

Adventfjorden

Arktisk hav rett utenfor stuedøren

redigert av Jan Marcin Węslawski

Innholdet i heftet

Longyearbyen er et populært utgangspunkt for ekspedisjoner til fjernere og mer avsidesliggende deler av Svalbard og Grønlandshavet. Her lokker islagte områder og dyre- og fugleliv så vel forskere som turister. Mange er likevel ikke klar over at også den lille fjordarmen ved utløpet av Longyeardalen – Adventfjorden – har et marint miljø som er både eksotisk og spennende!

Det er viktig å ha kunnskap om og forståelse av det som befinner seg i nærområdene. For å gjøre deg bedre kjent med det marine miljøet i Longyearbyen, har derfor en gruppe marinbiologer fra Instituttet for Oceanology, Polish Academy of Sciences (IO PAS) – i samarbeid med Longyearbyen Feltbiologiske Forening (LoFF) og Universitetssenteret på Svalbard (UNIS) – laget dette heftet, som er del av en serie som omhandler naturen i Longyearbyen og nærområdene.

Heftet vårt setter søkelyset på det marine miljøet i Adventfjorden. Heftet er ment for både fastboende og besøkende til Longyearbyen, og målet vårt er å gi vitenskapelig informasjon på en enkel måte. Det omhandler hva som finnes på strendene i området, hva som lever under vannflaten, og hva slags føde fugler finner her. Heftet gir den grunnleggende karakteristikken av Adventfjorden, og er basert på data fra studier vi har utført i dette området. Forskningsfartøyet "Oceania", som tilhører IO PAS, har vært på forskningstokt på sokkelen og i fjordene rundt Svalbard hver sommer siden 1988. Under hvert mannskapsbytte i Longyearbyen har vi hatt god tid til å utforske Adventfjorden. Våre erfaringer kommer derfor fra disse korte, men tallrike besøkene, og vi ønsker nå å dele disse observasjonene med dere.



Innhold

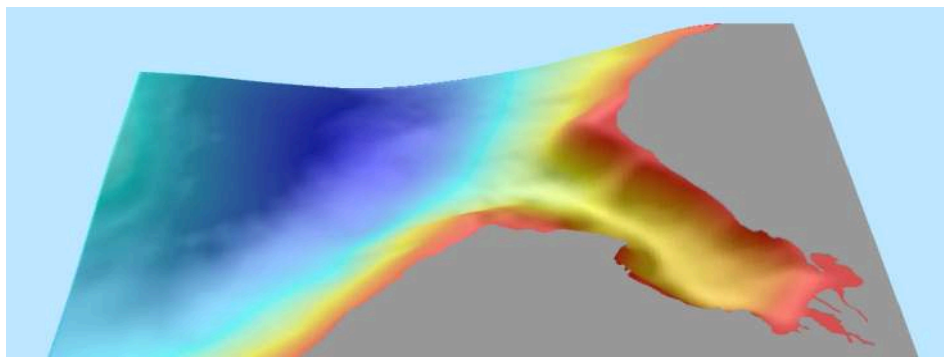
Hvordan ble Adventfjorden til?	4
Adventfjordens nedbørsfelt	5
Batymetri og sedimentering	6
Ferskvann	7
Kysten	8
Hydrografi	10
Havis	11
Sesongvariasjoner	12
Dyreliv	13
Organismer i vannsøylen – mikroplankton	14
Zooplankton (mesozooplankton og macrozooplankton)	16
Fisk	18
Mikrofytobentos	20
Makrofytter	22
Organismer i sedimentet – meiofauna	24
Bentisk fauna – macrozoobentos	26
Indikatorarter	28
Bentiske habitater	29
Primærproduksjon	30
Trofiske nett	31
Bruk av Adventfjorden	32
Trusler og vern	33
Praktisk guide til observasjon av marint liv	34
Tabell over marine observasjoner	35
Undersjøisk landskap	36
Litteratur	38
Forfattere	39

Hvordan ble Adventfjorden til?

Adventfjorden slik vi kjenner den i dag ble ikke formet av en enkeltstående hendelse i fortiden, men ble til gjennom et mangfold av prosesser over flere millioner år. Endringer skjer også den dag i dag. Den eldgamle historien til området rundt Adventfjorden blir fortalt av mange gamle bergarter som finnes i bassenget, som for eksempel leirskifer, siltstein, sandstein og kull. De eldste bergartene ligger langs de nordlige strandlinjene. De ble dannet i krittiden for mer enn 100 millioner år siden, den gang store dinosaurer vandret på det som i dag er havbunn. Fjorden fantes ikke den gang. Jordoverflateprosesser har over lang tid formet det landskapet vi ser i dag, og de ulike bergartene har vært materiale for disse prosessene. For eksempel er klipper og slake bakker resultatet av forvitring av motstandsdyktig sandstein og erosjon av mykere leirskifer.

Det som nå er kjent som Adventfjorden er egentlig en nedsenket dal. Denne dalen er i all hovedsak resultatet av erosjon som fant sted under kvartærtiden, i løpet av om lag de siste to millioner årene. Da ble dalen til, formet av store breer under istider og av elver under mellomistider. Trolig var den opprinnelige dalformen som bokstaven "V", noe som er typisk for elvedaler. Men isbrevaktivitet har omdannet dalen og gjort den dypere, slik at den nå har en form lik bokstaven "U", som er typisk for områder formet av isbreer.

Selv om disse periodene av bergdannelse og forming av store landskapstrekk har vært lange, er fjorden i seg selv relativt ung. Siste del av historien om hvordan fjorden ble til, går tilbake til høydepunktet av siste istid for om lag 20 000 år siden. På den tiden var fjorden fylt av en isbre. Denne breen var en sidearm av hovedisbreen som fylte det som vi i dag kjenner som Isfjorden. Allerede for ti til elleve tusen år siden begynte hovedbreen å trekke seg tilbake. Adventfjorden ble da til en bukt, forsynt med ferskvann og sedimenter fra elver som kom fra isbreene på land. Men dette var ikke slutten på endringene. På denne tiden var fjorden trolig nesten 60 meter dypere enn den er i dag. Spitsbergen var dekket av enorme mengder is som tyngte øya ned, og da isen smeltet, begynte landet å stige. Resultatet av dette kan ses som mange sandvoller og terrasser i strandsonen rundt Adventfjorden, på ulike nivåer over havoverflaten. Disse vollene og terrassene ble dannet fram til omtrent for 5500 år siden. Da stabiliserte havnivået seg, og siden den gang har deltaet innerst i fjorden utvidet seg og blitt til store tidevannssletter. Elver har de siste 10 000 årene ført sedimenter fra landskapet ut i fjorden, og dekket havbunnen med ti til tjue meter masse. Fjorden er også formet av menneskelig aktivitet. Det mest fremtredende eksempelet på dette er trolig den kunstige kystlinjen langs veien fra flyplassen til sentrum av Longyearbyen.



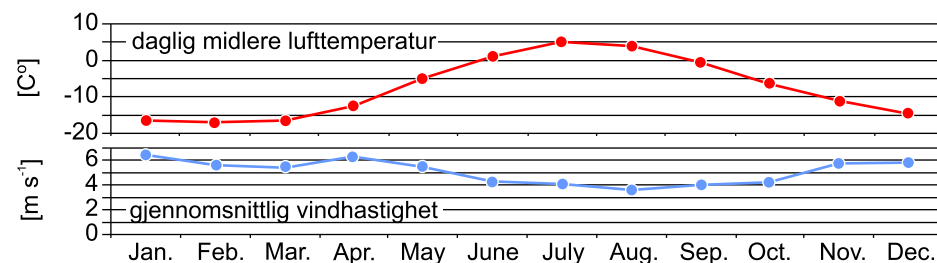
Dette 3D-kartet viser U-form av elvemunningen, inn til dypet av Isfjorden.

Adventfjordens nedbørsfelt

Adventfjorden er en av de sørlige armene av Isfjorden, som er det største fjordsystemet på Spitsbergen. Fjorden er relativt liten, bare 8,3 km lang og 3,4 km bred. Den innerste delen består av en tidevannsslette. Adventfjorden er et marint kystsystem, og blir påvirket av ulike prosesser, både i vannmassene, men også de som skjer i nedbørsfeltet i området, gjennom feks tilførsel av næringsstoffer, sedimenter og ferskvann. Nedbørsfeltet er omtrent 695 km², ca 20 ganger større enn selve fjorden. Mens om lag 60 % av hele Svalbard er dekket av isbreer, gjelder dette bare 18 % av selve Adventdalen. De områdene som ikke er dekket av isbreer er hovedsakelig dekket av forvittringsmaterialer og flod- og jordflyttingsavsetninger (permafrostprosesser). I løpet av de rundt regnet fire sommermånedene (den såkalte "ablasjonssesongen" - med lufttemperaturer over 0°C), er det isbreene som bidrar med det meste av sediment- og ferskvannstilførselen til fjorden, gjennom et system av to elver som flettes sammen – Adventelva og Longyearelva. Om vinteren, når elvene er frosne, er det ingen tilførsel av terrigt materiale (dvs. materiale som kommer fra land, som grus, sand og leire) til fjorden. Gjennomsnittlig lufttemperatur i løp av året i denne regionen er omtrent -6°C, og den totale årlige nedbørsmengden er så lav som 200 millimeter.



Den langstrakte Adventdalen med den grumsete elveskyen som kan sees i den mørkeblå fjorden og den omfattende tidevannssletten.

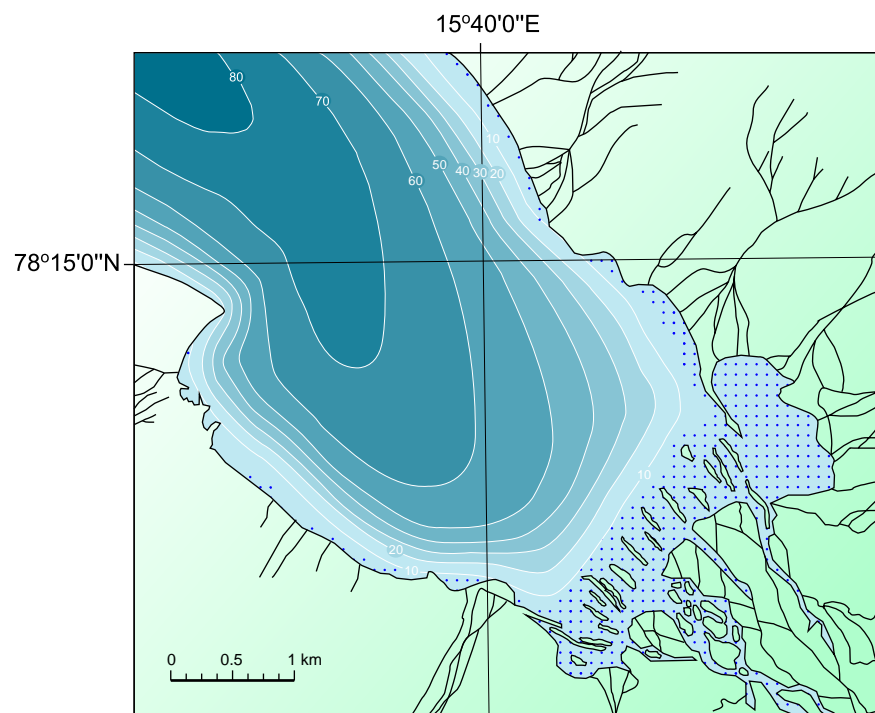


Værdata fra Longyearbyen, observasjoner utført av UNIS, 2010.

Batymetri og sedimentering

Adventelva og Longyearelva er begge påvirket av isbreer, og de fører med seg sedimenter som blir avsatt ved elvemunningene. På denne måten er det dannet omfattende muddersletter. Fordi formen på Adventfjorden i likhet med de fleste fjorder er dyp og smal, leder de grunne mudderslettene ved elvemunningen raskt mot bratte og ustabile skråninger i sjøen. Stor tilførsel av sedimenter til bunnen, hellingsgraden og den høye hydrodynamiske energien ved den grunne nærsonen fører gjerne til stadige gravitasjonsstrømmer av sedimenter og strømmer av grumsete vann, både i elvemunningen og midt i fjorden.

