



Hav er meir enn vatn



HAVFORSKINGSINSTITUTTET 2017

REDAKTØR: Øystein Skaala

I REDAKSJONEN: Lars Asplin, Kjersti Lie Gabrielsen,  
Marie Hauge, Vivian Husa, Ingrid Askeland Johnsen,  
Olav Kjesbu, Hans Victor Koch, Stein Mortensen,  
Leif Nøttestad og Svein Sundby

Omslagsfoto: Erling Svensen

Grafisk design: Ringstad Design

Revidert 2. utgåve, 1.opplaget 2020

### Brennmaneten

Havet er fullt av tusen herligheter,  
like fra nise hval til mort og sild.

Allting er nyttig unntagen brennmaneter.  
Hva i all verden kan vi bruke dem til?

Hummer og ål og krabbe spiser vi gjerne.  
Perler og rav og korall kan vi pynte oss med.  
Men brennemanetens hissige røde lanterne  
varsler at folk bør la den være i fred.

Giftig og sleip og til ingen nytte er den.  
Men full av gåter er livets store spill.  
For finnes det kanskje noen ting i verden  
som brennemaneten kan bruke mennesker til?

*Inger Hagerup*



<b>Forord</b>	<b>6</b>
<b>I Vatnet er alltid på reise</b>	<b>9</b>
Hav er meir enn vatn.....	10
Teknologisk revolusjon gir ny kunnskap om havet.....	14
Vatnet er alltid på reise.....	16
Det forunderlege vatnet.....	20
Kva er ein fjord?.....	24
Fjorden har mange brukarar og funksjonar.....	26
Fjorden må pusta.....	30
Havet og fjorden snakkar saman.....	32
<b>2 Eventyrlege skapningar</b>	<b>35</b>
Algår pyntar seg med kalkplater og fargar fjorden turkis.....	36
Plagsame badegjester.....	38
Ein mystisk vandrar.....	40
Dyr med turbo og vassjet.....	42
Dei endelause mudderslettene på havbotnen	
skjuler eit yrande dyreliv.....	44
Eventyret om sjøstjerna frå Hardangerfjorden.....	46
Sex i havet.....	48
Dei fargerike leppefiskane – vakre og nyttige.....	50
<b>Livet i fjøra</b>	<b>52</b>
Om vinteren kjem kråkebollane opp på grunt vatn	
for å eta tang og tare.....	52
Livet nær elveutløpa er for vanskeleg for dei fleste.....	54
Artsmangfaldet aukar utover i fjorden.....	56
Den naturlege strandparken på Valøyane	
er spennande å utforska.....	58
Tilrettelagt natur- og kultursti ved Halsnøy kloster.....	60
Friluftsområda langs fjorden kan vera naturlege	
klasserom.....	62
Korallar kan leva i fleire hundre år, men raskt bli	
øydelagde av oss.....	64
Bukkarevet; Hardangerfjordens regnskog?	66

<b>3 Små endringar – store konsekvensar</b>	<b>69</b>
Vinden og regnet.....	70
Pyramiden i havet.....	72
Drivhuseffekten – ven og fiende.....	74
Ulike økosystem; ulik klimapåverknad.....	76
Klimaverknader i våre eigne havområde.....	78
Det store spørsmålet.....	80
Havforsuring er därleg nytt for skjel, hummar og korallar.....	82
Plast i havet; frå mirakel til miljøkatastrofer.....	84
Har vi nok mat til komande generasjonar?	86
<b>4 Skattkister i havet?</b>	<b>89</b>
Dei hemmelege fiskane i djupet.....	90
Slimete sekkedyr kan bli til drivstoff og dyrefôr.....	92
Dei viktigaste varslarane lever på havbotnen.....	94
Hot news frå kaldt hav.....	96
Treng havområda vern?	98
<b>5 Lærer vi av havdyra?</b>	<b>101</b>
Brislingen lærte oss båtbygging.....	102
Korleis ser havdyra i mørke?.....	104
Kan vi bli like gode som kvalen?.....	106
Kvalen kan bli redd.....	108
Silda er ikkje lettluert.....	110
<b>6 Er det plass til villaks og sjøaure?</b>	<b>113</b>
Kvar blei det av sjøauren?.....	114
Villaksen lever eit farleg liv.....	116
Rømlingane reduserer overlevingsevna til villaksen.....	118
Akvakultur; potensiale og utfordringar.....	120
Risiko for negativ miljøpåverknad; kan vi spå framtida?.....	122
Frå mordgåte til sporing av rømlingar.....	124
<b>Forfattarane</b>	<b>126</b>

# Forord

Temperaturen i havet endrer seg. Det har stor betydning for klimaet, for økosystemene på land og i havet og for hvordan vi kan høste og produsere maten vi trenger. Norge er en kyst- og havnasjon. Vi forvalter enorme havområder med noen av klodens største høstbare matressurser. Havforskningsinstituttet med sine rundt 1000 ansatte er et tyngdepunkt for kunnskap om de store prosessene som styrer livet i havet og kystsonen, og den betydningen det har for det øvrige livet på Jorda.

Forskningsformidling betyr å gjøre problemstillinger, oppdagelser, fakta og kunnskap tilgjengelig og forståelig for samfunnet utenfor de spesialiserte fagmiljøene. All den nye digitale formidlingsteknologien vi har i dag, gir oss muligheter for spennende forskningsformidling som vi aldri før har hatt. Disse mulighetene må vi utnytte.

I en tid hvor alternative sannheter florerer, er det mer enn noen gang viktig at forskerne og forskningsinstitusjonene har lyst og anledning til å kommunisere med resten av samfunnet. Derfor er det viktig at Havforskningsinstituttet har en fri og uavhengig rolle i alle faglige spørsmål.

Denne vesle boka passer ikke i en bokhylle. Den er imidlertid fin å ha i lomma, i sekken eller på nattbordet. Den er også fin å ha med på tog- eller flyreiser. Historiene kan også være utgangspunkt for samtaler mellom generasjonene. Boka inngår i Havforskningsinstituttets formidlingsprosjekt «Hav er meir enn vatn» og er en del av utstillingene i Folgefonnaenteret som ble åpnet av statsminister Erna Solberg 2. mai 2017.

*Professor Sissel Rogne  
Adm.dir.*



Foto: Øystein Paulsen

1

Vatnet er alltid på reise

# Hav er meir enn vatn



Noreg er ein kyst- og havnasjon med ei av verdas lengste kystlinjer. Difor har vi mykje kunnskap om havet. Men havet har framleis løynde rikdomar som ventar på å bli oppdaga. Vi treng kunnskap om mikroorganismar, plantar og dyr, om havstraumar og klima og om korleis vi kan hausta berekraftig av dei enorme matressursane i havet utan å øydeleggja matfatet for framtidige generasjoner.

Vi har 100 000 kilometer med strandlinje. Det betyr at din del av kysten er ca. 20 meter lang, men akkurat kor han ligg, veit du nok ikkje. For mange er kysten heimstad, arbeidsplass eller feriestad, og den lange, vakre kystlinja vår gler både

eigne innbyggjarar og turistar. Og Noreg sine havområde er enorme! Vi rår over seks gonger meir hav enn land, og norsk handel og økonomi er sterkt knytt til havet. Viktige stikkord er skipsbygging, fiskeri, havbruk, olje og gass og medisinar og kjemikaliar frå livet i havet. Fastlands-Noreg grensar til tre hav. Veit du kva dei heiter? Eller vil du læra meir om kyststripa di?

Denne boka fortel historiar om jakta på kunnskap og uoppdaga skattar i havet, og om samspelet mellom vatnet, klimaet, plante- og dyrelivet i havet og menneska. Hav er meir enn vatn.



**Lengst sør** finn du Nordsjøen, det grunnaste av våre hav. Store delar av Nordsjøen er mindre enn 50 meter djup, men langs kontinentalsockelen vår ligg ei renne med djup på over 700 m. Nordsjøen er eit eit svært produktivt hav med mange viktige fiskebestandar. Nordsjøen er eit av verdas mest trafikkerte sjøområde.

**Rett utanfor kysten** fra Stadt og nordover ligg det djupe og store Norskehavet med havdjup ned mot 4000 meter. Norskehavet tek imot ca. åtte millionar tonn varmt og salt vatn frå Atlanterhavet kvart sekund – åtte gonger summen av alle elvar i verda. Varme frå havet bidreg til det milde klimaet i Nord-Europa. Dette er leveområdet til ein av dei aller største fiskebestandane på Jorda, - norsk vårgytande sild, med ein biomasse på rundt 5 millionar tonn, der vi kan hausta rundt 650.000 tonn mat når vi forvaltar ressursen berekraftig.

**Lengst i nord** ligg det enorme Barentshavet, som åleine er ca. fire gonger så stort som Noreg. Så langt nord er det store årlege variasjonar i temperatur og isdekke. Barentshavet er leveområdet til den største torskebestanden på Jorda med ein biomasse på rundt 3 millionar tonn, der vi kan hausta rundt 500.000 tonn mat. Her finn vi òg ein av dei største sjøfuglkonsentrasjonane i verda med 20 millionar individ fordelt på nær 40 artar.

# Teknologisk revolusjon gir ny kunnskap om havet

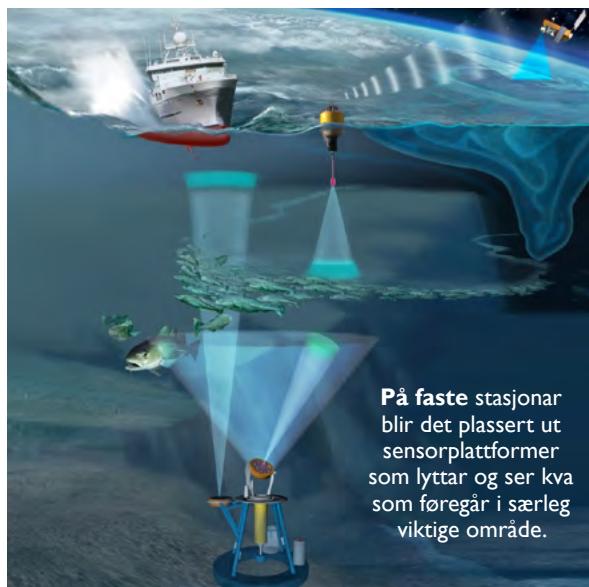
Havområda byr på store rikdomar, fiskeressursar, geonetiske ressursar, biomolekyl, olje, gass, mineral, nye materialar og energiressursar i form av varme, straumar og vind. Med aukande industriell aktivitet og utnytting av havområda, treng vi stadig meir nøyaktig kunnskap om livet i havet, om økosystema og om korleis industriaktiviteten vår påverkar livsformer og økosystem.

Sidan ljoset ikkje rekk så langt nedover i havet, i beste fall rundt 100 meter, er det grenser for kva vi kan registrera visuelt frå skip og bøyer på overflata, eller frå satellittar. Det føregår difor ein omfattande aktivitet for å utvikla og kombinera nye måtar å registrera det som føregår i djupet. Det er autonome farkostar som cruisar rundt i hava, registerer og rapporterer tilbake til oss kva dei ser, eller som i LoVe prosjektet i Lofoten og Vesterålen, der det på faste stasjonar blir plassert ut sensorplattformer som lyttar og ser kva som føregår i særleg viktige område, frå grunntområda like ned til 2500 meters djup.

Dette er eit særleg spennande og viktig område, fordi her blandar varmt, næringsrikt vatn frå Atlanterhavet seg med den norske kyststraumen og gir grunnlag for eit mylder av plankton, korallar, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Dette er nokre av dei viktigaste gyteområda for torsk, og opp mot 70% av all

yngel og egg frå dei kommersielle norske fiskebestandane startar livet her, medan dei driv gjennom området.

Biologisk aktivitet, lyd, salt, temperatur og straumar blir registrert med ei rekke sensorar, med ekkoalodd, kamera og undervassmikrofonar (hydrofonar), og vi kan følgja med i sanntid, medan det etter kvart vil bli produsert lange og verdfulle tidsseriar om fiskestimar, korallar, korleis planktonbløminga påverkar rekrutteringa i fiskebestandar, korleis sjøpatterdyra kommuniserer, klimaendringar og mykje meir.



## Vatnet er alltid på reise

Mehr enn 97 % av vatnet på jorda finst i havet, om lag 2 % finst i brear, litt finst i atmosfæren, i jordsmonnet, i elvar og innsjøar, og ein ørliten del finst i alle levande skapninga. Vatnet har eit krinslaup på Jorda, det reiser mellom hav, atmosfære, vassdrag, brear og grunnvatn. Også vatnet i fjordane er alltid i rørsle, det går fortast i overflata, seinast i dei dype bassenga. Tidevassrørslene, styrt av månen og sola, framstår som ei lang bølgje i vasstanden som breier seg oppover langs norskekysten. Endringar i vasstanden i fjordmunningane skaper ei tidevassbølgje inn i og ut av fjordane. Tidevasskrafta kan驱ra straum frå overflata ned mot djupvasslaget. Men dei store mengdene av kystvatn som kjem i pulsar, er det vinden som styrer. Når vinden blæs nordover langs kysten, kan det renna 25 000 kubikkmeter kystvatn innover i dei øvre vasslagene i Hardangerfjorden – kvart sekund! Når vinden bles sørover, vert vatnet i dei øvre vasslagene pressa utover og stundom får vi då innstrøyming til dei dype bassenga. Innstrøyminga har med seg næring og nye organismar til fjorden. Frå fjellheimen får fjorden tilført store mengder ferskvatn, frå Eidsfjordvassdraget, Kinso, Opo, Granvinseleva, Etneelva og fleire mindre vassdrag. Det lette ferskvatnet som fraktar med seg organisk materiale og mineral vaska ut frå fjellandskapet, legg seg oppå det saltare og tyngre kystvatnet.

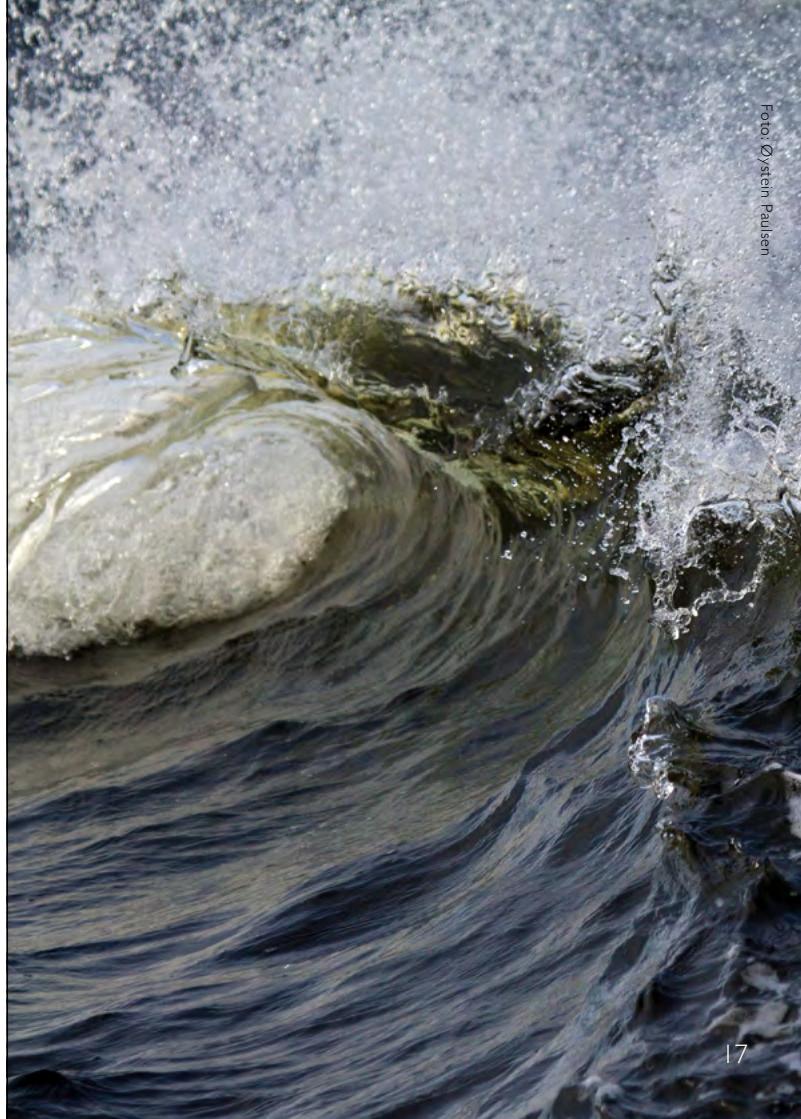
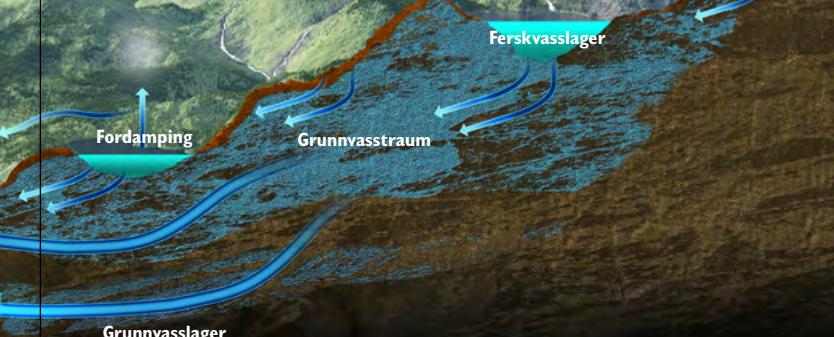
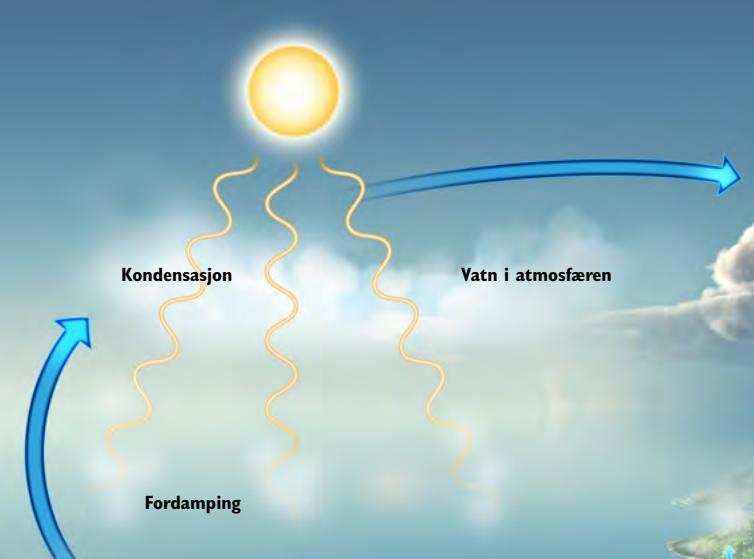


