

FORSKNINGSMAGASINET

APOLLON

1/2017



08 : Fugler sprer blodforgiftning

16 : Vikinger gravla husene sine

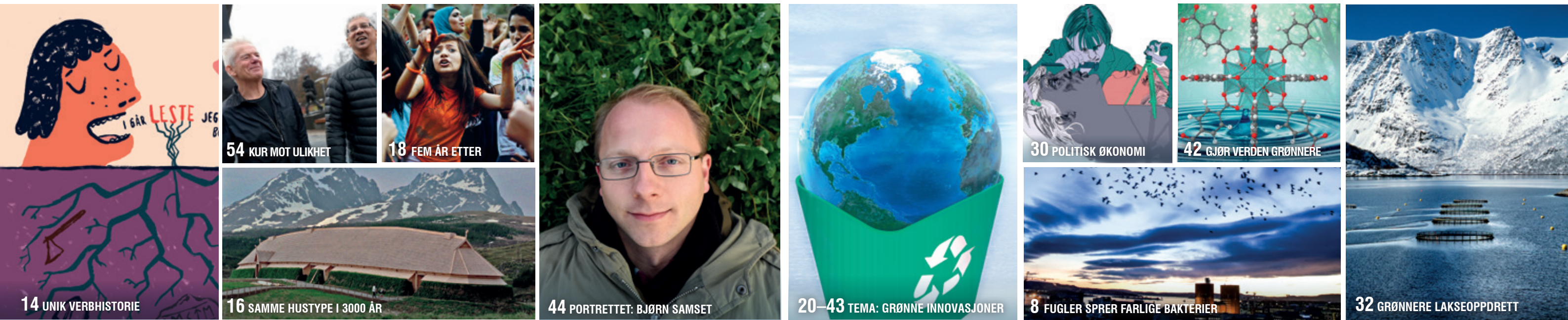
12 : Regn river ned fjellsider

54 : Ny kur mot ulikhet



TEMA

Grønne innovasjoner



APOLLON

FORSKNINGSMAGASIN FRA UNIVERSITETET I OSLO
www.apollon.uio.no

ABONNEMENT (GRATIS): apollon@admin.uio.no • 22 85 62 14
ADRESSE: Apollon, Postboks 1076 Blindern, 0316 Oslo

NUMMER 1/2017 • 27. årgang
ISSN 0803-6926 • Opplag 27 000
Apollon redigeres etter Redaktørplakaten.

ANSVARLIG REDAKTØR: Trine Nickelsen
trine.nickelsen@apollon.uio.no • 22 85 41 33 / 948 63 233

JOURNALIST: Yngve Vogt
yngve.vogt@apollon.uio.no • 22 85 40 31 / 905 66 483

GRAFISK DESIGN: Hanne Utigard
PRODUKSJONSKONSULENT: Alv Reidar Dale
TRYKK: 07 Media
FORSIDE: Hanne Utigard

Oslo, januar 2017
Neste nummer kommer i mai 2017.



KOLOFON

Tema: Grønne innovasjoner

- 20 **VEIEN TIL EN GRØNNERE VERDEN**
Innovasjoner som peker framover
- 22 **– SAMFUNNET MÅ ENDRES RADIKALT**
Tre forskere i samtale
- 26 **LAGER STRØM AV TEMPERATURFORSKJELLER**
Får energi av telys og isklump
- 30 **BEREGNER MULIG MILJØPOLITIKK**
Politisk økonomi er innovasjon
- 32 **MÅLER FISKENS APPETITT**
Sparer fiskefôr
- 34 **NORDENS STØRSTE ALGESAMLING**
Kan brukes til fiskefôr og medisiner
- 36 **VERDENS BESTE SOLCELLER**
Dobbelt så effektive
- 40 **MER SOL OG VIND I STRØMNETTET**
Mye strøm sløses bort i dag
- 42 **UIO-STOFF GJØR VERDEN GRØNNERE**
Stor internasjonal interesse



: Artikler

- 8 **FARLIG BLODFORGIFTNING**
Bakterier spres med fugler og småkryp
- 12 **FJELLSKRENTER RASER PÅ SVALBARD**
Skyldes for lite frost i fjellet
- 14 **VERBET ER DET ANDRE ORDET**
Forklaringen er ordet «så»
- 16 **GRAVLA LANGHUS I JERNALDEREN**
Brente ned huset før det ble gravlagt
- 18 **FEM ÅR ETTER DEN ARABISKE VÅREN**
Lager leksikon over året 2016
- 44 **PORTRETTET**
Bjørn Samset
- 49 **LESERSPØRSMÅLET**
Karlsvogna: En falmet stjerne?
- 50 **TESTER FREMTIDENS LEGEKONTOR**
Øver seg på dukker

- 52 **AVSLØRER HUDBETENNELSE**
Bruker avansert lys
- 54 **KUR MOT ØKENDE ULIKHET**
Alle får en fast del av nasjonalinntekten

: Boknytt

- 58 **LOV OG RETT I SKOLEN**
Kvalitetssikring, kontroll, regulering
- 59 **FRA ENGLISC TIL ENGLISH**
Hvordan et verdensspråk ble til

Mindre utslipp, mer utvikling

I år er det 30 år siden FNs verdenskommisjon for miljø og utvikling, ledet av Gro Harlem Brundtland, la fram sin sluttrapport "Vår felles framtid". For første gang i internasjonal sammenheng ble de store utfordringene knyttet til klima, miljø, fattigdom og ekstrem ulikhet sett sammen. Dette var uten tvil en viktig – faglig og politisk – innovasjon. At kommisjonen fant at det ikke var noen alvorlig motsetning mellom på den ene siden fattigdomsreduksjon, vekst og utvikling, og på den andre siden hensynet til global oppvarming og miljømessig bærekraft – er ikke viktigst og heller ikke helt korrekt.

