramirez-Martinez
Nanette Hammeken	Rasmus Stenbak Larsen	Lars Rasmussen
Hjelmar Hammeken	Kim Lemming	Silje Rekdal,
Scoresby Hammeken	Kathleen Leonard	Pierre Richard
Åge Hammeken Danielsen	Dennis Litovka	Beau Richter
Per Hangaard	Jan Lorentzen	Anders Sainimuinaq
Knud Hansen	Frederik Løvstrøm	Adeline L. Samson
Solveig Heide-Jørgensen	Hans Løvstrøm	Hans Christian Schmidt
Kare Broberg Heilmann	Lars Peter Løvstrøm	Mikkel Skovrind
Laila Lennert Juul	Anders Madsen	Mikkel-Holger S. Sinding
Rod Hobbs	Andreas Madsen	Per Trinhammer
Marguerite Holloway	Martin Madsen	Terrie Williams
Alice Hüllert	Dines Mikaelson	

Hvidbogen om narhvalen er forfattet af førende eksperter på Grønlands Naturinstitut indenfor naturvidenskabelig narhval-forskning i Grønland. Bogen indeholder al tilgængelig naturvidenskabelig og økonomisk viden vedrørende narhvaler, som Naturinstitutet har produceret de seneste 40 år. Hvidbogen er opdelt i 21 kapitler der omhandler biologisk viden om -, den økonomiske betydning af - samt menneskeskabte påvirkninger af narhvaler.

Kapitlerne omhandler generel viden om narhvaler, der bl.a. dækker narhvalens udbredelse, bestandsstruktur, optællinger samt genetiske studier. De biologiske parametre beskriver vores viden om aldersbestemmelse, kønsmodenhed og reproduktionsrate. Narhvalens adfærd inkluderer omfattende viden om dykkeadfærd, akustisk adfærd, fysiologi, fødevalg og temperaturtolerance. De menneskeskabte påvirkninger omfatter den direkte påvirkning fra fangsten, hvor fangernes egne oplysninger beskrives for de forskellige forvaltningsområder. Den indirekte menneskeskabte påvirkning som forårsager øget havtemperaturer og et højere undersøiske lydlandskab belyses, og slutteligt er der en beskrivelse af hvorledes populationsmodeller, der fremskriver bestandsvæksten bruges i den videnskabelige rådgivning om bæredygtig fangst.