

Havisen i Arktis
Foto: E. Storheim,
Nansen Centeret

Om forfatterne:



Sebastian H. Mernild (ph.d. og dr. Scient.) er professor i klimaforandringer og administrerende direktør ved forskningscenteret Nansen Centeret i Bergen. Han er udpeget af IPCC's Working Group I Bureau til at være Lead Author på den kommende IPCC rapport, AR6. sebastian.mernild@nersc.no



Yngve Kristoffersen (ph.d.) er professor emeritus ved Universitetet i Bergen. Han har solide erfaringer med luftpudebåden gennem ekspeditioner i Polarhavet.



Hanne Sagen (ph.d.) er gruppeleder indenfor polar akustik og oceanografi ved Nansen Centeret.



Stein Sandven (ph.d.) er forsknings direktør ved Nansen Centeret, samt leder af det store EU-finansierede projekt INTAROS (Integrated Pan-Arctic Observation System).

MELLEM ISRYGGE OG ÅBENT VAND

Havisen ved Arktis svinder i en grad, så sommerhavisen kan være helt forsvundet om 20–35 år. Ved hjælp af blandt andet en luftpudebåd skal forskere nu kortlægge havtemperaturudviklingen under havisen og dens indflydelse på havisen.

Kulde, midnatssol og stilhed kendetegner ofte feltarbejde på havisen, hvor stilheden kortvarigt brydes af lyden fra opsprækkende havis. I den kommende tid vil stilheden også brydes af luftpudebåden *Sabvabaa*'s propelmotor. Luftpudebåden er det foretrukne transportmiddel til at komme rundt i alle afkroge af havisen og mellem havisflagerne for at indsamle havis og oceanografiske data. Luftpudebåden gør jagten på de optimale felldata lettere.

I 2019-2020 vil et stort internationalt forskningsprojekt samle sig rundt om MOSAiC-programmet, hvor isbryderen *Polarstern* skal drive med havstrømmen over Polarhavet.

Luftpudebåden bliver en vigtig brik i denne forskning, da den kan noget, som isbryderen ikke kan: Den kan nemt bringe forskere rundt på havisen mellem de lokaliteter, hvor havisen for eksempel måtte være stuvet sammen i op til 10 meter høje isrygge.

Anvendelsen af luftpudebåden åbner op for forskningsmæssige muligheder, da observationer på, af og i havet under havisen nu kan finde sted på alle tider af året – uden at det fysiske miljø "ødelægges" af isbryderens spor gennem isen. Med luftpudebåden kan vi have feltekspeditioner i gang og indhente felldata fra havisen og randzonen og fra de steder, som tidligere var mindre fremkommelige.

Havisen svinder

Baggrunden for forskningsprojektet er, at satellitovervågning over de seneste cirka 40 år har vist en dramatisk reduktion af den arktiske havis, som ikke bare forklares ved en varmere overfladelufttemperatur og ændrede vindforhold. Siden 1979 er sommerhavisarealet (angivet for september) i gennemsnit blevet omkring 35 procent mindre i udbredelse, svarende til cirka 40 gange Danmarks landareal. Havisprognoserne fra klima- og havmodeller er mange og usikre, men alle er de kendetegnet ved, at de underestimerer reduktionen i arealet af havisen – de er med andre ord ikke i stand til at genskabe den hurtige afsmeltning af havisen. Disse prognoser foreslår, at havet rundt om



En nysgerrig isbjørn undersøger luftpudebåden.



Forskere ombord på Sabvabaa, hvor kontor-, køkken- og sovefaciliteter går ud i et. Fotos: Y. Kristoffersen.



Arbejde på havisen, hvor et af Norges kystvagtsfartøjer ses i baggrunden.

Luftpudebåden Sabvabaa på havisen i Arktis. Luftpudebåden er ideel som transportmiddel på havisen, i særdeleshed i begyndelsen og slutningen af vinterperioden, hvor havisen er tynd og usammenhængende og derfor ikke kan bære en helikopter, men også gennem den arktiske vinter, hvor helikoptere oftest har flyveforbud på grund af mørket og ringe sigtbarhed.