Det viktigste var at kommisjonen tvang fram en ny og viktig debatt. Nå 30 år etter må vi innse at dette perspektivet lenge har vært forsvunnet fra debatten og lite framtreddende i den miljø- og utviklingspolitikken som faktisk er blitt ført – som om verdenskommisjonens innsats var glemt. Derfor er det gledelig at begge sider av bærekraftbegrepet nå har kommet på den globale dagsordenen. Mens miljøet ble utelatt i tusenårsmålene til FN, står det igjen sentralt i bærekraftmålene som FN lanserte høsten 2015. Målene er en felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030.

Dette nummeret av Apollon tar opp grønne innovasjoner, og søker med et sideblikk også å se på i hvilken grad innovasjonene kan kombinere miljøhensyn og sosiale hensyn. Den teknologiske og økonomiske utviklingen kan være del av løsningen, men også del av problemet: Økonomisk vekst kan true miljøet og samtidig gi større forskjeller mellom fattig og rik. Ny teknologi kan bidra til å redusere utslipp av klimagasser, men velstandsutviklingen kan også bidra til økte utslipp og overforbruk av jordas ressurser.

Verden trenger grønne innovasjoner som kan gi klimautslippsreduksjon kombinert med fattigdomsbekjempelse. Utfordringen er ekstremt stor, og desto større når de største og mektigste landene for tiden velger topp-politikere som nekter for at det er noe globalt klimaproblem og som ønsker politisk isolasjonisme i stedet for et globalt, bærekraftig engasjement.

Mange forventer at universiteter i alle land skal bidra til løsningene. Kanskje en utviklingsbonus til alle – som en av artiklene i Apollon tar opp – kan lede til en bedre avveining mellom miljø og utvikling? En utviklingsbonus finansiert av skatter og avgifter på skadelige utslipp kan lede til mindre fattigdom og mer kollektiv fornuft i den globale miljøpolitikken, og bli støttet av mer fornuftige, politiske holdninger i det enkelte land.



Trine Nickelsen

Trine Nickelsen
ansvarlig redaktør



FOTO: PICTUREPOINT

SELVTILLIT: Samisk ungdom får selvtillit og tilhørighet gjennom kulturell praksis, seremonier og det samiske språket.

Samisk ungdom takler motgang

Samisk ungdom lærer å stole på seg selv – og ta vare på seg selv.

– Samisk ungdom blir tidlig sosialisert til de tradisjonelle, samiske verdiene, som det å kunne stole på seg selv og ta vare på seg selv, viser *Kristine Nystad* i avhandlingen sin på Institutt for helse og samfunn. Hun studerte tre ulike grupper ungdom i lokalsamfunn der samene er i flertall.

– Storfamilien, slekten og gudforeldrene er viktige, sosiale nettverk som gir både psykisk og praktisk støtte.

Nystad trekker også fram at de samiske ungdommene får selvtillit, selvverd og tilhørighet gjennom kulturelle praksiser og seremonier, og ved det å ha egen joik og navnesøster eller navnebror.

Men det viktigste av alt er det samiske språket. De som ikke behersker språket, føler seg ekskludert. ●



ILLUSTRASJON: STATSBYGG

NYTT LANDEMERKE: Den nye livsvitenskapsbygningen på 66 700 kvadratmeter mellom Rikshospitalet og Blindern kan bli et nytt landemerke i Oslo.

Bygger hjertet til livsvitenskapen

Den nye livsvitenskapsbygningen på UiO skal bli landets største forsknings- og undervisningsbygg og et kraftsenter for livsvitenskap i Norden. Nå håper UiO på støtte i revidert nasjonalbudsjett.

Den kommende livsvitenskapsbygningen på 66 700 kvadratmeter, som skal oppføres nedenfor Ringveien, mellom Rikshospitalet og Blindern, blir landets aller største forsknings- og undervisningsbygg – og vil inneholde mye moderne forskningsutstyr.

To tredjedeler av bygningen skal huse Kjemisk institutt, Farmasøytisk institutt og Norsk senter for molekylærmedisin (NCMM). Resten av livsvitenskapsbygningen skal brukes på kjernefasiliteter, med infrastruktur for UiO og tverrfaglige forskningsprosjekter innen livsvitenskap i et tett samarbeid med sykehus og næringsliv.

Bygningen skal stå ferdig i 2023 – såfremt UiO får støtte i revidert nasjonalbudsjett til våren.

Forskning og innovasjon

– Ønsket med UiOs satsing på livsvitenskap er å forene forskning og innovasjon for å utvikle alt fra nye medisiner mot sykdommer som kreft, demens og infeksjoner, samt håndtering av antibiotikaresistens, til bedre forvaltning av naturressurser, slik som i fiskerinæringen, sier direktør for UiO: Livsvitenskap, professor *Finn-Eirik Johansen*.

En av de største industrisuksessene ved UiO er Algeta, som har utviklet et nytt legemiddel mot prostatakreft. Selskapet ble solgt til Bayer for 17,6 milliarder kroner for tre år siden.

