

magasin fra Universitetet i Bergen

HUBRO

3/
2009
16. årgang

TEMA: NATURVITENSKAPEN OG FREMTIDEN

Turboevolusjon på norskekysten
Verden på verksted
Fred med planeten

Leveårslotteriet

TILBAKEBLIKK: Naturbarnet Fægri



- 6 Turboevolusjon på norskekysten
- 9 Ekstrem opplysning
- 12 Draumen om fri forskning
- 16 Grønt fra grunnen
- 18 Viktig men ukjend
- 20 Folkestyrt teknologi
- 22 Det digitale mørkerommet
- 24 Fred med planeten
- 26 Verden på verksted

29 **I MOSEN** Kappet og klar

30 **KRONIKK** Med revolver mot tinningen

32 Fall for italiensk fallos

34 **TILBAKEBLIKK** Naturbarnet Fægri

37 Leveårslotteriet

40 Sjukehus på sparebluss

Abonner gratis på HUBRO. Send navn og postadresse til: hubro@uib.no eller ring 55 58 69 00

Slipp forskeren fri

Forskerforbundets medlemsundersøkelse fra i vår viste at gjennom-snittlig jobber en forsker 47 timers uke. Fire av fem forskere oppgir at de ikke har tid til å forske innenfor normalarbeidsdagen, og 23,2 prosent mener at forholdene for å drive forskning og utvikling har blitt betydelig verre de siste fem årene. I mange år har de naturvitenskaplige fagene ved UiB sakte mistet ressurser. Det er ikke store dramatiske kutt, men en stilling her og en stilling der har forsvunnet. Fire instituttledere ved Det matematisk-naturvitenskaplige fakultet påpeker overfor Hubro at de mangler ressurser og dermed friheten til å forske bredt og grundig nok. De legger vekt på at uten den frie forskningen får vi ikke de nye banebrytende oppdagelsene som kan redde liv og miljø. I denne utgaven ser vi på naturvitenskapen og fremtiden, de hvite feltene innenfor dette faget og hva som gjenstår å oppdage. 96 prosent av universet er ukjent

for oss, og fysikerne har ingen anelse om hva de vil finne de nærmeste årene. Likeledes har matematikerne store uløste oppgaver, og det samme har biologene, kjemikerne, informatikerne og alle de andre naturviterne. Vi skriver om hvilke funn og sammenhenger naturviterne jakter på gjennom grunnforskning, og vi viser at bak livreddende maskiner som MR, ligger matematisk grunnforskning og fysikk. Du kan også lese om nanoteknologi som er helt i startfasen, om muligheten for å sette hele verden på verksted for å redde klimaet.

Hubro har også deltatt på Ole Frithjof Norheims workshop i Tanzania om rettferdig prioritering av helseressurser. Den verdensberømte botanikeren Knut Fægri hadde en fantastisk forskerkarriere, og i år er det hundre år siden han ble født. Han har fått plass i tilbakeblikk-spalten denne gang.

HUBRO Nr 3/2009 Magasin fra Universitetet i Bergen. Kommer ut med 4 utgaver pr. år / REDAKSJON Ansvarlig redaktør: Elin F. Styve / Redaktør: Hilde K. Kvalvaag, hilde.kvalvaag@uib.no / Journalister i dette nr: Inger Lisbeth Ødesneltvedt / Walter N. Wehus / Kim E. Andreassen / Kjerstin Gjengedal / Olav Røli / Eivind Senneset / Åsne Hagen / Grafisk form: Lars O. Haaheim / Christian Bakke, Formidlingsavdelingen, UiB / REDAKSJONSRÅD Post.doc. Mette Andersson / professor Tore Furevik / professor Ole Didrik Lærum / forsker Tone Hellesund / ADRESSE Nygårdsgt 5, 5015 Bergen, tlf: 55 58 69 00 / Besøksadresse: Nygårdsgt 5 / E-post: hubro@uib.no / Abonnementet er gratis / OPPLAG 9 000 / Trykk: Bodoni / Framsidefoto: iStockphoto / Universitetet i Bergen har om lag 13 500 studenter og 3 200 ansatte / Rektor: Sigmund Grønmo / Universitetsdirektør: Kari Tove Elvbakken / ISSN 1503-9919 / For annonser, kontakt redaksjonen

UiB er medlem av World University Network (www.wun.ac.uk), og Coimbra-gruppen (www.coimbra-group.eu), en samling av tradisjonsrike europeiske universiteter.

Hubro (lat.: Bubo bubo), den største av uglene våre. Den er en typisk vestlandsfugl, og en truet dyreart. Hubroen er klarsynt og klok, og er kjennetegnet i Universitetet i Bergen sin logo.



Søkte bevis for synskhet

Hva gjør forskere når de stilles overfor det uforklarlige? For Bente Alver var hennes arbeid med Anna Elisabeth Westerlund en personlig og faglig utfordring.

■ TEKST: WALTER WEHUS

Anna Elisabeth Westerlund var en av Norges mest kjente synske i det 20. århundre. Hun fikk opptil 50 telefoner i døgnet og sin post i store plastposer. Folk ba om hjelp med sykdom og sosiale problemer og med å se inn i fremtid og tilbake i fortid. Mest kjent ble hun for sitt samarbeid med pårørende og politi i ettersøkingssaker.

Hun var mange ganger i Bergen på slike oppdrag, og da var Bente Alver fra UiB med. De to kom i kontakt i 1971 da kulturviteren Alver begynte et forskningsarbeid på synske folk,



KLOKE: – Det er viktig å belyse klokes arbeidsmåte og se på folks erfaringer med de klokes hjelp, sier Bente Alver. (Foto: Walter Wehus)

og samarbeidet varte til Westerlunds død, 25 år senere.

– Anna Elisabeth ville ha vitenskapen i tale. Hun hadde en teori om synskhet, og den ville hun ha akseptert. Hun så på synskhet som et fysisk fenomen, som en slags sjette sans. Livet igjennom forsøkte hun å skaffe «bevis» for denne teorien. Men hun fikk aldri gehør for den blant forskerfolket, sier Alver.

Inspirert av frenologi

Westerlunds tanke med å testamentere hjernen til forskningsformål bunnet i hennes interesse for frenologien og ideene til Franz Joseph Gall, som sist på 1700-tallet utviklet en teori om menneskets bevissthet som en fysiologisk mekanisme lokalisert i hjernen. Ifølge ham kunne åndelige egenskaper knyttes til organer

i hjernen, og han mente de høyeste sjelsegenskapene satt i den fremre delen. Westerlund tenkte seg at hennes særlige evner kunne observeres fysisk i pannelappene.

Alver diskuterte Westerlunds ønske med forskere ved Det medisinske fakultet, men det var Westerlund selv som i testamentet utpekte professor Inge Morild til å oppfylle hennes siste vilje. I 1997 redegjorde en ekspertgruppe for undersøkelsen av hjernen. Konklusjonen var at ingen unormale funn ble gjort. Men hjernevevet ble bevart, og gruppen åpnet for muligheten til at man i fremtiden kunne komme til annet resultat.

Vitenskap om synskhet

Da Westerlund døde, fikk Alver testamentert alle hennes private papirer, et materiale som er helt unikt ifølge Alver selv. Den inneholder i et stort antall klientbrev, billed- og mediemateriale og lydopptak av intervjuer med Westerlund og hennes fortellinger om de «syn» hun hadde.

På spørsmålet om hvordan Alver som forsker stiller seg til Westerlund som synsk, svarer hun:

– Hennes hverdag var annerledes enn andres. Hun gikk til og fra verdener som er fremmede for de fleste. Hun beveget seg langs tidsaksen og hoppet bukk over tid og rom. Men hun sto opp om morgenen, laget sin kaffe og hørte nyhetene som alle andre. Kanskje den største utfordringen for meg var blandingen av det alminnelige og det helt spesielle, av det som var til å forstå og det komplett ubegripelige.

– I fremtiden vet man kanskje mer om synskhet. Derfor er det viktig å belyse klokes arbeidsmåte og se på folks erfaringer med de klokes hjelp. Jeg er stadig nysgjerrig og forundret over det jeg har sett i arbeidet med de kloke. Jeg vet at det er mer vitenskapelig å holde de ubesvarte spørsmålene åpne enn å lukke dem. ■

Boken «Anna Elisabeth Westerlund. En fortelling» kommer i høst ut på Spartacus forlag.

◀ VILLE BLI FORSKET PÅ: Anna Elisabeth Westerlund oppsøkte forskermiljøet ved Universitetet i Bergen for å få testet ut sine teorier om synskhet. (Foto: Scanpix)

Etisk nett-bibliotek

Forskningsetisk bibliotek (FBIB) er en nytt åpent internettsted fra De nasjonale forskningsetiske komiteer. Biblioteket som er laget i samarbeid med alle landets universiteter har som formål å bidra til refleksjon og debatt omkring forskningsetiske spørsmål. Biblioteket inneholder alt fra korte definisjoner av sentrale begreper, til lengre artikler om



FOTO: iStockphoto

forskningsetiske emner skrevet av en lang rekke forskjellige eksperter og fagpersoner. Biblioteket tilbyr også diskusjonseksempler og filmer, samt relevante nyheter og artikler fra bladet *Forskningsetikk*.

<http://www.etikkom.no/FBIB/>

Kunstige antioksidanter

Kunstige fargestoffer er ikke nødt til å være usunne. I både bær, blomster og frukt finnes en type sterke antioksidanter, kalt antocyaner, som fremkaller de sterke fargene. Du finner antocyaner tilsatt i en del matvarer, gjerne kamuflert under kodenavnet E163. Men til nå har de bare blitt brukt i «sure» matvarer som brus og godteri. De naturlige antocyanene er nemlig avhengig av en lav pH-verdi for å beholde fargen. For å skape mer stabile fargestoffer har stipendiat ved UiB, Ørjan Bjørøy, rett og slett laget 20 nye antocyaner. Disse består av en grunnhet med sukkermolekyler som øker løseligheten og gjør at grunnheten blir stabil når pH øker. De nye antocyanene kan ha nytteverdi som fargetilsetning i mat og drikke. Om man for eksempel bruker antocyanet fra jordbær i en nøytral løsning, forsvinner fargen etter noen timer. De kunstige antocyanene har derimot over halvparten av fargeintensiteten tilbake selv etter hundre dager i løsning. Bjørøy sier det er for tidlig å si noe konkret om dette kan brukes som fargetilsetning i alle matvarer, men antocyaner er sterke antioksidanter, og han mener det er ingen grunn til å tro at de ikke vil ha de samme helsemessige egenskapene.



FOTO: iStockphoto

Mer effektiv antibiotika

Motstandsdyktige bakterier risikerer å møte den søte hevn etter at forskere ved Kjemisk institutt ved UiB utviklet sukkervarianter som kan forsterke effekten av antibiotika. Flere typer antibiotika mister sin virkning etter hvert som bakterier blir motstandsdyktige. Men ved små endringer i sukkermolekylene til legemiddelets virkestoff kan det bli effektivt igjen. For å lure bakteriene gang på gang, er en avhengig av et stoff som det går an å lage mange sukkervarianter med.

Stipendiat Bjarte Holmelid deltok i forskningsgruppen som nettopp oppdaget et slikt anvendelig stoff ved en feiltagelse. Han forteller at da en av forskerne skulle lage et annet stoff, var hun uforsiktig med oppskriften.



FOTO: Kim E. Andreassen

Dette førte til at det ble oppdaget et helt nytt molekyl. Molekylstrukturen i dette stoffet er enkel å endre på, og gjør det derfor godt egnet til å lage nye sukkervarianter som kan forvirre fremtidens bakterier.

Holmelid har i løpet av sin doktorgradsperiode allerede laget en rekke sukkervarianter. Disse er sendt til et laboratorium som skal finne ut om de effektiviserer visse antibiotikatyper. – Vi er veldig spente på resultatene, og håper vi har funnet brukbare sukkersynteser, sier Holmelid.

Amerikanske legar vil ha Olweus

Dan Olweus sitt program for å hindra mobbing i skulen vert anbefalt av American Academy of Pediatrics. Dei ynskjer at alle amerikanske skular skal ta Olweus sin modell i bruk. I ein artikkel i *The New York Times* seier barnelegane at det geniale hjå Olweus er at han klarer å snu skulesituasjonen rundt, slik at dei andre barna innser at det er mobbaren som har eit problem med å meistra oppførselen sin, og at offeret er nokon dei kan beskytta. Dette går fram i ei offisiell uttaling frå American



FOTO: iStockphoto

Academy of Pediatrics, ein organisasjon sett saman av kring 60 000 barne- og ungdomslegar. 25 prosent av amerikanske barn har ifølgje American Academy of Pediatrics vore involverte i mobbing, anten som offer eller mobbarar.

– Abort skal være vanskelig



FOTO: Olav Røli

Etter å ha studert alle stortingsdebatter om abort fra 1993 til 2007, har stipendiat Merethe Flatseth funnet at språkbruken i debattene er med på å fremstille kvinnen som sårbar og tvilende. – Man bruker ord som *byrde* og at kvinner som velger å ta abort blir utsatt for en *ekstrem følelsesmessig påkjenning*, forteller hun. Dette er felles forestillinger på tvers av partigrensene. Flatseth mener bruk av denne typen «offer-språk» er med på å dempe konflikten i abortspørsmål, og at fremstillingen av abort som et belastende

valg er av politisk betydning. – Denne fremstillingen er en motvekt til mistanker om at kvinner tar abort fordi det er «bekvemmelig». Tidlig på 1900-tallet ble legalisert abort koblet til ønske om seksuell umoral og nytelse uten ansvar. På 70- og 80-tallet var det snakk om at man tok abort fordi graviditet ikke passet inn i tilværelsen akkurat da. Fra begynnelsen av 90-tallet har mistanken vært at selektiv abort ble valgt fordi man ville ha «perfekte barn». Språket om kvinner som sårbare i en vanskelig situasjon, balanserer en omstridt abortpolitikk, forteller Flatseth.

Kronisk trette etter kreftsykdom



FOTO: iStockphoto

Mange kreftpasienter opplever en overveldende tretthet som kan vedvare i mange år etter at de er blitt erklært friske. Psykolog og stipendiat Ingrid Jangård Orre ved UiB har, i samarbeid med Radiumhospitalet, Rikshospitalet og Universitetet i Oslo, gjennomført en undersøkelse blant flere hundre kreftpasienter. I undersøkelsene oppga nesten 20 prosent av de overlevende etter testikkelkreft, og over 30 prosent av de overlevende etter brystkreft, at de var kronisk trette etter at de var friske.

Videre undersøkelser tydet på at disse hadde en kronisk, lavgradig inflammasjonstilstand. Forskerne tenker seg at hjernen fortsetter å motta signaler om at kroppen er syk og derfor mobiliserer en atferd som gjør immunforsvaret i stand til å håndtere dette. De mener at tretthet er et eksempel på slik atferd. Likevel er det lite trolig at trettheten er funksjonell og hensiktsmessig på samme måte som ved akutte, forbigående infeksjonstilstander.

Ifølge Jangård Orre kan kognitiv adferdsterapi gi hjelp til å forstå og endre følelser, tanker og atferd som er med på å opprettholde kronisk tretthet. Slik behandling har vist seg å være effektiv sammen med et opplegg for lett, fysisk trening. – Det gjelder å komme ut av den onde sirkelen som trettheten fører med seg. Å være konstant trøtt kan føre til isolasjon, depresjon og angst. Dette kan igjen gjøre at personen tar mindre vare på helsen sin, for eksempel at kostholdet blir dårligere, noe som igjen ikke bedrer situasjonen, forklarer hun.

Lett angst forlenger livet

Ved å følge 62 000 deltakere i verdens største befolkningsstudie med oppfølging har Dr. psychol Arnstein Mykletun og hans forskningsgruppe ved HEMIL-senteret på UiB funnet at litt forhøyet angstnivå gir et lengre liv enn å ikke ha noen symptomer på angst.

Mykletun tror at sammenhengen mellom lett angst og økt levealder skyldes at folk som stadig er smårolige for at noe farlig skal skje, oftere tar tak i sine andre helseproblemer. De oppsøker lege oftere slik at livstruende sykdommer oppdages tidligere, og forsøker ellers å gjøre sunnere valg enn de ellers ville gjort. Men for mye er heller ikke bra. Da tar angsten overhånd, man kan bli passiv og bry seg mindre om sin egen helsetilstand.



FOTO: Kim E. Andreassen

Mykletun og hans forskningsgruppe oppdaget angstens gunstige virkning etter tidligere å ha studert sammenhengen mellom depresjon og dødelighet. Forskingen viste blant annet at depresjon øker dødeligheten like mye som røyking. Mykletun og hans gruppe antok at angst ville ha samme påvirkning på levealderen som depresjon, men ble overrasket da det omvendte viste seg å være tilfelle. Det viste seg at dødelighet som følge av depresjon faktisk reduseres når man har angst i tillegg.



Turboevolusjon på norskekysten

Evolusjonen i havet skjer mens vi ser på, og overfiske må ta sin del av skylden for at tusenvis av år med utvikling reverseres.

■ TEKST OG FOTO: EIVIND SENNESET

At arter forsvinner og dør ut som en følge av menneskelig aktivitet overrasker ikke noen lenger. Våre handlinger påvirker ikke bare hvem som dør, men også hvem som overlever.

Presset fra moderne trålfiske er så stort at forskere nå mener vi driver frem evolusjonære endringer i de bestandene vi skatter av. Sagt med andre ord: Vi fisker så hardt at fiskens arvemateriale endrer seg.

På sekstitallet var vi nær ved å utrydde silden. På åttitallet kollapset den canadiske torskebestanden. I dag er kysttorsken nord for Møre kategorisert som sterkt truet.

I følge FNs organisasjon for ernæring og landbruk er 75 prosent av verdens fiskebestander fullt ut beskattet, overbeskattet eller kollapset.

– I landbruket tar de vare på genene til de beste dyra. I fiskeri er det omvendt, sier forsker ved Evolusjonær fiskeriøkologi (EvoFish) ved Institutt for biologi ved UiB, Mikko Heino.

Et farvel til skreien?

Evolusjon er en langsom prosess. Avanserte livsformer forandrer seg ikke så raskt at man kan observere vesentlige endringer innen et tidsrom av en menneskealder. Slik har i alle fall den rådende oppfatning vært. Nå demrer det for forskere at det er nettopp dette som skjer, rett utenfor vår egen kystlinje. På trettitallet ble nemlig skreien kjønnsmoden i en alder av vel ni år. I dag modnes fisken etter kun seks til syv år. Den blir også vesentlig mindre i størrelse.

– Vi snakker om en vekstreduksjon på opp til 50 prosent, sier Mikko Heino.

Han er overbevist om at disse

endringene skyldes evolusjon – fremprovosert av tiår med industrielt fiske.

– Naturlig seleksjon har gjort at fisken vokser seg stor og kjønnsmodnes sent. Men moderne tråler som støvsuger havbunnen er uhyre effektive predatorer. Vi er i ferd med å reversere tusener av år med naturlig utvikling, sier Heino.

– Størrelse er en fordel for fisken vis-à-vis naturlige predatorer. Men vekst er en langsiktig investering som innebærer å utsette gyting. Hvis du ser at denne investeringen ikke lønner seg, velger du en annen strategi. Hvis du vet at dette er din siste dag, da lever du deretter: Da gyter du tidligere.

Når fisken bruker energi på modning i stedet for vekst, blir det uunngåelige resultatet individer av mindre størrelse. Dette har følger for både fisken selv og de som livnærer seg av den.

Kommersielt sett er skreien den mest verdifulle arten i norske farvann. Nå kan den potensielt være i ferd med å endre seg til noe som ligner mer på nordsjøtorsk, som mangler evnen til å vokse seg stor.

