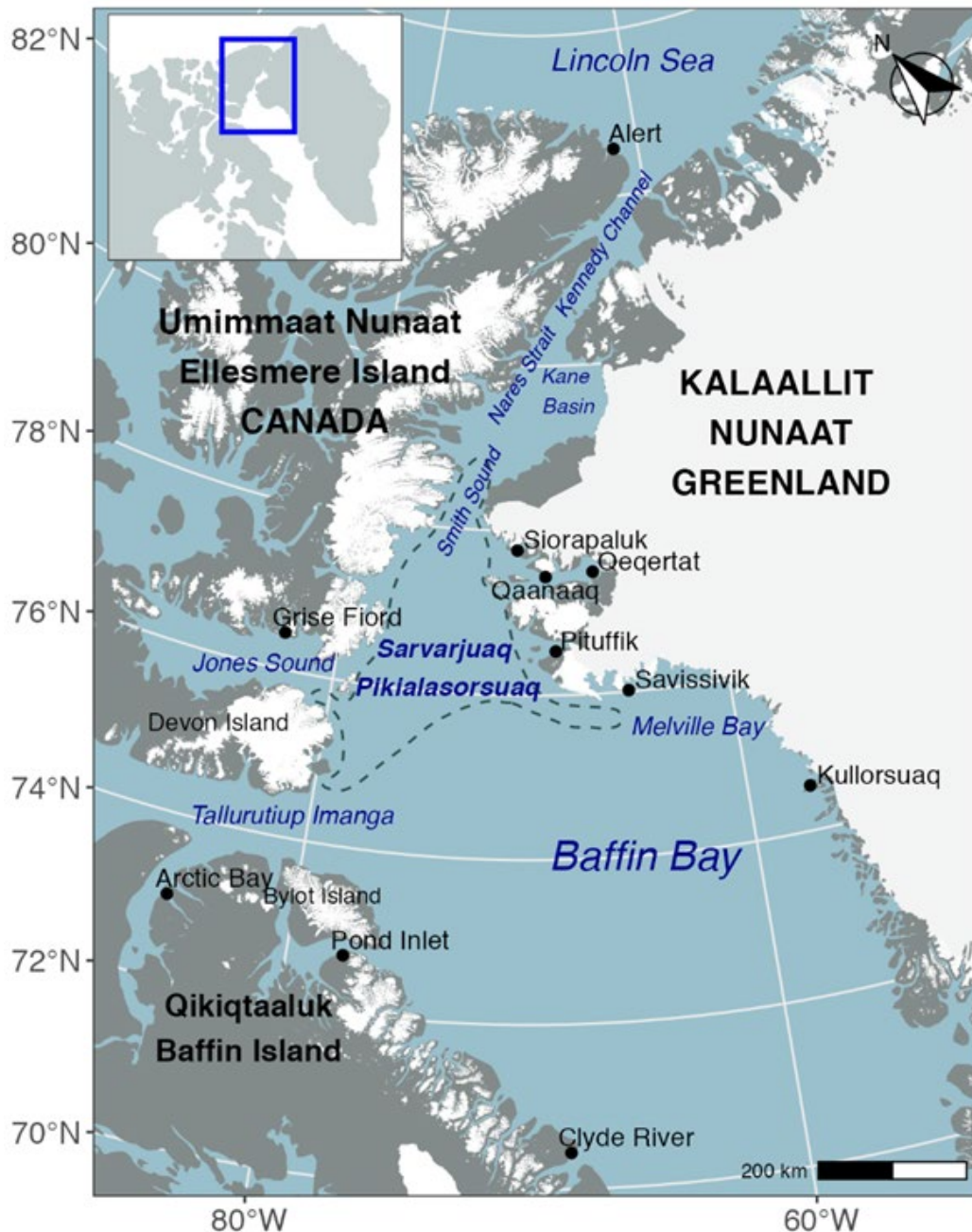




IDENTIFIKATION AF ØKOLOGISK BETYDNING, VIDENSHULLER OG STRESSFAKTORER FOR NORDVANDET OG TILSTØDENDE OMRÅDER



Figur 1. Nordvandet (Sarvarjuaq/Pikialasorsuaq), tilstødende områder samt de tilknyttede byer, bygder og beboede områder der er nævnt i denne rapport og som udgør undersøgelsesområdet for rapporten. Den stiplede linje angiver den gennemsnitlige polynie-afgrænsning i maj (tilpasset fra Dunbar 1969).

Baggrund:

Nordvandet (*Sarvarjuaq/Pikialasorsuaq*) er en biologisk, socioøkonomisk og kulturelt vigtig region beliggende i den nordlige del af Baffin Bugt mellem Canada og Grønland. Denne regions biologiske betydning kan tilskrives den unikke lokale geografi, havisdække, meteorologiske og oceanografiske cirkulationsmønstre og vandsøjelens lagdeling, der fremmer tidlig (dvs. april-maj) algeopblomstring og høj produktivitet. Den tidlige og forudsigelige opblomstring af fytoplankton i regionen understøtter en høj diversitet af dyr, der anvender lavere trofiske niveauer som fødekilde, herunder fisk og arktiske arter af havpattedyr (fx grønlandshvaler). Nordvandspolyniet er kendt for at være et af de største polynier i Arktis, og mekanismerne bag den unikke dannelse af polyniet, er først og fremmest drevet af stærke vinde, der tvinger havisen ned mod en nordlig isbro (eller broer) i Nares Stræde og Kane Bassin, der danner en slags is-barriere, der stopper den videre transport af havis og samtidig begrænser og reducerer isdækket i det nordlige Smith Sund. Havpattedyr (narhvaler, hvidhvaler, grønlandshvaler, isbjørne, hvalrosser, ringsæler og remmesæler) udnytter denne region sæsonmæssigt, og nogle arter forbliver i det åbne vand i Nordvandet i vintermånederne. Millioner af havfugle (søkonger, polarlomvier, rider, ederfugle m.fl.) ankommer til Nordvandet om foråret og bruger kyst- og fjordområderne omkring Nordvandet som fødesøgnings- og yngleområder.

I 2011 blev den canadiske del af Nordvandet udpeget som et 'Ecologically and Biologically Significant Area' (EBSA) af Fisheries and Oceans Canada (DFO). Derudover er Nordvandet blevet vurderet som værende unikt i flere internationale sammenhænge, herunder af International Union of Nature Conservation (IUCN), der i 2017, i samarbejde med FN's Organisation for Uddannelse, Videnskab, Kultur og Kommunikation (UNESCO), identificerede området som en mulig kandidat til udpegning som verdensarvsområde (World Heritage Site) baseret på [UNESCO's kriterier](#). Aarhus Universitet og Grønlands Naturinstitut har også vurderet den grønlandske del af Nordvandet som et økologisk vigtigt og følsomt havområde ud fra Den Internationale Søfartsorganisations (IMO) kriterier for identifikation af økologisk vigtige og særligt følsomme havområder (IMO PSSA kriterier). Disse vurderinger indgår som en del af Grønlands regerings (Naalakkersuisut) strategiske indsats til at styrke den områdebaserede beskyttelse af den grønlandske biodiversitet.

Nordvandet er komplekst og er i høj grad påvirket af menneskeskabte forandringer. For at tilvejebringe en fælles videnskabeligt baseret baggrundsviden for det igangværende samarbejde om beskyttelse af Nordvandet og de tilstødende områder foreslog DFO (Strategic Policy and Marine Conservation and Planning) et bilateralt videnskabeligt møde i Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) med det formål at foretage en fælles videnskabelig gennemgang af den nuværende viden om Nordvandet. Denne rapport er et af resultaterne fra dette møde, der blev afholdt den 22.-24. januar 2020 på Canadian Museum for Human Rights i Winnipeg, Manitoba, Canada. Formålet med dokumentet er at gennemgå og rådgive om den eksisterende viden om Nordvandet og tilstødende områder i forhold til oceanografi, fysik, økologi, biologi og miljø, samt at identificere videnshuller og give anbefalinger om fremtidig forskning i området. De videnskabelige anbefalinger, der præsenteres i denne rapport, er udarbejdet af mødedeltagere fra Canada, Grønland og Danmark og tiltænkes at kunne udgøre et input blandt flere andre (herunder blandt andet i forbindelse med fremtidig indsamling af lokal viden, socioøkonomiske vurderinger og inddragning af det terrestriske miljø), der kan bidrage til at understøtte samarbejdet og eventuelle beslutninger om beskyttelse og forvaltning af området.

RESUME

- Nordvandet er en geografisk- og oceanografisk karakteristisk region beliggende i den nordlige del af Baffin Bugt og er kendetegnet ved at huse et af de største tilbagevendende polynier i Arktis. Områdets karakteristiske træk skyldes først og fremmest:
 - Atmosfæriske og oceanografiske cirkulationsmønstre, der medfører fremherskende nordlige vinde og havstrømme fra det arktiske ocean, der skubber havis fra Det Arktiske Ocean sydover mod Baffin Bugt.
 - Det relativt smalle sund, der fremmer dannelsen af isbroer (blokering p.g.a. sammenpresset is) i Nares Stræde, Kane Bassin og Smith Sund. Isbroen virker som en prop, som forhindrer havisens bevægelse videre mod syd og fører til reduceret

- havisdække syd for isbroen i Smith Sund. Nyis, der dannes syd for isbroen, føres væk af den fremherskende nordenvind.
- Næringsrigt vand, der stammer fra både Arktis (koldt stillehavsvand via Beringshavet) og fra Nordatlanten (varmt vand via Davis Stræde, der strømmer i nordlig retning langs det vestlige Grønland).
 - Oceaniske cirkulationsmønstre og en vinddynamik, der fremmer *upwelling* (opadgående havstrømme, som medfører en opadgående blanding af næringsstoffer fra de dybere vandlag).
 - Forlængelse af den isfri periode (eller periode med reduceret isdække), hvilket fremmer en lang biologisk produktiv periode.
- Gletsjere er et vigtigt element for Nordvandets biofysik, og smeltevand fra gletsjere og indlandsis er sandsynligvis den største kilde til den lokale ferskvandsafstrømning til regionen. Undersøgelser af mekanismerne bag og den samlede tilførsel af ferskvand fra gletsjere og indlandsis til kyst-/fjordmiljøer er i øjeblikket begrænset, især på den canadiske side af Nordvandet.
 - Nordvandet er biologisk set et meget produktivt område, og produktivitetens størrelse og timing afhænger af komplekse fysiske, bio- og geokemiske mekanismer (fx timing af polyniedannelsen, vandsøjlets lagdeling og opblanding samt tilførsel af forskellige vandmasser), som varierer i regionen. Den høje biologiske primærproduktion i Nordvandet forstærkes yderligere af effektive energioverførsler i fødekæden.
 - De tidlige fytoplanktonopblomstringer er mulige p.g.a. det reducerede havisdække sammenlignet med de omkringliggende områder, og den tætte kobling mellem primærproduktion og zooplankton betyder, at der tidligt er adgang til føde for filtratorer, såsom bentiske arter, hvilket er af afgørende betydning for fødegrundlaget for arter af blandt andet fisk og fugle.
 - Nordvandet er et vigtigt sted for udveksling af drivhusgasser. Regionen betragtes således som et dræn for menneskeskabt CO₂, hvis omfang er stærkt påvirket af regionale forhold herunder ferskvandstilførsel, havvandets egenskaber (fx temperatur), havis og biologiske processer, især fotosyntese og respiration.
 - Nordvandet kan karakteriseres ved høj regional biodiversitet. Specifikt anses den canadiske side af Nordvandet som et *hotspot* for bentiske samfund og bentisk biodiversitet. Den bentiske funktionelle biodiversitet i Nordvandet er blandt de højeste i arktisk Canada.
 - Polartorsk (*Boreogadus saida*) er en vigtig art for hele fødenettet, og potentielle ændringer i mængder og/eller udbredelse kan få kaskadevirkninger på energioverførslen til de højere trofiske niveauer.
 - To kommercielt vigtige fiskearter i Arktis er dybhavsrejer (*Pandalus borealis*) og hellefisk (*Reinhardtius hippoglossoides*), men der er begrænset viden om deres forekomst og udbredelse i Nordvandet. En mulig udvidelse af et kommercielt trawl- og langlinefiskeri efter disse arter udgør både en mulighed for de nordlige samfund og en mulig potentiel trussel mod økosystemet (p.g.a. overfiskning og/eller bifangst).
 - Nordvandet er et *hotspot* for højarktiske havpattedyr på alle årstider, og ni arter forekommer regelmæssigt i regionen. Endemiske arktiske hvaler (hvidhval [*Delphinapterus leucas*], narhval [*Monodon Monoceros*] og grønlandshval [*Balaena mysticetus*]) bruger området til kælvning, fødesøgning og træk; den omkringliggende iskant ("floe edge") er et vigtigt levested for hvalros (*Odobenus rosmarus*), ringsæl (*Pusa hispida*), remmesæl (*Erignathus barbatus*) og isbjørn (*Ursus maritimus*).
 - Nordvandet er et vigtigt fouragerings- og redested for millioner af trækkende havfugle. Coburg Island (Nirjutiqavvik National Wildlife Area) er en af de vigtigste ynglepladser for

havfugle i arktisk Canada. Den grønlandske side af Nordvandet huser verdens største forekomst af søkonge (*Alle alle*) og Grønlands største kolonier af polarlomvie (*Uria lomvia*) og ride (*Rissa tridactyla*). Andre vigtige ynglefugle omfatter ederfugl (*Somateria mollissima*), kongeederfugl (*Somateria spectabilis*) og sabinemåge (*Xema sabini*).

- De sidste canadiske ynglesteder for den truede ismåge (*Pagophila eburnea*) findes på Ellesmere Island, tæt på Nordvandet. Ismåger og sabinemåger er særligt vigtige arter at overvåge og beskytte, da begge arter har meget små bestande i Canada og Grønland.
- Kystområder (dvs. elvmundinger, klippeskrænter, fjorde og gletsjerkanter) og miljøet omkring iskanten nær by- og bygdesamfundene er især vigtige for den lokale jagt på vigtige fangstarter, såsom narhval, hvalros, ringsæl, isbjørn og forskellige havfugle. Fangst af fjeldørred (*Salvelinus alpinus*) er vigtigt for den lokale befolkning, og flere elve omkring Nordvandet har bestande af fjeldørred, der udnytter kystområderne i sommermånederne (juli-september).
- Det forventes, at de væsentligste påvirkninger på økosystemet i Nordvandet vil komme fra klimaændringerne. Der observeres allerede lokale ændringer, især ekstreme vejrforhold, et skifte til et tyndere og svagere isdække i Nares Stræde (mere is bevæger sig igennem området), mindre forudsigelig polyniedannelse, ændringer i placeringen og varigheden af fytoplanktonopblomstringer, smeltende gletsjere og øgede vandstande (kysterosion).

BAGGRUND

I 2011 blev den canadiske del af Nordvandet udpeget som et 'Ecologically and Biologically Significant Area (EBSA)' af Fisheries and Oceans Canada (DFO) (DFO 2011, 2015). Regionen er også blevet vurderet og anerkendt gennem internationale processer og i vurderinger ledet af forskere fra Grønland og Danmark, hvilket understreger dets unikke kulturelle og økologiske værdi. For eksempel opnåede Nordvandet den højeste score og højeste prioritet i forbindelse med en national vurdering af vigtige og sårbare havområder i Grønland (Christensen et al. 2012, 2017), som var baseret på FN's Søfartsorganisations (IMO) kriterier til identifikation af økologisk vigtige og særligt følsomme havområder – 'Particularly Sensitive Sea Areas' (PSSA). I en anden strategisk indsats med henblik på at styrke den områdebaserede beskyttelse af den grønlandske biodiversitet er der udarbejdet en oversigt over områder af økologisk og biologisk betydning i Vest- og Sydøstgrønland ved hjælp af EBSA og andre internationale kriterier til identifikation af vigtige områder i Grønland. Rapporten identificerede 23 områder, heraf tre i Nordvandet (Christensen m.fl. 2016).