– Nå håper vi å legge grunnlaget for økt verdiskaping og flere store selskaper, sier Johansen.

Ett av UiOs ønsker er også å avle fram flere gode, tverrfaglige forskergrupper, som vil kunne konkurrere enda sterkere om europeiske forskningsmidler. ●



FOTO: FRANCESCO SAGGIO

PRIS: Klaus Høiland har nylig fått Bonnevieprisen. Dette er en pris for biologer, oppkalt etter zoologen Kristine Bonnevie, universitetets første kvinnelige professor i biologi.

Hedret soppekspert

Soppeksperter, professor *Klaus Høiland* på Institutt for biovitenskap har fått Bonnevieprisen for sin lange innsats for å formidle forskning. Dette er sjette gangen prisen er blitt delt ut. ●

Matematisk DNA-sjekk

Øyvind Bleka har utviklet nye statistiske analyser som kan gjøre det lettere å identifisere personer som har kompliserte DNA-profiler. Dette kan komme til nytte i rettsgenetiske undersøkelser. Doktorgradsarbeidet er utført ved Matematisk institutt. ●



FOTO: NTB SCANPIX

Oslo-ungdom med ubegrensede muligheter

– Oslo-ungdom opplever at de har så godt som ubegrenset med muligheter, og at motivasjon og hardt arbeid må til for å lykkes. I valget av en fremtidig karriere legger ungdommen mer vekt på selvrealisering enn på lønn og status, viser *Jens Lunnan Hjort* i doktoravhandlingen sin på Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi. ●



FOTO: COLOURBOX

Vitaminer mot hoftebrudd

Lave konsentrasjoner av en rekke vitaminer kan øke faren for hoftebrudd.

Ikke uventet er det en sammenheng mellom lave konsentrasjoner av D-vitaminer i blodet og økt risiko for hoftebrudd, ifølge avhandlingen til *Anne Cathrine Torbergson* på Institutt for klinisk medisin.

Hun oppdaget at sannsynligheten for hoftebrudd også øker hvis man mangler vitamin A, C, E og K1. Risikoen for hoftebrudd øker med tre ganger hvis man både har for lite vitamin D og vitamin K1, sammenliknet med om man bare mangler én av disse vitaminene. ●

Beregninger i fremragende undervisning

UiO har nå fått et internasjonalt senter for fremragende undervisning for å integrere beregninger i opplæringen.

UiO har i mange år vært verdensledende i moderne realfagsundervisning, ved at nybegynnerstudentene allerede fra første semester tar i bruk programmering og numeriske metoder for å løse matematiske problemer. Da får de et innblikk i hva som skjer i forskningsfronten.

Nå har UiO fått et senter for fremragende undervisning på dette feltet, Center for Computing in Science Education. Her skal de se på alt fra nye læremidler til nytt pensum og nye undervisningsformer.

Senteret skal ledes av professor *Anders Malthe-Sørenssen* og har som mål å bli et internasjonalt kompetansesenter for forskningsbasert integrering av beregninger i realfagsundervisningen. ●



FOTO: OLA SETHØR



FOTO: NTB SCANPIX

Korrupsjon ødelegger returreisen

Flyktninger fra korrupte land fristes ikke av hjemreise.

Mange av statene som verdens flyktninger kommer fra, er gjennomsyret av korrupsjon. For dem som kommer til land der korrupsjon preger hverdagslivet i mindre grad, kan det være vanskelig å reise tilbake, slår *Erlend Paasche* fast i avhandlingen sin på Institutt for sosiologi og

samfunnsgeografi. Han har studert hvordan korrupsjonen i irakisk Kurdistan påvirker returnmigrasjonen fra Norge og Storbritannia. Korrupsjon forhindrer mange fra å dra tilbake.

Korrupsjonen førte også til økonomiske og psykiske utfordringer for dem som prøvde å etablere seg på nytt, viser studien. Et problem var at de manglet forbindelser til de politiske partiene. ●



FOTO: PICTUREPOINT

BRYSTKREFT: Sannsynligheten for brystkreft økte med 20% for dem som fikk barn etter prøverørsbehandling.

Flere får brystkreft etter assistert befruktning

Sannsynligheten for enkelte former for kreft har økt hos kvinner etter assistert befruktning.

Selv om risikoen for kreft samlet sett ikke økte hos de kvinnene som fikk hjelp til assistert befruktning, økte risikoen for enkelte typer kreft. Det viser *Marte Myhre Reigstad* i avhandlingen sin på Institutt for klinisk medisin.

Risikoen for brystkreft økte med tjue

prosent hos dem som fikk barn etter prøverørsbehandling.

Risikoen for kreft i eggstokk og livmor økte hos dem som forble barnløse etter assistert befruktning.

Reigstad mener likevel det er trygt å bli behandlet med assistert befruktning. Forklaringen er at tallene er så små, at den økte risikoen bare utgjør noen få tilfeller i året. ●

Drikker seg borte fra jobb

Hver tiende unge, mannlige arbeidstaker har det siste året hatt sykefravær grunnet alkohol.

Mange unge arbeidstakere lar drikkingen gå ut over jobben. *Line Schou* har i doktoravhandlingen sin på Institutt for sosiologi og samfunnsgeografi funnet store kjønnsforskjeller.

– Dobbelt så mange menn som kvinner oppgir at de har hatt alkoholrelatert sykefravær det siste året. Én av ti unge menn måtte melde pass. For kvinnene er andelen nesten halvparten. Det er også vanligere for menn å være borte to eller flere ganger.