– Verste fall-scenariet er at vi mister skreien som vi kjenner den.

Utrygge farvann

Skreien er et ekstremt eksempel. Man mener imidlertid å ha påvist tilsvarende evolusjonære endringer hos både rødspette og pukkellaks. Bak funnene står forskergruppen EvoFish – en forkortelse for Evolusjonær fiskeriøkologi – med Mikko Heino i spissen. Siden høsten 2007 har gruppen forsket på effektene av fiskeri – og funnet enda nye grunner til å være føre-var i forvaltningen.

Lenge trodde man at havet var et utømmelig matfat. Havet var regel rett så svært at man umulig kunne fiske opp all fisken. Så kom sildecrashet i seksti-årene. Fiskerne fikk seg en *reality check* av dimensjoner. Bak denne øyenåpneren sto nye og mer effektive redskaper. Siden den gang har fiskernes verktøy bare blitt mer kompromissløse. Verstingen er trålen, som samler opp alt som kommer gjennom åpningen. Mens trålfiske er regulert med

minstestørrelser på lovlig fangst, finnes det ingen øvre grense.

Fisk to, drep tre

Når man tiår på tiår fjerner de største individene fra en gruppe, er det kanskje ikke oppsiktsvekkende at gruppen tilpasser seg realitetene. Men – som forskerne er raske med å påpeke – dette er bare halve sannheten. Selektivt fiske på store størrelser bidrar nemlig også til en betydelig høyere naturlig dødelighet.

– I sjøen lever du med en konstant fare for å bli spist av dem som er større enn deg, sier Christian Jørgensen, en annen forsker i EvoFish-gruppen:

– Å være liten, å vokse raskt og å reproducere hardt er alle faktorer som hver for seg bidrar til økt dødelighet. Fiske fremprovoserer risikotrekk i hver og en av disse faktorene. Du fisker kanskje to, men du dreper tre, sier Jørgensen.

Han viser til torskebestanden utenfor Canada som kollapset på slutten av åttitallet. Her var dødeligheten beregnet til 20 prosent

årlig rundt 1980. De siste målingene, foretatt flere år etter at bestanden ble fredet, viser en tredobling av den naturlige dødeligheten.

– Mange faktorer kan spille inn, men det virker usannsynlig at denne økningen ikke har sammenheng med fisket.

Lofotfiske på hell

Gamle fangst-statistikker forteller at man for hundre år siden tok skrei så langt sør som Lindesnes. Da hadde skreien svømt 2 100 kilometer fra Barentshavet. Etter å ha gytt, svømte fisken tilbake. En gytevandring tur-retur var like lang som en tiendedel av Jordens omkrets. Å svømme slike distanser krever betydelige energireserver. Stor fisk klarer turen, små fisk har ikke en sjanse i havet. Stadig mindre individer vandrer stadig kortere distanser. På begynnelsen av 1990-tallet hendte det fortsatt at man kunne ta skrei utenfor Sotra, men dette er uhørt i dag. Selv utenfor Møre og Lofoten – de historisk sett viktigste fangsstedene – har skreiens besøk blitt færre. ►

«DET VIL KREVE MINST 50 ÅRS FISKEFORBUD Å REVERSERE EFFEKTEN AV TI ÅRS FISKE.»

Mikko Heino

► – I fremtiden kan selv Lofoten-bestanden bli desimert. Kanskje velger skreien å gyte langs Finnmarkskysten i stedet, sier Christian Jørgensen.

En slik endring i gytestedspreferansene vil ha ytterligere ringvirkninger på bestanden. Det er store forskjeller i klima mellom Lofoten og Finnmark, og dette vil påvirke populasjonsdynamikken med tydeligere gode og dårlige år.

– Sønn sett kan endringene vi nå ser ha betydning for både distrikts- og utenrikspolitikk. Kanskje må norske fiskere finne nye fiskeplasser lengre nord, kanskje må vi finne en ny delingsmodell med Russland når bestanden trekker stadig mer inn i russisk farvann, sier Jørgensen.

– **Fisk mindre!**

På trettitallet fisket vi 500 000 tonn skrei. Etter krigen, da flere års opphør i fisket hadde gitt en kraftig bestandsøkning, bikket vi en million tonn. I dag ligger vi på rundt 600 000 tonn. Det totale uttaket er med andre ord ikke dramatisk endret på snart 80 år, men uttakets prosentandel av bestanden har skutt i været: I løpet av samme tidsrom er nemlig den skattbare skreibestanden halvert. Likevel: I følge dagens mål er skreien fortsatt bærekraftig og kan teoretisk sett tåle enda større uttak. Men disse målene tar ikke evolusjonære hensyn. Det mener forskerne kan være et problem.

– Evolusjon er ikke fornuft. På kort sikt har vi kanskje en mulighet til å forutsi

[FAKTA]

EvoFish-gruppen bruker evolusjon som utgangspunkt for å svare på fundamentale og praktiske spørsmål innen marin og fiskeribiologi. De er spesielt interesserte i evolusjonære konsekvenser av fiske. Hvilke endringer kan vi regne med og hvor vanlige er disse. Fiskeri er veldig selektivt på størrelse. Jo større fisken er, desto større er sannsynligheten for å bli fisket. De største fiskene er også de mest attraktive for industrien. Det er dette presset fiskens gener svarer på, i følge Mikko Heino.

hvilke endringer som vil inntreffe, men på lang sikt har vi ikke en sjanse. Hvis vi er påpasselige med å ta vare på de store fiskene med gode gener, kan vi kanskje forsinke de evolusjonære endringene til vi skjønner mer av hva som foregår, sier Jørgensen.

En ting er imidlertid forskerne sikre på: Mens hardt fiskepress kan fremprovosere endringer på bare tiår, vil det ta langt lengre tid å snu utviklingen. Mikko Heino estimerer at det vil kreve minst 50 års fiskeforbud å reversere effekten av ti års fiske.

Han etterlyser nå alternative forvaltningsstrategier, kombinert med tekniske løsninger som forhindrer trålene i å ta de største individene. Mens teknologien finnes, er den politiske viljen fraværende. Det skyldes til dels at langt fra alle mener det bevisst at de endringene man nå observerer faktisk er evolusjonære. Kritikerne krever genetiske bevis.

– Gi oss fem år så har vi dette beviset også, sier Mikko Heino.

– Dessverre er usikkerhet en bekvem unnskyldning for forvaltningsmyndigheter som har en ganske vanskelig jobb i utgangspunktet. ■



TRÅLING PÅ LABEN: Verste fallscenariet er at vi mister skreien som vi kjenner den, sier professor Mikko Heino. Han leder forskningsgruppen EvoFish som undersøker de evolusjonære effektene av fiskeri. Beatriz Diaz Pauli og Chandana Nissanka forsøker å gjenskape overfiske i et eksperiment med guppyfisk fra Trinidad.



MEDIEINTERESSE: Et team fra Discovery Channel fulgte forskere til Lokeslottet utenfor Bjørnøya.

Ekstrem opplysning

**Verdens nordligste
varmekilde ble funnet
utenfor Bjørnøya i fjor. I år
vendte forskerne tilbake
og fant et yrende liv i det
ekstreme miljøet.**

■ TEKST: EIVIND SENNESET
■ FOTO: ELINOR BARTLE,
SENTER FOR GEOBIOLOGI

Forskningsskipet «G.O. Sars» seiler i farvann som har vært norsk mindre enn et halvår. Ombord er geologer, oseanografer og kjemikere, miniubåtpiloter, mikro- og makrobiologer, et assortert utvalg teknikere og studenter og et TV-team fra Discovery. De er på vei tilbake til Lokeslottet, en undersjøisk varmekilde som ble oppdaget så sent som i fjor sommer.

Beliggende på 2 400 meters dyp, 300 kilometer vest for Bjørnøya, er Lokeslottet det nordligste såkalte hydrotermale feltet vi kjenner til. En rekke skorsteiner pumper

svart, giftig, 300 grader varmt vann ut i det iskalde bunnvannet. Dette er blant jordens mest ekstreme miljøer. Og det yrer av liv.

– Miljøet minner om slik det var da liv først oppsto på planeten vår. Felt som dette er blant de heteste ledetrådene i arbeidet med å forstå livets opprinnelse, sier geologiprofessor og toktleder Rolf Birger Pedersen.

Vi skal ikke mer enn ti år tilbake før den rådende oppfatning var at man ikke ville finne hydrotermale felt i disse havområdene. Nå viser det seg at feltene i nettopp disse ►

- områdene er blant verdens største. De er også overraskende rike på hydrogen, metan og ammonium, som er viktige byggesteiner for liv.

– Kombinasjonen gjør dette feltet til et eksepsjonelt godt laboratorium for forskning på livets dypeste gåter, sier Pedersen.

Rosehagen

De visste at de var på sporet. Forskerne fra Senter for geobiologi ved UiB jakter på ny kunnskap i grenselandet mellom stein og liv, mellom geologi og biologi. De hadde allerede i 2007 tatt noen oppsiktsvekkende prøver. Den kjemiske sammensetningen tydet på at de var i nærheten av et hittil uopdaget hydrotermalt felt i Norskehavet. I fjor brukte forskerne to uker på å saumfare havbunnen uten resultat. De var i ferd med å gi opp, da undervannsroboten Bathysaurus sendte opp bilder av en 11 meter høy skorstein. Med kun fire dager igjen før «G. O. Sars» og forskerne måtte returnere til Bergen, kunne man endelig feire funnet av Lokeslottet.

– Havbunnen langs den nordatlantiske rygg er i stor grad ukjent territorium, men ingen hadde forventet å finne et

[FAKTA]

GEOBIOLOGI: Senter for geobiologi er et Senter for fremragende forskning (SFF). Senteret er et samarbeid mellom Institutt for biologi og Institutt for geovitenskap. Senter for geobiologi har som visjon å bruke havdypet, økosystemene på og under havbunnen og utviklingen av livet på jorden til å vise at naturvitenskapen stadig er i utvikling.

hydrotermalt felt av denne størrelsen, sier Rolf-Birger Pedersen, som leder Senter for geobiologi.

Frem til syttitallet så man på dyphavet som en ørken. Det var kaldt og ikke minst mørkt. Fraværet av lys gjorde fotosyntese umulig, hvilket begrenser livsmulighetene. Så oppdaget man de første hydrotermale feltene på Galapagosryggen i Stillehavet. Ikke bare var det et rikt liv i det ekstreme miljøet, det var en *annen* type liv. Bakterier og mikroorgansimer livnærte seg av uorganiske gasser og metaller. Funnet

bekreftet en nesten 100 år gammel teori: kjemosyntese var mulig. Sensasjonen var et faktum. Varmekildene fikk tilnavnet *Rose Garden*.

I årene som har gått siden det første hydrotermale feltet ble funnet i 1977, har forskerne oppdaget flere slike varmekilder. Hver og en har bydd på nye overraskelser. Felt i Atlanterhavet, sør for Azorene, viste seg å være rike på organismer helt forskjellige fra dem i Stillehavet. Et annet felt, i Indiahavet, bød på livsformer noe midt i mellom det som finnes i Stillehavet og i Atlanterhavet. Hvordan ville livet i de nordatlantiske feltene se ut?

Dette spørsmålet sto sentralt da forskerne denne sommeren vendte tilbake til Lokeslottet.

Vanntemp: 317 grader

Etter først å ha bunkret 240 000 liter drivstoff, satte «G.O. Sars» ut fra havnen i Tromsø første august, fullastet med forskere og tettepakket med teknisk utstyr. Ferden ble fulgt av et TV-team fra Discovery som filmet forskningsskipet til en episode av serien *Mighty Ships*. Første post på det elleve dager lange toktet var prøvetaking ved

«NOK EN GANG STÅR VI OVERFOR LIVSFORMER SOM ER VIDT FORSKJELLIGE FRA DEM VI KJENNER TIL FRA ANDRE HYDROTHERMALE FELT.»

en slamvulkan sørvest for Bjørnøya (se egen notis). Så gjaldt det å finne igjen Lokeslottet. De eksakte koordinatene var slettet ved en programvareoppdatering, havbunnen ble nok en gang sømfart med undervannsrobot. Den fjernstyrte farkosten fant spor av sammenraste skorsteiner. Fragmentene i gult, oransje og rustrødt viste veien. På toppen av en skråning, 2 400 meter under overflaten, sto slottet og pumpet ut svart vann fra havbunnen, nøyaktig slik det hadde gjort året før.

På dette dypet er vannet iskaldt. Forskerne målte bunnvannet til minus 0,7 grader celsius. Men opp fra skorsteinene,

fra de såkalte «black smokers,» strømmer vann på 317 grader. Det høye trykket gjør at det kan nå slike temperaturer uten å koke. Vannet inneholder store mengder metan og hydrogensulfid, kobber, sink og jern. Sammensetningen er giftig for det aller meste av liv på Jorden. Likevel florerer dette miljøet med mikroorganismer og bakterier, med rørormer, amfipoder, snegler og til og med fisk.

Mange analyser gjenstår, men de foreløpige resultatene bekrefter den besynderlige trenden fra Stillehavet, Atlanterhavet og Indiahavet:

– Nok en gang står vi overfor livsformer som er vidt forskjellige fra dem vi kjenner til fra andre hydrotermale felt, sier Rolf Birger Pedersen.

På dypt vann

De ekstreme miljøene på havbunnen er interessante for flere enn forskerne. Kommersielle krefter kjenner sin besøkelsestid. Gruveselskaper vurderer mulighetene for å kunne profitere på metallforekomstene. Selskaper som driver bioprospektering for medisinske eller industrielle formål er interessert i genene til det livet som kan leve i

det giftige miljøet. For kommersielle aktører er det en vesentlig nyhet at både Lokeslottet og andre ukjente felt i dyphavet har fått norsk «eierskap». På bakgrunn av geofaglig kunnskap fra blant annet UiB, ble Norges økonomiske sone i vår betydelig utvidet slik at den nå inkluderer det nordatlantiske ryggsystemet fra Jan Mayen til Fram-stredet ved Svalbard.

I mens fortsetter forskerne jakten på ny, fundamental kunnskap om den dype biosfæren, om livets opprinnelse på jorden og sågar om muligheten for liv på andre planeter.

Kanskje kan det første livet ha oppstått og utviklet seg i et hydrotermalt felt som ligner på Lokeslottet. Hypotesen støttes av ny kunnskap som viser at viktige byggesteiner for liv kan dannes ved reaksjoner mellom vann og stein.

– Vi kan kanskje føle at vi er langt unna et svar på gåten om livets opprinnelse, men bare de ti siste årene har frembrakt fantastisk mye ny kunnskap, sier Rolf Birger Pedersen. ■

SLAM: Forskere jobber med materiale fra Lokeslottet.



Slam kan forklare klimaendringene



Ved omtrent to graders temperaturøkning sammenlignet med gjennomsnittet før den industrielle tidsalder, vil permafrosten på landjorda begynne å tø og frigi hittil frose reserver av klimagassen metan. Dette vil ytterligere forsterke drivhuseffekten og bety enda mer dramatiske klimaendringer. Frossen metan i sedimentene på havbunnen vil ha den samme selvforsterkende effekten dersom de blir frigitt, men forskere er usikre på hvor stor temperaturøkning i vannet som må til før dette inntreffer. Dette spørsmålet gjør Håkon Mosbys slamvulkan spesielt interessant. Vulkanen, som ligger på 1 250 meters dyp mellom Tromsø og Bjørnøya, pumper ikke ut flytende magma, men derimot slam og metan. Med en diameter på vel en kilometer, er dette en av de største og mest aktive slamvulkanene som vi kjenner til. Forskerne fra Senter for Geobiologi har nå tatt

prøver av sedimentene og sjøvannet over for å studere hvordan mikroorganismer danner og bryter ned metan.

– Vi starter nå nye prosjekter for å kvantifisere utslipp av metan fra havbunnen, og studere betydningen av slike utslipp for primærproduksjonen. Dette er kunnskap som forhåpentlig også vil være nyttige for fremtidens klimamodeller, sier Rolf Birger Pedersen.



Foto: Elin Bjerkan

– Det store spørsmålet i dag er å forstå sammenhengen mellom relativitetsteori og kvantefysikk.

Jan Petter Hansen



Foto: Privat

– Den største tverrfaglege utfordringa i dette hundreåret er kanskje å matematisere biologien.

Stein Arild Strømme

Draumen om fri forskning



Foto: Kim E. Andreassen

– Norsk havbruksforskning er ikkje tilstrekkeleg innovativ, fordi den ikkje er støtta godt nok av breie grunnforskningsmiljø.

Jarl Giske

– For å drive god forskning må fagmiljøa være av ein viss storleik og kunne drive såkalla «blue sky», eller forskning drive av nysgjerrigheit.

Anne Marit Blokhus



Foto: Silje Gripsrud

Grunnforskning har gitt oss alt frå avansert utstyr for kreftbehandling til internett. Likevel blir det stadig mindre av den.

■ TEKST: HILDE KVALVAAG

– Satsing på grunnforskning er ein føresetnad for å løyse mange av problema menneska står overfor i dag. Dette seier Jan Petter Hansen ved institutt for fysikk og teknologi. Han er ein av fire instituttleiarar ved Det matematisk-naturvitenskaplege fakultet ved Universitetet i Bergen Hubro har snakka med om kva dei ville forske på om dei kunne velje. Tendensen er klar. Dei vil forske breitt, på grunnlagsproblem. Det er gode grunnar for det.

Fysikk reddar liv

Alle avanserte instrument vi har i dag er resultat av grunnforskning i førre hundreåret. Om du får kreft er det sannsynleg at

det er grunnforskning som ligg bak nye behandlingsmetodar som kan kurere deg. Laserinstrumentet er til dømes resultat av kvanteforskning, medan avbildningsteknikkar som viser og kurerer svulstar der blitt til etter forskning på akselleratorfysikk.

– Framleis i dag skjer det stadig store oppdagingar. Eksperimenta på CERN er døme på at vi kan få ny forståing av korleis universet heng saman, samstundes står CERN-folka bak Internett. Teknologien er ikkje noko anna enn eit barn av fysikken, seier Jan Petter Hansen. Han fortel at det han ser på som det store spørsmålet i dag er å forstå sammenhengen mellom relativitetsteori og kvantefysikk, kort sagt

sammenhengen mellom det store og det små. Men ressursane for å skape store framskritt er for knappe.

Ikkje lenger heltar

– I dag er det færre tilsette på instituttet enn det var i 1979, og berre ein del av dei driv med grunnforskning. Før var vitenskapsfolk heltar og det er ikkje helten eg vil ha tilbake, men eg ønskjer ei større forståing for at grunnforskning ikkje er å kaste bort pengar. Men nettopp det som kan gje oss dei store livreddande framstega, og framsteg som kan vere viktige for miljøet.

Hansen peikar på at historia viser at det er satsing på grunnforskning som

skaper kvantesprang teknologisk. I andre land, som Sverige og Nederland, satsar dei meir på grunnforskning, hevdar han.

– Dei fleste politiske partia i Noreg har ein forskingspolitikk som er prega av at dei vil løyse akutte problem straks. Grunnforskninga ved universiteta bør får eit fast prosentmål av total statleg del til forskning.

Henta fram pensjonistane

I ti år har vi etterlyst meir satsing på grunnforskning, men det skjer lite, bortsett frå svært velkomne ekstramidlar frå UiB til å skrive betre søknader. Dette har gjort at vi har fått fleire folk som har lykkast i å få frie midlar.

Dette seier leiar ved Institutt for biologi, Jarl Giske. I følge Giske er det gammal grunnforskning i mikrobiologi som gjer at biologane kan forske på fiskesjukdommar. To tredjedelar av verksemda på biologi er knytt til havet. Fiskerinasjonen Noreg satsar på dette feltet, men det er altfor mykje programforskning og «snu kappa etter vinden»-forskning, seier Giske.