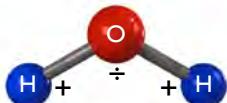
Foto: Øystein Paulsen



# Det forunderlege vatnet

**H**ar du tenkt på at mesteparten av kroppen din er vatn? Vatn utgjer faktisk heile 50 til 70 % av menneskekroppen, prosentvis mest i barn og mindre i vaksne og eldre menneske. Men kvifor er det slik at alt liv treng vatn? Kroppen din er ein kjemisk fabrikk der ei mengd ulike stoff som DNA molekyl, sukker, feitt og protein inngår i tusenvis av kjemiske prosessar. Maten vi et skal omdannast til byggeklossar som trengs i blod, musklar, nyrer, lever, hud hjerne og mange andre organ. Vatn løyser opp alle dei kjemiske byggeklossane som cellene treng, slik at stoffa kan transporterast rundt i cellene og blir tilgjengelege i byggearbeidet. Alle biokjemiske prosessar i kroppen er avhengig av vatnet sine eigenskapar som løysemiddel, og vatn er det det aller beste løysemiddlet vi kjänner.

Kva er det som gir vatnet desse livsviktige eigenskapane? Eit vassmolekyl er samansett av to ulike grunnstoff: oksygen og hydrogen. Oksygenet har evne til å tiltrekka seg negativt lada elektronar og difor trekk det til seg elektronar i hydrogenatoma. Hydrogenatoma deler elektronane sine med oksygenet og vassmolekylet blir difor svakt positivt lada på hydrogensida og svakt negativt lada på oksygensida.



Modell av vassmolekylet  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Vatn utgjer** heile 50 til 70 % av menneskekroppen. Alle biokjemiske prosessar i kroppen er avhengig av vatnet sine eigenskapar.



Ladninga på vassmolekylet gjer at når eit vassmolekyl kjem saman med eit anna, vil ladningar med motsett forteikn tiltrekka kvarandre og dei festar seg midlertidig til kvarandre. Denne kjemiske bindinga (hydrogenbinding) gjer at vassmolekyla held seg samla og dannar væskeform. Det er desse lada bindingane som gir vatnet dei unike eigenskapane det har. Ein viktig eigenskap er at vatnet kan førekoma i tre ulike former, is, vatn og gass innanfor det temperatur- og trykkområdet vi finn på Jorda. Vatnet held seg i væskeform innanfor eit temperaturområde på 100 gr Celsius. Når vatnet blir nedkjølt legg molekyla seg på rekke og dannar krystallar som gjer bindingane sterkare. Sidan denne krystallstrukturen har mange opningar, utvidar vatnet seg, frose vatn vert mindre tett og difor lettare enn vatn i væskeform. Difor vil is flyta på vatnet. Om isen ikkje kunne flyta, ville innsjøar frysa frå botn til overflata og bli kompakte i løpet av vinteren og ueigna som levestad for planter og dyr.

Det er dei kjemiske eigenskapane som gjer at vatnet skifter form innanfor temperaturområdet på Jorda, som gjer at elvar og hav held seg stabile, og som er avgjerande for at vatnet stabiliserer klimaet på Jorda, og vilkåra for livsformene vi kjenner.



**Vatnet sine** kjemiske eigenskapar som gjer at det kan veksla mellom væskeform, fast form og gass-form innanfor temperaturområdet vi har på Jorda, medverkar til å stabilisera elvar, innsjør og hav.

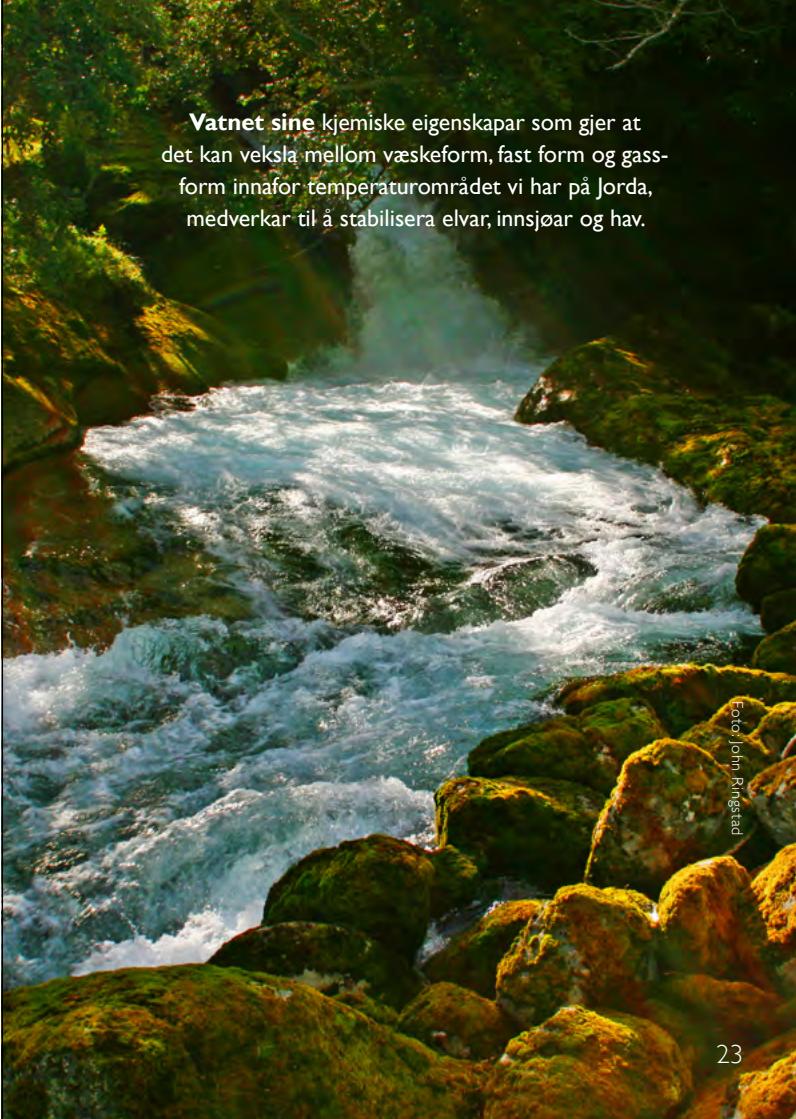
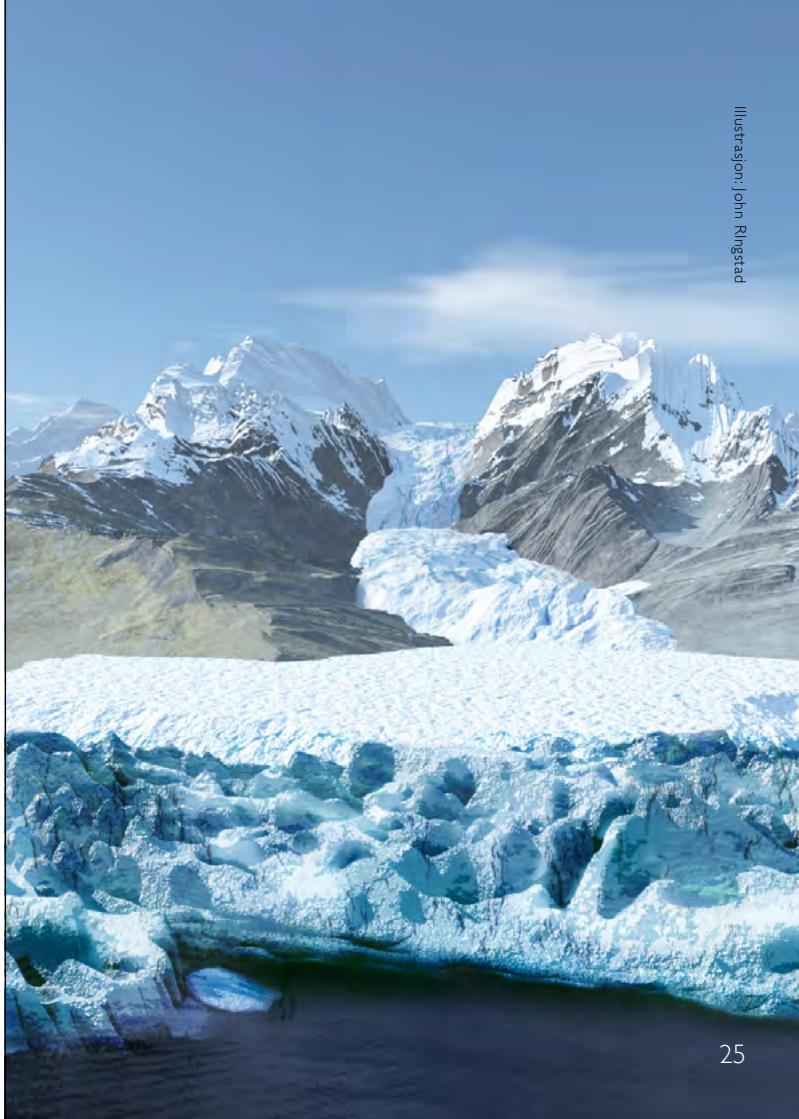


Foto: John Ringstad

## Kva er ein fjord?

Fjordane er eigentleg u-dalar, skapte gjennom 2 millionar år, forma av dei enorme ismassane som dekte det meste av Nord-Europa. For kvart tusenår slipte isen vekk ein halvmeter med grunnfjell, og isen og elvane grov djupe dalar i berggrunnen. Isen smelta etter kvart som klimaet endra seg, og la att sediment og lausmassar i framkant av istunga. Landet og fjordane vart sist isfrie for 10 000–12 000 år sidan. Slike fjordar finst berre få stader i verda og då ved høge breidddegradar på den nordlege og den sørlege halvkula, som i Noreg, Grønland, Canada og New Zealand. Terskelen til fjorden er det grunnaste området nær utløpet. Det var der kanten av isbreen som danna fjorden stoppa. Innanfor fjordterskelen kan det vera fleire djupe basseng. Sognefjorden er med sine 204 kilometer, den lengste fjorden i Noreg. Hardangerfjorden, den nest lengste fjorden i Noreg, er nesten 170 kilometer lang frå Odda i den inste fjordarmen og ut til det opne havet ved Bømlahuk. Det djupaste bassenget er 830 meter djupt og ligg ved Ålvik. Lenger ute, ved Halsnøya, der breen hadde mindre kraft og la frå seg knust fjell, ligg det morenetersklar på om lag 170 meters djup.

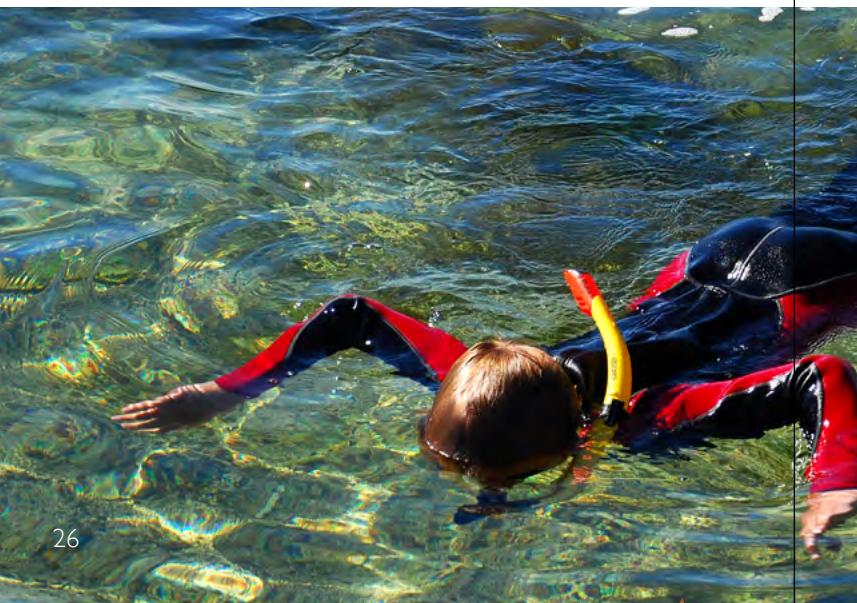
Illustrasjon: John Ringstad



## Fjordane har mange brukarar og funksjonar

**V**i tenkjer ikkje alltid over det, men fjordane våre har mange brukarar og mange funksjonar. Dei eldste spora etter menneske frå Hardangerfjorden er funne på Hespriholmen på Bømlo (9500 år gamle) og i Sævarhilleren i Jondal (9000 år). I Kvinnherad er dei eldste kjende buplassane Lundsmyrbuplassen i Omvikedalen (8500 år) og Skålabuplassen (7500 år) i Rosendal. Kvart år tiltrekker fjordane seg titusenvis av gjester som kjem for å oppleva

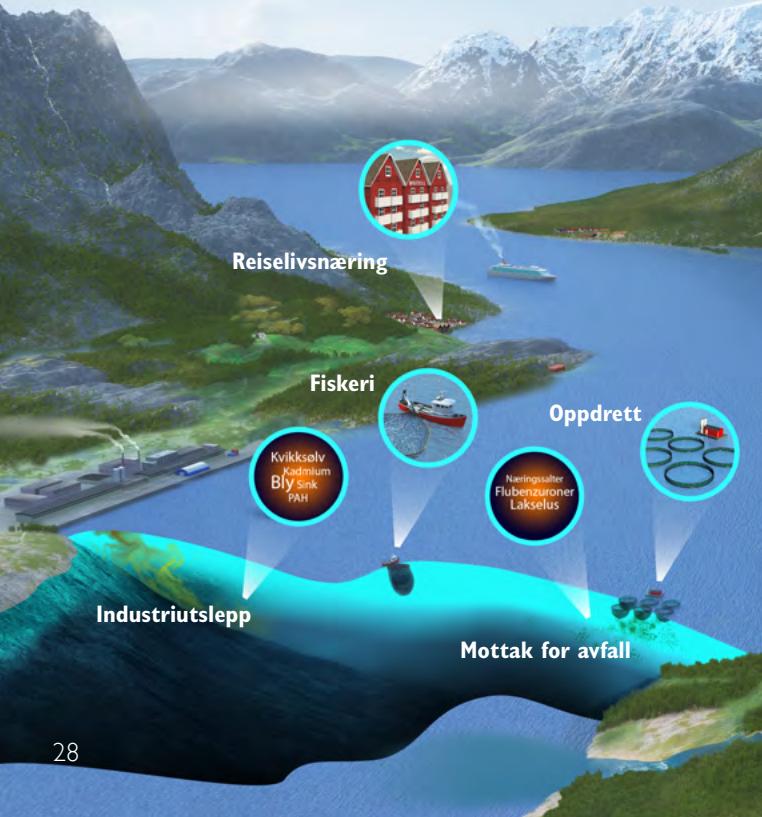
landskapet og naturen. Fjorden har ulike funksjonar og blir kvar dag brukt på mange ulike måtar. Stikkord er fiskeri og matforsyning, oppdrett, friluftsliv og rekreasjon, reiselivsnæring, mottak for kloakk og avfall og transportveg for folk og varer. Alle desse brukarane og aktivitetane påverkar fjorden. Nokre av dei giftige stoffa vi har dumpa i Hardangerfjorden, vil ha konsekvensar i mange tiår framover, kanskje lengre. Sidan vi er mange brukarar, og sidan vi skal bruka fjorden lenge, må vi ha oversikt over korleis fjorden lever og fungerer og korleis vi påverkar plante- og dyrelivet der. Kanskje treng også fjorden nokre verna område?