Forskjellen på kjønnene har sammenheng med at menn drikker seg oftere beruset, og ikke at menn er mer tilbøyelige til å være borte når de drikker. Drikkefraværet var dessuten større hos dem med lav inntekt og for dem som var enslige og ikke hadde barn. ●



FOTO: COLOURBOX

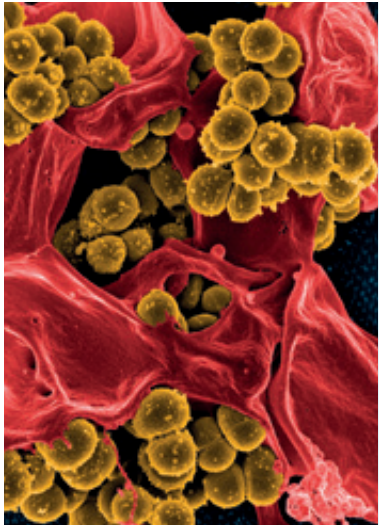


FOTO: WIKIMEDIA COMMONS

Blir smittet av dødelig bakterie på sykehus

70 prosent av dem som får blodforgiftning med gule stafylokokker, er smittet på sykehus eller sykehjem.

Blodforgiftning med gule stafylokokker er en alvorlig sykdom med høy dødelighet. *Anita Blomfeldt* viser i avhandlingen sin på Institutt for klinisk medisin at over 70 prosent av pasientene fikk infeksjonen mens de fikk medisinsk behandling på sykehus eller sykehjem.

Snittalderen på disse pasientene var 71 år. Tre av fem pasienter var menn. Én av fem døde innen en måned. ●

Måler blodtrykk med radar

Lars Erik Solberg har i avhandlingen sin på Institutt for klinisk medisin vist når det er mulig å bruke radar til å måle blodtrykk. I dag måles blodtrykket ved å stramme en ballong rundt armen. ●

Resistente mot antibiotika:

Livsfarlige bakterier sprer seg også med fugler og småkryp

Den farlige bakterien som fører til urinveisinfeksjon og blodforgiftning, kan sprer seg med både dyr, fugler og småkryp under bakken.

Tekst: Yngve Vogt

Frem til i dag har forskere antatt at den fryktede, antibiotikaresistente bakterien som fører til urinveisinfeksjon og blodforgiftning, bare spres mellom mennesker eller mellom husdyr og mennesker.

Takket være genetiske analyser har forskere nå oppdaget at den skumle bakterien også kan spres med fugler og småkryp.

De har dessuten funnet en helt ny, genetisk forklaring på hvorfor bakterien kan spre seg så mye.

– Disse bakteriene blir stadig farligere og mer motstandsdyktige mot antibiotika. For å kunne behandle sykdommene som disse bakteriene forårsaker, må vi forstå evolusjonen deres og forutsi hvordan de vil bli i fremtiden. Når vi forstår disse mekanismene bedre, kan vi finne metoder for å hindre spredningen. Antibiotikaresistensen må bekjempes. Vi kan bidra til denne kampen med forskningen vår, poengterer professor *Jukka Corander* på Big Insight, som er universitetets senter for forskningsdrevet innovasjon.

Senteret, som fysisk holder til på Det medisinske fakultet ved Universitetet i Oslo, utvikler nye sofistikerte, statistiske metoder for å analysere de stadig større datamengdene. Corander har utviklet ny statistikk for å tolke de enormt store datamengdene som trengs for å beskrive evolusjonen til bakteriene, hvordan genomet har endret seg over tid og hva som påvirker disse genene.

E. coli-bakteriene er de mest fremgangsrike bakteriene i verden og finnes hos nesten alle organismer som har vært så heldige å få en tarmkanal. Variasjonene hos E. coli-bakteriene er enorme. En av de mest beryktede variantene er nettopp den skumle bakterien som fører til urinveisinfeksjoner og blodforgiftninger. Denne bakterien har fått det lite spenstige navnet *ExPEC*. En spesiell klon av ExPEC kalles *ST131*. ST131 er svært multiresistent og verstingen av de ESBL-produserende bakteriene. ESBL-bakterier har dessverre den uheldige egenskapen at de danner enzymer som spalter nesten all antibiotika. Da er sykdommen vanskelig å behandle.



FOTO: YNGVE VOGT

SMITTER VIA FUGLER: Takket være helt nye, statistiske metoder kan professor Jukka Corander slå fast at den farlige, antibiotikaresistente bakterien i kråketarmen er den samme som i tarmen til en sykehuspasient.

ST131-varianten har spredt seg raskt verden over. Problemene oppstår når bakterien havner utenfor tarmen. Havner den i urinveiene, kan infeksjonen bli svært alvorlig. Enda verre blir det om bakterien skulle komme inn i blodet.

Skremmende. Frem til i dag har alle antatt at ST131 er genetisk tilpasset mennesker og at den derfor bare har spredt seg mellom mennesker eller mellom mennesker og husdyr. Den nye forskningen viser at det ikke stemmer.

Forskerne har analysert bakteriegenomet fra sykehuspasienter med blodforgiftning og urinveisinfeksjon og sammenliknet dette med bakteriegenomer fra tarmen til husdyr som katter, hunder og sauer og til ville dyr og ville fugler, som kråker, ravner og skjærer – fra både Europa og Asia. Til sammen har de 250 hel-sekvenserte genomer av ST131. Dette er verdens første undersøkelse med antibiotikaresistente gener på ST131-bakterier fra dyr.

