

Hvidbog om

# NARHVALEN

i Grønland



Hvidbog om  
**NARHVALEN**  
i Grønland



*Teknisk rapport nr. 123, 2022*  
*Pinnngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut*

Titel: Hvidbog om narhvalen i Grønland

Redaktion: Rikke Guldborg Hansen og Nynne Hjort Nielsen

Forfattere (alfabetisk): Eline Lorenzen, Eva Garde, Fernando Ugarte, Mads Peter Heide-Jørgensen, Marie Louis, Nynne Hjort Nielsen, Outi Tervo, Rikke Guldborg Hansen og Lars Witting

Serietitel og nummer: Teknisk rapport nr. 123

Udgiver: Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut

Udgivelsestidspunkt: December, 2022

Redaktionen afsluttet: December, 2022

Grafisk formgivning: Carsten Egevang

Fotos: Hvor intet andet er oplyst, er fotos i rapporten taget af Carsten Egevang og rapportens forfattere.

ISBN: 9788797297766

ISSN: 1397-3657

Bedes citeret: Hansen, R. G & N. H. Nielsen 2022. Hvidbog om narhvalen i Grønland. Teknisk rapport nr. 123, Grønlands Naturinstitut.

Rekvireres: Rapporten findes på instituttets hjemmeside

Det er muligt at rekvirere en udskrift af rapporten her:

Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut  
Postboks 570  
3900 Nuuk  
Grønland

Tlf. +299 32 10 95  
info@natur.gl

www.natur.gl

# Indhold

<b>REFERAT</b>	<b>7</b>
Referat	9
Summary	11
Eqikkaanaq	13
<b>INDLEDNING</b>	<b>23</b>
Bogens opbygning	26
<b>UDBREDELSE</b>	<b>29</b>
<b>ØKONOMISK BETYDNING</b>	<b>33</b>
Indhandling af stødtænder	35
Betydning af narhvalens værdi	37
<b>BIOLOGI</b>	<b>39</b>
Narhvalens tand	41
Aldersbestemmelse	42
Alders- og kønsfordeling af narhvaler	44
Hvalernes vækst	45
Reproduktion og dødelighed	49
Alder ved kønsmodenhed og ved første unge	51
Graviditetsrater	54
Narhvalhannernes reproduktion	56
Usædvanlige narhvaler	58
<b>DYKKEADFÆRD</b>	<b>61</b>
De dybeste dyk	63
De længste dyk	64
Dykketyper	65
Fysiologiske tilpasninger til dykkeadfærden	66
<b>AKUSTISK ADFÆRD</b>	<b>69</b>
Lydproduktion	70
Signaltyper	71
<b>FØDEVALG &amp; ENERGIBEHOV</b>	<b>75</b>
Menukortet	76
Årstidsvariation	77
Den økologiske betydning af fødeoptagelsen	78

<b>VANDRINGER</b>	<b>83</b>
Canada og Vestgrønland	86
Generelle vandringsmønstre	86
<b>OPTÆLLINGER</b>	<b>93</b>
Fly- og landbaserede tællinger af narhvaler i 1980´erne	94
Flytællinger af narhvaler i 1990´erne	99
Flytællinger af narhvaler efter 2000 - Vestgrønland	100
Flytællinger af narhvaler efter 2000 - Østgrønland	109
Canadiske tællinger	113
Konklusion på flytællinger	114
<b>BESTANDESTIMERING</b>	<b>117</b>
Flytælling	118
Optællingsmetode	120
Neddykkede hvaler	123
Bestandsestimat og usikkerhed	123
Optællingsmetode	124
<b>STATISTIK FOR FANGST</b>	<b>127</b>
<b>FANGERNES OPLYSNINGER</b>	<b>133</b>
Særmeldeskeskemaer og forvaltningsområder	134
Vestgrønland	136
Østgrønland	150
<b>MÆRKNING-GENFANGST</b>	<b>159</b>
<b>OBSERVATIONER AF KALVE</b>	<b>165</b>
Observationer af kalve fra flytællinger	166
<b>DNA &amp; GENETIK</b>	<b>169</b>
Tidlige DNA-undersøgelser af narhvalens bestandsstruktur	170
Igangværende DNA-studier	171
Kerne-DNA bidrager med yderligere indsigter	172
<b>FELTSTATION I HJØRNEDAL</b>	<b>175</b>
Statistik fra feltundersøgelser 2010-2020	176
<b>LYDFORSTYRRELSER</b>	<b>179</b>
Støj i havet	180
Menneskeskabt støj	181
Narhvalens støjfølsomhed	182
Ændringer i narhvalernes bevægelser og fødesøgningsadfærd	182
Betydning af ændringer i adfærd	185

<b>STRESSFYSIOLOGI</b>	<b>187</b>
Temperatur som stressfaktor	188
Konflikt med hjerterytmen	189
Forstyrrelser koster energi	191
<b>KLIMAFORANDRINGER</b>	<b>193</b>
Påvirkning af fødesøgning	194
Tilgængelighed af byttedyr	194
Varmestress hos narhvaler	195
Flere spækhuggere og færre isbjørneangreb	195
Patogene bakterier, virus og parasitter	195
Trafik og industriel aktivitet	196
Øget fangsttryk med mindre is	197
Klimaeffekter på hvalerne	198
<b>BESTANDSVURDERING &amp; BÆREDYGTIG FANGST</b>	<b>201</b>
Bestandsafgrænsning	202
Gode data betyder alt	202
Fordeling af historiske fangster	203
Bestandsudvikling for narhvaler i Østgrønland	205
Bestandsudvikling for narhvaler i Vestgrønland	207
Narhvaler i Østcanada	208
Rådgivning pr. fangstområde	209
<b>VIDENSKABELIG RÅDGIVNING</b>	<b>213</b>
Forvaltning af narhvaler	214
CITES	216
Hjemmesider	218
Litteratur	219
Appendiks 1 (Forfatter-biografi)	226
Appendiks 2 (Taksigelser)	227



ZWILLING  
J.A. HENCKELS  
SOLINGEN GERMANY





**Kapitel 0**

**REFERAT**

## Referat

### Kapitel 1. Indledning

Narhvalen er blandt de arter, som er omfattet af Grønlands Naturinstituts monitorings- og forskningsprogram. Udviklingen i bestanden af narhvaler overvåges i de forskellige forvaltningsområder ved at tælle hvalerne på deres sommeropholdspladser og sammenholde tællingerne med information om fangsttryk og narhvalens vandringsmønstre. Derudover har flere studier belyst vigtige aspekter af narhvalens adfærd, biologi og følsomhed overfor forstyrrelser. Oftest har undersøgelserne været udført i tæt samarbejde med fangere, lokale borgere og internationale partnere, der hver især har bidraget med viden og ekspertise indenfor netop deres felt.

### Kapitel 2. Narhvalens udbredelse

Narhvalen er en arktisk hvalart, som kun findes i de have, som støder op til Atlanterhavet. Den er udbredt i det nordcanadiske øhav, i Hudson Bugten, i Baffin Bugten, i den nordlige del af Davis Strædet, langs Østgrønland, nord for Svalbard og omkring Frantz Josef Land.

### Kapitel 3. Narhvalens økonomiske betydning

Narhvalens økonomiske betydning har historisk set været koncentreret om handel med stødtænderne. I nyere tid er denne del af mindre betydning og er i stedet overtaget af handel med mattak. Prisen på mattak er steget eksponentielt siden 1980'erne, og mattak handles i dag internt i Grønland til priser langt over prisen på andre fangstprodukter. Den store efterspørgsel har drevet priserne i vejret, og samtidig er der ydet subsidier til joller og påhængsmotorer, som øger motivationen for at fange narhval. Dette har samlet medført et øget pres på narhvalbestandene.

### Kapitel 4. Narhvalens biologi

Narhvalens biologi er de seneste årtier blevet undersøgt grundigt. Indsamlinger af biologiske prøver (vævsprøver, tænder mm) fra den grønlandske fangst af narhvaler har bidraget til ny viden om narhvalens alder, vækst og reproduktion. Biologiske parametre som alder ved kønsmodenhed, første kalv, graviditetsrate og forventet levetid er essentielle for beregning af væksten i en bestand. De mange biologiske prøver, der er indsamlet gennem en årrække, giver et unikt indblik i biologien hos narhvalbestande i både Øst- og Vestgrønland.

### Kapitel 5. Narhvalens dykkeadfærd

Det dybe vand er narhvalens foretrukne opholdssted, og narhvalen er da også i stand til at lave dyk ned til 1800 m, selvom den største dykkeaktivitet foregår på dybder mindre end 1000 m. Selvom narhvalen dykker dybt, er den sjældent neddykket mere end 25 minutter, og de fleste dyk er meget kortere med en gennemsnitlig dykkesid på fem minutter. Under neddykningen benytter narhvalen sig af tyngdekraften, og den lader sig synke ned til dybet, hvor den først begynder at bruge kræfter på at svømme, når den har nået den dybde, den søger føde på. Dykkene kan opdeles i V-formede dyk, som er orienteringsdyk, og U-formede dyk, som er egentlige fødesøgningsdyk, hvor hvalen fanger sit bytte under den flade del af dykket.

### Kapitel 6. Narhvalens akustiske adfærd

Havet er et meget mørkt miljø, og derfor bruger narhvalen lyd til at kommunikere og orientere sig med. Narhvalen bruger også lyd til at finde sit bytte vha. ekkolokalisering, der fungerer som en slags biologisk sonar. Narhvalen anvender både fløjteagtige og klik-baserede lyde i sin kommunikation, og frekvensen af dens akustiske signaler ligger mellem 400 Hz og ca. 70 kHz. Kliklydene kan indeholde energi helt op til 240 kHz. Til sammenligning er lyde, der er mere højfrekvente end 18-20 kHz, ikke hørbare for mennesket.

## Kapitel 7. Narhvalens fødevalg og energibehov

Blæksprutter og polartorsk er de væsentligste fødeemner for narhvalen. Desuden indgår hellefisk i føden i Vestgrønland, og når hvalerne er ude i Baffin Bugt om vinteren. Det er også set, at narhvaler kan tage lodder, når de forekommer. Fødeindtagelsen varierer over året, men det daglige indtag ligger mellem 2 til 4 % af kropsvægten.

## Kapitel 8. Narhvalens vandringer

Narhvalbestande defineres ud fra den lokalitet, de opholder sig på om sommeren, hvilket som regel er fjorde og bugter i Nordcanada og Grønland. Om efteråret forlader narhvalerne sommeropholdspladserne, og i løbet af efteråret og vinteren spredes hvalerne ud over store områder. Satellitsporinger har vist, at der er tale om meget tydelige vandringer mellem sommer- og vinteropholdspladser, og at hvalerne sjældent afviger fra bestemte vandringsruter. Også tidspunkterne for, hvornår vandringer starter, ser ud til at være nogenlunde konstante fra år til år. Nogle bestande vandrer flere tusind kilometer mellem sommer- og vinteropholdspladserne, mens andre kun vandrer nogle få hundrede kilometer. Vandringer for bestandene nord for Svalbard kendes ikke.

## Kapitel 9. Optælling af narhvaler

Optællinger fra fly er den foretrukne metode, når narhvalbestandene skal optælles. Det skyldes, at fly kan dække store områder på kort tid, og de begrænses ikke af isen på havet. Der er lavet tællinger af narhvaler fra fly omkring Grønland siden 1981, og stort set alle områder, hvor der optræder større mængder narhvaler, er blevet optalt en eller flere gange. Eftersom tællingerne er gennemført over så lang en årrække, er der sket store forbedringer af de metoder, som er anvendt, og flytyperne er samtidig ændret. Det betyder, at ikke alle tællinger kan bruges til at bestemme bestandens størrelse; nogle tællinger giver kun et indeks over bestandens udvikling. De vigtigste tællinger, som indgår i rådgivningen om en bæredygtig fangst på narhvaler, er de tællinger, som har dækket narhvalernes sommeropholdspladser. De tre vigtigste sommeropholdspladser i Grønland er Inglefield Bredning, Melville Bugt og Scoresby Sund. Siden 1983 er disse bestande blevet optalt hhv. 6 gange, 5 gange og 6 gange.

## Kapitel 10. Bestandsestimering af narhvaler

Bestandsestimater for narhvaler genereres for de områder, hvor narhvaler befinder sig om sommeren. Metoden, der benyttes, er en kendt statistisk metode, der kaldes distance sampling. Den forudsætter, at en række kriterier bliver mødt, for at statistikken, og derved bestandstallet, kan godkendes. Metoden genererer et interval, som indebærer, at det virkelige antal af hvaler i optællingsområdet med 95 % sandsynlighed ligger indenfor dette interval. Der korrigeres både for hvaler, som ikke bliver set af observatører, samt hvaler, der er neddykkede under tællingen. Herefter fordeles antallet af hvaler fra de forskellige bestande vha. fordelingsnøglen, som er baseret på narhvalens vandringmønstre, til en rådgivning om bæredygtig fangst af hvaler i de forskellige fangstområder.

## Kapitel 11. Statistik for fangst af narhval

Fangststatistik om narhvaler i Grønland går tilbage til hhv. 1862 for Vestgrønland og 1955 for Østgrønland. Så lange tidsserier af data giver mulighed for at analysere udviklingen i fangsten og undersøge, hvad sådan en udvikling eventuelt skyldes. Efter indførelsen af både fangstrapporteringsystemet Piniarneq i 1993 og Særmeldeskeskemaerne i 2006 er fangststatistikkerne blevet gradvist mere pålidelige. For at estimere det samlede antal hvaler, som tages ud af en bestand ifm. fangsten – dvs. inklusive de hvaler, som skydes, men ikke landes og derfor ikke registreres i fangststatistikken – regnes der med en tabsrate, som afhænger af den anvendte fangstmetode.

## Kapitel 12. Fangernes oplysninger om fangst af narhval

Siden indførelsen af kvoter for narhvalfangst i Vestgrønland i 2005 og i Østgrønland i 2011 er de af fangerne udfyldte særmeldeskeskemaer den mest komplette og pålidelige kilde til fangststatistik. Oplysninger fra særmeldeskeskemaer fra 2005 og frem til i dag er af Grønlands Selvstyre blevet samlet i en database. Fangsttal i databasen er de indrapporterede fangster, hvor der ikke er taget højde for hverken underrapportering eller hvaler, der er ramt af skud og derefter gået tabt. Databasen inkluderer også oplysninger om køn, længde og andre biologiske oplysninger. Oplysninger om hvaler og fangst, noteret af fangerne selv, giver et detaljeret overblik over fangsten af narhvaler fra hvert enkelt forvaltningsområde. Forvaltningsområderne er analyseret som følger: Etah, Inglefield Bredning, Melville Bugt, Uummannaq, Disko Bugt, Syd for Disko Bugt, Tasiilaq (inklusive forvaltningsområde Kangerlussuaq) og Ittoqqortoormiit.

## Kapitel 13. Mærkning-genfangstestimat af narhvaler i Scoresby Sund

I perioden 2010 til 2019 blev der mærket i alt 65 narhvaler med satellitsendere i Hjørnedal, Scoresby Sund. I 2019 blev der genfanget i alt fem hvaler ud af et samlet antal mærkede hvaler på 58, som potentielt kunne være i live i 2019. Samme år blev der skudt 56 hvaler, og der blev fanget tre levende hvaler, som alle blev undersøgt for spor af tidligere mærkninger. Ud fra antallet af mærkede, skudte og genfangede beregnes antallet af hvaler, der opholder sig i Scoresby Sund om sommeren.

## Kapitel 14. Observationer af narhvalkalve

For at sikre oprettelsen af en narhvalpopulation af narhvaler er det vigtigt, at andelen af reproductive hunner er stabil. Ungeproduktionen dokumenteres ved at notere antallet af unger fra flytællinger, indsamle fangernes oplysninger fra særmeldeskeskemaerne om antallet af hunner med fostre samt foretage indsamlinger af prøver fra fangsten. En narhvalhun bliver kønsmoden i alderen 8-9 år, den får i gennemsnit sin første kalv i alderen 9-11 år og herefter en unge hvert tredje år, indtil den er ca. 70 år gamle. Dette betyder, at en enkelt narhvalhun maksimalt kan producere 20 unger igennem hele sit liv. Flytællinger har dokumenteret, at andelen af nyfødte kalve stemmer med ca. 1 nyfødt kalv per 3 voksne hunner.

## Kapitel 15. Narhvalens DNA og genetik

DNA udtaget fra vævsprøver kan analyseres med henblik på at beregne, hvor stor genetisk mangfoldighed der er indenfor de enkelte individer og indenfor de enkelte bestande. Studier har påvist meget lav genetisk diversitet hos narhval på tværs af bestandene i Canada og Grønland. Der har været lav genetisk diversitet i narhvalen gennem meget lang evolutionær tid målt i titusind- til hundredetusindvis af år. Der findes tre genetisk veldifferentierede populationer af narhvaler: (1) alle narhvaler vest for Grønland med de canadiske bestande i og omkring Baffin Bugten; (2) alle narhvaler fra Sydøstgrønland; (3) alle narhvaler fra Nordøstgrønland og Svalbard.

## Kapitel 16. Feltstation i Hjørnedal, Scoresby Sund

I Scoresby Sund fjorden blev der i 2010 etableret en feltstation med det formål at mærke levende narhvaler for at få et bedre indblik i narhvalens generelle biologi. 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 vejret og målt, og fra enkelte hvaler er der indkøbt kranier med tænder til videre undersøgelser.

## Kapitel 17 Lydforstyrrelsers påvirkning af narhvalen

Lyd er vigtig for alle havpattedyr, da de bruger lyd til at kommunikere med, orientere sig og til at finde bytte. Øget støjniveau fra menneskelige aktiviteter kan maskere narhvalernes akustiske signaler, øge stressniveauet og drive hvalerne væk fra foretrukne fødeområder. I et studie i Scoresby Sund fra 2017/18 blev narhvaler udstyret med dataloggere og herefter udsat for skibsstøj samt en lydkilde, der i mindre målestok efterlignede seismiske undersøgelser. Hvalerne reagerede kraftigt på både skibsstøj og skibsstøj plus lydkilde. Reaktion under støjforsøget var, 1) at de svømmede tættere på kysten, 2) reducerede produktionen af fødesøgningslyde og 3) reducerede mængden af dybe dyk. Ændringer i fødesøgningsadfærd kunne måles op til 40 km væk fra støjkilden, og disse ændringer blev stærkere, jo tættere skibet var på hvalen. Ved en afstand på 12 km fra skibet havde hvalerne halveret deres lydproduktion og dermed halveret deres chancer for at fange bytte. Tættest på skibet var hvalerne helt stille og havde ingen fødesøgning.

## Kapitel 18. Stressfysiologi hos narhvalen

Vi ved i dag, at der er forskellige stressfaktorer, som er nye i narhvalens miljø, og som den ikke har været eksponeret for i de sidste 10–20.000 år. Narhvalen lever i de kolde områder og undgår det varme atlantiske vand. Med hvalens meget tykke spæklag er det svært for den at skille sig af med den ekstra varme, som den producerer, når den svømmer hurtigt, og opvarmningen af de arktiske farvande er derfor en stressfaktor for narhvalen. Forstyrrelser af narhvaler giver flugtreaktioner hos hvalerne, som koster energi, begrænser deres fødesøgning, øger deres varmeproduktion og giver problemer med hjerterytmen under neddykning.

## Kapitel 19. Klimaforandrings påvirkning på narhvalen

De klimatiske ændringer i Arktis kan påvirke narhvalen på flere måder. Klimaændringer kan give ændrede fødemuligheder i form af færre traditionelle byttedyr. Samtidig øger varmere vand kropstemperatur hos byttedyrene, hvilket kan medføre, at de bevæger sig hurtigere og derfor bliver sværere for hvalen at fange. Narhvalen kan blive udsat for varmemstress, da den i et varmere miljø får sværere ved at komme af med kroppens overskudsvarme. Det mindre islæg kan betyde flere spækhuggere og mere skibstrafik, men samtidig bliver der formentlig færre situationer, hvor narhvaler fanges i sassat, eller hvor isbjørne kan fange narhvaler i isen. Nye patogener bakterier, virusser og parasitter kan komme til med et varmere klima.

## Kapitel 20. Bestandsvurdering og bæredygtig fangst af narhval

Den videnskabelige rådgivning bruger matematiske modeller til at vurdere, om bestande kan klare et givet fangstryk. For narhval laves disse bestandsvurderinger for tre separate bestande i Østgrønland, mens rådgivningen for fangstområderne i Vestgrønland er afhængig af en samlet vurdering på tværs af to bestande i Vestgrønland og seks i Østcanada. I den grønlandske forvaltning er der stor forskel på den videnskabelige rådgivning omkring bæredygtig fangst og reelle kvoter fastsat af Selvstyret. Grønland løber således en stor risiko for lokal overudnyttelse der kan udrydde flere narhvalbestande i løbet af ganske få år.

## Kapitel 21. Videnskabelig rådgivning om narhvaler

Naturinstituttets forskning er videnskabelig og objektivt funderet og uden hensyntagen til personlige eller politiske interesser. Dette sikres bl.a. ved en proces i diverse videnskabelige fora, hvor data, der indgår i den videnskabelige rådgivning om bæredygtig fangst, gennemgås. Rådgivning om narhvaler udformes af en fælles videnskabelig arbejdsgruppe under JCNB og NAMCOs Videnskabelige Komité. Grønlands Selvstyre har tilsluttet sig CITES (Konventionen om international handel med truede arter af vilde dyr og planter). Dens 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 arter, der figurerer på listen (herunder narhval) og indgår i international handel, "høstes" fra naturen på en bæredygtig måde.

## Summary

### Chapter 1. Introduction

The narwhal is among the species covered by the Greenland Institute of Natural Resources' monitoring and research programme. Narwhals in the various management areas are monitored by aerial surveys on their summering grounds and relating estimates of abundance with information about hunting pressure and migration patterns. In addition, several studies have highlighted important aspects of narwhal behaviour, biology and sensitivity to disturbance. In most cases, the studies have been conducted in close collaboration with hunters, local citizens and international partners, who have all contributed their knowledge and expertise in their respective fields.

### Chapter 2. Narwhal distribution

The narwhal is an Arctic whale species, only found in waters adjacent to the Atlantic Ocean. It is distributed throughout the Canadian Archipelago, Hudson Bay, Baffin Bay, northern Davis Strait, East Greenland, north of Svalbard and around Frantz Josef Land.

### Chapter 3. The economic importance of narwhals

Historically, the narwhal products with highest economic value were the tusks. Nowadays, the economic value of the tusk has been overtaken by that of the skin and blubber, called mattak. The price of mattak has risen exponentially since the 1980s, and today mattak is traded domestically in Greenland at prices exceeding any other product derived from hunting or fishing. High demand has driven up mattak prices, while subsidies for dinghies and outboard motors have increased the incentive to catch narwhals. This has led to increased pressure on narwhal stocks.

### Chapter 4. Narwhal biology

The biology of narwhals has been studied extensively in the past decades. In Greenland, biological samples (e.g. tissue samples, teeth) from the hunt have contributed to new knowledge about the age, growth and reproduction of narwhals. Biological parameters such as age at sexual maturity and at first birth, pregnancy rate and life expectancy are essential for estimating the growth of a stock. The large number of biological samples collected over a long time period provides a unique insight into the biology of narwhals in both East and West Greenland.

### Chapter 5. Diving behaviour of narwhals

The preferred habitat for narwhals is the deep sea. Even though narwhals are capable of diving to depths of 1800m, most of their diving activity takes place at depths of less than 1000m. Although the narwhal dives deep, it rarely remains submerged for more than 25 minutes, and most dives are much shorter, with an average dive length of five minutes. During the dive, the narwhal uses gravity to sink to the preferred depth of foraging and only here it begins to expend energy by actively swimming. The dives can be divided into V-shaped dives (orientation dives) and U-shaped dives (foraging dives) where the whale catches its prey under the horizontal part of the dive.

### Chapter 6. Acoustic behaviour of narwhals

The ocean is a dark environment and therefore narwhals use sound for communication and orientation. Narwhals also use sound to locate its prey by using echolocation, which acts as a kind of biological sonar. The narwhal uses both whistle-like and click-based sounds in its communication, and the frequency of its acoustic signals ranges from 400 Hz to about 70 kHz. The clicking sounds can contain energy as high as 240 kHz. By comparison, sounds higher in frequency than 18–20 kHz are inaudible to humans.

## **Chapter 7. Diet and energy requirements of narwhals**

Cephalopods and polar cod are the main diet of narwhals. Greenland halibut is also part of the diet in the wintering areas of West Greenland and Baffin Bay. When available, narwhals can also prey on capelin. Food intake varies throughout the year, but the average daily intake is between 2 and 4% of the body weight.

## **Chapter 8. Narwhal migrations**

Narwhal stocks are defined by the location where they spend the summer months, usually in the fjords and bays of northern Canada and Greenland. In autumn, narwhals leave their summering grounds and disperse over large offshore areas during autumn and winter. Satellite tracking shows that migrations between summer and winter grounds are very clear and that whales rarely deviate from their migration routes. The timing of migration also appears to be fairly consistent from year to year. Some stocks migrate several thousand kilometres between their summering and wintering grounds, while others migrate only a few hundred kilometres. The migration pattern is not known for narwhal stocks north of Svalbard.