I århundrede har inuit-befolkningen betragtet Nordvandet som et sted af stor kulturel og åndelig betydning og har historisk benyttet økosystemet til at skaffe mad og ressourcer til at fremstille redskaber og tøj. Sarvarjuaq ('stedet, der aldrig fryser') er betegnelsen i det nordlige Qikiqtaaluk/ Baffin Island for et område, der året rundt har åbent vand og er omgivet af is, og Pikialasorsuaq er det grønlandske navn for Nordvandet, hvilket betyder 'stor opstrømning/upwelling' (QIA 2020). Det tætte forhold mellem polyniet og lokalsamfundene i Nordvands-regionen og anerkendelsen af inuit-befolkningen som en del af Nordvandets økosystem var de vigtigste drivkræfter bag Inuit Circumpolar Council's (ICC) oprettelse af Pikialasorsuaq-kommissionen i 2016. Kommissionens efterfølgende høringer i Canada og Grønland fra 2016 til 2017 dannede grundlag for rapporten '*People of the Ice Bridge: The Future of Pikialasorsuaq*', som indeholdt anbefalinger for regionen (ICC 2017).

I henhold til loven *Oceans Act* samarbejder DFO med partnere fra oprindelige befolkninger om at etablere et nationalt system af marine beskyttede områder – 'Marine Protected Areas' (MPAs) for at opretholde økologisk integritet og for at bevare og beskytte Canadas havområder. I marts 2019 udsendte Canadas premierminister, Justin Trudeau, en fælleserklæring med de canadiske inuitledere, der forpligtede til et samarbejde med regeringerne i Danmark og Grønland med henblik på at fremme bæredygtig forvaltning og

miljøbeskyttelse i Nordvands-regionen. Siden offentliggørelsen af denne erklæring har DFO på vegne af Canadas regering aktivt arbejdet sammen med Qikiqtani Inuit Association (QIA) og relevante ministerier i Grønland og Danmark med henblik på udarbejdelsen af en fælles forvaltning for Nordvands-regionen. For at fremme arbejdet anmodede DFO *Strategic Policy and Marine Conservation and Planning* (formelt *Oceans Management*) om et bilateralt møde under *Canadian Science Advisory Secretariat* (CSAS) for at opsummere og gennemgå den nuværende vidensstatus for Nordvandet og det omkringliggende område (DFO 2021).

Planlægningen af dette møde omfattede dannelsen af en multinational styregruppe med flere interessenter, hvor kommissoriet blev udviklet i samarbejde med Canadas og Grønlands regeringer og med deltagelse af embedsmænd og forskere fra Canada, Grønland og Danmark. En økologisk og biologisk oversigtsrapport (Ecological and Biological Overview Report, EOR) med titlen '*Biophysical and Ecological Overview of the North Water and Adjacent Areas*' blev udarbejdet af DFO Science (se Hornby et al. 2021) og dannede oplysningsgrundlaget for peer review-mødet i CSAS. Både denne videnskabelige rådgivningsrapport og Hornby et al. (2021) vil blive anvendt i fremtidige høringer og i udviklingen af forvaltningsplaner for Nordvands-regionen. Der kan være grundlæggende biologiske, oceanografiske og kulturelle forskelle mellem de to sider af Nordvands-regionen samt på tværs af canadiske, grønlandske og danske jurisdiktioner og dette dokument har til formål at tilvejebringe et fælles videnskabeligt grundlag med beskrivelse af videnshuller og anbefalinger om mulige fremtidige forskningsområder, som kan bidrage til et beslutningsgrundlag for eventuelle videre beslutninger om områdets fremtid.

EVALUERING

EOR'en, der blev udarbejdet for Nordvands-regionen og dens tilstødende områder, er baseret på en omfattende litteraturgennemgang af offentliggjorte videnskabelige dokumenter, rapporter og fagfællebedømte tidsskriftsartikler samt dokumenteret viden fra Inuit Qaujimagatuqangit (IQ, oprindelig viden) og fangere/brugere. Gennemgangen identificerer også aktuelle kendte eller potentielle stressfaktorer for økosystemet og fremhæver områder, hvor viden kan være forældet, ufuldstændig eller mangler. EOR-rapporten indeholder desuden offentliggjorte beskrivelser i resumé-form og rumlig information om de vigtigste biologiske områder i Nordvandet, leveret af Aarhus Universitet og Grønlands Naturinstitut (Christensen m.fl. 2017).

I lighed med EOR'en er denne rapport struktureret omkring fire centrale økologiske temaer, der blev evalueret på CSAS-mødet af eksperter fra Canada, Danmark og Grønland:

1. Klima, is, hav og atmosfære
2. Produktivitet og biogeokemi
3. Bentiske samfund, zooplankton og fisk samt
4. Havpattedyr og fugle.

Inden for hvert tema blev nøgleelementer, herunder repræsentative kystøkosystemer og marine økosystemer samt andre vigtige fysisk-oceanografiske og habitatmæssige karakteristika, identificeret, og disse er opsummeret i de efterfølgende afsnit. Nøgledata og videnshuller i forbindelse med hver økosystemkomponent opsummeres også i slutningen af hvert tema. For mere detaljerede oplysninger om disse emner, herunder specifikke referencer, der anvendes i denne *Science Advisory Report* (SAR), henvises til Hornby et al. (2021).

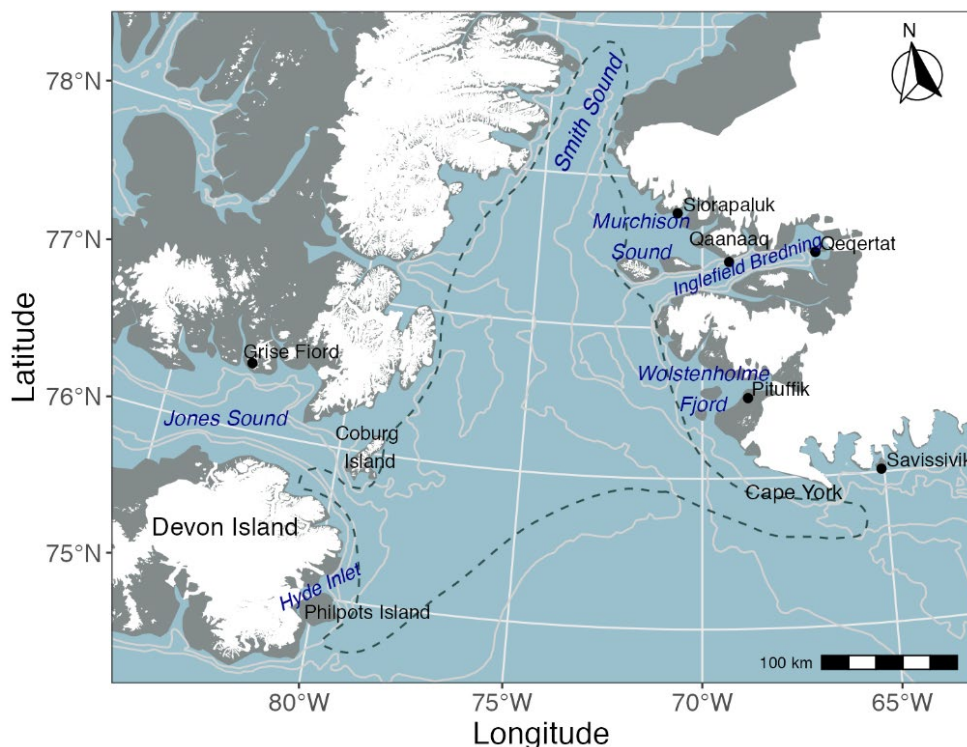
Geografi og omfanget af gennemgangen

Nordvandet er en dynamisk region, løst defineret som et område med åbent vand i det tidlige forår (marts-juni) afgrænset mod vest og øst af kystnær landfast havis langs Ellesmere og Devon Island og Grønland. Regionen strækker sig nordpå ind i Kane Bassin

og mod syd ind i Baffin Bugt til en linje, der spænder fra østkysten af Devon Island til Cape York (Figur 1, 2). Polyniet er et af de største i Arktis (maksimum 80.000 km²) og er afgrænset af fast is på to, nogle gange tre sider. Historisk set har isbroen (eller isbuen) i Nares Stræde udgjort en transportrute for mennesker mellem Canada og Grønland, der forbinder Umimmaat Nunaat (Ellesmere Island) og Avanersuaq (Nordvestgrønland). I dag er den landfaste havis og miljøet omkring iskanten langs Ellesmere Island og Grønland af afgørende betydning for transport og jagt, og Nordvandet er fortsat vigtig for de omkringliggende samfund, bygder og byer, Ajuittuq (Grise Fiord), Siorapaluk, Qaanaaq og Pituffik. Selv om de ikke ligger direkte i nærheden af Nordvandet er området af stor betydning for befolkningen i Qausuittuq (Resolute Bay), Ikpiarjuk (Arctic Bay), Mittimatalik (Pond Inlet), Kangiqtugaapik (Clyde River), Qikiqtarjuaq, Savissivik og Kullorsuaq der bruger området til fangst (herunder ringsæler [*Pusa hispida*], hvidhval [*Delphinapterus leucas*] og muligvis narhval [*Monodon Monoceros*]), der gennem sæsonen bevæger sig mellem Tallurutiup Imanga (Lancaster Sound) og Nordvandet (Figur 1).

Nordvandets betydning skyldes for en stor dels vedkommende dets geofysiske beliggenhed og den regionale topografi af omkringliggende landmasser og is (dvs. stejle bjerge, gletsjere, indlandsis, smalle fjorde). Den lokale geografi medfører, sammen med regionale atmosfæriske mønstre, at der blæser stærke vinde gennem centrale indsnævringspunkter (Smith Sund, Kane Bassin og Nares Stræde), hvilket er afgørende for dannelsen af et polynie i regionen. Den deraf følgende vinddrevne havcirkulation og sammenløbet mellem arktiske og atlantiske vandmasser i regionen påvirkes af havbundens topografi, herunder brede kontinentalsokler, der er gennemskåret af dybe "trug", og en række smalle tærskler (fx Nares Stræde, Jones Sound, Inglefield Bredning), der begrænser havstrømmene (Figur 2, 3). Disse fysiske forhold understøtter den vældige biologiske mangfoldighed i regionen.

Det er underforstået, at regionens økologiske og kulturelle aftryk er meget større end polyniets fysiske grænser. Regionen betragtes ofte som en region med en kulturel kontinuitet, henover internationale grænser og som forbinder mennesker og ressourcer. Som sådan var de geografiske rammer for denne rapport (Figur 1) ikke begrænset udelukkende til polyniets karakteristika/grænser, men inkluderer de fysiske og oceanografiske karakteristika, der er forbundet med Nordvandet i en større sammenhæng (fx påvirkninger fra Lincolnhavet og transport af vandmasser fra Beringshavet og Nordatlanten), hvilket understreger, at der er en biologisk sammenhæng med de tilstødende områder.



Figur 2. Nærbillede af Nordvandet (Sarvarjuaq/Pikialasorsuaq) inklusive 200 og 500 meter dybdekurverne (kilde: Natural Resources Canada) og vigtige fjorde, øer og farvande, der er nævnt i denne rapport.

Tema 1: Klima, is, hav og atmosfære

Havis og dannelse af Nordvands-polyniet

Grundlæggende for produktiviteten i Nordvandet er tilstedeværelsen af havisdække, eller iskanter (gletsjere og havis), og de vertikale cirkulationsprocesser, der udvikler sig som følge af ændringer i miljøet (dvs. lysgennemtrængning, saltudskillelse i isen og vindomrøring). Havisens bevægelser gennem Nordvandet er kompliceret, men har en tendens til at følge strømmenes og/eller de fremherskende vindes bevægelser, der fortrinsvis er imod uret. Regionen er præget af usædvanligt stærke vinde; den fremherskende vind kommer fra nordøst og konvergerer ind i Nares Stræde, hvor dens hastighed øges, da den er begrænset af Grønlands og Ellesmere Islands stejle topografi. I hovedparten af den kolde årstid (december til marts) er Nordvandet stort set dækket af ny og ung havis, hvor førsteårs-isen (FYI) først udvikler sig i marts. Lincolnhavet, der ligger, hvor Nares Stræde møder Det Arktiske Ocean, kaldes ofte en 'switch gate', da storskala atmosfæriske mønstre enten transporterer tyk flerårig-is (MYI) til kysten i det nordlige Grønland eller ud af Arktis via Fram Stræde, hvilket påvirker istyperne i Nares Stræde. Denne havistransport er mest almindelig i sensommeren-efteråret, før isbrodannelsen, og den standser, når isbroen (elle isbroerne) dannes tværs over Nares Stræde, og polyniet begynder at tage form.

Den videnskabelige definition af et polynie, er et havområde (eller region) med tynd is og åbent vand, der opstår på et sted, hvor man ellers, klimatologisk set, ville forvente tyk is. I Nordvandet er den primære mekanisme bag åbentvandsområdet i polyniet og dets varighed vinden, der blæser havisen ned mod en række isbroer (eller buer), der dannes i Nares Stræde, Kane Bassin og Smith Sund. Den første nordlige bro dannes almindeligvis tværs over eller nord for Nares Stræde fra december til februar, nogle gange så sent som i marts, og varer indtil juni eller juli. Denne bro efterfølges ofte, men ikke altid, af en sydlig isbro i Kane Bassin/Smith Sund et par dage til uger efter. Det er dannelsen af flere isbroer, der påvirker polyniets størrelse, varighed og modstandsdygtighed. Dannelsen af ny is bliver

langsommere eller standser helt, når vinteren bliver til forår, og polyniet breder sig sydpå ind i Baffin Bugt og når sin maksimale udbredelse (anslået til 80.000 km²) i slutningen af juni eller begyndelsen af juli. Nedbrydningen af isbroen indledes typisk i juli og hermed ophører polyniet. Isen forsvinder først på den grønlandske side af isbroen på grund af forskelle i overfladetemperatur, istykkelse, strømme og luftmønstre. Det åbne vand strækker sig almindeligvis fra Smith Sund til Devon Island i den tredje uge af juni og blandes med det åbne vand i Baffin Bugt i juni eller juli.