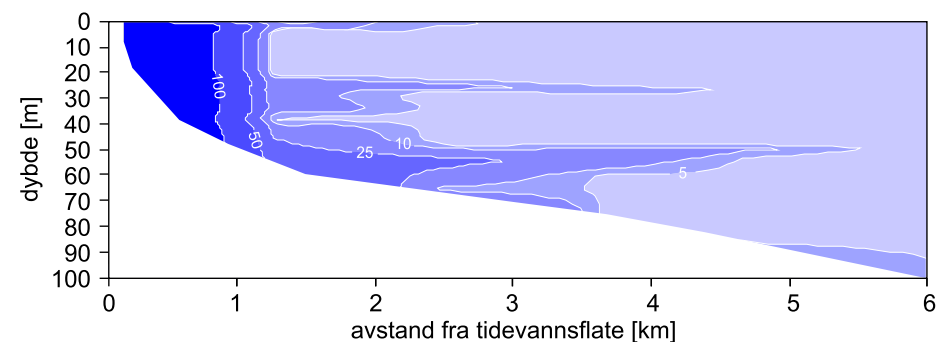
Turbiditeten (uklarheter i vannet), både i selve overflatevannet og samlet i hele vannsøylen, avtar med økende avstand til elvemunningen. I 2002 ble det målt høye nivåer av turbiditet ("turbiditetstopper") i vannsøylen på 25 og 50 meters dyp, men dette kan skyldes finskala lagdeling av tettheten i vannsøylen ("tetthetsstratifisering"). Under flom avsettes sedimenter på tidevannsslettene, med så mye som tre kilo masse pr. kvadratmeter om dagen. Når vannstanden igjen synker, spres denne massen. Disse regelmessige og omfattende forflytningene av sedimenter på tidevannsslettene, med høyt avsetningsnivå men likevel lav faktisk årlig opphopning, forklarer hvorfor nivået på tidevannsslettene er relativt stabilt. I sjøen er gravitasjonsstrømmene, som virker på de bratte skråningene fra tidevannsslettene, og strømmene av grumsete vann midt i fjorden, forklaringen på hvorfor opphopningen av sedimenter i sjøen er høy (32-71 gram pr. kvadratmeter), til tross for lav tilførsel av masse fra sedimentforflytningene (8-29 gram pr. kvadratmeter).



Adventfjorden er ikke veldig dyp, selv om marbakken er ganske bratt.

Ferskvann

Ferskvann er av stor betydning i marine kystøkosystem, siden mange marine arter ikke tolererer lav saltholdighet i vannet. Ferskvann som strømmer ut i havet er lettere enn det salte fjordvannet, og blir derfor liggende oppå dette. I Adventfjorden er det tre ferskvannstilstrømninger i løpet av året. Den første tilstrømningen finner sted på våren, fra april til juni, når ferskvann fra snødekke og havis smelter. Volumet er relativt lite og temperaturen lav. Den andre og største tilstrømningen kommer fra ferskvannsutslipp fra de to elvene (daglig sommerutslipp varierer mellom 2 og 3,5 kubikkmeter vann per sekund i hver av elvene). Vannet fører med seg mye sedimenter og påvirker hele overflatelaget i Adventfjorden i perioden fra mai til sent i september. Dette vannet er dessuten viktig fordi det er hovedårsaken til lysinhibering (hemming av vekst eller fotosyntese) i vannsøylen, og nesten den eneste kilden til sedimentering eller utfelling av faste stoffer til havbunnen. Den tredje kilden til ferskvannstilførsel til fjordene er regnvann. Selv om dette er av mindre betydning, forutsier alle klimamodeller økt nedbør ved en oppvarming av Arktis.



Tverrsnitt av munningen i Adventelva hvor isolinjene indikerer mengde masse som spres (mg pr. kubikkdesimeter) med ferskvannet til fjorden.



En av mange sideelver til Adventelva, elva fører så mye som 3,5 kubikkmeter vann pr. sekund om sommeren.

Kysten

Strendene i Adventfjorden er mangfoldige. Opphopning av sedimenter har skapt grusstrendene nær flyplassen. Bølger spiller en dominerende rolle i dannelsen av kysten her. Dette er grunnen til at grusen er så rund. På veien fra flyplassen eller småbåthavna inn til Longyearbyen vil du legge merke til de ulike anleggene og den kunstige kystlinjen som er bygd for å sikre veier og installasjoner mot sjøen. Skrenten langs veien ble i tidligere tider dannet av erosjon forårsaket av havet. Det er lite liv her siden organismer er sene med å kolonisere denne typen habitater i Arktis. En stor del av strendene i fjordbunnen er dekket av tidevannssletter. Disse myke sedimentstrendene er veldig ustabile og blir kontinuerlig bearbejdet av bølger, tidevannsstrømmer og is. Likevel er det rikt med liv i dette gjørmete landskapet – hovedsakelig små organismer som bor under overflaten (se avsnittet om meiofauna). Tidevannsslettene er også viktig for trekkende vadefugler som beiter på små tallrike krepsdyr som *Onisimus littoralis* (se side 27). Den gråbrune gjørmene er forrædersk, og kan stoppe deg på din vei, dra av deg støvlene eller til og med sette deg helt fast. Alle som besøker disse tidevannsslettene bør utvise stor forsiktighet når de beveger seg gjennom områder med underlag av gjørme og sand. På disse slettene er det på grunn av flo og fjære om lag 1 meter tidevannsforskjell, mens bølger på hver av sidene har skapt grusstrender. Grus og grove sandstrender finnes foran Sjøområdet og på den store nordlige stranden ved Hiorthamn, på motsatt side av Adventfjorden fra Longyearbyen. Disse strendene består av materiale som er avrundet i ulik grad, avhengig av bølgeenergien. Det lever praktisk talt ingen makroorganismer i dette området, bortsett fra 1 cm lange tanglopper som gjemmer seg under flate steiner ved lavvann. Denne typen kystlinje er dynamisk, og noen områder gjennomgår bølgedrevet erosjon som truer hytter som ligger nær strandlinjen. Den siste typen kyst består av stein- og kampesteinsstrender. Disse begynner i Bjørndalen og fortsetter mot Grumant langs den sørlige siden av Adventfjorden. På disse strendene vokser makroalger, hovedsakelig grønne alger som *Enteromorpha* spp. og brunalger som *Fucus* spp.. En rik fauna er tilknyttet slike alger.



Kraftige bølger skaper erosjon på sand- og grusstrender med bratt strandprofil i det nordvestlige hjørnet av fjorden.

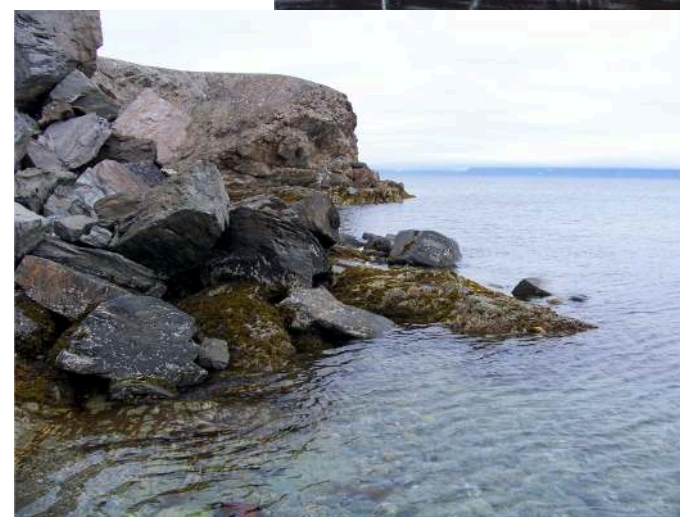
Kysttyper



Sand- og grusstrender på nordsiden av Adventfjorden



Gjørmete kyst på tidevannsslette i Longyearbyen

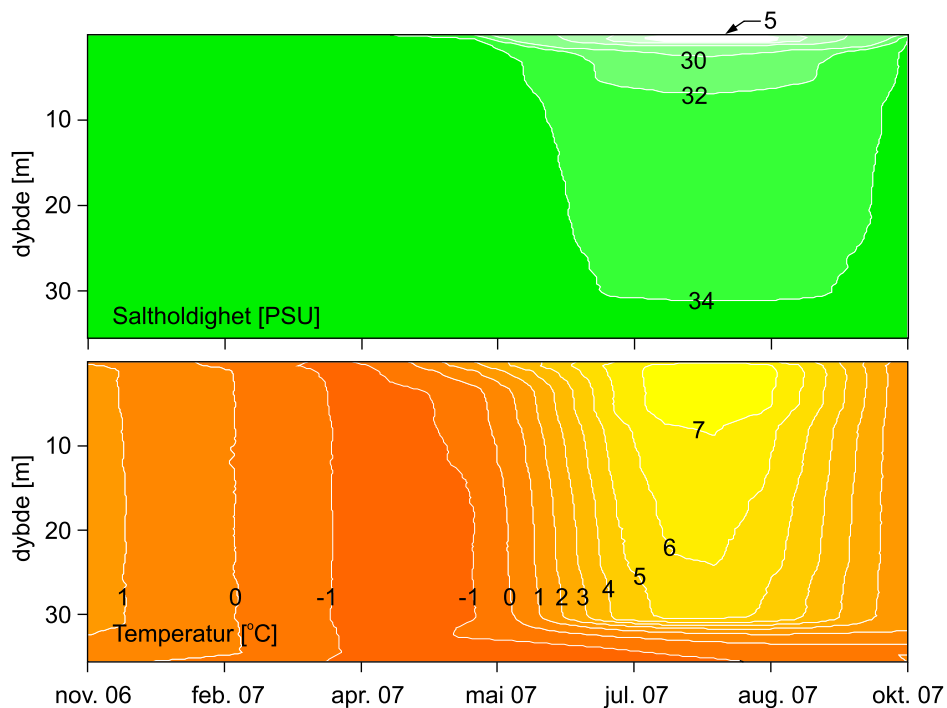


Steinete kyst i Bjørndalen

Hydrografi

Generelt er det lite variasjon i sjøvannets saltholdighet rundt Svalbard (oftest ca. 35 PSU – "practical salinity unit"). I kystvann og fjorder kan saltholdigheten i overflaten være redusert, som i Adventfjorden hvor saltholdigheten i vannet nær tidevannsslettene er under 6 PSU. Det er fremdeles mulig å finne et godt blandet og en meter tykt lag av brakkvann med en saltholdighet på under 11 PSU så langt som 400 meter ut fra tidevannsslettene. Grenseflaten mellom to vannlag som har ulik tetthet, også kjent som en pyknoklin, definerer graden av brakkvann mellom en og to meters dyp. Videre er blandingen av brakkvann og det underliggende fjordvannet begrenset av forskjellen i tetthet. Ved en avstand på 1,5 kilometer fra tidevannssletten har saltholdigheten på overflatevannet økt til 28 PSU og tykkelsen på brakkvannslaget har økt til seks meter. Siden disse ulike vannmassene gradvis blandes utover i fjorden, vil lagdeling av tettheten i vannet avta utover mot fjordmunningen.

Den bratte skråningen i sjøen fra tidevannssletten i Adventsfjorden har en helling på 16-19 grader, og karakteriseres ved tallrike renner og innsynkningsområder som et tegn på sedimentstrømmer. Sedimentbevegelse i skråningen forårsaker strømmer av grumsete vann (turbiditetsstrømmer) nær bunnen. Målinger som har vært foretatt kontinuerlig i løpet av en sommer viste at det innenfor 25 timer fant sted 6 tilfeller av slike strømmer. Alle strømmene hadde retning mot havet, og var fulgt av økende turbiditet. Hastigheten på den sterkeste strømmen var $7,2 \text{ cm s}^{-1}$ med en konsentrasjon av spredte partikler som økte til 174 mg pr. kubikkdesimeter. Lengre unna tidevannssletten økte antallet turbiditetsstrømmer, men hastigheten og mengde transportert sediment avtok.



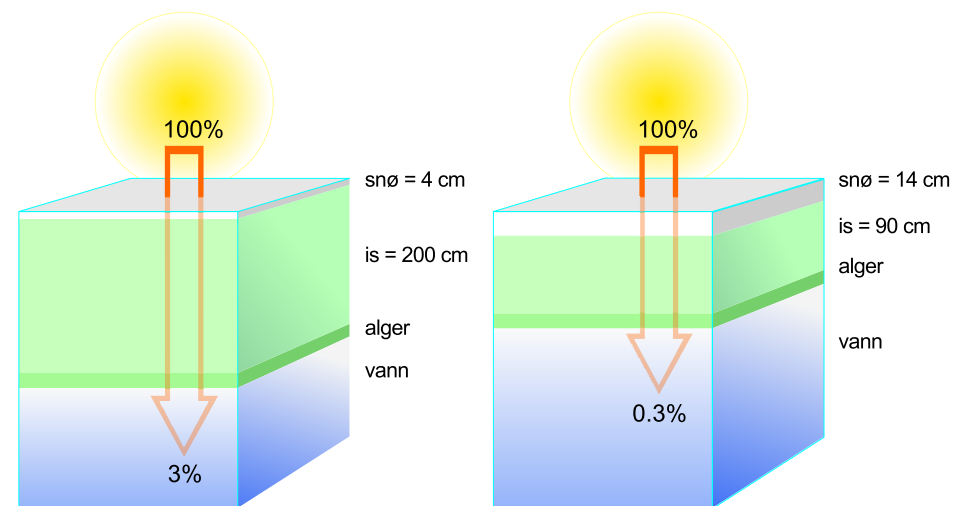
Tverrsnitt av saltholdighet og temperatur fra de årlige målingene i Adventfjorden.