– Å bruke pengar på det som ser meningslaust ut kan komme til nytte. Eitt døme: Systematikk fekk ikkje lenger forskingsmidlar etter 1970-talet. Men så gjekk det tjue år og klimakrisa kom. Då trengte vi brått nokon som kunne feltet biodiversitet, men då var nesten alle som ►

- kunne det pensjonerte. Heldigvis er fleire av pensjonistane framleis lystne på å forske, og Torleiv Brattegard er til dømes veldig etterspurd som samarbeidspartnar i forskingsprosjekt.
 - Institutt for biologi flyttar snart inn i eit nytt bygg og er glade for det. Likevel er det skjer i sjøen. Framleis manglar dei pengar til utstyr og instituttet slit med høge driftskostnader.
 - Ein få inntrykk av at Forskingsrådet ikkje ser skilnad på kostnadane i ulike fagområde, seier Jarl Giske. – Mange av våre forskarar treng både stor plass, dyrt utstyr og hjelp til pass av fisk. I mange år har

«DET ER FLEIRE VIKTIGE NYE DISIPLINAR I BIOLOGIFAGET VI IKKJE KAN TA DEL I FORDI VI IKKJE HAR MIDLAR.»

Jarl Giske

budsjettauken til instituttet vore mindre enn lønnsauken til dei tilsette. Så vi ser fram til kvar pensjonering for da kan vi dekke inn tapte lønnskostnader. Slik misser vi kvert år ei fast stilling. Det er fleire viktige nye disiplinar i biologifaget som vi ikkje kan ta del i fordi vi ikkje har midlar, dermed klarar vi heller ikkje å modernisere oss.

Kjem for seint til kommersialisering

Det er mykje som er bra, også, nyanserer Giske, men Noreg satsar på for smale felt. Norske politikarar legg stor vekt på at marin forskning skal vere viktig for innovasjon og ny næringsutvikling i Noreg. Men for å vere verkeleg innovativ må du stå på eit fjell av grunnforskning, slik det til dømes har vore i Silicon Valley

USA. Der er dei anvendte forskarane nær grunnforskingsmiljøa der dei gode ideane skapast. Norsk havbruksforskning er ikkje tilstrekkeleg innovativ, fordi den ikkje er støtta godt nok av breie grunnforskingsmiljø. Når vi sjølve ikkje har desse sterke grunnforskingsmiljøa her, må vi vente nokre år før norske forskarar blir kjent med dei nye ideane frå desse miljøa, og då har allereie nokon annan tatt patent på det som lettast kan kommersialiserast. Skal vi få til eit sterkt innovativt forskingsmiljø basert på livet i havet, så må dette ha støtte i breie grunnforskingsmiljø i til dømes biomedisin, molekylærbiologi, biodiversitet, bioinformatikk, kjemi og fysikk.

Matematikken og biologien

Matematikk er eit viktig fag både for fysikk og biologi. Også på Matematisk institutt er det spinkle budsjett, får vi vite av instituttstyrar Stein Arild Strømme. At ein år etter år ikkje får full kompensasjon for lønns- og prisstigning fører i røynda til nedskjering av verksemda over tid. Då vert det og vanskeleg å bygge opp nye forskingsgrupper, fortel han.

Matematikkens vesen er å drive grunnforskning. Heldigvis krev matematisk grunnforskning sjeldan kostbare laboratorium, ekskursjonar, instrument eller eksperiment. Matematikkens språk er internasjonalt, og internasjonalt samarbeid er vesentleg. Det er lettare å få finansiering til prosjekt innan anvendt forskning og programforskning. Mitt syn er at dette er heilt naturleg og rimeleg. Vi kunne nok likevel gjerne ønskje at forskingsrådet hadde hatt ein større pott til «Frie prosjekt», der den reine matematikken for det meste høyrer heime.

– Den største tverrfaglege utfordringa i dette hundreåret er kanskje å matematisere biologien. Biologane vil mellom anna trenge databehandling av store datamengder i molekylærbiologi. Likeeins er matematikk viktig for fysikk, seier Stein Arild Strømme.

– Fysikarane lagar instrumenta men dei treng matematikarane for å tolke

resultata, seier Stein Arild Strømme. I følge matetikaren er moderne fysikk heilt utenkeleg utan matematikk. For å formulere teoriane sine treng nemleg fysikarane matematikk. Det gjeld i beskrivinga av elementærpartiklene, i kvantemekanikken, og også innan instrumentering, ikkje minst behandling av bilete. Eitt døme på dette er MR-avbildning som er viktig for å stille diagnosar.

Blue sky

På Kjemisk institutt fortel instituttleiar Anne Marit Blokhus at også dei meiner at vi satsar for lite på grunnforskning.

– Mange gode prosjekt kollapsar på grunn av pengemangel, fortel ho. Det trengs mykje ressursar for å forske på kjemi, og ressursmessig er instituttet i ein nedadgåande spiral. Talet på tilsette på kjemi er synkande, frå 25 for 10 år sidan, mot 18 eller 19 no. Blokhus meiner at Noreg er for orientert mot naturressursar og lite flinke til å sjå muligheitene som ligg i kjemi. Kjemi spelar ei viktig rolle det på mange område som gjeld helse og miljø. Kjemikarar forskar saman med molekylærbiologar på proteinar for å finne ut meir om sjukdommar som kreft og forstå verkemåtar til medisinar. Medan naturstoffkjemi er grunnlag for mange av dagens medisinar. Gjennom kjemometri kan forskarane gje ein modell ved hjelp av multivariat dataanalyse som er med på å diagnostisere ulike sjukdommar.

– For å drive god forskning må fagmiljøa vere av ein viss storleik og kunne drive såkalla «blue sky», eller forskning drive av nysgjerrigheit, noko som også vart peika på av ei internasjonal komitè som nyleg evaluerte kjemifaget i Noreg. ■

Kina kjører forbi USA

I 2015 vil antallet solgte biler være høyere i Kina enn i USA.

■ TEKST: OLAV RØLI

Når Kina og India om få år når den vestlige verdens velstandsnivå, vil de være storforbrukere av energi. I 2015 blir over 10 millioner flere biler solgt i Kina enn i USA og salget er forventet å stige til over 18 millioner flere når vi nærmer oss 2030. Bergen Summer Research School 2009 hadde klima, energi og miljø som tema. Aad Van Bohemen, direktør i International Energy Agency (IEA), var en av foredragsholderne og snakket om verdens energiforbruk og energibehov. Bohemen pekte særlig på India og Kinas rolle når det gjelder forbruk av energi.

IEA er en sammenslutning av 28, stort sett rike land. Og Bohemen nølte ikke

med å kalle sin egen organisasjon for en rikmannsklubb. Samtidig er organisasjonen en viktig stemme i den internasjonale klima- og energidebatten. Den utarbeider en oversikt over globale trender når det gjelder energiforbruk. Nå har IEA utarbeidet sannsynlige scenario frem til 2030, og er i gang med videre beregninger frem til 2035.

– Frem til 2030 vil verdens energibehov stige med over 45 prosent, dette gitt at vi fortsetter uten noen form for restriksjoner.



TETT TRAFIKK: Salget av biler i Kina eksploderer fram mot 2030. (Foto: iStockphoto)

Varmest siden år 0

I løpet av de siste 2000 år har temperaturen aldri steget mer enn den har gjort de siste fire tiår.

■ TEKST OG FOTO: OLAV RØLI

– Fra 2000 år siden og frem til i dag har temperaturen gått ned med 0,2 grader per 1000 år. Dette henger sammen med at solstrålingen har blitt svakere og jorden gradvis har kommet lenger unna solen. Men fra 1950 og frem til i dag har vi sett en markant økning i temperaturen igjen. Faktisk er fire av de fem varmeste tiårene siden cirka år 0 fra 1950 og frem til i dag, forteller forskeren.

Mange prøver

I en artikkel som i september ble publisert i tidsskriftet Science beskrives det hvordan temperaturen på jorda har økt bemerkelsesverdig de fire siste tiår. Forsker Anne E. Bjune og professor John Birks ved Bjerknessenteret og Institutt for biologi ved Universitetet i Bergen, har begge vært medforfattere til artikkelen sammen med en rekke forskere fra hele verden. Artikkelen er et sammendrag av hva de ulike forskerne har kommet frem til.

Funnene er blitt til gjennom studier av insektprøver, pollenprøver, treprøver og isprøver fra hele den nordlige halvkule. Prøvene viser alle den markante temperaturøkningen.

– Resultatene står sterkere når de er blitt til gjennom arbeid fra flere forskere og prøvene er tatt i forskjellige deler av den nordlige halvkule, mener Bjune.

Trær på Hardangervidda

Hun og Birks har tatt prøver av bunnen av flere innsjøer i Nord-Norge og Nord-Finland.

Der boret de ned til cirka ti meter på bunnen av innsjøen, og ved hjelp av

Det er kullenergi som står for den største økningen, fortalte Bohemen.

Og igjen trakk han frem India og Kina. Siden 2000 har disse to landene stått for over halvparten av det økede energibehovet i verden. På samme tid som Kina og India vil stå for en stor økning i bruken av fossilt brennstoff, vil land utenfor OECD sørge for en enorm økning i produksjonen av både olje, gass og kull frem til 2030. ■

C14-dateringer og pollenanalyser studerte de hvilke planter som har levd i de ulike hundreårene. På denne måten kom de frem til hva temperaturen måtte ha vært de siste 2000 år.

– For 8-5000 år siden vokste det trær på Hardangervidda, noe som skyldtes at vi hadde et varmere klima. Men disse svingingene følger et naturlig mønster som skjer gradvis over tid. Men de temperaturøkningene vi har sett de siste tiårene har vært markante og ikke lik de vi tidligere har sett, forteller Bjune. UiB-forskerne mener at det er menneskeskapte årsaker til at temperaturen har økt så markant som den har gjort de siste tiårene. ■



Anne Bjune studerer en av prøvene fra en innsjø i Nordland. De nederste lagene er flere tusen år gamle.

Grønt fra grunnen

Tanken bak grønn kjemi er at det er bedre å unngå produksjon av avfallsstoffer enn å fjerne dem i ettertid.

■ TEKST: INGER LISBETH ØDESNELTVEDT OG
OLAV RØLI

Plast, såpe og legemidler. Kjemiske stoffer inngår i det meste vi omgir oss med. Det er ikke tvil om at kjemien har gitt oss et både bedre og lengre liv, men ordet «kjemi» assosieres likevel ofte med forurensning og miljøproblemer. Selv om forholdene i vestlige land har blitt langt bedre de senere årene, kommer vi ikke bort fra at tradisjonell kjemi kan gi skadelig avfall som

må deponeres, destrueres ved forbrenning eller i andre destrueringsanlegg.

Både bedre og billigere

Miljøkjemi handler om å overvåke avfallsstoffer som allerede er produsert. Men hvorfor ikke gå et skritt videre og unngå giftige biprodukter i utgangspunktet? Det er dette arbeidet fagfeltet *grønn kjemi* handler om.

– Det er fullt mulig å få til kjemisk produksjon uten skader på miljøet. Noen prosessforbedringer er alt som skal til, sier professor i kjemi Hans René Bjørsvik.

For å unngå avfall, må de kjemiske reaksjonene gjøres atomeffektive. Det vil si at alle atomer i de stoffene som reagerer med hverandre må ende opp i de ønskede produktene. Eventuelle sideprodukter må være ufarlige, for eksempel vann. Bruk av

løsningsmidler kan som oftest ikke unngås, men forskere innen grønn kjemi satser mye på å utvikle nye løsningsmidler som ikke er skadelige for omgivelsene.

– Dette er ikke bare mer miljøvennlig, men ofte også billigere. Det er dyrt å fjerne biproduktene fra det ønskede produktet og senere håndtere dette kjemiske avfallet på en forsvarlig måte, sier Bjørsvik.

Stort i USA

Grønn kjemi er en sterk internasjonal bevegelse og en etablert vitenskap i USA. Det begynte med at Bill Clinton etablerte prisen «Green Chemisty Award» i 1995. Den deles ut hvert år til forskningsmiljøer og industribedrifter som kommer opp med mer miljøvennlige løsninger.

Likevel har grønne kjemiske prinsipper hatt større innvirkning på detaljerte lover og

[FAKTA]

Grønn kjemi

- Paul T. Anastas ved USAs Environmental Protection Agency (EPA) innførte begrepet grønn kjemi i 1991.
- Grønn kjemi bygger på et sett prinsipper for kjemisk virksomhet. Målet er å eliminere dannelsen av farlige forbindelser i kjemiske prosesser.
- Grunnprinsippet er at det er bedre å unngå produksjon av avfallsstoffer enn å fjerne dem i ettertid.
- De kjemiske prosessene skal dessuten være energieffektive, benytte seg av fornybare råvarer og foregå uten bruk av giftige kjemikalier. De bikjemiske produktene skal være nedbrytbare i miljøet.
- Betegnelsen er ikke godtatt overalt, blant annet fordi mange deler av kjemifaget gjør krav på å være grønne.
- Grønn Kjemi er ikke et eget fag på universitetene i Norge, selv om tankene inkorporeres i undervisningen.

regelverk i Europa enn i USA. Særlig gjelder dette Det europeiske kjemiregelverket *REACH* som ble innført i fjor og som Norge forplikter seg til gjennom EØS-avtalen.

– Norsk industri er definitivt med på den grønne bølgen, men samtidig er det klart at det tar tid å legge om industrielle kjemiske prosesser. Når *REACH*-regelverket blir tatt i bruk for fullt, kan vi imidlertid snakke om et paradigmeskifte i industrien, sier Leiv K. Sydnes, professor ved Kjemisk institutt.

Trenger spesialister

Selv om grønn kjemi blir omtalt og diskutert i flere kurs gitt ved Kjemisk institutt, er hittil ikke disiplinen etablert som et eget fag ved norske universiteter. Bjørsvik mener dette er uheldig:

– Det bør drives både industriell og akademisk forskning på dette området. På den ene siden er det viktig at ledelsen i bedriftene ikke bare tenker kortsiktig profitt,

men forstår at omlegging til grønn kjemi vil være god økonomi på lang sikt. Men vi trenger også forskere som kan det bedriftene holder på med og som kan hjelpe til å drive produksjonen i riktig retning, sier Bjørsvik.

Han påpeker at store midler er brukt på forskning som tar sikte på å forstå miljøødeleggelser som følge av kjemisk industri, eksempelvis hvilken påvirkning freon har hatt på ozonlaget.

– Nå er det på tide å bruke penger på forskning som kan begrense og forhindre slike ødeleggelser, sier han. ■

KJEMIENS EPOKER: Starten på organisk kjemisk industri anses for å være i 1856 da 18 år gamle W. H. Perkin ved en tilfeldighet greide å framstille det første syntetiske fargestoff. Etter dette kan den kjemiske industris historie grovt sett deles inn i tre epoker: 1. Industrialisering med forurensning 2. Miljøvennlig industri 3. Bærekraftig industri med grønn kjemi. (Foto: iStockphoto)

Viktig, men ukjend

Partikkelfysikarar har inga aning om kva dei kan kome til å oppdage dei neste fem eller ti åra. Men dei veit sånn cirka korleis dei skal oppdage det.

■ TEKST: KJERSTIN GJENGEDAL

– Vi er på ein måte vår tids oppdagings-reisande. Tidlegare har folk lagt ut på havet utan å vite kva dei ville oppdage på vegen. I dag finst dei kvite flekkane på kartet ute i universet, seier Heidi Sandaker, postdoktor ved Institutt for fysikk og teknologi.

Sandaker driv med såkalla subatomær fysikk, det vil seie partiklar som er mykje mindre enn atom og molekyl. Saman med kollegaer frå heile verda, arbeider ho med eksperimenta ved CERN, den europeiske organisasjonen for kjernefysikk. I korte trekk går eksperimenta ut på å finne ut kva som skjedde rett etter Det store smellet. I same slengen kan vi kanskje få meir informasjon om dei kvite flekkene på kartet.

Kvite flekker på kartet

– Ein har funne ut at alt det vi kan sjå, stjerner og lys og tinga som omgjev oss, berre utgjer omlag fire prosent av alt som finst i universet. Resten er mørk materie, som vi ikkje heilt veit kva er, og mørk energi som vi veit enno mindre om, seier Sandaker.

Altså utgjer dei kvite flekkene 96 prosent av kartet. Det seier seg sjølv at her kan det



Heidi Sandaker (Foto: Thor Brødreskift)

bli gjort store oppdagingar i åra som kjem.

– Ein kan lure på kvifor vi skal forske på kva som skjedde under Big Bang, men det har ein enkel grunn: Vi ønskjer å vite meir om kven vi er. Dei prosessane som skjedde den gongen, er jo årsaka til at det er liv på jorda og at verda ikring oss er som ho er i dag. Eg opplever stadig at folk eg møter, er veldig interesserte i å få vite meir om dette, seier ho.

Prøving og feiling

Då den store nye akseleratoren ved CERN, LHC (Large Hadron Collider) vart starta opp i fjor, gjekk det ulukkelegvis ikkje lang tid før det utvikla seg resistans i ein skøyt mellom to leidningar, og den plutslege varmeutviklinga gjorde at denne delen av akseleratoren vart øydelagt. Det er slikt som skjer når ein er på veg inn i ukjent terreng. No er skaden snart retta opp, og mot slutten av året skal LHC startast på nytt.

– Det er egentleg utruleg at vi kom så langt som vi gjorde før noko gjekk gale. Det er jo ingen som har gjort dette før, og dei fleste veit at når ein bygger noko for første gong, blir det sjeldan heilt perfekt. Men det hadde jo vore betre om det som gjekk gale, var noko som gjekk fortare å reparere, vedgår Sandaker.

For sjølv om partikkelfysikarane ikkje veit kva dei kan kome til å oppdage i åra framover, så har dei ganske god oversikt over kva utstyr som må byggast for å oppdage dette ukjende. LHC er ein 27 kilometer lang tunnel der strålar av proton blir akselererte til nær lysfart før dei skal kollidere med kvarandre. Maskinen krev meir energi enn ein nokon gong tidlegare har klart å produsere på jorda, og grunnen er at for å finne dei partiklane som vi enno ikkje har funne, må vi oppsøke dei energimengdene der partiklane finst. Di meir energi, di nærare kjem vi dei tilhøva som fanst under Big Bang.

Forskningsutstyr til beste for samfunnet

Å konstruere slike maskiner er eit forskingsarbeid i seg sjølv. På vegen mot

mørk materie må forskarane finne opp ein del nytt utstyr som kjem samfunnet til gode lenge før dei forskingsresultata vi egentleg er på jakt etter, ser dagens lys. For å skape Big Bang på nytt, trengst det maskiner som kan produsere og handtere enorme mengder energi, og detektorar som kan spore partiklane som blir produserte. Teknologien i desse maskinene har andre bruksområde enn berre fysikkeksperiment.

– Det er blitt noko av ein tradisjon at detektorteknologi blir teken i bruk i medisinen, til dømes. Mange er ikkje klar over det, men partikkelfysikk er ein viktig teknologi på sjukehusa. Det klassiske dømet er sjølvsgt røntgenstråling, som vart oppdaga gjennom fysikkeksperiment, og raskt teken i bruk i medisinen. Når det gjeld datateknologi, er World Wide Web det mest kjente dømet. Det oppsto av eit

MØRKET I UNIVERSET: Berre fire prosent av det som finst i universet er lys, stjerner og ting vi kan sjå. Resten er mørk materie som forskarane ikkje veit heilt kva er, og mørk energi som dei veit endå mindre om.

behov som partikkelfysikarane ved CERN hadde for å kunne kommunisere raskt med kvarandre. Men det viste seg jo at det ikkje berre var fysikarar som hadde nytte av denne teknologien, og no er det vanskeleg å tenke seg livet utan, seier Sandaker.