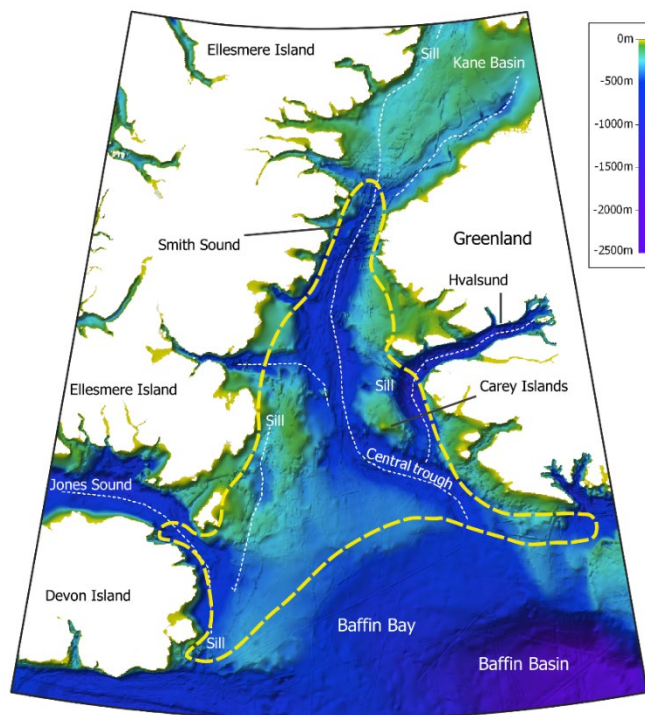
Denne indbyrdes afhængighed gør regionen følsom over for klimaskabte forandringer i lufttryksforholdene. Igennem de seneste 15 år er disse isbroer blevet mindre hyppigt tilbagevendende, og der ses en tendens til forsinket polyniedannelse og tidligere opbrud. I foråret 2007, muligvis for første gang i historien (siden 1970'erne), blev der slet ikke dannet nogen isbro over Nares Stræde, og den blev heller ikke dannet i 2009, 2010, 2017 og 2019 (Vincent 2019). Dannelsen af isbroer i området ved Nares Stræde er vigtig for at forebygge og reducere transporten af MYI fra det arktiske bassin ind i Baffin Bugt. Ud over ændringer i tidspunktet for dannelsen har isbroens gennemsnitlige placering bevæget sig nordpå siden 2007, hvilket har resulteret i, at den østlige kant ligger længere væk fra land og er mere følsom over for nedbrydning.

Cirkulation, lagdeling og næringsstoffer

Nordvandets bathymetri er kendetegnet ved en ret dyb (700 m), centralt beliggende rende, der strækker sig fra den nordlige del af Baffin Bugt til den nordlige ende af Smith Sund (Figur 3), omgivet af brede, lavvandede (<200 m) kontinentalsokler, der er gennemskåret af nogle få dybe trug, der fører ind i gletsjerfjorde. Cirkulationen i Baffin Bugt er baroklinisk, hvilket betyder, at strømmenes placering og styrke er formet af forskellene i temperatur og salinitet i bugten på alle dybder, og havvandets generelle bevægelse omkring Baffin Bugt er mod uret. Tærskler (svarende til bjergpas, men på havbunden) og sandbanker findes ved de fleste af de potentielle fjordmundinger ved den nordlige Baffin Bugt, hvilket påvirker bevægelsen og egenskaberne af det vand, der kommer ind i Nordvandet (Figur 3).

Kilderne til vand i Nordvands-systemet har deres helt egne fysiske egenskaber (salinitet, temperatur, densitet), og samspillet mellem disse vandmasser er en vigtig faktor for tilgængeligheden af næringsstoffer, produktiviteten og den bio- og geokemiske sammenhæng. Der er fire hovedvandstyper i Nordvandet:

1. Arktisk udløbsvand (*outflow water i form af* overfladevand, i dybder på ~0-50 m) med en relativt lav salinitet tæt på frysepunktet gennem det meste af året, men op til 7 °C varmere i 2-3 måneder om sommeren.
2. Arktisk udløbsvand (*outflow water* fra Stillehavet, ved dybder på ~ 50-300 m) med højere salinitet, over frysepunktstemperatur, men koldere end 0 °C og rigt på opløste næringsstoffer.
3. Indløbsvand (*inflow water*) fra Atlanterhavet (via Den Vestgrønlandske Strøm, ved dybder <200 m), varmere (op til 2 °C) og endnu mere salt, også kaldet atlantisk mellemvand (*Atlantic intermediate water*), og
4. Dybt vand fra Baffin Bugt, fra dybder under ca. 1200 m, med en salinitet svarende til indløbsvandet fra Atlanterhavet, men med temperaturer under 0 °C.



Figur 3. Havbundens topografi (i meter) i Nordvands-regionen. De dybe trug er markeret med hvide stiplede linjer, og placeringen af tærskler (Sill) er angivet (data fra [International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean \(IBCAO\) ver. 4](#)).

Den stærke nordlige vind, der åbner polyniet og skubber havisen syddover på den vestlige side af Nordvandet, bidrager også til *upwelling* langs den grønlandske kyst. Vigtige næringsstoffer (dvs. nitrat, silikat og fosfat) strømmer ind i regionen med det arktiske vand, der tilgår Smith Sund (efter at have befundet sig i lang tid i Det Arktiske Ocean), og atlantisk vand fra den nordlige del af Baffin Bugt. Både fjerne og nære forhold påvirker mængden og bevægelserne af næringsstoffer i Nordvandet og påvirker dermed primærproducenterne og fødenettet. For eksempel er vand fra Stillehavet næringsrigt, men meget påvirkeligt af ændringer under indstrømningen såvel som af klimatiske og oceaniske påvirkninger (fx ændringer i Beaufort strømhvirvlens kraft og retning) og er derfor ikke konstant i systemet. Nylige fund tyder også på, at der er stærke variationer både sæsonmæssigt og fra år til år i egenskaberne og fordelingen af det atlantehavsvand, der strømmer ind i Nordvandet via Den Vestgrønlandske Strøm, som er forbundet med store atmosfæriske og oceaniske forandringer i Nordatlanten. Lagdeling og opblanding af vandsøjlen, som primært afhænger af ferskvand, havis og vindpåvirkninger, er – som i andre arktiske regioner – vigtige processer for primærproduktionen i Nordvandet.

Påvirkninger fra gletsjere og kyster

På nuværende tidspunkt er der et omfattende gletsjerdække i det nordvestlige Grønland og på de østlige Queen Elizabeth Islands, hvor mange gletsjere når ud i Nordvandet. Siden 2000'erne er hastigheden af gletsjernes tilbagetrækning steget kraftigt både for indlandsisens vedkommende og for gletsjerisen langs med Ellesmere Island som følge af opvarmningen af både atmosfæren og havet. Når gletsjere kælder, opstår der isbjerge og store flade øer af is, der typisk driver sydpå gennem Nares Stræde og ind i Baffin Bugt, men de kan også drive nordpå med Den Vestgrønlandske Strøm og vende tilbage syd for Nordvandet. Tilstedeværelsen af disse store isbjerge kan, hvis de når bunden, bremse havsens bevægelse og fremme sammenpresningen af pakisen, hvilket muligvis kan påvirke dannelsen af isbroen og dens opbrud. I de seneste årtier har øget afstrømning fra overfladesmeltning af gletsjere og indlandsis til Nordvandet resulteret i en kraftig

ferskvandspåvirkning af den øverste del af vandsøjlen i de omkringliggende havbassiner. Lokalt stiger smeltevand, der afstrømmer ved bunden af gletsjere der når havet op som faner ud for gletsjerens forside, hvor det skaber opdrift (*upwelling*), hvilket kan have en betydelig virkning på lagdelingen og cirkulationen i fjordene.

Når den afstrømningen sker fra dybe gletsjere, kan *upwelling* af dybt, næringsrigt vand spille en afgørende rolle for tilgængeligheden af næringsstoffer til primærproducenterne og markant øge den marine produktivitet i kystområder, der er vigtige for fiskearter såsom polartorsk og hellefisk. For nylig er der observeret omfattende ændringer i havfugles kost i det nordvestlige Grønlands kystområder, og det antages, at øget ferskvandstilførsel fra smeltende gletsjere og deraf følgende oceanografiske ændringer har medvirket til de observerede økologiske forandringer. De optimale betingelser for maksimal *upwelling* varierer sandsynligvis fra gletsjer til gletsjer, men for de fleste grønlandske gletsjeres vedkommende vil tilførslen af næringsstoffer mindskes, når de trækker sig tilbage fra dybt, næringsrigt vand (sandsynligvis i det næste årti). Generelt set er mekanismerne bag og den samlede afstrømning af ferskvand fra gletsjere og indlandsis utilstrækkeligt belyst, især for den canadiske side af Nordvandet.

Nøgledata og videnshuller

- Der mangler viden om nedbør (fx. regn, snefald på de omkringliggende landområder, indlandsis, havoverflade og havis) og tilsvarende om fordampning, især over havet. Der er behov for flere oplysninger om nedbørstyper samt om akkumuleringen af nedbør over havet og på gletsjere.
- Der er ringe kendskab til bathymetrien for mange kystmiljøer (inden for ~ 30 km fra kysten), herunder hvor dybt ned mange af gletsjerne når på den canadiske side, og dybdeforholdene mangler stadig at blive kortlagt for mange områder af Nordvandet. Disse data er afgørende for fortolkningen af havobservationer og modellering af havcirkulationen.
- Processerne ved iskanter og kyster (marine og terrestriske) er forholdvis ukendte og kun undersøgt i begrænset omfang i Grønland og Canada. Især er der begrænset viden om gletsjerdynamikken i fjorde, herunder rumlig og tidsmæssig variation i afstrømningen af smeltevand fra tilstødende gletsjere ved overfladen og på dybt vand, indflydelsen på cirkulationen nær isen og opblanding af vandmasserne i fjorde samt de processer, der påvirker primærproduktionen og den bio- og geokemiske sammenhæng.
- Virkningerne af øget afstrømning fra de grønlandske og canadiske gletsjere på lagdelingen, cirkulationen og den biologiske produktivitet er usikre.
- Det er sparsomt belyst, hvordan de store (hemisfæriske) ændringer i den atmosfæriske cirkulation og havstrømmene påvirker dannelsen og stabiliteten af isbroen (isbroerne) i Nordvandet. Desuden er forbindelserne mellem Nordvandets regionale dynamik og de globale klimaforandringer og variabilitet ukendte, hvilket begrænser vores evne til præcist at modellere og forudsige interaktioner (fx simulere polyniedannelse og -opbrud), og derfor er de fremtidige forhold i Nordvandet og dets omkringliggende områder usikre.

Tema 2: Produktivitet og biogeokemi

Høj produktivitet

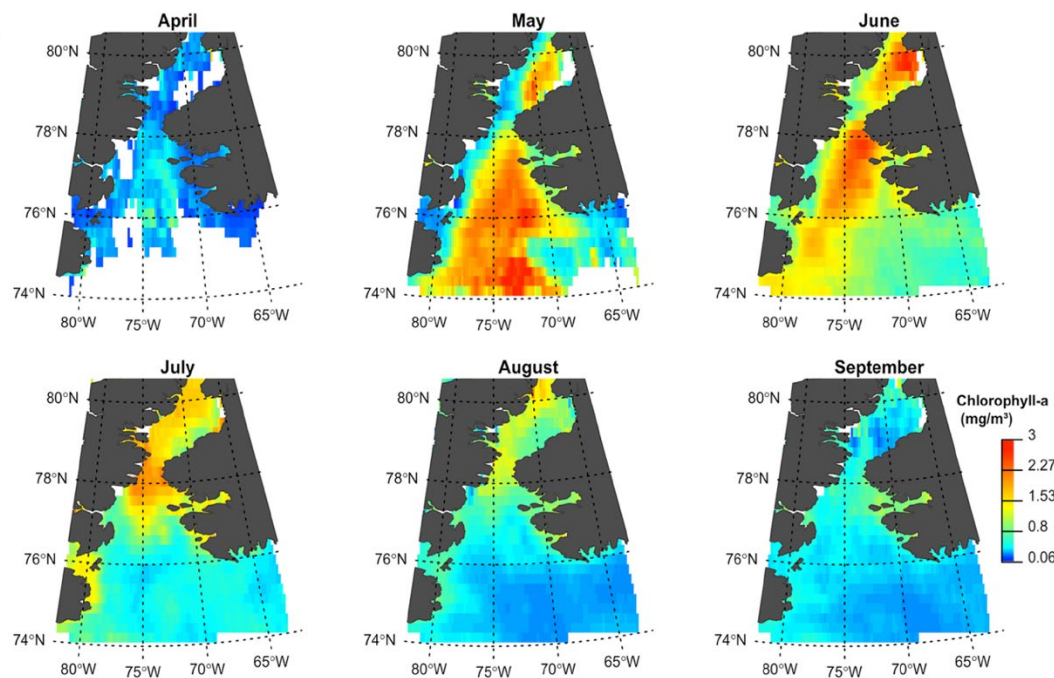
Nordvandet er et meget produktivt område, der er kendetegnet ved en samlet set høj biomasse og produktion af fytoplankton. Omfanget, udbredelsen og udviklingen af fytoplankton i Nordvandet påvirkes af lystilgængeligheden (fx en lang sæson med åbent vand og tidspunktet for polyniedannelsen) kombineret med vandmassernes fordeling og dynamik, puljen af tilgængelige næringsstoffer og cirkulationsmønstre. Næringsstofftilstrømningen fra Det Arktiske Ocean til Nordvandet gennem Smith Sund er

vigtig for produktiviteten og kan variere, da tilførslen er knyttet til de biokemiske processer i Lincolnhavet og andre fjernpåvirkninger (fx Beaufort strømhvirvlen). På grønlandssiden er indflydelsen af vand fra Atlanterhavet afgørende for produktionens sæsondynamik. Meget af vores viden om fytoplanktonets opblomstringer, samfunds- og størrelsesstrukturer samt om isalger i Nordvandet stammer fra *International North Water Polynya Study*, der blev gennemført i 1997-99. De kraftige opblomstringer af kiselalgen *Chaetoceros socialis*, der er observeret i Nordvandet, efterfølges af produktion af hvilesporer og er tæt forbundet med sæsonmønstrene i sedimenteringen på dybt vand. Isalger bidrager også til primærproduktionen i Nordvandet, men deres bidrag er dårligt kvantificeret. Biomassen af isalger akkumuleret i løbet af deres vækstperiode overføres effektivt til græssere i vandsøjlen. Denne overførsel til det pelagiske økosystem understøtter det produktive marine fødenet (se tema 3: Effektiv energioverførsel).

Opblomstringens fænologi

En vigtig forskel mellem Nordvandet og andre arktiske regioner er ikke kun den høje fytoplanktonbiomasse og -produktion, men også opblomstringens tidlige forekomst (fx april-maj) og varighed. Da Nordvandet bliver tidligt isfrit, opstår der mulighed for udvikling af en opblomstring af fytoplankton op til 6-8 uger tidligere (Figur 4) end i de nærliggende isdækkede farvande i det canadiske øhav. Opblomstringen begynder typisk på den grønlandske side af Nordvandet, som er påvirket af varmt vand fra Atlanterhavet, og spredes derefter mod nordvest. *Remote sensing*-analyser viser, at opblomstringen har en tendens til at starte tidligere og vare længere i år med mindre havisdække (dvs. en længere periode med åbent vand), og at skydækket også kan spille en vigtig rolle for opblomstringsforholdene via lystilgængeligheden. De nylige ændringer i opblomstringsdynamikken, der hænger sammen med de ændrede havisforhold i Nordvandet, peger på vigtige virkninger af den skiftende havis på produktiviteten i hele regionen. En nylig tidsserie-analyse af *remote sensing*-estimer af fytoplanktonbiomassen i Nordvandet gennem de sidste to årtier (1998-2014) viser et betydeligt fald i opblomstringens omfang på trods af variationer i observationsserien imellem årene (Marchese et al. 2017).