Havis

Fjorden fryser til om vinteren, vanligvis i januar eller februar, og noen ganger til og med allerede i desember. Dette inntreffer når sjøtemperaturen faller til rundt $-1,8^{\circ}\text{C}$. Ved steder nær elveavrenning fra isbreer er en temperatur på $-1,3^{\circ}\text{C}$ tilstrekkelig for at det skal fryse til. Slike prosesser er også avhengig av kaldt vær, med lufttemperaturer under -15°C som varer i opptil noen få dager. Ettersom det kalde vannet i overflaten blir tettere, og derfor tyngre enn vannet som ligger under, synker det og skyver det varme vannet opp. Denne syklusen gjentas inntil hele overflatelaget, som vanligvis er 50 eller til og med 100 meter tykt, når frysepunktet. Så snart dette inntreffer, dannes tynne isnáler, på engelsk kalt "frazil ice". Siden disse er lettere enn vann stiger de opp og danner en tynn oljelignende hinne på overflaten. Over tid blir denne hinnen tykkere. Til slutt - når havet er rolig - dannes fast is, eller - når havet er i bevegelse - dannes tallerkenis, som selvfølgelig ligner tallerkener.

Etter noen få dager er den såkalt unge isen rundt 10 til 30 cm tykk. Ettersom tykkelsen øker blir vannet under isen mer isolert fra den kalde luften, og dermed dannes den nye isen langsommere. Ved sitt maksimum i mai kan isen være så tykk som tre meter. Gjennomsnittlig istykkelse i Arktis er rundt to meter, men i varmere områder som ved Vest-Spitsbergen er den ikke mye tykkere enn en meter. Selv om is fremstår som solid, er det ikke helt riktig. Den er mer som et flytende, halvlastisk dekke. Tidevannsstrømmer og dønninger sørger for at isflaket er i konstant bevegelse, og det er derfor isoverflaten nær strendene ikke er glatt og flat. Når isdekket er stabilt blir det så sterkt at det tåler vekten av fly eller lastebiler, og mennesker utnytter dette ved å bruke det frosne havet som vei og rullebane. Det er heller ikke noe rart at dyr, som er mye lettere, også drar nytte av disse isformasjonene. Seler får unger ("kaster") på isen fordi ungene deres er relativt trygge der, og fisken som finner føde under isen er et lett bytte for sel. Isen tar opp mesteparten av lyset. Lyset er derfor begrenset til det tynne laget rett under isen, og det er derfor alle typer livsformer er konsentrert her.

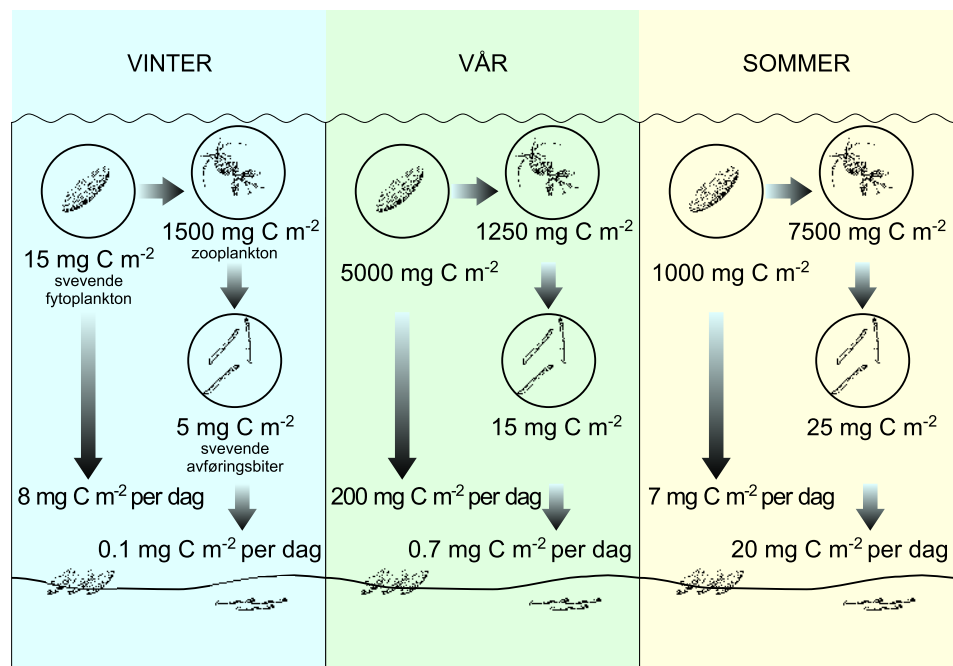
Andre typer frossent vann som er observert i Adventfjorden er is fra isbreer. Disse små runde bitene er restene av store isfjell.



Is og snø er svært viktig for overføring av lys til vannet (uttrykt som prosent av lysinnstråling på overflaten). Til og med et tykt isdekke er veldig gjennomskinnelig, mens et tynt snølag skygger kraftig.

Sesongvariasjoner

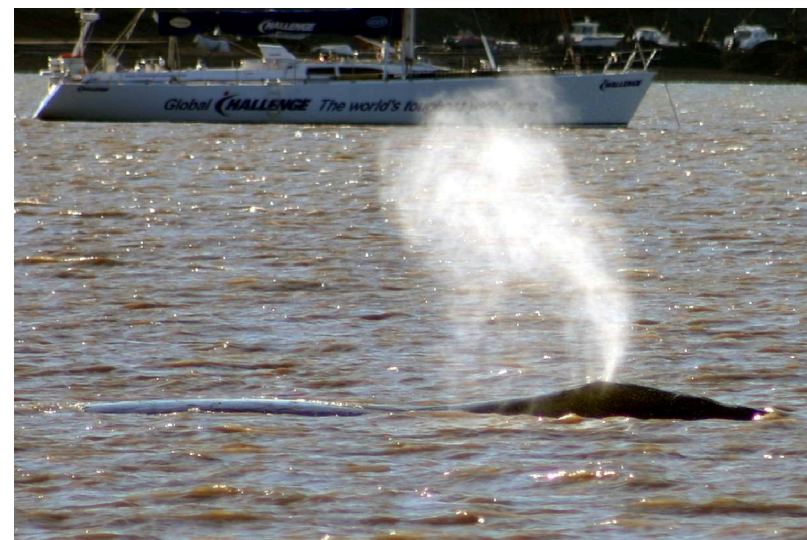
Klimaet i Adventfjorden er, i likhet med hele vestkysten av Spitsbergen, påvirket av den varme Vest-Spitsbergenstrømmen, som er den nordligste forlengelsen av Den norske atlantehavsstrømmen. Dette medfører at klimaet er svært mildt, den nordlige beliggenheten tatt i betraktning. Den årlige gjennomsnittstemperaturen er rundt -6°C . Juli er den varmeste måneden, med temperaturer på 5 til 6°C . Den kaldeste perioden er fra januar til mars, med temperaturer på rundt -15°C . Nedbørmengden er lav, bare rundt 200 mm årlig og snødekket på land er kraftig regulert av vind. Gjennomsnittlig vindhastighet varierer fra 3,5 m/s om sommeren til mer enn 6 m/s i vintermånedene. Gjennom vinteren fra november til mars stiger saltholdigheten i hele vannsøylen til over 34 PSU, og vanntemperaturen synker under 0°C , med frysepunkt på $-1,8^{\circ}\text{C}$. Vannsøylen i fjorden er godt blandet fra november til april og det er ingen tydelig lagdeling i denne perioden. Vannmassene begynner å varmes opp i mai, og dette fortsetter fram mot sommeren, inntil maksimum overflatetemperatur på over 7°C nås i august. Saltholdigheten i overflatevannet synker til under 5 PSU i juni og august, og påvirkning fra ferskvannstilførsel kan observeres ned til 30 meters dyp. Ferskvannstilførsel til fjorden forårsaker tydelig lagdeling, og en kraftig pyknoklin (grenseflate mellom to vannlag som har ulik tetthet) på to meters dyp vedvarer gjennom hele juli og august. Fjorden var isfri gjennom hele vinteren i perioden fra 2005 til 2010.



Hvordan det arktiske marine økosystemet fungerer er i høyeste grad sesongbestemt og vannsøylen og havbunnen er nært knyttet sammen. Diagrammene illustrerer sesongsykluser i produksjon og livsløp for organisk karbon i Adventfjorden, målt i mg organisk C m⁻² i 0-50 m av vannsøylen.

Dyreliv

Adventfjorden er et delvis lukket fjordbasseng, som er sterkt påvirket av ferskvannstilførsel. Den ligger dessuten ved et lokalsamfunn, og er derfor ikke det beste området å observere arktisk marint dyreliv i. Likevel kan de fleste store marine pattedyrene ses i Isfjorden. Dette betyr at det er mulig å treffe på vågehval, hvithval, hvalross, isbjørn, storkobbe og ringsel - i tillegg til sjeldne arter som grønlandshval - helt inne i Adventfjorden. Til og med håkjerring, som lever på dypt vann på kontinentalsokkelen, har tidvis vært observert i Adventfjorden. De mest vanlige store marine pattedyrene i Adventfjorden er ringsel og storkobbe. Ringsel er en liten - 40 kg - sky og fiskespisende sel. Den kaster ungene sine på isen og er aldri på land. Om du ser en liten sel på et skjær langs kysten eller på en strand, er det nesten helt sikkert en steinkobbe, men de er mindre vanlige på Svalbard. Den andre vanlige selarten på Svalbard er storkobbe, som er en sel på rundt 200 kilo, med karakteristiske barter. Vanligvis beiter den på havbunnen, og kan ofte bli sett hvilende på isflak. Storkobbe tillater mennesker å komme mye nærmere enn det ringsel gjør.



Sommerbesøk av en grønlandshval.



Storkobbe



Ringsel

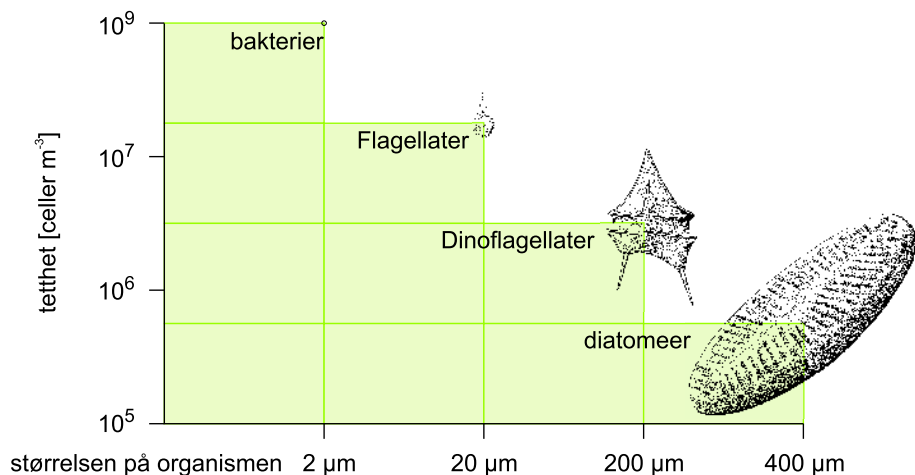
Organismer i vannsøylen – mikroplankton

Når isen begynner å brytes opp i mai og juni, skifter vannet farge til grønt og lukter fisk. Dette er tegn på at våroppblomstringen av alger har begynt. Med dette mener vi en rask økning i mengden encellede såkalte autotrofe organismer som, på samme måte som landplanter, bruker lys og næring for å binde karbondioksid og dermed produsere organisk materiale. Akkurat som solkraftverk omformer de energi fra solen til former som kan brukes av andre, og derfor driver de hele økosystemet.