**Sidan vi er** mange brukarar, og vi skal bruka fjorden lenge, må vi ha oversikt over korleis fjorden lever og fungerer og korleis vi påverkar han.

Foto: Håkon Pettersen

Nokre av fjordens  
brukarar og funksjonar.



## Fjorden må pusta

Fjordane tek imot store mengder planterestar og organisk materiale frå land. Det er elvane som fører dette materialet ut i fjorden, men det kan også koma frå kloakk og gruve slam og som gjødsel frå oppdrettsanlegg og jordbruk. Slikt organisk materiale – anten det kjem naturleg eller på grunn av menneskelege aktivitetar – treng oksygen for at det skal brytast ned. Djupvatnet rotnar dersom denne nedbrytinga

brukar meir oksygen enn det som vert tilført fjorden, og etter kvart dør også store delar av dyra på botnen. Dette har skjedd i fleire fjordar langs sørlandskysten, og dei mest sårbare dyra er fiskeyngel og krepsdyr. Under vatn ser dei store fjordane ut som gigantiske grøfter der dei bratte sidene utgjer storparten av det undersjøiske landskapet. Her lever underlege dyr som sjøtre, svamper, anemonar, reirkjel og andre artar som filtrerer mat frå vasstraumen som følgjer sidene på fjorden.



Tangpungreke

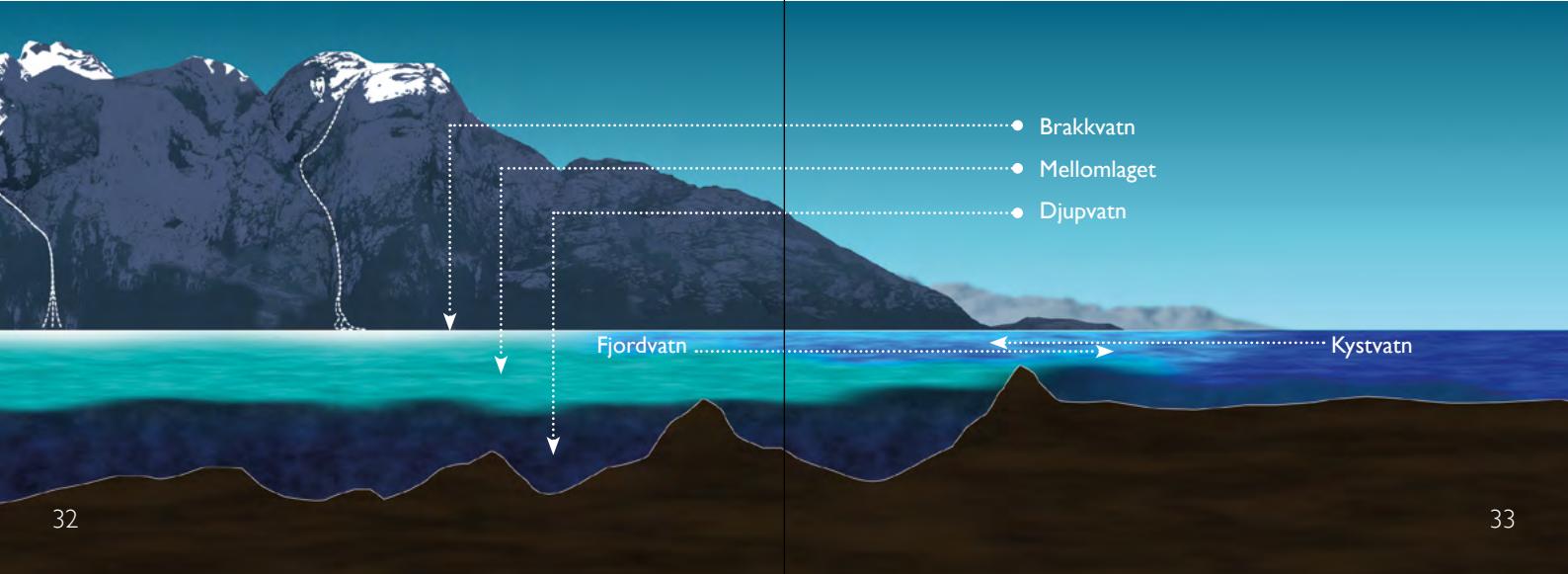


Foto: Erling Svensen

# Havet og fjorden snakkar saman

Ferskvatnet frå nedbør, bekker og elvar er lettare enn det salte sjøvatnet. Det gjer at vatnet i fjorden er lagdelt: Øvst ligg eit tynt lag med vatn som har lite salt (brakkvatn). Så kjem eit mellomlag som er like djupt som terskeldjupet i fjorden. Terskelen er ei høgd som går på tvers av fjorden, nærmest som ein dørstokk mellom fjorden og kysten utanfor. Terskeldjupet i Hardangerfjorden er til dømes på rundt 170 meter. Brakkvatnet og mellomlaget har fri kontakt med

kystvatnet utanfor fjorden, og blir skifta ut med jamne mellomrom. Fjorden har også djupe basseng som er stengde inne av fjordterskelen. Djupvatnet i desse bassenga blir berre skifta ut når tungt kystvatn blir pressa over terskelen og inn i fjorden. Bassenga blir då fylte med nytt vatn, medan det gamle vatnet blir pressa opp og ut. Det kan gå fleire år mellom kvar gong det skjer ei slik utskifting av djupvatnet. Oksygenet i bassenga blir gradvis brukt opp av dyr som pustar, og vatnet kan bli giftig dersom det ikkje kjem inn nytt, friskt vatn. Aukande temperatur i bassengvatnet og tilførsel av organisk materiale frå menneskelege aktivitetar vil medføra auka forbruk av oksygen.



## 2 Eventyrlege skapningar

# Algar pyntar seg med kalkplater og fargar fjorden turkis

**A**lt i februar–mars, medan det framleis er vinter på land, kjem våren til fjorden. På nokre få dagar skjer vårbløminga – ein enorm vekst av planteplankton, som er mikroskopiske, eincella algar. Dei er små, knapt ein hundredels millimeter, men dei er mange, og dei produserer ein stor del av oksygenet som finst i havet og i atmosfæren. Dette er havet sitt «gras» og det første leddet i alle næringskjeder i havet. Stundom kan du sjå at fjordane blir farga turkise eller blåkvite. Kva er dette? Er det forureining eller noko som er giftig? Nei, slett ikkje. Fargen kjem av den vesle algen med det flotte namnet *Emiliania huxleyi*. Han er dekt med ørsmå, fargelause kalkplater som spaltar lyset i vatnet. Fargeendringa vi ser når denne algen dominerer vårbløminga i Hardangerfjorden eller i havområda, er så kraftig at ho kan sjåast frå satellittar i verdsrommet. Alt planteplankton tek opp CO<sub>2</sub>, og *Emiliania huxleyi* og andre som dannar kalkplater, bidreg difor til å fjerne CO<sub>2</sub> frå vatnet.

Foto: Øystein Skarla



Foto: Nansen sentret (NERSC)

**Kalkalgen** *Emiliania huxleyi* er havet sitt «gras» og fargar store delar av fjordane under vårbløminga.



Illustrasjon: John Ringstad

## Plagsame badegjester

Den som tek seg tid på bryggjekanten ein sommardag, vil sjå at maneter er både vakre og grasiøse. Den rytmiske rørsla hos den pulserande klokka til ei glasmanet og dei bølgjande lange tentaklane til brennmaneta er eit fascinerande syn. Tentaklane strekkjer seg fleire meter ut til sida og fangar alt frå små hoppekrepss til fiskelarvar.

Sjølv om meir enn 95 % av manetene er vatn, og dei manglar hjerne, hjarte og skelett, er maneter svært effektive rovdyr. Dei har eksistert på jorda i over 500 millionar år, altså før dinosaurane og lenge før fiskane vart utvikla. Dei har endra seg lite. Dette tyder på at den enkle konstruksjonen har vore vellukka.

Dei vanlegaste store manetene i Hardangerfjorden er brennmanet og glasmanet. Manetene hører til nesledyra og har tentaklar med nesleceller som inneheld gift som dei brukar for å lamma bytet.

Glasmaneten og brennmaneten er særkjønna. Etter befrukting om sommaren slepp dei små larvane ut i vatnet og slår seg ned på botnen. Der lever dei som små, fastsittande dyr (polyppar) gjennom vinteren. Om våren snører det seg av ein «tallerkenstabel» av små, nye maneter, som i løpet av få veker vert til einskilde individ som sym fritt rundt. Manetene vert altså påverka både av tilhøva ved botnen vinterstid og av temperatur, fødetilgang og rovdyr utover våren og sommaren.

Ribbemaneter, til dømes lobemanet og sjøstikkelsbær har ikkje nesleceller, og tilhører ei eiga dyregruppe. Desse har celler med limstoff som byttedyra heng fast i. Nyleg blei det fanga ein ukjent art av ribbemanet djupt nede i Hardangerfjorden.



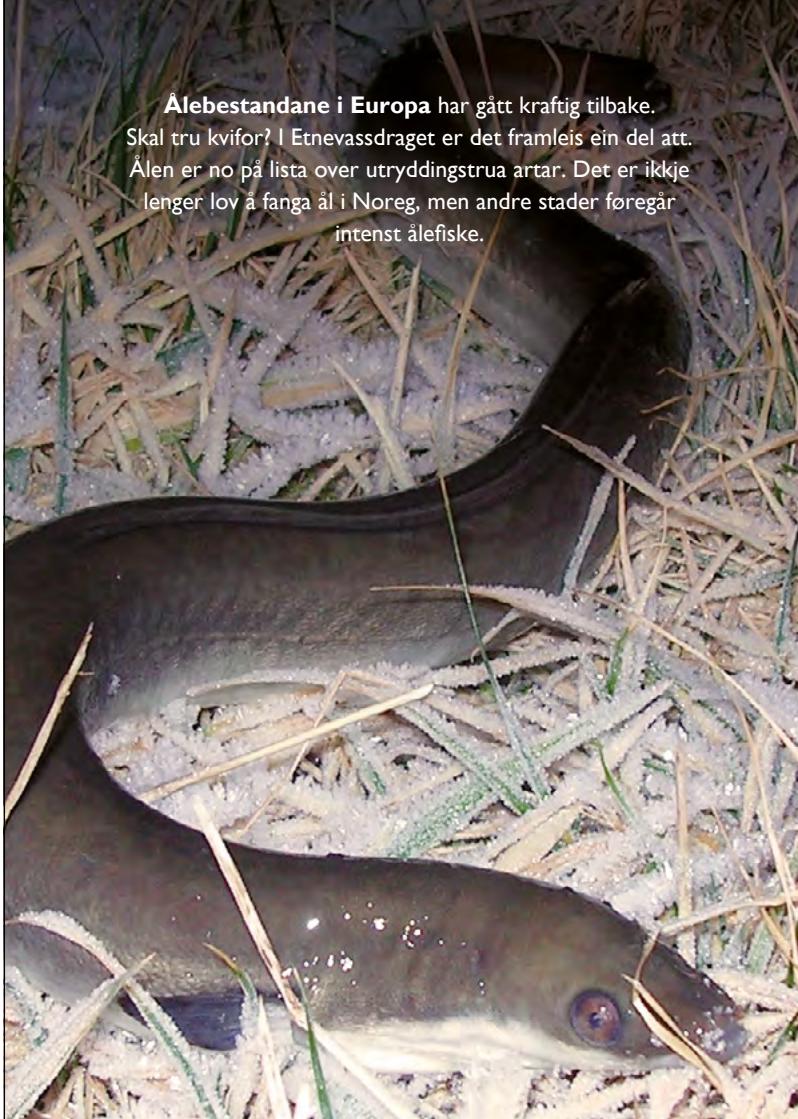
Foto: Øystein Paulsen

**Oppbløminga av maneter** er ikkje berre ubehageleg for badegjester, men kan også skapa vanskar for fiskeri, oppdrett, industri og båttrafikk ved at manetstimar tettar igjen kjølevassinntak og garn, ruser og trålar.

## Ein mystisk vandrar

Ålen gjennomfører ei svært lang vandring frå kyst og vassdrag i Europa til gteområdet i Sargassohavet, og vi veit framleis lite om han. Kanskje det er dette, i tillegg til alle transformasjonane han gjennomgår, som gjer han litt mystisk? Når åleyngelen kjem inn til kysten om våren, har dei små skapningane gjennomført ei reise på 2 ½ år frå Sargassohavet der dei vart klekte. Rett før dei når kysten, omdannar dei seg frå flate, gjennomsiktige fiskelarvar til gjennomsiktige glasålar med vanleg ålefasjon. Vi ser dei under steinar i fjøra og under steinar oppover i bekker og elvar i april og mai. I løpet av juni vert glasålen gulbrun. Hoålen vert størst og kan bli over meteren lang. Vi finn ålen både i ferskvatn og i saltvatn. Tida han er her, varierer frå 5 til 25 år. Når ålen omsider skal formeira seg, gjer han seg klar til å leggja ut på den store reisa tilbake til gteområdet i Sargassohavet. Når han har bestemt seg for å vandra, er det nesten ingen ting som stoppar han. Det er i dei våtaste og mørkaste nettene om hausten han startar på den lange reisa. Då har han mørk overside, lys underside og vert kalla blankål. Skinnnet er blitt tjukkare og har eit metallisk skjær, augo har blitt mykje større, og feittinnhaldet i fiskekjøtet er dobla. Det siste gjer at ålen greier seg utan mat resten av livet. Framfor seg har han ei reise som vil ta kring seks månader før han er framme der all ål frå heile Europa samlar seg for å gyta.

**Ålebestandane i Europa** har gått kraftig tilbake. Skal tru kvifor? I Etnevassdraget er det framleis ein del att. Ålen er no på lista over utryddingstrua artar. Det er ikkje lenger lov å fanga ål i Noreg, men andre stader føregår intenst ålefiske.



## Dyr med turbo og vassjet

Bleksprutane har levd lenge på Jorda, og i Hardangerfjorden finst fleire fargerike artar av denne forunderlege dyregruppa. Bleksprutane har fleire spennande særtrekk, mellom anna ein uvanleg fluktreaksjon. Når dei blir stressa, kan dei spruta ut ei sky av blekk medan dei stikk av frå fiendar. Mange av dei kan flytta seg fort ved å spyla ut vatn med høgt trykk frå kappeholer, nesten som ein vassjet, nytta i raske båtar. For at musklane i denne «vassjeten» skal verka, må dei ha rask tilgang på oksygen. Men bleksprutane har ikkje hemoglobin i blodet som fraktar oksygen rundt i kroppen, dei har i staden hemocyanin, som ikkje er fullt så effektivt. Samstundes har dei eit litt enklare hjarte enn til dømes vi har, og for å få nok oksygen raskt på plass i musklane, har dei utvikla ekstra pumper i krinsløpet, om lag som turbo på ein bilmotor. Kjempeblekspruten, som kan bli meir enn 13 meter lang, er det største nolevande dyret utan ryggsbein. Det er denne som har gitt opphav til skumle historier om det svære sjømonsteret Kraken.

Bleksprutane er også meistrar i kamuflasje. I huda har dei opptil 200 gule, raude og svarte pigmentceller på kvar kvadratmillimeter, plasserte over eit lag med ørsmå reflektorar. Lynsnart kan dei skifta farge, gå i eitt med omgjevnadene og bli nærmast usynlege. Denne evna til raske fargeendringar brukar dei ikkje berre til kamuflasje, men også når dei kommuniserer med kvarandre. Bleksprutane har eit høgt utvikla syn, og auga kan samanliknast med auga til ryggsbeinsdyra.

**Også hjernen** er høgt utvikla, og det er vist i akvarieforsøk at bleksprutane har ei overraskande evne til å læra. Dei kan endå til læra ved å observera erfaringane til artsfrendar!



Foto: Erling Svensen

## Dei endelause mudderslettene skjuler eit yrande dyreliv

Det aller, aller meste av havbotnen er mudder og leire – det vi kallar mjukbotn. I areal er dette den vanlegaste naturtypen på kloden vår. Endelause og tilsynelatande livlause muddersletter dekkjer botnen av dei store verdshava og fjordane. På og nede i botnen skjuler det seg eit rikt og variert dyreliv med børstemark, muslingar, krepsdyr og pigghudar. Korleis kan det ha seg at denne naturtypen er så artsrik? Dyra på mjukbotnen lever av næringsrike partiklar som fell ned frå produksjonen høgare oppe i vatnet. På ulikt vis er dei blitt spesialistar på å fanga desse små gåvene ovanfrå. Mange av dyra er nedgravne og har berre eit sugerør opp til overflata slik at dei kan suga i seg maten. Andre, som pølseormen, lèt rett og slett ei slags tunge liggja som eit langt transportband som sakte fører partiklane fram til munnen. Det meste av avfallet frå oss menneske hamnar i havet. Spesielt mykje endar opp i fjordane våre sidan store delar av befolkninga bur langs ein fjord. Når vi undersøkjer dyrelivet på mjukbotn, lærer vi samstundes kva som skjer når det samlar seg avfall i og på botnen.