Det nylige fald i fytoplanktonets biomasse og produktion dokumenteres også af *in situ*-målinger (Blais et al. 2017) og tilskrives forsinket dannelse eller fravær af isbroen i Nares Stræde. I år (nyere tid), hvor isbroen i Nares Stræde slet ikke blev dannet eller kun var til stede i korte perioder, havde øget drivas i Nordvandet en negativ indvirkning på primærproduktionen i regionen. På trods af faldende havisdække i mange regioner i Det Arktiske Ocean har der i Nordvandet været en vis stigning i havisdækket på grund af den øgede tilførsel af arktisk havis, når isbroen er fraværende (Michel et al. 2015).



Figur 4. Sæsonmæssig udvikling i fytoplanktonoplomstringen i Nordvands-regionen baseret på remote sensing-estimer af klorofyl a-koncentrationen. Farverne angiver forskellige klorofyl a-koncentrationer (rød = højeste koncentration, som angiver oplomstringens maksimum i maj i den centrale del af undersøgelsesområdet). Disse kort undervurderer sandsynligvis den samlede størrelse af primærproduktionen, da den kun viser klorofyl a i overfladelaget og ikke afspejler klorofyl a maksima under overfladen eller den is-tilknyttede produktion. Vores viden om klorofyl a i vandsøjlen er endnu meget begrænset (kilde: Marchese m.fl. 2017).

Gasudveksling mellem luft og vand

Hvorvidt en arktisk region generelt er en kilde til (udleder mere, end den optager) eller et dræn for (optager mere, end den udleder) drivhusgas og andre klimagasser afhænger af vandmassens egenskaber tæt på havoverfladen, herunder vandets biogeokemi, temperatur, fordeling af ferskvand og biologiske processer. Samlet set kan disse vandegenskaber og -processer påvirke de lokale bio- og geokemiske systemer, der styrer gasudvekslingen på vandets overflade. Det vides ikke, om Nordvandet er et vigtigt sted for udvekslingen af klimagasser mellem luft og hav. Der er kun gennemført få undersøgelser i denne region, og vores viden er i vid udstrækning baseret på observationer fra forskellige forskningstogter i den isfri sæson og på antagelser om vinteren. Målinger i Nordvands-regionen viser en høj grad af variation i den regionale, sæsonmæssige og halvårslige udveksling af CO_2 mellem luft og hav. Selvom der ikke findes et årligt CO_2 -budget, antages det, at tidlig emission om foråret sandsynligvis begrænses af isdækket, og at regionen kan være et årligt nettodræn for atmosfærisk CO_2 . Tilstrømningen af ferskvand fra fjordssystemer i Grønland er stigende, og studier tyder på, at smeltevand fra gletsjere fremmer CO_2 -optagelsen i fjorde og tilstødende kystfarvande. Det forventes derfor, at fortsat tilstrømning af fersk smeltevand vil påvirke regionens status som CO_2 -kilde/dræn, selv om en større udbredelse af dette fænomen endnu ikke er bekræftet. Stigninger i opløst CO_2 forårsager fald i pH, kaldet havforsuring. Havforsurings-indeks er blevet målt i regionen, men virkningerne på økosystemet er fortsat ukendte. Derudover forventes Nordvandet at være en kilde til CH_4 til atmosfæren, men måske ikke nogen stor kilde. Dette er dog kun baseret på nogle få undersøgelser af opløst CH_4 i det østlige canadiske Arktis. Der findes ingen tilsvarende målinger fra Nordvands-regionen. Nordvandet kan være en stærk kilde til udledning af andre biogene gasser (dem, der produceres af levende organismer, eksempelvis fytoplankton) som dimethylsulfid (DMS), men der mangler observationer, der specifikt er rettet mod Nordvands-regionen. Nylige undersøgelser fra det canadiske arktiske øhav (Archipelago) om sommeren, har påvist høje

DMS-koncentrationer i åbent vand og i den overliggende atmosfære. De højeste værdier blev fundet i forbindelse med lokale maksimale målinger af klorofyl *a*, som anvendes som mål for fytoplanktonbiomassen.

Nøgledata og videnshuller

- Artsdiversiteten af primærproducenter i Nordvands-regionen er forholdsvis dårligt belyst. Da de fleste *in situ*-fytoplanktondata stammer fra slutningen af 1990'erne, er der mange videnshuller, herunder omkring primærproducenternes nuværende geografiske og sæsonmæssige udbredelse (især i kystområder), deres sæsonudsving (fx udvikling af fytoplanktonopblomstringer under havoverfladen) samt deres produktivitet og kobling til pelagiske og bentiske græssere.
- Der mangler generelt data på fytoplanktonproduktionen i isdækkede perioder, og der er en meget begrænset viden om isalger og omfanget af deres produktion i Nordvandet.
- Der er behov for yderligere overvågning, især i vintersæsonen, for bedre at forstå Nordvandets rolle som dræn for eller kilde til drivhusgasser.
- Faktorer, der påvirker primærproduktionen, hvordan de ændrer sig med klimaforandringerne og den samlede indvirkning på primærproduktionen udgør fortsat et vigtigt videnshul. Eksempelvis er indflydelsen fra den skiftende havisdynamik, strømmønstrene udenfor og inde i polyniet og de ændrede sæsonmæssige variationer og deres virkning på primærproduktionen og økosystemprocesserne stadig dårligt belyst.
- Det er uklart, hvordan produktiviteten vil blive påvirket af ændrede lokale forhold (fx. ændrede havisforhold og øget skydække), herunder arternes tilpasningsevne og mulige kaskadevirkninger i hele økosystemet.
- Det er uvist, om det nylige fald i overfladeproduktiviteten i Nordvandet og skiftet mod nord afspejler en langsigtet tendens eller er et forbigående fænomen. Der er behov for bedre rumlig og tidsmæssig dækning af systemobservationer for at fastlægge langsigtede tendenser og definere rumlig variation og kontrol.

Tema 3: Bentiske samfund, zooplankton og fisk

Høj regional bentisk biodiversitet

Bentiske organismer spiller en vigtig rolle i kulstofkredsløbet ved at nedbryde organisk materiale på havbunden og returnere næringsstoffer til vandsøjlen via remineralisering. De tjener som fødekilde for fisk, havpattedyr og havfugle, forsyner andre makrobentiske organismer (fx koraller og svampe) med struktur og levesteder og kan fiskes kommercielt (fx kammuslinger, krabber, rejer, muslinger, søpindsvin og søpølser). Mængden og diversiteten af makrobentiske arter er meget høj nær Nordvandets midte og lavest på østsiden, hvor koncentrationerne af organisk kulstof og kvælstof er højest. Specifikt anses det bentiske samfund på vestsiden af Nordvandet som et *hotspot* for biodiversitet. Ikke mindst er den funktionelle mangfoldighed, den del af biodiversiteten, der omhandler rækken af levesteder inden for et økosystem, blandt den bedst kendte i arktisk Canada. Interessant nok, opdagede og beskrev Jabr et al. (2018) for nylig en bentisk agernorm (*Allapasus fuscus*), fra Nordvandet. Antallet af undersøgelser på den grønlandske side af Nordvandet er begrænset, men studier foretaget længere sydpå i Baffin Bugt tyder på, at området er artsrigt med høje tætheder af organismer. De høje forekomster af hvalrosser og ederfugle i regionen – arter, hvis primære fødekilde er skaldyr – tyder også på en rig bentisk fauna, i det mindste på de dybder, hvor de normalt fouragerer (ederfugle ned til ca. 25 m, hvalros ned til 100 m). Nordvands-regionen har også et unikt og rigt mikrobielt samfund. I lighed med varmere havmiljøer er bakterier vigtige for genanvendelsen af kulstof og andre næringsstoffer i det pelagiske område af Nordvandet.

Effektiv energioverførsel (pelagisk-bentisk kobling)

Nordvandets produktivitet øges yderligere af den effektive overførsel af energi til de pelagiske og bentiske økosystemer. Undersøgelser af den pelagiske-bentiske kobling (kredsløbet og overførslen af kulstof til pelagiske og bentiske græssere) har vist, at den lange produktionssæson i Nordvandet resulterer i en lang periode, hvor dyrelivet på havbunden tilføres organisk kulstof fra den pelagiske zone. I 2010'erne blev der observeret en stor stigning i kulstoftilførslen til disse dyresamfund, hvilket sandsynligvis enten skyldes lokale ændringer i havisforholdene, via havisens *bottom-up*-regulering af fytoplanktonproduktionen, eller et misforhold mellem tidspunktet for, hvornår produktionen topper og zooplanktonets græsning. Sidstnævnte er en følge af, at opblomstringer forekommer tidligere, at produktionen forskydes mod nord, og/eller at afgivelsen af næringsstoffer fra havbunden (som transporteres med strømmen) forskydes til Smith Sund fra den nordlige del af Baffin Bugt. Begge dele muliggør en mere regelmæssig og en højere overførsel af fytoplankton-afledt kulstof til havbunden.

Algernes høje primærproduktion danner grundlag for et meget forskelligartet samfund af zooplankton, der græsser på algerne. Zooplankton-bestanden i Nordvandet svarer til den i den sydlige del af Beauforthavet og er højere end i resten af arktisk Canada. Store arktiske *Calanus*-copepoder udgør et vigtigt led i overførslen af næringsstoffer fra alger til højere trofiske niveauer såsom fisk og havfugle. Ændringer i zooplanktonsamfundet sker samtidig med variationen i algeproduktionen (dvs. timing og tilgængelighed) i Nordvandet. Arktiske copepoder kan også udsættes for større konkurrence og/eller et øget prædationstryk, når nye arter indvandrer fra syd. Af særlig bekymring er et potentielt skift i retning af mindre arter, der har færre lipider end de højarktiske arter, et skift, der allerede forekommer længere sydpå i Baffin Bugt og Labradorhavet. Et sådant skift kan have negative virkninger på den zooplanktivore faunas (fisk, nogle havfugle og bardehvaler) energetik.

Fisk og fiskeri

Der er meget sparsomme oplysninger til rådighed om fiskesamfundet i Nordvandet og de omkringliggende farvande. Coad og Reist (2018) identificerede 21 fiskearter, der sandsynligvis forekommer i regionen, selv om det faktiske fiskesamfund forventes at være mere divers. *Conservation of Arctic Flora and Fauna* (CAFF) anslår, at der findes mindst 50 arter af arktiske fisk i og nær Nordvandet (Mecklenburg et al. 2018). Ulk, helleflynder, ålekvabbe, polartorsk, istorsk (*Arctogadus glacialis*), hellefisk, arktisk rokke (*Amblyraja hyperborea*) og grønlandshaj (*Somniosus microcephalus*) er alle blevet observeret i canadiske kystområder, specielt i Jones Sound nær bygden Grise Fiord. Fjeldørred (*Salvelinus alpinus*) er en vigtig arktisk husholdningsart for befolkningen, og den forekommer i flere elve nær bygder og udnytter den marine kyst i sommermånederne. Lodde (*Mallotus villosus*), en hyppigt forekommende art i andre områder såsom atlantisk Canada og det sydlige og centrale Vestgrønland, observeres nu nær Grise Fiord, Coburg Island, Pond Inlet og i det nordlige Vestgrønland; dens betydning for det lokale fødenet er ukendt. Polartorsk betragtes som en nøgleart i Nordvandets fødenet og udgør den vigtigste forbindelse mellem fytoplankton og konsumenterne på de højere niveauer i Arktis (dvs. hvidhvaler, sæler, fugle). På grund af dens vigtige rolle i økosystemet anses polartorsk for at være en ideel monitoringsart i biodiversitetsovervågning i Nordvandet.

Der er et stort canadisk kommercielt fiskeri efter hellefisk i Baffin Bugt (fiskekvoten i 2019 var på 9.592,5 tons), og størstedelen af det skibsbaserede kommercielle fiskeri (langline eller garn) foregår på dybder mellem ca. 800-1.500 m så langt mod nord som 73° N (DFO 2014), lige syd for Nordvandet. På baggrund af succesen med langlinefiskeri af hellefisk nær Pangnirtung, Nunavut, har flere bygder, herunder Grise Fjord, udtrykt interesse for udviklingen af kystnært fiskeri efter hellefisk og har gennem årene gennemført forsøgsfiskeri (se DFO 2019). På grønlandssiden af Nordvandet er der et mindre (ca. 200 t om året), men stigende kommercielt langlinefiskeri i Qaanaaq med planer om at starte en direkte eksport af produkter af høj kvalitet til restauranter i Danmark. En eventuel udvidelse af fiskeriet til

Nordvandet repræsenterer en mulighed for de nordlige bygder og byer, men dette kan skabe trusler mod økosystemet, fx i form af øgede bifangster af andre arter, der ikke udnyttes. Det erkendes, at der er behov for yderligere undersøgelser for at forstå bestandsafgrænsningen af hellefisk og forbindelsen mellem de bestande, der lever i fjordene og til havs, som begge udgør en vigtig føderessource for for narhvaler.

Nøgledata og videnshuller

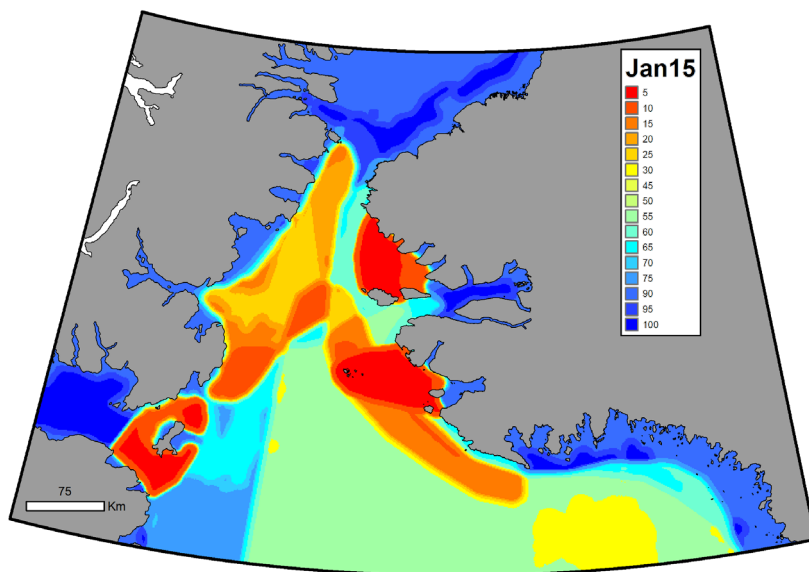
- Overordnet set er der mangel på information om livshistorien hos de fleste bentiske arter, zooplankton og fisk gennem den årlige cyklus i Nordvandet.
- Marine makrofyter og makroalger (dvs. tang) fungerer som føde for de højere trofiske niveauer og skaber habitater, der beskytter mod prædatorer, bølger og strømme, men oplysninger om deres rumlige udbredelse og forekomst er sparsomme.
- Der er begrænset viden om zooplanktonets og fiskesamfundets sammensætning og sæsonmæssige trækforhold i Nordvandet (og i Arktis generelt). Konkret er der mangel på viden om zooplanktons rumlige udbredelse (vandret og lodret) og om forskellen mellem den østlige og vestlige side af Nordvands-regionen.
- Udbredelsen og forekomsten af makrofyter, bentiske arter, fisk og zooplankton i kyst- og fjordsystemerne omkring Nordvandet er stort set også ukendt. Suspenderet stof og opløst materiale i disse områder er af særlig betydning, og der er meget begrænset viden om ændringerne her.
- Der er begrænset information om bestandsbevægelser, herunder forbindelsen mellem kyst- og *offshore*-bestandene af hellefisk i Canada og Grønland. Der er også meget begrænsede informationer om rejens (*Pandalus borealis*) økologi og udbredelse i Nordvandet, hvilket forhindrer en videnskabeligt baseret forvaltning af det fremtidige fiskeri i området.
- Ændringerne forårsaget af den øgede udbredelse af boreale arter (såsom lodde og tobis) er ukendte.