Hovedbestanddelen i våroppblomstringen av alger er diatomeer, eller kiselalger. Dette er mikroskopiske alger som varierer i lengde fra ca. 0,005 mm til 0,5 mm, og som lever i glassaktige, komplisert utformede bokser. I løpet av en oppblomstring kan det være milliarder av individer i hver liter vann. Siden de er så tallrike, er kiselalgene grunnlinjen i hele den trofiske pyramidens. Lukten i luften under en oppblomstring kan sammenliknes med rå fisk. Denne lukten kommer fra lipidene som produseres i store mengder av disse algene. Kiselalgene er ikke alene. De får støtte og hjelp av tallrike bakterier som lever av polysakkarider, som skilles ut av algene. Dette er mikrober som bruker karbohydrater for å produsere vitaminer og andre tilskudd som er avgjørende for algene.

Bakteriebestandene er ti ganger så store som algebestandene. Selv om bakteriene er så små, er biomassen deres likevel fristende for mikroverdens flagellater. Størrelsen er ikke noe problem for flagellatene, siden de selv heller ikke er store. De varierer i størrelse fra 0,002 mm til 0,02 mm. Dessuten har naturen utstyrt dem med flagella (lange, tynne piskehaler) som gjør dem i stand til aktivt å fange byttet. I tider med overflod gresser flagellatene i denne bakteriesuppen.

Når våren nærmer seg slutten, blir det på grunn av den høye produksjonen stadig lavere andeler av næringsstoffer i vannet. Dette begrenser fotosyntesen, og våroppblomstringen er over. Dette betyr ikke at sjøvannet er fritt for mikroorganismer om sommeren. Flagellater, dinoflagellater og ciliater forblir i vannmassene sammen med noen kiselalger. Hovedandelen av dem er miksotrofe, som betyr at de både kan livnære seg av andre organismer og utføre aktiv fotosyntese. Organismer med flagella kan også søke til områder hvor næring ikke ble brukt opp under våroppblomstringen. Noen av disse organismene kan til og med overleve vinteren, men ved slutten av høsten er mesteparten av organismene døde, eller de venter på bedre tider ved å lagre lipider fra våren og sommeren.



Overflod av primærprodusenter er omvendt relatert til deres størrelse om sommeren.

Representanter for mikroplankton



Diatom (*Fragilariopsis* sp.)



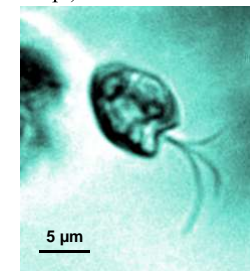
Diatom (*Pleurosigma* sp.)



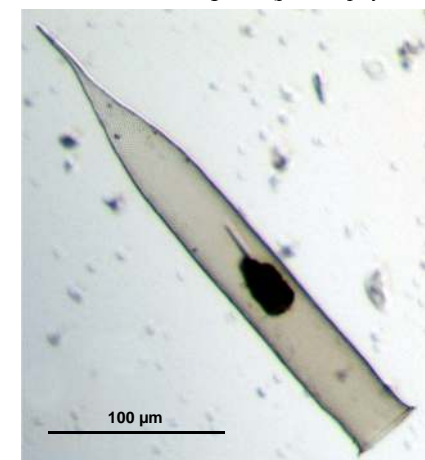
Dinoflagellat (*Gymnodinium* sp.)



Diatom (*Pinnularia* sp.)



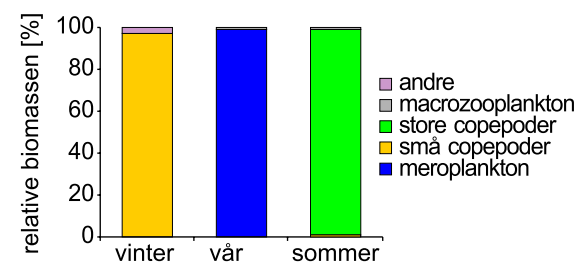
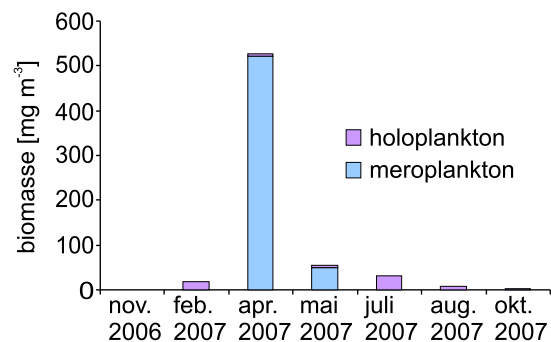
Flagellat (prasinophycean)



Ciliat (*Parafavella* sp.)

Zooplankton (mesozooplankton og macrozooplankton)

Zooplankton er samlebetegnelsen på de små dyrene med dårlig svømmeevne som lever i vannsøylen. De minste er kjent som mikrozooplankton, og mesteparten av dem er larver av bentske invertebrater (virvelløse bunndyr) som er omtrent 0,01 mm store. Mesozooplankton er større, 0,1 mm, og den vanligste arten er hoppekreps. Makrozooplankton er størst, rundt 1 cm, og omfatter krill, amfipoder (tanglopper), maneter og fiskelarver. Størrelse og svømmeferdigheter avgjør i hvilken grad dyreplanktonet kan rømme fra innsamlingsnett eller slippe ut gjennom maskene. Hver størrelsesfraksjon samles derfor inn ved bruk av forskjellig type utstyr. Zooplankton fra Adventfjorden er påvirket av ferskvannsavrenning, og om sommeren omfatter dette tallrike små rurlarver og de minste hoppekrepsartene av slekten *Acartia* og *Oithona*, som alle er typiske for grunne kystvannsområder. Midt på sommeren er tettheten av mesozooplankton - for det meste små plantespisende arter - mellom tre og fire tusen individer pr. kubikkmeter. Større organismer, som den 20 cm lange agurkmaneten *Beroe cucumis*, beiter på *Mertensia ovum*, som er dennes mindre kusine - utstyrt med to lange klebrige tentakler. Ofte observeres den planteetende *Limacina helicina*, en vingsnegl kalt flueåte, mens den jaktes på av den vakre predatoren *Clione limacina*, også kjent under navnet hvalåte. En overflod av større zooplankton er viktig, fordi de er bytte for ung fisk, og til og med sjøfugl og sel. Særlig viktige er både den kjøttetende tangloppen *Temisto libellula*, og den største marine pelagiske planteetende organismen på Svalbard, *Thysanoessa inermis*, som tilhører den rekelnende gruppen krill, og som kan nå størrelser på opp til 3 cm i lengde. Noen arter kan danne svermer eller stimer, eller de kan bli samlet av hydrologiske krefter slik som turbulens, gyrer og lokale fronter. Disse store ansamlingene av zooplankton er svært viktig for effektiviteten i næringsnett.

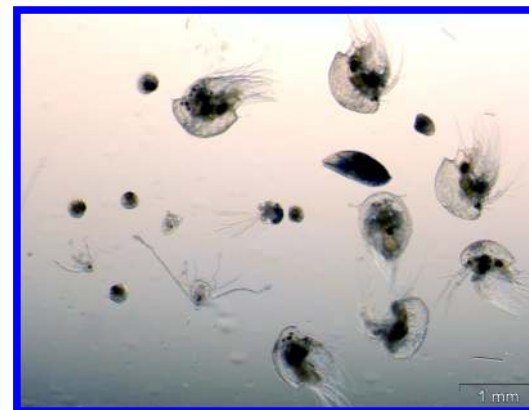


Diagrammet viser sesongendringer i biomassene av zooplanktongruppene (mg tørrvekt pr. m³) i Adventfjorden.

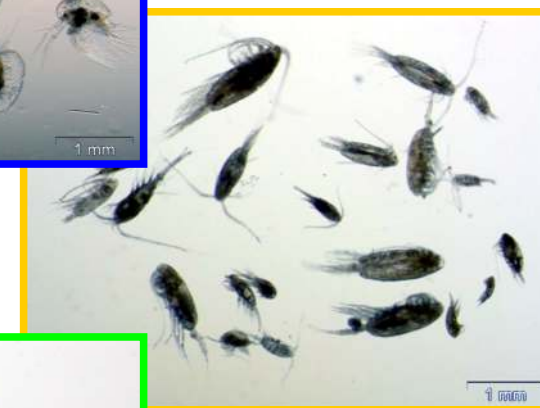


Clione limacina - pelagiske vingsnegl

Representanter for zooplankton grupper fra Adventfjorden



Meroplankton



Små hoppekreps



Store hoppekreps



Makrozooplankton

Fisk

Om lag hundre fiskearter lever i svalbardregionen, og de fleste av dem kan forekomme i Adventfjorden. Disse store fiskene er gode svømmere og kan svømme lange avstander i løpet av sesong- eller livstidsvandring. Men arter som er typiske for indre fjordbasseng er ikke tallrike. De som likevel er her finnes ofte innenfor en og samme kvadratmeter. Den mest karakteristiske av disse er *Anisarchus medius*, en liten ål-lignende fisk som lever nede i sedimentet i fjorder. Andre vanlige og lokale fiskeslag er små piggete arter fra familien Cottidae, slektene *Icelus*, *Triglops* og *Myoxocephalus*, og ingen av disse er mer enn 20 cm lange. De lever blant tang eller skjell fra muslinger, og foretrekker variert sjøbunn som tilbyr både ly og mat.

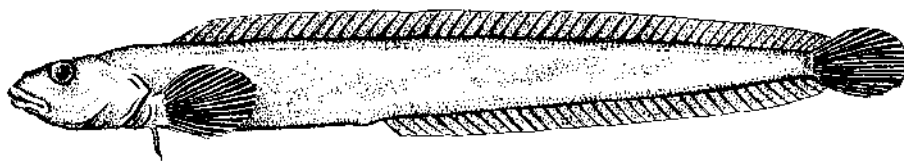
Den viktigste av alle arktiske fisker er polartorsken, *Boreogadus saida*. Polartorsken lever nær isen. Den opptrer også i Adventfjorden, og noen ganger danner den store stimer. Disse små pelagiske fiskene er mindre enn 20 cm lange, og lever i fra tre til fire år. De er det hyppigste byttet for sjøfugler og sjøpattedyr i Arktis. I de senere årene har en økende innstrømning av atlantisk vann til fjorder på Svalbard ført med seg arter som tidligere var sjeldne, men som nå begynner å bli tallrike. Dette gjelder både torsk, hyse, sei og sild. Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) er den mest fremtredende av disse artene, og store eksemplarer av denne arten spiser reker og små fisk som lever på havbunnen. Også flatfisk, for det meste unge fisker, er registrert. Den største fiskearten som forekommer i Adventfjorden er håkjerring, *Somniosus microcephalus*. På Svalbard er det registrert individer på over 700 kilo, men håkjerring er ikke vanlig i de indre fjordene.



Bilde av havbunnen med små *Anisarchus* – som er vanlig å finne i gjørmete sedimenter.



Trofè fra Adventfjorden – med høyere sjøtemperaturer blir atlantisk torsk mer vanlig.



Anisarchus sp.

Noen fiskearter fra Adventfjorden



Boreogadus saida – polartorsk



Triglops pingelli – knurrulke



Agonus decagonus – tiskjegg



Liparis liparis – ringbuk



Eumicrotremus spinosus – vortekjeks



Myoxocephalus scorpius – marulke



Icelus bicornis – tornulke



Lycodes seminudus – ålebrosme

Mikrofytobentos

Fjorder er mer enn bare en vannsøyle. Havbunnen i fjorden spiller også en rolle for hvordan disse økosystemene virker, selv om det ofte er lite lys som når ned til havbunnen. Likevel kan man finne tallrike mikro-verdensborgere på fjordbunnen, og der hvor lyset når ned til bunnen av fjorden, på dybder på 20 til 30 meter, kan mikrofytobentos (mikroskopiske organismer som lever på havbunnen) overleve. Mikroskopiske alger og protister drar fordel av den faste fjordbunnen, og ved å feste seg til fjordbunnen unngår de å bli dratt ned til større dyp og mørke, noe som må være det største marerittet for autotrofe organismer, fordi de jo – som nevnt ovenfor under "Organismer i vannsøylen – mikroplankton" - bruker lys og næring for å produsere organisk materiale. Videre opprettholdes bakteriesamfunnet på fjordbunnen av en konstant sedimentering av rester fra pelagiske organismer. Bakterienes oppgave er å omgjøre organisk materiale til næringsstoffer. Næringsstoffer og lys er alt autotrofe organismer trenger for å leve og reproducere. Jo flere primærprodusenter og bakterier som finnes, jo flere større dyr beiter på disse.