## **Chapter 9. Narwhal surveys**

Aerial surveys are the preferred method for counting narwhals. This is due to the fact that aircrafts can cover large areas in a short time, while not being restricted by ice at sea. Aerial surveys of narwhals have been conducted around Greenland since 1981, and virtually all areas where large numbers of narwhals occur have been counted one or more times. As surveys have been conducted over such a long period of time, there have been major improvements in the methods used, and the type of aircraft has changed over time. This means that not all surveys can be used to estimate the stock sizes; some surveys only provide an index of stock trends. The most important surveys used to advise on sustainable harvest of narwhals are those that have covered the summering grounds of narwhals. In terms of hunting, the most important summering grounds in Greenland are Inglefield Bredning, Melville Bay and Scoresby Sound. Since 1983, these stocks have been counted 6 times, 5 times and 6 times respectively.

## **Chapter 10. Abundance estimation of narwhals**

Abundance estimates for narwhals are generated for the areas that narwhals use as their summering grounds. The method used is a well-known statistical method called distance sampling. It requires a number of criteria to be met in order for the statistics, and hence the stock estimate of abundance, to be accepted. The method generates a range, within which there is a 95% probability that the true number of whales in the census area lies. Corrections are made both for whales not seen by observers and for whales that are submerged during the survey. The abundance of whales from the different stocks is then allocated to management areas using the allocation key, which is based on narwhal migration patterns, to advise on sustainable harvest of whales in these areas.

## **Chapter 11. Catch statistics on narwhals**

Catch statistics on narwhals in Greenland go back to 1862 for West Greenland and 1955 for East Greenland. The long time series of data makes it possible to analyse trends in catches and to investigate the possible reasons for such trends. Following the introduction of the Piniarneq catch reporting system in 1993 and the Special Reporting Scheme in 2006, catch statistics for narwhals have gradually become more reliable. To estimate the total number of whales taken from a stock, i.e. including whales that are struck and lost and therefore not included in the catch statistics, a loss rate is calculated according to the hunting method used.

## **Chapter 12. Information from hunters on catches of narwhals**

Since the introduction of quotas on the narwhal hunt in West Greenland in 2005 and in East Greenland in 2011, the most complete and reliable source of catch statistics is the special reporting forms filled in by the hunters. Information from special reporting forms from 2005 to the present is compiled in a database curated by the Government of Greenland. The database consists of reported catches, not taking underreporting nor struck but lost whales into account. The database also includes information on sex, size and other biological parameters. Information on whales and catches, recorded by the hunters themselves, provides a detailed overview of the narwhal hunt from each management area. The management areas analysed in this chapter are: Etah, Inglefield Bredning, Melville Bay, Uummannaq, Disko Bay, South of Disko Bay, Tasiilaq (including Kangerlussuaq management area) and Ittoqqortoormiit.

## **Chapter 13. Mark-recapture estimates of narwhals in Scoresby Sound**

I perioden 2010 til 2019 blev der mærket i alt 65 narhvaler med satellitsendere i Hjørnedal, Scoresby Sund. I 2019 blev der genfanget i alt fem hvaler ud af et samlet antal mærkede hvaler på 58, som potentielt kunne være i live i 2019. Samme år blev der skudt 56 hvaler, og der blev fanget tre levende hvaler, som alle blev undersøgt for spor af tidligere mærkninger. Ud fra antallet af mærkede, skudte og genfangede beregnes antallet af hvaler, der opholder sig i Scoresby Sund om sommeren.

## **Chapter 14. Observations of narwhal calves**

To ensure the growth of a narwhal population, it is important that the proportion of reproductive females is stable. Calf production is documented by recording the number of calves from aerial surveys, collecting information from the special reporting forms on the number of females with fetuses, and collecting samples from the hunt. A female narwhal reaches sexual maturity at 8–9 years of age, give birth to its first calf at 9–11 years of age and then produces a calf every three years until it is about 70 years old. This means that a single narwhal can produce a maximum of 20 calves throughout its lifetime. Aerial surveys have documented that the ratio of new-born calves equals approximately 1 new-born calf per 3 adult females.

## **Chapter 15. Narwhal DNA and Genetics**

DNA extracted from tissue samples can be analysed to calculate the genetic diversity of individuals and stocks. Studies have shown very low genetic diversity in narwhals across stocks in Canada and Greenland and there has been low genetic diversity in narwhals over a long evolutionary time measured in ten thousand to hundred thousand of years. There are three genetically well-differentiated populations of narwhals: (1) all narwhals west of Greenland including the Canadian stocks in and around Baffin Bay; (2) all narwhals from southeast Greenland; (3) all narwhals from northeast Greenland and Svalbard.

## **Chapter 16. The field station in Hjørnedal, Scoresby Sound**

A field station was established in Scoresby Sound fjord in 2010 with the aim of tagging live narwhals to gain a better insight into the general biology of narwhals. A total of 71 narwhals have been captured and tagged with satellite transmitters in addition to sound, heart rate and dive recorders. Additionally, biological samples have been collected from 72 dead narwhals caught by local hunters. Many of the whales have been weighed and measured, and skulls with teeth have been purchased for further laboratory studies.

## **Chapter 17 Effect of noise disturbance on narwhals**

Sound is important to all marine mammals as they use it to communicate, navigate and locate prey. Increased noise levels from human activities can mask narwhal acoustic signals, increase stress levels and drive whales away from preferred feeding areas.



In a 2017/18 study in Scoresby Sound, narwhals were equipped with data loggers and then exposed to ship noise as well as a sound source that mimicked a small-scale seismic survey. The whales responded strongly to both ship noise and ship noise plus the seismic sound pulses. The response of the narwhals to the noise experiment was to 1) swim closer to shore, 2) reduce the production of foraging sounds, and 3) reduce the number of deep dives. Changes in foraging behaviour could be measured up to 40 km away from the ship, and these changes became more apparent the closer the ship was to the whale. At a distance of 12 km from the ship, the whales halved their sound production and thus reduced their chances of catching prey. Closest to the ship, the whales were completely silent and did not display any foraging behaviour.

### **Chapter 18. Stress physiology of narwhals**

There are various stressors that are new to the habitat where narwhals live and to which they have never been exposed before. Narwhals live in cold areas and avoid warm Atlantic waters. Due to their thick layer of blubber, it is difficult for them to dissipate the extra heat produced when swimming fast, and the warming of Arctic waters is therefore a stress factor for narwhals. Narwhals flight to avoid disturbances, which costs energy, limits their forage, increases their heat production and induces heart rhythm problems while diving.

### **Chapter 19. The impact of climate change on narwhals**

Climatic changes in the Arctic can affect narwhals in several ways. Climatic changes may result in altered feeding opportunities, as fewer traditional prey are available. At the same time, warmer water increases the body temperature of prey, which could cause them to move faster and therefore make them more difficult to catch. Narwhals may be subject to heat stress, as it is more difficult to get rid of excess body heat in a warmer environment. The reduced sea ice cover may facilitate killer whale predation on narwhals, allow other competitors less adapted to the Arctic to move in and extend the navigable season for ship traffic. At the same time, there will probably be fewer situations where narwhals are caught in ice entrapments or where polar bears can catch narwhals from cracks in the ice. New pathogenic bacteria, viruses and parasites may be introduced with a warming climate.

### **Chapter 20. Stock assessment and sustainable harvest of narwhals**

Scientific advice uses mathematical models to assess whether stocks can withstand a given hunting pressure. In the case of narwhals, these assessments are made for three separate stocks in East Greenland, while advice for the management areas in West Greenland relies on a meta-population assessment based on two summering stocks in West Greenland and six in Eastern Canada. During winter, narwhals from different summering stocks mix in West Greenland. Narwhals are hunted in various seasons by local hunters in both Greenland and Canada. In the Greenlandic management of narwhals, there is a large discrepancy between the scientific advice on sustainable catches and actual quotas set by the Government. Greenland thus runs a high risk of overexploitation of narwhals, with a high probability of local extinction of some stocks within a matter of years.

### **Chapter 21. Scientific advice on narwhals**

The research carried out by the Greenland Institute of Natural Resources is scientific and objective, without regard to personal or political interests. This is ensured by independent reviews in various scientific fora of the data used to generate scientific advice on sustainable harvest. Advice on sustainable catches of narwhals is developed internationally by a joint scientific working group of the JCNB and the NAMMCO Scientific Committee. The Government of Greenland has joined CITES where the objective is to regulate trade in endangered species of flora and fauna through restrictions on exports and imports of CITES-listed species. CITES' role is to ensure that listed species (including the narwhal) that are traded internationally are harvested from the wild in a sustainable manner.

## Eqikkaaneq

### Kapitali 1. Aallaqqaasiut

Qilalugaq qernertaq Pinngortitaleriffiup uumasunik nakkutiginnilluni ilisimatuutut misissortagaasa ilagaat. Aqutsiveqarfinni assigiingitsuni, qilalukkat qernertat uumasogatigiit, ineriartornerat mallittarineqarpoq, tamannalu qilalukkat qernertat aasakkut najortagaanni kisitsinikkut kiisalu pinia-gaanerat qilalukkallu qernertat ingerlaartarfii pillugit kisitsisitigut paasissutissat sanillersuunneri-sigut pisarpoq. Qilalukkap qernertap pissusaa, sananeqaataa akornusersuisunullu malussarinnera pillugit paasissutissat pingaarutillit misissuineri arlalinni aamma takuneqarsinnaapput. Piniartut, sumiiffinni innuttaasut nunanilu tamalaani suleqatigisartakkat qanimut suleqatigalugit misissuinerit amerlanertigut ingerlanneqartarput, taakku tamarmik pineqartumut aalajangersimasumut paasis-sutissanik immikkullu ilisimasanik tapersiisimapput.

### Kapitali 2. Qilalukkap qernertap siammarsimassusaa

Qilalugaq qernertaq tassaavoq Atlantikup issittortaani arferit ilaat, issittup imartaani taamaallaat siumorneqarsinnaasoq. Canadap avannaani qeqertat Hudsonip Kangerliumarnganiittut akornan-ni immami, Kalaallit Nunaanni Tunup imartaani, Svalbardip avannaani immami kiisalu Frantz Josef Landip nalaani immami amerlasuujullutik siammarlutik uumasuupput.

### Kapitali 3. Qilalukkap qernertap aningaasatigut sunniutaa

Qilalukkap qernertap aningaasatigut sunniutai eqqaassagaanni oqaluttuarisaanerlu qiviaraanni tuu-gaavisa tuniniarneqartarnerannut tunnganerupput. Oqaluttuarisaanermili nutaanerusumi tamanna annikinnerusutut inissisimalersimavoq, mattammik niueruteqartarneq annertunerulersimammatt. Mattaap akia 1980-ikkunninngaanniit annertuumik qaffakkiartorsimavoq, Kalaallit Nunaatalu iluani niuerutigineqarnerani piniagassanut allanut nioqutigineqartartunut naleqqiullugu qaffasinnerujus-suarmik akeqartinneqartarpoq. Piumaneqarluarnerata akit qaffatsissimavai, taamatuttaaq umiat-siaaqqanut aquuterallannullu tapiissuteqartoqartarmat qilalukkanik qernertanik pisaqarnissamut tamanna piumassuseqarnerulersitsisimavoq. Tamakku tamarmik katikkaanni qilalukkat qernertat amerlassusaannut sunniuteqartitsipput.

### Kapitali 4. Qilalukkap qernertap sananeqaataa

Qilalukkap qernertap sananeqaataa ukiuni qulikkaani kingullerni sukumiisumik misissuiffigineqar-simavoq. Qilalukkat qernertat kalaallinit pisarineqarsimasut sananeqaataannik misissugassanik ti-gusilluni katersuinerit (timip ipiutaasartaata pissusianik, kigutinik allanillu) qilalukkat qernertat ukiuinik, alliarthornerannik kinguaassiorthornerannillu paasissutissanik nutaanik pissarsititsipput. Sananeqaatsikkut angissutsimik taaneqartartoq, tassalu suaassutsikkut inerisimassuseq, piaqqe-qqaarneq, naartunissamut periarfissaq aamma uumanerisa sivilissuserisinnaasaat uumasogatigiit amerliarthornerisa naatsorsornissaannut pingaaruteqarlunnartuupput. Sananeqaatitigut misissu-gassat amerlasuut, ukiuni arlalinni katersorneqarsimasut, Kalaallit Nunaanni Tunumi Kitaanilu qi-lalukkat qernertat sananeqaataannik paasissutissanik immikkuullarissunik takutitsisarput.

### Kapitali 5. Qilalukkat qernertap aqqaamasarnera

Imaq itisooq qilalukkat qernertat najussallugu iluarinerpaasarivaat, qilalugaq qernertaq 1800 m-it angullugit aqqarsinnaavoq, naak 1000 m-it inorlugit amerlanertigut aqqartoqartaraluartoq. Qilalu-gaq qernertaq itisuumut aqqartaraluartoq minutsit 25-t qaqutigorujussuaq sinnertarpai, amerlaner-tigullu agguaqatigiissillugu sivilunerpaamik minutsit tallimat aqqaamasarpoq. Qilalukkap qerner-tap aqqaamanermini nunap nutsuineri atorlup, imminut itisuumut kivisittarpoq neriniarfissanilu aatsaat angugaangamiuk nukini atorlugit nalulluni aallartittarluni. Aqqarnerit V-tut ilusillit, tassalu paasisassarsiornerit kiisalu U-tut ilusillit, tassalu nallarluni nerisassarsiorluni pisaqarnertalimillu aqqarnerit immikkoortinneqarsinnaapput.

## **Kapital 6. Qilalukkap qernertap nipi atorlugu pissusilersuutigisartagai**

Immami avatangiiseq taartorujussuuvog, taamaattumik qilalugaq qernertaq nipi atorlugu oqaloqateqartarpoq sumiissusersiortarlunilu. Qilalugaq qernertaq nipi akisuatillugu aamma piniartarpoq, nipi sonar-itut atorlugu. Qilalugaq qernertaq oqaloqatiginnikkaangami siggartaasalluni nipiliortarpoq seqqortitseqattaartarlunilu, kalerriinermini nipit 400 Hz-it 70 kHz-illu akornanniittut angusarpai. Seqqortitserpalunnerit nukimmik atuiffiusartut 240 kHz-it angusinnaasarpaat. Inummut saniliussissagutta inuup 18-20 kHz-imit qaffasinnerit tusaasinnaangilai.

## **Kapitali 7. Qilalukkap qernertap neriumasartagai nukillu pisariaqartitaa**

Amikut saarulliillu qilalukkap qernertap nerisarisartagaani pingaernerpaapput. Qaleralik Kalaallit Nunaata Kitaani nerineqartarpoq, taamatuttaaq qilalukkat qernertat ukiukkut Baffin Bugtimiikkaangamik nerisarisarpaat. Qilalukkat qernertat ammassiffiup nalaani aamma ammassattorsinnaasartut takuneqartarsimapput. Qanoq annertutigisumik nerisarnerat ukiup ingerlanerani nikerartarpoq, timip oqimaassusaatali 2 %-iata 4 %-iatalu akornanni oqimassuseqartunik ullormut nerisarput.

## **Kapitali 8. Qilalukkap qernertap ingerlaartarneri**

Qilalukkat qernertat amerlassusaat aasakkut sumiittarneri napertorlugit inissinneqartarput, amerlanertigut Canadap avannaani Kalaallit Nunaannilu kangerlunni iterlannilu. Qilalukkat qernertat aasakkut najortakkatik ukiakkut qimattarpaat ukiukkullu sumiiffinni annertuuni siammartarlutik. Aasakkut ukiukkullu najortagaasa akornanni erseqqilluinnartumik ingerlaartartut qaammataasakkut misissuinerit takutippaat, qilalukkallu qernertat ingerlaartarfisik qaqutigorujussuaq allangortittarpaat. Piffissaq ingerlaarlutik aallartiffigisartagaat ukiumiit ukiumut aamma taannaannangajaavoq. Uumasogatigiit ilaasa aasarsiortarfimmiit ukiiartortarfimmut kilometerit tusindilikkaat ingerlaarfigisarpaat, allallu kilometerit hundredelikkaaginnaat ingerlaartarput. Uumasogatigiit Svalbardip avannaani ingerlaartarnerat ilisimasaqarfigineqanngillat.

## **Kapitali 9. Qilalukkanik qernertanik kisitsisarneq**

Qilalukkanik qernertanik kitsisoqaleraangat timmisartukkut kisitsinissaq atorumaneqarnerusarpoq. Timmisartut atorumaneqarnerusarnerannut sumiiffiit isorartuut anguneqarsinnaasarnerat imaanilu sikumit killilersorneqartannginneq peqqutaatinneqarpoq. Kalaallit Nunaata nalaani qilalukkanik qernertanik timmisartukkut kisitsisarnerit 1981-imili aallartinneqarput, qilalukkallu qernertat amerlasuut sumiiffinni tamani ataatsimoortut ataasiarlutik arlaleriarlutilluunniit kisinneqareersimapput. Kisitsinerit ukiorpasuaarni ingerlanneqareersimammata periutsit pitsanngorsarneqangaatsiarsimapput, timmisartullu atorneqartartut aamma allangortinneqarsimapput. Tassa imaappoq uumasogatigiit amerlassusaannik kisitsisiliiniarnermi kisitsinerit tamarmik atorsinnaasanngimmata, kisitsinerit ilaat taamaallaat uumasogatigiit ineriartornerannik takussutissiisarmata. Kisitsinerit pingaernerit, qilalukkanik qernertanik piujuaannartitsiniarnissaq eqqarsaatigalugu pisassiiniarnermi siunnersuineri atorneqartartut, tassaapput qilalukkat qernertat aasami najortagaanni kisitsinerit. Kalaallit Nunaanni aasarsiortarfiit pingaernerit pingasut tassaapput Inuarfissuup Ikera, Qimusseriarsuaq aamma Ittoqqortoormiit Kangertittivat. Uumasogatigiit taakku 1983-iminngaanniit arfinileriarlutik, tallimariarlutik aamma arfinileriarlutik kisinneqarsimapput.

### **Kapitali 10. Qilalukkat qernertat amerlassusaasa eqqoriarneqartarnerat**

Qilalukkat qernertat aasarsiortarfianniitillugit kisitsisarnerit amerlassusaannik eqqoriaanermi aallaaviusarput. Periuseq atorneqartartooq ilisimaneqartuuvoq, taannalu taasarpaat 'distance sampling', tassalu paasissutissanik ungasianiit tigooqqaaneq. Taamaaliussagaanni piumasaqaatit arlallit naammassisariaqarput, kisitsisitigut paasissutissat aamma kisitsisiliineq akuerineqassappata. Periuseq taanna malillugu qilalukkat amerlassusiviisa eqqornissaat 95 %-imik ilimanaateqalersittarpaa. Arferit alaatsinaattunit takuneqanngitsoorsimasut kiisalu arferit kisitsinermi aqqarsimasut kisitsisiliiniarnermi ilanngunneqartarput. Arferit uumasogatigiinni assigiinngitsuneersut kingornatigut aalajangersimasumik malitaqarluni agguataarneqartarput, tassani qilalukkat qernertat ingerlaartarneri aallaavigineqartarput sumiiffinnilu assigiinngitsuni piniariartarfinni arfernik piujuaannartitsinissaq eqqarsaatigalugu piniagassanik amerlassusiliiniarnermi siunnersuinermt atorneqartarlutik.

### **Kapitali 11. Qilalukkat qernertat pisarineqartartut pillugit kisitsisitigut paasissutissat**

Kalaallit Nunaanni qilalukkanik qernertanik pisarineqarsimasunik kisitsisitigut nalunaarsuisarnerit Kitaani 1862-iminngaanniit Tunumilu 1955-iminngaanniit aallartippat. Pisarineqartartut pillugit paasissutissat taama ittut pigineqarmata ineriartorneri pillugit misissuinissamik periarfissiippat, taamatullu ineriartortoqarnera sumik peqquteqarnersoq misissussallugu aamma periarfissiivoq. Pisanik nalunaarsueriaaseq Piniarneq 1993-imi eqqunneqarmat aamma Særmeldeschema, tassalu piniartut pisaminnik immikkut nalunaarsuiffiat 1996-imi atulermt pisat pillugit nalunaarsuisarnerit uppernassusaat qaffakkiartuinnarsimavoq. Arferit amerlassusaasa eqqoriarneqarsinnaanissaannut atatillugu arferit pisarineqarnerminni uumasogatigiinniit anisut – arferit aallaaneqartut oqqunneqanngitsullu taamaalillutillu pisanik nalunaarsuinermi ilanngunneqanngitsut – annaaneqarsimasut missiliorlugit piniariaaseq atorneqarsimasooq apeqqutaatillugu kisitsinermi ilanngunneqartarput.

### **Kapitali 12. Qilalukkat qernertat pisarineqartartut pillugit piniartut paasissutissaataat**

Kalaallit Nunaata Kitaani qilalukkanik qernertarniartarneq 2005-imi Tunumilu 2011-mi killilersorneqalermata Særmeldeschema pisanik nalunaarsuisarnerit tamanit tamakkiisuunerpaanngorpoq tutsuiginarnerpaalerlunilu. Paasissutissat Særmeldeschemamiittut 2005-iminngaanniit ullumikkumut Namminersorlutik Oqartussanit qarasaasiami paasissutissanik katersuvianni katersorneqarsimapput. Pisat pillugit kisitsisini qarasaasiami katersorneqarsimasuni ikinaaraluni nalunaarsuisarnerit imaluunniit arferit aallaaneqarsimasut annaaneqarsimasullu ilanngunneqarsimangillat. Arferit pisallu pillugit paasissutissat, piniartunit nammineq immersukkat, aqutsiveqarfinni ataasiakkaani ukiuni 15-imi, tassalu 2005-iminngaanniit 2019-imut, qilalukkat qernertat pisarineqarsimasut pillugit paasissutissanik sukumiisunik imaqarput. Aqutsiveqarfiit misissuiffiqarsimasut tassaapput: Etah, Inuarfissuup Ikera, Qimusseriarsuaq, Uummannaq, Qeqertarsuup Tunua, Qeqertarsuup Tunuata Kujataa, Tasiilaq (aqutsiveqarfik Kangerlussuaq ilanngullugu) aamma Ittoqqortoormiit.

### **Kapitali 13. Ittoqqortoormiit Kangerittivaanni qilalukkanik qernertanik nalunaaqutsersukkanik pisarineqaqqissimasunik nalunaaqutsersuineq**

2010-minngaanniit 2019-imut qilalukkat qernertat katillugit 65-it Ittoqqortoormiuni Hjørnedal-imi qaammataasakkut nassitsissutinik nalunaaqutsersorneqarput. Arferit 58-it nalunaaqutsersorneqarsimasut akornanni tallimat 2019-imi pisarineqaqqippat, taakku 2019-imi uumasuusimasinnaapput. Arferit 56-it ukioq taanna aallaaneqarput, arferillu uumasut pingasut pisarineqarlutik, taakku tamarmik sionatigut nalunaaqutsersugaasimasinnaanerannik malunnartoqarnerisut misissorneqarput. Nalunaaqutsersukkat, aallaaneqarsimasut pisarineqaqqissimasullu amerlassusaat aallaavigalugit arferit Ittoqqortoormiit Kangerittivaanni aasami najuuttartut amerlassusilerneqarput.

#### **Kapitali 14. Qilalukkat qernertat piaraannik nakkutilliineq**

Arnavissat piaqqisinnaasut amerlassusaasa aalaakkaasuunissaat, qilalukkallu qernertat ikiliartunn-ginnissaasa qulakkeernissaat pingaaruteqarput. Piaqqiorneq, piaqqat amerlassusaasa timmisartuk-kut kisitsinermit allattorneqarnerannit, arnavissat naartusut amerlassusaat pillugit piniartut nam-minneq nalunaarsugaanni paasissutissanik katersinermit kiisalu pisanit misissugassanik tigusilluni katersinermit, uppersaatissarsiniarneqartarpoq. Qilalugaq qernertaq arnaviaq arfineq-pingasun-ik-qulingiluanik utoqqaassuseqaleraangami nuliusinnaalertarpoq, agguaqatigiissillugu qulingilua-nik-aqqanilinnik utoqqaassuseqaleraangamik siullermeerluni piaqqisarpoq, tamatumalu kingor-natigut 70-it missaannik ukioqalernissami tungaanut ukiut pingasukkaarlugit piaqqisarluni. Tassa imaappoq qilalugaq qernertaq arnaviaq ataaseq inuunermini amerlanerpaamik 20-nik piaqqisin-naasartog. Arnavissat pingasuugaangata ataaseq piaraqartarpoq piaqqat amerlassusaasa katinne-ranni timmisartukkut kisitsinerit uppersarparpaat.

#### **Kapitali 15. Qilalukkat qernertat DNA-vi aamma timip kingornusnaanut tunngasoq**

DNA-t timip ipiutaasartaanit misissugassatut qilalukkanit qernertanit ataasiakkaanit uumasogati-giinnillu tigusat atorlugit uumasuni ataasiakkaani uumasogatiinnilu ataasiakkaani timip kingor-nusnaanut tunngasut, tassalu qanoq annertutigisumik kinguaassiortoqarsinnaaneranut tunngasut misissorneqarsinnaapput. Qilalukkat qernertat akornanni timip kingornusnaanut tunngasut an-ikitsuinnarmik assigiinngissuteqartut Canadami Kalaallit Nunaannilu uumasogatiit misissuif-figineqarmata paasineqarpoq. Piffissami sivisoorujussuarmi ineriartornermi ukiuni titusindilikka-aninngaanniit hundredetusindilikkaanut qilalukkani qernertani timip kingornusnaanut tunngasut annikitsuinnarmik assigiinngissuteqarsimapput. Uumasogatiit timip kingornusnaanut tunngatil-lugu assigiinngisitaarlunnartut pingasut nassaassaapput: (1) Kalaallit Nunaata Kitaani qilalukkat qernertut Canadami aamma Baffinip Kangerliumarngata nalaani uumasogatiit peqatigalugit; (2) Kalaallit Nunaanni Tunup Kujataani qilalukkat qernertat tamarmik; (3) Kalaallit Nunaanni Tunup Avannaani aamma Svalbardimi.