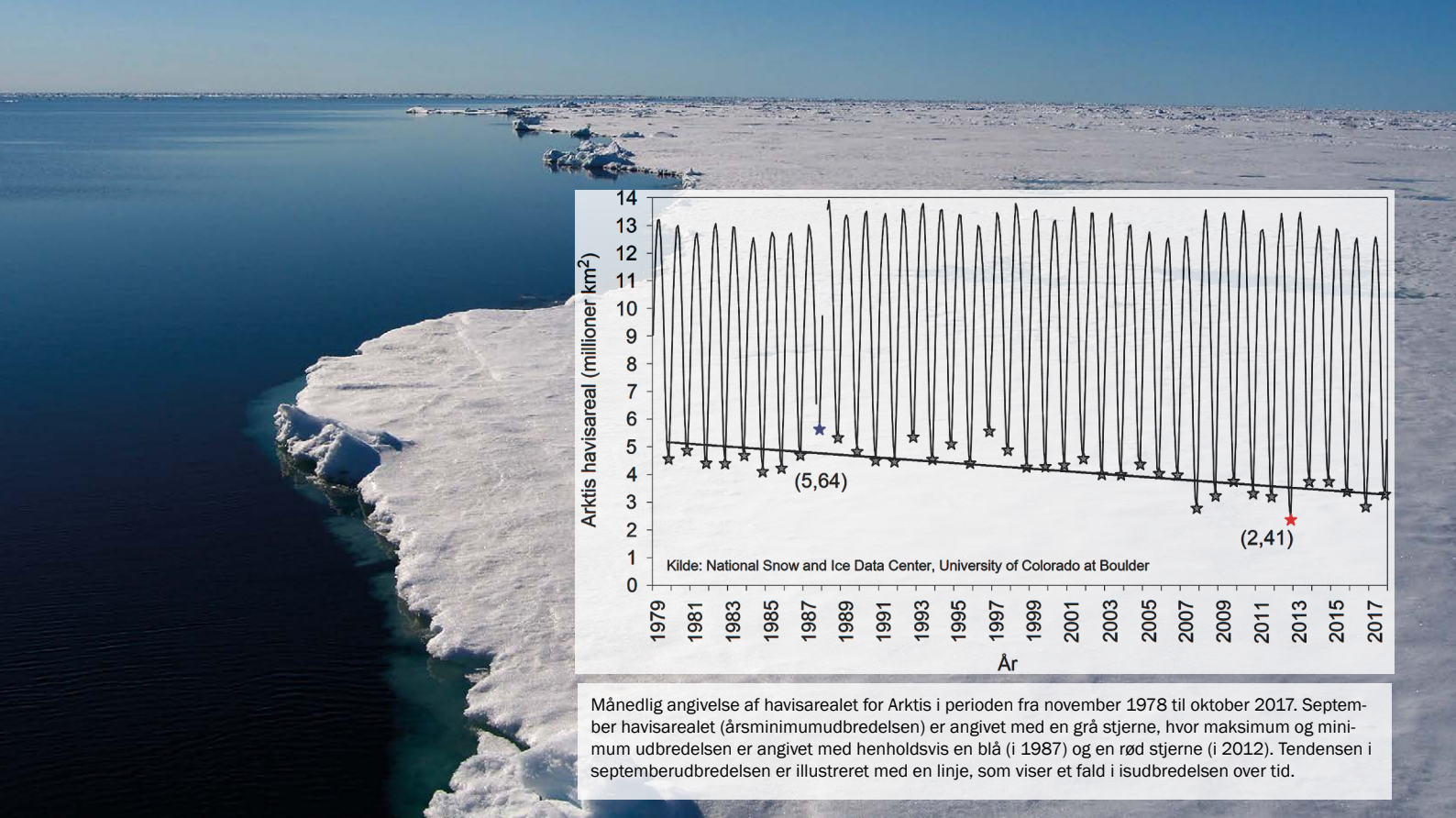
En moderne forskningsplatform

Sabvabaa er en logistisk forskningsplatform til indsamling af geofysiske data på og under havisen i de mest utilgængelige områder i Polhavet. Luftpudebåden er ligeledes en sikkerhedsæssig gevinst, når der arbejdes på isen, sammenlignet med brug af helikopter og snescootere. Navnet Sabvabaa stammer fra sproget *Inupiaq* (de indfødtes sprog i Alaska) og betyder noget i retning af "at svæve over noget". Luftpudebåden er 12 meter lang og 5 meter bred og vejer 5 tons uden udstyr og mandskab. Den kan laste 2,2 tons (inklusive et mandskab på 3-4 personer). Fuldt lastet kan den opnå en fart op til cirka 80 kilometer i timen, og den har en rækkevidde på cirka 800-900 kilometer.

Albedo - tilbagekoblingsmekanismer

Udviklingen i lufttemperaturen i Arktis kan forstærkes af såkaldt positive feedback-mekanismer som albedo-tilbagekoblings-mekanismen. Albedo er et videnskabeligt udtryk for forholdet mellem mængden af reflekteret solenergi fra overfladen og den totale mængde solenergi, der rammer overfladen. Når havisens areal

formindskes over tid reflekteres mindre solindstråling (om sommeren), hvor mere af solindstrålingen absorberes og optages som varme i de øvre vandmasser. En ændring i havisen virker derfor selvforstærkende, og har potentiale til yderligere at forstærke opvarmningen i Arktis.