Tema 4: Havpattedyr og fugle

Sæsonmæssigt vigtige levesteder for havpattedyr

Med henblik på at identificere de centrale biodiversitetsområder og særligt følsomme områder i Nordvandet udførte Christensen m.fl. (2017) en GIS-baseret overlay-analyse af 24 nøglearters (havpattedyr og fugle), naturtyper og økosystemkomponenter udbredelse gennem alle sæsoner (ialt 57 kort). Overlay-analysen omfattede både en differentieret afvejning af de forskellige arts- og økosystemkomponenter (baseret på de kriterier, der blev anvendt i Christensen et al. 2017) og af forskellige dele af den sæsonmæssige udbredelse af de enkelte arter/økosystemkomponenter (baseret på den bedste tilgængelige viden). De resulterende kort, der er beskrevet nedenfor (Figur 5-8), har farvenuancer i 5 %-percentiler (20 farvenuancer) på en skala fra mørkeblå (lave værdier), over gul til mørkerød (høje værdier). Den mørkerøde nuance viser de 5 % af området, hvor den højeste overlay-score forekommer på den dato, der er angivet i figurteksten. Mørkerød har en tendens til at fremhæve områder, hvor mange forskellige arter overlapper hinanden (høj biodiversitet), eller områder, hvor vigtige individuelle arter har en ekstremt høj relativ forekomst. Kortene er relative og kan ikke sammenlignes direkte på tværs af årstider (dvs. de mørkerøde områder om sommeren har en tendens til at have en højere forekomst og diversitet end de mørkerøde områder om vinteren). Denne fremgangsmåde er et effektivt værktøj til at identificere kerneområder for biodiversitet og fremhæver specifikt potentielt følsomme områder i Nordvands-regionen. Det er vigtigt at bemærke, at disse kort primært fokuserer på den sæsonbestemte produktivitet (algeopblomstringer) og forekomsten og udbredelsen af

havfugle og havpattedyr. Analysen omfatter ikke lag med udbredelsen af zooplankton og fisk, da der i øjeblikket ikke er nok data til at udarbejde detaljerede kort for disse grupper.



Figur 5. Kort over biologisk vigtige områder i midten af januar, som det fremgår af en GIS-overlay-analyse af udbredelsen af vigtige arter (havpattedyr og fugle) og økosystemkomponenter. Kortet har farvenuancer i 5 %-percentiler på en skala fra mørkeblå (laveste værdier) over gul til mørkerød (højeste værdier). Dette kort er karakteristisk for en stor del af vinterperioden fra begyndelsen af december til begyndelsen af marts. I denne periode repræsenterer de vigtigste røde områder de tre største overvintringsområder for hvalros i Murchison Sound, vest for Wolstenholme Fjord og omkring Coburg Island (se Figur 2). Det mørkeorange område langs den grønlandske kontinentalsokkel er primært et resultat af overlappende udbredelser af narhval, hvalros, hvidhval og remmesæl. I den nordvestlige del af Nordvandet (den canadiske kyst) afspejler det orange område hovedudbredelsen af hvidhval om vinteren (Kilde: Christensen et al. 2017).

Vinter

Om vinteren (december til begyndelsen af marts) påvirker fremrykningen af den landfaste havis ud i havet den rumlige udbredelse af havpattedyrarterne. På dette tidspunkt er de vigtigste områder i Nordvandet de tre største overvintringsområder for hvalros (Figur 5, røde zoner) i Murchison Sound, vest for Wolstenholme Fjord, og indgangen til Jones Sound ved Coburg Island (Figur 2). Delbestandene af isbjørn (*Ursus maritimus*) fra Baffin Bugt (BB), Lancaster Sound (LS) og Kane Bassin (KB) gør også brug af alle dele af Nordvandet og de tilstødende områder om vinteren, især mod syd, vest og nord for polyniet. Beboerne i Grise Fiord bekræfter forekomsten af isbjørn i hele Jones Sound, især om vinteren.

Narhvaler, hvidhvaler og remmesæler (*Erignathus barbatus*) forekommer også hyppigt i Nordvandets åbenvandsområder om vinteren (Figur 5, mørkeorange indikerer overlappning af arter). Narhvaler ankommer i slutningen af november og overvintrer i centrale dele af Nordvandet og i den nordlige del af Baffin Bugt. Deres brug af disse områder menes at skyldes de høje tætheder af deres foretrukne bytte, hellefisk, selv om deres fødeøkologi om vinteren udgør et videnshul. Et vigtigt overvintringsområde for bestanden af hvidhvaler findes på den canadiske side af Nordvandet (Figur 5, orange-rød). Ca. 15 % af Somerset Island's bestand af hvidhvaler skønnes at trække gennem Nordvandet til overvintringsområder langs den vestgrønlandske kyst.

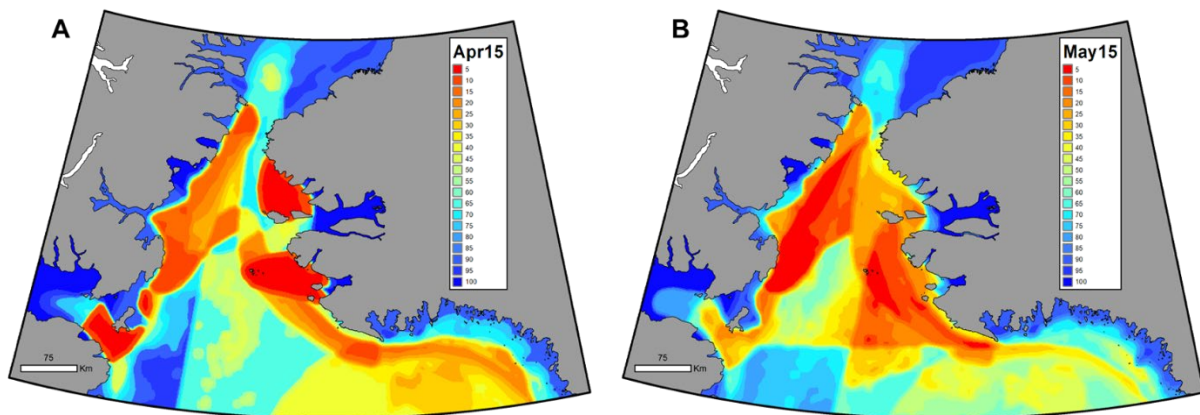
Forår

I det tidlige forår har den grønlandske side af Nordvandet mere åbent vand, og store antal hvidhvaler ses ud for den grønlandske nordvestkyst og ind i den centrale del af Nordvandet. Hvalros forekommer stadig både på den grønlandske og canadiske side, hvor Jones Sounds munding fortsat er vigtig (Figur 6A). Den tidlige og forøgede produktivitet påvirker store

Central og Arktisk region

stimer af polartorsk samt blæksprutter og krebsdyr. I Canada er munden af Jones Sound og sydkysten af Devon Island også blevet identificeret som kælvnings- og fourageringshabitat for hvidhvaler og som en trækroute fra øst mod vest om foråret for både hvidhvaler og narhvaler. Inuit Qaujimagatuqangit (IQ) fra Grise Fiord indikerer, at narhvalerne følger iskanten i det østlige Jones Sound, parrer sig ved indgangen til Jones Sound og fouragerer langs kysterne og i fjordene i slutningen af foråret og om sommeren. Antallet af narhvaler stiger også på grønlandssiden af Nordvandet om foråret, især i munden af Inglefield Bredning.

Senere på foråret begynder hvalrosser fra Grønland at trække til kystnære kerneområder på den canadiske side af Nordvandet (de er stort set fraværende på grønlandssiden i sæsonen med åbent vand; Figur 6B). På dette tidspunkt bliver kystmiljøet vigtigere, da de tilbringer sommeren langs kysterne og inde i fjordene ved Ellesmere Island. Isbjørne forbliver i alle havisområder omkring polyniets åbne vand og benytter denne habitat primært til parring og fødesøgning.



Figur 6. Kort over biologisk vigtige områder om foråret (15. april -15. maj), som det fremgår af en GIS-overlay-analyse af udbredelsen af vigtige arter (havpattedyr og fugle) og økosystemkomponenter. Kortet har farvenuancer i 5 %-percentiler på en skala fra mørkeblå (laveste værdier) over gul til mørkerød (højeste værdier). A) I midten af april dominerer hvalrossernes overvintringsområder stadig kortet (røde områder) sammen med det vigtigste overvintringsområde (orange) for hvidhvaler i den canadiske del af Nordvandet. Den generelle biodiversitet forbundet med polyniets kanter af hurtig bevægelig is begynder imidlertid at vise sig (orange), og det samme gør den begyndende forårsopblomstring af alger i midten af polyniet (lysegule nuancer). B) I midten af maj optræder et trekantet område i den grønlandske del af Nordvandet som vigtigt (rød/mørkeorange). Dette skyldes en overlappende udbredelse af hvalros, narhval, hvidhval og grønlandshval. Det aflange vigtige område ud for den canadiske kyst fremhæver en overlappende udbredelse af hvidhval, hvalros, narhval og isbjørn, og farvenuancerne i de centrale dele af Nordvandet afspejler forårets algeopblomstring. Bemærk: Store forandringer i artsudbredelsen forekommer i maj, og de vigtige områder på kort B bør derfor kun ses som et øjebliksbillede midt i en dynamisk overgangsperiode. Bemærk også, at millioner af havfugle ankommer til området i april-maj, men da der ikke er kendskab til særlige koncentrationsområder før yngletiden, har de endnu ingen indflydelse på den rumlige analyse af forekomsten af vigtige områder (kilde: Christensen et al. 2017).

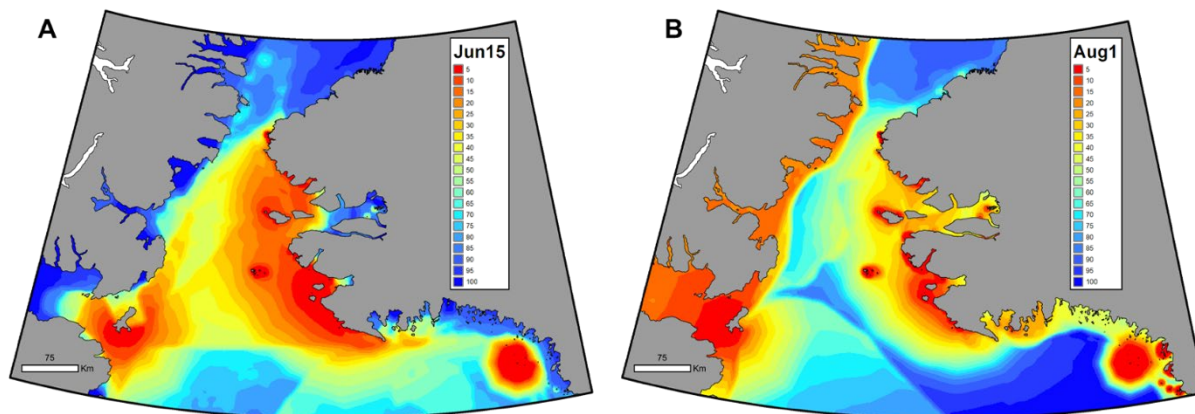
Sommer-efterår

Om sommeren og i efteråret er hvalrosser og narhvaler de primære havpattedyr i Nordvandet, mens hvidhvalernes udbredelse har flyttet sig fra Nordvandet til centrale sommeropholdsområder ved Somerset Island, Lancaster Sound (og tilstødende havområder) og Jones Sound. I sommeren 2019 og 2020 blev der observeret usædvanligt mange polartorsk i nærheden af Grise Fiord og det medførte en stigning i det observerede antal hvidhvaler, narhvaler og grønlandssæler (*Pagophilus groenlandicus*) (L. Audluluk, bygden Grise Fiord, pers. komm.).

Central og Arktisk region

I Grønland er Melville Bugt og Inglefield Bredning kendt for at være vigtige fouragerings- og yngleområder for narhval (Figur 7B, orange område). Generelt er narhvalens foretrukne sommerhabitat dybe, stejle indløb med delvist isdække, muligvis som beskyttelse mod spækhuggere (*Orcinus orca*), selvom spækhuggere sjældent ses langs vest- og østsiden af Nordvandet. Grønlandshvaler (*Balaena mysticetus*) er til stede i Nordvands-regionen fra april til september, efterfulgt af træk mod vest. I de senere år er vågehvaler (*Balaenoptera acutorostrata*) også blevet observeret eller fanget af grønlandske fangere flere gange i løbet af sommeren.

Hvalrossernes opholdssteder på kysten i Canada er af afgørende betydning om sommeren og i begyndelsen af efteråret, hvor havisens udbredelse er mindst. Grønlandssæl, klapmys (*Cystophora cristata*) og ringsæl er også almindelige i hele regionen om sommeren. Fangere fra Qaanaaq fortæller, at hvalrosser sjældent ses på grønlandssiden om sommeren, hvilket også bekræftes af satellitsporingsdata. Det første tegn på et landbaseret opholdssted i Wolstenholme Fjord blev dog nyligt observeret efter mere end 50 års fravær. Vigtige områder for isbjørne er primært flyttet til kysten af Ellesmere Island i denne periode, men omfatter grønlandssiden af Kane Bassin og eventuelt tilgængelige havishabitater i den nordlige del af Nordvandet. Devon Islands nordkyst er blevet beskrevet som et vigtigt huleområde for isbjørne, ligesom Hyde Inlet og Philpots Island ud for den østlige del Devon Island er et vigtigt tilflugtssted om sommeren (se Figur 2).



Figur 7. Kort over biologisk vigtige områder om sommeren (15. juni - 1. august), som det fremgår af en GIS-overlay-analyse af udbredelsen af vigtige arter (havpattedyr og fugle) og økosystemkomponenter. Kortet har farvenuancer i 5 %-percentiler på en skala fra mørkeblå (laveste værdier) over gul til mørkerød (højeste værdier). A) I midten af juni yngler millioner af havfugle i store kolonier omkring Nordvandet, de fouragerer områderne omkring kolonierne og dominerer nu den relative udbredelse i de vigtige områder. De store røde områder består primært af kolonier af polarlomvier, søkonger og ederfugl. Den store røde prik i Melville Bugt viser en stor og unik koloni af sabinemåger (og havterner). B) I begyndelsen af august er fourageringshabitaterne omkring de store havfuglekolonier stadig de vigtigste områder (rødt) sammen med fældningsområderne for ederfugl og kongeederfugl langs Grønlands kyster. Sammenlignet med kort A har en stor del af den relative vægt/betydning forskudt sig til den canadiske kyst, hvor narhval, hvalros og isbjørn nu er koncentreret (stort orange område). Inglefield Bredning og Melville Bugt har også fået en større relativ betydning på grund af koncentrationerne af henholdsvis narhval og isbjørn (kilde: Christensen et al. 2017).