#### **Kapitali 16. Ittoqqortoormiini Hjørnedalimi asimi misissuivik**

Ittoqqortoormiit Kangertittivaanni 2010-mi asimi misissuivimmik pilersitsisoqarpoq, qilalukkat qernertat uumasut nalunaarsorneqarnerisigut qilalukkap qernertup sananeqaataasa paasisaqarfi-ginerunissaa pillugu. Qilalukkat qernertat katillugit 71-it pisarineqarput qaammataasakkullu nas-sitsissutilersorneqarlutik kiisalu nipimut, uummammut imaluunniit aqqartartunut uuttortaatini-ikkussuivigineqarlutik. Taakku saniatigut qilalukkanit qernertanit toqungasunit 72-ingaanneersunit misissugassanik tigusisoqarpoq, qilalukkat qernertat taakku sumiiffinni ataasiakkaani piniartunit pisarineqarsimapput. Arferit amerlasuut oqimaalutarneqarlutillu uuttortarneqarsimapput, arferillu ataasiakkaat niaqui kigutitalit misissugassatut pisarineqarsimapput.

#### **Kapitali 17. Nipit qilalukkanut qernertanut akornusersuisinnaasut**

Uumasunut miluumasunut tamanut nipi pingaaruteqarpoq, nipi oqaloqatigiinnernut, sumiissusersior-nernut nerisassarsiornernullu atortaramikku. Qilalukkat qernertat nipi kalerrisaarinermit atortagaat nipimit inunniit pilersinneqarsimasumit annertusiartuinnartumit poorneqarsinnaavoq, uippakjaar-nerulersitsisinnaavoq qilalukkallu qernertat neriniartarfinnaatik qimassinnaavaat. Ittoqqortoormiit Kangertittivaanni 2017/18-imi misissuinermit qilalukkat qernertat avatangiisinut misissuutilersor-neqarput umiarsuullu nipiliorneranut tusarnaartinneqarlutik, taakku saniatigut nunap sajunnera ilaarlugu nipiliummik misilerarneqarput. Arferit umiarsuup nipiliorneranut aamma nunap sajunnera ilaarlugu nipiliummut sakkortuumik qisuariarput. Nipi atorlugu misileraanernut qisuariarnerit tas-saapput, 1) sineriammut qanillineq, 2) nerisassarsiornerminni nipiliornernerisa annikillinerat aamma 3) itisuumut aqqartarnerisa ikilinerat. Nerisassarsiorlutik pissuserisartagaasa allannguuteqarnerat nipiliuutip 40 km-inik qimannerani takuneqarsinnaavoq, umiarsuarlu arfermut qaninneruleriartor-tillugu allannguuteqarnerit taakku sakkortusipput. Arferit nipiliornernerit umiarsuarmit 12 km-inik ungasitsigisumiitsillutik affaannangortissimavaat, taamaalillutillu nerisassaminik pisaqarnissa-minnut periarfissartik affaannangortissimallugu. Arferit umiarsuarmut qaninnerpaaffissaminiik-kaangamik nipaarutivittarput nerisassarsiusanatil-lu.

### **Kapitali 18. Qilalugaq qernertaq uippakajaalissaguni timaanut sunniutissai**

Qilalukkap qernertap avatangiisiani uippakajaartitsisinnaasut nutaat assigiinngitsuusut ullumikkut ilisimavarput, taakkunanngalu ukiuni kingullerni 10–20.000-ni akornusersorneqarsimangilaq. Qilalugaq qernertaq sumiiffinni nillertuni uumasuuvoq imarlu atlantikumi kissartuq orninneq ajorpaa. Arferup orsua issusoorujussuugami sukkasuumik ingerlaarnermini kissartup annertuup pilersitakkami qaavatigut kissartumit sunnerneqassaguni nammineerluni aniatissinnaanaviangilaa, taamaatumik qilalukkamut qernertamut issittup imartaata kissakkiartornera uippakajaanermik kinguneqarsinnaavoq. Qilalukkat qernertat akornusersorneqartillutik qimaasarput, tamannalu nukimmik naleqartarpoq, nerisassarsiorniarnernannut killiliisarlu, kissartumik pilersuina annertusissaq aqqarneranilu uummataata ingerlaneranut ajornartorsiortitsisinnaalluni.

### **Kapitali 19. Silap pissusaata allanngoriartornerata qilalukkamut qernertamut sunniutai**

Issittumi silap pissusaata allanngornera qilalukkamut qernertamut arlalitsigut sunniuteqarsinnaavoq. Piniagassat nalinginnaasut silap pissusaata allanngornerata kingunerisaanik nerisassaqar-nikkut periarfissanik allannguisinnaavoq. Piniagassat timaasa kissassusaasa kissarnerulernerannik tamanna aamma kinguneqarsinnaavoq, tamatumalu kingunerisaanik qernertap neriniagai sukkanerumik ingerlasinnaalersinnaapput arfermit pisarineqarnissaat ajornarnerulerlutik, tamannalu peq-qutigalugu qilalugaq qernertaq kissappallaarluni uippakajaalersinnaavoq, avatangiisimi kissarnerusumiikkuni timaaniittoq kissartuq sinneruttoq aniatikkuminaannerulissagami. Annikinnerusumik sikoqartarnerata aarluit amerlisissinnaavai umiarsuillu angalasut amerlisillugit, taamaakkaluartorli qilalukkat qernertat sassat pisarineqartartut ikilissinnaapput, imaluunniit nannut sikumi qilalukkanik qernertanik pisaqartarnerat annikillissinnaassallugu. Silap kissannerani nappaatit, virusit miluuffigisaminnullu ilanngartuisut nutaat takkussinnaapput.

### **Kapitali 20. Qilalukkat qernertat amerlassusaasa nalilerneqartarnerat aamma piujuaannartit-sisumik piniarneq**

Ilisimatuussutsikkut siunnersuinermit atatillugu matematikkikkut pisusaartitsinerit atorlugit nalilersuisoqartarpoq, uumasoqatigiit aalajangersimasumik piniagaanertik sapissannginneraat taak-kunani takuneqarsinnaasarluni. Qilalukkanut qernertanut uumasoqatigiinni amerlassutsinik nali-liisarnerit pineqartut Kalaallit Nunaanni Tunumi uumasoqatigiinnut immikkoortunut pingasunut atorneqartarput, Kalaallit Nunaata Kitaanili piniariartarfinnut siunnersuiniarnermi Kalaallit Nunaata Kitaani uumasoqatigiit marluk Canadallu Kangiani uumasoqatigiit arfinillit apeqqutaatillugit ataatsimoortumik nalilersuisoqartarpoq. Kalaallit Nunaanni piujuaannartitsiniarnissaq eqqarsaatigalugu ilisimatuussutsikkut siunnersuisarneq aamma Namminersorlutik Oqartussat pisassisarnerat assi-giinngissuteqaqaat. Kalaallit Nunaata sinnilimmik atuisarnermigut, taamalu qilalukkat qernertat uumasoqatigiit ukialuit ingerlaneranni nungutaasinnaanissaat qanillissinnaavaa.

### **Kapitali 21. Qilalukkat qernertat pillugit ilisimatuussutsikkut siunnersuisarneq**

Pinngortitaleriffimmi ilisimatuutut misissuinerit ilisimatusarnermit tunngasuupput sumulluunniit attuumassuteqanngitsut, taamatuttaaq inunnut ataasiakkaanut mianerinninnissamik imaqanngillat politikkikkulluunniit soqutigisanut attuumassuteqarnatik. Tamanna oqalliffinni ilisimatusarnermit tunngasuni suliaqartitsinikkut qulakkearniarneqartarpoq, paasissutissallu piujuaannartitsiniarnissaq eqqarsaatigalugu ilisimatuussutsikkut siunnersuiniarnermi atugassat misissorneqartarput. Qilaluk-kat qernertat pillugit siunnersuineq ataatsimoortumik siunnersuisoqatigiinnit JCNB-p ataaniittumit aamma NAMMCO-p Ilisimatuussutsikkut Siunnersuisoqatigiivinit ilusilersorneqartarpoq. Nammi-nerlutik Oqartussat CITES-imut (uumasut nungutitaanissamut navianartorsiortitaasut nunani ta-malaani niuerutigineqartarnerat pillugu isumaqatigiisummut) akuersisimavoq. Uumasut naasullu nungutitaanissamut navianartorsiortut niuerutigineqartarnerisa killilersimaarneqarnissaannik angu-niagaqartuuvoq, tamannalu uumasut CITES-imi nalunaarsorneqarsimasut avammut annissukkat eqqunneqartartullu killilersorneqarnerisigut pisarpoq. CITES-ip anguniagaraa uumasut nalunaarsor-neqarsimasut (soorlu qilalukkat qernertat) nunanilu tamalaani niuerutigineqartartut piujuaannartit-sinissaq eqqarsaatigalugu pinngortitamit pissarsiarineqartarnissaasa qulakkeerneqarnissaat.









**Kapitel 1**

**INDLEDNING**

## Indledning

Narhvalen har været et vigtigt fangstdyr i store dele af Grønland, siden de første Inuit indvandrede fra Canada. Udover den lokale fangst har der været en historisk eksport af narhvaltænder via nordboerne, de europæiske hvalfangerne i det 17. og 18. århundrede og senere via den Kongelige Grønlandske Handel (KGH). I dag muliggør det mindskede isdække langs Grønlands kyster samt introduktionen af hurtiggående både og moderne kommunikation en større bevægelighed i lokales færden og fangst. Samtidig er fangst og indhandling af narhvaler stadig vigtig i Nord- og Østgrønland. Markedsværdien for mattak (narhvalens hud) er steget betragteligt i de sidste 40 år, hvilket igen har øget det økonomiske incitament til at fange narhvaler. Dette har afstedkommet ønsker om kvoter, der er højere end det, den biologiske rådgivning anbefaler for at sikre narhvalbestandenes fortsatte vækst.

Narhvalen er derfor blandt de arter, som omfattes af Grønlands Naturinstituts monitorings- og forskningsprogram. Naturinstituttet overvåger udviklingen i bestanden af narhvaler i de forskellige forvaltningsområder ved at optælle bestandene på deres sommeropholdspladser. Dette sammenholdes med information om fangsten og viden om narhvalers vandringsmønstre. Derudover har flere studier belyst vigtige aspekter af narhvalers adfærd, biologi og følsomhed overfor forstyrrelser. Oftest har undersøgelserne været udført i tæt samarbejde med fangere, lokale borgere og internationale partnere, der hver især har bidraget med viden og ekspertise indenfor netop deres felt. Dette samarbejde har placeret Naturinstituttet blandt de førende i verden, når det gælder forskning i narhvaler. Ved optællinger af narhvaler fra fly benytter Naturinstituttet de nyeste, gennemtestede metoder. Også når det gælder brug af satellitsendere, kortlægning af hvalernes dykkeadfærd, vandringer samt opblandingen af forskellige bestande over året er Naturinstituttet blandt verdens bedste. Sammen med samarbejdspartnere fra internationalt anerkendte laboratorier og universiteter er Naturinstituttet i front med hensyn til at undersøge narhvalers alder, genetik, evolution, fødevalg, fysiologi samt deres plads i det grønlandske økosystem. Derudover undersøges sammenhængen mellem menneskeskabte klimaforandringer og forstyrrelsesændringer af narhvalers livsbetingelser.

Siden Grønlands Naturinstitut blev etableret i 1995, er der udgivet mere end 100 videnskabelige publikationer og rapporter om narhvaler i Grønland. Formålet med denne hvidbog er at opsummere Naturinstituttets generelle videnskabelige viden om narhvaler samt inddrage viden fra Canada og andre områder, som er relevant for forvaltningen af narhvaler i Grønland. Hvidbogens primære målgruppe er forvaltere og politikere, som skal tage beslutninger om narhvalers fremtid i Grønland. Samtidig kan journalister og informationsmedarbejdere bruge bogen til at kvalitetssikre de oplysninger, de videreformidler. Endelig er det Naturinstituttets ønske, at hvidbogen kan bruges af fangere og andre lokale borgere som et opslagsværk og derigennem give befolkningen et overblik over den nuværende viden om narhvaler, uden at man behøver arbejde sig gennem vanskeligt tilgængelige tekniske rapporter og/eller videnskabelige artikler. Hvidbogen tilstræbes at være up-to-date (t.o.m. år 2021), men da forskning i narhvaler til stadighed pågår, skal der tages forbehold for, at viden præsenteret i denne hvidbog muligvis forældes, alt imens nye forskningsresultater til stadighed gør os klogere på narhvaler i Grønland.

Bogen er skrevet af medarbejdere fra Naturinstituttet med undtagelse af kapitlet om genetik (Kapitel 15), som er delvist skrevet af samarbejdspartnere fra Københavns Universitet. Hvidbogen har ni forfattere, men langt flere mennesker har bidraget med viden som opsummeres i hvidbogen. Otte af forfatterne består af en gruppe biologer ved Naturinstituttets afdeling for Pattedyr og Fugle, der blandt andet beskæftiger sig med narhvaler, og som tilsammen har mere end 100 års erfaring med forskning i havpattedyr i Grønland (se Appendiks 1 over forfatterbiografier).

### **Vidensbidrag fra fangere og andre lokale**

En stor del af den genererede viden om narhvaler, der danner baggrund for hvidbogen, er frugten af et mangeårigt og tæt samarbejde med fangere og lokalbefolkning. Naturinstituttet anerkender til fulde, at fangere og andre borgere har en unik viden om narhvaler i bestemte geografiske områder. Fangernes egne oplysninger om narhvalfangst er vigtig viden, som er tilgængelig for Naturinstituttet via særmeldeskeskemaerne, der er en obligatorisk del af kvotesystemet bestemt af Grønlands Selvstyre. Her findes information om fangstlokaliteter samt oplysninger om køn, fostre, alder, størrelse og antallet af landede narhvaler. Disse oplysninger indgår i bestandsvurderingen af narhvaler i de forskellige forvaltningsområder. En del af narhvalundersøgelserne foretaget af Naturinstituttet er baseret på laboratorieanalyser af prøver indsamlet af fangere. Det kan være kønsorganer for at undersøge reproduktion, øjne eller tænder til aldersbestemmelse eller vævsprøver til genetiske analyser mm.

Sidst, men ikke mindst, er fangere og andre borgere helt centrale i gennemførelsen af sporingsstudier af narhvaler. Satellitmærkning bruges blandt andet til at forstå, hvordan de forskellige bestande hænger sammen, samt til planlægning og kalibrering af neddykkede narhvaler ifm. flytællinger. Naturinstituttet har mærket narhvaler sammen med fangere flere steder i Grønland og Canada, men det mest omfattende samarbejde startede i Scoresby Sund i 2010 og fortsatte årligt indtil 2020. Dette samarbejde er brugt til adskillige studier om den lokale narhvalbestands vandringer, adfærd, økologi og akustik. Ydermere har data fra narhvaler mærket i Scoresby Sund bidraget til en større forståelse af effekterne af menneskeskabte klimaændringer på narhvaler samt forbedret rådgivningen angående menneskabte forstyrrelser, herunder støjforurening.

## Bogens opbygning

Hvidbogen er opbygget, så man kan læse den fra start til slut, læse individuelle kapitler eller blot kigge på relevante tabeller og figurer.

Kapitel 0 indeholder et kort referat på dansk, grønlandsk og engelsk over de enkelte kapitler.

Kapitel 1 indeholder introduktionen til denne hvidbog.

Kapitel 2 og 3 beskriver narhvalens økonomiske betydning i Grønland samt dens generelle udbredelse.

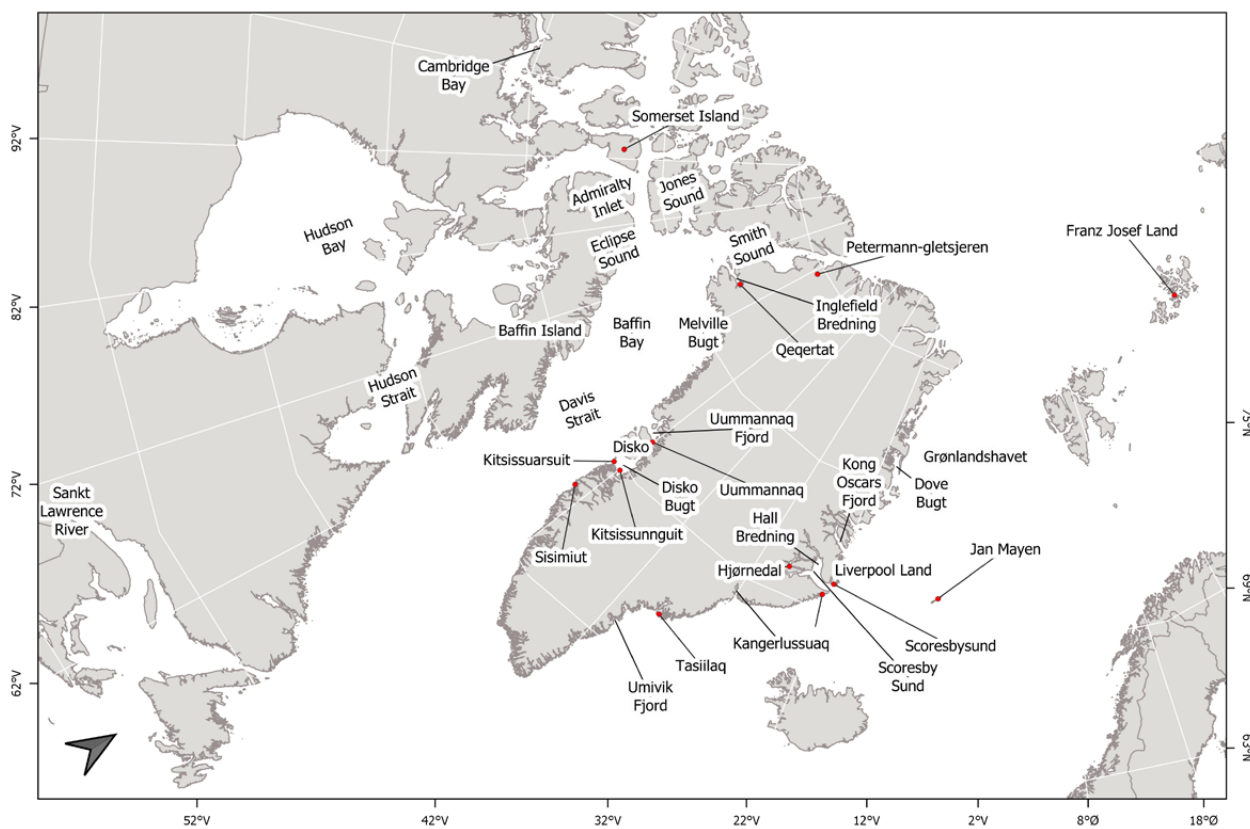
Kapitlerne 4 til 16 fokuserer på undersøgelser, der indgår i de modeller, NAMMCOs og JCNB's videnskabelige arbejdsgrupper udvikler til at rådgive om bæredygtig fangst på de enkelte narhvalbestande. Undersøgelserne omfatter narhvalens biologi, dykkeadfærd, tællinger, vandringer, fangststatistik, fangernes egne oplysninger, genetik og fysiologi.

Kapitel 17 til 19 handler om narhvalens sårbarhed overfor menneskeskabte forstyrrelser som støjforurening og klimæændringer.

Kapitel 20 og 21 gennemgår den forvaltningsmæssige proces, hvor den indsamlede viden om narhvaler bruges til den endelige videnskabelige rådgivning om bæredygtig fangst.

Alle fotos i hvidbogen stammer fra forfatterne eller Carsten Egevang, medmindre andet er nævnt.

Undersøgelserne af narhvaler i Grønland er delvis egenfinansieret af Grønlands Naturinstitut, men forskerne har også søgt og modtaget støtte fra mange andre instanser: Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland (KVUG), Grønlands Miljøundersøgelser (GM), National Environmental Research Institute (NERI), Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Department of Fisheries and Oceans, Canada (DFO), Nunavut Wildlife Management Board (NWMB), Polar Continental Shelf Project (PCSF), US National Science Foundation (NSF), NOAA Ocean Exploration (NOAA), The Danish Natural Research Council (FNU), The Danish Cooperation for the Environment in the Arctic (DANCEA), Office of Naval Research (ONR), University of California at Santa Cruz, Carlsbergfondet, Grønlands Forskningsråd (NIS), Råstofstyrelsen for Grønland (MLSA) og Miljøstyrelsen for Råstoffer (EAMRA) i Grønland.



Figur 1. Oversigtskort over stednavne omtalt i hvidbogen. Byer, bygder eller andre lokaliteter på land er vist med røde prikker. Byen Scoresbysund omtales som Ittoqqortoormiit.





Kapitel 2

**UDBREDELSE**

## Narhvalens udbredelse

Narhvalen er en atlantisk art, som forekommer i den arktiske del af Nordatlanten og i det nordcanadiske øhav (Fig. 2.1). Arten er tilknyttet dybvandsområder, som er domineret af koldt polarvand.

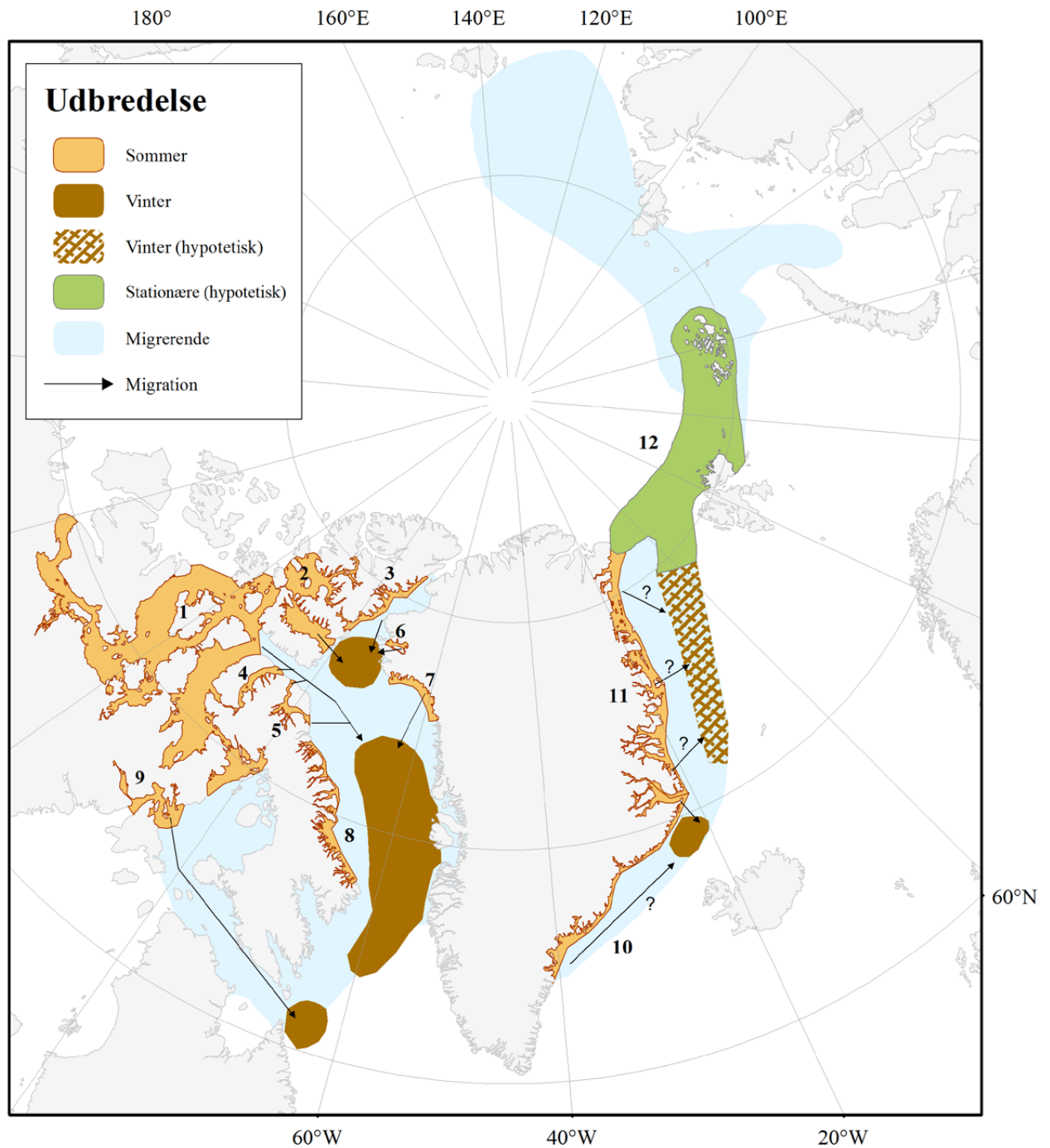
Den østlige udbredelse langs den russiske sibiriske kyst er ikke kendt, da arten forekommer langt fra land i områder med få menneskelige aktiviteter. Der er dog en del observationer omkring Franz Josef Land, og der er fund af meget gamle (ca. 50.000 år) knogler på land på øer længere mod øst i Sibirien. Omkring Svalbard ses narhvaler jævnligt, men de største nuværende koncentrationer i dette område er set i pakisen nord for Svalbard. Der er mange observationer i Grønlandshavet nord for Jan Mayen, og i Østgrønland forekommer narhvaler om sommeren fra Nordøstrundingen sydpå til Umivik-fjorden. Der er dog flere fjorde i Østgrønland, hvor der ikke er observeret narhvaler, og især om sommeren i Sydøstgrønland er der igennem de senere år sket en formindskelse af narhvalers brug af området.