Som i vannsøylen er kiselalger de viktigste autotrofe mikroorganismene også på fjordbunnen. Ofte kan du se et tynt, formløst og olivengrønt belegg på våte steiner eller på grunt vann. Dette består mest sannsynligvis av kiselalger. Andre kiselalger danner kolonier som likner busker, og som stikker opp av vannet ved lavvann. På denne måten unngår de å bli uttørket ved fjære sjø, samtidig som dette også reduserer sjansen for å bli spist av dyr som søker næringsrik og stasjonær mat. Noen kiselalger har utviklet andre strategier for å overleve. I stedet for å bygge kompliserte strukturer vokser de på makrofytter (se nærmere om disse nedenfor). I motsetning til sine slektninger som er avhengig av vannbevegelse, kan de kiselalgene som lever på havbunnen bevege seg. De mangler flagella og cilier (flimmerhår), men sklir på sitt eget sekret som hovedsakelig består av polysakkarider (en form for karbohydrater). Dette sekretet opptas av mikrober, som så igjen er mat for små flagellater. Sistnevnte er så igjen middagen til ciliater og dinoflagellater, som er gigantene i mikroverdenen med en størrelse på litt under 0,1 mm. Disse organismene er så store at de fungerer som et bindeledd mellom mikroverdenen og melobentos (den mellomste størrelsen bunndyr), som i sin tur blir spist av større dyr. Dinoflagellater har to flageller som fungerer som en motor, og som gjør det mulig for heterotrofe dyr (organismer som bruker organiske molekyler fra andre organismer) å forlate havbunnen til tider for å jakte på byttedyr, eller for å forflytte seg til steder med bedre lysforhold eller høyere konsentrasjoner av næring. Ciliater kan også bevege seg, takket være en krans av flimmerhår, som også kan brukes som jaktredskap. Til slutt bør også de miksotrofe artene (organismer som kan leve enten autotroft eller heterotroft) øyealge og svelgflagellater nevnes, selv om de spiller en mye mindre viktig rolle.

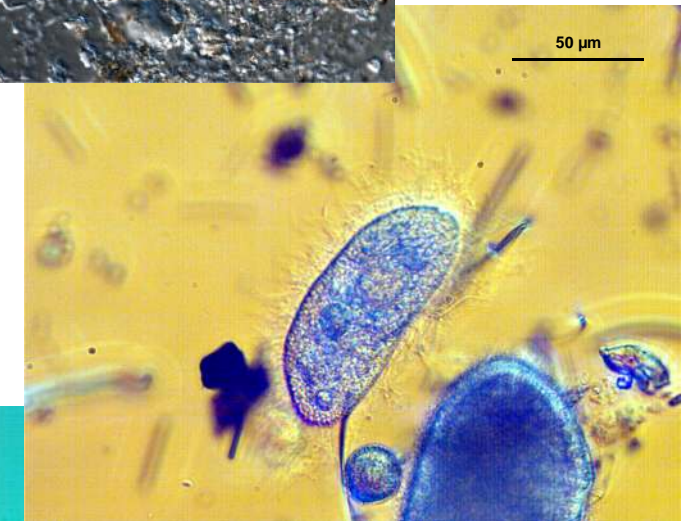


Et tydelig tegn på et varmere klima – tykke matter med kolonidannende kiselalger på tidevannssletter, Longyearbyen i august.

Representanter for mikrofybentos fra Adventfjorden



Gyrosigma sp.



Ciliater



Dinoflagellat
(*Gymnodinium* sp.)

Makrofytter

Den mest karakteristiske gruppen av organismer som lever i havet er makrofyttene. Dette er svært store alger, som hovedsakelig finnes i grunne kystområder. Disse organismene ligner på planter, men de er faktisk slektninger av de encellede og mikroskopiske protistene som vi har beskrevet tidligere i dette heftet. Disse makrofyttene har utviklet seg til godt organiserte former av flercellede thalli (plantelignende organismer uten rot, stengel eller blad), noe som øker evnen deres til å konkurrere om ressurser og derfor til å overleve. Mens mikroagler bare kan bli opp til et par hundre mikrometer i størrelse, kan de større slektningene deres - makrofyttene - variere i størrelse fra noen få centimeter til flere meter, og til og med titalls meter når forholdene i Adventfjorden er optimale. Makrofyttene spiller en mye viktigere rolle i fjordøkosystemet enn mikrofyttobentos. Disse store algene kan sammenlignes med skoger på land. De tilfører organisk materiale, de produserer oksygen under fotosyntese og de binder karbondioksid. Dessuten gir tette samfunn av gigantiske alger ly til mindre dyr som krepsdyr eller ungfisk. Mindre individer og noen typer kolonidannende dyr vokser på større eksemplarer. Slike samfunn kan ses ved lavvann langs steinete strandlinjer, hvor tette masser sammensatt av ulike arter beskytter hele samfunnet fra uttørking ved å holde på vannet.

Når du går langs strandkanten, spesielt nær innløpet til fjorden, kan du legge merke til mange små tangarter, både de som er noen få centimeter lange, og de mye større tareartene *Laminaria* spp. og *Alaria* spp., som kan bli opp mot to eller tre meter lange. Selv om de minner om store blader med korte stilker, er det eneste de har til felles med planter at de har fotosyntetiske pigmenter. Disse algene danner massive undervannsskoger på tre til ti meters dyp. Et slående eksempel på en slik type tareskog finnes på en grunne ved Bohemanfya, på nordsiden av Isfjorden. I tillegg til de brunalgene som sjøen skyller på land, finnes det små arter med buskete, hårlignende eller til og med bladformede røde alger i sjøen. De har fotosyntesepigmenter som gjør at de kan utnytte det sollyset som trenger gjennom vannsøylen, og rødalger kan derfor vokse på dyp som ikke er tilgjengelig for andre makrofytter. Når stormer og is skraper alger fra bunnen, synker de ned i dyppet av fjorden og forsyner bakterier med mat. Disse forsyner igjen større organismer. Resten av plantedetrituset (et fint organisk mudder som kommer fra drysset av døde planter og dyr som stadig faller ned fra de øvre produktive lagene) blir skylt opp på land. Der blandes det med sedimenter, og det dannes en ubehagelig og slimete masse. Selv om de er lite tiltalende, er disse avsetningene svært viktige som anrikning av de næringsfattige terrestriske økosystemene (dvs. de som finnes på landjorda). Som i andre økosystemer begynner det med at avsetningene først omdannes av mikrober. Deretter blir de matkilde for de høyere nivåene i næringskjeden. Dette er nok et eksempel på koblingene mellom land og hav.



Rike tang- og taresenger på steinbunnen ved Bjørndalen – på omtrent 6 meters dyp.

Eksempler på makrofytter- fra Adventfjorden.



Saccharina latissima



Palmaria palmata



Alaria esculenta



Laminaria digitata



Fucus distichus/evanescens



Acrosiphonia sp.



Desmarestia aculeata



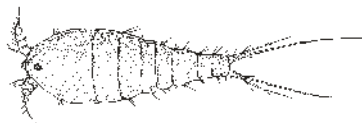
Ulva sp.

Organismer i sedimentet – meiofauna

Fellesbetegnelsen meiofauna brukes om organismer som er mindre enn 0,5 mm med mer, og som lever blant sandkorn i det marine sedimentet. Dette er en svært sammensatt gruppe av organismer, fra små rundormer (nematoder) til mikroskopiske bjørnedyr (Tardigrada) som minner om bjørner av utseende. I henhold til inndelingen i det taksonomiske systemet finnes det tolv store grupper av meiofauna i Adventfjorden, og antallet lokale arter er sannsynligvis godt over to hundre. All meiofauna er utydelig, nesten fargeløs og uhyre vanskelige å identifisere. De spiller likevel en viktig rolle som miniatyrplanteetere, -rovdyr og -åtselere. De samhandler med det mikrobielle livet i sedimentet, og overfører organisk karbon til større dyr. Sand- og grusstrandlinjen i Adventfjorden er svært gjennomtrengelig, og er dominert av flatormer (Turbellaria), som er en serie små, mykhudede arter som lever av cilierte protozoer (encelledyr/parasitter). I områder der det hovedsakelig er mykt og finkornet sediment, som på tidevannssletter, dominerer rundormer, og flere titalls arter av disse finnes i Adventfjorden. Bittesmå krepsdyr, Harpacticoida, og den edderkopplignende Halacarida foretrekker sediment med fine algebregneblad, siden mange av disse dyrene er planteetere og lever av bentiske kiselagler eller suger væsken fra større alger. Tettheten av meiofauna i grovt sediment varierer fra 10 til 100 individer pr. 10 kvadratcentimeter, mens det i det myke organiske sedimentet på tidevannsslettene er en tetthet på 10 000 individer pr. 10 kvadratcentimeter.

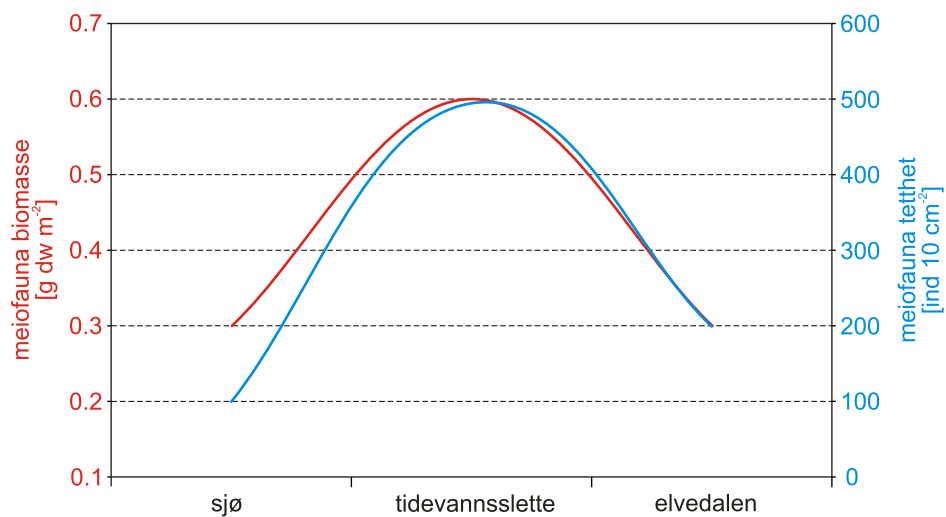


Nematoda



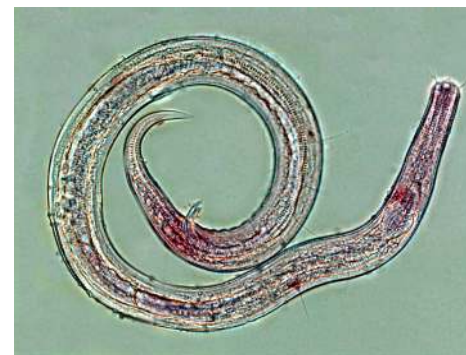
Harpacticoida

Andelen av mark, fra små rundormer (Nematoda) til krepsdyrene Harpacticoida i en sedimentpøve (N/H ratio) gir en indikasjon på kvaliteten på miljøet – mark dominerer i oksygenfattige områder som er rike på organisk materiale.



Tidevannssletter har den høyeste biomassen og tettheten av meiofauna sammenlignet med havbunnen og elvedalen.

Eksempler på meiofauna som lever i Adventfjorden.