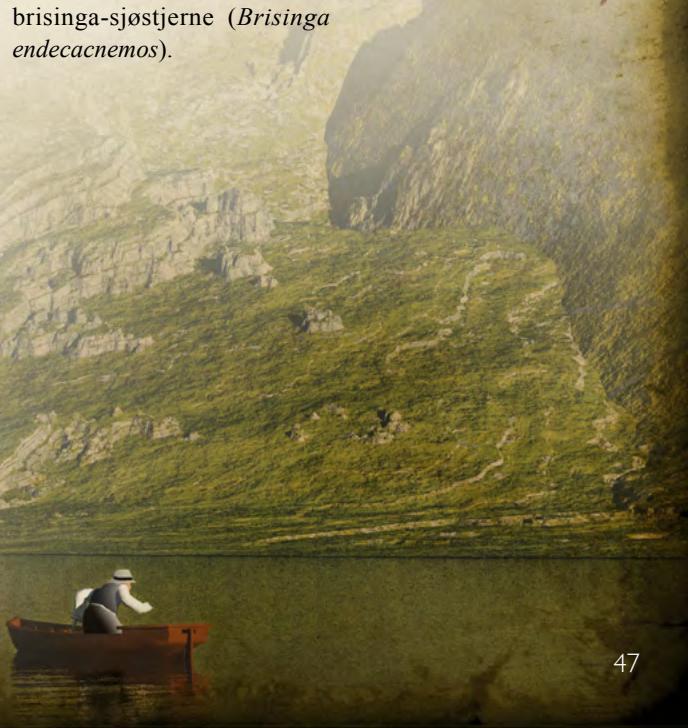


## Eit sant eventyr

Den berømte eventyrsamlaren Peter Christen AsbjørnSEN samla også dyr frå dei store djupa. Sommaren 1853 gjorde han ei sensasjonell oppdaging i Hardangerfjorden. Med sjølvlagda reiskap fekk han opp delar av ei stor sjøstjerne frå 400 meters djup. Den skjøre sjøstjerna kom opp stykkevis og delt, men han klarte å setja ho saman att. Sjøstjerna var over 60 cm i diameter, korallraud med vakker perlémorsglans og med heile 11 lange armar.



Sjøstjerna, som var ukjend for vitskapen, fekk AsbjørnSEN til å tenkja på den norrøne forteljinga om Brisingamen, det vakre brystsmykket til Frøya, som Loke gjøymde i djuphavet. AsbjørnSEN syntest det var dette smykket han hadde funne og gav difor oppdaginga si namnet brisinga-sjøstjerne (*Brisinga endecacnemos*).



## Sex i havet

Dyra i havet har eit utal av finurlege former for kjærleiksliv. Mange gjennomfører komplisert fløting før dei vel kjæraste, medan andre kan skifta farge for å visa at dei er interesserte i sex.

Rur er krepsdyr som bur i små kalkhus som sit fast på stein og svaberg. Dei parar seg ved å stikka penisen ut gjennom ei opning i skalet og befrukta andre. Penisen er åtte gonger lengre enn kroppen og er verdas lengste i høve til kroppslengd.

Hos nakensniglane er alle dyra både hann og ho. Her ligg kjærastane andføttes, kvar sin veg, og overfører sperma til kvarandre. Eggene blir lagde på eit område der larvane kan finna mat.

Hos nokre blekksprutar kan hannen enda opp som lunsj for hoa. Forsøka på å befrukta hoa er ein livsfarleg leik som kan ta fleire timer. Hannen har ein arm med sperma på tuppen. Denne «penisen» blir så ivrig at han stikk av frå hannen og oppsøkjer hoa på eiga hand.



## Dei fargerike leppefiskane – vakre og nyttige

Dei fargerike og vakre leppefiskane berggylt, grøngylt, grasgylt, bergnebb, blåstål og raudnebb kan du ofte sjå under bryggja. For mange nysgjerrigperar er det desse vakre, fargerike leppefiskane som først vekte interessa for livet i havet. Leppefiskane er varmekjære og mest aktive om sommaren. Om våren vaknar dei til live frå ein dvaleliknande tilstand og sym inn til tangbeltet på grunt vatn. På eit vis deler artane fjøra mellom seg. Der myldrar det av fisk som skal etablera revir, skaffa seg make, formeira seg og passa på at avkomet klarar seg den første, krevjande tida etter at eggja er klekte.

Leppefiskane har blitt svært populære i kjølvatnet av oppdrettsnæringa fordi dei plukkar lus av laks og aure når høvet byr seg. Leppefiskane er også ein viktig del av økosistema langs fjord og kyst. Det er difor viktig å kjenna livet til leppefiskane og kva funksjonar dei har i naturen slik at vi finn ein berekraftig balanse mellom bruk og vern.



**Hos fleire av artane** bygger hannen reir der han inviterer «damene» på besøk. Det er høgt aktivitetsnivå når hannane skal forsvara revira, samstundes som hofiskane sym rundt for å velje seg eit passande reir for gytinga.



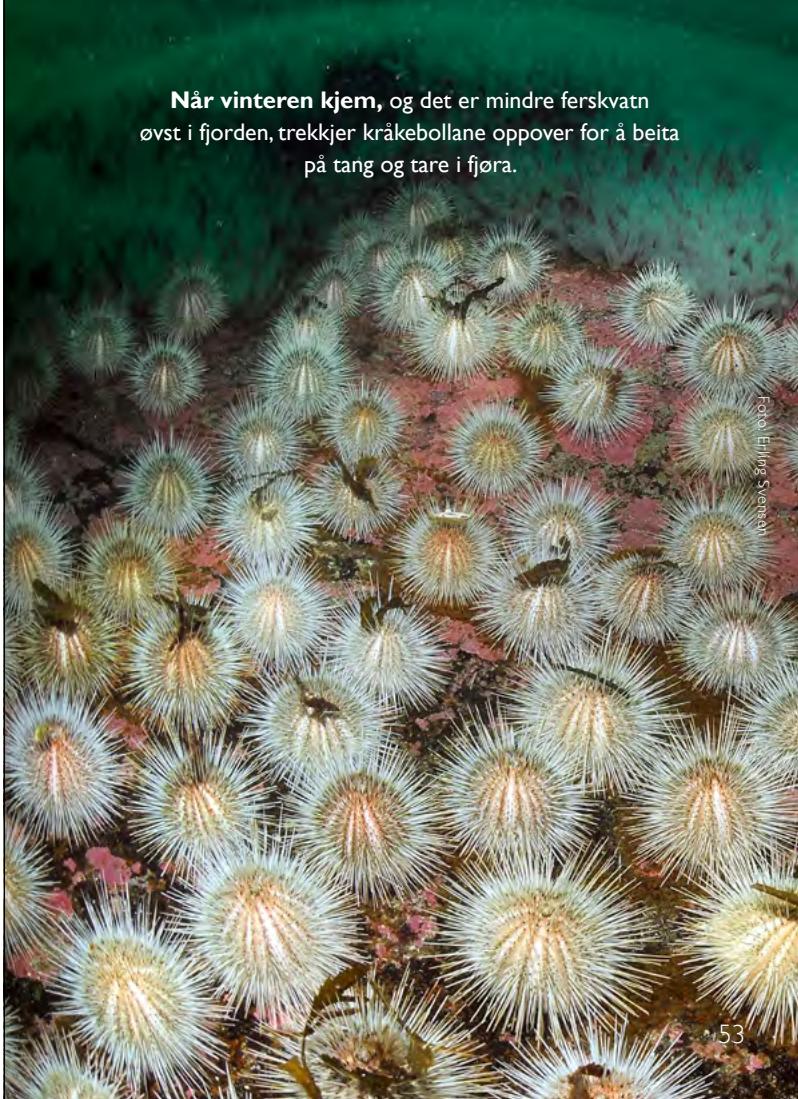
# Livet i fjøra

## Om vinteren kjem kråkebollane opp på grunt vatn for å eta tang og tare

Ser du på plantar og dyr langs ein fjord, finn du underlege særtrekk, fargar og strukturar, tilpassa miljø med vekslinger i salt, temperatur, straum og bølgjer. Saltinhaldet i overflatevatnet er påverka av ferskvatn frå elvar og nedbør. Dette styrer igjen kva slags artar som lever i ulike delar av fjorden. I ytre del, som er minst påverka av ferskvatn, finn vi dei som vil ha mest salt. Innover i dei inste delane av fjorden blir det mindre og mindre salt, og færre og færre artar klarer seg.

Den langpigga kråkebollen har løyst dette på sin eigen måte. Han vandrar opp og ned etter årstida. Om våren og sommaren, når ferskvasslaget er tjukt, trekkjer han nedover i dei saltare vasslagene under 10 til 15 meters djup. Tang- og tareplantane er sjølve «skogen» i Hardangerfjorden. Dei er oksygenprodusentar og skapar viktige oppvekstområde for fisk og mange andre dyr.

Når vinteren kjem, og det er mindre ferskvatn øvst i fjorden, trekker kråkebollane oppover for å beita på tang og tare i fjøra.



## Livet nær elveutløpa er for vanskeleg for dei fleste

Ivene fører store mengder ferskvatn ut i fjorden. Dette skaper vanskar for mange marine plantar og dyr, og i eit område rundt utløpet vi finn difor berre artar som toler mykje ferskvatn. Inne i elveløpet finn vi tette matter av høvrингstang, lenger ute tarmgrønske, blæretang og sagtang. Blåskjela dukkar gradvis opp på botnen i straumen. Strandsniglen er også ein robust art som finst i elvemunningen. Enkelte fiskeslag, som aure, laks, ål og skrubbeflyndre, har utvikla tilpassingar som gjer at dei toler dette miljøet med store vekslingar i salt og temperatur.



Blåskjel



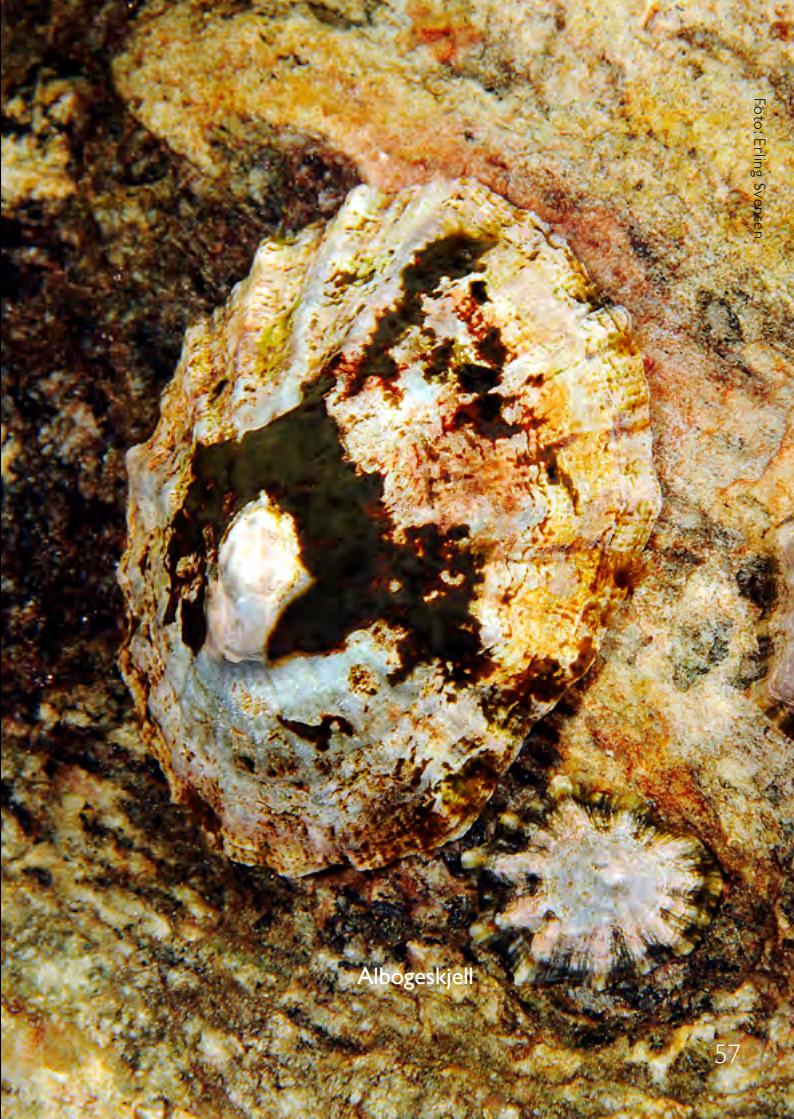
Butt strandsnigl

## Artsmangfaldet aukar utover i fjorden

Utover fjorden, som i fjøra ved Røynholm nær Rosendal, finn vi eit plante- og dyreliv som er vanleg i den midtre delen av fjorden. På stranda veks det tarmgrønske og sauettang på steinane, og i sanden kan du finna både sandskjel og hjarteskjel. Langs botnen og inne i tangvasane bur det svartkutling, grøngylte, raudnebb og blåstål. På svaberga ute på nesa veks det marebek, messinglev og andre skorpelav. Her er blåskjel, rur, posthornmark, albogesniglar, strandsniglar og purpursniglar. I tangbeltet på svaberga veks sauettangen øvst oppe, deretter kjem blæretang og grisetang, medan sagtangen dominerer i sjøsona. Inne mellom dei store brunalgane finn du ein mosaikk av grøndusk, vorterugl og andre små raudalgar. I tangbeltet står det store og tette stimar av små kutlinger. På et par meters djup går tangbeltet over i eit felt med sukertare og enkelte stortareplantar. Innimellom veks buskar av blæretang og skulpetang. Desse store tangplantane i sjøsona er ofte overgrodde av mosdyr og ulike brun- og raudalgar.



Grøngylte



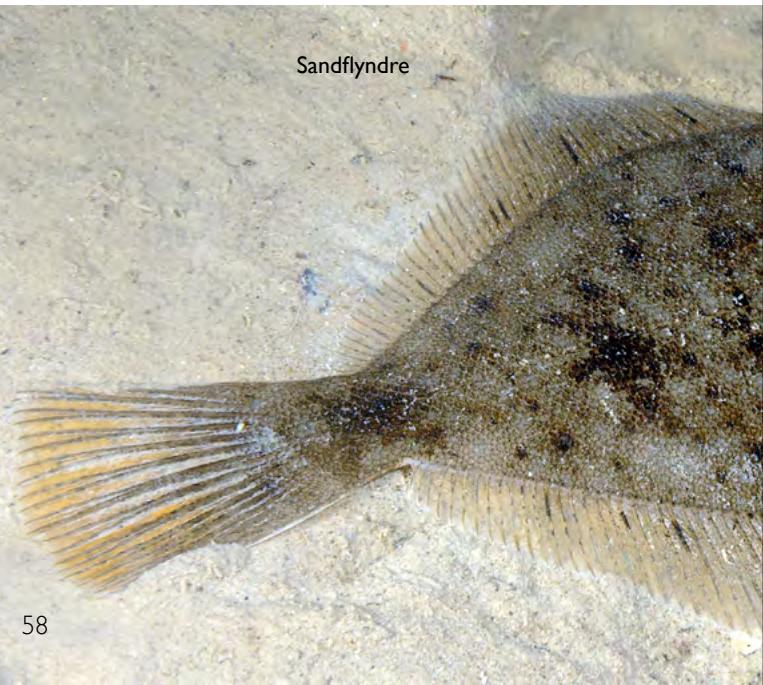
Albogeskjell

## Den naturlege strandparken på Valøyane er spennande å utforska

Den naturleg strandparken på Valøyane er eit vakkert døme på landskap vi kan finna utover i Sunnhordland. Midt i dette kulturlandskapet ligg eit friluftsområde som husar eit mangfald av levestader for marine plantar og dyr. Rundt øyane er det grunne, bølgjebeskytta sjøområde med mjuk sandbotn; godt eigna for snorkling. Inne i buktene finst mengder av skjel, som sandskjel, hjarteskjel og østers. Her

er det grunn, slett botn, varmt, og gode forhold som fremjar gyting og god utvikling for larvane. Du kan også finna andre dyr som bur nede i sanden. Sand- og mudderbotnen er også ideell for flyndrer. Dei finn skjul på botnen og beitar på kutlinger og smådyr som reker og børstemark. På grunt vatn inst i buktene kan vi sjå dei ørsmå flyndreungane. Her trivst også hjarteskjelet. Utsida av øyane er i langt større grad bølgjeeksponert; her finn du artar som lever i eit meir skiftande miljø.

Sandflyndre



## Tilrettelagt natur- og kultursti ved Halsnøy kloster

Mange stader langs fjord og kyst fins både interessante kulturminne og spennande plante- og dyreliv. Ved Halsnøy kloster finn du eit godt døme på ein fin liten sti med informasjon om kultur- og naturhistorie. Skarvasteinen ved Halsnøy kloster er typisk for den ytre delen av fjorden. Her finn vi mykje insekt og tanglopper, som er mat for måsar, ender, gjæser og trekkande vadefuglar som spovar og vase. Strand og rullestein skaper eit krevjande miljø der få, men spesialiserte artar trivst: sniglar, sjøanemonar og krepsdyr som tanglopper, eremittkreps og strandkrabbar. Nede i sanden lever sandmark og hjarteskjel. På botnen veks det sukkertare og sagtang, og du kan finna felt med ålegras på sanden. Her lever små dyr og fiskar som kutlingar, grøngylte, berggylte og nålefisk. I området rundt Halsnøy er det mange grunne skjelsandområde der du litt djupare nede kan finna kamskjel og kuskjel. På svaberga ytst på nesa er det albogesniglar, strandsniglar og rur. Fjørrepyttane har strandrekker, sandkuttingar, eremittkreps, strandsniglar og strandkrabbar og algane tarmgrønske, vorterugl og grøndusk. I tang- og tarebeltet på svaberga veks sauettanga øvst, så kjem blæretang, grisettang og sagtang, med grøndusk og vorterugl nedst. I sjøsona som aldri blir tørrlagd, finst fingertare og sukkertare.