I Vestgrønland optræder narhvaler om vinteren fra Disko Bugt og sydpå til Sisimiut, men de kan også forekomme nord for Disko Bugt, hvis isforholdene tillader, at hvalerne kan komme ind til land. I Baffin Bugt er hvalerne vidt udbredt i revner i pakisen vinteren igennem. Narhvaler koncentrerer sig om sommeren i Vestgrønland i to områder: Melville Bugt og i Inglefield Bredning. I Melville Bugt er der de seneste 10 år observeret en kraftig reduktion i narhvalers brug af området, og narhvaler kan nu kun findes i 15 % af det område, de ellers for få år siden befandt sig i. For nylig er der observeret narhvaler om sommeren så langt mod nord som Petermann-gletsjeren.

En narhvalbestand defineres ud fra sin sommeropholdsplads. De største sommerkoncentrationer af narhvaler findes i det nordøstcanadiske øhav, hvor der er store bestande i Eclipse Sound, Admiralty Inlet og omkring Somerset Island. Derudover er der bestande i Smith Sund, Jones Sound og langs østkysten af Baffin Island. En mindre bestand holder til i Hudson Bugt, og om vinteren opholder disse hvaler sig i den vestlige del af Davis Strædet og munden af Hudson Strædet.

Narhvaler er observeret enkelte gange i Alaska, men det menes, at disse individer er strejffere fra bestandene i det nordcanadiske øhav. Der er også sket, at unge narhvaler har forvildet sig helt til Europa.





Figur 2.1. Verdensudbredelsen af narhvaler og opdelingen i sommerbestande som fastlagt af NAMMCOs Videnskabelige Komité. Spørgsmålstegn indikerer formodede vandringer.

- |                     |                          |                             |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1) Sommerset Island | 5) Eclipse Sound         | 9) Northern Hudson Bay      |
| 2) Jones Sound      | 6) Inglefield Bredning   | 10) East Greenland          |
| 3) Smidt Sound      | 7) Melville Bay          | 11) Northeast Greenland     |
| 4) Admiralty Inlet  | 8) Eastern Baffin Island | 12) Siberian-Russian Arctic |



An aerial photograph of a forest with a path, serving as the background for the text.

**Kapitel 3**

**ØKONOMISK BETYDNING**

## Narhvalens økonomiske betydning

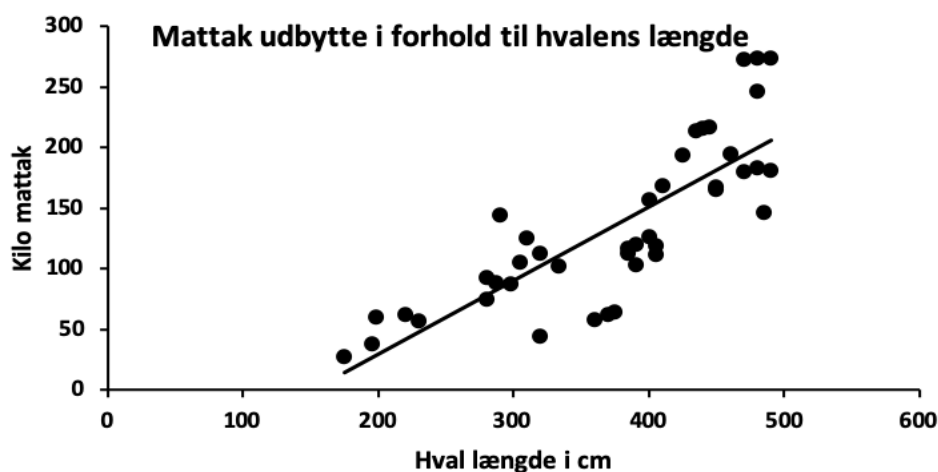
Narhvalens økonomiske betydning er koncentreret om to ting: Salg af mattak og salg af stødtænder. Kødet kan indgå i husholdningen og som hundefoder, men sælges sjældent og bruges i nogle tilfælde slet ikke. Dette til trods er der næppe nogen tvivl om, at narhvaler i visse områder er det vigtige af fangstdyrene i Grønland rent økonomisk. Det skyldes den meget høje pris på mattak kombineret med muligheden for at sælge stødtænderne.

### Indhandling af mattak

Mattak-udbyttet pr. hval vises nedenfor. Det er blevet bestemt på baggrund af fangster af 40 narhvaler i Uummannaq i november 1993. Hvalerne varierede i længde mellem 175 og 490 cm (Fig. 3.1) og det største mattak udbytte kom fra en 480 cm lang han, som gav 274 kg mattak.

Gennemsnittet af længderne af de 40 narhvaler var 380 cm, hvilket gav et gennemsnitligt mattak-udbytte på 132 kg pr. hval. I 1993 var indhandlingsprisen på narhval-mattak 50 kr. pr. kg.

I 1990 var detailprisen 122,60 kr. pr. kilo, i 1991 var den 145,50 kr., og i 2019 var detailprisen 499 kr. pr. kg. Betalingen til fangeren i 2019 var ca. 180 kr. pr. kg (Fig. 3.2).



Figur 3.1. Mattak-udbyttet i kilo i forhold til hvalens længde (data fra 40 narhvaler fanget i Uummannaq i 1993).

## Indhandling af stødtænder

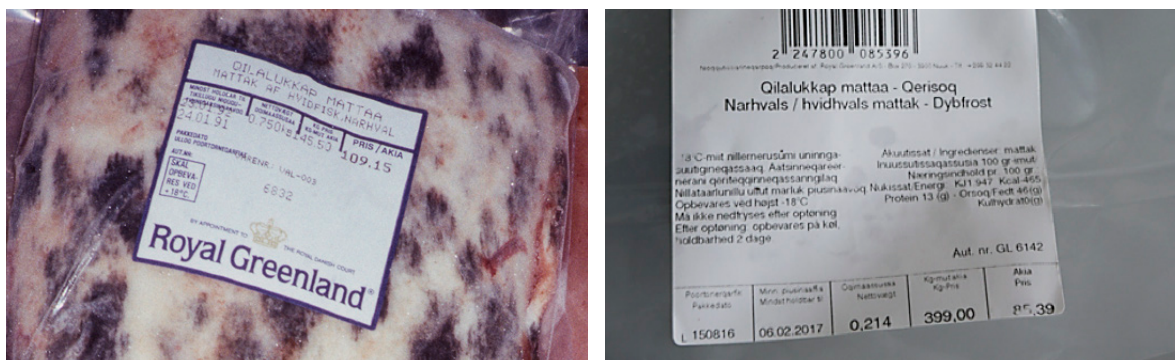
Eksport af narhvaltænder fra Grønland har foregået siden nordboernes tid og blev formentlig intensiveret i perioden med hvalfangere fra især England. I 1653 blev der eksporteret 172 kg tænder med en gennemsnitsvægt på 5 kg, dvs. ca. 34 tænder. Fra 1774 begyndte den Kongelige Grønlandske Handel (KGH) at opkøbe tænder, og i årene 1853-1872, blev der i gennemsnit eksporteret 275 kg narhvaltænder pr. år til Danmark. Formentlig er det primært store og hele tænder, som er blevet eksporteret. Hvis tændernes gennemsnitsvægt har været 5 kg, svarer det til 55 tænder pr. år.

KGH's statistik, som går fra 1908 til 1957, omfatter kun vægten af tænderne, men ser man på tendensen i hele perioden, ligger eksporten ret konstant omkring 200 kg pr. år. Dog blev der i årene 1915-17 eksporteret omkring 500 tænder efter en stor sassat (hvaler fanget i isen) i Disko Bugt, hvor ca. 1.000 narhvaler (hvoraf ca. halvdelen har været hunner) blev fanget (Fig. 3.3). Det er sandsynligvis fortrinsvis store tænder, som er eksporteret i perioden 1908-1957. Hvis de gennemsnitligt har vejet 5 kg, har den årlige eksport i gennemsnit ligget på omkring 40 tænder.

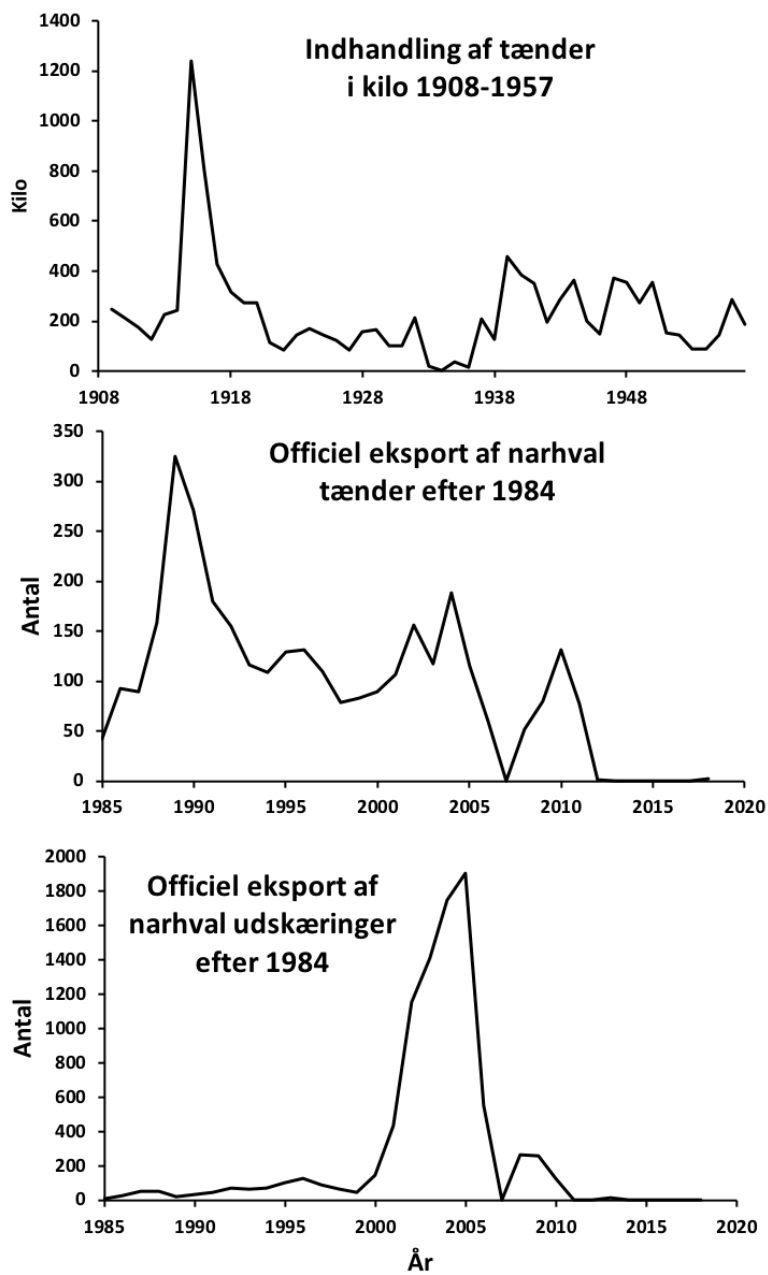
I 1970'erne betalte KGH 715 kr. pr. kg narhvaltand, men i 1985 var prisen faldet til 500 kr. pr. kg. Eksporten af narhvaltænder, som blev registreret gennem udstedelse af CITES-tilladelser, steg dog betydeligt og toppede i 1990'erne. I perioden med CITES-registreringer lå eksporten på gennemsnitlig 93 tænder per år eller omkring det dobbelte af indhandlingen i perioden 1908-1957 (Fig. 3.3). Prisen for en narhvaltand i 2019 svingede mellem ca. 1.100 og 1.500 kr. pr. kg alt efter stand og størrelse på tanden.

I perioden mellem 2001 og 2006 var der også en stor eksport af udskæringer fra narhvaltænder, men stort set alle officielt registreret eksporter af narhvalprodukter ophørte efter 2011.

Med forbuddet mod eksport af narhvalprodukter fra Grønland, som trådte i kraft i 2006, er al eksport af narhvaltænder, udskæringer og mattak ulovligt. Det er kun lovligt at udføre narhvaltænder fra Grønland i forbindelse med bohaveflytning. Dog har der i de senere år været flere eksempler på illegal eksport af narhvaltænder fra Grønland, men omfanget af denne eksport kendes ikke.



Figur 3.2. Narhval-mattak i fryseren i butikken i 1991 (til venstre) og i 2019 (til højre).

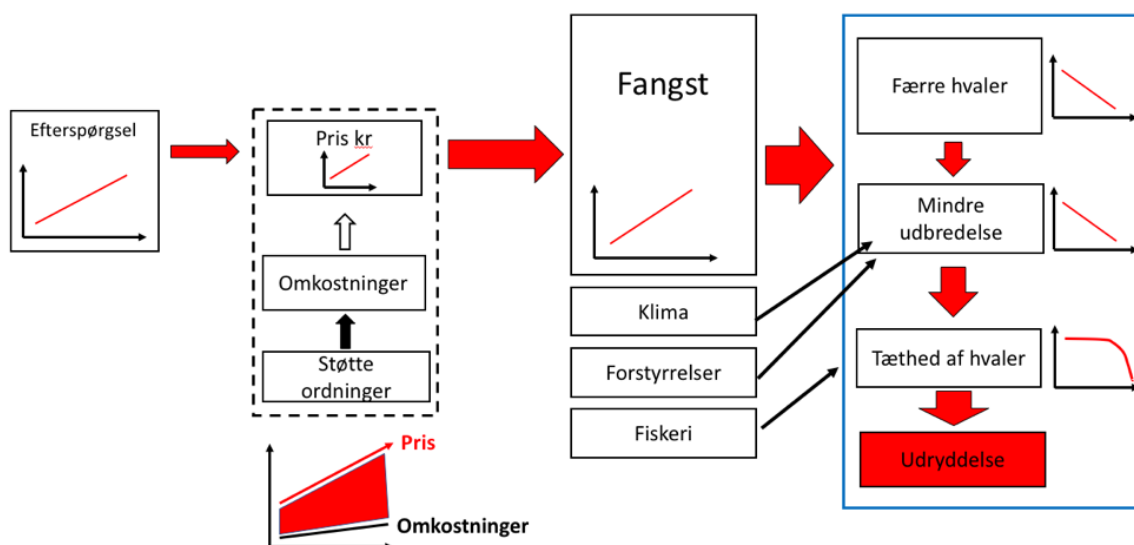


Figur 3.3. Historisk indhandling af narhvaltænder til KGH angivet i kilo pr. år (øverst), officiel eksport af narhvaltænder med CITES-tilladelse i antal tænder pr. år (midterst) og officiel eksport af narhvaludskæringer med CITES-tilladelse i antal udskæringer pr. år (nederst).

## Betydning af narhvalens værdi

Den samlede værdi af produkter fra en narhval vil for en fanger i gennemsnit kunne beløbe sig til 24.000 kr. for mattak, og dertil kommer tanden som, afhængigt af størrelsen, kan beløbe sig til 1.000-10.000 kr. En fanger vil altså gennemsnitligt kunne tjene ca. 30.000 kr. på en narhval. Det svarer til indhandlingsprisen på omkring 100 sælskind!

Der er ingen tvivl om, at efterspørgslen efter især mattak er stigende i Grønland og har været det de sidste 30-40 år; det afspejles også tydeligt i de stigende priser på produktet. Figur 3.4 skitserer, hvordan den stigende efterspørgsel påvirker prisen. Prisen påvirkes af omkostningsniveauet, der selvfølgelig også er stigende, fordi oliepriser, bådpriser, fragt m.m. også stiger. Samtidig findes der subsidier i form af billige lån til både og motorer samt etablering af indhandlingsanlæg, der reducerer omkostningsniveauet og dermed bevarer det økonomiske motiv for at fange narhvaler. Den høje pris på fangstproduktet øger interessen for at fange narhvaler, og dermed stiger det samlede antal af fangster. Det medfører, at antallet af hvaler falder – som observeret i Østgrønland – og deres udbredelse indskrænkes – som observeret i Melville Bugt. Forhold som klima, menneskelige forstyrrelser og fiskeri kan i mindre omfang påvirke udbredelsen af narhvaler og i ekstreme situationer også antallet af hvaler. Det skal understreges, at selvom udbredelsen indskrænkes og antallet af hvaler falder, så kan tætheden af hvaler i lang tid godt opfattes som værende konstant. Med andre ord: Når færre hvaler optræder i mindre områder, kan det godt se ud, som om der stadig er et stort antal tilbage. Det vil dog kun være tilfældet i en vis periode, indtil bestanden er så lille, at den er tæt på et kollaps. Herefter er det ofte for sent at gribe ind og redde bestanden, og den vil i stedet gå mod udryddelse (se Kapitel 20 om bestandsvurdering og bæredygtig fangst).



Figur 3.4. Diagram over betydningen af de økonomiske interesser i narhvalfangst og disses påvirkning af narhvalbestanden.







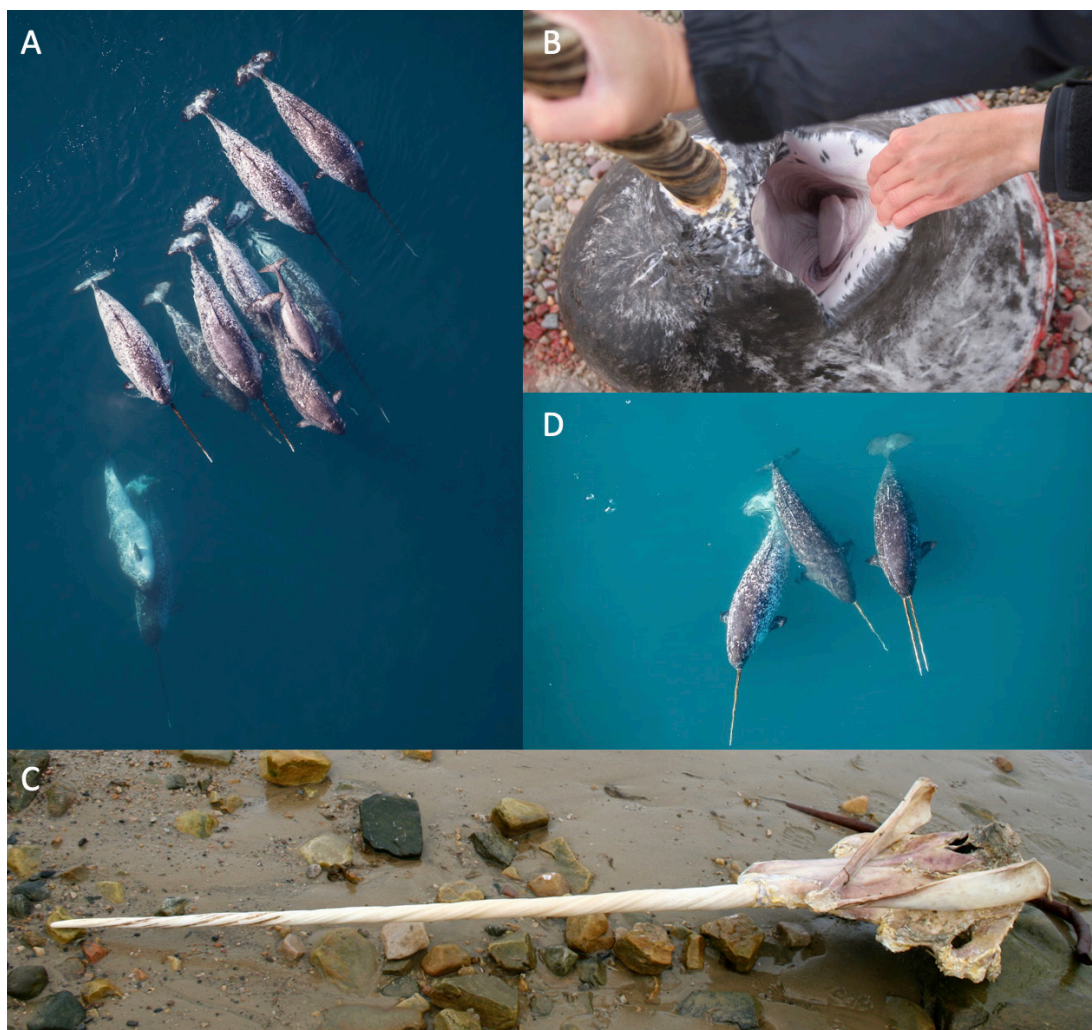
**Kapitel 4**

**BIOLOGI**

## Narhvalens biologi

Narhvalen er i familie med hvidhvalen, og disse to udgør de eneste arter i familien Monodontidae. Narhvalen hedder på latin *Monodon monoceros*, hvilket betyder hvalen med "den ene tand" eller "det ene horn". Narhvalen er sort med lys marmorering og hvid underside; ungerne er i de første år grå, men får med alderen de voksnes spættede farve (Fig. 4.1A). Dette farvemønster tolkes som ophav til stavelsen "nar" i hvalens navn, som menes at stamme fra det oldnordiske ord for lig, fordi narhvalen angiveligt skulle have samme farve som et dødt menneske. På grønlandsk heder narhvalen qilalugaq qernertaq.

Narhvalen er en mellemstor hval. Hannen kan blive 5-6 meter lang og veje op til 1.800 kg. Hunnerne er noget mindre og opnår en længde på 4-5 meter og en vægt på op til 1.200 kg. Hunnerne bliver kønsmodne i 8-10-årsalderen, mens hannerne først bliver kønsmodne omkring de 15-17 år. Hunnerne er gravide i ca. 14 måneder og føder i gennemsnit én unge i juni-juli hvert tredje år.

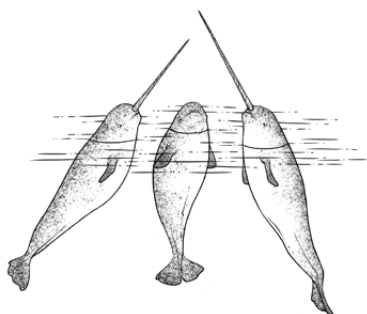


Figur 4.1. En flok voksne hanner med tand og en unge fra samme år (grå) sandsynligvis sammen med sin mor (uden tand). En hun og en han ses under overfladen. Melville Bugt, august 2019. (A). Narhvalen har ingen synlige tænder i munden, men suger i stedet sin føde ind. Hannernes tand vokser ud gennem venstre overlæbe (B). Narhvalkranie af en han med stødtand. Underkæben uden tænder ses liggende ovenpå kraniet. Qaanaaq, august 2008 (C). Narhval med to stødtænder, filmet med drone nær Qaanaaq i juni 2021. Foto: Jens Ascanius (D).

## Narhvalens tand

Narhvalen er, ligesom hvidhvalen, en tandhval, men har dog ingen synlige tænder i munden (Fig. 4.1B). I stedet har den to horisontale tænder liggende i overkæben, hvoraf den venstre vokser frem hos hannerne og udvikler sig til en lige, venstresnoet tand (stødtand), der stikker 2–3 m ud af venstre side af overmunden (Fig. 4.1C). Hunnernes tænder bryder kun yderst sjældent frem og hannens højre tand bryder ligeledes sjældent frem; dog kan det forekomme, at begge tænder vokser frem side om side (4.1D). Ingen andre hvaler udvikler en tand som narhvalens, og det har da også længe været diskuteret, hvad sådan en besværlig tand bruges til. Hvad er den udviklingsmæssige fordel ved dette "horn"? Forslagene har været mange; nogle mener, at narhvalen bruger tanden til at rode rundt i bunden og spidde hellefisk på. En videooptagelse fra Canada (<https://www.youtube.com/watch?v=OoTjLIN67Bw>) i 2017 viser, hvordan en narhval i overfladen bruger tanden til at slå en fisk ud, som derefter suges ind i munden og sluges hel. Andre mener, at tanden bruges til at stikke huller i isen eller til at "føle", hvor tyk isen er.

Undersøgelser har vist, at der er et utal af nerver i tanden, og det er foreslået, at tanden kan måle temperatur og saltindhold i det omgivende vand. Hunnerne udvikler dog yderst sjældent den lange tand, og tanden kan derfor ikke have en kritisk funktion for dyrenes overlevelse som f.eks. et instrument for fødesøgning eller vandringsadfærd, da hunnerne lever længst og ofte færdes alene. Tandens er således ikke afgørende for narhvalens overlevelse, men er et træk ved narhvalhannen, der sandsynligvis er opstået gennem seksuel selektion (udvælgelse). Seksuel selektion baseres på egenskaber, i dette tilfælde tanden, som har betydning for et individs mulighed for succesfuldt at parre sig med en mage. Narhval hannerne bruger højst sandsynligt tanden til at bestemme indbyrdes rangorden og evt. tiltrække en mage (Fig. 4.2).



*Figur 4.2. To narhvalhanner viser deres stødtænder frem for hinanden. En hun ser på i midten. Illustration fra Graham et al. (2020) baseret på et foto.*

Om sommeren kan man i de nordcanadiske fjorde ofte se hannerne forsigtigt krydse tænderne mod hinanden, som var det sværd, samtidig med at man hører en underligt klagende lyd fra hvalerne. Denne adfærd bruges sandsynligvis til at opretholde et dominans-hierarki og til at introducere de unge narhvaler til de voksnes seksuelle roller. Hannernes mange ar på ryg og hoved har også affødt spekulationer om, hvorvidt tanden bruges som et decideret våben i kampe om hunnerne. Det er dog aldrig observeret, at hannerne bruger tanden til at slå med. At tanden er et resultat af seksuel selektion er sandsynliggjort i et studie fra 2020. Studiet har indsamlet data om kropslængde, længde af stødtanden og halebredde hos 245 voksne hanhvaler fra den grønlandske fangst. Resultaterne viser, at der er en større variation i forholdet mellem kropslængde og tandlængde end i forholdet mellem kropslængde og halebredde. Teorien er, at træk, der selekteres seksuelt for (i dette tilfælde tandlængde), varierer forholdsvist mere end træk, der ikke selekteres seksuelt for (i dette tilfælde halebredden).