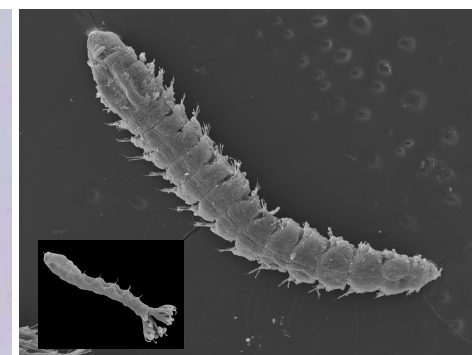
Nematoda



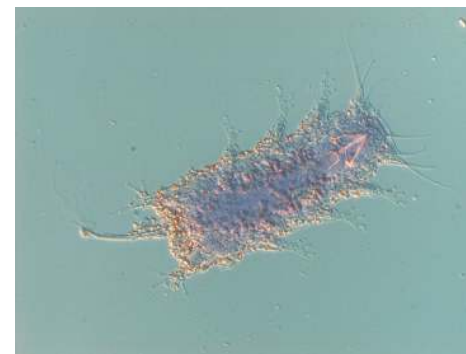
Harpacticoida



Turbellaria



Polychaeta



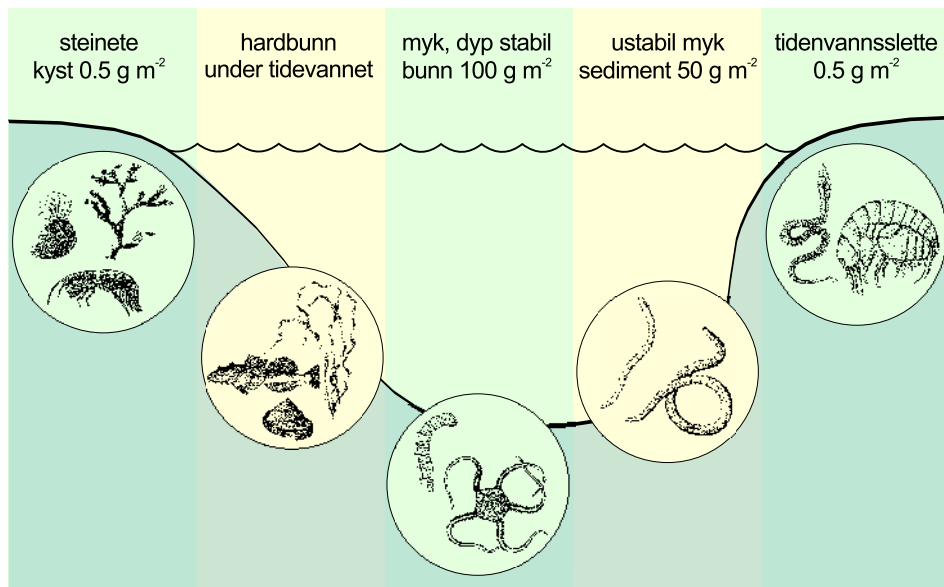
Tardigrada



Ostracoda

Bentisk fauna – makrozoobentos

Forekomsten av dyr og alger som lever på havbunnen (bentisk fauna) er hovedsakelig knyttet til ulike bunntyper, for eksempel stein, grus, sand eller gjørm. Karakteristiske sammensetninger av bentisk fauna kan vanligvis skilles fra hverandre ut fra hvilke ulike bentiske habitater de er tilpasset (se side 29). De grunneste områdene ved kanten av de sandfylte tidevannsslettene ved Adventfjorden har en artsfattig blanding av små havbørsteormer og krepsdyr (tangloppen (amfipoden) *Onisimus litoralis*). Disse dyrene kan tåle både de sterke svingningene i saltholdighet i løpet av tidevannssyklusen, og kreftene fra bølger som bryter. I den steinete tidevannssonen lever dyr som krever hard bunn, som rankføtter (*Semibalanus balanoides*), små mosedyr (hydroider) og en rekke trådformede grønn- og brunalger. Under de store steinene kan man ved lavvann finne tallrike tanglopper av slekten *Gammarus* spp. I grunne områder som ligger under vann hele tiden (sublitorale områder) vokser - der hvor det er tilstrekkelig lys for det - gigantiske alger (*Laminaria* spp. og *Alaria* spp), vanligvis kjent som tare, i lengder opp mot to meter. I taresengen lever en rik og sammensatt fauna, som blant annet består av små snegler (*Margarites helicinus*), krepsdyr (*Caprella septentrionalis*) og fisk (*Myoxocephalus scorpius*). På større dyp, under 20 meter, er havbunnen i Adventfjorden gjørmete med få eller ingen harde elementer. Her lever en rik fauna i sedimentet – i all hovedsak fine, små havbørsteormer og små muslinger som lever av partikulært organisk materiale som synker ned gjennom vannsøylen. I bratte fjordskråninger, hvor bunnen ofte virvles opp av massive gravitasjonsstrømmer av sediment, lever det hovedsakelig små mobile mark (*Chaetozone setosa* og *Cossura longicirrata*). Bunnfaste (sedentære), store rørlevende mark (*Maldane sarsi*, *Pectinaria hyperborea*), kan bare leve i stabilt sediment midt i fjorddypet. Rovdyrsnegler, den lille *Cylichna occulta* og den store *Buccinum undatum*, er også vanlige på havbunnen i Adventfjorden. Store pigghuder (f.eks. slangesjøstjernen *Ophiocten sericeum*) er de mest iøynefallende representantene for bentisk megafauna som finnes i fjorden.



Tverrsnitt av Adventfjorden som viser forekomsten av typiske bentiske sammensetninger og biomassen deres (g våtvekt pr. m²).

Eksempler på makrozoobentos fra Adventfjorden.



Harmothoe sarsi – kjøttetende havbørsteorm



Onisimus litoralis
– typisk krepsdyr for tidevannssletter



Cossura longicirrata – liten orm som lever av dødt organisk materiale



Cylichna occulta
– liten, – vanlig snegle



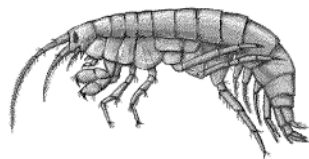
Pectinaria – liten orm som lever på dødt organisk materiale. Hyppig på påvirkede områder.



Buccinum undatum
– stor kjøttetende snegle

Indikatorarter

En rekke plante- og dyrearter har et veldig smalt toleranseområde når det gjelder påvirkning fra omgivelsene. Noen er mest følsomme for en enkelt faktor, som for eksempel saltholdighet eller temperatur, mens mange andre er sterkt knyttet opp mot ulike funksjoner som er typiske for bestemte vannmasser, som atlantisk vann, arktisk vann eller lokalt kystvann. I Adventfjorden vil det være ulike typer vann over kortere og lengre perioder i løpet av ett bestemt år. Det vil også være mellomårige variasjoner i dette mønsteret. På grunnlag av dette kan observasjoner av marine dyr fortelle oss mye om de hydrografiske forholdene der. Vi finner sjelden ekte arktisk vann i dette området, men det skjer av og til - sent på våren etter en kraftig isvinter, når rester av isen fra Barentshavet blir ført opp til Adventfjorden av kyststrømmer. Den arten som er tegn på dette fenomenet er *Gammarus wilkitzkii*, som er en stor, spinkel tangloppe. Den lever i tilknytning til is, og kan bli opp til 4 cm lang. Det er lett å oppdage disse skapningene der de klamrer seg fast til undersiden av isen. Innstrømningen av atlantisk vann kjennetegnes ved tilstedeværelsen av den iøynefallende 3-cm lange krillarten *Meganyctiphanes norvegica*, og av den lille vingesneglen *Limacina retroversa*. En art som helt klart indikerer at vannet nå er i ferd med å bli varmere er det termofile blåskjellet fra *Mytilus*-familien. Termofiler er organismer som trives best ved svært høye temperaturer. Dette blåskjellet dukket opp igjen i Svalbard-regionen i 2005, etter et fravær på over tusen år. Den karakteristiske tangarten *Ascophyllum* spp. fra Nord-Norge blir noen ganger funnet på strendene i Isfjorden og Adventfjorden. Dette er likevel mest sannsynlig løsevevne eksemplarer som har blitt ført med strømmene helt fra fastlands-Norge, og de har nok ikke etablert seg i Svalbard-området ennå. Arter forekommer ofte parvis. En art kan for eksempel foretrekke typisk arktisk vann, det vil si kaldt vann med lav saltholdighet, mens en nært beslektet art foretrekker atlantisk vann som er varmere og har høyere saltholdighet. Et eksempel på dette er kaldtvannsarten *Gammarus setosus*, som er et vanlig krepsdyr i fjæresonen (littoralsonen - området som er begrenset av normal høyvannstand og lavvannstand) i Adventfjorden. Tvillingarten, den atlantiske *G. oceanicus*, finnes nær inngangen til Isfjorden, og hvert år registrerer man at den sakte beveger seg lengre innover i fjorden.



Gammarus – tre søskenarter forekommer på Svalbard og indikerer ulike vannmasser.



Ascophyllum nodosum – et bruddstykke funnet nær Longyearbyen. En vanlig art i Nord-Europa, og snart etablerer den seg kanskje på Svalbard.

Mytilus edulis – vanlig i Nord-Europa, og har nylig etablert seg på Svalbard etter et langt fravær.

Bentiske habitater

Et habitat er hovedsakelig et "hjem" for en art, og tilbyr alle de særlige fysiske forholdene et samfunn av denne arten trenger for å overleve. Siden mange arter bare kan overleve i helt spesielle habitater, er det allment kjent at det å ta vare på varierte habitater er nøkkelen til et vellykket vern av artene. Jo mer varierte habitatene er, jo høyere arts mangfold kan forventes i et område. Mer enn seksti havbunnstyper inngår i den europeiske marine habitatklassifiseringen, og flere av disse finnes i Adventfjorden. Habitatklassifisering er såkalt hierarkisk, og den første nevneren er havbunnstype (stein, sand, gjørme, osv.), den andre er dyp, den tredje lys, og så videre. Et presist eksempel på klassifisering av habitat er som følger: "steinbunn, mellom 2 og 20 meters dyp, full marin saltholdighet, overgrodd med store brunalger". Det meste av havbunnen i Adventfjorden kan klassifiseres som følger: Dekket av glaciomarin gjørme, under den eufotiske sonen, dyp på 20-80 meter, utsatt for sterk sedimentering, under påvirkning av sesongvariasjon og is. Det er bare i den ytre delen av fjorden at hardbunnshabitater finnes. I tillegg til de fysiske forholdene, kan organismer i seg selv fungere som "hjem" for andre organismer. Disse er vanligvis kjent som habitatbyggere eller økosystemingeniører. Et typisk eksempel er arter med lang levetid, som bygger oppreiste strukturer hvor andre dyr kan få ly eller hvile. Slike tredimensjonale strukturer dannes av moselignende kolonier av Bryozoa og buskete Hydrozoa, eller klumper av muslinger og armføttinger og av de rotlignende tarestrukturene rottråder (rhizoid).



Gjørmete bløtbunn i midten av Adventfjorden Sand- og grusbunn nær Bjørndalen



Faunaprøve fra bunn nær Hotellneset med et mangfold av arter – kråkebolle, snegler og armføttinger kan ses mellom steinene



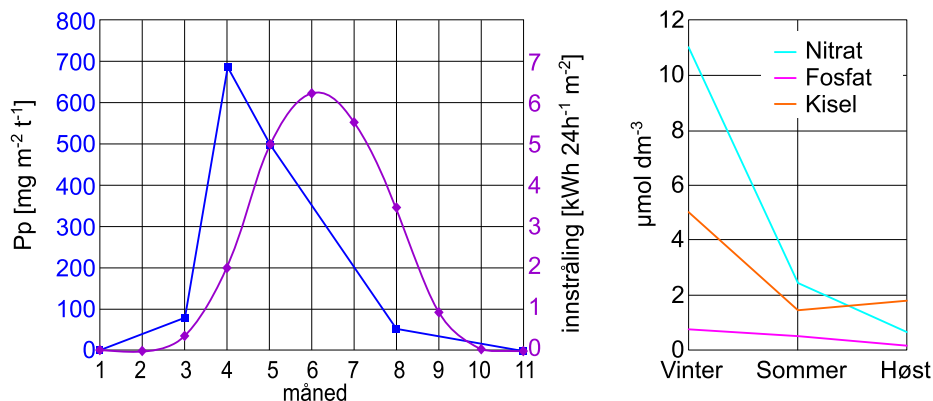
Steinbunn i den eufotiske sonen nær Grumant

Primærproduksjon

Tidligere i dette heftet har vi fremhevet hvor viktige autotrofe organismer er. Med sin evne til å omdanne sollys til energi og karbondioksid og uorganiske næringsstoffer til organisk materiale driver de i realiteten hele økosystemer. Navnet på denne prosessen er fotosyntese, eller primærproduksjon. Fra et økologisk perspektiv støtter den - med noen få unntak - livet på jorda, ved å binde energien fra fotoner til partikler. Selv om den marine algebiomassen bare er 1% av plantebiomassen på landjorda, foregår nesten halvparten av den globale primærproduksjonen, 105 milliarder tonn, i havet. I Arktis, hvor landlevende planter er små, er den marine primærproduksjonen relativt mye høyere. Om lag 1,51 milliarder tonn organisk karbon blir årlig produsert i det arktiske havet, mens den årlige karbonproduksjonen ved globale tundraer bare er på 0,81 milliarder tonn.