Bygger detektorar

Ved UiB er forskarane involvert i planlegging og utføring av partikkelkollisjonane ved CERN, men også i bygginga av detektorar. Dei store detektorane skal kunne spore alle partiklar og all energi som kjem til syne i ein kollisjon mellom partiklar. Dersom noko oppfører seg merkeleg, kan det vere at ein har oppdaga den løyndomsfulle mørke materien, eller den like løyndomsfulle Higgs partikkel, som ifølgje teorien bør eksistere, men som ingen så langt har observert.

– No er vi opptekne med å utvikle neste generasjon av detektorar til eksperimenta. Vi reknar med at dei indre delane av detektoren må skiftast ut etter om lag tre år, på grunn av strålingsskader. Samstundes samarbeider vi med PET-senteret på Haukeland universitetssjukehus, som nyttar teknikkar frå kjernefysikk til å ta bilete av biologiske prosessar i kroppen, for å sjå om vi kan utvikle nokre av våre detektorar til å forbetre teknologien dei nyttar ved PET-senteret.

I tillegg har norske forskarar vore aktive i utviklinga av grid-teknologi: Dataverktøyet som skal gjere det mogleg å analysere dei enorme datamengdene som vil kome ut når LHC har byrja operere for alvor. Det er uråd å lage datamaskiner som er kraftige nok til å ta unna desse datamengdene, og i staden baserer forskarane seg på å nytte reknekapasitet frå ei mengde datamaskiner som er kopla saman. Dette prinsippet er nyttig også for andre som treng å gjere store utrekningar, til dømes vèrvarsel.

– Korleis går de fram for å be styresmakter om pengar til all denne dyre forskinga?

– Dei fleste forstår jo at når vi oppdagar noko nytt, så kan det som oftast brukast til noko. For eit land som Noreg, som ikkje har så mykje anna enn olje å falle tilbake på, er forskning spesielt viktig. Nettopp i ein vanskeleg økonomisk situasjon er pengar til forskning vel plasserte pengar. Dei gjev mykje tilbake på sikt. ■



◀ **GIGANTISK FORSKINGSINSTRUMENT:** Large Hadron Collider i CERN er ein 27 kilometer lang tunnel der strålar av proton blir akselererte til nær lysfart før dei skal kollidere med kvarandre. (Foto: CERN)

Folkestyrt teknologi

Å få til ein god og meningsfull samtale om teknologi som i stor grad ikkje finst, er lettare sagt enn gjort.

■ TEKST: KJERSTIN GJENGEDAL

Ville vi ha introdusert bilen i samfunnet om vi hadde visst heilt frå starten kor mykje elende bilbruken ville føre med seg? Ville vi ha nytta føre-var-prinsippet til å setje grenser for bilbruk? Eller var det slik at når bilen først var oppfunnen, så var slaget tappt: Bilen ville bli allemannseige anten vi likte det eller ikkje? Spørsmålet er hypotetisk, men det viser kor vanskeleg det kan vere å handtere ny og usikker teknologi på ein ansvarleg måte.

– Folk har ulike visjonar om kva ny teknologi kan føre til, men teknologi har ofte uønskte og uventa konsekvensar. Klimaproblematikken er eit godt døme på det, seier Kamilla Kjølberg, stipendiat ved Senter for vitskapsteori.

Utfordrande kommunikasjon

Ho arbeider med etiske og samfunnsmessige aspekt ved nanoteknologi, eit sekkeomgrep for all teknologi som opererer på nanoskala, det vil seie same storleik som atom, virus og cellekjernar. UiB starta for eit par år sidan eit tverrfagleg forskings- og utdanningsprogram i nanoteknologi. Førebels driv grupper ved institutta for kjemi, biomedisin og fysikk og teknologi med nano-relatert forskning.

– Då UiB etablerte si nanosatsing var alle samde om at etikk og samfunnsaspekt skulle vere ein integrert del av forskinga heilt frå starten. Vår erfaring så langt, er at det er utfordrande å leggje til rette for tverrfagleg kommunikasjon om nanoteknologi. Mellom anna er det vanskeleg å finne gode tekstar, fortel Kjølberg.

Nyskriven science fiction

No blir det kanskje ei forandring på akkurat det problemet: Saman med kollega Fern Wickson har Kjølberg vore redaktør for ei ny bok om nanoteknologi og samfunn. Boka kjem ut på engelsk under tittelen «Nano meets Macro: Social perspectives on nano-scale sciences and technologies». Dei har fått forskarar frå mange land til å skrive kapittel til boka, og i tillegg har dei inkludert visuelle kunstuttrykk basert på nanoteknologi. Tre nyskrivne science fiction-noveller har også fått plass i boka. Dei akademiske kapitla tek på ulike måtar opp korleis nanoteknologi blir utvikla, korleis teknologien blir omtala og oppfatta i samfunnet, korleis nanoteknologien kan gje nye svar på dei grunnleggjande spørsmåla i livet, og korleis den kan regulerast. Redaktørane vonar at boka kan lesast på tvers av akademiske disiplinar.

Sjølv er Kjølberg imponert over mangfaldet i boka.

– Eitt av bidraga tek opp korleis dataspel, særleg krigsspel, kan vere med på å normalisere nanoteknologi ved å introdusere oss for ting som enno ikkje finst i røynda, fortel ho.

Forfattaren nemner militær teknologi som stridsdrakter med innebygde sensorar som kan merke om det er giftige kjemikalie i lufta, og stenge gifta ute. Eller drakta kan bli som eit ytre skjelett som gjev soldaten ekstra styrke. Slik teknologi blir det forska på, men førebels eksisterer han ikkje.

– Men ved å introdusere slik teknologi i dataspel kan det bli normalisert, slik at dersom han seinare kjem på marknaden, er vi allereie kjende med tanken, seier Kjølberg.

Korleis debattere teknologiutvikling?

Ein annan av forfattarane tek opp synet på berekraftig utvikling. Mange hevdar at nanoteknologi er grøn teknologi, som mellom anna kan gje oss billeg og effektiv

vassreinsing og energi. Forfattaren diskuterer om ein verkeleg kan tru på alt dette, eller om nanoteknologien berre er vår nyaste teknologiske ønskedraum, som vi trur skal løyse alle problem.

– Dei fleste vestlege land satsar tungt på nanovitskapleg forskning. Samstundes er det ikkje til å kome vekk frå at teknologien er usikker. Vi veit ikkje heilt kvar han vil føre oss eller kva problemstillingar vi vil ende med å måtte ta stilling til. Mange forskarar vart tekne på senga for ein del år sidan, då genmodifisert mat førte til uventa kraftige reaksjonar frå ulike samfunnsgrupper. Difor legg ein stor vekt på å involvere heile samfunnet på eit tidleg stadium denne gongen. Folket skal spørjast til råds om kva type nanoteknologi dei eigentleg vil ha. Men det er krevjande å få til ein god offentlig debatt om teknologiutvikling, meiner Kjølberg.

All makt til fokusgruppene?

Ho har sett nærare på dette feltet i doktorgradsprosjektet sitt. Opne møte og diskusjonar i fokusgrupper kan vere vel og bra, men det er ikkje gitt at det vil føre til betre teknologi, meiner ho.

– Nanoteknologien er jo på eit tidleg stadium, så vi prøver eigentleg å snakke om teknologi vi ikkje heilt forstår. Diskusjonane endar gjerne med ein konklusjon som går ut på at ein må vere føre var, men korleis skal ein vere føre var i praksis, og i politikken? Når ein først inviterer til offentlig samtale, er viktig å ta folk såpass på alvor at råda deira får konsekvensar. Men i praksis er det vanskeleg. Og dersom fokusgruppene meiner at teknologiutviklinga bør endre kurs, let det seg faktisk gjere? Er det rett? Kva plass bør direkte demokrati i form av til dømes fokusgrupper ha i utviklinga av ny teknologi, spør Kjølberg.

At nanoteknologi er noko nytt og uprøvd viser seg også i måten teknologien blir omtala på i media. Kjølberg har sjølv gjennomgått artiklar om nanoteknologi i dei større norske avisene over ein periode på åtte år, eit arbeid som også har fått plass i «Nano meets Macro». Hennar konklusjon er at norske aviser skriv overraskande lite om nanoteknologi, og at dei er forunderleg teknologioptimistiske.



Kamilla Kjølberg
(Foto: Privat)

– Materialet mitt strekk seg fram til 2007, og dei få artiklane eg fann var nokså einssidig positive. Artiklane handla om alt det fantastiske nanoteknologien kan brukast til, og siterte forskarar med store ambisjonar. Det er eit viktig perspektiv, men eg sakna fleire kritiske spørsmål.

Betalt for å vere kritisk

Kollegaen Fern Wickson har på si side kartlagt korleis forskarar omtalar nanoteknologi, og har kome fram til at det finst nokre grunnleggjande rammer som nanoteknologien ofte blir plassert innanfor, avhengig av forskaren sin faglege og ideologiske ståstad. Døme på slike rammer kan vere «nanoteknologi er naturleg», «nanoteknologi gjev oss kontroll over naturen» eller «nanoteknologi kan berge naturen». Ved å øve oss på å kjenne att desse rammene, og dermed kjenne att premissane som påstandar om nanoteknologi byggjer på, kan teknologidebatten bli betre.

Samtidig skal ein kanskje tilgje norske journalistar for å ikkje kjenne seg kalla til å spolere all entusiasmen med kritiske spørsmål. Kjølberg har sjølv erfaring med å vere det kritiske korrektivet til nanoforskarane.

– Vi som arbeider med samfunnsmessige og etiske aspekt ved teknologien er jo i grunnen betalt for å vere kritiske. Som forskarar har vi difor ein annan inngang til tematikken enn nanoforskarane. Då blir det ekstra viktig at vi tek oss tid til å forstå einannan. Vi som er filosofar og samfunnsvitarar må ha forståing for at kjemikarar og fysikarar har eit ønske om å framstille kunnskap og teknologi som er til det gode for mennesket, og nanoforskarane må forstå at vi ikkje er ute etter å ta dei. Det ligg ei utfordring i å jobbe i lag og lære av kvarandre. ■

◀ NANOKUNST: Dette er eit bilde frå den nye boka Kamilla Kjølberg har redigert saman med Fern Wickson. Bildet heiter «Discovery», og er laga av kunstnaren David Hylton. I det gjennomskinnlege egget kan vi sjå ei mystisk verd i morgonlyset. Hylton plasserer oss utanfor, men innan rekkevidde av, nanouniverset. Han ønskjer på denne måten å utfordre vår nysgjerrigheit. Biletet vart vist første gong på utstillinga NanoArt21 i 2008.

Det digitale mørkerommet

Det begynte med røntgen. I dag blir bilder brukt på stadig flere områder i medisin og industri – og bak et godt digitalt bilde står som regel en matematiker.

■ TEKST: KJERSTIN GJENGEDAL

Det skjer i flere og flere situasjoner: Noe er galt et sted i kroppen, og fastlegen sender deg til en spesialist på nærmeste sykehus for utredning. På sykehuset blir du puttet inn i en maskin på størrelse med en bobil, og maskinen – som kan være et røntgenapparat, en MR-maskin, en CT-skanner, en positron-emisjons-tomograf, eller et ultralydapparat – tar et bilde av den aktuelle kroppsdelen som spesialisten siden bruker til å stille diagnose.

Trenger datahjelp til tolkning

På et digitalt bilde er hvert bildepunkt representert ved et tall, og dermed kan man bruke matematiske metoder til å behandle og til en viss grad tolke bildene. I dag produserer alle disse medisinske apparatene enorme mengder digitale bilder. Etter hvert som informasjonsmengden øker, må datamaskiner kunne gjøre mer av bildebehandlingen, slik at legene kan konsentrere seg om andre ting.

Antonella Zanna Munthe-Kaas er professor ved Matematisk institutt og arbeider med nettopp anvendelse av beregningsvitenskapelige metoder i medisinsk bildeteknologi.

– Jeg er interessert i nyrefunksjon, og arbeider med nye metoder for å oppdage nyresvikt. I dag må man ta blod- og urinprøve av pasienten for å fastslå om vedkommende har nyresvikt. Ulempen med denne metoden er at den ikke kan se forskjell på de to nyrene, og heller ikke på forskjellige områder innen samme nyre, forteller hun.

Fra bilde til modell

Et alternativ til dagens metode, kan være å ta en MR-avbildning av nyrene med kontrastvæske i blodet. MR(magnet-resonans)-avbildning baserer seg på en teknikk hvor et kraftig magnetfelt får hydrogenmolekylene i kroppen til å sende ut signaler som kan leses av i maskinen og gjøres om til et bilde. Signalet er forskjellig fra organ til organ, og MR egner seg derfor spesielt til å ta bilde av bløte kroppsdeler.

– På bildet kan man se hvordan kontrastvæsken passerer gjennom nyrene etter hvert som blodet filtreres. Ved å ta flere bilder med ulik kontrastintensitet, kan man lage en matematisk modell for hvordan filtrasjonen skjer, hvor lang tid det tar, og hvor stort blodvolum som passerer gjennom nyrene, sier Munthe-Kaas.

Å gjenkjenne bilder

I neste omgang ønsker man gjerne at datamaskinen selv skal bli i stand til å

[FAKTA]

REDSKAPSFAG: Matematisk institutt ved Universitetet i Bergen er delt inn i fire områder. Ren matematikk, anvendt og beregningsorientert matematikk, statistikk og lærerutdanning i matematikk. Matematikken er et viktig redskapsfag for det meste av vitenskap og teknologi.

beregne nyrefunksjon ved et tastetrykk. Da må man først lage metoder som forteller maskinen hvordan den skal kjenne igjen en nyre på bildet. Dessuten beveger nyrene seg hver gang vi puster, slik at den ikke alltid befinner seg å samme sted på bildet. Det må datamaskinen også være klar over. Noen bildebehandlingsmetoder, som gjenkjenning av ulike former, er generelle og har en mengde ulike anvendelser, mens andre må tilpasses hvert enkelt problem.

– Nå får man kjøpt videokameraer med software som kan rette opp skjeve bilder mens man filmer, og som ikke bare kan kjenne igjen ansikter, men gjøre alvorlige ansikter smilende, sier Munthe-Kaas.

– Utviklingen går veldig fort. Bildegjenkjenning er blitt en veldig vanlig teknologi som kan brukes til alt fra å gjenkjenne bilskilt i trafikkovervåkningssystemer, til å overvåke produksjonen i oljebrønner og industrielle prosesser, til å gjenkjenne flasker i pante-automaten, slik at panten blir riktig utregnet.

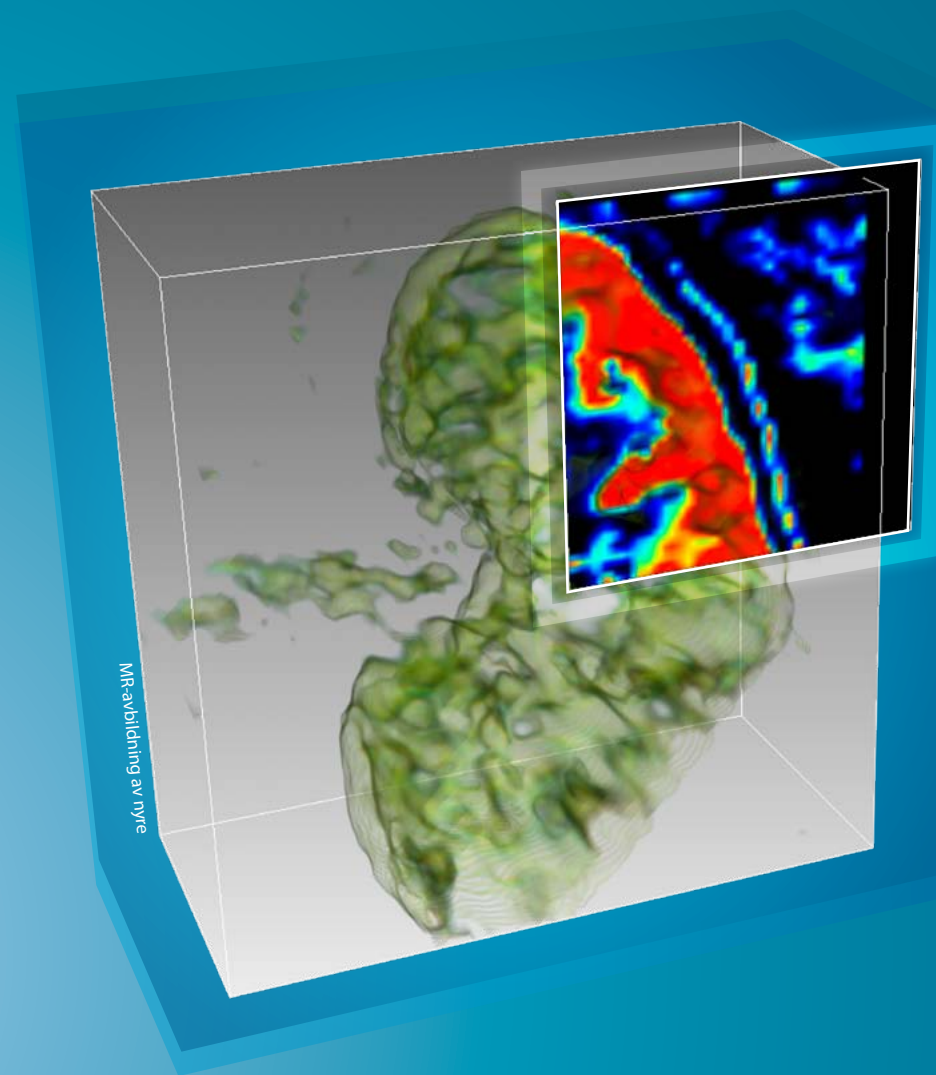
Andre viktige teknikker går ut på å forbedre bildet slik at signalet kommer tydelig

fram, mens støyen fjernes. Det er ikke bare viktig for leger som skal bruke bildene til å stille en medisinsk diagnose, men brukes også til for eksempel å restaurere gamle filmer.

Har bilder, trenger hjelp

I Bergen har forskningsmiljøene som driver med bildebehandling, opprettet et samarbeid under navnet MedViz. Det er også etablert en tverrfaglig masterutdanning og det arbeides med en nasjonal forskerskole i bildebehandling. Flere av miljøene, for eksempel innen medisin, sitter med store mengder bildedata som de trenger hjelp til å hente ut informasjon fra. Ofte krever hvert problem sin egen metodologi, og bilde kvalitet og bildeteknikker varierer.

– Det kan være veldig interessant å samarbeide med medisinske forskere. Å arbeide med reelle data er mye mer komplisert og utfordrende enn å arbeide med idealiserte data slik vi gjør når vi driver metodeutvikling, hevder Munthe-Kaas. ■



Fred med planeten

Vår naturforståelse er en trussel mot miljøet. Politikerne bør styre fredsforhandlingene med naturen, mener forsker.

■ TEKST: KIM E. ANDREASSEN

1600-tallets natursyn er fremdeles rådende i dag, hevder professor Ragnar Fjelland ved Universitetet i Bergen.

– Hvis vi skal karakterisere den naturvitenskapelige utviklingen siden den gang, har den gått fra en organisk til en mekanistisk naturforståelse. Helheten forstås ikke som noe annet enn summen av disse delene, for å si det enkelt, sier Fjelland.

Mange har påpekt at samtidens manglende miljøbevissthet skyldes vårt natursyn, som vi har arvet fra vitenskapenes gjennombrudd på 1600-tallet. Galileo Galilei, René Descartes og Isaac Newton sto i spissen for et syn på mennesket som atskilt fra naturen, og naturen ble etter hvert ansett som en ressurs vi kunne forsyne oss uhemmet av.