## Aldersbestemmelse

At kunne aldersbestemme dyr rimelig akkurat, er af afgørende betydning for at sikre en bæredygtig forvaltning og dermed en bæredygtig udnyttelse af en art. Aldersbestemmelse bruges til at få viden om aldersstrukturen i en bestand, til at anslå dyrenes alder ved kønsmodenhed og første unge samt til at anslå, hvor gamle dyrene kan blive (deres maksimale levealder). Aldersbestemmelse af tandhvaler og andre pattedyr med tænder foregår normalt ved aflæsning af vækstlag i tværsnit af tænderne – på samme måde som årringe i et træ kan aflæses. Narhvalens stødtand består hovedsageligt af dentin, som yderst er omgivet af et tyndt lag hård cementum. Et individs alder anslås ved at dele stødtanden på langs og tælle vækstlagene i dentinen (Fig. 4.3A).



Figur 4.3. Narhvalstødtand skåret over på langs. Vækstlag ses i dentinen. Udsnit af figur fra Garde et al. (2012) (A). Øjenlinser fra en ung narhval (venstre) og en gammel (højre) narhval (B).

Metoden med at aldersbestemme via stødtænder er dyr og besværlig, da stødtænderne købes fra fangsten (til en kilopris på omkring 1.250 kr.), og fordi de lange tænder er vanskelige at fragte og håndtere i øvrigt. Desuden kan det være svært at tælle lagene i tanden, da de til tider er svære at identificere og adskille. Endelig er det kun hannerne, som kan aldersbestemmes ved denne metode. De små tænder, der ligger gemt inde i hvalens overkæbe, kan ikke bruges til aldersbestemmelse af ældre dyr, da lagene ikke kan tælles, når hvalen bliver ældre end ca. 20 år.

### *Aspartat racemisering*

En metode, som kaldes aspartat racemisering (aspartic acid racemization (AAR) på engelsk), er siden midten af 2000'erne blevet brugt til at aldersbestemme bl.a. narhvaler, grønlandshvaler, finhvaler og vågehvaler fra Grønland. Metoden benytter sig af, at cellerne i øjenlinsen dannes i fosterstadiet og ikke udskiftes gennem livet. I de fleste af kroppens organer har cellerne en vis levetid. Herefter erstattes de af nye celler, som vi kender det fra f.eks. hud og hår. Men det er ikke tilfældet med øjets linse, som får lagt nye celler uden på de gamle – som skællene på et løg. Da cellerne i kernen af linsen er dannet under fosterstadiet og kort tid efter fødslen, er de lige så gamle som dyret. De kan derfor bruges til at bestemme dyrets alder.

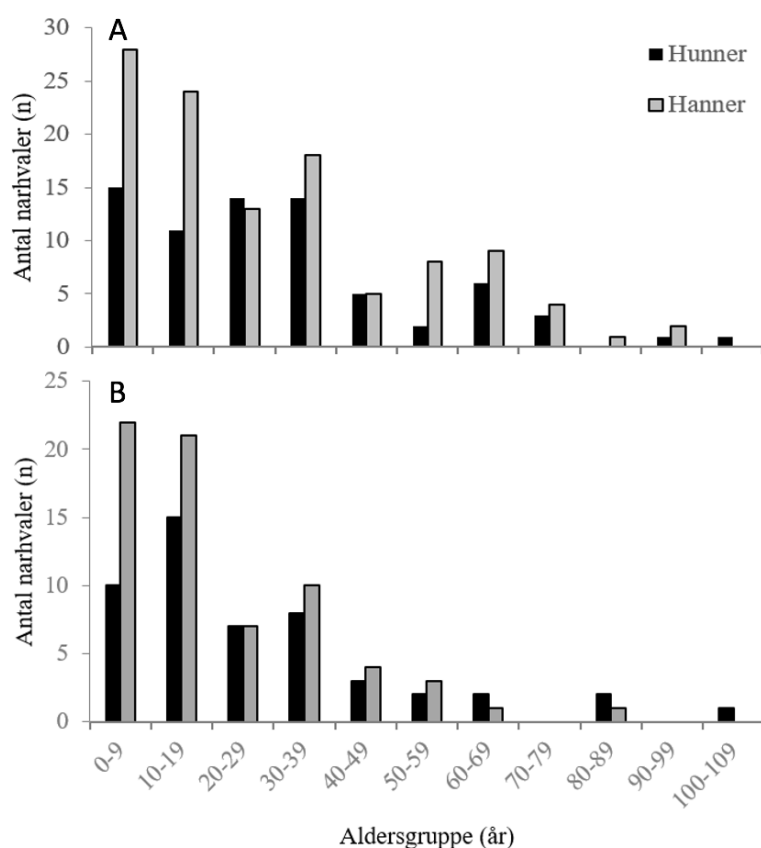
Alle proteiner er opbygget af aminosyrer. Aspartat racemisering benytter sig af, at molekyler af en aminosyre forekommer i to forskellige former: En L- og en D-form, som er hinandens spejlbilleder. Normalt forekommer kun L-formen i levende organismers proteiner. I væv, som ikke undergår stofskifte – f.eks. øjelinsen – omdannes (racemiseres) L-formen efterhånden til D-formen, som ophobes i vævet med en bestemt hastighed. Når man ved, med hvilken hastighed L-formen omdannes til D-formen, og hvor meget af de to former, der er til stede i en øjelinse, kan man beregne, hvor gammel øjelinsen og dermed hvalen var, på hvalens dødstidspunkt. Man kan desuden kende forskel på unge og gamle dyr, fordi øjenlinsen hos unge hvaler er hvid og blød; jo ældre dyret bliver, jo hårdere og mere gul bliver linsen (Fig. 4.3B). Ved brug af aspartat racemisering har forskere fundet ud af, at narhvaler sandsynligvis kan blive op mod 100 år gamle.

Selvom der i en population ikke er mange dyr, der opnår så høj en alder, så viser undersøgelser af både reproduktion (formering) og maveindhold, at narhvaler sandsynligvis lever et langt og sundt liv selv højt op i alderen. Da resultater fra de første undersøgelser af narhvalers alder kom frem, var det overraskende at en lille tandhval som narhvalen kan blive så gammel. Senere har undersøgelser vist, at også hvidhvalen kan opnå en betragtelig alder på op mod 80 år, og spækhuggeren menes at kunne blive 90 år gammel. De store bardehvaler kan også blive meget gamle, og grønlandshvalen har rekorden med sine over 200 år. Det er en stor investering for en hval at opnå tilstrækkelig kropsstørrelse til at blive kønsmoden. Det skal derfor give et afkast (i ungeproduktionen) i mange år, for at investeringen kan betale sig. Generelt gælder det da også for pattedyr, at de arter, som bliver sent kønsmodne, lever længst.

Øjnene, som er brugt til aldersbestemmelse af narhvaler, er indsamlet fra fangsten i Grønland. Da individer i bestande, som er udsat for fangst, generelt lever kortere end individer i bestande, der ikke er udsat for fangst, findes der sandsynligvis en højere andel af de ældre individer blandt narhvalbestande, som ikke er udsat for fangsttryk.

## Alders- og kønsfordeling af narhvaler

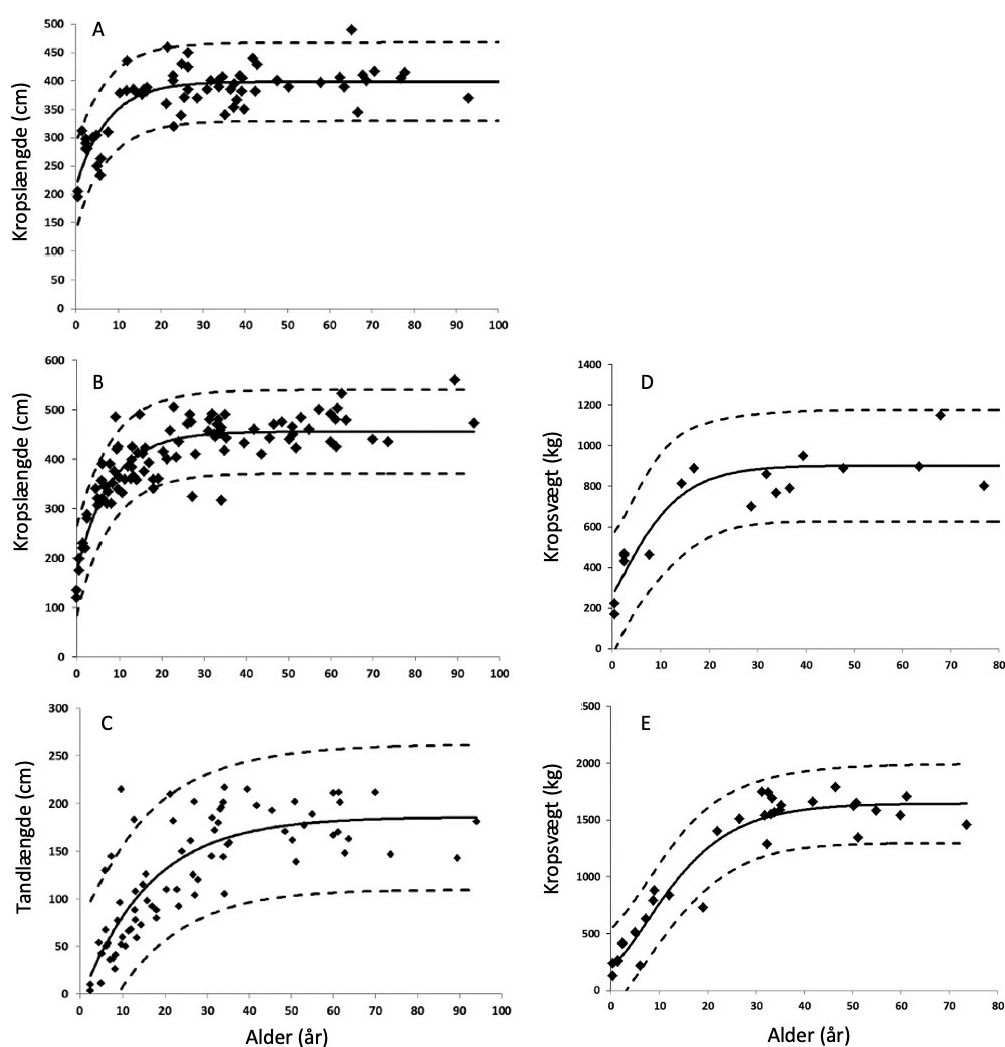
To vigtige parametre at kende til er aldersfordeling og kønsfordeling i en bestand – dvs., hvor mange hvaler er der i en given aldersgruppe, og hvordan er gruppen fordelt på køn? Disse parametre bruges, når bestandens vækstrate og dødelighed skal udregnes. Alders- og kønsfordelingen af narhvaler i Grønland er bestemt på baggrund af prøveindsamlinger fra den grønlandske fangst i Vestgrønland i 1993 og 2004-2012 samt i Østgrønland 2007-2019 (Fig. 4.4). Generelt afspejler aldersfordelingen fra fangsten, hvad man også vil forvente fra en bestand uden fangst: At der er flere unge dyr end ældre. Siden 2010 har der stort set ikke været indsamlet prøver i Vestgrønland med henblik på at øge vores viden om narhvalernes livshistorie, dvs. viden om deres alder, reproduktion, vækst osv., men siden 2007 og frem til 2019 har der været indsamlet prøver fra narhvalfangsten i Østgrønland (primært fra fangstlokaliteter i Scoresby Sund). Den viden, der foreligger om narhvaler i dette område (Scoresby Sund-bestanden), er derfor betydelig og repræsenterer en tidsserie på 13 år.



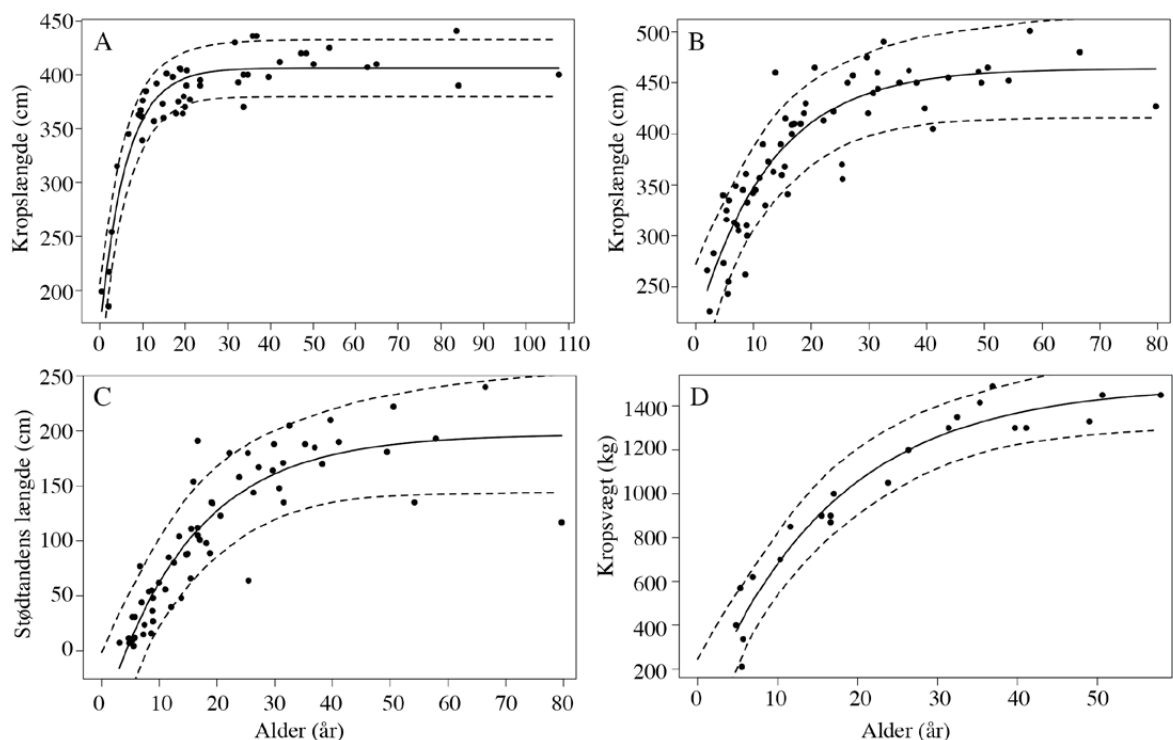
Figur 4.4. Alderssammensætning (i intervaller af 10 år) af 184 narhvaler (72 hunner (39 %), 112 hanner) fra fangsten i Vestgrønland (1993, 2004-2012) (A) og for 120 narhvaler (50 hunner (42 %), 70 hanner) fra fangsten i Østgrønland (2007-2018) (B).

## Hvalernes vækst

Udover alder og køn hos dyrene i en bestand er det vigtigt at have information om deres vækst, f.eks. længde og vægt ved en given alder samt væksten af enkelte kropsdele ift. hinanden. For at opnå viden om længde og vægt ift. alder skal man have en pålidelig aldersbestemmelse samt information om hvalerne. Det er selvsagt besværligt at veje en narhval. Ikke desto mindre er det blevet gjort med narhvaler i både Øst- og Vestgrønland, og derfor kender vi narhvalens vægt ved en given alder. Information om længden er lettere at opnå, da det blot kræver et målebånd. Både biologer og fangere har målt narhvaler fra fangsten, og længde/alder-forholdet hos narhvalen er derfor velundersøgt. Den asymptotiske vægt og længde er den gennemsnitlige maximale vægt og længde for arten (Fig. 4.5 og 4.6, Tabel 4.1.) Dog ikke at forveksle med den maximale længde og vægt en narhval kan opnå.



Figur 4.5. Vækst hos narhvaler fra Vestgrønland. Vækst i kropslængde (cm) og længde af stødtanden (cm); hunner (A, n=66), hanner (B, n=94), stødtand (C, n=77). Vækst i kropsvægt (kg); hunner (D, n=18), hanner (D, n=33). Længderne er tilpasset til en von Bertalanffy vækstmodel, mens vægt er tilpasset til en Gompertz vækstmodel. Den tykke linje viser den gennemsnitlige asymptotiske vækst, og de stiplede linjer er 95 % konfidensintervaller.



Figur 4.6. Vækst hos narhvaler fra Østgrønland. Vækst i kropslængde (cm) og længde af stødtanden (cm): hunner (A, n=49), hanner (B, n=67), stødtand (C, n=62). Vækst i kropsvægt af hanner (D, n=22). Der findes kun fem mål for hunnernes vægt i Østgrønland, hvilket ikke er nok til at beregne den asymptotiske vægt. Vægten for de fem hunner ligger mellem 880 og 1.000 kg, hvilket svarer til vægten af voksne hunner i Vestgrønland. Længderne er tilpasset til en von Bertalanffy vækstmodel, mens vægt er tilpasset til en Gompertz vækstmodel. Den tykke linje indikerer den gennemsnitlige asymptotiske vækst, og de stiplede linjer er 95 % konfidensintervaller.

Tabel 4.1. Livshistorieparametre for narhvaler fra Østgrønland og Vestgrønland. Længdemål er i centimeter (cm), kropsvægt i kilogram (kg) og alder i år.

		Hun		Han	
		Østgrønland	Vestgrønland	Østgrønland	Vestgrønland
Vækst	Asymptotisk kropslængde	406	399	464	456
	Alder ved asymptotisk kropslængde	23	25	48	28
	Maksimum kropslængde	441	490	502	560
	Asymptotisk længde af stødtanden	-	-	197	186
	Alder ved asymptotisk længde af stødtanden	-	-	58	53
	Maksimum længde af stødtanden	-	-	240	217
	Asymptotisk kropsvægt	-	903	1496	1645
Kønsmodenhed	Alder ved asymptotisk kropsvægt	-	32	>50	36
	Maksimum kropsvægt	1120	1148	1560	1789
	Estimeret alder ved kønsmodenhed	8-10	8-10	~15	~15
Reproduktion	Kropslængde ved kønsmodenhed	≥340	≥340	~400	~400
	Estimeret alder ved 1. graviditet	9-10	9-10	-	-
	Estimeret alder ved 1. fødsel	9-11	9-11	-	-
	Ældste registrerede gravide hun	47	68	-	-
	Ældste registrerede lakterende hun	65	69	-	-
Maksimum levealder	Graviditetsrate	29	35	-	-
	Ældste registrerede individ	108	101	80	95



Den tilgængelige information om længde og vægt tyder på, at hannerne i Vestgrønland er tungere end hannerne i Østgrønland, selvom de ikke er længere. Et studie har tidligere vist, at der ikke er væsentlig forskel på kraniets størrelse hos narhvaler fra Øst- og Vestgrønland, hvilket støtter antagelsen om, at narhvalerne i Øst- og Vestgrønland er af samme størrelse (længde), selvom hvalerne i Vestgrønland opnår en højere vægt. Data fra Østgrønland (Scoresby Sund-området) viser, at den gennemsnitlige kropslængde af de narhvaler, der fanges i området, er øget med tiden (Fig. 4.7). Årsagen kendes ikke med sikkerhed, men kan være en effekt af, at det nu kun er de største og mest erfarne dyr, der er tilbage i området, fordi fangsttrykket i Scoresby Sund har været højt i en årrække.

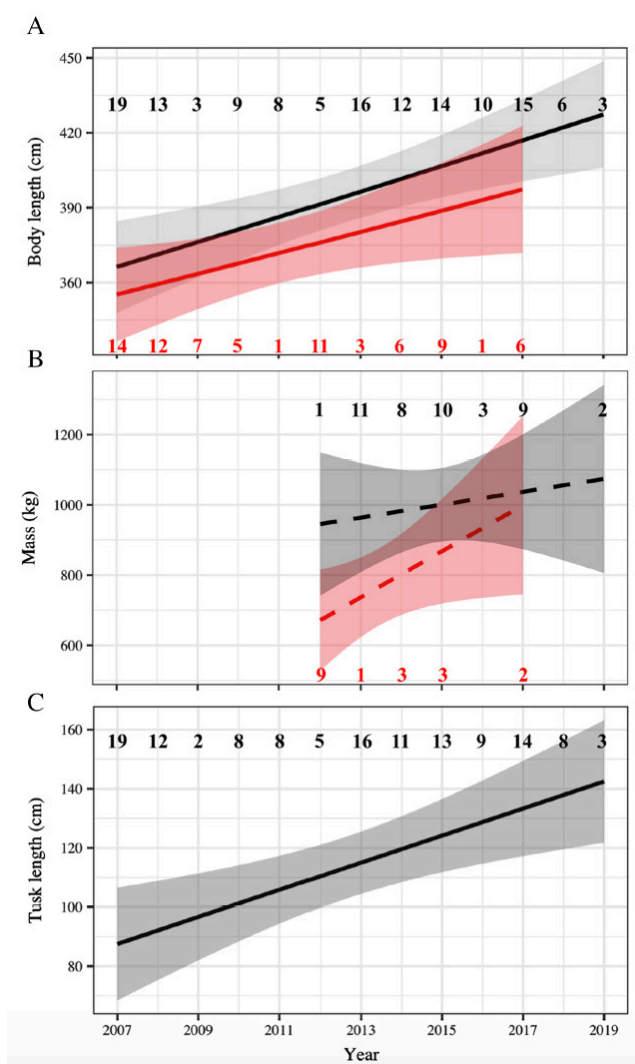


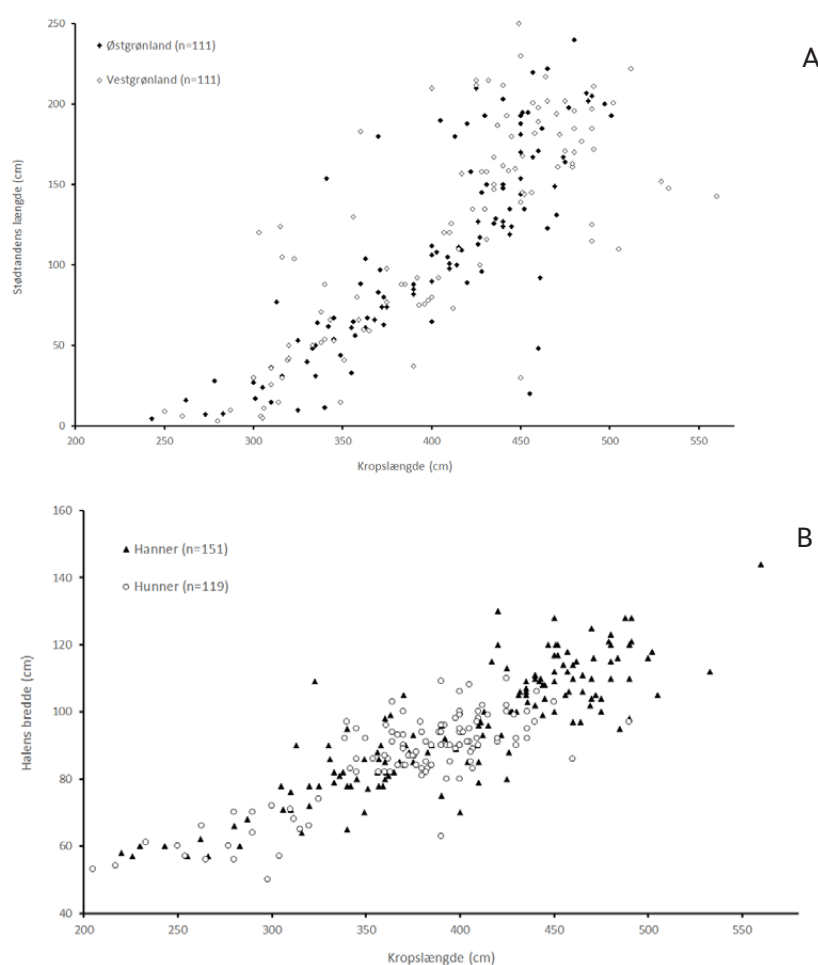
Fig. 4.7. Effekt af tid (år) på kropslængde (A;  $n = 75$  hunner;  $n = 133$  hanner), kropsvægt (B;  $n = 128$  hunner;  $n = 44$  hanner), og længden af stødtanden (C;  $n = 128$  hanner). Hunner er vist i rød og hanner i sort. Tallene angiver prøvestørrelser af hunner (rød) og hanner (sort) per år; ingen tal betyder, at der ikke var tilgængelige prøver. Den ubrudte linje indikerer en signifikant effekt af tid ( $p \leq 0.05$ ), den stiplede linje indikerer en ikke-signifikant effekt ( $p > 0.05$ ), og det skraverede område viser 95 % konfidensintervallet. Figur fra Garde et al. 2022.

Udover længde/vægt ift. alder kan man opnå viden om hvalernes vækst ved at se på forholdet mellem forskellige kropsdele. Forholdet mellem halens bredde og kroppens længde er således lineært, dvs., når kroppen vokser, så vokser halen tilsvarende (Fig. 4.8A). Har man således kun et mål for hvalens længde kan man, med nogenlunde nøjagtighed, forudsige halens bredde og vice versa. Forholdet mellem længden af hannens stødtand (målt fra det sted, hvor tanden bryder ud gennem overlæben) og kroppens længde er til dels også lineært (indtil en asymptote evt. nås), men der er en større variation i dette forhold end i forholdet mellem halens bredde og kroppens længde (Fig. 4.8B).