Eremittkreps



## **Friluftsområda langs fjorden kan vera naturlege klasserom**

Langt ute i Hardangerfjorden, rett sør for Borgundøy, ligg øya Romsa. På flytebryggjene veks sjøpungar, sjøanemonar og sukkertare, som gir skjul for små fiskar og andre dyr. Under bryggja står det stimar med tangkutlingar. Her sym også tangstiklingar og grøngylte, bergnebb og raudnebb. Dersom du snorklar over sandbotnen, kan du sjå

sandkutlingar, svartkutlingar og sandskjel. Tangbeltet utanfor bryggjene består mest av blæretang og grisetang, men der er også ei sone med grøndusk. Under denne kjem eit felt som er dominert av raudlo før sukkertaren gradvis dukkar opp. På utsida av dei skjerma vikane, der det er meir bølgjer og betre utskifting av vatnet, veks andre artar. På utsida har svaberga elles meir rur, og nede i sjøen heng sukkertaren tett. Her finn du også stortare, som krev litt bølgjer.



Foto: Erling Svensen

# Korallar kan leva i fleire hundre år, men kan raskt bli øydelagde av oss

Kven har ikkje hørt om det store barriereretet på austkysten av Australia, - den største strukturen på Jorda laga av levande organismar? UNESCO har lista dette som ein del av verdsarven vår. Koralldyra i Hardangerfjorden og andre fjordar har til no vore ein løyndom for folk flest. Ikkje mange av bilistane som kryssar denne fjorden gjennom Bømlafjordtunnelen, veit at dei køyrer under eit korallrev! Eller at det finst store enger med korallskog på leirbotnen 200 til 400 meter under havflata. Det er steinkorallar som dannar korallrevra, ofte på bratte bergvegger eller i terskelområda. På mjuk botn dannar den buskforma bambuskorallen store

korallskogar. Sjøtre, som også finst i Hardangerfjorden, er den største hornkorallen i verda. Den kan bli opp mot seks meter høg.

Nokre koralldyr kan bli svært gamle. Levande koloniar av steinkorall kan bli minst 250 år, medan dei eldste delane av korallreva som er funne i Midt-Noreg, truleg er eldre enn 8000 år. Dei fleste av desse korallane lever av næringsrike partiklar som søkk ned eller kjem drivande med straumen. Dei er elles rovdyr, som stort sett jaktar ved å venta på at små planktondyr skal driva rett inn i munnen på dei.

Dei revbyggjande koralldyra er viktige leveområde for hundrevis av andre artar som er tilpassa ein sameksistens i denne naturtypen. Dei kan bli skadde av tråling og andre fiskemetodar eller ved oppankring av store konstruksjonar, og er sårbare for utslepp av steinmassar, støv og andre partiklar frå industriell aktivitet.

*Lophelia pertusa*-korallar



# Bukkarevet; Hardangerfjordens regnskog?

På terskelområdet, mellom øya Hille og Huglhammaren, vest for Halsnøy kloster, finn vi Hardangerfjordens kanskje eldste dyr, 4000 år gammalt, midt i eit av dei mest artsrike områda i fjorden. Terskelen er ein morenerygg lagt att av isen, - ein del av Raet som vi kan sjå oversjøisk fleire stader i Sør-Noreg. Området er ein viktig fiskeplass og fiskarane har lenge vore klare over at det lever korallar her. Kanskje er dette vår marine «regnskog»? Revet ligg akkurat innafor grensene for Miljødirektoratet sitt forslag til Ytre Hardangerfjorden marine verneområde, som vil bidra til å oppfylla internasjonale avtalar om marint vern, dersom samfunn og næringsliv aksepterer at det skal bevarast for framtida.

Bukkarevet vart kartlagt i 2019 og strekkjer seg fleire hundre meter i kvar retning. Det er det største kartlagde bakkarevet på Vestlandet. Revet som er bygd av augekorallen *Lophelia pertusa* er framleis intakt, og det er levestad for eit rikt spekter av levande organismar, tette bestandar av store svampar av ulike artar, små sjøtre, sjøbusk og sikksakk-korall. Her lever mengder av små krepsdyr, trollhummar, lusuer, torsk, havmus og kjempefilskjell. Mengder av eggkapslar frå skater eller hai tyder på at dette også kan vera «fødestove» for desse bruskfiskane som er truga av menneskelege aktivitetar

frå mange hald. På austsida av revet lever ein stor førekommst av blomkålkorall.

Frå før er det kjent at det er store vegg-rev på Huglhammaren like i nærlieken, og truleg fins det fleire korallar i terskelområdet til Hardangerfjorden.

Korallar veks seint og er følsame for menneskeleg påverknad som tråling, utslepp av ulike kjemikaliar og partiklar og oppankring av ulike konstruksjonar som oppdrettsanlegg og oljeriggar.



Foto: Erling Svensen

**Augekorall:** Kvite og rosa *Lophelia pertusa* og svamp.

# 3 Små endringar – store konsekvensar

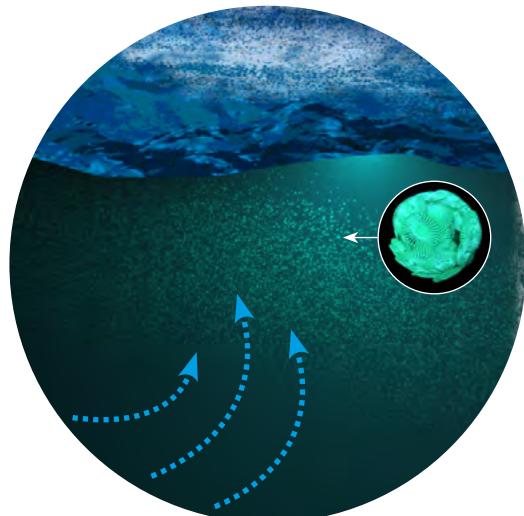
## Vinden og regnet

**M**edan planteproduksjonen (primærproduksjonen) på land hovudsakleg skjer i store organismar som gras, buskar og tre, er det mikroskopisk plantoplankton som står for det meste av planteproduksjonen i havet. Dette finst i dei øvre 50–200 metrane der det er lyst nok til at fotosyntesen kan gå føre seg. Som på land, er det tilførselen av næringssalt og lys som avgrensar planteproduksjonen. Plantoplanktonet er supereffektivt til å absorbera dei oppløyste næringssalta



**På landjorda** er det regnet som syter for at plantane får næring.

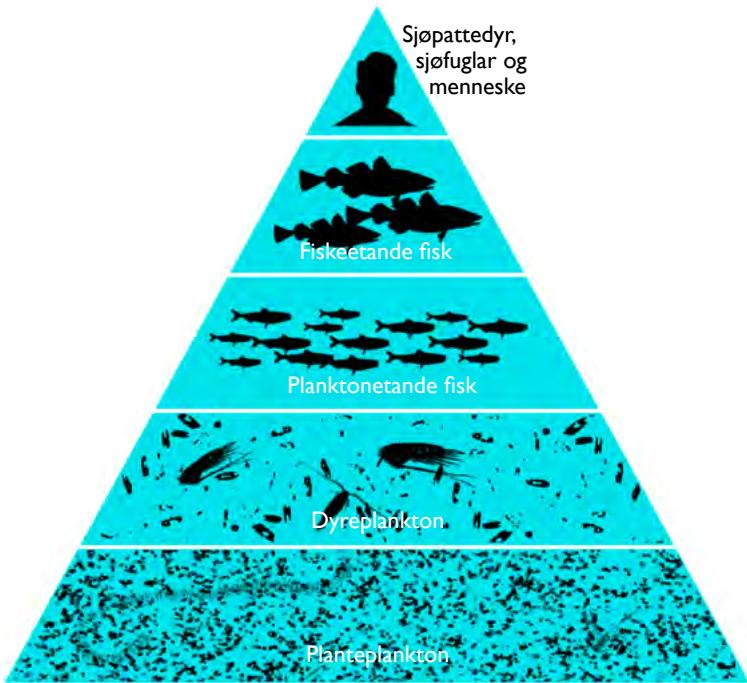
og tømmer raskt lyssona for næringssalt under fotosyntesen. I det mørke havdjupet finst det uavgrensa mengder av næringssalt. Men kva eller kven er det som bringar desse næringssalta opp i lyssona? Her spelar havsirkulasjon og kvervlar ei stor rolle. Tidevassblanding og ikkje minst vinden sin påverknad gjennom blanding og oppstrøyming er drivkraftene i denne transporten. Slik sett har vinden over havet same rolle som nedbøren over land når det gjeld å få næringssalta transporterte til plantane.



**I havet** er det vinden som skapar omrøring og bringar næringrikt vatn opp til plantane i lyssona.

## Pyramiden i havet

Planteproduksjonen, eller primærproduksjonen, i havet går i hovudsak føre seg i mikroskopiske plantar. Dei er ikkje større enn nokre tusendels millimeter, men kan finnast i tette konsentrasjonar. Dette er den store skilnaden frå planteproduksjonen på land der det er store organismar som gras, urter, buskar og tre som har hovudrolla blant plantane. Denne skilnaden på botnen av næringspyramiden gir seg også store utslag høgare oppe. Næringspyramiden i havet har fem såkalla trofiske nivå: planteplankton, dyreplankton, planktonetande fisk, fiskeetande fisk og øvst sjøpattedyr, sjøfuglar og menneske. Det er mest mat nedst i pyramiden, minst på toppen. Av tusen kilo planteplankton får vi éin kilo torsk.



I dag haustar vi ca. 80 millionar tonn fisk frå verdshava kvart år. Vi kan hausta meir lenger nede i pyramiden, men vi veit ikkje korleis økosistema vil reagera på det.

# Drivhuseffekten – ven og fiende

Drivhuseffekten er ein naturleg prosess der nokre gassar medverkar til at overflata på ein planet er varmare enn ho ville vore utan effekten. Han finns på Jorda og andre planetar som har atmosfære. Sola som har høg temperatur, sender ut kortbølga stråling (solljos), medan Jorda som har lågare temperatur sender ut langbølga stråling (varmestråling eller infraraudt lys). Drivhusgassane slepp gjennom den kortbølga strålinga frå Sola men absorberer den langbølga varmestrålinga frå Jorda og noko av denne blir sendt ned att mot Jorda. Dette skapar ein høgare temperatur i lufta og ved bakken enn det elles ville vore. Den naturlege drivhuseffekten er ein føresetnad for livet vi har på Jorda. Utan drivhusgassane i atmosfæren ville gjennomsnittstemperaturen på Jorda vore -18 grader Celsius, og ikkje +15 slik han er i dag. På Venus der 96% av atmosfæren er CO<sub>2</sub>, er det ein langt sterkare drivhuseffekt. Det var den franske fysikaren og matematikaren Joseph Fourier som først nytta ordet drivhuseffekt i 1824. Dei viktigaste drivhusgassane i atmosfæren er vassdamp (H<sub>2</sub>O), karbondioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lystgass (N<sub>2</sub>O) og ozon (O<sub>3</sub>). Vassdamp har størst drivhuseffekt men han har kort levetid i atmosfæren fordi han blir omdanna til skyer og regnar ut. Auka temperatur gir auka fordamping og meir vassdamp i atmosfæren, noko som igjen gir auka temperatur. Etter den industrielle revolu-

sjonen har konsentrasjonen av CO<sub>2</sub> i atmosfæren auka med ca 30 % på grunn av bruk av fossile brennstoff og avskoging, og gjennomsnittstemperaturen på Jorda har auka med 0,8 grader sidan slutten på 1800 talet

1. Jorda blir varma opp av kortbølga stråling frå sola.

2. Balken og atmosfæren reflekterer tilbake noko av strålinga.

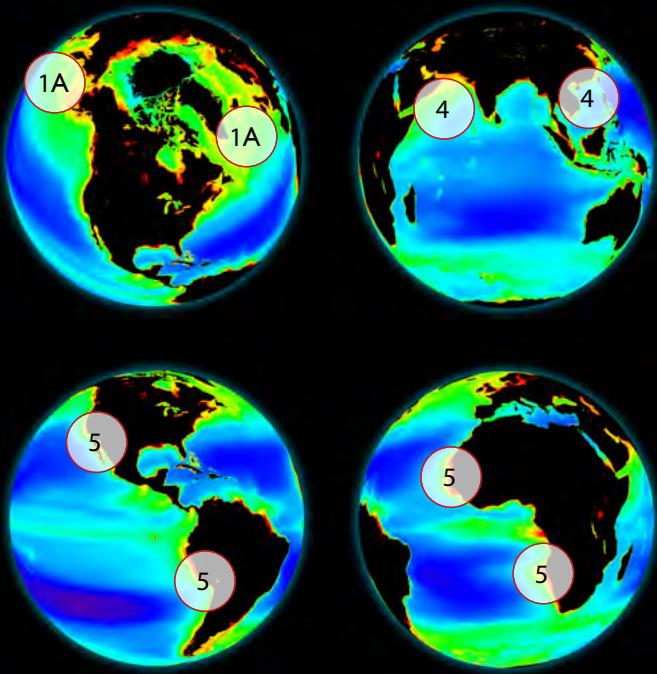
3. Drivhuseffekten: Noko av den langbølga varmen som Jorda sender ut blir teken opp av drivhusgassane som sender ein del av varmen tilbake til jordoverflata. Menneskeskapte utslepp av drivhusgassar forsterkar denne effekten.



**Drivhuseffekten** er tett kopla til klima, til vatnet sin syklus på Jorda, livet på Jorda og maten vi menneske haustar og produserer i havet og på landjorda. Dei fleste klimaforskrar er bekymra for at nokre av aktivitetane til menneska kan medföra ein forsterka drivhuseffekt.

## Ulike økosystem; ulik klimapåverknad

I Klimapanelet sitt kapittel om verknaden av klimaendringane på dei regionale økosistema blir det lagt vekt på at verdshava husar eit stort mangfold av ulike typar økosystem; frå tropane til Arktis og Antarktis. Dei mest produktive områda, både når det gjeld mengda av planteplankton og produksjon av fisk, finst i kystnære område. Men også i ope hav i dei nordlegaste delane av det nordlege Atlanterhavet og det nordlege Stillehavet er mengda av marine organisamar stor. Klimaendringane får svært ulik verknad i desse marine økosistema, avhengig av korleis transporten av det næringsrike djupvatnet opp i lyssona blir endra. Dei høgproduktive områda 1A i det nordlege Stillehavet og Atlanterhavet, områda 4, dei kystnære systema, og områda 5, dei store austlege oppstrøymingssystema dekkjer samla 20 % av verdshava sitt areal, men leverer 80 % av verdshava sine fiskefangstar.

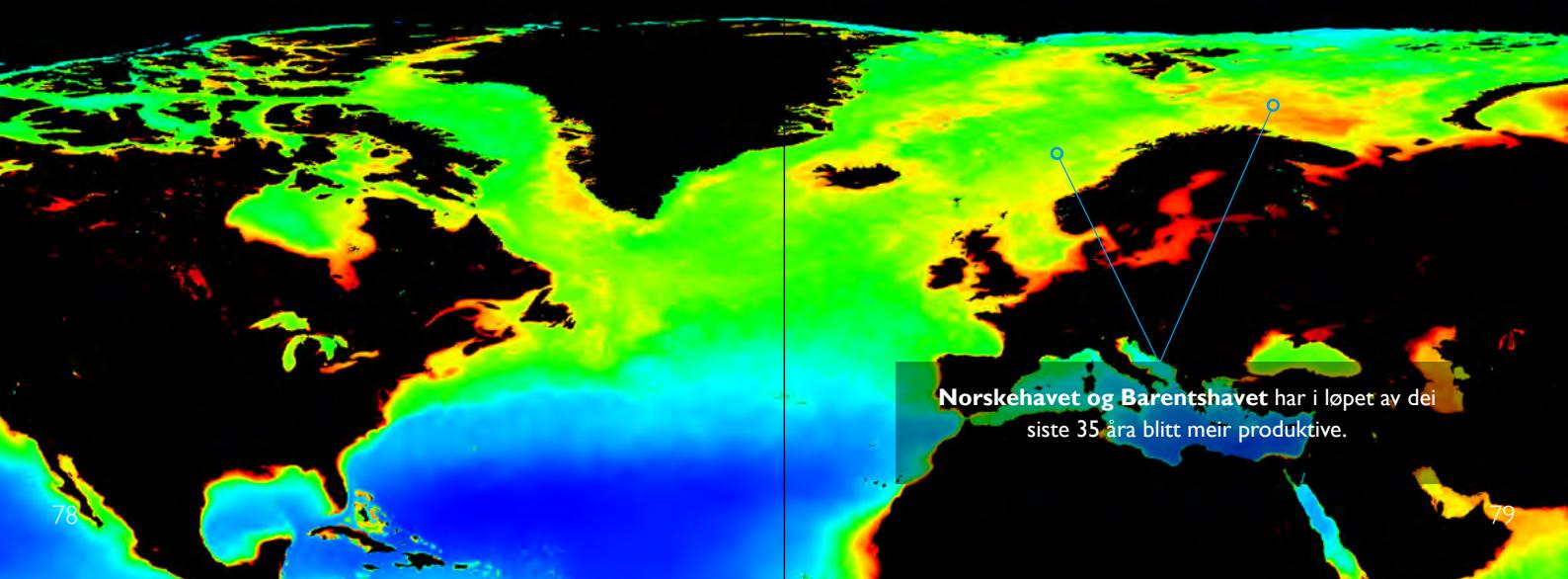


**Klimaendringa** vil i første omgang medføra at dei produktive, rike områda (raudt) vert rikare og dei lågproduktive (blå) fattigare.