Svarene kan skremme oss alle.

– Med et så stort utvalg kan vi få vite mye mer om evolusjonen til bakterien. Vi forventet å se en forskjell på de bakteriene som kommer fra dyr og de som kommer fra mennesker. Men slektstreet viser at det ikke er noen forskjell. Det finnes antibiotikaresistente bakterier i svin og kylling, der det brukes mye antibiotika. Da er det naturlig at de utvikler antibiotikaresistente bakterier, men det er svært overraskende at det også finnes resistente bakterier i ville dyr. Bakterien var dessuten sjokkerende lett å finne hos fugler. De har nesten eksakt den samme type resistente bakterier som sykehuspasienter.

Det betyr at bakteriene klarer å hoppe fra mennesker til dyr og omvendt.

– Bakterien har nå spredt seg så mye at den lever i en stor del av populasjonen av både mennesker og dyr.

Den tyske medforskeren *Sebastian Günther* ved Freie Universität Berlin fant dessuten ST131-bakteriene hos fugler i Mongolia, selv om de befant seg flere hundre kilometer fra nærmeste by.

En av forklaringene kan være at smitten er spredt med trekkfugler som overvintrer i Sør-Korea, men som hekker i Mongolia.

– Disse fuglene lever nær mennesker i Sør-Korea, et land som bruker mye antibiotika. Restene havner i naturen. Hvis fuglene spiser noe som inneholder resistente bakterier, tar fuglene dem med på trekket til Mongolia. Det finnes derfor et ufattelig potensial for de antibiotikaresistente

bakteriene til å kunne forflytte seg tusenvis av kilometer.

Når fuglene skiter, følger E. coli-bakteriene med.

– Selv om disse bakteriene trives best i tarmen og lever der det finnes føde, kan de også overleve noen dager uten avføring. Da lever de på spare-bluss. Selv om det er veldig kaldt, dør de ikke. Bakteriene kan også overleve lenge selv om fugleskitten blir dypfrossen.

Og som om ikke dette er nok:

Selv småkryp som mark nede i jorden var befengt med den samme typen resistente bakterier som sykehuspasienter. De er sannsynligvis blitt smittet gjennom fugleskitten.

Takket være ST131-genet er bakteriene dyktige til å klare seg under ulike omstendigheter. De greier seg like bra i en kråketarm som i en mennesketarm, selv om kråketarmen er fem gradere varmere enn tarmen vår.

– Mange bakterier er ikke tilpasset en slik temperaturforskjell, men denne bakterien kan du sette inn hvor som helst. Den trives altså like godt i en mark i jorden som i tarmen til en hund. Vi ønsker derfor å forstå hvordan bakterien kan bli enda farligere. Og da er det viktig å kjenne til hvilke molekylære og økologiske faktorer som gjør den så vanskelig å få has på. Vi må forstå at naturen har mange måter å spre de resistente bakteriene på. De forsvinner ikke så lett og er vanskelige å utrydde.

Ny genetisk metode. Ettersom kjernegenomet til disse bakteriene, uansett om de kommer fra mennesker, fugler eller mark, er nesten helt identisk, har Jukka Corander måttet utvikle en helt ny type statistikk for å studere bakteriene nærmere.

Forskergruppen hans har studert noe som kalles *promotorer*. Dette er et område nær genene i DNA-strengen som signaliserer om genene skal danne RNA-molekyler, som igjen brukes for å produsere proteiner.

– Promotorene fungerer som trafikklys. De bestemmer hvordan genene skal leses og om de skal gjøre noe eller ikke.

I den tradisjonelle teorien blir det poengtert at promotorene utvikler seg på samme måte som genene.

– Vi har oppdaget at dette ikke stemmer. Ved å bytte ut promotorene kan uttrykket av genene endres med opptil 15 prosent. Dette er en veldig viktig egenskap for evolusjonen når bakteriene skal tilpasse seg andre miljøer. Det betyr: En enkel forandring i promotoren kan bety mye for hvordan



FOTO: NTB SCANPIX

OSLO-KRÅKER: Både ville dyr og ville fugler, som kråker, kan spre den antibiotikaresistente bakterien som forårsaker både urinveisinfeksjon og blodforgiftning. Smitten er også oppdaget i småkryp nede i jorda.

bakterien klarer å tilpasse seg.

Dette har frem til nå vært svært vanskelig å oppdage vitenskapelig. Måten forskerne oppdaget det på, var å sammenligne evolusjonen til promotorene med evolusjonen til genene.

– Evolusjonen til promotorene og genene er ikke samstemte. Promotorene har i stor grad påvirket hvordan genene har utviklet seg. Ved hjelp av promotorer kan altså genene endres. Det betyr at bakteriene er veldig tilpasningsdyktige.

Når bakteriene kommer i nye omgivelser og får dårligere betingelser til å vokse og spre seg, motvirkes dette gjennom endringer i promotorene.

– Promotorene kan derfor gi et riktigere bilde

av bakterienes evolusjon enn ved bare å se på selve genene.

Jukka Corander sier at den nye, vitenskapelige metoden deres kan sammenlignes med at astrofysikere kan se dypere inn i galakser med et enda bedre teleskop.

– Det gamle slektstreet til bakteriene er ikke feil, men med den nye metodikken vår kan vi forstå mer hvorfor bakteriene har spredt seg verden over, forteller Jukka Corander.