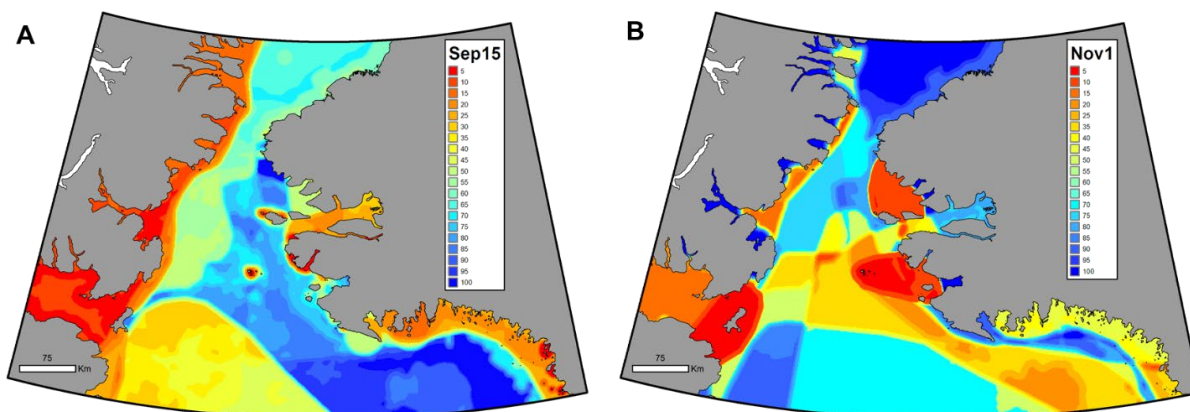
Yngle- og fourageringsområder om sommeren

Om sommeren ankommer millioner af havfugle til områderne omkring Nordvandet for at yngle og fouragere (Figur 7A, røde områder). Fjorten arter af havfugle bruger regelmæssigt regionen til at yngle, og den mest talrige er søkonge (*Alle alle*) med mere end 30 millioner ynglende par. Derudover findes fem kolonier af polarlomvie (*Uria lomvia*) i området (med mere end 308.000 ynglepar) og titusinder ederfugle (*Somateria molissima*). Hotspots for havfugle i Nordvandet har en tendens til at være mere koncentreret/lokaliseret hen over sommeren, hvilket hænger direkte sammen med de store ynglekolonier af polarlomvie,

Central og Arktisk region

søkonge (ikke forekommende i Canada), sabinemåge (*Xema sabini*) og havterne (*Sterna paradisaea*) (Figur 7A). I sensommeren/det tidlige efterår udgør fældningsområderne for ederfugl og kongeederfugl (*Somateria spectabilis*), som er mere almindelige langs Grønlands kyst, også vigtige koncentrationsområder (Figur 7B, 8A).

Coburg Island (Nirjutiqavvik National Wildlife Area) er en af de vigtigste ynglelokaliteter for havfugle i arktisk Canada, særligt tejst (*Cephus grylle*), ride (*Rissa tridactyla*), mallemuk (*Fulmarus glacialis*) og polarlomvie. Udbredelsesområdet for ismåge (*Pagophilae eburnea*), en truet art i Canada (COSEWIC 2006), er skrumpet i de senere år og således er artens eneste tilbageværende canadiske ynglelokalitet på Ellesmere Island, Nunavut.



Figur 8. Kort over biologisk vigtige områder om efteråret (15. september - 1. november), som det fremgår af en GIS-overlay-analyse af udbredelsen af vigtige arter (havpattedyr og fugle) og økosystemkomponenter. Kortet har farvenuancer i 5 %-percentiler på en skala fra mørkeblå (laveste værdier) over gul til mørkerød (højeste værdier). A) I midten af september er havfuglenes ynglesæson forbi, og de fleste fugle har forladt området. Fældningsområderne for ederfugl og kongeederfugl langs Grønlands kyster fremgår dog stadig som vigtige. De canadiske kystområder er særdeles vigtige på grund af overlappende udbredelser af hvalros, isbjørn og narhval. Også den relative betydning af Inglefield Bredning og Melville Bugt er øget på grund af koncentrationen af henholdsvis narhval og overlappende udbredelse af narhval og isbjørn. B) I slutningen af oktober/ starten af november begynder hvalrosserne at samles i deres overvintringsområder (de tre røde områder). Narhvaler bevæger sig gradvist fra deres kystnære sommeopholdsrområder (langs den canadiske kyst, i Inglefield Bredning og Melville Bugt) til de centrale dele af Nordvandet for at overvintrere. Her overlapper de med hvidhvalernes efterårstræk og isbjørne, som gradvist spreder sig fra de canadiske kyster og Melville Bugt, efterhånden som havisens udbredelse vokser. Bemærk: Store forandringer i artsudbredelsen ses om efteråret, og de vigtige områder på kort B bør derfor kun ses som et øjebliksbillede midt i en dynamisk overgangsperiode (kilde: Christensen et al. 2017).

Kystnære habitater er afgørende for arter, der udnyttes af lokalsamfundene

Kystnære elve, lavvandede kystlinjer og dynamiske iskanter omkring Nordvandet udgør vigtige habitater for almindelige fangstarter som hvidhval, narhval, hvalros, isbjørn, ringsæl, fjeldørred, hellefisk og forskellige havfugle. Men for mange arter i Nordvandet er der fortsat begrænset viden om den sæsonmæssige habitat anvendelse i de mange kystnære fjorde og vige. Fjeldørred har historisk set været en værdifuld fangstart for det lokale Thule-folk i Grønland og fanges ligeledes i kystnære marine habitater nær Grise Fiord. Undersøgelser tyder på, at der hurtigt kan ske ændringer i tangskovene i kystnære arktiske miljøer, efterhånden som havene bliver varmere, og havisen trækker sig tilbage. Dette kan i givet fald give mulighed for øget udbredelse af tangskove i Nordvandet, hvilket vil give nye levesteder for fisk og andre marine organismer.

For befolkningen nær Nordvandet har søkonge, polarlomvie, tejst, gråmåge (*Larus hyperboreus*), ismåge, ride, ederfugl, mallemuk og havlit (*Clangula hyemalis*) historisk set været vigtige fødekilder. Havfuglehabitater i Nordvandet, særligt ynglelokaliteter, er hyppigst forekommende på øer (fx Coburg Island) og på klipper, klippeskrænter mv. i fjorde og langs

kysten i Grønland og på Ellesmere Island, hvor åbent vand er tilgængeligt i hele sommertiden. Kystis spiller en vigtig rolle for udbredelsen af nogle fugle i Nordvandet, da tilstedeværelsen af landfast havis langs kystområderne kan tvinge fuglene til at søge føde længere væk fra kysten. Havpattedyr fanges oftest i det kystnære isfrie miljø eller langs iskanten omkring polyniet om vinteren. På grund af sommerhavisens forsvinden *offshore* samt i det canadiske *Archipelago*, er isbjørnenes sommerhabitat tilsyneladende ændret til habitater med mindre isdække og ofte tættere på land. Det forventes at føre til en stigning i bjørnenes fremtidige brug af kystnære-terrestriske habitater.

Nøgledata og videnshuller

- Data om havfugle og havpattedyrs bestandsstørrelser, bestandsstruktur, rumlige udbredelser, trækforhold og bevægelser og økologi i Nordvandet og de tilstødende områder er i mange tilfælde ufuldstændige eller forældede.
- Der er dårlig viden om blandt andet adfærd, bevægelser, trækforhold, fødesøgning og overvintringssteder for narhvalbestandene i Jones Sound, Smith Sund og Inglefield Bredning. Særligt ved forskere endnu ikke, hvor de ~3.600 narhvaler, der tilbringer vinteren i Nordvandet, drager hen om sommeren, eller hvor de ~24.000 narhvaler fra Smith Sund og Inglefield Bredning trækker hen om vinteren. Generelt er der mangel på viden om havpattedyrs brug af kyst- og fjordsystemer.
- Efterhånden som havtemperaturen stiger er det muligt, at de koldtandsafhængige grønlandshvaler vil ændre deres adfærd og flytte længere nordpå. Det er derfor vigtigt at overvåge denne art i forhold til de forventede havtemperaturstigninger.
- Hvalrosser har været fraværende fra historiske landgangssteder i Vestgrønland i de sidste 80 år. Men i 2018 blev det første tegn på et landgangssted for hvalros opdaget nær Thule Air Base/Pituffik. Denne observation kræver yderligere undersøgelser, for at undersøge nærmere om der kan være en sammenhæng med at havisen i Nordvandet bliver tyndere, hvilket giver hvalrosser færre muligheder for at finde egnede leve- og opholdssteder på havisen.
- Der vides meget lidt om bestandsudviklingen og de nøgelfaktorer, der påvirker søkongebestanden i Grønland, specifikt om, hvordan ændringer i Nordvandets fødenet vil påvirke artens produktivitet i dens vigtigste yngleområde i verden.

Stressfaktorer

Klimaforandringer

Nordvandet er et system, der er meget følsomt over for ændringer i det fysiske miljø forårsaget af naturlige udsving og klimapåvirkninger. Da der i området er ekstremt stærke vinde, er det meget følsomt over for klimaskabte forandringer i atmosfæriske tryk. Regionens befolkningen beretter, at vindene i hele Baffin Bugt er stærkere, mere uregelmæssige og mindre forudsigelige, end de har været tidligere. I Grise Fiord er der dokumenteret mere regn og anden nedbør i området (L. Audlaluk, landsbyen Grise Fiord, pers. komm.), hvilket kan være en indikator for klimaskabte forandringer. Den nordligste del af Nares Stræde (tæt på Lincolnhavet) er muligvis ved at ændre sig fra at være et område med store mængder flerårig is til et sæsonmæssigt isfrit område om sommeren. Overgangen til et tyndere og mekanisk svagere isdække har reduceret varigheden af isbro-dannelsen og øget strømmen af havis gennem Nares Stræde. Således synes polyniets tilbagevendende karakter at svækkes. Befolkningen i forskellige byer og bygder i Nordvestgrønland kæder også ændringerne i havisforholdene sammen med isbroens øgede ustabilitet. Nylige modelsimuleringer af oceanografi og havis (1981-2070) i Nordvandet og den nordlige del af Baffin Bugt (Myers et al. 2019) viser en stærk fremtidig reduktion af koncentrationen og tykkelsen af havisen, en betydelig opvarmning af havet og ændringer i saliniteten (stærkt afhængig af størrelsen af den anslåede fremtidige tilførsel af ferskvand fra Grønland). Disse

forandringer fører i sidste ende til scenarier med mere eller mindre lagdeling af vandsøjlen, hvilket potentielt kan påvirke produktiviteten i regionen.

I Nordvandet kan stor variation imellem årene tilskrives forskelle i isdækket fra år til år og en balance mellem oceanografiske (dvs. havstrømme og temperatur) og klimatiske drivkræfter med længere og kortere algeopblomstringer i årene med henholdsvis lavt og højt isdække. Selv om der forekommer variationer imellem årene, er Nordvandet uomtvisteligt blevet påvirket af klimaforandringerne i det seneste årti, navnlig i form af et fald i den tilbagevendende beregnede produktivitet (Niemi et al. 2019). Fald i produktiviteten i Arktis foreslås at være relateret til ændrede forhold, der har ført til andre fysiske forandringer af miljøet (fx øget lagdeling og mindsket opblanding af vandmasserne og/eller *upwelling*). I Nordvandet tilskrives det i høj grad skiftende havisforhold og forsinket dannelse eller fravær af isbroen i Nares Stræde. Mindre pakis kan også have en betydelig indvirkning på det benthiske økosystem, særligt i form af ændringer i mængden, typen, timingen eller som en kulstofkilde til dyrelivet på havbunden.

Den fremtidige indvirkning på Nordvandet fra smeltende gletsjere som følge af opvarmningen af både atmosfæren og havet kan være betydelig. Dannelsen af isbjerge forventes at stige, efterhånden som klimaet bliver varmere, hvilket vil føre til, at flere isbjerge og is-øer vil bevæge sig igennem Nares Stræde. Store isbjerge/øer kan, hvis de støder på grund, fremme sammenpresningen af pakis og bremse strømmen af is, hvilket kan påvirke isbroen og dermed dannelsen af polyniet. Derudover er mængden af smeltevand fra gletsjere fra Grønland og Ellesmere Island steget markant i de seneste årtier, hvilket har resulteret i en stærk tilførsel af ferskvand til de omkringliggende farvande. Den øgede ferskvandsafstrømning (både fra overfladen og subglacialt) og dennes indvirkning på lagdelingen, næringsstofkredsløbet samt det bio- og geokemiske kredsløb (fx hæmning af vertikal varme og overførsel af næringsstoffer fra dybere vand), havcirkulationen, havidækket og den generelle økologi vil være vigtige drivkræfter for forandringer i Nordvandet.

Forandringer og variationer i havisforholdene (herunder reduktion af havisens udbredelse og fald i andelen af flerårig is) påvirker tilgængeligheden af habitater, fødeemner, konkurrencen og prædationen, hvilket kan føre til ændringer i trækforhold og udbredelse af mange arktiske arter, primært i det østlige arktiske Canada. Sammenligninger mellem 1990'erne og 2010'erne afslører, at den store delbestand af isbjørne i Baffinbugten ved den sydlige kant af Nordvandet udviser tydelige tegn på stress, mens den lille delbestand i Kane Bassin, på nordsiden af Nordvandet, oplever potentielt forbedrede habitatforhold. Kane Bassin, der ligger direkte nord for Nordvandet, er allerede under forandring fra at være en habitat med rigelige mængder flerårig is til et mere sæsonbestemt isdække, hvilket resulterer i et produktivitetsskifte, der påvirker økosystemet på flere niveauer.

Mulig kolonisering af invasive akvatiske arter i regionen kan påvirke Nordvands-systemet på forskellig vis. For eksempel kunne blåmusling (*Mytilus edulis*), en hovedsagligt tempereret art, der i øjeblikket forekommer ved Nordvandets sydlige grænse, tænkes at sprede sig til hele Nordvandet som reaktion på et varmere klima. Muslinger skaber hårde substrater, der øger forekomsten af andre arter, og deres tilstedeværelse kunne få en mærkbar indvirkning på artsstrukturen i Nordvandet. Hvad de lokale og trækkende populationer af havpattedyr og havfugle angår, er nogle arter mere sårbare over for sådanne ændringer i økosystemet end andre. En særlig bekymring angår polarlomvie, der er en såkaldt *single prey loader*, dvs. at den kun kan bringe et enkelt fødeemne tilbage ad gangen til at fodre dens unge med. Dette gør arten meget følsom over for ændringer i tilgængeligheden af store fødeemner og ændringer i Nordvandets fødenet.

Grænseoverskridende og gennemgribende stressfaktorer

Problemet omkring forurenende stoffer og andre menneskeskabte stressfaktorer fra områder uden for Arktis, der har en stærk indvirkning på regionen, er ikke et nyt fænomen. I

Nordvands-regionen er der påvist menneskeskabt forurening og høje koncentrationer af forurenende stoffer såsom persistente organiske miljøgifte (POP) og tungmetaller. Som følge af biomagnificering i økosystemet er nogle fuglearter, der er bl.a. lever af efterladenskaber fra menneskelige aktiviteter, såsom ismåger, sårbare over for bioakkumulerende forurenende stoffer, hvilket udsætter dem for en øget risiko for skadelige toksiske virkninger. Plast (makro og mikro) er en anden form for forurening i hele Arktis, der kan have toksiske virkninger og forvolde fysisk skade på biota som fisk, havpattedyr og havfugle som følge af indtagelse, indfiltrering i net og andre negative interaktioner. Problemet med plastforurening giver anledning til stigende bekymring i Arktis og bør betragtes som en yderligere grænseoverskridende stressfaktor for økosystemet i Nordvandet.