## Klimaverknader i våre eigne havområde

Det nordaustlege Atlanterhavet, som omfattar våre eigne havområde, tilhøyrer gruppa av marine økosystem på høge breiddegradar som har stor sesongmessig variasjon i planteproduksjonen. Vi kallar det våroppblomstringssistema. Trass i den korte og hektiske primærproduksjonen så langt nord gir han likevel opphav til store fiskebestandar, noko som betyr at energioversføringa frå primærproduksjonen

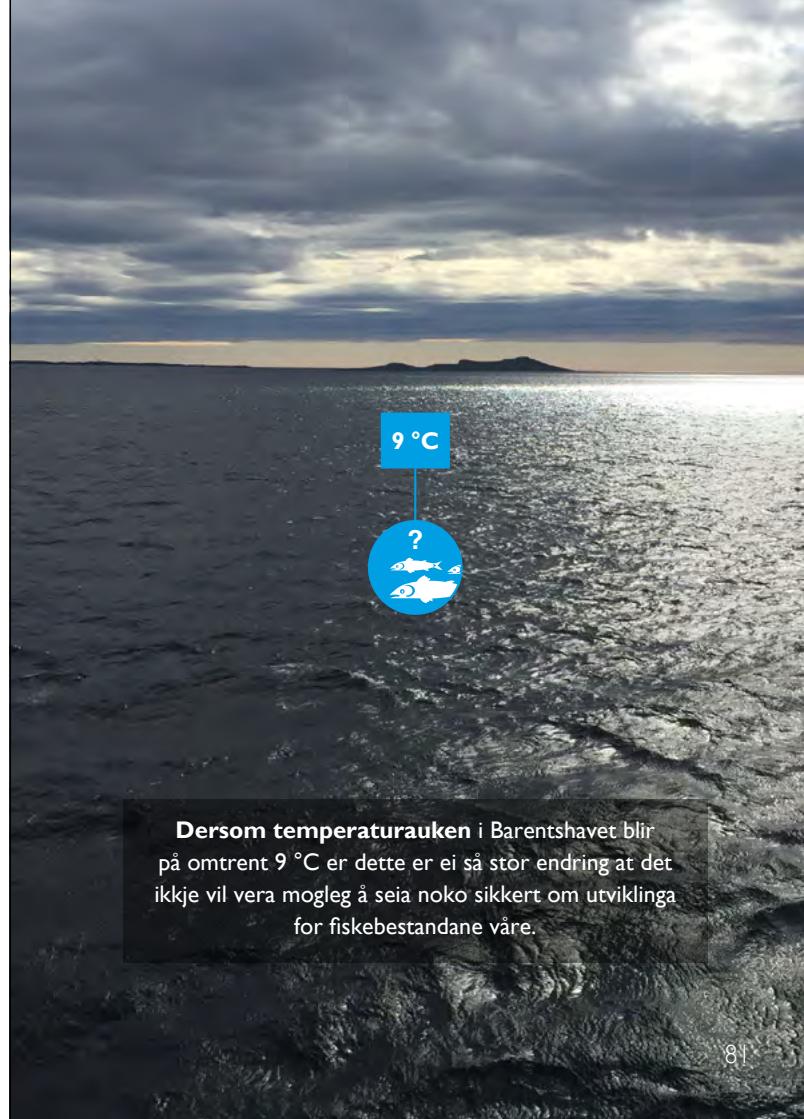
gjennom dyreplanktonet til fisk må vera svært effektiv i våre farvatn. Mekanismane bak denne effektive produksjonen er enno uklar, men det viser seg at høg temperatur gir høgare produksjon av både fisk og plankton i dei nordlegaste områda av våroppblomstringssistema. Difor er det også sannsynleg at våre farvatn vil bli meir fiskerike ved klimaendringar om dei ikkje er altfor store. Det er dette som har skjedd i Barentshavet og Norskehavet i løpet av dei siste 35 åra, ein periode då havtemperaturen har auka med ca.  $0,8^{\circ}\text{C}$ . Det har også skjedd ei flytting av artane mot nord.



## Det store spørsmålet

Det store spørsmålet er om desse til no positive trendane for bioproduksjon i havområda våre vil halda fram etter kvart som temperaturen på Jorda aukar. Nordområda, som Barentshavet, er blant dei områda i verdshava som vil få den største temperaturauken som følge av menneskeskapte klimaendringar. Rundt rekna vil temperaturauken i Barentshavet bli dobbelt så stor som det globale gjennomsnittet. Dersom vi held fram med å sleppa ut drivhusgassar i same skala som vi har gjort fram til no, vil den globale temperaturauken koma til å bli minst  $4^{\circ}\text{C}$  gjennom dette hundreåret. I så fall vil temperaturauken i Barentshavet bli på omtrent  $9^{\circ}\text{C}$ . Dette er ei så stor endring at det ikkje vil vera mogleg å seia noko sikkert om utviklinga for fiskebestandane våre. Truleg vil då Barentshavet bli for varmt for dei.

I tillegg til karbondioksidet sin fysiske påverknad på strålingsbalansen i atmosfæren og den globale temperaturauken, vil karbondioksidet også ha ein uavhengig påverknad på havkjemiene. Konklusjonen er at ved drastiske kutt i utslepp av drivhusgassar kan vi truleg halda oppe ein høg produktivitet av fisk i dei nordlege farvatna våre, samstundes som verknaden av havforsuring blir minimert.



# Havforsuring er dårlig nytt for skjel, hummar og korallar

Bilar og fly, oljefyrar, industri og oljeutvinning slepp ut gassen karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) til lufta rundt oss. Ein god del av denne  $\text{CO}_2$ -en blir tatt opp av havet. Blir mengdene for store, får vi det vi kallar havforsuring. Gjennom Jordas si historie har dette skjedd fleire gonger, noko som har ført

til store endringar i dei marine dyresamfunna. Havforsuring betyr ikkje at havet blir surt, men at pH-verdien i sjøvatnet går nedover. Konsekvensane kan vera alvorlege. Når pH-verdien har vore den same i lang tid, vil dei fleste dyr som lever i havet, ha tilpassa seg akkurat denne verdien. Havforsuringa gjer at kalken i havet, som mange dyr treng til skal og skelett, lettare går i opplysing. Dette er dårlig nytt for skjel og krepsdyr og for koralldyr som byggjer rev. I verste fall kan artar som menneska haustar, minka drastisk eller forsvinna.



# Plast i havet; frå mirakel til miljøkatastrofe

Då ein tok til å masseprodusera plastmateriala på 1950 talet, framstod dei som eit mirakel. Dei er slitesterke og billige å framstilla og kan nyttast til alt frå emballasje, sportsutstyr og leiker til møblar, bygningsmaterialar, båtar og kunstgrasbanar. Produksjonen aukar kvart år, og sidan store mengder hopar seg opp i naturen, har mirakelet utvikla seg til eit alvorleg miljøproblem som må handterast internasjonalt.

Ein reknar med at 5 til 13 millionar tonn plast blir sleppt ut i havet kvart år. Denne plasten forsvinn ikkje, men blir sakte brote ned til mindre og mindre partiklar av solljos, bølgjer eller temperaturendringar. Grove estimat seier at omkring 1 % flyt rundt på overflata, 5 prosent rek i land på strender og resten søkk ned på havbotnen.

Plast som flyt i overflata eller som svevar rundt nede i vassmassane kan bli forveksla med mat slik at dyr et det, får svegl og mage fulle av plast, og dør. Døme på dette ser vi hos både sjøpattedyr, marin fisk og sjøfuglar. Garn og teiner som blir mista på havet, kan bli ståande å fiska i lang tid, og mange dyr dør på grunn av slikt spøkelsesfiske. Heldigvis har dette fått meir merksemd i det siste.

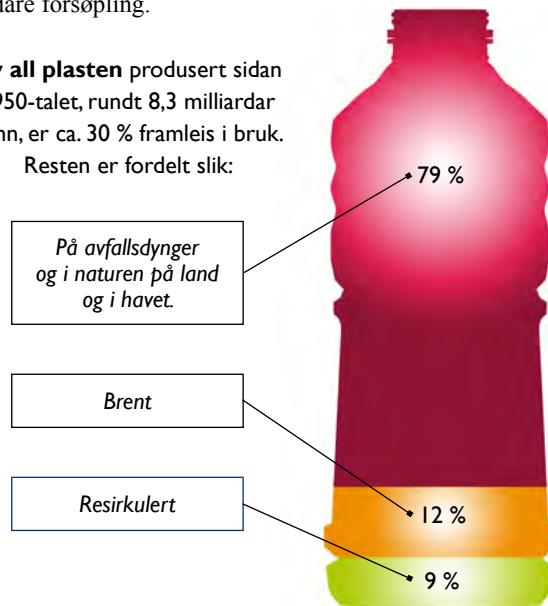
Dei fleste plastpolymerane har større tettleik enn sjøvatn og vil havna på sjøbotnen nært utsleppspunktet, medan andre har tettleik mindre enn sjøvatn og kan fraktast langt av garde avhengig av havstraumar, vind og storleik. Mikroplast er

partiklar frå 0,001 til 5 mm, medan nanoplast er partiklar mindre enn dette. Ein har funne mikroplast dei fleste stader der ein har leita, både i sjøvatn, i dyr, på havbotnen, men også i havisen og i snø i Arktis.

Gåsenebbkvalen som vart avliva utanfor Sotra vinteren 2017 med magen full av plast, medførte stort engasjement for å rydda strender for plast og søppel og for å redusera vidare forsøpling.

**Av all plasten produsert sidan 1950-talet, rundt 8,3 milliardar tonn, er ca. 30 % framleis i bruk.**

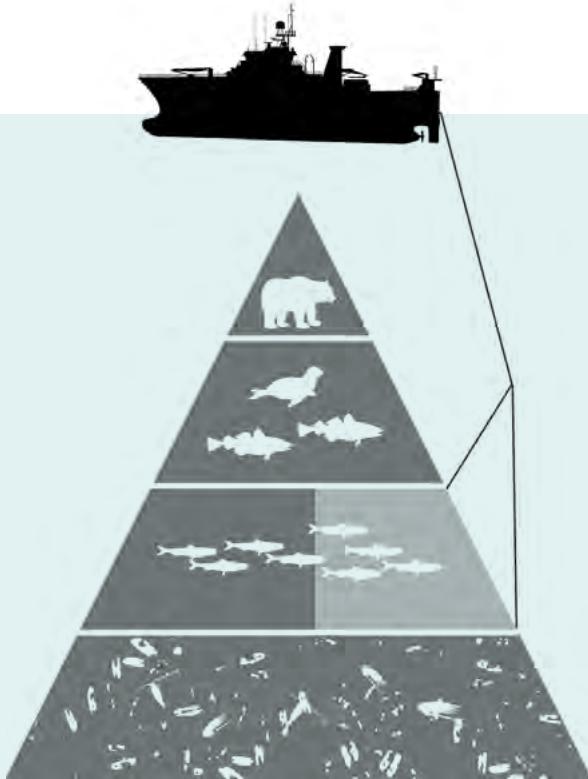
Resten er fordelt slik:



Kilde: R. Geyer, J. R. Jambeck, K. L. Law, *Production, use, and fate of all plastics ever made*. Sci. Adv. 3, e1700782 (2017).

## Har vi nok mat til komande generasjonar?

**V**i ventar at talet på menneske på Jorda aukar også i komande år. Men har vi nok mat til alle? Dette spørsmålet opptek menneske under alle himmelstrøk. Halvparten av den biologiske produksjonen på Jorda skjer i havet, men berre 2 % av maten vår kjem frå marine økosystem. Kan vi hausta meir av dei levande ressursane i havet, og kan det gjerast på ein berekraftig måte? Eigentleg har vi berre to val, anten hausta ressursar lenger nede i næringskjedene eller brukar dei fiskeressursane vi haustar i dag på ein betre måte. Sidan biomassen og energimengdene er størst lengst nede i næringskjedene, kan det henda at det er lurt å utnytta organismar som lever der. Men korleis vil næringskjedene og økosystema reagera dersom menneska forsyner seg rikeleg av det som skal vera basis for dyrelivet høgare oppe?



**Kan vi henta** meir mat frå havet, og kan vi fordela ressursane betre? Korleis vil næringskjedene og økosystema reagera dersom menneska forsyner seg rikeleg av det som skal vera basis for dyrelivet høgare oppe?

# 4 Skattkister i havet?

# Dei hemmelege fiskane i djupet

Djupt nede i norske fjordar og på store havdjup over heile verda sym til saman 10 milliardar tonn såkalla mesopelagisk fisk. Det er ti gonger meir enn vi trudde for berre få år sidan – kanskje kan vi snart fiska på desse artane. Mesopelagisk sone finn vi mellom 200 og 1000 meters djup. I fjordane våre er laksesild og liten lysprøkfisk dei to vanlegaste mesopelagiske artane. Om dagen står mesopelagisk fisk svært djupt, men om natta sym dei oppover – nokre gonger heilt til overflata. Grunnen til at dei har slike døgnvandringar er truleg todelt: Som oftast er det mest mat å finna i dei øvre vasslagene, men for å unngå å bli etne av rovdyr, må dei halda seg på djupet så lenge det er lyst der oppe.



Foto: Jan de Lange

**Stor perlemorfisk** kan ein finne heilt ned til 800 meters djup både i Atlanterhavet og Stillehavet.

I fjordane våre er laksesild ein av dei vanlegaste mesopelagiske artane.



## Slimete sekkedyr kan bli til drivstoff og dyrefôr

Mange stoff som vi i dag tek som heilt sjølvsagte – bensin, diesel og plast – skadar naturen og er heller ikkje fornybare. Det betyr at før eller seinare går Jorda tom for desse. Kva kan vi brukha i staden? Det vesle, slimete sekkedyret *Ciona intestinalis*, som finst i store mengder langs kysten verda over, er ei lovande erstatning for dagens drivstoff og dyrefôr. Bergenske forskarar har greidd å dyrka fram store mengder sekkedyr i eit oppdrettsanlegg. Sekkedyra kan brukast som kjelde til feitt og protein i dyrefôr, men også til cellulose av høg kvalitet, som kan nyttast til produksjon av mange ulike varer.



**Sekkedyret** *Ciona intestinalis*



**Kan sekkedyr bli drivstoff og dyrefôr?**

## Dei viktigaste varslarane lever på havbotnen

Dyr som lever på og nede i havbotnen, kan ikkje flykta frå klimaendringar, forureining og fiskereiskapar. Difor er desse dyra dei viktigaste varslarne i havet. MAREANO-programmet har registrert om lag 2200 ulike dyreartar. Dei fleste er å finna heilt inne ved kysten og ute på kanten av kontinentalskråninga der det blir fiska mykje. Korallrev, sjøtre og svamper er blant dei største botndyra som finst. Korallreva gir skjul og mat for mange andre dyr, og det er difor stor artsrikdom på og rundt reva. Det 40 kilometer lange Røstrevet vest for Lofoten er det største og mest kjente korallrevet vi har i Noreg. MAREANO-programmet har som mål å undersøkja verdifulle og sårbare havområde utanfor norskekysten slik at utnyttinga av havressursane kviler på eit godt vitskapleg grunnlag. For å overvaka havet sin helsetilstand kartlegg programmet dyra som lever på havbotnen.

Foto: Havforskningsinstituttet



Eksempel på ein Geodia-svamp.



**MAREANO-programmet** undersøkjer havområde utanfor norskekysten slik at utnyttinga av havressursane kviler på eit godt vitskapleg grunnlag.

Foto: Havforskningsinstituttet

## Hot news frå kaldt hav: Dyr i havet kan gje oss ny medisin

Sjøanemonen har verken skal eller klør til å forsvara seg mot større fiendar. Men i sjøen er det andre farar. Sjøvatnet er fullt av ørsmå bakteriar og virus. Desse angrer anemonen 24 timer i døgnet. Forsvaret til anemonen er likevel effektivt – den er ein kjemisk giftfabrikk.