Den felles stamfaren til ST131 er sannsynligvis fra femtitallet eller sekstitallet, så evolusjonen av denne farlige bakterien startet derfor først for femti-seksti år siden. Likevel er det først i de siste

ti årene at denne bakterien har begynt å dominere verden og forårsake farlige blodforgiftninger og urinveisinfeksjoner.

Beregningene. For å komme i mål har forskerne utviklet nye algoritmer og statistiske metoder.

– Jeg føler meg som Columbus som har funnet et nytt kontinent. Vi har funnet et nytt kontinent i bakterienes verden og har brukt en naturlig populasjon til å vise at promotorer har en viktig rolle i bakterieevolusjonen. Vi skal nå fortsette analysen med andre bakterier, slike som MRSA og andre sykehusbakterier, men vi vet fortsatt ikke om de også har en egen evolusjonær utvikling av promotorer, poengterer Corander.

Beregningene er gjort på en av verdens raskeste datamaskiner. For å løse dette ene konkrete evolusjonsspørsmålet brukte de 100 000 CPU-timer. En CPU-time er det én enkelt dataprosessor gjør på én time. Tungregnemaskiner kan kjøre flere tusen beregninger samtidig. Til andre analyser har de brukt så mye som én million CPU-timer.

Algoritmene hans trenger dessuten enormt mye minne. 3 TB minne er ikke uvanlig. Det er vel tusen ganger mer enn på en vanlig datamaskin.

Jukka Corander skal nå analysere hundre tusen gensekvenser av E. coli sammen med Sanger-instituttet i Cambridge, som har verdens største genomsenter.

Dødelig diaré. Jukka Corander har også studert evolusjonen til andre farlige E. coli-bakterier. En av dem kalles for ETEC-bakterien. Den inneholder toksinproduserende gener og forårsaker store infeksjoner i tarmen. I et belte over Jorda finnes bakterien nesten overalt. I Afrika skal det mye til for ikke å bli smittet av bakterien. 400 millioner mennesker får diaré av ETEC hvert år. Bakterien er særlig farlig for eldre og underernærte barn. I utviklingsland tar ETEC-bakterien livet av 400 000 barn hvert år.

Det har vært en allmenn oppfatning at en hvilken som helst E. coli-bakterie kan omdannes til en ETEC-bakterie.

Corander kan nå, sammen med forskere fra Universitetet i Göteborg og Sanger-instituttet, slå fast at dette er feil. Analysen viser at evolusjonen av ETEC har gått saktere enn antatt. Det er en positiv nyhet.

– Da vil det kanskje være mulig å utvikle en vaksine mot ETEC-bakterier, forteller Jukka Corander. ●

De resistente bakteriene er de samme hos mennesker som hos dyr og fugler.

I oktober i fjor raste deler av fjellsider ned ved Longyear-byen på Svalbard. Regnet fikk skylden. Forklaringen er ikke god nok. Rasene skyldtes også for lite frost i fjellet.

Små regnbygger river ned fjellsider

Tekst: Yngve Vogt på Svalbard • Foto: Ole Humlum

I midten av oktober i fjor gikk det en rekke store ras i Longyearbyen på Svalbard. Det største raset skjedde noen hundre meter fra bykjernen, i fjellsiden rett nordøst for kirkegården der ofrene for spanskesyken på 1920-tallet ligger gravlagt. 5000 kubikkmeter slam, mudder og løsmasser raste ned fra fjellet og rett over en bilvei på under ett minutt.

Samme natt gikk det også en rekke ras i Adventdalen, rett øst for bykjernen, der kullgruvene ligger, og i Bjørndalen, rett bortenfor flyplassen. Rasene ble utløst av en uventet kraftig regnstorm.

– Det falt 18 millimeter regn på ett døgn. Det høres kanskje lite ut for bergensere og andre vestlendinger, som er vant til langt større nedbørsmengder, men på Svalbard – som ligger i en arktisk ørken, er dette mye, forteller professor *Ole Humlum* på Institutt for geofag ved Universitetet i Oslo (UiO) og Universitetssenteret på Svalbard (UNIS).

Han er en av landets fremste eksperter på permafrost og forklarer at permafrosten har mye å si for hvordan fjellsidene takler regnbygene.

Sklir på is – inne i fjellet. På Svalbard er det flere hundre meter permafrost under bakken. Unntaket er det øverste laget – kalt aktivlaget – som er én til halvannen meter dypt. Om vinteren er laget frosset. Om sommeren tiner det. Tiningen starter naturlig nok øverst og fortsetter nedover i laget. Først på slutten av sommeren, rundt måneds-skiftet august/september, er laget tint helt ned til permafrosten. Det er nettopp kontaktflaten mellom det tinte laget og permafrosten som utløser de mange og store rasene.

Forklaringen er at det øverste laget i permafrosten består av en svært spesiell konsistens med



5000 KUBIKKMETER: På grunn av regnbygger og et islag halvannen meter inn i fjellskrenten, skled 5000 kubikkmeter slam og mudder rett forbi kirkegården i Longyearbyen på under ett minutt.

mudder, småstein og ikke minst mye is.

– I de øverste en til tre meterne av permafrosten er isprosenten så høy som seksti.

Det betyr: Hvis hele jordlaget ned til permafrosten er tint, slik tilstanden er om høsten, renner regnet gjennom det tinte laget og helt ned til permafrosten og det isete laget. Is har som kjent svært liten friksjon. Og da er det ikke vanskelig å tenke seg at hele fjellsiden, som ligger oppå dette islaget, kan rase ned. Det isrike laget er dannet over tid og øker i tykkelse så lenge det fungerer som et grenselag mellom frosne og tinte løsmasser.