I Aftenpostens magasin Innsikt juniutgave presenterte postdoktor Janne Stigen Drangsholt ved UiB den tyske romantikeren Johann Wolfgang von Goethes holdning til naturen som et mulig redningstiltak. Til forskjell fra det mekanistiske natursyn som har vært det dominerende frem til i dag, oppfattet Goethe naturen som en organisme som mennesket er nødt til å samhandle med. Hubro spurte vitenskapsfilosof Ragnar Fjelland om det er en radikal nytenkning om naturen som skal til for å redde miljøet.

– Var den instrumentelle og mekanistiske naturforståelsen en nødvendig forutsetning for vitenskapenes gjennombrudd?

– Det er et interessant spørsmål. Historisk sett er det jo slik. Men jeg tror det kunne ha

vært annerledes. Og det er klart at en kan godt kritisere et mekanistisk verdensbilde uten å være mot naturvitenskap. Alternative natursyn har også hatt sine talerør opp gjennom tidene, som for eksempel Goethes romantiske – men ikke bare romantiske – naturforståelse.

– Har Goethes natursyn fått gjennomslag?

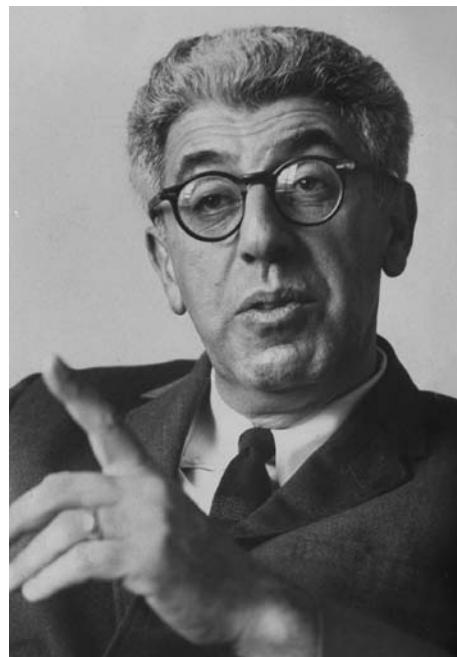
Svaret er vel tja. Goethe var ingen dilettant. Hans skrifter om naturvitenskap er på tjuu tykke bind. Han var til og med så dristig at han våget å utfordre Newtons optikk. Deler av kritikken, for eksempel hvordan vi oppfatter farger, var berettiget, og er i dag allment akseptert. Men Goethe hadde også teorier om biologi, og han grunnla feltet som heter morfologi, læren om biologisk form. Her har han hatt påviselig innflytelse på vitenskapen.

– Kan Goethes helhetlige og organiske natursyn redde oss fra miljøkrise?

– Det er skadelig å forstå naturen bare som en ressurs, fordi vi står i fare for å ikke innse verdien av den før den er forsvunnet. Jeg har stor respekt for Goethe og hans syn på naturen. Men miljøkrisen er først og fremst et politisk problem. Ved å overlate miljøansvaret til hver enkelt og hans holdninger, blir det for lett å si «Hvorfor skal bare jeg ofre, når de andre ikke ofrer noe?» Vi skal ikke frita folk fra moralsk ansvar, men for å få skikkelig effekt, er man nødt til å løfte miljøproblematikken opp på et politisk plan. Mange mennesker er villige til å ofre mye dersom de vet at alle andre gjør det samme.

– Hva bør politikerne gjøre?

– Det første politikerne må endre, er vårt økonomiske system som i sin helhet er basert på vekst. I tillegg til ideen om vekst spiller det såkalte «nåverdiprinsippet» en grunnleggende rolle i rådende økonomisk tenkning. Prinsippet innebærer at fremtiden teller mindre enn nåtiden. Hvis politikerne mener at en økonomi uten



BYGGE BRO: Økologen Barry Commoner som var uavhengig amerikansk presidentkandidat i 1980, foreslo i boken *Making Peace with the Planet* å bygge bro mellom «økofæren» og «teknosfæren». (Foto: Getty Images)

nåverdiprinsippet er umulig skylder de å fortelle velgerne at vårt økonomiske system er uforenlig med en bærekraftig utvikling.

– På hvilken måte kan vårt økonomiske system være forenlig med en bærekraftig utvikling?

– En av pionerene innen økologi, Barry Commoner, som også var uavhengig amerikansk presidentkandidat i 1980, hadde et interessant forslag. I boken *Making Peace with the Planet* skisserer han en motsetning mellom det han kaller «økofæren» og «teknosfæren». Som bokens tittel antyder er problemet å få til en fredsslutning mellom disse.

– Finnes det historiske eksempler på at noe lignende er gjort?



I BALANSE: Mennesket er ikke atskilt fra naturen, men en del av den. (Foto: iStockphoto)

– Commoner har også praktiske forslag, og benytter en historisk parallell. Den enorme utviklingen vi har sett i moderne elektronikk og datateknologi var bare mulig fordi regjeringen i USA gikk inn og forskutterte støtte til selskapene via forsvarsdepartementet. Grunnen var naturligvis at man under den kalde krigen så den militære trusselen fra Sovjetunionen som overhengende. Hvor reell denne trusselen var kan diskuteres. Men i dag har vi miljøtrusselen, og den er reell.

– Bør naturvitere bli mer samfunnsbevisste?

– Svaret er ja, men det samme kan naturligvis også sies om humanister og samfunnsvitere. Men vi bør ikke glemme at det er mange naturvitenskapsfolk som føler et sterkt moralsk ansvar. Og de inngår i en historisk tradisjon. Både Albert Einstein og Niels Bohr skrev brev til FN og advarte mot følgene av et atomvåpenkappløp. Problemstillingen rundt vitenskapsfolks moralske ansvar ble også tatt opp av fysikeren og romanforfatteren C. P. Snow i

Cambridge i 1959 med forelesningsrekken *The Two Cultures*, som ble til boken *The Two Cultures and the Scientific Revolution*.

Med «de to kulturer» mente han naturvitenskap og humaniora. Han hevdet at det på universitetet var et gap mellom disse to kulturene. I ettertid er forelesningene og boken ofte blitt tolket som et angrep på humaniora. Man overser da at han også angrep naturvitenskapsfolk som ikke ville «skitne til sine hender» med anvendt vitenskap og teknologi. Men fremfor alt overser man Snøws viktigste budskap. Snow mente at det største problemet vitenskapene sto overfor var å avskaffe forskjellen mellom fattige og rike i verden.

– Finner vi igjen disse tankene i dag?

– Den tyske filosofen Jürgen Habermas påpekte for en stund siden det urettferdige i at finanskrisen spesielt rammer de fattige.



UTFORDRER POLITIKERNE: – Jeg har stor respekt for Goethe, men det er ikke han som løser dagens miljøproblemer, mener professor Ragnar Fjelland, ved Senter for vitenskapsteori, UiB. (Foto: Thor Brødreskift)

Det samme gjør miljøkrisen. Da er det lett å hevde at vi trenger vekst for å løse alle disse problemene. Men den veksten vi har hatt, har uten tvil også bidratt til problemene. Hvordan kan vi da tro at mer av det samme, vil løse dem? Utviklingsøkonomen Ernst Schumacher, forfatteren av boken *Small is Beautiful*, kalte dette «the pig principle»: «If something is good, more is better.» Da er vi tilbake til det som var utgangspunktet for dette intervjuet: Må vi tenke på en radikalt ny måte? Svaret på det spørsmålet er enkelt. Ja. Men svarene på de spørsmålene som kommer etter det, er ikke fullt så enkle. ■

«DE SER FOR SEG EN FLÅTE AV 1500 SKIP SOM HVERT
ÅR SPRØYTER 1,4 MILLIARDER TONN SJØVANN OPP I
TROPOSFÆREN. DETTE VIL SØRGE FOR HVITERE SKYER SOM
REFLEKTERER MER AV SOLLYSET UT I VERDENSROMMET.»

Verden på verksted

ENDRING MOT ENDRING: Vi må kutte utslippene av klimagasser med opp mot 85 prosent for å forhindre katastrofale klimaendringer. Likevel fortsetter utslippene å øke i en takt som overstiger IPCC sine verste prognoser. Stadig flere klimaforskere melder at manglende politisk vilje nå gjør det tvingende nødvendig å forske på en plan B. Kan vi motvirke klimaendringer ved å endre klimaet? (Foto: Getty Images)

Stadig økende utslipp av klimagasser tvinger forskere til å se nærmere på et av vitenskapens siste tabuer.

■ TEKST OG FOTO: EIVIND SENNESET

Kunstige vulkanutbrudd. En flåte av 1500 skip som pumper saltvann opp i atmosfæren for å danne hvitere skyer. Seksten tusen milliarder små romskip som blokkerer sollys? Såkalt geoengineering er vitenskapen som tar sikte på å motvirke klimaendringer ved å endre klimaet.

Slik tukling med termostaten har lenge vært et av klimadebattens siste tabuer. Men i løpet av året har både britiske The Royal Society og American Meteorological Society

begynt å støtte forskning på feltet.

– Flere og flere innser at omfattende klimaendringer er et uunngåelig faktum. Da ser man på de mulighetene som finnes, sier Helge Drange ved Bjerknessenteret.

Nøktern pessimisme

Manipulering av jorden og dens klima er ikke bare et fagfelt som opererer helt i grenselandet mellom science og science fiction. Det er også en disiplin som stiller noen av de vanskeligste etiske og moralske spørsmål vitenskapen har stått overfor. Blant seriøse klimaforskere har det lenge vært en utbredt holdning at det er uheldig å i det hele tatt diskutere klimamanipulering: «Forskning gir legitimitet, og man har fryktet at denne legitimiteten kan brukes som et retorisk verktøy av mennesker som ikke har interesse av å begrense CO₂-utslippene,» skriver

Oliver Morton på Nature sin blogg. Med andre ord: Det er etisk riktigere å forhindre klimaendringer ved å forandre våre levesett, fremfor å forandre naturen for å bøte på konsekvensene. Men hva om det ikke finnes noe enten-eller for å forhindre potensielt katastrofale klimaendringer på global skala?

Mens plan A fortsatt går ut på å redusere utslippene av klimagasser, ser vi få eller ingen indikasjoner på at denne planen ikke kommer til å feile fullstendig. Utslippene av CO₂ øker fra år til år. Selv G8-ledernes nylig vedtatte utslippskutt innebærer en ytterligere økning av CO₂-nivået i atmosfæren. Allerede ved dagens nivå står vi fremfor en temperaturøkning som kan bli så stor som fire grader celsius sammenlignet med gjennomsnittet før den industrielle revolusjon. Og lenge før den tid vil naturens egne selvforsterkende mekanismer ha slått inn.

– Du kan like det eller ikke, men klimamanipulering er en Plan B vi må ta stilling til, sier Drange.

En sky av speil

Med tunge hjerter melder flere og flere klimaforskere at manglende politisk vilje nå gjør det tvingende nødvendig å forske på klimamanipulering. Så hvilke muligheter har vi? Hvor effektive er disse? Og hvor vondt smaker egentlig kuren? Professor Tim Lenton og hans student Naomi Vaughan ved universitetet i East Anglia publiserte i januar en artikkel i journalen Atmospheric Chemistry and Physics. Her rangerer de ulike klimamanipulerende tiltak ut fra evnen til å bremse den globale oppvarmingen. Kun tre tiltak evner alene å hankses med en dobling av dagens CO₂-nivå.

Det ene leses som en vanvittig science fiction-roman, det andre gjør det iskaldt og

surt i Norge og det tredje kan endre verdens nedbørssystemer.

Roger Angels plan koster 5000 milliarder dollar. Da har han riktignok budsjettert med stordriftsfordeler og teknologi som ikke eksisterer helt ennå. Med dagens teknologi og prisnivå ville det kostet tusen ganger mer bare å sende romskipene med speil ut i verdensrommet der de skal hindre sollys fra å nå jorden. Men professoren ved University of Arizona ser for seg at en elektromagnetisk kanon som kan sende oppunder en million små romskip ut i rommet. Hvert minutt. I tretti år.

En 100 000 kilometer lang sky av slike speilbærende romskip, strategisk plassert mellom jorden og solen, vil hindre vel to prosent av energien fra sollyset i å nå vår atmosfære. Dette vil kompensere for en temperaturøkning tilsvarende den forårsaket av en dobling av dagens CO₂-

nivå. Fordelen med Angels plan er at den er relativt forutsigbar. I motsetning til andre klimamanipulerende tiltak, påvirker den ikke atmosfærens kjemiske sammensetning. Ulempen er selvsagt realisme i prosjektet.

– Nå har vi det travelt med å løse klimakrisen, så jeg tror kanskje at det kan være lurt å starte med å skyte svoveldioksid opp i atmosfæren, sa Roger Angel til Dagens Næringsliv tidligere i år.

Surt for Norge

Avgasser som svoveldioksid produserer aerosoler i atmosfæren. Disse kan også reflektere sollys og senke temperaturen på bakken. Vi kjenner effekten fra vulkanutbrudd. Tambora-utbruddet i Indonesia i 1815 førte sannsynligvis til det påfølgende «året uten sommer». Denne effekten er utgangspunktet for en form for klimamanipulering der man sår ►

► atmosfæren med svoveldioksid. Tiltaket kan redde verden fra en klimakatastrofe, men kan forårsake en annen. Denne avgassen fører nemlig også til sur nedbør, helseproblemer og sannsynligvis nye hull i ozon-laget. Spørsmålet er om det er verdt det. Ken Caldeira ved Stanford University mener svaret er ja. Tiltaket vil kjøle ned de områdene som må kjøles ned mest og kan forhindre Grønlandsisen fra å smelte. Dessuten vil de negative effektene hovedsakelig ramme nordområdene. Vi nordmenn bor riktignok i dette strøket, men størsteparten av verdens befolkning gjør ikke det.

Ingeniørprofessor Stephen Salter og fysikeren John Latham har muligens en løsning som avhenger mindre av nordmenns offervilje. De ser for seg en flåte av 1500 skip som hvert år sprøyter 1,4 milliarder tonn sjøvann opp i troposfæren. Dette vil sørge for hvitere skyer som reflekterer mer av sollyset ut i verdensrommet. Kanskje kan denne planen settes i verk allerede om fem år, kanskje kan den holde klimaendringene

i sjakk i nærmere 75 år – og kanskje vil den forårsake kuldehull og endre verdens nedbørssystemer.

– Midlertidig løsning

Ettersom lite forskning hittil er viet til klimamanipulering, er det vanskelig å si noe sikkert om bieffektene. Med utgangspunkt i hvor kompliserte de globale klimasysteme er, er det lite sannsynlig at man noen gang vil ha en fullstendig oversikt over alle mulige konsekvenser av slike tiltak. Derfor har også FNs klimapanel sluttet seg til føre-var-prinsippet og inntatt en grunnleggende skeptisk holdning. Denne usikkerheten er et av skeptikernes viktigste argumenter. Et annet argument er holdbarheten. Klimamanipulering er en midlertidig kur, det fjerner ikke klimagassene. Hvis effekten av et slikt tiltak opphører, vil det være som en demning som brister, med en plutselig og kraftig oppvarming som resultat.

– Klimamanipulering kan hjelpe oss å vinne tid til å satse på ren energi og utslippsreduksjoner, men hvis vi ikke gjør

noe med grunnleggende problemet, må vi opprettholde manipuleringen i uoverskuelig fremtid og ta i verk stadig kraftigere tiltak, sier Helge Drange.

Tukling med termostaten kan kanskje gi oss et pusterom – dersom det ikke tar knekken på oss, da. Uansett er det en liten formalitet som må avklares før vi eventuelt begir oss ut på det som kan være historiens dristigste nødløsning – som berører alt liv på planeten, alle mennesker, uavhengig av nasjon:

Hvem har egentlig mandat til å ta en slik avgjørelse? ■

[I MOSEN]

Kappet og klar

Tap av en arm eller et bein gir assosiasjoner til fryktelige ulykker, den mørke middelalder og barbariske straffemetoder. Hvordan utføres amputasjoner i dag?



■ TEKST: KJERSTIN GJENGEDAL
■ ILLUSTRASJON: TANK/JENS

Hvilke tilstander er det som krever amputasjon?

– I dag er årsaken som oftest åreforkalkning, som kan gi lokal vevsdød der vevet kan bli tørt og svart, det kan gå infeksjon og koldbrann i det, og det kan være svært smertefullt. I slike tilfeller kan amputasjon være livreddende. Når vi snakker om sirkulasjonssvikt, gjelder det nesten alltid bein, forteller professor emeritus i kirurgi, Anders Mølster.

– Det er også ganske vanlig å amputere ved sirkulasjonssvikt som følge av diabetes, eller ved frostskaader. En annen årsak er alvorlige ulykker. Nå er man blitt veldig flinke til å rekonstruere blodårer, slik at en avkuttet arm kan sys på hvis den er godt bevart, men hvis nervene er veldig skadet, må den amputeres likevel. Det hender også at man amputerer ved kreft i muskel/skjelettsystem, men ikke så ofte som før. Nå finnes det kompliserte teknikker for strålebehandling og kirurgi som gjør at vi oftere kan redde lemmet. Målet er alltid å bevare mest mulig vev.

Hvor langt tilbake har man foretatt amputasjoner i medisinsk øyemed?

– Det vet vi ikke sikkert, men det har nok vært gjort helt tilbake til antikken i det minste. Historiske kilder beskriver ulike måter å amputere på, og giljotinmetoden var lenge utbredt, det vil si at lemmet ble kuttet tvers over. Nå prøver man isteden å

skjære muskelfibrene forsiktig over, og lage en litt kortere benstump slik at man kan bygge opp en mest mulig velfungerende amputasjonsstump. Det er en hel vitenskap. Den bør for eksempel kunne tåle fordelt trykk. Hvis det bare ligger hud rett over benet, kan det være smertefullt å bruke protese.

Hvor risikable var amputasjoner før i tiden?

– Det var nok en viss risiko for forblødning, men man visste tidlig hvordan man skulle hindre det. Den største risikoen var infeksjon. Åpne sår med eksponert ben var veldig utsatt for det. Også i dag er det viktig å hindre infeksjoner, og den viktigste metoden ligger i selve amputasjonsteknikken: Man må være nøyaktig og ikke sette igjen muskeltrevler som kan utvikle seg til lokalt dødt ved, og man må sørge for god dreasje hvis det skulle sive ut blod. Er det ekstra stor risiko for infeksjon, gis antibiotika fra starten av, som forebygging, men generelt prøver man jo å unngå det.

Hvor utbredt er amputasjoner i dag?

– Jeg var redd du skulle spørre om det, for jeg kjenner ikke den nøyaktige frekvensen, men jeg kan tenke meg at det skjer ukentlig på en litt stor avdeling. Mange eldre har jo problemer med sirkulasjonen, og diabetes-amputasjon blir mer vanlig. Mange ser på det som en litt traurig form for kirurgi, men det er viktig at det gjøres nøyaktig av erfarne kirurger fordi det ikke alltid er lett å vite hvor mye vev man skal fjerne.

Det sies at Napoleons sjefskirurg en gang foretok 700 amputasjoner på en

dag. Hvordan ble de utført sammenlignet med dagens?

– Jeg er ingen historiker, men det var nok giljotinmetoden som var mest utbredt. Hovedsaken var at det skulle gå fort, og mangelen på bedøvelse var nok den viktigste årsaken. Det hendte man stoppet såret ned i kokende tjære for å få det til å koagulere. Det ligner for så vidt litt på det vi gjør i dag med elektrisk koagulasjon, men vi gjør det bare på små blodkar, mens vi underbinder de større. Amputasjon reddet nok liv i mange tilfeller. Vi må huske at for hundre år siden var det vanlig at man døde av åpne beinbrudd, for eksempel. Slike skader var farlige, hovedsakelig på grunn av infeksjonsrisikoen. Man dør fortsatt av skuddskader i beinet hvis man ikke får moderne behandling. Et stort sår med ødelagt vev, og med et fremmedelement som kan føre med seg bakterier, er ikke til å spøke med.