Vi veit ikkje korleis giftstoffa er sette saman, men dei må vera kraftige sidan dei blir vatna ut i sjøen. Kan også vi menneske bruka anemonegelta til å forsvara oss? Finn vi dei kjemiske byggjesteinane, kan dei være første trinn på vegen mot ny antibiotika eller annan livsviktig medisin.

I norske farvatn finst store mengder dyr, algar og bakteriar som vi til no ikkje har brydd oss særleg om. Organismane har tilpassa seg eit liv ved låge temperaturar. Dei produserer unike stoff som ikkje finns i varmare havområde. Kanskje kan det koma banebrytande produkt frå våre kalde farvatn?



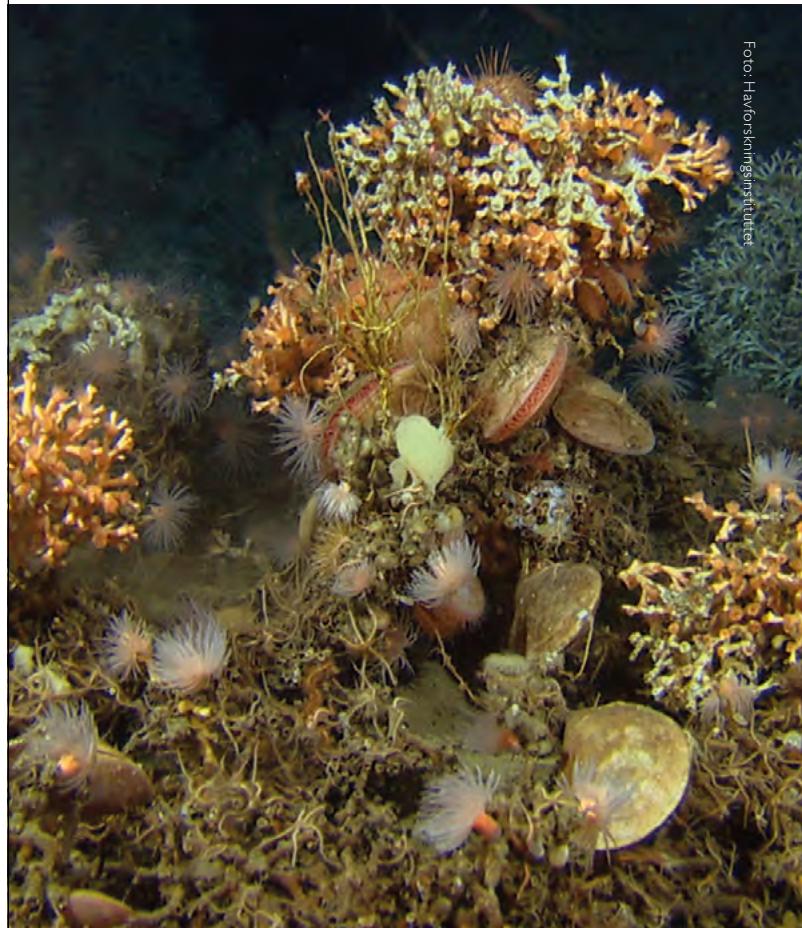
**Målretta leiting** etter nytte stoff i havet, som i MARBANK-programmet, vert kalla marin bioprospeksjon.

## Treng havområda vern?

På landjorda er mange område verna gjennom nasjonale eller internasjonale avtalar. Det går også føre seg eit stort arbeid for å verna viktige delar av det marine miljøet, og totalt er no 2,8 % av havarealet på Jorda verna. Eit av dei største verneområda er Det store barrierefaret på nordaustsida av Australia. Dette har status som eit av verda sine naturvområde og er peika ut av UNESCO. Vestnorsk fjordlandskap representert ved Geirangerfjorden og Nærøyfjorden står også på lista over verda sin naturarv. Det er mange marine naturtypar som er verna: tropiske korallrev, kaldtvasskorallrev – som vi har i Noreg, djuphavsfjell, viktige gytte- og oppvekstområde for fisk og marine pattedyr og gruntvannsnatur. I tillegg kjem dei tropiske korallrevra på grunt vatn. I denne samanhengen er det viktig at Noreg gjer sin del av jobben med å ta vare på marin natur. Noreg er kjent for fjordane sine.

**Brosme trivest** godt på korallrev  
langs norskekysten.

Foto: Havforskningsinstituttet



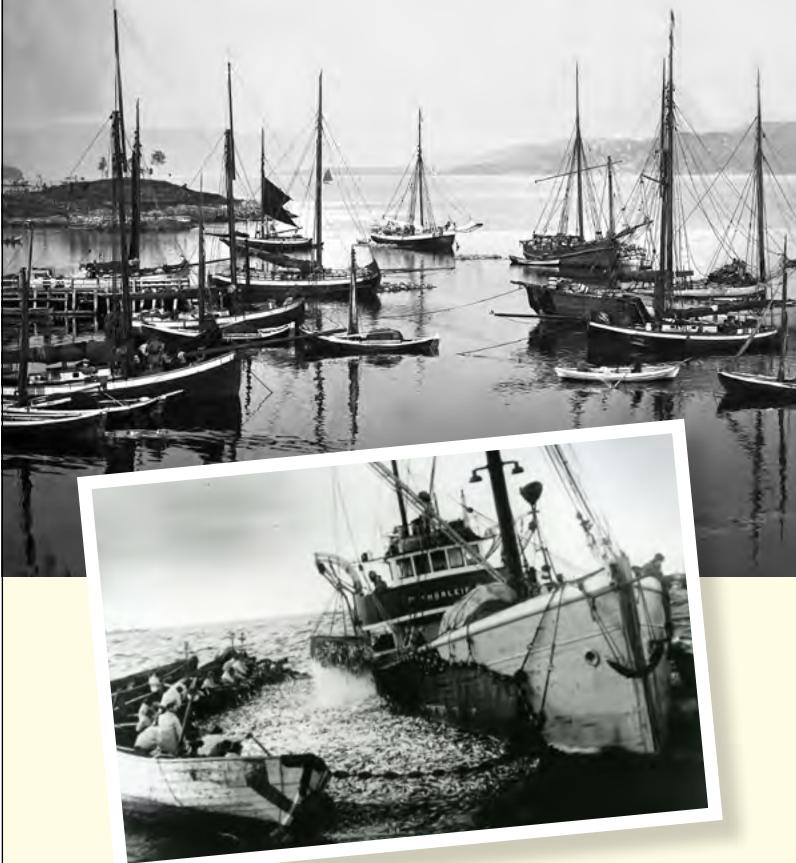
# 5 Lærer vi av havdyra?

## Brislingen lærte oss båtbygging



Brislingen er ein liten fisk – han vert sjeldan meir enn 15 cm lang og 2–3 år gammal – men kanskje har han vore langt viktigare enn du var klar over? På 1800-talet var det kolossale mengder av han i fjordane, og det var denne vesle fisken som la grunnlaget for noko av den aller første industrien på Vestlandet, til dømes i Sunnhordland, Hardanger og Rogaland. Ein måtte byggja fiskefartøy, og ein måtte laga fiskeutstyr. Men korleis skulle ein lagra desse mengdene med mat utan fryseboksar? Mot slutten av 1800-talet vokste det fram ein omfattande industri rundt fiske og hermetisering av brisling mellom anna på Sunde, Halsnøy, Uskedalen, Stord, Sveio, Bømlo og ikkje minst i Stavanger, med hundrevis av arbeidsplassar. Kulturen og tradisjonane frå fartøybygginga la så grunnlaget for nye næringar både innan fiskeri og annan skipsfart: bygging av supermoderne supplybåtar, fiskebåtar, livbåtar og redningsbåtar.

Dei planktonetande fiskeartane, som brisling og sild, beitar på dyreplankton. Slik vert desse store mengdene med næring frakta oppover frå den nedre delen av næringskjeda og gjort tilgjengelege ikkje berre for mange andre fiskeslag, men også for menneske, sjøpattedyr og sjøfuglar heilt på toppen. Kvifor er brislingen no mest borte, og kva betyr dette for andre dyr?



**Dei store mengdene** med brisling og sild la grunnlaget for noko av den tidlege industrihistoria langs delar av kysten, og for nye marine og maritime næringar.

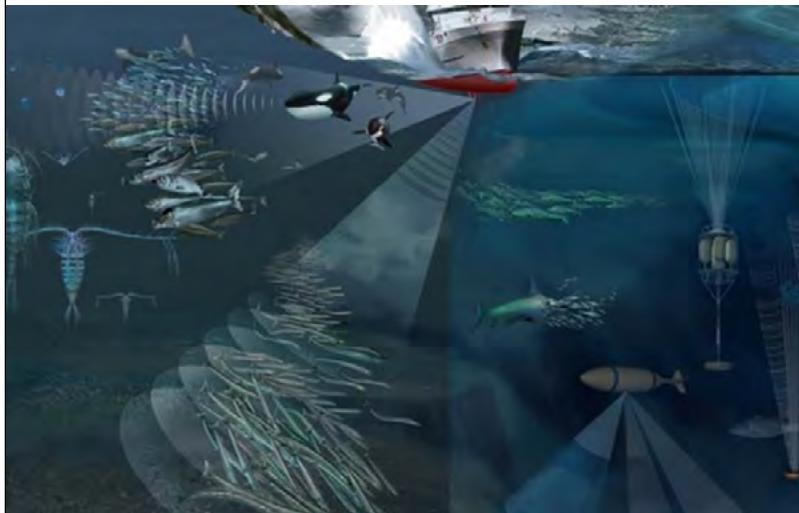
# Korleis ser havdyra i mørke?

Du har nok merka at ein kraftig lyd, t.d. ein eksplosjon eller eit torebrak, kan vera både skremmande og til og med gjera vondt i øyra. Alle dyr nyttar sansane sine for å finna mat og for å koma seg bort frå rovdyr. Vi menneske brukar først og fremst synet når vi skal registrera det som skjer rundt oss. Men sidan synet er avhenig av lys, er ikkje denne sansen alltid like nyttig under vatn. Sjølv i dei klaraste tropiske hava rekk lyset berre ned til rundt 100 meter, i kystvatnet vårt ikkje lenger enn til om lag 40. Men lyden forplantar seg meir enn fire gonger raskare i vatn enn i luft, og han kan flytta seg over store avstandar, somme gonger halvvegs rundt Jorda! Høyrla er difor ein viktig sans for dyr som lever i det mørke djupet, frå dei store kvalane til små larvar som skal finna heim til korallrevet sitt. Delfinane kan finna ein gjenstand så liten som ein golfball på 100 meters avstand med den biologiske sonaren sin. Ved å bruka høyrla i staden for synet kan desse dyra jakta i fullstendig mørke.

## Nisene – fjordens delfin

Nisa har eit innebygd «ekkolodd» som sender ut korte klikkelydar. Klikka kjem tilbake som ekko når dei treffer noko i vatnet, til dømes eit byttedyr. Tida dette tek og styrken på ekkoet fortel nisene både om storleiken på byttet og om kor langt unna det er. Etter kvart som nisa nærmar seg byttet, sender ho ut klikk så ofte at det nesten høyrest ut som ein samanhengande, summande lyd. Denne ligg stort

sett svært høgt i tonehøgde (frekvens), oftest høgare enn det menneskeøyret kan oppfatta. Vi snakkar då om såkalla ultralyd. Nisa sine klikkelydar er også svært sterke, opptil 180 desibel. Til samanlikning har snakking i vanleg toneleie ein lydstyrke på ca. 60 desibel.



**Mange av dei aktivitetane** vi menneske driv med, lagar mykje og høg lyd i havet. Det kan vera støy frå båtmotorar, ekkolodd og sonarar på skip, seismikk under oljeleiting eller byggeaktivitet under vatn.

## Kan vi bli like gode som kvalen?

**V**i menneske har også oppdagat at lyden oppfører seg på ein annan måte i vatn enn i luft. Dette kan vi brukar i mange ulike instrument, t.d. når vi skal laga kart over havbotnen, finna fisk eller olje eller oppdagat ubåtar. Instrumenta våre heiter ekkolodd, sonar og luftkanon, og dei verkar på same måte som lydbølgjene delfinane lagar når dei leitar etter mat eller «snakkar» saman. Vi sender ut eit lydsignal og lyttar etter ekkoet som blir sendt tilbake frå anten havbotnen, fiskestimen eller ubåten (reflektoren). Tida lyden brukar på vegen fram og tilbake og styrken på ekkoet fortel oss om avstanden til og storleiken på reflektoren. Mange av dei aktivitetane vi menneske driv med, lagar mykje og høg lyd i havet. Dette kan endra det lydlandskapet nisene lever i og i verste fall føra til at jakta vert mindre effektiv og at dei berre kan kommunisera over korte avstandar samanlikna med når det er stilt.

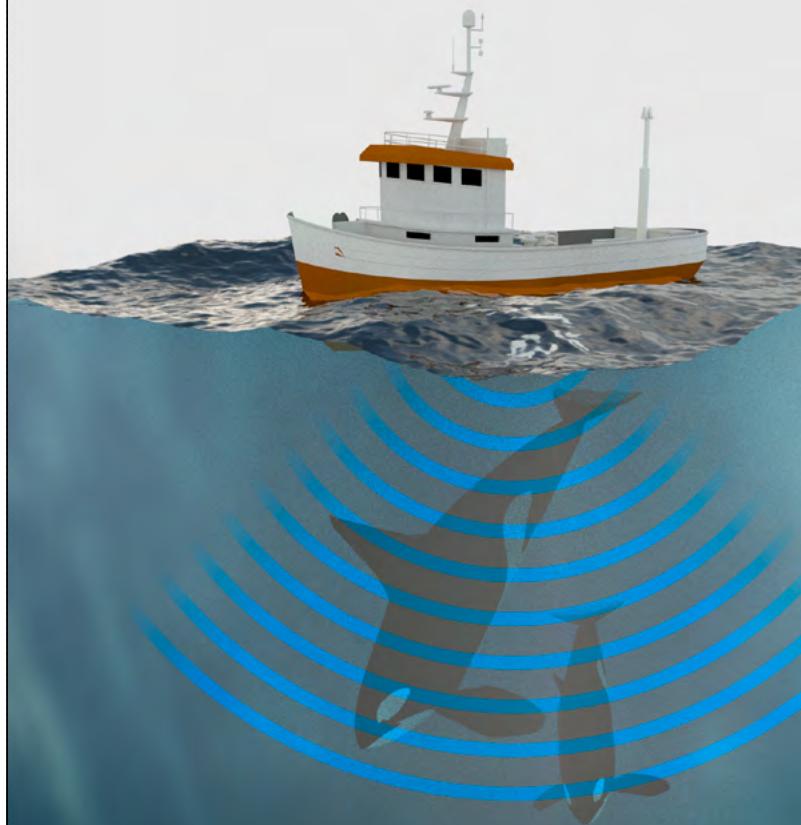
Kvalen har utvikla sonaren sin gjennom millionar av år, medan menneska oppdagat sonaren for berre kort tid sidan. Kanskje blir vår sonar ein gong like god som kvalen sin?



**Kvalen har utvikla** sonaren sin gjennom millionar av år, medan menneska oppdagat sonaren for berre kort tid sidan.

## Kvalen kan bli redd

Dei ulike kvalartane reagerer ulikt på lyden frå kraftige sonarar. Når dyra er opptekne med viktige gjeremål som beiting og ungespass, stoppar dei som oftast opp og flyktar. Nokre artar, som vågekval og spekkhoggar, vert uroa ved svært låge lydnivå, medan grindkval og knølkval ikkje reagerer før sonaren kjem nokså nær. Ved eitt tilfelle kunne forskarane sjå at då ein starta sonaren, prøvde dei vaksne dyra å flykta, medan ein liten kalv ikkje greidde å halda følgje. Dei vaksne «snakka» heile tida med kalven, og då sonaren vart slått av, fant dei saman att. Eit liknande døme har vi frå ei undersøking ved Jan Mayen der det er store flokkar av nebbkval om sommaren. Nebbkvalen finn føda si på store, mørke havdjup og er difor heilt avhengig av å bruka lyd for å «sjå» maten. Lydopptaka viste at kvalane var travelt opptekne med å jakta ved hjelp av ekkolokalisering, men då sonaren blei slått på, vart det heilt stilt. Stilla varte så i eit heilt døgn etter at sonaren var slått av. Truleg rømde dei fleste kvalane unna, og dei få som var att, slutta å leita etter mat.



Nokre artar, som vågekval og spekkhoggar, vert uroa av støy, også ved låge lydnivå.

## Silda er ikkje letturt

Fiskarane har lenge meint at ekkolodda som vart brukte tidlegare, påverka fiskeartar som til dømes torsk. I nyare tid er det hevda at silda som kom inn i nordnorske fjordar på vinterstid, vart skremt vekk av sonarane til sjøforsvaret og at sildefisket dermed vart øydelagt. Denne viktige fiskan har uvanleg god høyrsls samanlikna med torsk og laks. Silda er også kjent for å bli lett skremt av lydar, til dømes frå skip som nærmar seg. For oss menneske kan sonarsignalet minna om lyden av ein spekkhoggar, ein av dei dyktigaste sildejegerane i havet. Det har likevel vist seg at silda ikkje reagerer på sonaren. Når ein derimot spelar spekkhoggarlyd, flyktar ho ned i djupet og spreier seg utover. At to lydar som for oss menneske høyst like ut, men som silda tydelegvis klarer å skilja, er eit teikn på at fiskane har ei svært fininnstilt høyrsls.