Fryktet flere ras. Tre uker senere, i begynnelsen av november, gikk rasalarmen på ny. I den tre kilometer lange dalen mellom det sentrale Longyearbyen og Nybyen, der studentene bor og gruvearbeiderne bodde før i tiden, regnet det 75 millimeter på halvannet døgn, altså mange ganger mer enn i oktober. Det er mye, selv for vestlendinger.

Sysselmannen fryktet nye ras og evakuerte deler av Nybyen.

– Situasjonen kunne blitt alvorlig. Alle regnet med å se store deler av fjellsidene rase ut.

Likevel kom det ikke ett eneste større ras, selv

om det var tegn til ustabilitet i fjellet.

Frost kan atter en gang være forklaringen.

Mellom de to regnperiodene hadde det vært minusgrader. Da frosten kom, frøs det øverste laget i bakken. Det kan ha vært redningen.

– De øverste 20 til 30 centimetrene i bakken var frosset. Da tar det en stund før regnet klarer å tine det frosne jordlaget og nå ned til det isrike topplaget i permafrosten. Når det er tint, vil det rase. Vi var heldige. Regnet stoppet i tide.

Kraftig regnstorm er derfor ikke nok til å utløse ras. – Hvis det er minusgrader i noen uker før regnet kommer, vil byen være beskyttet av det frosne laget i fjellsiden.

Den frosne delen holder med andre ord fjellsiden på plass.

Verre med varmere klima. Ole Humlum påpeker at rasfaren er størst hvis det regner voldsomt i slutten av august, når hele det øverste laget av fjellsiden er tint ned til permafrosten, og før frosten kommer tilbake.

– Hvis permafrosten skulle tine i et varmere klima, vil topplaget som tiner om sommeren, bli tykkere og tykkere. Da kan rasene bli større.

Vi kan likevel ta det sånn passe med ro. Utviklingen går sakte.

– Hvis det blir varmere, vil det permafrostfrie laget bare bli en halv til en centimeter tykkere om året, forteller Ole Humlum. Sammen med sin kone, professor *Hanne Christiansen* på UNIS, som for øvrig er president for den internasjonale permafrostforeningen, utgjør paret en viktig del av den norske permafrostekspertisen.

Ole Humlum påpeker at det også tidligere har skjedd store ras på Svalbard.

– Etter en tilsvarende regnstorm i juli 1971 raste det mange mudderstrømmer ned fra fjellsidene, og igjen tidlig på 1980-tallet. Det var også mye regn og ras på 1930-tallet. Vi må derfor regne med at rasene kan komme med 30 til 40 års intervall. Hvis det skulle regne mer i fremtiden, er det likevel realistisk å tenke seg hyppigere slamstrømmer fra fjellsidene. På Svalbard skal det bare beskjedne nedbørsmengder til for å endre landskapet. Rasene kan være synlige i flere hundre år, forteller Ole Humlum.

Det er fortsatt mye permafrostekspertene ikke vet. Universitetssenteret på Svalbard borer nå langt ned i permafrosten for å lære mer. ●



PERMAFROSTEN: Rasene på Svalbard skyldtes for lite frost i fjellet, forteller Ole Humlum.

Ordet *så* kan få norsklæraren til å finne fram raudblyanten. Men nettopp dette vesle ordet kan vere årsaka til at norsk har halde på ordstillinga si i over tusen år.

Lite ord som har mykje å seie

Tekst: Toril Haugen • **Illustrasjon:** Helene Brox

Med unntak av engelsk har alle germanske språk verbet på andre plass i setninga. Dette vert kalla for V2. Andre språk har også hatt V2, men har mist det. Dei romanske språka hadde same ordstilling i mellomalderen. I dag er V2 ei svært sjelden ordstilling. Samtidig har ho vist seg å vere seigliva.

– V2 er ei svært robust ordstilling. Dei germaniske språka har hatt denne ordstillinga i over tusen år. Nett som borna i Olav den heilage si tid, har norske ungar i dag også verbet på andre plass i setninga, peikar språkforskar *Christine Meklenborg Salvesen* ved Universitetet i Oslo på.

I språksamanheng er ei så lang levetid uvanleg. – Ein elev på vidaregåande kan ikkje berre setje seg ned og lese gammalnorsk og tru at det vil gå av seg sjølv. Språk endrar seg heile tida, og sære trekk har ein tendens til å bli borte. Difor skulle vi også tru at noko såpass sjeldent og sært som V2 ville ha forsvunne. Når dei romanske språka miste denne ordstillinga – kvifor skjedde ikkje det same i dei germanske språka?

Nettopp dette er utgangspunktet for Salvesen sitt forskingsprosjekt *Traces of History*. Der har ho henta data frå 17 moderne språk, blant andre svensk, dansk, islandsk, tysk, tyrolsk, nederlandsk og afrikaans. Forskaren har fått informantar til å omsetje eit utval setningar til dei ulike språka, slik at ho kan samanlikne setningsstrukturen. Ho har også brukt databasar og språkbankar for å studere gammalsvensk, gammalfransk og gammalhøgtysk.

Gjentakande struktur. I Salvesen si forskning dukkar det lisle ordet *så* opp som ein viktig faktor.