Det "arktiske grydelåg"

Havis er det lag af is, der dannes i havoverfladen – i de øverste meter af vandsøjlen – når havvandet rammer frysepunktet. Havisen kan betragtes som et "utæt grydelåg" beliggende mellem den relativt kolde atmosfære, der om vinteren er omkring -30 grader celcius, og det relativt varmere havvand med et frysepunkt på -1,8 grader celcius. Havisen har en isolerende effekt, hvor energi- og fugtighedsudveksling mellem havvand og atmosfæren foregår næsten udelukkende igennem sprækker og/eller åbninger i isen, der kan eksistere i kortere eller længere tid, samt de steder på havisen, hvor snetykkelsen er minimal. Hvor der er åbent vand, sker der en direkte udveksling mellem havvandet og den nedre del af atmosfæren. Jo mere åbent vand, jo større udveksling til atmosfæren.

Havisen ændrer udbredelse, areal og tykkelse over året – hvor minimumsudbredelsen ses i september (sidst på sommersæsonen) og maksimumsudbredelsen i marts (sidst på vintersæsonen) – i takt med, at solens indstråling og temperaturerne ændrer sig over året. I perioden siden 1979 (hvor satellitovervågning af isen har været mulig), opnåede den arktiske havis sit hidtil mindste areal i september 2012 på 2,41 millioner kvadratkilometer.

Selvom vi umiddelbart ser en større isudbredelse idag end dette 2012-minimum, er meget af den tykke flerårsis blevet erstattet med tyndere et-årsis. I dag ses derfor et tyndere og mere sårbart havisdække, der er mindre robust over for en varm sommer end havisen var i 1970'erne og 1980'erne. I begyn-

delsen af 1980'erne var omkring 25 procent af havisarealet mere end 4 år gammelt, hvor det i dag er nede på ganske få procenter. Arealet af havisen, som var mindre end et år gammelt, udgjorde i begyndelsen af 1980'erne omkring 40 procent. I dag er dette tal på omkring 70 procent.

Forandringerne skyldes hovedsageligt opvarmningen af både luft- og havtemperaturen. Alene fra 1990 til 2000 steg middelhavtemperaturen under havisen med cirka én grad celcius. Middellufttemperaturen siden 1950'erne er til sammenligning steget med over to grader celcius. Hvad der er sket med middelhavtemperaturen under havisen efter 2000 vides ikke. Men det vil vi blive meget klogere på, når vi med hjælp fra blandt andet luftpudebåden får samlet nye data ind de kommende år.

Havisen i Arktis
Foto: E. Storheim,
Nansen Centeret

Nordpolen (Polarhavet) vil være isfrit i sommerperioden om 20–35 år.

Satellitebilleder giver til sammenligning pålidelige informationer om havisens udbredelse, bevægelse, alder og koncentration, men de kan ikke direkte anvendes til at sige

noget om fremtiden eller om, hvad der sker i havet under havisen. For at øge vores viden og styrke modelforudsigelserne af havisens udvikling og samspil med atmosfæren og havet må vi i højere grad forstå de fysiske processer og forbedre beskrivelsen af dem i havismodel-

lerne samt koble disse modeller til atmosfære- og havmodeller.

Under isen i Polarhavet forekommer et 100–200 meter tykt relativt ferskt vandlag, som har en temperatur nær frysepunktet. Dette vandlag ligger på toppen af varmere og

mere saltholdige vandmasser, som kommer strømmende ind i det Arktiske basin fra Atlanterhavet gennem Fram Strædet mellem Grønland og Svalbard. Dette koldere vandlag har en isolerende effekt og hindrer havisen i at komme i kontakt med det relativt varmere og dybere liggende atlantehavsvand. Når havisen bliver tyndere, vil isen lettere sprække op – og atmosfæren vil opvarme overfladevandet. Dette skaber dels en ubalance, dels blandingsmekanismer, hvor det isolerende kolde vandlag opvarmes samt blandes med det varmere atlantiske havvand. Da vil havisen komme i kontakt med varmere havvand, hvorved havisen smelter fra undersiden samtidig med, at atmosfæren smelter havisen ovenfra. Disse ændringer i temperaturforholdene og tilhørende småskala-processer i havet under havisen er vigtige at observere og forstå, hvis vi vil minimere usikkerheden om havismodelernes forudsigelser.