Hva er fantomsmerter?

– Smerter og andre nerveimpulser registreres i ryggmargen og ledes opp til hjernen. Blir den avkuttede nerven stimulert, vet ikke nødvendigvis den øvre delen av nerven at den nederste delen er borte, og hjernen oppfatter smerten som om lemmet fortsatt var der. Det er helt reelle smerter, og ikke noe som er innbilt. Også her er amputasjonsteknikken viktig. De som er mest plaget, har gjerne en nerveklump i amputasjonsstumpen. Som regel er det best å trekke nervetråden litt ut, kutte den rent over, og la den trekke seg tilbake inn i friskt vev. Men selv om man utfører amputasjonen teknisk perfekt, er det ikke alltid mulig å unngå fantomsmerter. ■



«EN 100 000 KILOMETER LANG SKY AV SPEIL-BÆRENDE ROMSKIP, STRATEGISK PLASSERT MELLOM JORDEN OG SOLEN, VIL HINDRE VEL TO PROSENT AV ENERGIEN FRA SOLLYSET I Å NÅ VÅR ATMOSFÆRE.»



KRONIKK

AV TRYGVE LAVIK
FØRSTELEKTOR VED
INSTITUTT FOR FILOSOFI OG
FØRSTESEMESTERSTUDIER, UiB

Med revolver mot tinningen

Det er på tide å involvere flere enn vitenskapsfolk i diskusjonen av vitenskaplige arbeider, skriver Trygve Lavik.

I Morgenbladet (13. 4. 07) klager Kristin Clemet over at det har blitt et ubehagelig «klima» i klimadebatten. Klimaskeptikere som Bjørn Lomborg bør lyttes til mener hun, og ikke harseleres med. Hun skriver: «Personlig føler jeg ubehag ved det debatt-klimaet som er i ferd med å utvikle seg. Jeg er avhengig av kunnskap og åpen debatt for at jeg skal kunne gjøre meg opp en mening (...) Debatten har også blitt uvitenskapelig».

Her er det litt uklart hvilket spørsmål hun ønsker å gjøre seg opp en mening om. Det kan være to forskjellige ting. Enten å ta stilling til hvorvidt økt global oppvarming skyldes menneskelig aktivitet, eller om hvilke politiske beslutninger det er fornuftig å ta på bakgrunn av forskningsresultater. Dersom det er det første Clemet har i tankene, innebærer det at hun har lyst til å være med i den vitenskapelige debatten. Altså blant forskere med doktorgrad og publikasjoner i internasjonale tidsskrifter. Men hva er poenget med det? Vi som ikke er eksperter, men lekfolk, har ikke forutsetningene for å kunne ta fornuftig stilling til den naturvitenskaplige debatten. Dersom det er den politiske debatten hun har i tankene er det noe annet. Det betyr å gjøre seg opp en mening om er hvilke politiske beslutninger det er rasjonelt å ta på bakgrunn av forskning. Det er en annen virksomhet enn å være en glad amatør i naturvitenskap. Men hvis det er i den politiske debatten hun vil gjøre seg

opp en mening, er det rart at hun mener at debatten er blitt «uvitenskapelig». En politisk debatt verken er eller skal være en vitenskapelig debatt.

«Uvitenskapsfilosofisk»

Det som egentlig må ha foresvevet Clemet, tror jeg, er at debatten har blitt «uvitenskapsfilosofisk» dvs. mangler vitenskapsfilosofiske perspektiver. Vitenskapsfilosofien – eller vitenskapsteorien som den også kalles – ligger som et formidrende ledd mellom vitenskapen og politikken. Vi trenger ikke nødvendigvis å være utdannete fysikere, geologer eller metrologer for å gjøre oss opp noen kvalifiserte meninger om vitenskapsfilosofi (selv om det selvsagt hjelper). Det er nettopp vitenskapsfilosofien Clemet gir seg i vold når hun skriver: «FNs klimapanel har ikke presentert en endelig sannhet; det finnes knapt noen forskning som gjør det. Mye av forskningen er skritt på veien mot en stadig «sannere» forståelse av et fenomen. Annen forskning er simpelthen

«I VITENSKAPSFILOSOFIEN NØYER VI OSS IKKE BARE MED Å FASTSLÅ AT VITENSKAPEN ER USIKKER, MEN BELYSER OGSÅ GRUNNENE TIL USIKKERHET I VITENSKAPEN.»

feil, kvalitativt dårlig eller i verste fall juks. Forskning skal bryne seg mot ny forskning og kritiske spørsmål, både fra andre forskere, allmennheten og pressen». Hun mener derfor at det åpenbart er grunnlag for å stille kritiske spørsmål til FNs klimapanel da:

«Panelet sier selv at det er usikkerhet knyttet til konklusjonene det trekker».

Vi som underviser i miljøfilosofi tar heller ikke for gitt at FNs klimapanel har kommet med en objektiv sannhet. At vitenskapelig kunnskap ikke byr på endelige sannheter, er et poeng som har blitt terpet på Ex.phil i alle år vitenskapsfilosofi har vært på pensum. I vitenskapsfilosofien nøyer vi oss ikke bare med å fastslå at vitenskapen er usikker, men belyser også grunnene til usikkerhet i vitenskapen. Grunner til usikkerhet i vitenskapen kan for eksempel være induksjonsproblemet, modellenes usikkerhet eller forskningens sosiale dimensjon. I tillegg dreier vitenskapsfilosofi seg om hvilke etiske og politiske valg det er fornuftig å ta, gitt vitenskapens usikkerhet.

Russisk rulett

I miljøfilosofi bruker vi skillene mellom risiko, usikkerhet, uvitenhet og ubestembarhet som ett av flere teoretiske verktøy. Risiko er slike tilfeller hvor vi kjenner både mulige utfall og oddsene, slik det er hvis vi skulle spille russisk rulett. Usikkerhet har vi når vi bare kjenner utfallene, men ikke oddsene, slik omstendigheten er hvis vi skulle spille russisk rulett uten å vite hvor mange kuler det er i revolveren. Uvitenhet dreier som det vi ikke vet at vi ikke vet. For å gjøre eksemplet enda mer hypotetisk: Sett at vi ikke vet at noen terrorister har plassert en sprengladning i revolveren vi skal bruke i russisk rulett. Hvis vi da står med revolveren mot

tinningen og vurderer om vi skal trekke av, vil vi ikke bare ta en beslutning under risiko (eller usikkerhet) men også under uvitenhet. Ubestembarhet handler om at oppfatninger og målsetninger avhenger av hvordan vi klassifiserer fenomener:



RUSSISK RULETT: Det er ønsketenkning å tro at forskning kan si noe sikkert om mulige utfall av politiske beslutninger. Kronikkforfatteren sammenlikner vitenskaplig sannsynlighetsberegning med russisk rulett, slik det kan være om vi kjenner tallet på kuler i revolveren, og enda mer usikkert, om vi ikke gjør det. (Foto: iStockphoto)

Vitenskapen er ikke nøytral men skjer innenfor en vev av verdier og grunnleggende oppfatninger (paradigmer), som forskningen er underbestemt av. Hvis vi atter bruker analogien til russisk rulett, kan vi tenke oss at det å spille russisk rulett kan være bra/dårlig alt etter hvilken kultur vi lever i (altså ubestembar i seg selv). På samme måte vil også forskning, for eksempel måten vi vurderer ulike utfall i en risikoanalyse, være underlagt en slik relativitet til paradigmer og verdier som gjør dem ubestembare i seg selv.

Risikoanalysens usikkerhet

Begrepene om risiko, usikkerhet, uvitenhet og ubestembarhet er noe vi kan bruke til å analysere forholdet mellom forskning og politikk, for eksempel når det gjelder såkalte risikoanalyser. Politikere bestiller ofte risikoanalyser (konsekvensutredninger) fra forskermiljøer, som en hjelp til å kunne ta riktige beslutninger. Men slike risikoanalyser kan forlede oss til å tro at forskere kan komme opp med utredninger som kan si noe sikkert om mulige utfall av politiske beslutninger (for eksempel å starte oljeboring i Barentshavet) og hva som er oddsene (for eksempel «nulltallslipp»). Mange lag av usikkerhet på detaljplan i

forskningen forsvinner på risikoanalysens ferd oppover i systemet, før det endelig foreligger for politiske myndigheter. For å kunne klargjøre oddsene må forskerne basere seg på en modell. En vitenskapelig modell innebærer bestandig en forenkling som setter søkelyset på noen aspekter ved virkeligheten men mørklegger andre. Basert på for eksempel én type statistisk modell kan forskerne lettere redusere usikkerhet til risiko, dvs. beregne sannsynligheten for at ulike konsekvenser inntreffer. Men da modellen begrenser perspektivet, vil en slik reduksjon av usikkerhet til risiko øke uvitenheten. Modellen sier oss ikke noe om hva vi ikke vet at vi ikke vet. I tillegg hører det med at vitenskapen bestandig vil ha elementer av ubestembarhet over seg.

Postnormal vitenskap

På kurset miljøfilosofi (Miljøfilosofi er et nystartet fag ved UiB fra 2008 red.anmerk) nøyer vi oss ikke bare med å stille diagnoser og analysere debatter, vi drøfter også ulike løsningsforslag på miljøproblemene. En problemstilling som trenger en løsning, er spørsmålet om hva som er fornuftig å gjøre, gitt vitenskapens usikkerhet. Jeg vil avslutte med et eksempel på et

løsningsforslag til den problemstillingen, presentert av filosofene Silvio Funtowicz og Jerome Ravetz. Funtowicz og Ravetz har introdusert ideen om «post-normal vitenskap». Vitenskapen er post-normal fordi stor systemkompleksitet er koblet med at meget betydningsfulle verdier står på spill. Funtowicz og Ravetz mener at vi i en slik situasjon ikke lenger kan drive normalvitenskap. Normalvitenskapelig praksis innebærer at forskning bedømmes av fagfeller. Funtowicz og Ravetz foreslår at det i en post-normal vitenskap må innføres utvidete fagfellelvurderinger («extended peer-reviews»). Slike utvidete fagfellelvurderinger kan for eksempel være å arrangere lekmannskonferanser hvor alle berørte parter får sitt besyv med i laget. I klimadebatten ville det å gå inn for en slik post-normal vitenskap muligens gi Kristin Clemet det hun ønsker. Da kan hun få delta i en vitenskapelig debatt med ordentlige forskere, samt andre lekfolk, for eksempel noen beboere fra øya Tuvalu i Stillehavet. ■



GOD SAMVITTIGHET: – Jeg har ingenting å skjule eller skamme meg over, sier den italienske statsministeren Silvio Berlusconi. Her på en pressekonferanse i Roma tidligere i år hvor han benekter beskyldningene om forhold til yngre kvinner. (Foto: Scanpix)

Fall for italiensk fallo

Hvis du tror at italienske menn lever opp til hore- og madonnamyten, må du tro om igjen, i følge kjønnsforsker Chiara Bertone.

■ TEKST OG FOTO: KIM E. ANDREASSEN

Myten om den vellykkede italiano handler om den hardt arbeidende familiefaren som respekterer kvinnen han er gift med,

samtidig som han omgir seg med løsaktige kvinner på si.

Silvio Berlusconi er i manges øyne et levende eksempel på dette idealet. Hans påståtte utskielser med unge kvinner beundres og gratuleres i hjemlandet, skal vi tro tabloidpressen.

– Sannheten er at det tradisjonelle bildet av den italienske mannens seksualitet er i ferd med å falme, mener kjønnsforsker Chiara Bertone, som nylig var gjesteforsker ved Rokkansenteret, Unifob.

Likestilte i heimen

Bertone har analysert sexbiografien til et

utvalg italienske menn mellom femti og sytti år. Resultatene viser at Berlusconi-generasjonen er mer kompleks enn myten vil ha det til.

– Undersøkelsene viste at parforholdene ofte er likestilte og preget av gjensidig respekt. Både menn og kvinner fremstår i mange tilfeller som begjærende subjekter, som er opptatt av å bygge samholdet sammen.

Bertone mener at misforholdet mellom myte og realitet skyldes mangelen på et språk som fanger inn samlivsvariasjonene.

– Selv om den italienske seksualiteten er mer nyansert enn forestillingene om

den, finnes det ikke et vokabular for forskjellene. I offentligheten tyr man fremdeles til den tradisjonelle kjønnsmodellen og språket som følger denne.

Oppdratt med prostitusjon

Seksualitetsspråket i Italia bygger i stor grad på den ensrettede oppdragelsen Berlusconi-generasjonen fikk, i følge Bertone. Generasjonen vokste opp med kjønnssegregering og menns kontroll over kvinners seksualitet.

– Generasjonen tilegnet seg en seksualitetsmodell som i bunn og grunn var til for å bekrefte menns maskulinitet, og for å anerkjenne menn som «ekte mannfolk» av andre menn.

Den samme modellen definerer samtidig kvinnes seksualitet. På den ene side finnes de respektable kvinnene en gifter seg med, og hvor sex begrenses til barneavl. På den annen side finnes de løsaktige ugiftbare damene som er til for seksuelle utskielser.

– I Berlusconi-generasjonen forventet man til og med at menn oppsøkte prostituerte som del av sin seksuelle oppdragelse.

Kvinner stiller krav

Men den samme generasjon menn vokste opp i en periode med store forandringer av kvinners seksualitet. Utover 1970-tallet krevde kvinnene å bli anerkjent som frie individer som handlet ut fra sine egne begjær. I tillegg ønsket de å bryte ned det skillet mellom «respektable» og «løse» kvinner, noe som truet meningsinnholdet i den mannlige seksualiteten. At respektable kvinner ville utforske sin egen seksualitet samtidig som de truet med skilsmisse hvis mannen var utro ble en stor utfordring for mennene.

– Mennene taklet disse utfordringene på forskjellige vis. Noen har klamret seg fast til den gamle modellen. Andre skiftet til det nye idealet om det intime og likestilte paret, og omformet seksualiteten sammen med sine koner.

Motstand mot myten forties

Likevel, forandringene skjer kun innenfor husets fire vegger og ser ikke ut til å utfordre det offentlige bildet av den mannlige seksualiteten. Derfor blir kvinner som utfordrer myten fremdeles sett på som uromomenter, og blir aktivt fortiet i offentligheten. Dette ser ut til å være tilfelle med Veronica Larios motstand mot myten. Hun forsøker å fremstå som respektabel kone, ved å forakte Berlusconis rovdyraktige seksualitet. Men siden statsministeren kontrollerer mediene, blir hun ofte fremstilt som en hysterisk løgner.

– I tillegg blir menn som forsøker å kritisere den italienske statsministeren for sine utskielser fremstilt som misunnelige. ■



SEKSUELL BIOGRAFI: Chiara Bertone var nylig gjesteforsker ved Rokkansenteret, Unifob. Sammen med kolleger fra Università del Piemonte i Torino analyserte hun den seksuelle biografien til menn mellom femti og sytti år. I tillegg studerte hun resultater av senere tids forskning på seksuell oppførsel og holdninger i Italia.



MIN METODE

HARALD GJENGEDAL
STIPENDIAT VED INSTITUTT FOR
KLINISK ODONTOLOGI, UIB

Livskvalitet hos menneske med tannproteser

Studien vår går ut på å teste to behandlingsformer for pasientar med tannprotese. Det er ein randomisert studie av vaksne menneske som er heilt tannlause og har protese i både over- og underkjeven, men vi konsentrerer oss om underkjeveprotesar i vårt arbeid.

Tannprotesar ligg vanlegvis laust på underlaget i kjeven, og kan passe meir eller mindre godt. Den eine behandlingsforma vi testar, er å tilpasse protesen betre til underlaget. Den andre er å sette inn to implantat i underkjeven, og feste protesen i implantata. Vi vil finne ut kva dei to behandlingsformene har å seie for livskvaliteten til pasientane, og vi nyttar både kvantitativ og kvalitativ metode for å finne det ut.

Av kring 300 kandidatar er det om lag 60 som er valde ut til å delta i studien. Vi valde pasientar som har protesar fagfolk vurderer som gode nok, men som likevel av ein eller annan grunn er misnøgde med underkjeveprotesen. Kvar pasient får ein av dei to behandlingane, og behandlinga er gratis, slik at opplevinga etter behandling ikkje skal bli styrt av prisen som er betalt. Pasientane får ingen informasjon om den behandlingsforma dei sjølve ikkje får. Vi vil vite korleis dei har det etter behandling samanlikna med før, ikkje samanlikna med kva dei trur dei ville fått med ei anna behandling. Men å ikkje opplyse dei om alternativet, er etisk problematisk. Difor har vi bestemt at når studien er over, skal alle få vite kva behandling som kom best ut, og alle skal få tilbod om ny behandling dersom dei ønskjer det.

Vi studerer tyggefunksjon, ernæring og livskvalitet hos pasientane før og etter behandling ved hjelp av spørreskjema og blodprøver. Kan dei ete fleire ting etter behandlinga, slik at ernæringa blir forandra? Før behandlingsstart intervjuar vi kring 15 av pasientane, og vi intervjuar dei på nytt etter halvanna til to år. Vi kan sjå ein trend i intervjuet, der dei som har fått implantat, seier det er som å ha fått eit nytt liv. Det er sterke ord, men det er litt vanskeleg å vite om dette skuldast betre tyggefunksjon, betre ernæring, eller betre sosial funksjon. Dette skal vi sjå meir på når vi no analyserer resultatene. Ein pasient som har ein dårleg protese, går ikkje ut og et på restaurant. Med ein betre protese kan dei ta del i sosiale situasjonar som dei kanskje har unngått i lang tid, og det kan ha vel så mykje å seie for livskvaliteten som ernæring og tyggefunksjon.

■ TEKST: KJERSTIN GJENGEDAL

Naturbarnet Fægri

Knut Fægri var marihuanaliberalist, naturist og ein av verdas største botanikarar.

■ TEKST: ÅSNE HAGEN

«Det er en viss atmosfære av tropemystikk og slette romaner over ordet orkidé, og de fleste blir nokså forbløffet når de hører at vi har en god del orkidéer i vår flora», skriv Knut Fægri i *Norges Planter* før han presiserer at epifyttiske planter veks i gunstige greinkløfter på tre «uten å ha mer med trærne å gjøre enn en busspassasjer har med bussen».

– Fægri var godt utrusta med forskaren sine viktigaste eigenskapar – evna til å undre seg, kreativitet i vitskapleg tilnærming, evna til kritisk evaluering og ikkje minst å kunne setje detaljkunnskapen inn i ein større samanheng, seier Svein Haaland frå NRK. I 2001 laga han ein dokumentar om arbeidet til Fægri som vart send på fjernsyn året etter.

– Fægri sitt bidrag er ein føresetnad for alle vegetasjonshistoriske forskarar som har kome etter han, meiner Aage Paus, førsteamanuensis ved Institutt for biologi på UiB.

Tverrfagleg arv

Fægri vart cand. mag. i 1933 med botanikk, kjemi og paleontologi i graden. Året etter forsvarte han doktoravhandlinga om langtidsvariasjon og plantesuksesjon ved Jostedalsbreen. Her møtte botanikken geologi og isbrelære. Den tverrfaglege tilnærminga tok Fægri med seg vidare. Svein Haaland omtalar Fægri som ein glitrande fagperson.

– Han utvikla nye metodar for å forstå meir av den naturen me har rundt oss. Kunnskapane han tileigna seg nytta han til å kaste nytt lys over den tidlege historia vår, seier Haaland.