Det vil sige, at en stor han godt kan have en mindre tand end forventet i forhold til størrelsen, mens en lille han kan have en større tand end forventet. Som tidligere beskrevet i dette kapitel er denne variation et tegn på, at der selekteres seksuelt for tandens længde, og at den bruges til at opretholde dominans-hierarkier hannerne imellem og/eller tiltrække en mage. Af grafen (Fig. 4.8B) ses, at hvaler med små stødtænder (<10 cm) kan variere betydeligt i både kropslængde (n=10; 243–325 cm) og alder (n = 6; 2,5–5,5 år). Tandens starter således tidligst med at bryde frem, når hvalen er et par år gammel, og væksten af tanden varierer mellem individer fra hvalerne er helt unge.

Ligeledes gælder at hvalens omkreds i forhold til kroppens længde følger et lineært forhold, så jo længere hvalen er, jo større er omkredsen. Omkredsen på hvaler måles ved sternum (brystbenet), hvor hvalen er tykkest.

Hjertets vægt er blevet målt hos narhvaler i Østgrønland. Forholdet mellem hjertets vægt og kropsvægt følger også et lineært forhold, og det formodes, at hjertet stopper sin vækst, når hvalen når sin asymptotiske kropsvægt.

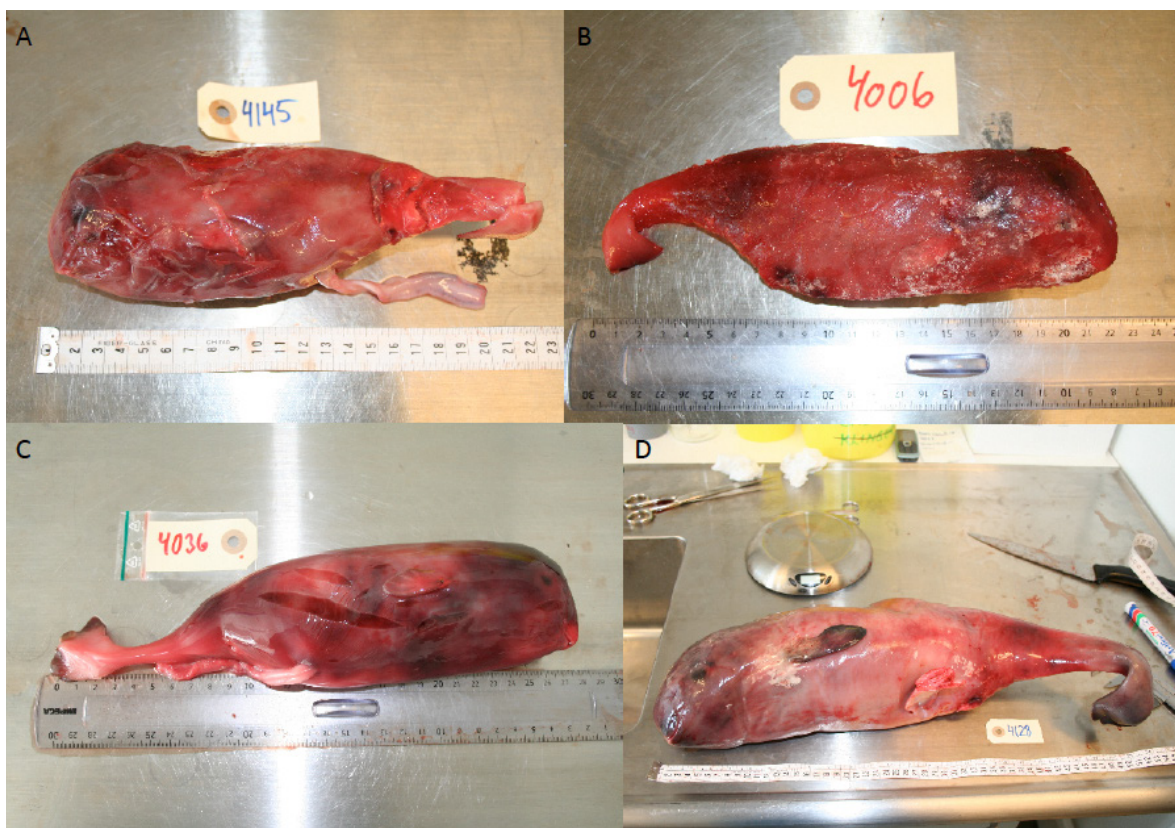


Figur 4.8. Kropslængden (cm) vs halens bredde (cm) for narhvaler i Øst- og Vestgrønland. Sorte trekantede er hanner (n=151), hvide cirkler hunner (n=119) (A). Kropslængde (cm) vs stødtandens længde (cm) for narhvalhanner fra Østgrønland (sort; n=111) og Vestgrønland (hvid; n=111). Figuren omfatter data fra Vestgrønland for 1985, 1993 og 2006–2012, data fra Østgrønland fra 2007–2018 samt data fra satellitmærkede dyr (primært fra Scoresby Sund).

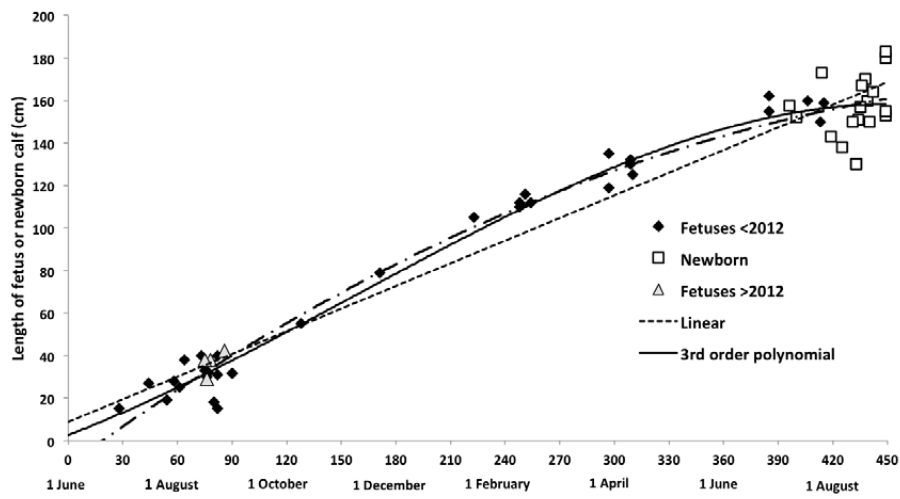
## Reproduktion og dødelighed

### Reproduktion

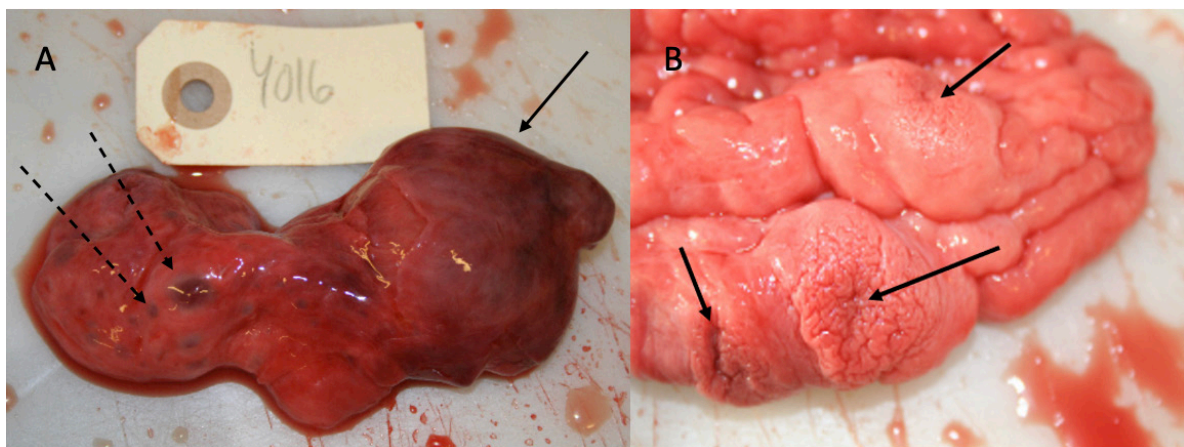
Hunnerne er de vigtigste i reproduktionen, fordi de producerer de unger, som erstatter de hvaler, som dør. De sikrer dermed, at bestanden kan vokse. Hunnernes reproduktion undersøges bedst ved at indsamle kønsorganer og undersøge dem for fostre (Fig. 4.9). Målinger af narhvalfostres længde viser, at de har samme længder i samme måneder. Det betyder, at parring og fødsler må foregå på bestemte årstider (Fig. 4.10). Narhvalerne parrer sig sandsynligvis om foråret i april til juni måned. På denne årstid er de som oftest på deres vinteropholdsteder eller på vandring mod deres sommeropholdsteder. Ungerne bliver født i det sene forår/tidlig sommer, sandsynligvis i juni og juli. Det vides ikke med sikkerhed, hvor mange måneder narhvalens svangerskab varer, men ud fra tilgængelig viden, er en hun formentlig gravid i 12-14 måneder. Normalt får narhvalerne kun én unge ad gangen. Udover at undersøge forekomsten af fostre, kan man aflæse andre ting i hunnernes æggestokke (ovarier). Æggestokkenes størrelse viser, om hvalen er kønsmoden; store æg (follikler) viser, om den er tæt på ægløsning; og tilstedeværelse af det gule legeme (*Corpus luteum*; CL) viser, at den er gravid (Fig. 4.11A). Det gule legeme kan dog godt være på retræte, hvilket betyder, at det gule legeme forsvinder igen med tiden og at hvalen kan have et mindre gult legeme uden dog at være gravid. Ved at sammenholde data vedrørende reproduktion med aldersdata kan man finde ud af, hvor gamle hvalerne er, når de bliver kønsmodne, og når de får deres første unge (Tabel 4.1).



Figur 4.9. Narhvalfostre måles for at bestemme deres vækst gennem graviditeten



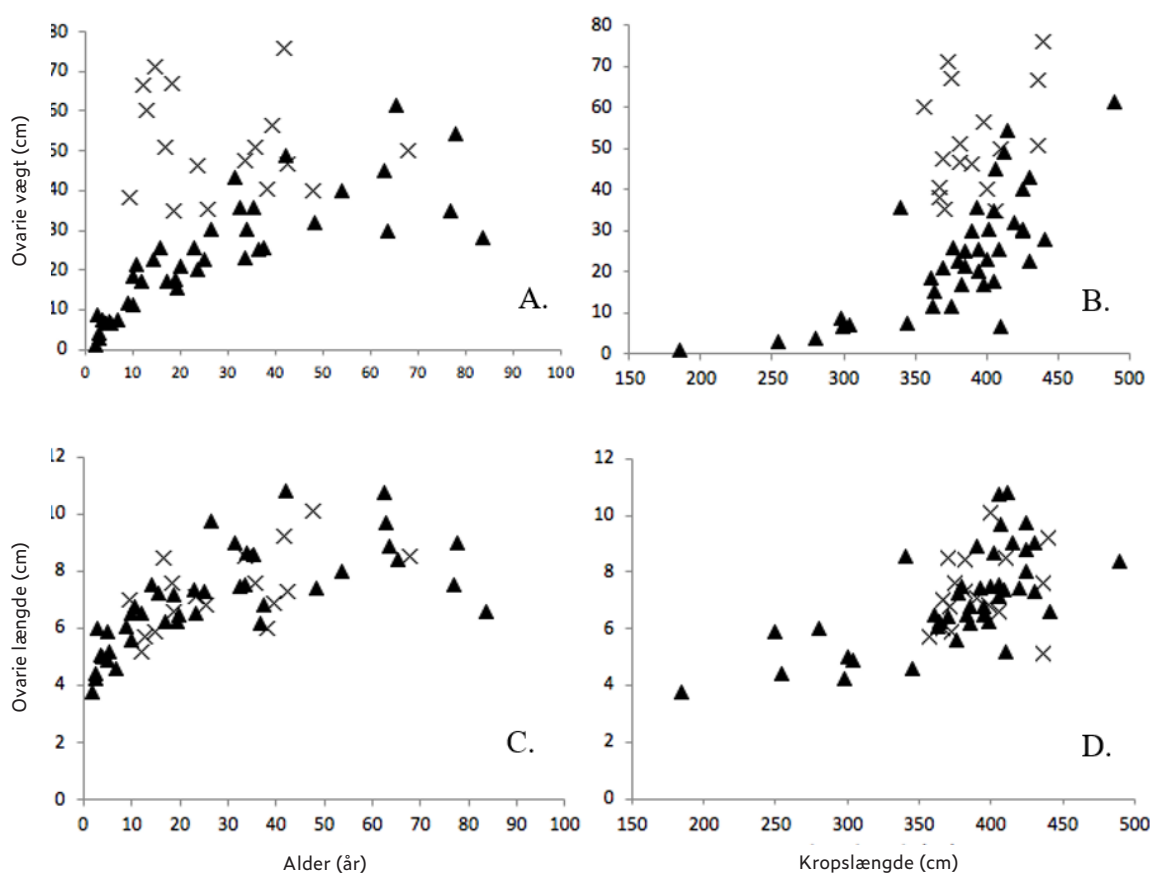
Figur 4.10. Kropslængder (cm) per dato af fostre og nyfødte narhvalkalve (n=58) fra Vest- og Østgrønland og fra Arktisk Canada (Figuren er opdateret med data fra 2012 fra Heide-Jørgensen and Garde 2010).



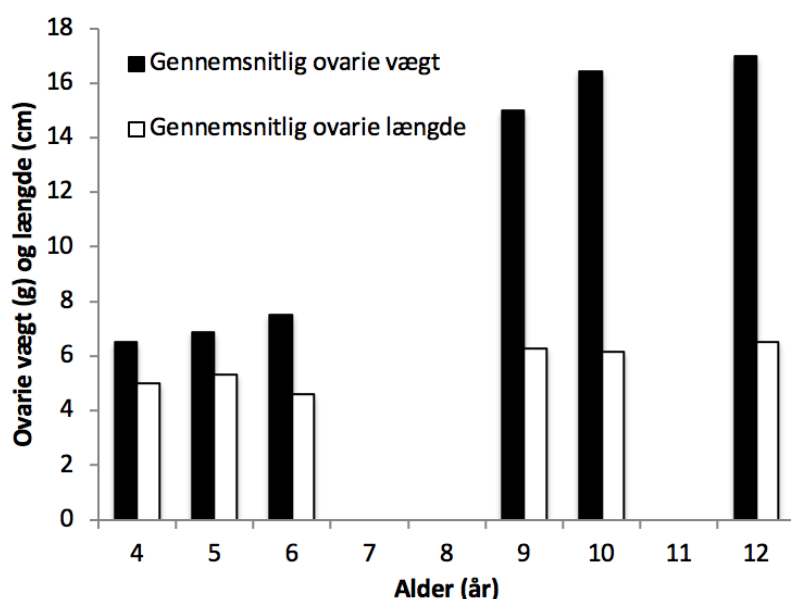
Figur 4.11. Ovarie/æggestok fra gravid narhval, den solide pil viser det gule legeme (Corpus luteum), mens de brudte pile viser to follikler (A). Udsnit af narhvalovarie, pilene viser tre synlige ar (Corpus albicans; B).

## Alder ved kønsmodenhed og ved første unge

Alder ved kønsmodenhed er, som nævnt, vurderet ved at indsamle og analysere kønsorganer, dvs. hunnernes ovarier og hannernes testikler, og sammenholde data om kønsorganerne med den alder, der er fundet ved brug af metoden aspartat racemisering. I få tilfælde er alderen bestemt ved at tælle vækstlag i hannens stødtand. For hunnernes vedkommende er ovarier blevet målt og vejet, og antallet af follikler og ar samt tilstedeværelse af det gule legeme noteret. Alder ved kønsmodenhed er – især for hunnernes vedkommende – et vigtigt biologisk mål, som bruges i f.eks. udregninger af bestandens vækstrate (dvs. antallet af dyr, bestanden forventes at vokse med på et år). Af graferne i Fig. 4.12 ses, at ovarierne starter en hurtig vækst i både vægt og længde, når hunnerne er ca. 340 cm lange (B, D). Det betyder, at det højst sandsynligt er ved denne kropslængde, at hunnerne bliver kønsmodne. Ved tilstedeværelse af det gule legeme (fra en alder af 9-10 år) er ovarierne tungere (A, B), men ikke længere (C, D). Ovarierne vokser i både vægt og længde frem til en alder på ca. 30 år (A, C.). Ved at tage et udsnit af de dyr, der er mellem 4 og 12 år, ses et spring i ovarievægten fra det 6. til det 9. år og det skønnes, at hunnerne bliver kønsmodne efter det 6. og før det 9. år (Fig. 4.13). Der findes desværre ingen data for ovarier fra dyr, der er 7 og 8 år.



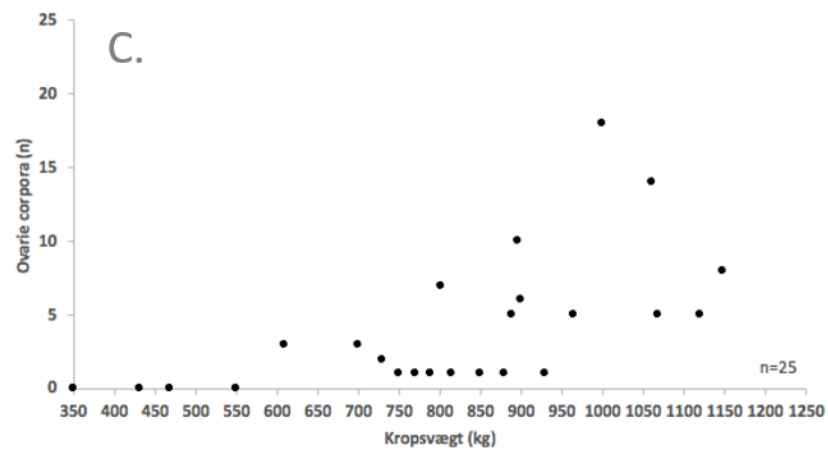
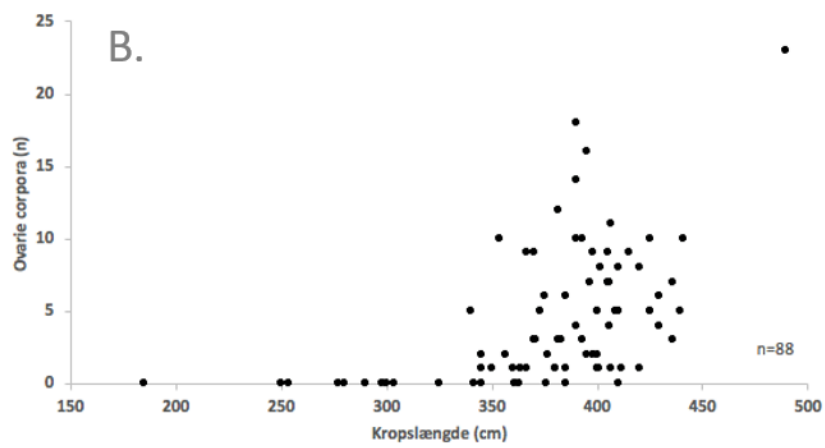
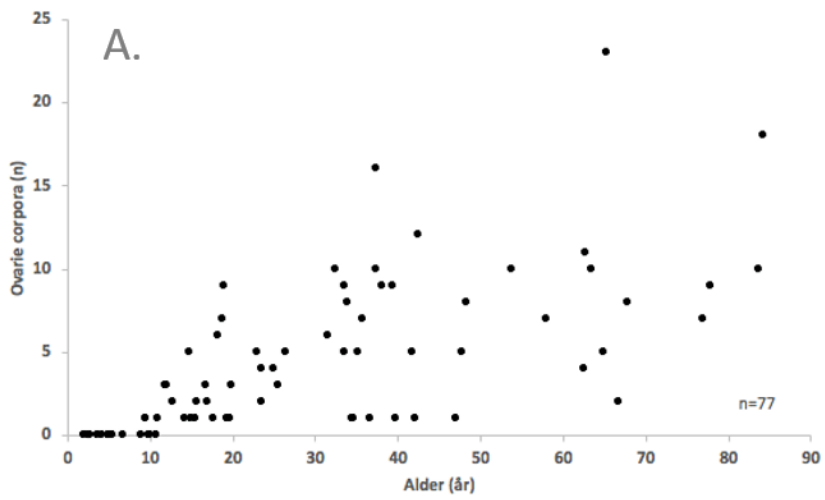
Figur 4.12. Forholdet mellem vægt (g) og længde (cm) af ovarier (æggestokke) ved alder (år; A, C) og kropslængde (cm; B, D). Trekanter repræsenterer de ikke-gravide hunner (n=17) og kryds de gravide hunner (n=44). Data er fra 1993 og 2007-2009 og omfatter narhvaler fra både Øst- og Vestgrønland.



Figur 4.13. Den gennemsnitlige vægt (g) og længde (cm) af ovarier ( $n=10$ ) fra narhvalhunner i alderen 4 til 12 år. Der er ingen data fra hunner 7, 8 og 11 år.

Endelig kan man se, om hvalen har født unger tidligere, ved at kigge efter ar (*Corpus albicans*; CA) i æggestokkene (Fig. 4.11B). Disse ar kan tælles, og antallet repræsenterer nogenlunde antallet af graviditeter, hvalen har gennemgået. Arrene forsvinder dog gradvist i løbet af årene, så ældre hunner vil sandsynligvis have et minimumsantal af synlige ar. Ved at sammenligne antallet af ar, inkl. det gule legeme (samlet kaldet corpora), med hvalens alder, kropslængde og kropsvægt kan man finde frem til narhvalhunnernes alder, længde og vægt, når de begynder at reproducere sig (Fig. 4.14). Der er ingen ar på ovarier fra dyr yngre end 9 år (Fig. 4.14A), mindre end 340 cm i kropslængde (Fig. 4.14B) og under 610 kg i kropsvægt (Fig. 4.14C). Det betyder, at narhvalhunnerne tidligst får unger, når de er 9 år gamle, har en kropslængde på  $\geq 340$  cm og en kropsvægt mellem 550 og 610 kg. Ud fra de samlede data fra ovarierne kan det konkluderes, at narhvalhunner bliver kønsmodne, fra de er 8-10 år, og får deres første unge, når de er 9-11 år (Tabel 4.1).

En del hunner er hvilende, det vil sige, de hverken er gravide eller diegivende. Det kan ses ved, at ovariet/æggestokken er inaktivt, og livmoderen er sammentrukket. Det menes, at omkring 1/3 af de kønsmodne narhvalhunner er gravide, og de får således i gennemsnit én unge hvert tredje år. Dette forhold kan dog ændre sig, hvis en lokal bestand presses af ydre forhold som f.eks. et højt fangsttryk, øget menneskelig forstyrrelse eller klima- og habitatforandringer. Hvilke faktorer, der er afgørende for, at sådanne ændringer slår ind, og hvordan ændringerne spiller ind på både individ og bestandsniveau, vides ikke på nuværende tidspunkt. Man ved dog, at der i andre bestande af havpattedyr, f.eks. søløver, kan gå flere generationer, inden en bestand atter opnår sin maksimale vækstrate, hvis den først har nået et kritisk lavpunkt i bestandsstørrelsen.



Figur 4.13. Den gennemsnitlige vægt (g) og længde (cm) af ovarier (n=10) fra narhvalhunner i alderen 4 til 12 år. Der er ingen data fra hunner 7, 8 og 11 år.

## Graviditetsrater

Når man undersøger vilde bestande af dyr – især dyr, der udsættes for fangst, som det er tilfældet for narhvalerne i Grønland – er det vigtigt at vide, med hvilken rate bestanden kan forventes at vokse hvert år. Udover hunnernes alder ved kønsmodenhed og første unge er det også vigtigt at få undersøgt andelen af voksne hunner, der er gravide. Man kan selvfølgelig ikke undersøge alle hunner i en bestand, men eftersom der er en årlig fangst på narhvaler i Grønland, kan relevante prøver til undersøgelse af graviditet indsamles fra fangsten.