Autotrofe organismer produserer 4 til 180 gram organisk karbon for hver kvadratmeter fjordvannsoverflate (i den eufotiske sonen - de øvre vannlag i havet som har nok lys til at det kan drives fotosyntese). Selv om solen skinner hele døgnet på våren og om sommeren i Arktis, er sollyset begrenset. Her i nærheten av Longyearbyen, på en breddegrad på 77°N, forsvinner solen under horisonten den 26. oktober, og det første svake lysskinnet dukker ikke opp igjen før 29 januar. Fra 19. april til 23. august har Longyearbyen midnattssol. Dette kunne vært den perfekte situasjonen for alger, men så enkelt er det ikke. Selv ved sommerverv er solens maksimumshøyde over horisonten bare 35°. Sollyset avtar når det kommer inn i atmosfæren, og mesteparten av sollyset som når vannoverflaten blir reflektert/bøyes av på grunn av den skarpe vinkelen. Derfor er det bare en relativt liten mengde lys som trenger gjennom havoverflaten og som kan brukes av marine autotrofe organismer. Dette betyr at en kraftig primærproduksjon ikke begynner før solen når sin høyeste stilling over horisonten. Når dette først skjer er derimot hastigheten på produksjonen av organisk materiale enorm, og kan bli så høy som 115 mg organisk karbon pr. time. Når næringsstoffene brukes opp, avtar primærproduksjonen, og etter sommeren synker hastigheten til 10 mg pr. kvadratmeter i timen. Denne store forskjellen skyldes også at sollyset avtar raskere ved økende dyp, på grunn av økt konsentrasjon av mineralpartikler i vannet som er ført ut fra smeltende isbreer.

Primærproduksjonen forekommer også på solfylte steder på havbunnen. De mest effektive produsentene er makrofytter, og med en årlig produksjonshastighet på opp til 1 kg pr. kvadratmeter, overgår makroalgene planktonsamfunnene. På tross av den høye produksjonshastigheten, bidrar bentiske autotrofe organismer likevel bare med liten andel av den samlede karbonproduksjonen. Dette er fordi de er bundet til bunnen, mens plankton lever i hele vannsøylen. Den samme situasjonen gjelder for mikrofytoentos. Ett unntak finnes likevel - et fenomen som kalles invertert bunn, og som forekommer i den polare sonen. Dette skjer når bunnoverflaten til isdekket blir begrodd med en spesiell form for mikrofytoentos som kalles isalger. Den produksjonen disse står for er den første næringstilførselen etter vinteren.



Sesongvariasjon i primærproduksjonen ($\text{g C m}^{-2} \text{dag}^{-1}$) sammenholdt med næringsstoffer og lysnivå

Trofiske nett

Den viktigste koblingen mellom alle arter er næringsnettet, eller nettverket av rovdyr og bytte. Grunnlaget for disse forbindelsene er de grønne, autotrofe algene, som kan omdanne solenergi til organiske forbindelser. I Adventfjorden har pelagiske primærprodusenter, som kiselalger og andre grupper av mikroalger, en årlig produksjon på omtrent 80 g karbon pr. kvadratmeter. Dette er mengden organisk materiale som er tilgjengelig for de planteetende dyrene som gresser på små alger, både i vannsøylen og på havbunnen, ettersom algene sakte synker ned. Det er størrelsen på de små, marine pelagiske plantene som bestemmer størrelsen på de planteetende organismene. Derfor er de alle små, siden ingen store dyr kan bite på planter som er mindre enn én millimeter i størrelse. De fleste av planteeterne i Adventfjorden er hoppekreps og krill. Det finnes flere arter hoppekreps, og de varierer i størrelse fra 1 til 5 mm i lengde. Den største av planteeterne er krillen, som kan bli tre centimeter lang. Rovdyrene (predatorene) er neste trinn i næringskjeden. Dette er alle de som kan fange små planteetere, som pelagiske amfipoder (tanglopper), vingesnegler, ribbemaneter og ungfisk. Så kommer de store rovdyrene som jakter på de mindre rovdyrene, som fisk, sjøfugl og sel. Toppredatorene omfatter de store polarmåkene, joer, isbjørner og spekkhoggere. Bortsett fra polarmåken er denne gruppen dyr ikke veldig vanlig i Adventfjorden. Et fremtredende trekk ved næringskjeden er et energitap på 90 % for hvert ledd. For å produsere 1 kilo planteetende hoppekreps må systemet for eksempel produsere 10 kilo alger, og denne mengden mat vil holde liv i 100 gram fisk eller 10 gram sel. Alger som synker ned på bunnen sent på våren gir næring til mark, muslinger og sjøstjerner, som igjen blir spist av flatfisk, steinbit og storkobbe. Til slutt dør alle levende organismer, og blir brutt ned av bakterier og sopp. Dette er syklusen til organisk materiale, og de grunnleggende elementene benyttes igjen i små algeceller.

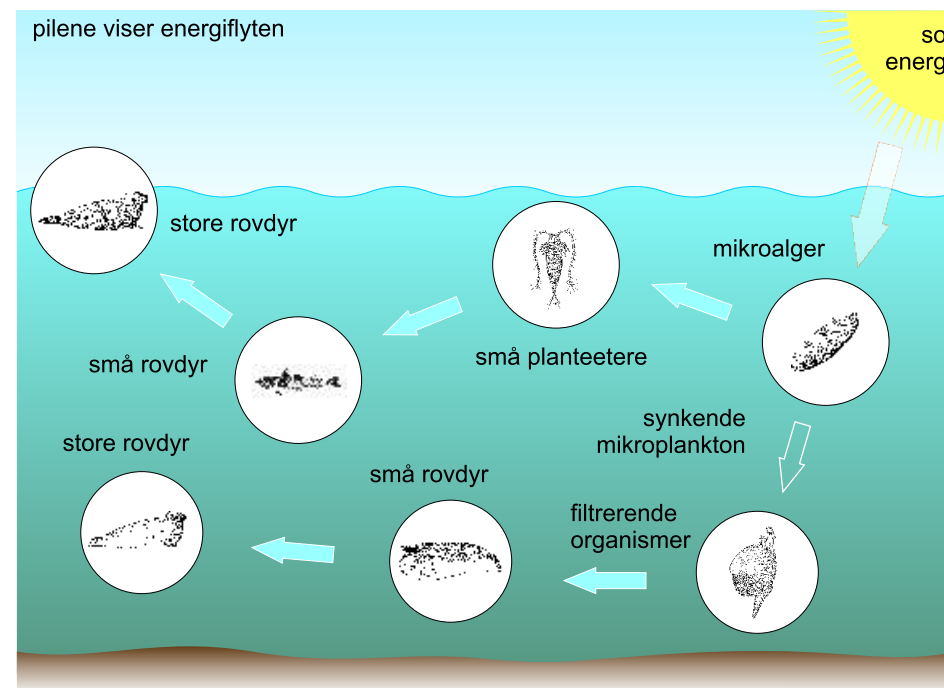


Diagram over trofiske nett i Adventfjorden.

Bruk av Adventfjorden

Miljøet anses gjerne som en kilde til varer og tjenester, men disse anses ikke lenger som "gratis". Det er vanskelig å anslå verdien på de marine omgivelsene, og slike vurderinger kan også gjøres på ulike måter. Den første måten er en økonomisk tilnærming. Denne fastsetter den pengemessige verdien, i form av varer som f eks mengde fisk tatt inn til og solgt fra et gitt område, og av tjenester - som f eks inntjening fra turister som har besøkt et bestemt sted. Den neste er en samfunnskulturell vurdering, som måler om og i hvilken grad menneskers følelser, stemninger og tro er knyttet til et gitt område. Den tredje vurderingen er den biologiske, hvor naturens verdi og integritet blir vurdert, uten at den er knyttet opp mot menneskelig utnyttelse. Den mest åpenbare bruk av Adventfjorden er til skipsfart og havneanlegg. Denne formen for bruk har likevel lite å gjøre med miljøstatus i fjorden, siden både havne- og transporttjenester kan utføres i omgivelser som er påvirket av ulike former for aktivitet. Men reiselivet er for sin del svært følsomt for kvaliteten på omgivelsene, og samtidig bidrar dette til en vesentlig del av lokal verdiskapning. Den samfunnskulturelle verdien av Adventfjorden er derimot vanskelig å bestemme uten målrettet forskning. Vurderingen av den biologiske verdien av dette området tar på den ene side utgangspunkt i de urørte kvalitetene i området. Størstedelen av Adventfjorden er sterkt påvirket av lokale avfallsutslipp. På den annen side tar vurderingen av den biologiske verden utgangspunkt i biodiversiteten og sammensetningen av det marine livet i fjorden. Slik sett er de mest biologisk verdifulle algeansamlingene de rike forekomstene som finnes ved Revneset. De artsfattige tidevannsslettene nær veier og annen infrastruktur, som ser ut til å være lite attraktive fra et biologisk utgangspunkt, spiller likevel en svært viktig rolle som mattilførsel for små vadefugler som besøker området i løpet av vår- og høsttrekket.



Adventfjorden er lokalt viktig for vannsportaktiviteter som kajakkpadling og vindsurfing.

Tidevannssletter er viktige som sesongmessige næringsområder for vadefugler.

Trusler og vern

Truslene som miljøet i Adventfjorden står overfor er knyttet til vekst og industrialisering i området. Ettersom Longyearbyen utvides og tar imot flere turister, øker mengden ubehandlet avløpsvann som tømmes ut i fjorden. Summen av økte mengder næringsstoffer fra slikt avløpsvann og oppvarmingen i området, kan føre til såkalt eutrofiering (økt planteproduksjon forårsaket av økt tilførsel av næringsstoffer). Mikrobielle matter, blågrønnalger og potensielt giftige algeblomstringer kan på denne måten bli utviklet. Industriell utvikling medfører risiko for utslipp og søl av drivstoff fra tanker på land eller skip. Det kalde miljøet, med langsom mikrobiell aktivitet hindrer havets naturlige selvrensende egenskaper. Oljeutslipp ligger lengre på sand- og grusdekte havstrender, fordi det svampaktige sedimentet suger opp olje og hindrer den fra å bli vasket ut. Svaberg er mindre sårbare siden bølger, vind og sollys bearbeider store deler av oljesølet. Tap av habitat er en annen trussel. Her er mekaniske forstyrrelser som sedimentuttak og -forflytning, undervannskonstruksjoner og andre aktiviteter som kan true den naturlige forekomsten av marine naturtyper spesielt alvorlige.

I mange av verdens marine områder er det utbredt bekymring når det gjelder fremmede eller invaderende arter som ikke hører hjemme i eller er vanlige der. I en arktisk havn som Longyearbyen, er det en mulighet for at skip kan innføre fremmede arter, som enten er festet til skrog eller som lever i ballastvann. Fremmede arter er ofte transportert som egg, larver, eller i hvilestadier. Arktis gir store utfordringer for fremmede arter, slik at bare de mest fleksible og tolerante av disse vil finne seg til rette her. Men til tross for en tilsynelatende oppvarming av området, økt transport av atlantiske vannmasser og økt skipstrafikk til Longyearbyen, er det fortsatt ingen vitenskapelige bevis for invaderende arter i Adventfjorden. Sporadiske observasjoner av boreale ("nordlige") arter som har drevet hit fra sine leveområder lengre sør anses ikke å være invasjon av fremmede arter, og slike eksemplarer, vanligvis enkeltteksemplarer, er ikke i stand til å etablere seg her. Etter hvert som klimaendringene fortsetter, vil flere arter sørfra sikkert kolonisere Svalbard, men dette vil være å anse som geografiske regimeskifter, og ikke invasjoner.

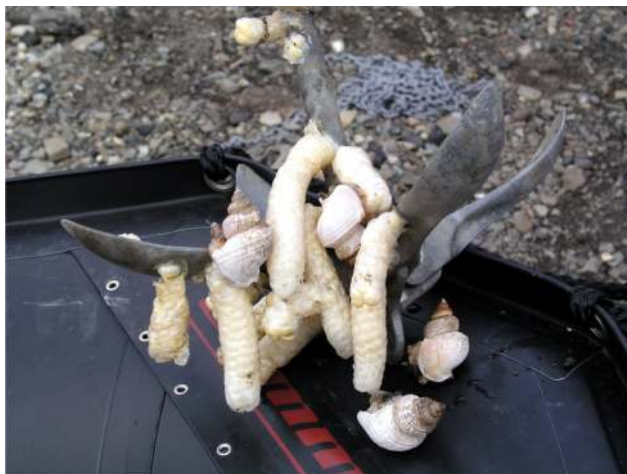


Et raskt økende antall turister og fastboende i Longyearbyen øker påvirkningen på det marine miljøet gjennom avløpsvann.