Fægri forska på korleis den skandinaviske vegetasjonen utvikla seg frå istid til jordbruk. Den såkalla pollenanalysen var ein viktig reiskap i denne samanhengen. Slike undersøkingar på Jæren og Bømlo la grunnlaget for kunnskapen om vegetasjonshistoria i Vest-Noreg. Fægri identifiserte mellom anna klimavariasjonar på slutten av siste istid og at lynghiane langs kysten var resultat av menneskeleg verksemd.

– Han har rissa opp eit kart som me etterfølgjande forskarar fyller ut med detaljar, fastslår Aage Paus.

Botanikk til folket

Her i Noreg vart Knut Fægri mest kjend som allmenngjerar av den botaniske kunnskapen. Han innleia storverket *Norges Planter* med ei fornøyeleg grunngjeving for at han berre tar for seg dei høgre plantene, altså dei som har blomar: «De lavere planter er så små og vanskelige å ha med å gjøre at man ikke kan finne ut av dem uten

mikroskop og andre hjelpemidler som man ikke finner utenfor de store instituttene».

Fægri hadde ein skarp og stilsikker penn, og skildra mellom anna planten bergjunker som «litt stiv og charmløs», og kommenterte på leikent vis rosa si kulturhistorie: «Og så er rosens skjønnhet blitt besunget av dikterne fra Sappho til i dag og sikkert også i morgen, fra de frommeste salmer til de dristigste elskovsdikt». Eller som her: «Forresten er det humler som tar seg selv til rette på en uforkammet måte. Enkelte arter har dårlig med sugesnabel, men til gjengjeld kraftige kjever. De biter hull ved basis av kronrøret, og tar honnigen ut bakveien», skriv han om bestøving av raudkløver.

– Ein av Fægri sine store eigenskapar var at han evna å skilje mellom rolla som vitskapsmann og rolla som formidlar, seier Svein Haaland:

– Som vitskapsmann må du stille store krav til nøyaktigheit både i det du gjer og i omtalen av det. For ein formidlar er evna til å inspirere og engasjere langt viktigare enn det å vere fagleg presis.

Det spesielle med Fægri var at han handterte begge roller like godt. Han visste kva som skulle til for å vekkje interesse hos publikum, og han hadde ei fagleg tyngd som gav han tryggleik til å forenkle, seier NRK-journalisten.

Nettopp formidlingsevna vog nok tungt då Noregs Allmennvitskaplege Forskingsråd gav Fægri den populærvitskaplege prisen i 1974. Fægri var til dømes redaktør for tidsskriftet Naturen

«Fægri har vist kva påverknad menneske, klima og tid har hatt på vegetasjonen.»

Aage Paus, Institutt for biologi, UiB

i over tretti år. «Det har vært sagt at han redigerte med saft og kraft, og ideer ble fremført på en underholdende måte, i den evige kamp mot nye generasjoners uvitenhet», skriv Inger Nordal i Norsk Biografisk Leksikon.

Forskar med engasjement

Gjennom det lange yrkeslivet sitt var Fægri knytt til både Bergens Museum og UiB. Frå 1945 var han professor i systematisk botanikk og plantegeografi. Ved universitetet sat han seinare som prorektor og som dekanus ved Det matematisk-naturvitskaplege fakultetet.

Fægri fekk fleire forskingsprisar. Han hadde æresmedlemskap og verv i vitskaplege selskap verda over, og var med på å leie internasjonale botaniske kongressar. Kort tid før tusenårsskiftet



LIKTE SEG BEST UTE: Det har gått eit hundreår sidan Knut Fægri sr. vart fødd. Her er han (t.v.) på feltarbeid i oktober 1933, saman med Johannes Iversen og G.E. du Ritz. (Foto: Universitetsbiblioteket i Bergen)

fekk han Millennium Botanist Medal som ein av verdas viktigaste botanikarar for det tjuande hundreåret.

I møtet med vasskraftutbygging og andre inngrep i naturen tok Fægri til orde for auka vern. Inger Nordal skriv at Fægri kalla kraftutbyggjarar for idiotar og byplanleggjarar for hønsehjerner – og at media omtala han som «mitraljøsa frå Botanisk institutt».

– Han var ein gjennomengasjert samfunnsborgar som deltok i dei fleste debattar utan at dette på noko vis kom i konflikt med virket hans som forskar, meiner Svein Haaland.

God i hardt vær

På 1960-talet agiterte Fægri for ein meir liberal politikk i høve til bruk av marihuana, og meinte at fornuftsmennesket stod mot formyndarmennesket i denne saka. Fægri var også tilhengar av naturismen. Ved eit høve stilte han naken til debatt om emnet på svensk TV.

– Fægri likte nok å vere kontroversiell, spesielt i samfunnsdebatten, seier Haaland.

– Han likte å stå midt i stormen, og han evna å spissformulere standpunkta sine på eit vis som skapte engasjement og gjorde han til en tydeleg debattant.

I år 2000 vart Fægri trekt inn i oppstusset rundt «Erotisk aften» på Kvarteret. Dette var eit heilhusarrangement i regi av studentforeininga ASF. Mange hadde møtt fram for å demonstrere mot strippinga som var ein del av tilstellinga.

– Eg hugsar at 90 år gamle Fægri måtte bane seg vei gjennom en skokk av ungdomar som demonstrerte og ropte slagord mot arrangementet, fortel Haaland:

– Fægri storkoste seg! Han skulle halde foredrag om erotikk i det antikke Hellas.

Bløma i det lengste

Fægri kombinerte professoratet ved UiB med den vitskaplege leinga av Arboretet på Milde frå 1975 og fram til han nådde den lovpålagde pensjonsalderen fire år etter. I 1980 vart han kommandør av St. Olavs Orden for innsatsen i forskinga si teneste. Men Fægri ►

Pollenanalyse

Pollenanalyse er ein metode der lag av bevarde pollenkorn frå fortida vert analyserte for å finne ut korleis vegetasjonen har vore sett saman og endra seg gjennom tidlegare epokar. UiB har det største fagmiljøet for pollenanalyse i norsk samanheng.

Bestøvingsøkologi

Plantar vert pollinerte (bestøva) ved at pollenkorna vert frakta frå støvberarane til støvfanget. Bestøvingsøkologien tar for seg korleis dette går føre seg i samspel med insekt eller dyr som til dømes flaggermus. Pollen vert òg spreidd gjennom vind og vatn.

- hadde ikkje tenkt å slutte der. Han disponerte kontoret på Botanisk institutt heilt fram til han døydde i 2001, og heldt koken livet ut. Svein Haaland har gode minne frå arbeidet med dokumentaren om Fægri.
 - Eg hadde gleda av å reise saman med Fægri på fleire turar til stader som hadde vore viktige for han gjennom arbeidet som botanikar. Eg opplevde han som eit leikande menneske. Han var alltid interessert i å utfordre tradisjonell tenking, både innafør det akademiske og på dei fleste andre felt i samfunnet, seier Haaland.Hundre år etter at Fægri vart fødd er innstillinga hans meir aktuell enn nokon gong.
 - «Intet kan erstatte fornuften», har Fægri uttalt. Ikkje minst gjeld det i våre dagar. Innsamling av store mengder biologisk materiale krev etterfølgjande databehandling. Men resultat må vurderast med ein god porsjon kritisk sans, seier Aage Paus. ■

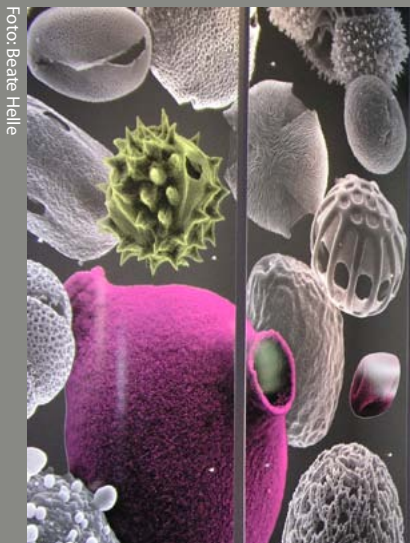
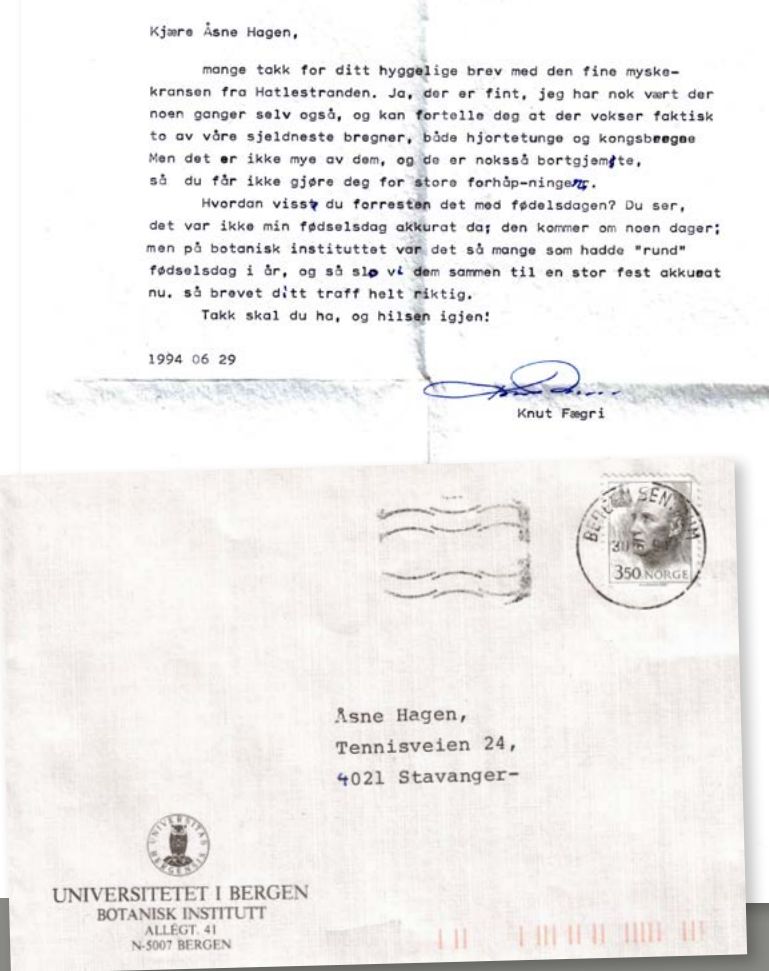


Foto Beate Helle

Pollen på stort lerret

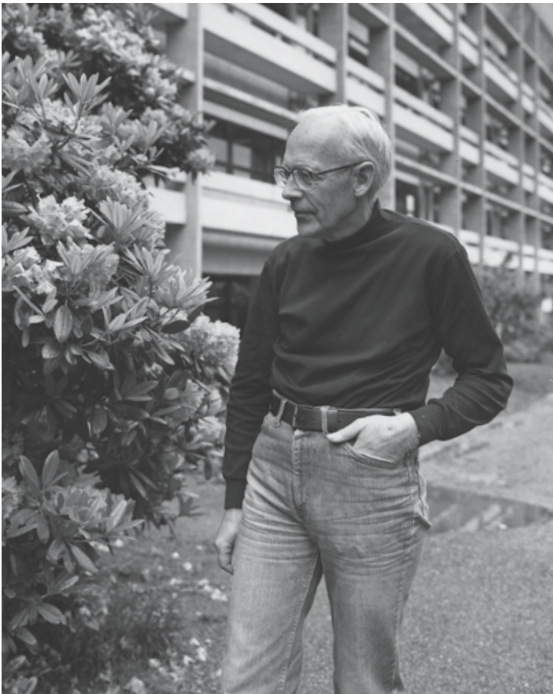
– Me vil formidle skjønnheita og mangfaldet i ei mikroskopisk verd som ikkje er tilgjengeleg for folk flest, seier Kari Hjelle ved Bergen Museum.

Ho er fagansvarleg for utstillinga *Pollen – så lite – så stort*, eit nytt fast element i Dei naturhistoriske samlingane. Utstillinga tar utgangspunkt i mangfaldet av pollentypar og viser desse gjennom elektronmikroskopbilete og tredimensjonale modellar. Modellane har riktige proporsjonar når det gjeld form og opningar, til dels òg riktig overflatemønster. Slik får tilskodaren eit bilete av korleis pollenkorner faktisk ser ut.

– Pollenkorner er bitte små og til vanleg usynlege utan mikroskop. Men på same måte som med blomane me kan sjå med egne auge, er det stor variasjon i den mikroskopiske planteverda, seier Hjelle.

«Fægri handterte både rolla som vitskapsmann og rolla som formidlar like godt.»

Svein Haaland, NRK



EVIG ENGASJERT: Knut Fægri pensjonerte seg aldri. (Foto: Universitetsbiblioteket i Bergen)

FAKSIMILE: Som lita amatørbotanikar og nerdejente på hyttetur i Kvinnherad sende eg ein gong eit gratulasjonsbrev til Fægri i anledning bursdagen hans. Sendinga inneheldt ein velduftande heiderskrans av myske (*Galium odoratum*), ei plante som tradisjonelt vart brukt i ritual til ære for gudar i skog og mark. Eg fekk eit triveleg svar frå Fægri på Universitetet sitt offisielle brevpapir. Her oppmoda han meg til å følgje nøye med på den lokale vegetasjonen.

Leveårs-lotteriet

Når leveår er ein knapp ressurs bør dei svakaste prioriterast. No vil Verdas helseorganisasjon ha retningslinjer for rettvís prioritering av helse.

■ TEKST OG FOTO: HILDE KVALVAAG

Tenk deg at du leiar ei sjukehusavdeling med 100 pasientar. Dei er identiske på alle måtar, bortsett frå at femti av pasientane treng ein pille for å overleve, medan 50 av pasientane treng to. Du har 50 pillar, du kan ikkje få meir. Kven skal få medisinen?

Den som stiller spørsmålet er Dan Wikler, professor i moralfilosofi ved Harvard University og tidligare etisk rådgivar for Verdas helseorganisasjon (WHO). Han fortel at over halvparten av dei som får dette spørsmålet pleier å svare at vi skal redde dei 50 som berre treng ein pille. Men kva med å gje ein halv pille til alle? Eller kva med å halde eit lotteri, der dei som har størst utbytte av kun ein pille har litt større sjanse for å vinne? Skal vi kanskje gi en tredjedel av pillane til den eine gruppa og to tredjedelar til den andre?

Wikler meiner at helsepersonell og beslutningstakarar bør trenast i å tenke gjennom etiske dilemma som dette.

Møte i Tanzania

Arusha, Nord-Tanzania juni 2009: Moivaro Lodge er omgitt av palmetrær og bølgjande marker og landsbyar der fattige menneske lever liva sine i simple skur og enkle murhus. Her på Moivaro diskuterer filosofar, spesialistar i medisinsk etikk, legar, økonomar, sjukehusdirektørar og representantar for WHO korleis ein kan fordele helseressursar meir rettvist. Vert for workshopen er Ole Frithjof Norheim som er professor i medisinsk etikk ved Universitetet ►



BARNA FØRST I KØEN: Desse Masai-barna frå Arusha skal vokse opp i et land som berre har småpengar å bruke på helse. Barn bør stå først i helsekøen, meiner forskarar.

[FAKTA]

GLOBAL HELSE: Ole Frithjof Norheim har frå 2004-2009 leia forskingsprosjektet *The ethics of priority setting in global health*. Dette er eitt av åtte prosjekt under den tverrfaglege gruppa Global helse: etikk, økonomi & kultur, som har medlemmer frå Institutt for samfunnsmedisinske fag og Senter for internasjonal helse. Gruppa består av forskarar frå ni ulike fagfelt og samarbeider med ei rekke institusjonar.



TENKER GLOBALT: Ole Frithjof Norheim brenn for tverrfagleg internasjonalt samarbeid. Han meiner slikt samarbeid er naudsynt for å heve den etiske standarden i helsearbeid globalt. Her i samtale med doktor Aziz Msyua, direktør for Meru District Hospital i Arusha.

► i Bergen. I 2004 fekk han som ein av svært få midlar på programmet Yngre framifrå forskar (YFF). Norheim nytta mellom anna midlane til å bygge opp ei forskingsgruppe i medisinsk etikk. Workshopen i Arusha markerer ei avslutning på dette prosjektet.

Kven skal dele lite?

Rundt bordet på Moivaro Lodge syng det i fine ord om rettferd, godheit, helse, leveår og livskvalitet. Dei som er til stades jobbar alle med etikk og helse. Målet er å få eit meir etisk helsevesen i ulike land.

For å måle effekten av ulike helsetiltak trengs det betre reiskapar. Ein må måle kva vi får mest att for. Er det vaksiner eller til dømes behandling for høgt blodtrykk? Er det riktig å dele ut fleire leveår til dei som har sterkast helse frå før? Eller skal ein ikkje tvert om prioritere dei svakaste og sjukaste? Eller kanskje dei med forsørgjaransvar? Ein ofte nedslåande variabel er mangelen på helseressursar i mange land. Det er *next to nothing* å fordele.

Tre dollar til kvar

Vi lever i ei verd med enorme skilnader. Ikkje berre i rikdom, men også i livslengd. Japan har den høgste levealderen i verda med 82,6 år for både menn og kvinner. Canadiarar lever 80,6 og nordmenn 80,5 år i gjennomsnitt. Tanzania har ei heilt anna og mykje hardare røynd å tilby innbyggjarane

sine. Her er gjennomsnittleg levealder 50,3 år, med høg dødsrate i nesten alle aldersgrupper.

Verdas helseorganisasjon har målt kostnad-nytteeffekten av meir enn 700 helseintervensjonar.

– Helsesituasjonen i svært mange land er dårleg og prega av urettvise prioriteringar for dei som har minst. Hiv og malaria tar også ein svært stor del av helsebudsjetta, noko som går på kostnad av andre lidingar. Eg vart oppringt frå Etiopias helseminister som ba om hjelp til å prioritere. Han hadde tre dollar per innbyggjar å bruke på helse. Ingen afrikanske land har luksusen å velje, sa Tessa Tan-Torres Edejer frå WHO på workshopen.

Trass i at det ofte er ei nedslåande røynd, er det viktig at vi involverer oss, påpeiker ho.

– No har WHO ti års røynsle med etiske retningslinjer. Vi treng å sjå på konteksten for å definere kva som verkeleg er gode prioriteringar. Det mest opplagde er ikkje alltid det beste, seier Tan-Torres Edejer.

Ønskjer verktøy

Spørsmålet er om forskarar og andre «ekspertar» kan gje eit sett av verktøy som styresmaktene og WHO kan dra nytte av. Som fleire peika på under samtalane i Arusha: Det er eit gap mellom filosofisk tenking og tenkinga til dei som arbeider i felten. Men både WHO, Ole Frithjof

Norheim og fleire andre forskarar meiner no at tida er inne for å skape nokre felles retningslinjer for prioritering.

– Det er viktig at forskinga vår får praktisk betydning, seier Norheim som foreslår å lage ein indeks for rettvis fordeling (sjå eigen sak).

Ein av teoriane som allereie er prøvd ut i praksis er filosofen Norman Daniels rettferdsteori. For nokre år sidan vart hans modell tatt i bruk som ei rettesnor, blant anna ved Haydom Lutheran Hospital her i Tanzania. Daniels bidrag går på sjølve prosedyren for utveljing, heller enn prinsippa. Mange meiner likevel at denne teorien er problematisk fordi den gir lite praktisk rettleiing når det gjeld å fordele ressursar der dei er særskilt knappe.

– Å etablere ein rettvis prosess for prioritering er lettare enn å einast om prinsipp, seier Norman Daniels sjølv.