Feltarbejde

Med hjælp fra den amerikanske og den norske kystvagt vil der blive udsat undervandsmålestationer

i Polarhavet. Målestationerne er udstyrede med et utal af sensorer, inklusive akustiske sensorer, til at indsamle informationer om havisen og om temperaturforholdene under isen på forskellige dybder. Temperaturforholdene under isen hen over året kan bestemmes gennem nøjagtige målinger af den tid, det tager at sende lydbølger fra luftpudebåden og til en bestemt målestation, da der er en sammenhæng mellem for eksempel udbredelseshastighed, havtemperatur og salinitet. Ud fra dette kan vi lave pålidelige estimater af middelhavtemperaturen. En anvendelse af luftpudebåden er dermed en enestående mulighed for at indsamle data henover sæsonen – også under ugunstige havisforhold i Polhavet.

Fra sensommeren 2019 og et år frem skal isbryderen *Polarstern* som nævnt drive på tværs af Polarhavet. Programmet MOSAiC vil give forskere fra 60 forskningsinstitutioner mulighed for at foretage multidisciplinære målinger i Polarhavet. En tilsvarende dataindsamling har ikke fundet sted siden 2007–2009. Indenfor MOSAiC-programmets ramme forventes

det, at luftpudebåden opererer i en afstand af 10–15 kilometer fra Polarstern – på behørig afstand, da isbryderen i sagens natur vil bryde havisen op og ændre det naturlige fysiske miljø. Luftpudebåden vil operere rundt om Polarstern – og logistisk støtte fra Polarstern – og give forskerne større operationsradius med øget sikkerhed end tidligere og med minimalt miljøaftryk. Luftpudebåden vil blive anvendt som "lydkilde", som sender signaler til målestationerne placeret strategiske steder i Polarhavet med en indbyrdes afstand på 300–400 km.

Nøglen til en bedre forståelse

Indenfor naturvidenskabelig forskning er ny teknologi og nyt udstyr ofte helt afgørende for at forskningen flytter sig fremad. Luftpudebåden er et godt eksempel på dette, da den har vist sig at være nøglen til en nemmere infrastruktur i det barske, uberørte og fascinerende Polhav. På den måde kan vi forske nu indsamle data og viden, som vi tidligere havde besvær med at indsamle. Og det kan gavne vores fælles forståelse af et Arktis under dramatisk og hastig forandring. ■

Videre læsning og informationer:
Hall, J. K. og Y. Kristofersen 2009. The R/H Sabvabaa—A research hovercraft for marine geophysical work in the most inaccessible area of the Arctic Ocean. *Geophysics of the Northern Frontiers*, 932–935.

Schmith, T. og Tonboe, R. 2007. Det frosne hav. *Aktuel Naturvidenskab*, 4, 24–27.

Snow and Ice Data Center: www.nsidc.org

The Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate (MOSAiC): www.mosaicobservatory.org/

ASTRONOMI

Ny specialisering på SDU

13,7 mia. år efter Big Bang sker det endelig.

Nu kan du læse Astronomi på SDU og fordybe dig i studier af Universet – fra solsystemet til sorte huller og fra kosmologi til mørkt stof.

Astronomi er en specialisering inden for Fysik. Så vil du være astronom fra SDU, skal du søge ind på bacheloruddannelsen i Fysik og følge kurser inden for Astronomi, Astrofysik og Kosmologi. Du kommer til at arbejde med SDUs helt nye teleskoper og skal på kandidatuddannelsen på studietur til La Palma og benytte et af Europas største teleskoper.

Som studerende bliver du en del af et særdeles dedikeret forskningsmiljø. SDU ligger helt i top inden for fysikforskning i Norden, og vi er

verdensledende inden for forskning i teorier om, hvad universet består af, og hvordan det er opstået. SDUs forskere og astrofysiker Anja Andersen er undervisere på specialiseringen.

Mange karrieremuligheder

Specialiseringen i Astronomi giver dig undervisningskompetence i Astronomi, Fysik og evt. også Matematik i gymnasiet. Du får også karrieremuligheder i robotindustrien, finansverdenen, IT-branchen og andre områder, som arbejder med problemløsning på højt niveau. Eller du kan vælge at blive forsker og være med til at gøre nye spændende opdagelser inden for de mange områder af universet, som stadig er ukendte. Endelig kan du arbejde med vidensformidling.

Læs mere om specialiseringen i Astronomi på sdu.dk/Fysik

SDU

DET NATURVIDENSKABELIGE
FAKULTET

Ansøgningsfrister: **Kvote 2:** 15. marts · **Kvote 1:** 5. juli