Nordvandet er et vigtigt sted for udvekslingen af gasser mellem atmosfæren og havet. I løbet af vinteren/foråret muliggør det åbne vand i polyniet transport af kuldioxid fra atmosfæren til havet, der fungerer som et atmosfærisk kulstofdræn. Stigningen i opløst kuldioxid resulterer i et fald i havvandets pH-værdi, hvilket fører til havforsuring, der kan have en negativ indvirkning på regionens marine liv. Den potentielle virkning af havforsuring i Nordvands-regionen er en yderligere stressfaktor, som skal inddrages i vurderingen af fremtidige beskyttelsesforanstaltninger.

Et nyligt grænseoverskridende problem er også blevet bemærket med hensyn til frigivelsen af rester af hydrazinbrændstof i russiske raketdele, der med jævne mellemrum falder ned i Baffin Bugt og Nordvands-regionen. De potentielle virkninger fra hydrazin på Nordvandet er uklare, og volatiliteten af hydrazin i koldt vand er også ukendt. Effekterne på Nordvands-økosystemet, som det fortsatte nedfald af raketdele i regionen kan føre til, giver anledning til bekymring.

Potentielle fremtidige påvirkninger i forbindelse med lokal ressourceudnyttelse

Nordvands-regionen har på grund af sin fjerne beliggenhed historisk set været fri for kommercielle aktiviteter. Skibe sejler sjældent så langt nordpå undtagen for at bringe forsyninger til de nordlige byer og bygder. Kommercielt fiskeri finder sted i farvandet syd for Nordvandet og kan muligvis påvirke biodiversiteten i Nordvandet. Eksempelvis er der en høj bifangstrate af grønlandshajer pga. langlinefiskeri i andre regioner samt risiko for, at følsomme bentiske habitater beskadiges af bundtrawl. Øget skibsfart (fx grundet minedrift på land) og flere aktiviteter som følge af turisme i Nordvands-regionen er også mulige fremtidige stressfaktorer, der vil resultere i øget forstyrrelse af følsomme habitater for fisk, havfugle og havpattedyr (i form af støj og fysiske forstyrrelser).

I øjeblikket er mineraludvindingen og kulbrinteaktiviteterne i Nordvands-regionen begrænset sammenlignet med andre arktiske regioner, men der er et vist potentiale for, at mineral- og kulbrinteaktiviteterne kan stige i fremtiden. Især forventes den lokale skibsfart og udvinding året rundt at stige, efterhånden som mineprojekter i Vestgrønland godkendes. Potentielle risici ved enhver ressourceudvindingsaktivitet i eller tæt på Nordvandet omfatter anlægspåvirkninger, store udslip (herunder olie) og undervandsstøj fra skibsfart og seismisk aktivitet under olie- og gaseftersøgning.

Befolkningstætheden omkring Nordvandet er lav, og derfor betragtes den lokale fangst i regionen generelt som bæredygtig. Men jagttrykket på narhvaler (Heide-Jørgensen et al. 2020) og hvalrosser er højt på grønlandssiden af Nordvandet, og fangsterne har til tider været højere end videnskabeligt tilrådet fra North Atlantic Marine Mammal Commission (NAMMCO) og Joint Commission on Narwhal and Beluga (JCNB).

Fremtidig overvågning og forskning

I Canada sætter National Inuit Strategy on Research (NISR) en ny standard for, hvordan forskning skal udføres i Inuit Nunangat. Strategien understreger behovet for at respektere inuitbefolkningens selvbestemmelse inden for forskning og skitserer prioritetsområder i forbindelse med inuit-ledet forskning (dvs. økonomi baseret på bæredygtig udnyttelse af

omgivelserne, forskningsetik, tilpasning af finansiering til inuit-prioriteter, adgang, ejerskab og kontrol med data og information samt kapacitetsopbygning). Den fremhæver også behovet for en partnerskabstilgang til forskning, der medfører øgede fordele for inuitsamfundene og samfundet som helhed. I Grønland er der fortsat et godt samarbejde mellem ledere, forskere og lokalbefolkningen, og dette samarbejde styrkes, efterhånden som nye projekter udvikles, eksempelvis anvendelige platforme (fx apps, web-atlaser) til at integrere de forskellige videnssystemer i et fremtidigt overvågningsprogram, der kan hjælpe med at informere de fremtidige forvaltere af Nordvands-regionen.

Fortsat overvågning af havfuglekolonier og havpattedyrbestande i Nordvandet giver mulighed for at opdage tendenser i havmiljøet og at vurdere, hvordan arter tilpasser sig hurtigt skiftende miljøforhold. Det er meget vigtigt at fortsætte indsamlingen af artsspecifikke data (dvs. bestandsundersøgelser, telemetri-bevægelsesundersøgelser) og alle allerede etablerede (korte og lange) overvågningsprogrammer. I Grønland foregår der allerede langsigtede forsknings- og overvågningsaktiviteter i Nordvandet med mere eller mindre regelmæssige mellemrum. Mest almindelige er overvågningsprogrammer for havfugle og havpattedyr, der udføres af Grønlands Naturinstitut (GINR). Ifølge den grønlandske havfugleovervågningsplan gennemføres der hvert 5.-10. år undersøgelser i Nordvandet for lomvie og ride. Overvågningen af havpattedyr i Grønland følger en plan, der har til formål at tilvejebringe bestandsestimater og yde forvaltningsrådgivning omkring hvalros, hvidhval og narhval med vægt på flytællinger, der gennemføres mindst én gang hvert 5.-10. år. Samme overvågningsplan følges i Canada, men den seneste 'High Arctic Cetacean Survey' (2013) omfattede kun narhval- og grønlandshvalbestande, og de fleste hvalros- og hvidhvalbestande, der gør brug af Nordvands-regionen, er ikke blevet undersøgt i over 10 år. Både i Kane Bassin (nord for Nordvandet) og Baffin Bugt (syd for Nordvandet) blev delbestande af isbjørn undersøgt i en fælles indsats mellem Canada og Grønland i 1992-1997 og igen i 2011-2014 (SWG 2016). Den videnskabelige arbejdsgruppe i Joint Commission on Polar Bear (JCPB), anbefaler, at der foretages en ny bestandsvurdering i midten af 2020'erne, formentlig som en fælles indsats og ideelt set koordineret af JCPB i begyndelsen af 2020'erne. En opgørelse af delbestanden af isbjørne i Lancaster Sound, der ligger øst for Nordvandet, er planlagt til at starte i foråret 2021.

I overensstemmelse med NISR's principper vil fremtidige forsknings- og overvågningsbehov i Nordvandet opfyldes mest effektivt gennem fælles vidensindsamling, hvor forskere og lokale eksperter (vidensholdere) arbejder sammen om at udvikle og lede overvågnings- og forskningsprogrammer, der udnytter styrkerne ved begge videnssystemer. I Grønland har man en ambition om at inddrage 'brugerviden' i denne proces, herunder viden fra fangere, fiskere og andre lokale brugere. En ny forskningsstrategi er planlagt til at skulle godkendes af Grønlands Selvstyre. Meget af den viden, der specifikt vedrører Nordvandet, findes hos de lokale vidensholdere. Det forventes, at den fremtidige integration af både oprindelig viden (IQ) og viden fra lokale borgere og fangere, sammen med den videnskabelige viden, vil føre til en holistisk forståelse af Nordvands-systemet, der adresserer prioriteter af fælles betydning. De lokale brugere af regionen har en tæt forbindelse til og indgående viden om området og dyrelivet, herunder en historisk forståelse af de lokale ændringer i systemet. Derfor har lokalsamfundene en unik mulighed for at bidrage til en relevant langtidsovervågning af Nordvandet året rundt (fx gennem *Inuit Stewardship-programs*, QIA 2020), hvilket blandt andet kan føre til en forståelse af sæsonudsving og eventuelle mere langvarige økosystemændringer, der ikke kan opnås gennem lejlighedsvis kortvarige undersøgelser. Efterhånden som flere lokale informationer deles, kan nye sammenhænge eller stressfaktorer i Nordvandet ligeledes identificeres, hvilket vil understøtte udviklingen af fremtidens fælles forsknings- og overvågningsprogrammer. Det er vigtigt, at relevante regeringer og videns- og forskningsmiljøer udvikler forskningsinitiativer i fællesskab for at sikre, at den forskning, der udføres, gavner lokalsamfundene direkte.

Nogle af de store usikkerhedsmomenter og videnshuller, der er præsenteret i denne rapport, bør danne grundlag for de fremtidige forskningsprioriteter for Nordvands-regionen og

således bidrage til, at der kan træffes velinformerede politiske beslutninger i fremtiden. Disse forskningsprioriteter bør imidlertid være af lang varighed, for at kunne påvise ændringer i dette komplekse system. Det vil også kræve en tæt koordineret indsats mellem Canada og Grønland at udvikle en dækkende integreret og tværfaglig forsknings- og overvågningsplan for økosystemet i Nordvandet. I den forbindelse kan det nævnes, at både Canada, Grønland og Danmark allerede prioriterer arbejdet og samarbejdet i Arktisk Råd. Landenes forskere samt eksperter fra ICC deltager aktivt i overvågnings- og evalueringsprogrammer under CAFF og *Arctic Monitoring and Assessments Programme* (AMAP). Dette inkluderer netværk, der er etableret under *Circumpolar Biodiversity Monitoring Programme* (CBMP) og *AMAP Contaminant Programme* og arbejdsgruppen bag rapporten *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic* (SWIPA) (AMAP 2017). Desuden har Arktisk Råds arbejdsgruppe *Protection of Arctic Marine Environment* (PAME) nedsat ekspertgrupper og udarbejdet retningslinjer og værktøjer til fremme af økosystembaseret forvaltning og til udvikling af et netværk af beskyttede marine havområder i en cirkumpolar sammenhæng. Derudover vil det blandt andet være vigtigt at se udviklingen i sammenhæng med andre eventuelt forbundne netværk (fx *Tallurutiup Imanga National Marine Conservation Area* og *Tuvaijuittuq* i Canada). Alle disse eksisterende netværk og værktøjer bør tages i betragtning under udvikling af fremtidens eventuelle internationale fælles forvaltning, forskning og overvågning af Nordvands-regionen.

Overvejelser i forbindelse med forskning

1. Kontinuerlig og langsigtet indsamling af økosystemdata vil bidrage til at øge den viden, der er nødvendig for den fremtidige beslutningstagning i Nordvands-regionen. Det er blevet anbefalet at etablere overvågningsstationer, hvor der indsamles data gennem hele året og i hele regionen, for at undersøge havet, havisen og atmosfæriske forhold, da disse er afgørende for forståelsen af de fysiske, biologiske og kemiske processer samt variationen og ændringer i Nordvandet. Især kan klimaobservationer på lokalt plan hjælpe med at identificere og udfylde bredere regionale videnshuller om klima og vejr.
2. Da den fremtidige forvaltning af regionen overvejes af relevante myndigheder, vil overvågning af havis (fx observationer af eksporten af is, både havis og gletsjere, gennem Nares Stræde og dannelsen og afsmeltning af isbroen) i Nordvands-regionen være afgørende for at øge vores forståelse af, hvordan reduktionen af havis sandsynligvis vil påvirke varigheden af polyniet, primærproduktionen samt habitater for arter, der er afhængige af havisen. Derudover er det vigtigt at forstå forholdene mellem gletsjer- og fjorddynamikken og den rolle, de spiller for primærproduktionen i Nordvandet.
3. Der er behov for en fortsat overvågnings- og forskningsindsats for at identificere indikatorer for ændringer af økologien i Nordvandet. For eksempel kan evt. indvandring af sydlige arter som blåmusling, lodde og tobis muligvis fungere som indikatorer for forandringer i Nordvandet. Fugle og havpattedyr kan også være gode indikatorer for økosystemændringer, idet de samles i områder med øget produktivitet. Derfor kan disse arter bruges til at identificere *hotspots*, for eksempel ved at opnå yderligere indsigt i eventuelle ændringer i trækforhold og områdeudnyttelse fra år til år.
4. Søkonge og polarlomvie er begge meget følsomme over for ændringer i udbudet af fødeemner og er de to vigtigste fuglebestande at overvåge (fx bestandsudvikling, tilgængelighed af fødeemner, ungerens kost og reproduktionssucces).
5. Generelt er overvågning af og prøvetagning fra fangstarter en effektiv måde at opdage ændringer i miljøet på. Dette er logistisk vanskeligt i ofte fjerntliggende områder af Nordvandet, men ikke desto mindre af stor værdi, når man ser på større ændringer i økosystemet, der kan påvirke arter i de højere trofiske niveauer.
6. Der er behov for opdaterede oplysninger om ændringer i Nordvands-økosystemet, herunder ændringer som følge af menneskelige aktiviteter og stressfaktorer. Dette er

nødvendigt for at frembringe information, der kan understøtte en effektiv beskyttelse af vigtige arter og sikre bæredygtigheden af husholdningsfangsten, såvel som den mere kommercielle fangst i Nordvands-regionen og i de tilstødende havområder.

7. Den fortsatte oparbejdning og udvikling af rumlige data, herunder kortlægning af arter og økosystemkomponenter, samt udvikling af værktøjer til *hotspot*-analyser for Nordvandet er vigtige input i forbindelse med at guide den fremtidige dialog om vigtige og følsomme områder. Disse kan relativt let udbygges i fremtiden (dvs. opdaterede lag, informationskilder). Som et supplement til dette kan fælles dataportaler med åben adgang bidrage til at give en bedre harmonisering af relevante data sæt på tværs af landene.

Begrænsninger af data

Selv om Nordvands-regionen er blevet undersøgt med mellemrum i årenes løb siden 1867, er der mange videnshuller, som vanskeliggør vurderingen af de langsigtede tendenser for regionen. Som beskrevet ovenfor er der en betydelig mangel på data om flere emner (fx alger knyttet til havisen, unikke ishabitater, fjord/kystinteraktioner og klimatiske fremskrivninger). Dette kan til dels tilskrives Nordvandets meget afsides beliggenhed, en høj grad af sammenhæng og kompleksitet i systemet og, til tider, problemer omkring forskellige nationale bestemmelser. Som følge heraf har sporadiske forskningsprogrammer og forskelle i dataindsamlingsindsatsen mellem Canada og Grønland resulteret i, at mange tidsserier er korte og at datasæt kan være vanskelige at sammenligne i forbindelse med, at teknologi og indsamlingsmetoder har udviklet og ændret sig. Derudover kan indsamlingsmetoder og tilgængeligheden af den offentliggjorte viden (oprindelig, lokal og videnskabelig) variere mellem Canada og Grønland, hvilket igen kan resultere i forskellige anbefalinger og/eller forskellige overvågningsaktiviteter i de enkelte lande. Det erkendes, at nogle historiske videnskabelige data ikke er brugbare for vores nuværende opfattelse af Nordvandets økosystem og dets tilstand på lang sigt, og anvendelsen af disse data kan være mere egnede til at se på forbigående påvirkninger eller kortvarige ændringer i systemet.

KONKLUSIONER

Sarvarjuaq/Pikialasorsuaq/ Nordvandet er et system, der strækker sig hen over en international grænse (QIA 2020). Det er et sted af stor økologisk, kulturel, økonomisk og politisk betydning, der forbinder samfund med rige ressourcer og dyreliv. Denne forbundethed understøttes fysisk af tilstedeværelsen af et polynie, isbroer, omkringliggende kystområder og landfast is, som udgør nøglehabitater og trækkorridorer for mange vigtige arktiske arter. Om vinteren og foråret udgør det åbne vand og iskanten en vigtig habitat for havpattedyr. Om sommeren trækkes millioner af havfugle til Nordvandet for at søge føde og yngle på de mange klippekyster og i fjordene. Størstedelen af fjordene og kystområderne (dvs. elvmundinger, klipper, gletsjerkanter) omkring Nordvandet er kun i begrænset omfang blevet udforsket og undersøgt videnskabeligt, men disse unikke og produktive ishabitater (marine og terrestriske) er afgørende for den lokale fangst på vigtige arter som fjeldørred, hvidhval og havfugle. Derudover er der fangst på trækkende arter, såsom narhval, så langt væk som ved Kullorsuaq og Qikiqtarjuaq.