Foto: Leif Nøttestad



**FARE!** Når silda oppfattar sonarsignalet til ein av dei dyktigaste sildejegerane, spekkhoggaren, flyktar ho og spreier seg i djupet.



## 6 Er det plass til villaks og sjøaure?

## Kvar vart det av sjøauren?

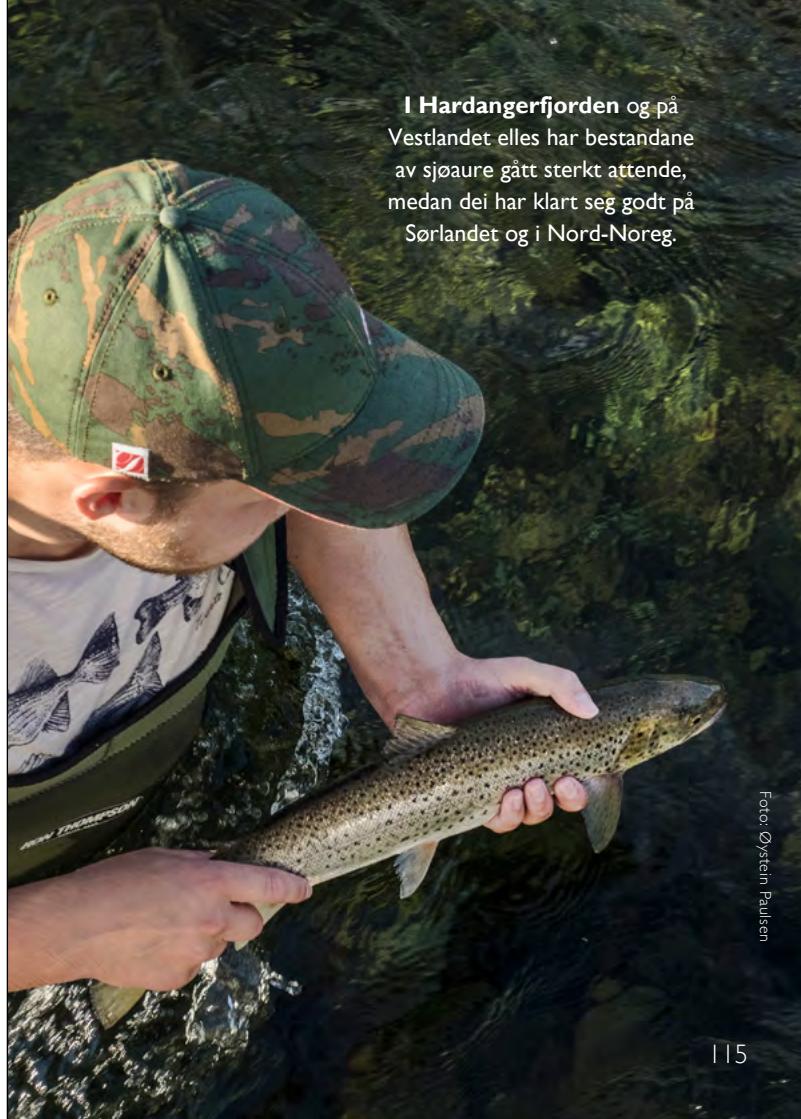
Før sportsfiskarar i heile verda er sjøauren ein av dei mest spennande og ettertrakta fiskane som finst. Med over 1000 sjøaurevassdrag har Noreg ansvar for ein stor del av bestandane i Europa.

Med aukande utnytting av elvar og bekker til produksjon av vasskraft og annan næringsaktivitet langs vassdraga, og aukande bruk av sjøareal til havbruk, spørkjer det no for sjøauren mange stader.

I Hardangerfjorden var det før i tida mykje sjøaure. I sjøen vart det fanga aure på dorg, i garn og i kilenøter. Kastenotfisket om natta var spennande, og gode kastepllassar snakka ein ikkje høgt om. I vassdraga hadde bøndene kjer, og det vart fiska med stong. Aurefiske var viktig rekreasjon og friluftsliv, tilgjengeleg for alle. I Hardangerfjorden og på Vestlandet elles har bestandane av sjøaure gått sterkt attende, medan dei har klart seg godt på Sørlandet og i Nord-Noreg. Må vi velja mellom livskraftige bestandar av villfisk og industri, eller er det plass til begge delar?



I Hardangerfjorden og på Vestlandet elles har bestandane av sjøaure gått sterkt attende, medan dei har klart seg godt på Sørlandet og i Nord-Noreg.



## Villaksen lever eit farleg liv

Det finst rundt 400 vassdrag med små og store bestandar av villaks i Noreg. Desse gir grunnlag for omfattande lokal verdiskaping innanfor reiseliv og produksjon av utstyr. Villaksen er viktig for lokal trivsel, rekreasjon, gode naturopplevelingar og for kultur og identitet. På meir enn 150 stader langs Hardangerfjorden var det godkjende fangstplassar der oppsitjarane kvar vår gjeikk spente og venta på innsiget av laks fra Norskehavet. Mange av laksebestandane er genetisk ulike. Dei har lagt grunnlag for norsk havbruksnærings, og utgjer viktige genressursar for framtida.

Bestandane av villaks i verda har lenge vore i tilbakegang. Det årlege innsiget av laks til Noreg frå havet ligg på rundt 500 000 individ, om lag halvparten av mengda på 1980-talet. Nedgangen skuldast mellom anna redusert overleveling i havet av naturlege årsaker. Regionale skilnader viser at også andre faktorar verkar inn, som påverknad frå lakseoppdrett. Viktige trusselfaktorar er: rømd oppdrettslaks, lakselus, den innførte parasitten *Gyrodactylus salaris*, vasskraftreguleringar og fysiske inngrep.



Rømd oppdrettslaks har kryssa seg med villaksen i mange vassdrag. Det reduserer overlevingsevna og påverkar villaksen negativt. Gjennom den internasjonale organisasjonen for vern av villaksen (NASCO) har Noreg saman med andre nasjonar forplikta seg til å arbeida for å sikra og styrkja bestandane av villaks.

Henta frå NINA Rapport 1337.  
Figur: Anders Foldvik, NINA.



# Rømlingane reduserer overlevingsevna til villaksen

Norske lakseoppdrettarar har i over 50 år arbeidd målretta for å skapa ein tam laks som veks raskt og trivst godt som husdyr. Samstundes syslar naturen med sine eigne avlsprogram, - det pågår kontinuerlege utval av individ, der villaksen blir testa gjennom heile livet frå yngel til gyting. Slik har det vore i millionar år for villaksen, og i eit par tusen laksegenerasjonar i laksevassdraga våre.

Eit liten laks med nisteseikk er programmert med arvestoff frå mor og far for å ha best mogleg sjanse for å handtera alle utfordringar naturen byr på. Han skal fanga rett mat, søkja skjul og passa seg for rovdyr, og finna vegen heim att etter ei lang vandring i det kjempestore Norskehavet. Ei rekke samanlikningar av arvelege eigenskapar hos oppdrettslaks og villaks, både i oppdrettsmiljø og i naturen, viser at dei to laksetypane er svært ulike og at oppdrettarane sitt avlsarbeid har vore vellukka. Det er tre krevjande og spennende spørsmål forskarane no kan svara på:

- Kor mykje rømt fisk er det i norske vassdrag?
- Korleis kan vi finna ut kor rømlingane kjem frå?
- Korleis påverkar rømlingane dei ville laksebestandane?

Sidan avlsprogramma til oppdrettarane og naturen på sett og vis er motstridane, er det ikkje overraskande at oppdretts-

laksen sine ungar har dårligare overleving enn villaksen i naturen.

På trass av redusert overleving, konkurrerer dei med villaksen om næringsressursane, noko som gir redusert produksjon av villaks. Når rømlingane i tillegg gyt med villlaks og overfører sitt arvemateriale til villaksen, endrar eigenskapane seg og overlevingsevna blir redusert. I to ulike samanlikningar var overlevinga frå rogn til gyting hos hybridar 76 % og 44 % samanlikna med villaks, og hos rein oppdrettslaks 30 % og 21 % samanlikna med villaks. Så lenge produksjonen av oppdrettslaks føregår i opne system, må vi rekna med vidare påverknad frå rømlingar.

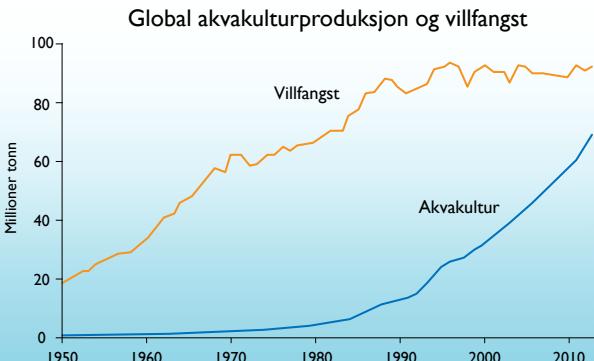


Illustrasjon: John Ringstad

# Akvakultur: potensiale og utfordringar

Oppdrett utgjer ein stadig større del av den globale forsyninga av fisk og skaldyr. Auke i folketal kombinert med klimaendringar tilseier at vi må produsera meir mat i havet. Det må skje på ein berekraftig måte.

Norsk havbruk går føre seg langs det meste av kysten og er viktig for sysselsetjing og verdiskaping i små samfunn. I 2016 var 6730 arbeidsplassar direkte knytte til oppdrettsanlegga. I tillegg kjem andre indirekte jobbar. I 2015 utgjorde havbruk



**Nærare 90 %** av akvakulturproduksjonen går føre seg i Asia, det aller meste i ferskvatn. Graskarpe og sølvkarpe og andre planteetande fiskar med låg pris er viktige.

heile 67 % av den samla eksportverdien av sjømat i Noreg på 74,5 milliardar kroner.

Den vidare utviklinga i Noreg er avgrensa av utfordringar knytte til lakslus, rømd laks, førressursar og bruk av lækjemiddel. Det er ein klar samanheng mellom oppdrettsmengd og luseinfeksjon på villfisk innanfor same område. I nokre område, som midtre del av Hardangerfjorden, er infeksjonsnivå på sjøaure så store at det svekkjer bestandane. Rømd laks har i mange elvar kryssa seg med villaks. Avkomet til rømlingane har dårlegare overleving i naturen enn villaksen, men konkurrerer om næringstilgangen i vassdraga.

Nye produksjonsformer, inkludert anlegg som er heilt eller delvis lukka, er under utprøving. Slike anlegg vil redusera miljøutfordringane. Det skjer omfattande innovasjon og kunnskapsutvikling for å finna nye råstoff som kan haustast og produserast miljømessig berekraftig. Steril laks, eller triploid laks, kan også redusera den genetiske påverknaden som rømd oppdrettslaks har på villaks.



## Risiko for negativ miljø-påverknad; kan vi spå framtida?

Det aller meste av menneska sin industriaktivitet påverkar naturmiljøet, i større eller mindre grad. Nokre påverknadar må vi truleg godta, medan andre kan vi unngå fordi det fins andre og mindre miljøskadelege måtar å framskaffa dei produkta vi ønskjer. Nokre påverknadar er lett synlege medan andre er vanskelegare å få auga på, og kanskje tar det lang tid før dei vert synlege, anten fordi vi har for lite kunnskap til å sjå påverknaden, - eller fordi vi ikkje ser etter.

Heilt frå starten av norsk oppdrettsnærings rundt 1970, har det vore bekymring for potensielle miljøeffektar, knytt til korleis rømt oppdrettsfisk påverkar ville laksebestandar, til spreieing av fiskesjukdom og lakslus, seinare også utslepp av kjemikaliar, medisinar, næringssalt og organiske partiklar, påverknad på botnlevande dyr, marine fiskeslag, reker og koralldyr.

Havforskingssinstituttet sin årlege rapport «*Risikorapport norsk fiskeoppdrett*», omfattar utgreiingar frå ei rekke ulike faggrupper som handsamar kunnskapsnivået om ulike problemstillingar og ekspertgrupper som analyserer framtida med bruk av nye metodar for risikoanalyse. Slik kan ein «sjå» framtidig miljøpåverknad, og skapa risikoforståing og risikoerkjenning hos forvalting og samfunn, kort sagt fortelja korleis framtida mest truleg vil bli dersom ein held fram på same kurs.

*Risikorapport norsk fiskeoppdrett* viser korleis dei ulike miljøeffektane mest truleg vil utvikla seg langs heile kysten med noverande produksjonssystem. Han gir difor forvalting og samfunn, deg og meg, kunnskap og oversyn og eit godt utgangspunkt for prioriteringar og beslutningar om veival og tiltak.

Risikorapporten inngår som ein del av forvaltinga sitt vedtaksunderlag, og skal bidra til å sikra ei berekraftig utvikling av norsk fiskeoppdrett i tråd med norske og internasjonale berekraftsmål.

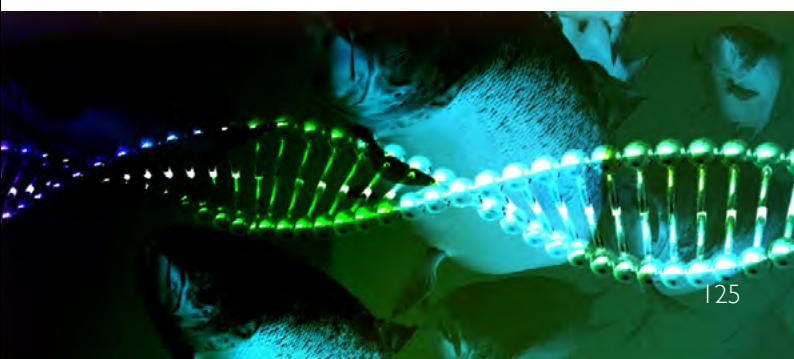


## Frå mordgåte til sporing av rømlingar

Er det verkeleg ein samanheng mellom ei gammal drapssak i England og sporing av rømt oppdrettsfisk i Noreg? Rømd oppdrettsfisk vert rekna som ei av dei største miljøutfordringane ved lakseoppdrett. Difor ønskjer styresmaktene å vita kvar rømlingane kjem frå. Forskarane har vurdert mange ulike metodar for sporing av opphavet til rømd laks, men alle metodane har større eller mindre ulemper, anten fordi dei kan skada fisken, fordi kostnadene er svært store eller fordi dei rett og slett er upraktiske og kompliserte å gjennomføra i praksis. Forskarar ved Havforskningsinstituttet fann i 2007 ut at laksen sitt eige DNA i mange tilfelle kan fortelja kva anlegg, ja endå til kva merd rømlingane kjem frå.

Kva har dette med dobbeltdrap i England å gjera? Den engelske genetikaren Alec Jeffrey oppdaga i 1984 at variasjonar i den genetiske koden kan brukast til å identifisera

individ. Ein politietterforskar fekk kjennskap til dette og ville prøva metoden for å finna drapsmannen til to tenåringsjenter. Mordaren hadde etterlate seg DNA spor på jentene, og det vart henta inn DNA prøvar av alle menn i det aktuelle distriktet. Først lukkast ein ikkje med å finna ein DNA profil som «matcha» drapsmannen sin profil. Mange var skeptiske og det var vanskeleg å finansiera analysane. Historia fortel at det var ektefellen til dåverande statsminister Margaret Thatcher som overtydde statsministeren om å finansiera DNA analysane. Framleis fekk ein ikkje «treff», før det ryktas at ein mann hadde «lånt ut» sin DNA prøve til ein annan. Dette førte til at politiet fekk rett prøve av mordaren og denne gav full treff med DNA profilen dei hadde laga av DNA dei fant på dei to drapsoffera. DNA analysar er seinare blitt eit anerkjent hovudverktøy over heile verda i rettsmedisinien, i slekstskapsanalysar, i innvandringsspørsmål og på ei rekke andre felt. Det er i prinsippet Alec Jeffrey si oppdaging i 1984 Havforskningsinstituttet brukar ved sporing av opphavet til ukjente rømlingar.



# Forfattarane

HAVFORSKINGSINSTITUTTET

Ann-Lisbeth Agnalt	Bjørn Einar Grøsvik	Leif Nøttestad
Sissel Andersen	Olav Rune Godø	Geir Pedersen
Lars Asplin	Marie Hauge	Lise Doksester Sivle
Lene Buhl-Mortensen	Soflrid Sætre Hjollo	Anne Berit Skiftesvik
Pål Buhl-Mortensen	Børge Holte	Øystein Skaala
Caroline Durif	Vivian Husa	Tore Strohmeyer
Tone Falkenhaug	Espen Johnsen	Svein Sundby
Jan Helge Fosså	Olav Sigurd Kjesbu	Vidar Wennevik
Kjersti Lie Gabrielsen	Tina Kuttí	
Ellen Sofie Grefsrød	Stein Mortensen	

---

UNIVERSITETET I BERGEN NANSENENTERET

Anne Gro Vea Salvanes	Lars Petterson
Christofer Troedsson	Annette Samuelsen



Sylinderanemone

Foto: Erling Svensen



**www.hi.no**