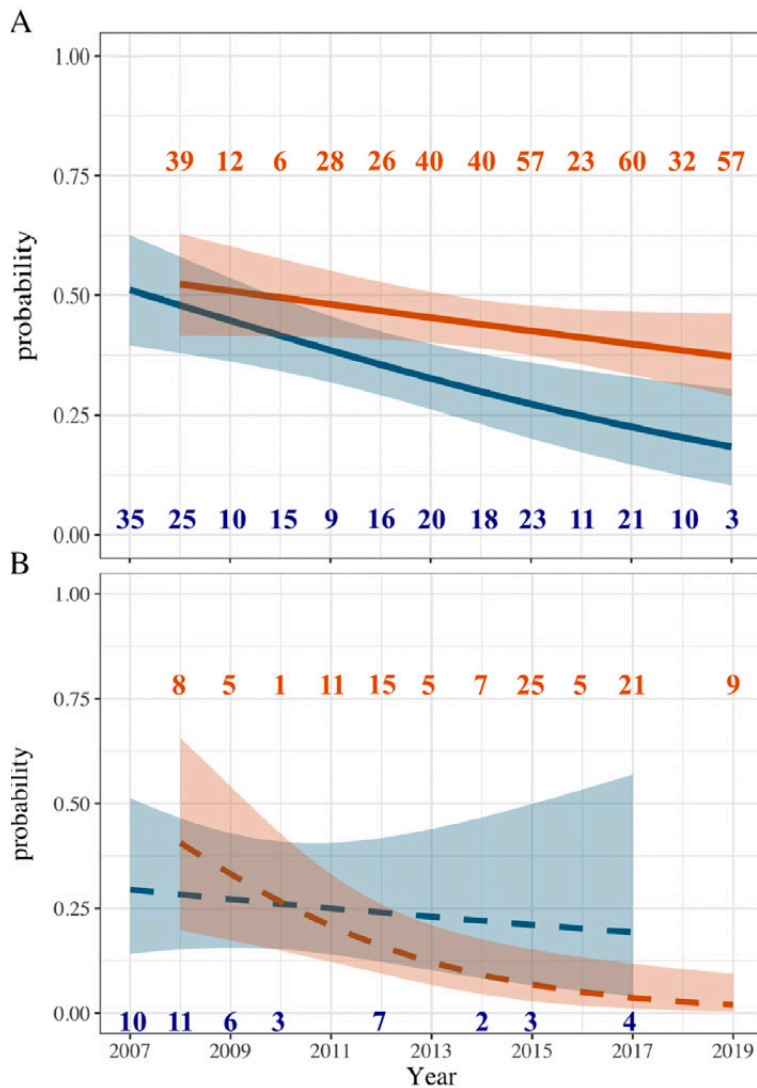
I både Østgrønland (Scoresby Sund) og Vestgrønland har hunhvalernes reproduktion været undersøgt med indsamling af prøver og information fra fangsten. Ovarier er blevet indsamlet og undersøgt for tilstedeværelse af det gule legeme og ar, og det er blevet noteret, om hunnen havde et foster. Det er kun de kønsmodne hunner, der indgår i beregningen af graviditetsraten. I Østgrønland blev der i perioden 2007–2019 indsamlet information fra 48 voksne hunner, hvoraf 14 var gravide. Det giver en overordnet graviditetsrate på  $14/48 = 0,29$ ; dvs., at 29 % af hunnerne var gravide i denne periode (svarende til knapt 1/3 af de voksne hunner i bestanden). Selvom den overordnede andel af gravide narhvalhunner er ca. 1/3, som svarer til den generelt antagne andel, så ses en nedadgående tendens i graviditetsraten gennem de 13 år, hvor der er indsamlet data. Dog skal der tages forbehold for små prøvestørrelser. Men den nedadgående tendens kan betyde, at narhvalhunnerne i Østgrønland bliver sjældnere gravide end hidtil, eller at fordi der i det hele taget er færre hunner i bestanden og derved færre, der er tilgængelige for fangst, bliver chancen for at tage en gravid hun mindre (Fig. 4.15).

For narhvalhunnerne fra de forskellige bestande i Vestgrønland findes data for reproduktion for perioden 1984 til 2012, hvor der blev indsamlet 54 voksne hunner, hvoraf 19 var gravide. Dette giver en samlet graviditetsrate på  $19/54 = 0,35$ .

## Overgangsalder hos narhvaler

Overgangsalder og et liv efter den reproduktive fase er et sjældent fænomen, hvis eksistens ovenikøbet er svært at forklare, fordi det bl.a. er svært at indsamle data om reproduktion hos vilde dyr. Fænomenet forklares med, at arten har en evolutionær fordel af, at hunnerne er til stede i bestanden, selvom de ikke længere kan reproducere sig. I kraft af den viden, der findes om narhvalernes reproduktion, er narhvalerne én af de få arter, hvor overgangsalderen er undersøgt, men data er få og ikke helt entydige. Ud fra den tilgængelige information kan det forsigtigt udledes, at narhvalhunner er i stand til at reproducere sig til højt op i alderen, men at deres reproduktion sandsynligvis reduceres med tiden, hvorefter overgangsalderen sætter ind.



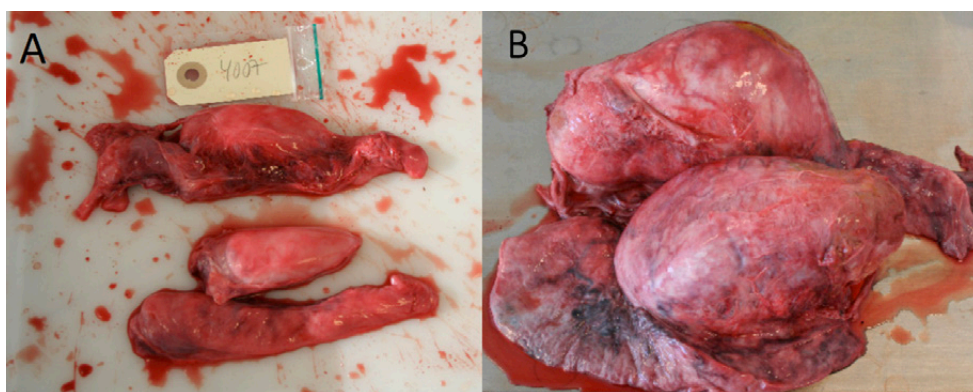


Figur 4.15. Sandsynligheden (probability) for at fange en hun (A;  $n = 636$ ) og sandsynligheden for at fange en gravid hun (B;  $n = 158$ ) som en funktion af tid (= år) for to datasæt: Data indsamlet af Grønlands Naturinstitut (blå) og data fra Særmeldeskeskemaerne (orange; fangernes egne oplysninger om narhvalfangsten; se Kap. 12). Den solide linje repræsenterer en signifikant effect af tid (= år,  $p < 0.01$ ), den brudte linje repræsenterer en tendens (ikke-signifikant;  $p > 0.05$ ). Det skraverede område viser 95 % konfidensintervallet. Der var ingen signifikant forskel mellem data fra Grønlands Naturinstitut og Særmeldeskeskemaerne ( $p > 0.05$ ). Blå tal ( $n$ ) er data fra Grønlands Naturinstitut og orange tal ( $n$ ) er fra Særmeldeskeskemaerne per år. Ingen tal betyder at prøver ikke var tilgængelige. Figuren er fra Garde et al. 2022.

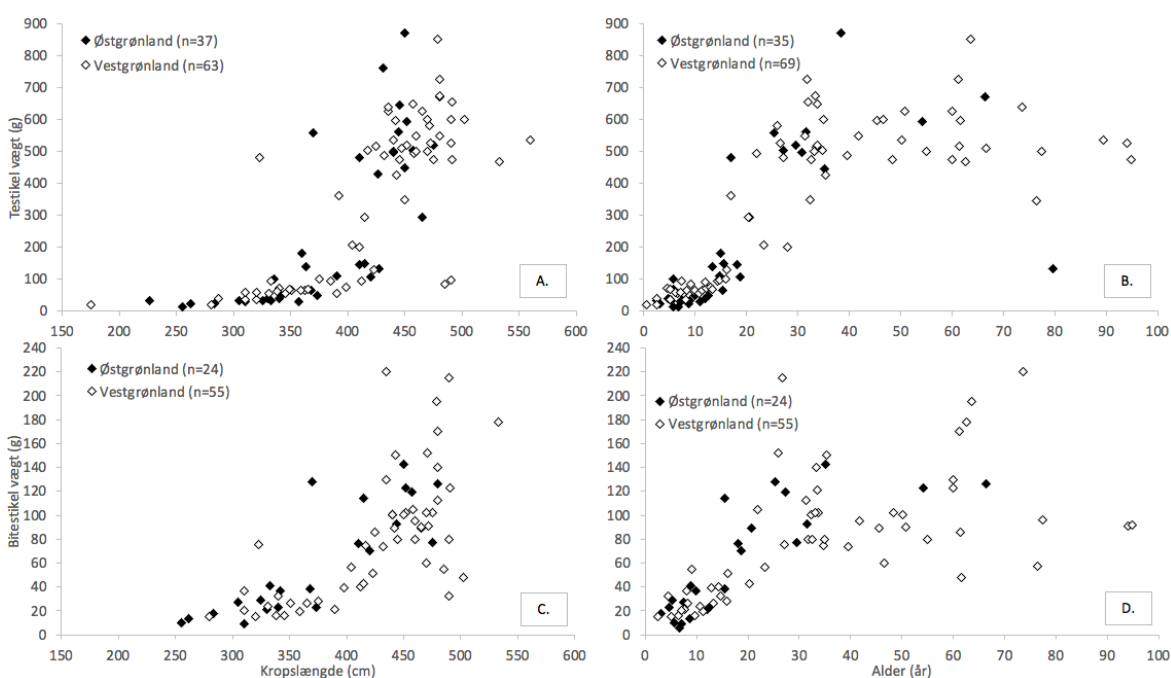
## Narhvalhannernes reproduktion

Narhvaler danner ikke par, og sandsynligvis parrer en han sig med flere hunner. Det er derfor ikke så vigtigt at vide præcis, hvornår hannerne bliver kønsmodne, da der som regel er nok hanner til at befrugte alle hunnerne. Men også narhvalhannernes kønsmodenhed er blevet grundigt undersøgt i Grønland, så vi nu kender f.eks. hannernes alder og kropslængde ved kønsmodenhed.

Hannernes alder ved kønsmodenhed undersøges bedst ved at indsamle testikler og bitestikler, øjne og/eller stødtænder til aldersbestemmelse og informationer om hannerne i øvrigt såsom længde, vægt og stødtandens længde. Ved at lave et tyndt tværsnit af testiklen kan man under et mikroskop se, om der er sædceller (spermatozoer). Hvis der er spermatozoer, er hvalen kønsmoden og klar til at befrugte en hunhval. Dog er størrelsen på testiklerne som regel nok til at afgøre, om hvalen er kønsmoden, da testiklerne vokser betydeligt, når hvalen bliver kønsmoden (Fig. 4.16).

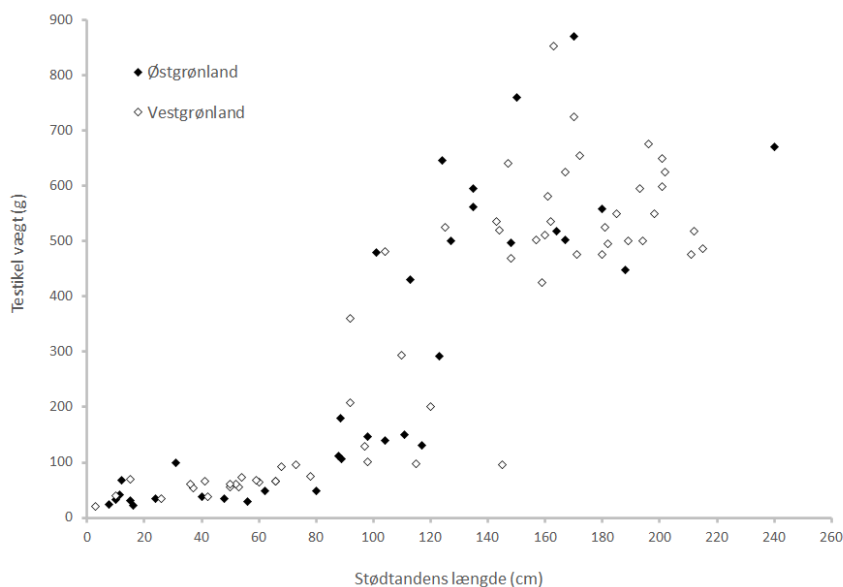


Figur 4.16. Testikler fra en ikke-kønsmoden hval (A) og fra en kønsmoden (B).



Figur 4.17. Vægt (g) af testikel og bitestikel vs kropslængde (cm; A, C) og alder (år; B, D).

Vægten af hannernes testikel og bitestikel er under eller lige omkring hhv. 100 g (4.17A) og 40 g (4.17C), indtil hvalerne når en kropslængde på ca. 400 cm, en alder på ca. 15 år (B, C) og en vægt på omkring 900 kg, hvorefter vægten af testikel og bitestikel øges betydeligt og kønsmodenhed indtræffer. Længden af testikel og bitestikel øges også gradvist under hvalens udvikling fra ungt dyr til kønsmoden voksen. Ligeledes er hannens stødtand maximalt op til ca. 90 cm i længden når testikelvægten er under 100 g. Når tanden når over ~90 cm i længden, øges også vægten af testiklerne (Fig. 4.18). Når testikelvægten når ca. 500 g og stødtanden er ca. 125 cm lang, er størstedelen af dyrene kønsmodne. Samlet kan det udledes, at narhvalhannerne bliver kønsmodne ved en kropslængde på ca. 400 cm, en alder på ca. 15 år, en vægt på ca. 900 kg og en tandlængde på ca. 90 cm (Tabel 4.1).



Figur 4.18. Stødtandens længde (cm) vs den gennemsnitlige testikelvægt (g) for begge testikler for hhv. narhvaler i Østgrønland (n=36) og Vestgrønland (n=58).

## Dødelighed

Det er også vigtigt at kende den naturlige dødelighed i bestande, der er underlagt fangst, dvs. hvor mange hvaler der dør i hver aldersgruppe hvert år. Det kan være svært at finde ud af, dels fordi det kan være svært at aldersbestemme vilde dyr, og dels fordi det er svært at få prøver, som repræsenterer bestandens alderssammensætning. Da narhvalerne kan aldersbestemmes både ved tælling af vækstlag i hannens stødtand og ved aspartat racemisering i øjelinsen, kendes narhvalernes aldersstruktur i Grønland. Dog skal man huske på, at prøverne til aldersbestemmelse kommer fra fangsten, så det er aldersstrukturen af de fangne hvaler, der kendes. Den afspejler til dels den 'sande' aldersstruktur, men f.eks. er kalve og helt unge dyr (<5 år) ikke særlig godt repræsenteret, da der kun er en lille fangst på dem. Vi ved desuden, at hunnerne generelt lever længst, og eftersom der formodentlig fødes lige mange af hvert køn, må hannerne altså have en højere dødelighed.

## Usædvanlige narhvaler

### *At have en tand eller ikke at have en tand...*

Størstedelen af narhvalhanner har en stødtand, og størstedelen af hunnerne har ikke en stødtand. Ligeledes har få narhvaler to stødtænder, men der findes ikke en regel uden en undtagelse. Der er således indenfor narhvalforskningen i Grønland registreret få individer med disse former for "stødtands-anomalier". Ud af 178 narhvaler fra både Øst- og Vestgrønland, som forskerne har undersøgt, havde 1,5 % af hunnerne en tand, 2,8 % af hannerne havde ingen tand og 0,9 % af hanner havde to tænder (samlet 2,9% havde anomalier). Et studie af narhvaler i Canada viste, at 2,7 % af hunnerne havde stødtand, og 2,5 % af hannerne var uden en stødtand, mens 1,2 % af hannerne havde to stødtænder. Undersøgelser af narhvalhunnerne uden tand i Canada og én i Grønland har vist, at hunner med tand er i stand til at reproducere sig. Dog vides det ikke om narhvalhanner uden tand reproducerer sig.

### *"Narluga'en": en hybrid mellem narhval og hvidhval*

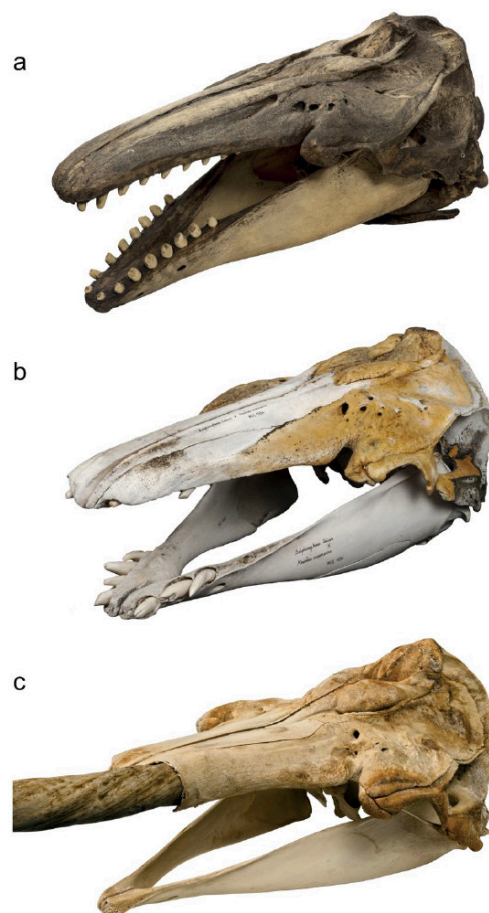
Engang i slutningen af 1980'erne blev der fanget en meget mærkelig hval i Disko Bugt. Den svømmede sammen med to andre mærkeligt udseende hvaler ud for øerne ved Kitsissuarsuit i det område, hvor der om foråret er mange hvid- og narhvaler. Fangerne var godt klar over, at hvalerne var mærkelige. Ifølge fangernes beskrivelse havde hvalerne hale som en narhval og luffer som en hvidhval, men var grå og lignede mest en unormal narhval. De gemte et af kranierne på taget af et skur, hvor det i 1990 blev set af en biolog fra Grønlands Naturinstitut. Kraniet var større end både narhval- og hvidhvalkranier og underkæben kraftigere. Størrelsen tydede på, at hvalen var unormalt stor og må have levet et langt og godt liv på trods af sit mærkelige hoved. I modsætning til narhvalerne havde den synlige tænder i både over- og undermund, men ingen af tænderne lignede hinanden, og ingen af dem lignede noget, man nogensinde før havde set hos hvaler: Nogle tænder var meget tynde og spinkle, andre tykke og spiralsnoede som narhvalens, og ingen af dem lignede hvidhvaltænder. En røntgenfotoaftegning viste, at kraniet havde fire lange, tynde tænder i overkæben. Narhvaler har normalt kun to tænder i overkæben, hvoraf den ene hos hannen udvikler sig til stødtanden, og den anden eller begge (hos hunnerne) forbliver inde i kraniet. Alle disse ting og måske specielt de fremstående tænder i begge kæber tydede på, at hvalen var en blanding mellem en hvidhval, som har mange tænder, og en narhval, som kun har to tænder i overmund.

Endnu en mærkeligt udseende hval blev fanget i vinteren 2001 ved Kitsissuarsuit i Disko Bugt. Denne gang blev der taget et foto af hvalen, før den blev flænset (Fig. 4.19). Hvalen lignede mest af alt en hvidhval, men den var gråspættet på ryggen som en narhval, og den havde de samme opadvendte luffer som en narhval. Det mest iøjnefaldende var dog nogle lange tænder i underkæben, som var så lange, at de stak ud af munden. Hvalen var stor og har sandsynligvis ikke haft problemer med sin usædvanlige anatomi. Om hvalen fra 2001 var en blanding mellem en hvidhval og en narhval vides ikke, da der kun var et foto til rådighed, og der derfor ikke er lavet undersøgelser af hvalen. Derimod ved vi nu, at kraniet fra 1990 er en blanding mellem en narhval og en hvidhval. Genetiske undersøgelser af kraniet, såkaldte genomanalyser, har nemlig vist, at denne hval, der i øvrigt var en han uden en lang stødtand, var en første-generations hybrid, dvs. at dens ene forælder var en narhval, mens den anden var en hvidhval (Fig. 4.20). I dette tilfælde var moren narhval og faren hvidhval. Om denne hybridhval – kaldet "narluga" – var i stand til selv at få afkom vides ikke, og man ved heller ikke, om en narhval-han og en hvidhval-hun er i stand til at få afkom sammen.

Parring mellem andre nærtbeslægtede pattedyr – f.eks. hest×æsel, æsel×zebra, løvextiger – giver afkom, uanset hvilken art der er far eller mor. Men ofte kan det resulterende afkom ikke selv få afkom, eller det sker kun sjældent. Som et eksempel kan muldyr, som er en blanding mellem en hunhest og et hanæsel, som oftest ikke få afkom, men det kan dog alligevel forekomme. Hvordan det forholder sig med afkom fra narhvaler og hvidhvaler, ved vi ikke, men kunstneren Jens Rosing lavede i 1995 en tegning, som viser en type af hval, som fangere i Grønland har beskrevet for ham. Hans tegning ligner til forveksling det fotografi, som flere år senere er taget ved Kitsissuarsuit, så måske er der flere af disse hybrider i Grønland. At hybriderne lige netop skulle findes i Disko Bugt ved Kitsissuarsuit, er der en forklaring på. Det er nemlig et af de få steder i verden, hvor hvid- og narhvaler regelmæssigt kan møde hinanden i parringstiden i det tidlige forår. I de fleste andre områder lever de to hvalarter adskilte i parringstiden. I Canada i 2016 blev en ung narhvalhan dog set sammen med en gruppe hvidhvaler i St. Lawrence River. Siden da er den blevet set sammen med hvidhvalerne i tre år i træk, og forskerne mener, at hvidhvalerne har adopteret denne unge han. Om der snart viser sig narlugaer i St. Lawrence River, må tiden vise. Videoen med narhvalen og hvidhvalerne kan ses på Youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=LdusjFmgn-w>).



Figur 4.19. Mærkeligt udseende hval, fanget i vinteren 2001 ved Kitsissuarsuit i Disko Bugt.



Figur 4.20. Kranimorfologi af (a) hvidhval, (b) narlugaen, (c) narhval. Fotos: Mikkel Høegh Post. Figuren er fra Skovrind et al. (2019).



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 pattern of squares across the entire scene. The text is centered in the upper portion of the image.

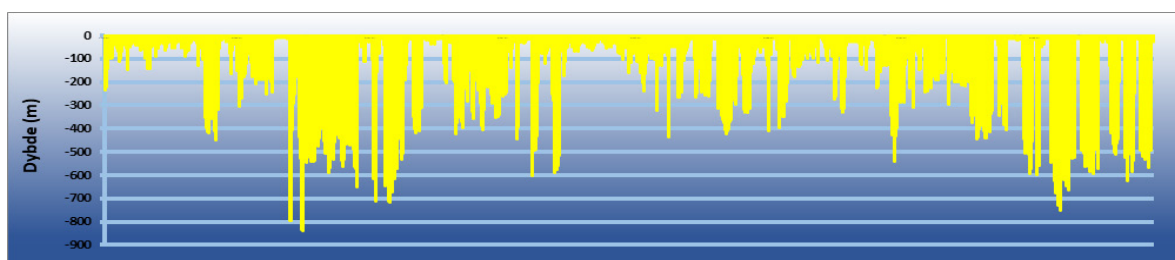
**Kapitel 5**

**DYKKEADFÆRD**

## Narhvalens dykkeadfærd

Viden om narhvalens dykkeadfærd kommer fra to typer af små elektroniske instrumenter: satellitsendere og dataloggere. En satellitsender har en trykmåler, der måler vanddybden, og sender komprimerede data om hvalernes dykning. Det kan f.eks. være *antallet* af dyk til bestemte dybder, *tiden*, hvalen har tilbragt i de samme dybder, eller det kan være den *maksimale dybde*, hvalen dykker til under hvert dyk. Data komprimeres, fordi data kun kan sendes til en satellit i den korte tid, hvalen er i overfladen. Dette begrænser mængden af data, der kan sendes. Instrumentet kan indsamle oplysningerne og sende dem, så længe senderen sidder på hvalen, og der er strøm på batteriet. Det betyder, at der kan indsamles oplysninger om hvalens dyk gennem hele vinteren, når hvalen er langt fra land.

Dataloggere lagrer oplysninger om hvalens dykkedybde hvert sekund i en periode, der kan vare fra et par dage til flere uger. Herefter falder instrumentet af og skal samles op for at downloade data. Ulempen er, at hvalen ikke må svømme så langt væk, at man ikke kan få fat på instrumentet igen. Fordelen er, at man får oplysninger med en meters nøjagtighed om, hvor i vandsøjlen hvalen har opholdt sig i hvert enkelt sekund (Fig. 5.1).



Figur 5.1. Eksempel på en tidsserie af dykkedybder fra en narhval mærket med satellitsender fra Østgrønland. Dykkeserien repræsenterer 83 dage.

Udviklingen og brugen af disse instrumenter har revolutioneret vores viden om narhvalens dykkeadfærd, hvilket har givet ny indsigt i både hvalernes fysiologi og deres detaljerede anvendelse af forskellige dele af vandsøjlen under fødesøgning. Endelig bruges oplysningerne om narhvalers dykkeadfærd også til at bestemme, hvor længe hvalerne er ved overfladen. Dette er af afgørende betydning for flytællinger, hvor der skal korrigeres for de hvaler, der er neddykkede under optællingen og dermed ikke kan ses af observatørerne (se Kapitel 10 om bestandsestimering).

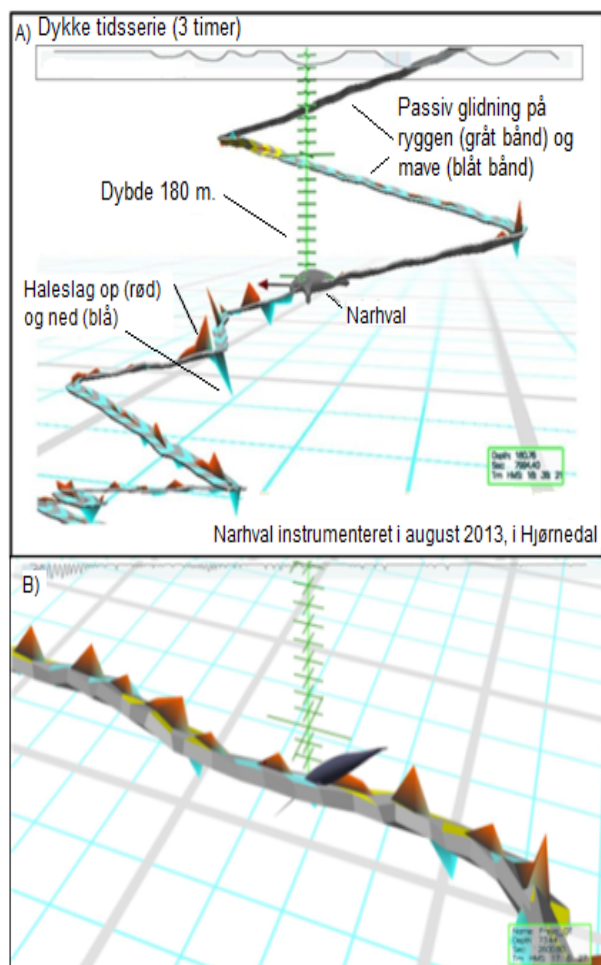


## De dybeste dyk

De første oplysninger, som kom frem om narhvalens dykkekapacitet, tydede på, at deres maksimale dykkedybde var 998 m. Den påmonterede senders trykmåler kunne dog kun måle ned til 1.000 m, og da en nyere type instrument blev udviklet med en trykmåler, der kunne måle ned til 1.500 m, blev hvalernes maksimale dykkedybde nu målt til 1.498 m. Til sidst blev trykmåleren udskiftet til én, der kunne måle ned til 2.000 m, og det viste sig nu, at narhvaler regelmæssigt dykker ned til dybder på mellem 1.700 og 1.800 m med det dybeste registrerede dyk på 1.888 m. Narhvaler foretrækker dog oftest at opholde sig i områder, hvor vanddybden ligger på mellem 500 og 1.500 m.