Skeptiske filosofar

Dan Brock har vore «staff philosopher» og jobba for dei etiske komiteane for dei amerikanske presidentane Carter, Reagan og Clinton. Harvardprofessoren sa under møtet i Arusha at han er positivt innstilt til Norman Daniels rammeverk for ei prosedyre, men er skeptisk til å ta det heile eit skritt lengre og innføre retningslinjer.

Eitt av problema seier Brock er at det kan vere djup moralsk usemje over prinsippa eller kriteria som rettferdiggjør den eine prioriteten over den andre. Det skuldast mellom anna at det finst ulike filosofitradisjonar.



KVEN SKAL FÅ?: Dan Wikler, professor i moralfilosofi ved Harvard og tidligere etisk rådgivar for Verdas helseorganisasjon (WHO) meiner at helsepersonnel bør trenast i etiske dilemma.

– Om du skal ha retningslinjer trur eg difor at dei må vere svært generelle. Enkelte meiner at vi heilt enkelt må prioritere det som gjer størst utteljing i form av leveår. Andre meiner at vi skal prioritere dei som har det verst, sjølv om det totale talet leveår går ned, seier Broch og peikar på at medan det er enorme helseproblem og manglande rettferd i helsesystemet i mange afrikanske land, er ikkje USA dei som kan adressere desse problema.

– USA er ute av stand til å implementere prinsipp for rettvis, all den tid vi ikkje ein gong har eit nasjonalt helsesystem, seier Broch.

Hans kollega Dan Wikler frå Harvard, meiner derimot at om forskarane er for redde for si akademiske «sanning» kan dei gå glipp av å lage noko som kan skape ein skilnad. Wikler vil difor gå inn for retningslinjer.

Lita usemje

Andreas Føllesdal, filosofiprofessor

og forskingsleiar ved Norsk senter for menneskerettar ved Universitetet i Oslo, deltok også på workshopen i Arusha. Han meiner at usemja blant filosofar i praksis ikkje er så stor.

– Mange teoriar som er til hjelp for å hanskast med dilemma rundt fordeling av knappe helseressursar gjev nokså likt utfall, sjølv om premissa kan være ulike. Til dømes kan mange filosofar vere samde om at fleire ressursar bør gå til vaksiner og folkehelsetiltak, sjølv om grunngjevinga er ulik. Dette vil dei gå inn for uavhengig om dette er tiltak som gjev fleire gode leveår, fremjar kåra til dei dårlegast stilte eller noko anna, seier Føllesdal.

Han samanliknar med retten til helse, slik den mellom anna er formulert i WHO's grunnlagsdokument, menneskeretts-erklæringa, og den internasjonale konvensjonen om økonomiske, sosiale og kulturelle rettar.

– Orda er svært vage og må presiserast veldig mykje før dei kan gje svar på spørsmål

om prioriteringar mellom helsetiltak, mellom helsetenester og andre viktige samfunnsoppgåver. Men det hindrar ikkje at mange uansett tolking vil vere samde om ei rekke minimumspunkt som bør få høgaste prioritet. ■



FATTIGE: Ingen afrikanske land har luksusen å velje, sa Tessa Tan-Torres Edejer frå WHO i Arusha.

Barna først

Skal ein auke levealderen i eit land bør ein byrje med spedbarna, meiner Ole Frithjof Norheim.

■ TEKST OG FOTO: HILDE KVALVAAG

– Det er meir urettferdig at et barn døryr unødvendig og mister mange gode leveår enn at ein som har levd lenge gjer det, seier Ole Frithjof Norheim, som foreslår å måle helse på same måte som ein måler fordeling av arbeidsinntekt. Han har gjennomført eit forskingsprosjekt der han viser at det er mulig å oppnå både redusert ulikskap og auka helseeffekt målt i talet på leveår, ved å bytte om på prioriteringane.

Rettferd når det kjem til helse er komplekse omgrep, som både omfattar mest mulig helse for kvar dollar brukt, og lik fordeling. Få har tidligare kunna

måle likskap i fordeling av leveår, men Norheim foreslår å bruke en måleeeining kalla *gini*, som opphavleg vart utvikla for å måle ulikskapar i inntekt. Metoden kan ta omsyn til likskap, dei dårlegast stilte og til medisinske avgrensingar, og viser korleis det å prioritere dei som har minst gjev seg utslag i meir rettferd.

– Vi bør ha både meir rettferd og lengre levetid for alle. Eit viktig moment i tillegg er at vektinga av dei ulike omsyna bør vere open for kritikk og diskusjon, seier Norheim.

Gini som rettesnor for god prioritering av helseressursar har likevel avgrensingar og må kombinerast med analysar av kostnad-effekt. Professor Bjarne Robberstad har gjort ein studie i Tanzania der han samanliknar utfallet av å prioritere høgt blodtrykk versus vaksinasjon for å hindre barnedødelegheit. Det viste seg at om ein prioriterte høgt blodtrykk (fordi det kostar minst), «sparer» ein flest leveår, medan gini-resultatet blir best med vaksine (sjølv om det kostar meir).

– Gini kan ikkje inkorporere alt, og spørsmålet er kor mykje likskap ein er villig til å gi opp for å få mest mulig helse, seier Norheim. ■



VIL PRIORITERE NYFØDDE: Det er meir rettvist å redde eit barn og gje det fleire leveår enn å prioritere eit menneske som har levd lenge, meiner Ole Frithjof Norheim.

[FAKTA]

GINI: Gini-koeffisienten er eit vanleg brukt mål på ulikskap i inntektsfordeling. Verdien blir vanlegvis gjeve opp på ein skala frå 0 til 1, der 0,0 er perfekt likskap og 1,0 maksimal ulikskap. Gini-koeffisienten brukt på helse måler ulikskap i fordeling av til dømes levealder mellom ulike diagnosegrupper.

Sjukehus på sparebluss



TO I KVAR SENG: Desse kvinnene og borna deira deler seng på avdeling for luftvegsinfeksjonar på Mount Meru Hospital.

Kvar innbyggjar i Tanzania får 60 norske kroner per år i helsehjelp.

■ TEKST OG FOTO: HILDE KVALVAAG

Meru District Hospital ligg om lag ti minutt køyring frå Arusha, heilt nord i Tanzania, der mange av nasjonalparkane kjend for safari ligg. Sjukehusdirektøren, doktor Aziz Msuya, ein karismatisk, høgreist mann på rundt 40, møter oss på parkeringsplassen. Han helser hjarteleg og ber oss følgje med. Det er overskya, hekkar med bouganvilla blomstrar og ein rusa mann dreg seg sakte forbi. Flokken med forskarar som har deltatt på Ole Frithjof Norheims workshop følgjer etter dr. Msuya for å sjå korleis sjukehuset hans er drive.

I fotspora til Bush

– Her kjem vi med våre fancy filosofiske dilemma og uendeleg med ressursar, mumlar ein av forskarane i det vi passerer grupper med pasientar som ventar ute på benkar, høyrer lyden av hosting og

spreidd barnegråt. Men mest av alt er det stille på sjukehusområdet. Doktor Msuya fører oss til sitt nokså beskjedne kontor. På veggeng heng det bilete av George og Laura Bush som slentrar smilande i kring på sjukehuset. Dei var her i 2008. Neste veke kjem Hillary Clinton, fortel doktor Msuya. Sjukehuset har berre 120 senger. Det har ein lege og ni legeassistentar, men det er mangel på sjukepleiarar.

«REPERTOARET AV OPERASJONAR VI KAN GJERE ER AVGRENSA, OG VI MÅ HEILE TIDA PRIORITERE HARDT.»

Msuya fortel om helseplanen dei jobbar etter og dei nye avdelingane dei ønskjer å bygge om dei får «funding». Pengane til drift av sjukehuset kjem delvis frå den tanzanianske staten og delvis frå utanlandske donorar.

– Repertoaret av operasjonar vi kan gjere er avgrensa, og vi må heile tida prioritere hardt, seier Msuya.

Malaria på retur

– Om du kunne velje mellom eit program som reduserer barnedødelegheit og dødelegheit hjå eldre menneske. Kva ville du velje, spør Ole Frithjof Nordheim.

– Vanskeleg å svare på. Vi prøver å distribuere helse likt, seier doktor Msuya.



LUKSUS I AFRIKANSK MÅLESTOKK: Ole Frithjof Norheim, Universitetet i Bergen, Mira Johri Université de Montréal, Ingrid Miljeteig, Universitetet i Bergen og Dan W. Brock frå Harvard University lyttar til Aziz Msuya fortelje om utfordringane ved Mount Meru District Hospital.

Forskarane lurar på kor mykje vekt innspel frå pasientar og lokale får når sjukehuset lagar planar.

– Vi lyttar til folks ønsker, men både manglande kirurgi og medisinsk kompetanse er eit problem, seier doktoren.

Det finst gode nyhende også. På Zanzibar har talet på malariasjuka gått veldig ned på grunn av aktive tiltak som til dømes auka bruk av nett og spraying. Også i Arusha er malaria på retur. Eit anna område der det går rette vegen er med dei minste. Færre spedbarn dør.

Vi går rundt på avdelingane og treff pasientar. Her er er barn med luftvegs-sjukdommar og trafikkskadde menn, og kvinner som skal føde eller har føda. Vi ser eit vanskjøtta Masai-barn som har blitt teke til sjukehuset av ei bekymra bestemor. Ho held barnet opp mot oss i armane sine. For det meste er det to pasientar i kvar seng. Men dette er luksus. På det mykje større Mount Meru hospital i Arusha er det vanleg at fire pasientar deler seng. Vi går forbi ein operasjonssal der det nett har vore ein blindtarmoperasjon. Legen kjem ut med flekkete operasjonsfrakk og fortel at det gjekk bra. Vi skjønner at Meru District Hospital er eit mønsterbruk i aust-afrikansk målestokk. Og neste veke kjem Hillary. ■



BARN DØYR: Det går rett veg, men altfor mange barn døyr av mangelen på myggnett, seier forskar Emmanuel Makundi.

Tynt nett mellom liv og død

Hundre tusen barn under fem år døyr kvart år som følgje av malaria i Tanzania. Svært mange av desse kunne vore redde av myggnett.

■ TEKST OG FOTO: HILDE KVALVAAG

Emmanuel Makundi har forska på bruken av myggnett. Han fortel at talet på barn som søv under myggnett auka frå om lag 21 prosent i 1999 til 36 prosent i 2005. Talet

er framleis aukande, men ennå er det mange familiar som ikkje har nett. Dei har ikkje råd til det.

–Vi meiner at myggnett skulle komme inn på nasjonalbudsjettet på lik line med vaksinasjonar. Det er tragisk at barn dør fordi dei er fattige. Å dele ut gratis nett kan også tene andre familiemedlemer, seier Makundi som tek doktorgrad ved Universitetet i Bergen i Ole Frithjof Norheims etikk-gruppe.

Han har vitja 80 fattige mødrer på landsbygda. Tretti av desse hadde berre eitt nett på deling for familien, og dette vart som regel brukt av det yngste barnet. Styresmaktene vil subsidiere nett, men har endå ikkje gått med på å dele dei ut gratis.

– Det går sakte rett veg, men framleis døyr mange barn av mangelen på tynne nett som kostar småpengar, seier Makundi oppgitt. ■



VIL HA GRATIS NETT: Myggnett bør komme inn på nasjonalbudsjettet, seier Emmanuel Makundi.



«Kom att i morgon»

Halvparten av alle med hiv i Tanzania kan forlenge livet med riktige medisinar. Kven skal få, når det ikkje er nok til alle?

■ TEKST: HILDE KVALVAAG
■ FOTO: ELIN F. STYVE

Kjell Arne Johansson tar doktorgrad i medisinsk etikk og har studert behandling av pasientar med hiv og aids på to sjukehus i Iringa, Tanzania. 17,4 prosent av dei som bur i denne regionen har hiv. Det er den høgaste førekomsten i heile landet.

– Halvparten av alle inneliggjande pasientar på dei to sjukehusa var hiv- positive, seier Johansson.

Ressursane er knappe, helsetilboda få og ikkje tilgjengelege for alle. Det finst mange folk i Iringa som står opp midt på natta og sykklar i fleire timar for å stille seg i kø for å få tatt blodprøve. Men kanskje er det berre ti som får tatt blodprøve og så må dei sykle tilbake 4–5 gongar for dei får tatt den. Mange hushald har heller ikkje råd til å sende alle familiemedlemmane til klinikken. Følgjene kan bli at den hiv-positive ikkje får den medisinske behandlinga han eller ho har behov for.

Ein del av forskingsprosjektet til Johansson, der også forskar Bjarne Robberstad ved Senter for internasjonal helse ved UiB, og Ole Frithjof Norheim deltok, var å måle effekten av tidleg intervensjon hjå hiv-pasientar og samanlikne med seinare oppstart av same behandlinga. Resultata viser at tidleg behandling, slik internasjonale retningslinjer no tilrår, gjev det klart beste resultatet. Hiv-pasientar lever lenger når behandlinga startar tidleg. Men eit skifte til tidleg oppstart doblar også talet på pasientar som har behov for medisinar. Dette skapar nok eit dilemma. Skal ein prioritere dei sjukaste eller dei friskaste som har best effekt av medisinarane? ■

Verdiar som valuta

Ved Haydom Lutheran Hospital skal ein gjere det beste for pasientane, uavhengig av kva sjukdom dei har, og uavhengig av kva liding donorane ønskjer å prioritere.

■ TEKST OG FOTO: HILDE KVALVAAG

– WHO lyttar ikkje til verdiane våre. Når dei møter styresmaktene i eit land har dei på førehand gjort seg opp meningar om korleis prioriteringane skal gjerast, hevdar Øystein Evjen Olsen som er direktør på Haydom Lutheran Hospital i den nordvestlige delen av Tanzania.

Sjukehuset vart bygd på oppmoding frå styresmaktene i Tanzania i 1953. Det er eit veldrive sjukehus, med 420 senger og i tillegg eit omfattande preventivt program i nærområdet. Haydom rekrutterer kirurgar frå seks av dei største universiteta i USA og er eigd av den evangelisk-lutherske kyrkja i Tanzania. Sjukehuset mottok 55 prosent av driftsbudsjettet sitt frå det norske utanriksdepartementet.

Øystein Evjen Olsen er skeptisk til eit snevert fokus på enkeltsjukdommar. – Eg har meir tru på effekten av å auke kvaliteten i tråd med verdiane og behova i lokalbefolkninga. For å få dette til må ein sjå utover snevre verdiar som kostnadseffektivitet og sjukdomsbyrde, og inkludere verdiar som tillit og «the rule of rescue», seier Evjen Olsen.

Sistnemnde regel handlar om å gjere det beste ein kan for det lidande og hjelpetrengande mennesket der og då, uavhengig av kva sjukdom, liding eller andre behov dei har.

Altruistiske verdiar

For Evjen Olsen er der ikkje skilje mellom helsetilbod og livssyn. Haydom implementerer ikkje helsetenester, seier han, men allmenne ueigennyttige verdiar uttrykt gjennom Jesu kjærleik.

– Alt helsearbeid må byggast på kunnskap, for prosjekt som i utgangspunktet er meint å gjere godt

kan ende med å gjere skade, seier sjukehusdirektøren og fortel som dømme korleis eit hiv/aids-program førte til intern hjerneflukt.

Haydom-sjukehuset har tatt til seg metoden «accountability for reasonableness», lansert av filosofen Norman Daniels. Denne skal sikre ein god prosess i forkant av medisinske prioriteringar, men kjem nokre gongar i konflikt med sjukehusets verdiar. Kostnad-nytte-variabelen seier til dømes ingenting om at det er dei rikaste som har høgt blodtrykk medan dei fattigaste treng vaksiner, påpeikar Evjen Olsen.

Ein annan dans

Øystein Evjen Olsen seier at dei ved Haydom ofte er kritiske til bistandsfagleg ekspertise, men snakkar betre med dei enn før.

– Det skuldast nok ikkje minst at vi har blitt flinkare til å uttrykke verdiane våre på et språk som ligg tett opptil det som blir brukt i bistandsfaglige miljø. Det betyr mykje at gjevar og mottakar forstår kvarandre, og ofte ser vi at vi deler de same visjonar og målsetjingar, men uttrykker oss ulikt. Vi er meir opptekne av verdiar og mindre av berekraft. Det er verdiane våre som må vere berekraftige – økonomi er berre ein reiskap, seier Evjen Olsen. Han opplever fortsatt at bistandsorganisasjonar vil ha dei til å gjere ting annleis. – Vi føler ofte at sjølv om vi dansar den same dansen, så gjer vi det til rytmen av ei anna tromme. ■



ALLMENNMENNESKLEG: Øystein Evjen Olsen er skeptisk til eit snevert fokus på enkeltsjukdommar. – Vi må behandle heile mennesket, sa han under workshopen i Arusha.

Holbergprisen til Hacking

Filosofen og vitskapsteoretikaren Ian Hacking får Holbergprisen for 2009. Han er ein av dei viktigaste filosofane og vitskapshistorikarane i vår tid, i følgje fagkomiteen.

■ TEKST: JENS HELLELAND ÅDNANES

– Først og fremst er eg ein sær nyfiken person. Eg er interessert i korleis menneske tenkjer, tenkinga sin kulturelle og historiske evolusjon. Ein annan ting som alltid har vore nært hjarta mitt er korleis menneske påverkar kvarandre, seier prisvinnaren i eit intervju med Universitetet i Bergen si nettavis, På Høyden. Ian Hacking er professor i filosofi ved University of Toronto og Collège de France i Paris.

Uvanleg bruk av empiri

«Hans kombinasjon av stringent filosofisk og historisk analyse har fundamentalt endret vår forståelse av hvordan sentrale begrep oppstår gjennom vitenskapelig praksis og i bestemte sosiale og institusjonelle sammenhenger. Hans arbeid avdekker natur- og sosialvitenskapenes normative og sosiale implikasjoner.» Dette skriv fagkomiteen i si grunngjeving.

Harald Johannessen, førsteamanuensis ved Institutt for filosofi og førstesemesterstudier, meiner fagkomiteen har gjort eit godt val med å tildele Holbergs internasjonale minnepris for 2009 til Hacking.

– Hacking har vore leiande innan statistikk og sannsynlegheitsberekningar. Det slåande ved han er at han tidleg fatta interesse for språkteori og Michel Foucault. I si forsking har han brukt fakta og empiri som folk flest ikkje har sansen for eller evna til å setja seg inn i, seier Johannessen.

Klim-pris for aristotelisk nytolking

Styret for Ludvig Holbergs minnefond deler også ut Nils Klim-prisen for yngre nordiske forskarar innan dei same fagfeltene som Holbergprisen. Prisen er på 250 000 kroner.

Nils Klim-prisen går i år til David Bloch, professor ved Københavns Universitet. Forskingsområda hans er gresk og latinsk filologi og antikkens og middelalderens filosofi. I si doktoravhandling lanserte han det fagkomiteen i Nils Klim-prisen kallar ei original

nytolking av Aristoteles sin teori om hukommelsen og ei analyse av korleis denne teorien vart motteken av muslimske og kristne forfattarar i middelalderen.

«Når David Kristian Blochs kompetanse favner så bredt, blir hans arbeid også av stor interesse for alle som ønsker en dypere forståelse av opprinnelsen til de teoretiske ideene som har formet den moderne verden.» Dette skriv fagkomiteen i si grunngjeving for prisen til Bloch. ■

nyheter.uib.no



KANADISK VINNAR: Ian Hacking er årets mottakar av Holbergprisen. Holbergs internasjonale minnepris er ein pris for framifrå vitenskaplig arbeid innan humanistiske, samfunnsvitenskaplege, juridiske og teologiske fag. Prisen er på 4,5 millionar kroner. (Foto: Patrick Imbert, Holbergprisen)