Praktisk guide for observasjon av marint liv

Amatørovervåking av endringer og variasjoner i miljøet er morsomt og dessuten svært nyttig for forskningen. Det blir aldri nok forskere til å registrere alle sjeldne dyr og uvanlige observasjoner, eller til å utføre enkle observasjoner over store områder. Nøkkelen til nyttige miljøobservasjoner er orientering i tid og rom og dokumentasjon av hendelser. Tilgjengeligheten av digitale kameraer og GPS'er gjør det enklere å oppfylle begge disse kravene. To typer informasjon er viktig for forskningen. Den første er dokumentasjon av alle uvanlige dyr, planter eller dyreatferd, som observasjoner av traner eller svaler i Svalbard-området, eller sjeldne sjøpattedyr som narhval, grønlandshval eller blåhval. Denne typen informasjon har alltid vært ansett som viktig, og samles inn av Norsk Polarinstitutt og LoFF. Den andre typen nyttig informasjon kommer fra enkle, gjentatte aktiviteter utført etter samme metode. Et typisk eksempel er å måle tykkelsen på havis på tidevannssletter. Dette er tilsynelatende

veldig enkle data, men når målinger er gjentatt på samme sted gjennom en vinter og deretter gjentatt i senere år, gir disse dataene informasjon om variasjonen i en av de viktigste miljøfaktorene i det arktiske økosystemet. Andre eksempler er målinger av vannets gjennomsiktighet, tidfesting av algeoppblomstring, observasjoner av dyr som er vasket i land, osv. (se tabell nedenfor). Mange av disse observasjonene er forholdsvis enkle, og hovedutfordringen er å ha tilstrekkelig frekvens og kontinuitet i observasjonene. Siden ingen forskningsinstitutter kan gjennomføre slike omfattende og hyppige innsamlinger av data, er derfor frivillig innsats uunnværlig. Et eksempel er overvåking av vanngjennomsiktighet. Lys er grunnlaget for vekst av alger og høyere planter og jo mer grumsete vannet er, jo mindre lys når havbunnen. Derfor er vannets gjennomsiktighet en av de viktigste miljømessige egenskapene når det gjelder å vurdere fotosynteseforholdene. I dypere og roligere vann brukes en enkel enhet som kalles Secchi plate til å overvåke vanngjennomsiktighet, mens i grunt og grumsete vann er sylindere som er beskrevet nedenfor mer hensiktsmessig.



Dette ankeret lå i havet nær Longyearbyen havn i en uke i mai. I løpet av denne tiden la den kjøttetende sneglen *Buccinum undatum*, kokonger av egg. Dette funnet indikerer dermed sneglens tidspunkt for reproduksjon i arktiske farvann.

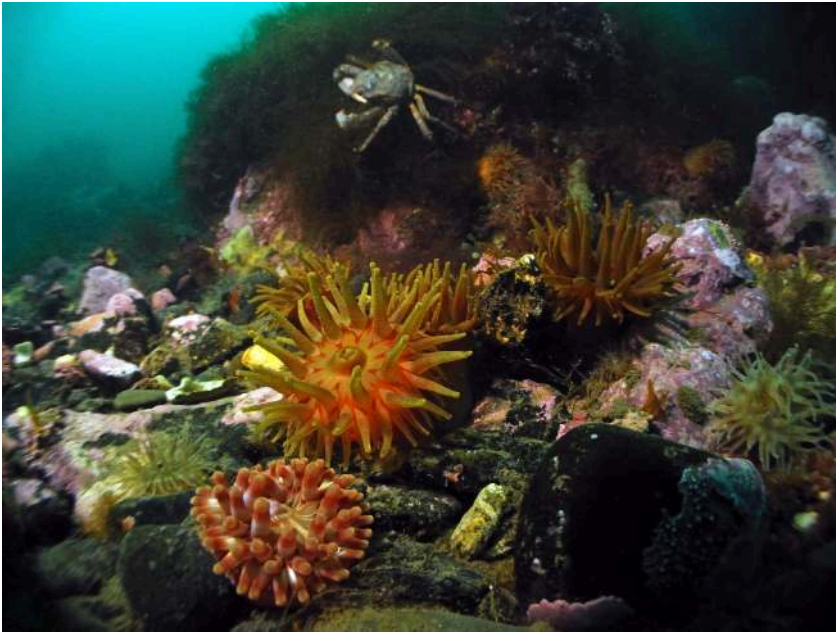
1. En Secchi plate på 20 cm i diameter og med et tydelig svart og hvitt mønster senkes ned i vannet til den forsvinner ut av syne. Platen blir deretter løftet mot overflaten til den er synlig igjen. Dybden der platen forsvinner av syne registreres.

2. Sylindremetoden er et alternativ til Secchi plate metoden. Fyll et glass eller en plastsylinder med vann. Et svart og hvitt mønster festes til undersiden av sylindere, og høyden på vannsøylen noteres når mønsteret ikke er synlig lengre.

Eksempel på observasjoner av marint miljø

Objekt	Hva måles	Hvordan (noter dato og lokalitet)
Fastis	Tykkelse	Over sprekker eller spesielt lagde hull i tidevannsslettene - SIKKERHET FØRST!
Primærproduksjon	Intensitet og tidspunkt	Registrer når vannet blir grønt på våren og når fargen forsvinner igjen
Zooplankton	Fremtredende arter eller arter som opptrer i store mengder	Registrer tilstedeværelsen av indikatorarter når du ser dem ved kaiene eller fra båt
Fjæresonen	Tilstedeværelse av alger og algedekke ved lavvann	Finn berg eller store steiner som er eksponert til luft ved lavvann, registrer % av algedekke
Vanngjennomsiktighet	Mengde partikler i vannet	Senk ned en hvit plate og registrer dypet den forsvinner på
Overvintrende fugler	Alle fugler som dukker opp mellom 1. november og 28. februar	Registrer arter og lokalitet
Beitende fugler	Alle fugler som beiter ved lavvann på tidevannssletter	Registrer arter og hvor mange fugler som beiter
Temperatur, pH og saltholdighet i overflatevannet	Temperatur i °C	Mål temperaturen på overflatevannet direkte eller fra en bøtte med vann samlet inn fra havoverflaten

Adventfjordens undersjøiske landskap av Piotr Bałazy



Utvalgt litteratur om Adventfjorden

- Dallmann W.K., Kjarnet T., Nottvedt A. 2001. Geological map of Svalbard 1:100,000, sheet C9G Adventdalen, Explanatory text, Norsk Polarinstitutt Temakart 31, 4–55.
- Dobrzyn P., Keck A., Tatur A. 2005. Sedimentation of chlorophylls in an Arctic fjord under freshwater discharge. *Hydrobiologia* 532, 1–8.
- Dobrzyn P., Tatur A. and Keck A. 2009. Photosynthetic Pigments as Indicators of Phytoplankton Development during Spring and Summer in Adventfjorden (Spitsbergen), *Oceanology* 49, 368–376.
- Dobrzyn P., Tatur A. 2003. Algal pigments in fast ice and under - ice water in an Arctic fjord *Sarsia*, 88, 291–296.
- Eiane K., Daase M. 2002 Observations of mass mortality of *Themisto libellula* (Amphipoda, Hyperidae). *Polar Biology*, 5, 396–398.
- Elverhoi A., Lonne O., Seland R. 1983. Glacimarine sedimentation in a modern fjord environment, Spitsbergen. *Polar Research* 1, 127–149.
- F. Nilsen F., Cottier F., Skogseth R., Mattsson S. 2008. Fjord-shelf exchanges controlled by ice and brine production: The interannual variation of Atlantic Water in Isfjorden, Svalbard Continental Shelf Research; 28, 1838–1853.
- Forwick M., Baeten N.J., Vorren T.O. 2009. Pockmarks in Spitsbergen fjords. *Norwegian Journal of Geology* 89, 65–77.
- L. Camus L., Birkely SR, Jones MB, Borseth JF, Grosvik BE, Gulliksen B, Lonne OJ, Regoli F., Depledge MH. 2003. Biomarker responses and PAH uptake in *Mya truncata* following exposure to oil-contaminated sediment in an Arctic fjord (Svalbard) *The Science of The Total Environment*; 308, 221–234.
- Lonne I., Nemeč W 2004. High-arctic fan delta recording deglaciation and environment disequilibrium. *Sedimentology* 51, 553–589.
- Majewski W., Pawłowski J., Zajączkowski M. 2005. Monothalamous foraminifera from West Spitsbergen fjords, Svalbard: a brief overview. *Polish Polar Research*, 26, 269–285.
- Majewski W., Zajączkowski M 2007. Benthic Foraminifera in Adventfjorden, Svalbard: last 50 years of local hydrographic changes. *The Journal of Foraminiferal Research*; 37, 107–124.
- Nygard H, Wallenschus J, Camus J. Varpe O. Berge J. 2010. Annual routines and life history of the amphipod *Onisimus litoralis*: seasonal growth, body composition and energy budget *Marine Ecology Progress Series* 417: 115–126.
- Nygard H., Vihtakari M., Berge J 2009. Life history of *Onisimus caricus* (Amphipoda: Lysianassoidea) in a high Arctic fjord. *Aquatic Biology* 5: 63–74.
- Sorbel L., Tolgensbakk J., Hagen J.O., Hogvard K. 2001. Geomorphological and Quaternary geological map of Svalbard 1:100,000, sheet C9Q Adventdalen, Explanatory text, Norsk Polarinstitutt Temakart 32, 57–78.
- Węśławski J.M., Szymelfenig M., Zajączkowski M., Keck A., 1999. Influence of salinity and suspended matter on benthos of an Arctic tidal flat. *ICES Journal of marine science*. 56, 194–202.
- Wiktor J., Węśławski J.M., Wiczonek P., Zajączkowski M., Okołodkó Y.B., 1998. Phytoplankton and suspensions in relation to the freshwater in Arctic coastal marine ecosystems. *Polish Polar Research* 19, 219–234.
- Włodarska-Kowalczyk M., Szymelfenig M., Zajączkowski M. 2007. Dynamic sedimentary environment of an Arctic glacier fed river estuary (Adventfjorden, Svalbard). II Meio and macrobenthic fauna. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 74, 274–284.
- Zajączkowski M., 2008. Sediment supply and fluxes in glacial and outwash fjords: Kongsfjorden and Adventfjorden, Svalbard. *Polish Polar Research*, 29(1), 59–72.
- Zajączkowski M., Nygard H., Hegseth EN., Berge J. 2010. Vertical flux of particulate organic matter in an Arctic fjord: the case of lack of the sea ice cover in Adventfjorden 2006–2007. *Polar Biology* 33, 223–239.
- Zajączkowski M., Włodarska-Kowalczyk M. 2007. Dynamic sedimentary environments of an Arctic glacier fed river estuary (Adventfjorden, Svalbard). I Flux, deposition and sediment dynamics. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 74, 285–296.
- Zajączkowski, M., Szczuciński, W. & Bojanowski, R., 2004: Recent sediment accumulation rates in Adventfjorden, Svalbard. *Oceanologia* 46, 217–231.

forfattere:

Marta Głuchowska – IO PAS
Lech Kotwicki – IO PAS
Witold Szczuciński – UAM
Agnieszka Tatarek – IO PAS
Jan Marcin Węśławski – IO PAS, redaktør
Józef Wiktor – IO PAS
Maria Włodarska-Kowalczyk – IO PAS
Marek Zajączkowski – IO PAS

Bjørn Frantzen – LOFF, innsamlingen
Gabriela Gic-Grusza – trykking og teknisk assistanse: QuaSeaLab
Lucyna Kryła-Straszewska – GIS Center UG, 3D kartet side 4
Stanisław Węśławski – IO PAS, heftet design, layout og all grafikk
Gunilla Eriksen og Hanne Margrethe Ingebrigtsen – norsk oversettelse

bilder:

Piotr Bałazy
Jakub Beszczyński – BSKB
Kajetan Deja
Marta Głuchowska
Christiane Hübner
Monika Kędra
Lech Kotwicki
Agnieszka Tatarek
Jan Marcin Węśławski
Maria Włodarska-Kowalczyk (forsidefoto)
Marek Zajączkowski

sponsorer:

Arctic Ocean Diversity
Census Of Marine Life
Institute of Oceanology Polish Academy of Sciences
Longyearbyen Feltbiologiske Forening (LoFF)
Ministry of Science and Higher Education, Poland
Svalbards Miljøvernfond
Svalbard Museum

opphavsrett:

Institute of Oceanology Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland, 2011
ISBN 978-83-921-552-6-3