## Hastigheden på ned- og opstigningen

Narhvaler er langsomme svømmere sammenlignet med andre hvaler og delfiner, og hele deres fysiologi og muskeltype er beregnet på det lange seje træk, som dyk til store dybder kræver. Målinger af hvalernes svømmehastighed viser, at de sjældent svømmer hurtigere end 2 m pr. sekund og i så fald kun i meget korte perioder. Den gennemsnitlige svømmehastighed under neddykning er 1,4 m pr. sekund, men hastigheden varierer fra mindre end 0,5 m pr. sekund for dyk ned til 50 m til 1,86 m pr. sekund for dyk til dybder dybere end 800 m. Denne tidsforskel viser, at narhvalen, når den starter dykket ved overfladen, allerede har bestemt sig for, hvilken dybde den har som mål, og derfor tilpasser hastigheden herefter.



Når hvalen dykker ned på de dybe dyk, benytter den sig som regel af tyngdekraften og sin egen vægt til at glide gennem vandet mod dybet (Fig. 5.2). Dermed sparer den på kræfterne, muskelbevægelserne og i sidste ende på ilt, som er helt kritisk for de længevarende dyk. Når den skal tilbage til overfladen, må den derimod arbejde og bruge slag med halen for at få komme op gennem vandet. Det gør, at hastigheden på opstigningen er lidt hurtigere end på nedstigningen til dybet. Det betyder dog også, at det er den fase af dykket, hvor hvalen forbruger den sidste ilt i kroppen.

Figur 5.2. A) Eksempel på en narhvals dykkeprofil under neddykning. Dykket indledes med, at hvalen glider passivt ned gennem vandsøjlen (først på ryggen; siden vender den sig om på maven) til den ønskede dybde. Herefter slår den op og ned med halen (hvh. brune og blå trekantede). B) Narhvalen er færdig med neddykningen og slår kraftige slag med halen for at arbejde sig op til overfladen igen.

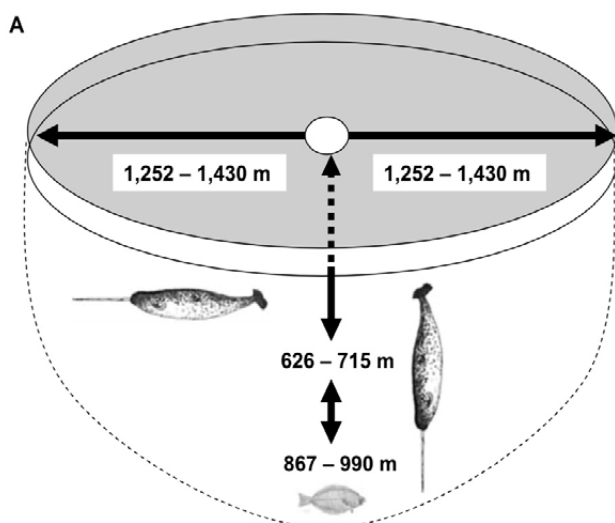
## De længste dyk

I teorien vil en gennemsnitlig narhval kunne være neddykket i 21-24 minutter. Dette er beregnet ud fra den periode, hvor hvalens stofskifte og energi til muskelaktivitet kan opretholdes med den mængde ilt, som kan lagres i blodet og muskulaturen. Hvis dykket varer længere, medfører det en ophobning af mælkesyre, og det skal hvalen skille sig af med ved at tilbringe længere tid i overfladen. Dvs. at det efterfølgende koster tid tilbragt i overfladen for hvalen, når den har foretaget et langt dyk.

Én af forudsætningerne for disse dykketidsberegninger er, at hvalen bruger tyngdekraften til at glide gennem vandet til den dybde, som er målet. Denne glidefase giver et lavt energiforbrug og er hyppigt observeret på hvalernes dykkeprofil.

Observationer fra narhvaler med dykkemålere viser, at de fleste dyk varer mindre end 20 minutter, og i gennemsnit varer dykkene kortere end 5 minutter. Gennemsnittet omfatter dog også en mængde dyk, hvor hvalen svømmer i vandoverfladen mellem forskellige områder. Kun enkelte dyk fra – som regel – meget store hvaler varer længere end 20 minutter. Det længste dyk, der er observeret, varede 28 minutter.

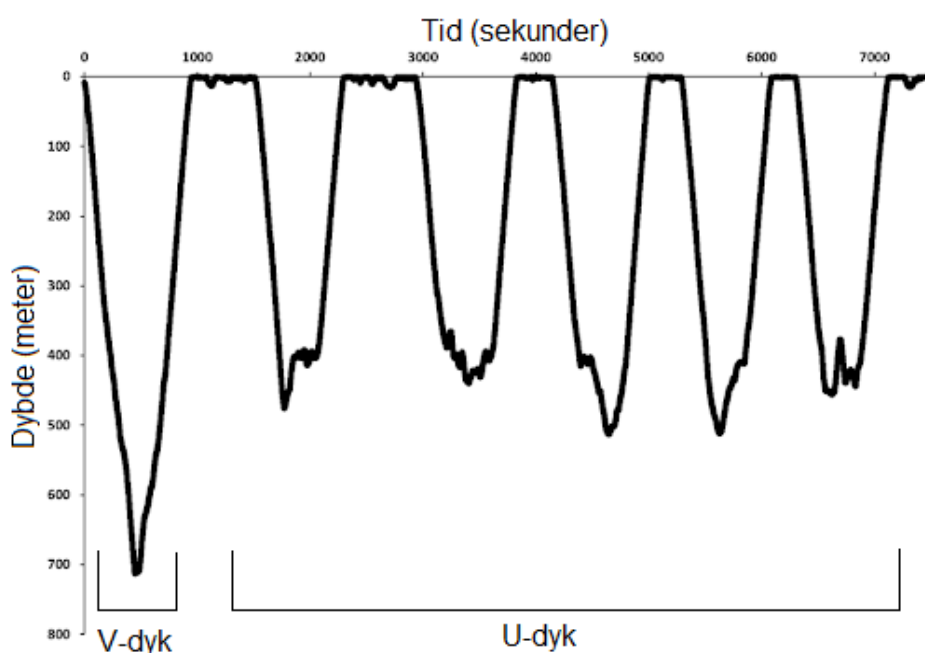
Kombinationen af hvalens svømmehastighed og varigheden af dens dyk sætter begrænsningen for, hvor dybt den kan dykke, og hvor langt væk den kan svømme (f.eks. under isen) uden at skulle stresser sin fysiologi. I figur 5.3 er rækkevidden, vandret og lodret, for narhvalens svømmeradius under en maksimal dykkefase illustreret.



Figur 5.3. Visualisering af narhvalens svømmeradius under normal svømmehastighed og normal varighed af et dyk. Eksemplet viser en situation, hvor hvalen er i en revne i isen (hullet i midten) og skal svømme under isen (gråt område) ud til åbent vand.

## Dykketyper

Der findes to typer af dyk, som narhvaler hyppigt laver. Den ene type kaldes for V-dyk og kendetegnes på, at dykket er skarpt V-formet med en spids i bunden (Fig. 5.4). Det menes, at narhvalen oftest bruger V-dykket til at orientere sig i vandsøjlen og måske finde de dybder, hvor den kan søge føde. Efter et V-dyk kommer der ofte en serie U-dyk, som typisk har en bundfase, hvor hvalen tilbringer lidt tid på den samme dybde. Disse U-dyk gentages ofte over en periode, indtil hvalen ikke længere interesserer sig for den dybde. Formentlig foregår fødesøgningen under U-dykkene, og hvalen dropper disse dyk, enten når fødeemnerne er spist, eller når den har tilfredsstillet sit behov for føde.



Figur 5.4. En typisk dykkeserie for en narhval. Der indledes med en undersøgende V-dyk efterfulgt af en serie U-dyk hvor hvalen formentlig søger føde.

## Økologiske forskelle på dykkeaktivitet

Der er forskel på de forskellige narhvalbestandes dykkeaktivitet, da dykkeaktiviteten er afhængig af, hvilke dybder der er til rådighed. Om sommeren opholder mange af narhvalbestandene sig i lavvandede områder, hvor de ikke kan udvise samme dykkeaktivitet som om vinteren, hvor de er udenskærs på dybt vand. Men også fødetilgængeligheden er afgørende for, hvor ofte og hvor dybt hvalerne dykker. Eksempelvis ser det ud til, at narhvalerne i Østgrønland udnytter arter af fisk og blæksprutter, som findes på dybder mellem 300 og 500 m, og de foretager kun få dyk til bunden, som ofte findes på 1.000 meters dybde. I Baffin Bugt er hvalerne tilsyneladende mere fokuseret på de store dybder mellem 800 og 1000 m, hvor de fanger hellefisk. Det samme er tilfældet for hvalerne fra Hudson Bugt, som om sommeren opholder sig i lavvandede områder (<200 m), men om vinteren er ude i Davisstrædet, hvor de dykker dybt og formentlig optager størstedelen af deres årlige føde.

## Fysiologiske tilpasninger til dykkeadfærden

Narhvalen har store mængder af blod, som indeholder *hæmoglobin*. Hæmoglobin binder ilt til blodet og hjælper dermed til at sikre iltforsyningen til musklerne under lange dyk. I musklerne bindes ilt af *myoglobin*, og narhvalen har nogle af de højeste myoglobin-værdier blandt hvaler. Samtidig er narhvalens muskulatur typisk for en udholdende løber snarere end for en sprinter, og netop denne type af muskler kan indeholde store mængder af myoglobin, hvilket giver narhvalen mulighed for at lave dybe og lange dyk.

Når narhvalen dykker, kan den koncentrere blodtilførslen til de vigtigste organer, såsom hjernen og hjertet, og samtidig stoppe tilførslen til halefinnen og lufferne. På denne måde undgår hvalen at forbruge ilt fra blodet på mindre vigtige områder af kroppen. En anden speciel tilpasning, som ses hos narhvalen og andre dybt dykkende hvaler, er en poseagtig udvidelse af aorta lige foran hjertet (kaldet *aorto bulbosus*, Fig. 5.5). Denne udposning samler blodet og kan forsinke viderepumpningen af blodet ud til arterierne. Dermed kan iltforbruget reduceres under lange dyk.

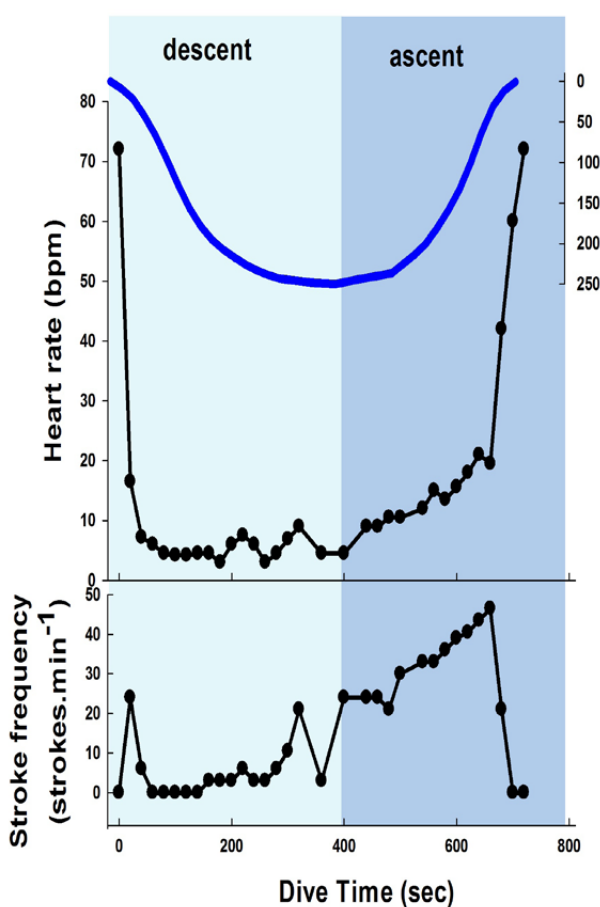


*Figur 5.5. Billedet viser udposning (gul) af aorta på et narvalhjerte. I denne udposning kan der lagres blod som langsomt kan blive sendt ud i kroppen for at forsinke forbruget af ilt. Dette sætter hvalen i stand til at dykke i længere tid.*

Narhvalens hjerte har en anden speciel funktion under dykning: Hjerteslaget kan sænkes til ganske få slag i minuttet (*bradycardia*). Dermed begrænses blodcirkulation og iltforbrug i kroppen. Når hvalen er ved overfladen for at trække vejret, ligger dens hjerterytme på 60–70 slag i minuttet, men så snart den er neddykket, falder hjerteslagene til under 10 slag i minuttet (Fig. 5.6). Faldet i hjerterytmen sker allerede i overfladen, når hvalens hoved er under vand, og formentlig kan hvalen bevidst styre hjertefunktionen under dykket, hvilket ingen landlevende pattedyr kan.



Dive 250.0 m



Figur 5.6. Til venstre: Hjerteslagsmåler monteret med sugekopper på en narhval. Øverst: Hjerteslag og antal slag med halen under et dyk til 250 m. Den blå linje viser hvalens dykkedybe (skala på højre side af figuren).

Denne evne til at styre pulsen er en unik egenskab, som findes hos mange havpattedyr og som i mindre omfang også er kendt fra mennesket. Men hvor vi blot kan påvirke hjerterytmen, kan narhvalerne aktivt styre den. Narhvalerne får imidlertid problemer, hvis de bliver forstyrret under deres dyk og er nødt til at svømme hurtigere. I sådanne tilfælde stiger hjerterefrekvensen, da der skal sikres øget blodforsyningen til halemusklerne (se Kapitel 18 om stressfysiologi). Dette giver en fysiologisk konflikt, der kan betyde, at iltten forbruges, før hvalen når overfladen, og at hvalen derfor får et meget stort energiforbrug (se Kapitel 17 om forstyrrelser).





Kapitel 6

# AKUSTISK ADFÆRD

## Narhvalens akustiske adfærd

Havet er i sagens natur et mørkt miljø. Sollys kan, selv i meget klart vand, kun belyse den øverste del af vandsøjlen, og allerede i 100 meters dybde er der kun 1 % af lyset tilbage. Når man kommer dybere end 200 m, er det for mørkt til, at algerne kan lave fotosyntese, og de dybere dele af havet er permanent uden lys. I Arktis er solen om sommeren på himlen døgnet rundt, men lyset bliver absorberet og fragmenteret af havis og partikler i vandsøjlen under forårets og sommerens algeopblomstring. I vinterhalvåret er det meget mørkt i Arktis både over og under havoverfladen. På grund af det manglende lys er synet ikke velegnet til at samle information om omgivelserne i havet. Dette er særlig udtalt hos dybt-dykkende arter som narhvalen. Derfor bruger alle havpattedyr lyd. I vand er lyd den bedst egnede informationskilde på grund af lydens evne til at brede sig hurtigt og med lav dæmpning (i forhold til lyd i luft). Det betyder, at lyde kan rejse hurtigere og høres længere væk fra kilden i vand end i luft.

### Lydproduktion

Antallet af svingninger pr. sekund kaldes for tonens *frekvens* (eller svingningstal) og måles i Hertz (Hz). Dybe toner har lave frekvenser, og lyse toner har høje frekvenser. Lydens egenskaber omfatter også *styrke*, dvs. hvor kraftig lyden er. Lydstyrke måles i decibel (dB) i forhold til en reference, som i undervands akustik er 1  $\mu$ Pa (mikropascal). Da lyd består af lydbølger, har hver lyd en fysisk bølgelængde, som afhænger af lydets frekvens (dvs. hvor dyb eller lys tonen er) og af lydets hastighed i det medie, den bliver produceret i ( $L=c/f$ , hvor L er bølgelængde; c er lydets hastighed i vandet eller i luften, og f er frekvensen). I havvand er lydets hastighed ca. 1.500 m/s. Det betyder, at en lyd med en frekvens på 10.000 Hz har en fysisk bølgelængde på 0,15 m (15 cm). Alle tandhvaler, inkl. narhvalen, er exceptionelt gode til at producere lyd. De kan producere lyde med frekvenser, der er mere end fem gange så høje, som dem mennesket kan producere. De kan skabe lyde, der er meget kraftige og med en utrolig præcis retning. Endelig kan de producere lyde med et meget kort tidsinterval. Derudover kan de høre forskel på to lyde, hvis frekvens ligger så tæt på hinanden, at de ville lyde ens for et menneske.

Lydproduktion hos tandhvaler, såvel som hos mennesker, foregår ved hjælp af luft. Men hvor mennesket blot kan presse luften ud, kan tandhvaler under et lang dyk cirkulere luften gennem specielle luftkanaler, der er placeret under blæsehullet. Dette muliggør kontinuerlig lydproduktion under lange dyk, da luften ikke forsvinder, men genbruges ved cirkulation. Luften presses igennem et muskuløst organ, som kun findes hos tandhvalerne (de såkaldte *monkey lips/dorsal bursae*; MLDB-strukturer), og her skabes lyden. Alle mindre tandhvaler har to MLDB-strukturer, som muliggør produktion af to lyde på én gang. De fleste tandhvaler, inklusive narhvaler, producerer både fløjteagtige lyde og kliklyde. Frekvensen af deres akustiske signaler ligger mellem 400 Hz og ca. 70.000 Hz (70 kHz), og kliklydene kan indeholde energi op til 240 kHz. Mennesket kan ikke høre lyde, der er højere end 18–20 kHz.



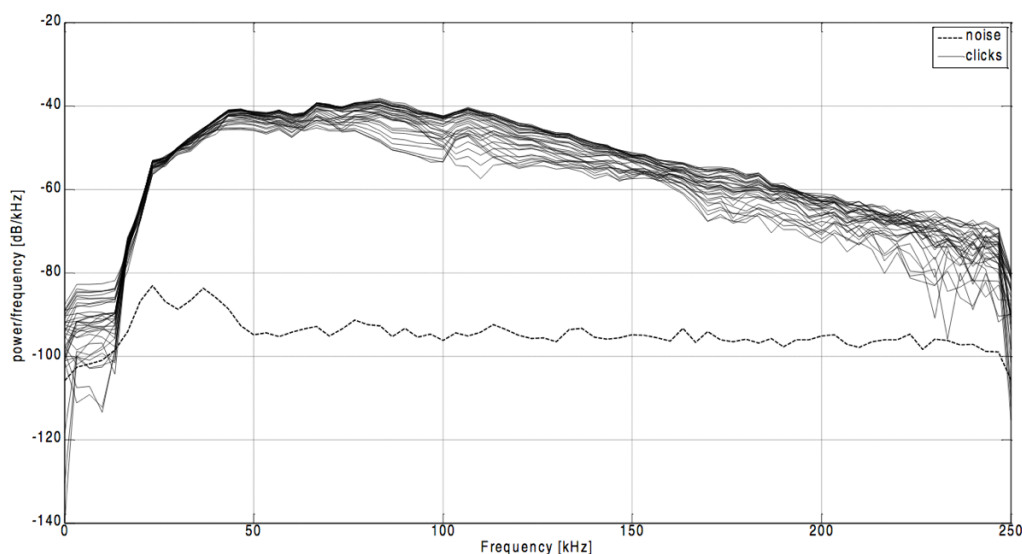
## Signaltyper

Narhvalers akustiske signaler kan groft deles op i tre grupper, baseret på deres funktion: 1) ekkolokaliserings-klik, 2) de såkaldte buzz-lyde og 3) kald.

### *Ekkolokaliserings-klik*

Narhvalen lytter både passivt til sine omgivelser og til ekkoet af sine egne signaler og producerer aktivt lyde, som den bruger til at modtage information om det nærmiljø, den befinder sig i. Denne evne, at et dyr udsender en lyd og venter på ekkoet fra lyden, kendes både hos marine og enkelte landlevende dyr. Evnen hedder ekkolokalisering og fungerer på samme måde som et ekkolod eller en sonar på et skib. Dyret udsender korte og højfrekvente klik-lyde (også kaldet et ekkolokaliserings-klik), og fra de tilbagevendende ekkoer kan hvalen beregne afstanden til det objekt, der har reflekteret lyden. Derudover modtager dyret også information om objektets størrelse og sammensætning. Ekkolokalisering bruges både til orientering i vandet ift. havbund og kyst og til at lokalisere byttedyr. Narhvalens ekkolokaliserings-klik har en spidsfrekvens (peak-frekvens = den frekvens, som indeholder mest energi) på ca. 69 kHz (Fig 6.1) og en bølgelængde på ca. 2,2 cm. En lyd af så høj frekvens absorberes hurtigere i vandet end en lavfrekvent lyd og har en rækkevidde på ca. 1 km. Bølgelængden er afgørende for, hvilken størrelse af objekter hvalen kan registrere. Den kraftigste del af ekkolokaliserings-klikket gør det muligt for narhvalen at lokalisere objekter i vandet helt ned til 2,2 cm i diameter på en (teoretisk) afstand af 1 km. Klikket indeholder også energi på mere end 200 kHz, som har endnu mindre bølgelængde. Derved kan narhvalen sanse mindre objekter ned til 80 mm i diameter, men disse objekter må nødvendigvis være i kortere afstand til hvalen. Ekkolokaliseringens rækkevidde påvirkes også af baggrundsstøjen (se Kapitel 17 om forstyrrelser). En høj baggrundsstøj kan være med til sløre hvalens akustiske signaler og dermed forhindre den i at høre de tilbagevendende ekkoer af dens ekkolokaliserings-kliks.

Ekkolokaliserings-kliks er meget korte i varighed, og 90 % af et kliks energi udsendes i løbet af blot 23  $\mu$ s (0,0023 sekund) i gennemsnit. Dette forhindrer, at et udgående signal blandes sammen med et indkommende ekko under ekkolokalisering.



Figur 6.1. Et energi-/frekvensspektrum af 34 narhval ekkolokaliserings-kliks, hvor frekvensen (kHz) vises på x-aksen, og styrken (styrke (dB)(kHz)) vises på y-aksen. Spidsfrekvensen ligger på 69 kHz (SD 14 kHz). Figur fra Rasmussen et al. 2015.

### Buzz-lyde

Buzz-lyden er den sidste del af en ekkolokaliserings-sekvens, hvor narhvalen er tættest på sit bytte. Lydene er opbygget af kliklyde, som produceres lige efter hinanden og kaldes "buzzes", da de for det menneskelige øre lyder som en høj brummen. I denne sidste fase af ekkolokaliserings-sekvensen forsøger narhvalen med stor præcision at bestemme afstand til og position af byttedyret for derefter at fange det. Derfor er en buzz-lyd et udtryk for et fangstforsøg under narhvalens fødesøgningsadfærd. Figur 6.2 viser, at de fleste buzz-lyde (markeret med rødt) udsendes på dybder, der er større end 300 m. Det fortæller os, at narhvalens fødesøgning hovedsagelig foregår på dybder mellem 200 og 500 m.



Figur 6.2. En narhvals dykkedæthed gennem 12 timer koblet med dens produktion af forskellige lydtyper. Tiden er angivet i timer på x-aksen, dybden i meter på y-aksen. Ekkolokaliserings-klik (click) er angivet med lyseblå, buzz-lyde (buzz) med rødt og kald (call) med orange. Tider, hvor hvalen er stille, er angivet med grå. Læg mærke til, hvordan hvalen er stille i starten af et dyk og derefter orienterer sig vha. ekkolokaliserings-klik for til sidst at zoome ind på et byttedyr vha. buzzes.

### Kald

Kald forbinder man med social adfærd, hvor narhvaler kommunikerer med hinanden. Dette kan f.eks. være mellem mor og kalv eller mellem individer i en gruppe. Kald er de mest varierede lyde hos narhvalen. De kan enten være fløjt eller kombinationer af klik, brummelyde og fløjt. I modsætning til de korte ekkolokaliserings-klik kan kald vare op mod tre sekunder og bliver ofte udsendt ved en lavere frekvens, hvilket betyder, at lyden kan høres længere væk. Kald produceres hyppigst i nærheden af overfladen på dybder mellem 0 og 100 m (Fig 6.2). En bestemt type af kald formodes at have funktion som en signaturlyd, der identificerer afsenderen. Narhvalen er formodentlig i stand til at genkende enkelte individer ud fra deres individuelle signaturkald. Sådanne signaturkald er beskrevet for en lang række tandhvaler, og hos narhvaler bruger især hunnen og dens kalv disse kald, når de kommunikerer. Med kald kan hunnen og kalven holde tæt kontakt og finde hinanden igen, hvis de skulle blive væk fra hinanden.



*Figur 6.3. Narhvaler, Melville Bugt, September 2019 fotograferet fra fly under Naturinstituttets optællinger.*