Nordvandet er historisk set blevet betragtet som en af de mest biologisk produktive regioner i Arktis, kendetegnet ved tidlige og forudsigelige fytoplanktonopblomstringer og på unik vis afhængig af mange komplekse fysiske, bio- og geokemiske processer. Selvom disse karakteristika fortsat gør sig gældende, sker der ændringer i omfanget, stedet og timingen af produktiviteten i regionen. Der er stærke signaler om, at klimaændringerne påvirker sæsonvariationen og timingen af hver eneste fysiske og oceanografiske proces i Nordvandet, hvilket i sidste ende har konsekvenser for forbindelsen mellem primærproduktionen og de øverste led i fødekæden. Timingen og sammenhængen af disse processer er af afgørende betydning for de arter, der fungerer som fødeemner for andre

arter højere oppe i fødekæden, der opholder sig i området på forskellige tidspunkter af året. Isbroerne bliver mere og mere ustabile og deres placering varierer, og det samme gælder de dynamiske iskanter i periferien af Nordvandet. Der ses også øgede mængder af drivis, der passerer gennem regionen, hvilket kan medføre kaskadevirkninger længere sydpå i Baffin Bugt.

I takt med at vores forståelse af de overordnede forandringer i det arktiske system fortsat vokser, er der et behov for at dette bruges i vores forståelse af sammenhængen mellem den regionale dynamik og de globale klimaforandringer og variationer. Det er vigtigt at dokumentere og forstå de forandringer, der allerede sker, da Nordvandets fremtid er usikker. Som nævnt skal de fremtidige overvågningsprogrammer og den fremtidige forskningsindsats fortsat udvikles i et samarbejde mellem lokalsamfundene og forskerne på begge sider af Nordvandet med det formål at forbedre forståelsen og forudsigelsen af, hvordan fremtidige forhold og aktiviteter i hele regionen vil påvirke lokalsamfundene og det marine økosystem. Dette fortsatte samarbejde mellem internationale partnere og interessenter vil være nøglen til at fremme beskyttelsen af Sarvarjuaq/Pikialasorsuaq. På CSAS-mødet blev det besluttet, at der ikke skulle indtegnes grænser på kortet over undersøgelsesområdet. Dette vidner om en forståelse af, at de processer og forandringer, der sker i Nordvands-systemet, ikke følger internationale grænser, og det understreger nødvendigheden af at arbejde sammen om at løse store og komplekse problemer. Næste skridt vil oplagt være at fokusere på at forbedre vores fælles forståelse af Nordvandets unikke økosystem, med henblik på at tilvejebringe bedre viden som støtte til bevarelsen og beskyttelsen af området, samt at sikre at lokalbefolkningens fangst og fødevarer sikkerhed er bæredygtig i fremtiden.

LISTE OVER MØDEDELTAGERE OG BIDRAGYDERE

Alle deltagere i dette videnskabelige peer review-møde forventes at deltage som objektive og kyndige fagpersoner om det emne, der er til gennemgang, og ikke som fortalere eller repræsentanter for nogen interessegruppe.

Navn	Organisation/Tilknytning
Jason Stow (Co-Chair)	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Tom Christensen (Co-Chair)	Aarhus University, Denmark
Claire Hornby (Science lead)	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Kevin Scharffenberg (Rapporteur)	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Elizabeth Worden (Rapporteur)	University of Manitoba, Canada
Bethany Schroeder	DFO - Marine Planning and Conservation, Arctic Region
Glenn Benoy	DFO – Science, National Capital Region
Steve Ferguson	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Cory Matthews	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Humfrey Melling	DFO – Science, Pacific Region
Maya Gold	DFO – International Oceans Policy, National Capital Region
Garry Stenson (Contributor)	DFO – Science, Newfoundland and Labrador Region
Christine Michel	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
Monika Pućko	DFO – Science, Ontario and Prairie Region
David Murray	Parks Canada Agency
Grant Gilchrist	Environment Climate Change Canada
Evan Richardson	Environment Climate Change Canada
Bjarne Lyberth	Department of Nature and Environment, Gov. of Greenland
Inge Thaulow	Department of Nature and Environment, Gov. of Greenland
Andres Mosbech	Aarhus University, Denmark
Søren Rysgaard	Aarhus University, Denmark
Paul Myers	University of Alberta, Canada
Andrew Hamilton	University of Alberta, Canada
Luke Copland	University of Ottawa, Canada
Lauren Candlish	University of Manitoba, Canada
David Barber	University of Manitoba, Canada
Tim Papakyriakou	University of Manitoba, Canada
Dorthe Dahl-Jensen	University of Manitoba/University of Copenhagen, Denmark
Connie Lovejoy	Laval University, Canada
Philippe Archambault	Laval University, Canada

Navn	Organisation/Tilknytning
Jean-Éric Tremblay	Laval University, Canada
Maxime Geoffroy	Memorial University, Canada
Larry Audlaluk	Hamlet of Grise Fiord, Canada
Stephanie Meakin	Inuit Circumpolar Council, Canada
Chris Debicki	Oceans North Canada
Annie Eastwood	Oceans North Canada
Erin Keenan	World Wildlife Fund, Canada
Nynne Hjort Nielsen	Greenland Institute of Natural Resources, Greenland
Fernando Ugarte	Greenland Institute of Natural Resources, Greenland
Andrew Randall	Qikiqtani Inuit Association, Canada
Andrew Bresnahan	Qikatani Inuit Association, Canada

REFERENCER

Denne videnskabelige rådgivende rapport stammer fra møde, der blev afholdt 22.-24. januar 2020 i Winnipeg, Manitoba, Canada. Formålet var at gennemgå de biofysiske og økologiske forhold i Nordvandet og tilstødende områder. Yderligere publikationer fra dette møde vil blive offentliggjort på [Fisheries and Oceans Canada \(DFO\) Science Advisory Schedule](#) i takt med deres offentliggørelse.

AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). 2017. Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xiv + 269 p.

Blais, M., Ardyna, M., Gosselin, M., Dumont, D., Bélanger, S., Tremblay, J.-É., Gratton, Y., Marchese, C., and Poulin, M. 2017. Contrasting interannual changes in phytoplankton productivity and community structure in the coastal Canadian Arctic Ocean. *Limnol. Oceanogr.* 62: 2480–2497.

Christensen, T., Falk, K., Boye, T., Ugarte, F., Boertmann, D., and Mosbech, A. 2012. [Identifikation af sårbare marine områder i den grønlandske/danske del af Arktis](#). Aarhus University, DCE – Danish Center for Environment and Energy. 72 p.

Christensen, T., Aastrup, P., Boye, T., Boertmann, D., Hedeholm, R., Johansen, K.L., Merkel, F., Rosing-Asvid, A., Bay, C., Blicher, M., Clausen, D.S., Ugarte, F., Arendt, K., Burmeister, A., Topp-Jørgensen, E., Retzel, A., Hammeken, N., Falk, K., Frederiksen, M., Bjerrum, M. & Mosbech, A. 2016. [Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder](#). Aarhus University, DCE – Danish Center for Environment and Energy. 210 p.

Christensen T, Mosbech A, Johansen K, Boertmann D, Clausen D, Boye T., and Ugarte F. 2017. [Nordvandet: Økologi, sårbarhed og mulig fremtidig forvaltning](#). Aarhus University, DCE – Danish Center for Environment and Energy. 45 p.

Coad, B.W., and Reist, J.D. 2018. Marine Fishes of Arctic Canada. Canadian Museum of Nature and the University of Toronto Press, Toronto, Canada. 618 p.

COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006. [COSEWIC assessment and update status report on the Ivory Gull *Pagophila eburnea* in Canada](#). Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, ON. vi + 42 p.

- DFO. 2011. [Identification of Ecologically and Biologically Significant Areas \(EBSA\) in the Canadian Arctic](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2011/055.
- DFO. 2014. [Integrated Fishery management Plan – Greenland Halibut \(*Reinhardtius hippoglossoides*\). NAFO Subarea 0](#). Government of Canada. Ottawa, ON. 74 p.
- DFO. 2015. [Ecologically and Biologically Significant Areas in Canada's Eastern Arctic Biogeographic Region, 2015](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/049.
- DFO. 2019. [Integrated Fishery Management Plan. Greenland Halibut-Northwest Atlantic Fisheries Organization Subarea 0](#). Government of Canada. Ottawa, ON.
- DFO. 2021. [Proceedings of the Regional Peer Review on the Biophysical and Ecological Overview of the North Water Polynya and Adjacent Areas; January 22–24, 2020](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2021/011.
- Dunbar, I.M. 1969. The geographical position of the North Water. *Arctic* 22: 438–441.
- Heide-Jørgensen, M.P., Garde, E., Hansen, R.G., Tervo, O.M., Sinding, M-H.S., Witting, L., Marcoux, M., Watt, C., Kovacs, K.M., and Reeves, R.R. 2020. Narwhals require targeted conservation. *Science* 370 (6515): 416.
- Hornby, C.A., Scharffenberg, K.C., Melling, H., Archambault, P., Dawson, K., Geoffroy, M., Hamilton, A., Henderson, L., Hnatiuk Stewart, S., Holm, J., Hrenchuk, C., Johansen, K.L., Johnson, M.W., Lacho, C., Mosbech, A., Myers, P.G., Nielsen, N., Papakyriakou, T., Remnant, R., Ugarte, F., Wang, F. and Worden, E. 2021. [Biophysical and Ecological Overview of the North Water and Adjacent Areas](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2021/078. v + 203 p.
- ICCC (Inuit Circumpolar Council Canada). 2017. People of the Ice Bridge: The Future of the Pikiyasorsuaq. Report of the Pikiyasorsuaq Commission. Inuit Circumpolar Council Canada. Ottawa, ON. xvi + 103 p.
- Jabr, N., Archambault, P., and Cameron, C. 2018. Biogeography and adaptations of torquaratorid acorn worms (Hemichordata: Enteropneusta) including two new species from the Canadian Arctic. *Can. J. Zool.* 96: 1221–1229.
- Marchese, C., Albouy, C., Tremblay, J.-É., Dumont, D., D'Ortenzio, F., Vissault, S., and Bélanger, S. 2017. Changes in phytoplankton bloom phenology over the North Water (North Water) polynya: a response to changing environmental conditions. *Polar. Biol.* 40: 1721–1737.
- Mecklenburg, C.W., Lynghammar, A., Johannesen, E., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Dolgov, A.V., Karamushko, O.V., Mecklenburg, T.A., Møller, P.R., Steinke, D. and Wienerroither, R.M. 2018. Marine fishes of the Arctic Region. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. vii + 454 p.
- Michel, C., Hamilton, J., Hansen, E., Barber, D., Reigstad, M., Iacozza, J., Seuthe, L., Niemi, A. 2015. Arctic Ocean outflow shelves in the changing Arctic: A review and perspectives. *Progress in Oceanogr.* 139: 66–88.
- Myers, P.G., Hu, X., Castro de la Guardia, L., Grivault, N., Hamilton, A., Xu, Y., and Buchart, L. 2019. High Resolution NEMO Modelling for northern Baffin Bay and the Pikiyasorsuaq (North Water Polynya) Region. Arctic Change Conference, Halifax, Dec 2-5, 2019.

- Niemi, A., Ferguson, S., Hedges, K., Melling, H., Michel, C., Ayles, B., Azetsu-Scott, K., Coupel, P., Deslauriers, D., Devred, E., Doniol-Valcroze, T., Dunmall, K., Eert, J., Galbraith, P., Geoffroy, M., Gilchrist, G., Hennin, H., Howland, K., Kendall, M., Kohlbach, D., Lea, E., Loseto, L., Majewski, A., Marcoux, M., Matthews, C., McNicholl, D., Mosnier, A., Mundy, C.J., Ogloff, W., Perrie, W., Richards, C., Richardson, E., Reist, R., Roy, V., Sawatzky, C., Scharffenberg, K., Tallman, R., Tremblay, J-É., Tufts, T., Watt, C., Williams, W., Worden, E., Yurkowski, D., and Zimmerman, S. 2019. [State of Canada's Arctic Seas](#). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3344: xv + 189 p.
- Speer, L., Nelson, R., Casier, R., Gavriilo, M., von Quillfeldt, C., Cleary, J., Halpin, P. and Hooper, P. 2017. Natural Marine World Heritage in the Arctic Ocean, Report of an expert workshop and review process. Gland, Switzerland: IUCN. 112 p.
- SWG (Scientific Working Group to the Canada-Greenland Joint Commission on Polar Bear). 2016. Re-Assessment of the Baffin Bay and Kane Basin Polar Bear Subpopulations: Final Report to the Canada-Greenland Joint Commission on Polar Bear. Environment and Climate Change Canada and Greenland Institute of Natural Resources, Ottawa, ON and Nuuk, Greenland. x + 636 p.
- QIA [Qikiqtani Inuit Association]. 2020. [Sarvarjuag and Qikiqtait: Inuit Stewardship and the Blue Economy in Nunavut's Qikiqtani Region](#), Draft Report. Qikiqtani Inuit Association. Accessed October 26, 2020.
- Vincent, R.F. 2019. A study of the North Water polynya ice arch using four decades of satellite data. Sci Rep. 9(1): 1–12.

DENNE RAPPORT ER TILGÆNGELIG HOS:

Center for Science Advice (CSA)
Central and Arctic Region
Fisheries and Oceans Canada
501 University Crescent
Winnipeg, Manitoba R3T 2N6

Telephone: 204-983-5131

E-Mail: xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca

Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5087

ISBN 978-0-660-41282-5 Cat. No. Fs70-6/2021-052Dan-PDF

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2021



Korrekt citation af denne publikation:

DFO. 2021. Identifikation Af Økologisk Betydning, Videnshuller Og Stressfaktorer For Nordvandet Og Tilstødende Områder. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/052.

Also available in English :

DFO. 2021. Identification of Ecological Significance, Knowledge Gaps and Stressors for the North Water and Adjacent Areas. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/052.

Aussi disponible en français :

MPO. 2021. Détermination de l'importance écologique, des lacunes dans les connaissances et des agents de stress pour les eaux du nord et les zones adjacentes. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2021/052.

Inuktitut Atuinnaummijūq :

ΔƁƵcƚƚʔdƵ 2021. aƵaΔ ƁʁσƁ ƛʁƁ<cƵcƵƵcƵσƵʁƵ Δʁʁa ƁƵσʁ; ƁΔʁƛσƚʁΔʁƵ ƛCƁ ʁʁƵƵƵ ΔʁƛƵ ƁΔʁʁƵƵΔʁƵ ΔʁΔƵƵCƵƵƵΔʁƵ ΔʁƵʁ ΔʁƛƵ ΔʁΔʁσƵ ΔσΔʁƵ. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/052.

Kalaallisut aamma atuarneqarsinnaavoq :

DFO. 2021. Píkialasorsuup Eqqaamiorisaanilu Pinngortitami Pissuseqatigiinnikkut Nalinga, Ilisimanngisat Akornusersuutaasinnaasullu Suussusersineri. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2021/052.