FAKTA

Historias fotavtrykk

• Med unntak av engelsk har germanske språk verbet på andre plass i setninga. Dette vert kalla for V2.

• Dei romanske språka hadde denne ordstillinga i mellomalderen, men berre retoromansk har den no. Kva var det dei germanske språka hadde og som dei romanske språka mangla? Kva er det som har gjort denne ordstillinga så robust i dei germanske språka?

• *Traces of History* er eit forskingsprosjekt som ser nærare på korleis og kvifor denne ordstillinga har halde seg i meir enn 1000 år.

• Prosjektet har fått støtte av Noregs forskingsråd og vert leidd av *Christine Meklenborg Salvesen* ved Institutt for litteratur, områdestudium og europeiske språk.

Ved hjelp av så kan ein gjenta ei setning framom eller eit ledd. Dette kallar forskaren ein gjentakande struktur, der så blir ein gjentakande partikkel. – Ved å bruke så kan ein ha lange førsteledd utan at dei må bakast fullstendig inn i setninga. Så blir ei krykkje som får setninga til å komme seg framover, seier forskaren, og kjem med eit par eksempel:

Hvis du kommer for sent i morgen, så kommer du til å angre.

Etter at han hadde kommet for sent på skolen tre dager på rad, så var læreren lei.

Opp etter luft. Så har også ein annan viktig funksjon. Det gjer at ein kan trekkje pusten etter eit langt førsteledd.



– V2-språk har ei streng ordstilling, der verbet skal stå på andre plass. Etter eit langt førsteledd treng vi slike småord for å komme opp etter luft, forklarar ho og kjem med dette dømet:

Etter at han hadde kjørt hele veien tilbake til Oslo fra Valdres i mørket, så var han sliten.

– I denne setninga er førsteleddet veldig langt. Ved å setje inn eit så mellom det adverbiale førsteleddet og det finitte verbet, så kan ein starte setninga på nytt, seier Salvesen. (Stjerne i boka til dei av lesarane som oppdaga bruken av gjentakande partikkel i denne setninga).

– På fransk brukar dei også slike småord for å hive etter luft. Men der er det uttalereglane som gjer at dei treng denne pausen. I V2-språk har dette med ordstillinga å gjere, utdjupar ho.

Kjenneteiknar V2-språk. Salvesen si forskning viser at alle V2-språk brukar gjentakande partikkel (så) på denne måten. Dette manglar i språk som ikkje har verbet på andre plass. Det er difor grunn til å tru at det er ein samanheng mellom V2 og bruken av gjentakande partikkel, meiner ho.

– Så har ein mykje større funksjon i språket vårt enn vi er klar over. På eit overflatisk nivå gjer så at verbet hamnar på tredje plass i setninga. Men det bidreg til at V2-strukturen vert teken vare på, fordi setninga går opp, seier forskaren.

Bruken av så varierer frå språk til språk. Norsk og svensk skil seg ut.

– Norsk og svensk har ein ekstremt høg bruk av ordet så. Men finlandssvensk slår alle rekordar. Der kan du til dømes finne setningar som *Men barnen så ikke fikk skåle*. På norsk bokmål måtte det heitt *Men barna, de fikk ikke skåle*.

Forskjellane vert viska ut. Så er det vanlegaste eksemplet på ein gjentakande partikkel. Andre døme er *der* og *da/då*. Der blir brukt om stad, da/då om tid. Men dette er i ferd med å skli ut, og desse omgrepa vert ofte nytta om kvarandre, fortel språkforskaren.

Ho kjem med følgjande eksempel:

– Dagens unge har ingen problem med å seie ei setning som *I det huset så bor det ingen*. Men for generasjonen over er dette noko som skurrar. Dei ville ha sagt *I det huset der bor det ingen*, fordi der viser til stad. For dei kan ein ikkje ha eit lokativt element følgt av så.

Språkforskaren synest det er interessant at ordet så har ei viktig rolle for ordstillinga – særleg fordi ordet har så låg status.

Så sett ned på. – Så har vore uglesett av generasjonar med lærarar, redaktørar, typografar og journalistar. Alle har dei sett ned på så og meint at dette er eit unødvendig ord. Det er fascinerande at eit så lite filleord som ingen likar, har klart seg så bra, trass i tusen raude pennar, slår ho fast.

Språkforskaren vart merksam på ordet så då ho jobba som lærar på ein ungdomsskule.

– Då såg eg at sjølv 6-ar-kandidatane skreiv så. Likevel lærer vi at det er feil. Til og med korrekturprogrammet Tansa slettar så. Likevel er så veldig til stades i det munnlege språket. Så er som hår under armane på damer – vi har lært at det ikkje skal vere der, men begge delar har truleg ein naturleg funksjon, ler ho. ●



I TUSEN ÅR: – Nett som borna i Olav den heilage si tid, har også ungane i dag verbet på andre plass i setninga, seier Christine Meklenborg Salvesen.

FOTO: OLA SÆTHER



LOFOTEN: Korleis kunne det treskipa langhuset overleve i Skandinavia i 3000 år – samstundes som samfunna gjekk gjennom djuptgripande endringar? Dette 83 meter lange vikinghuset er attskapt på Borg i Lofoten, og er det største som nokon gong er funne.

FOTO: NTB SCANPIX

Kan hus døy?

Jarnalderens langhus blei brende og gravlagde



FOTO: OLA SÆTHER

GRAVHAUGAR: – I fleire tilfelle har det ikkje vore råd å finne leivningar av menneske, sjølv ikkje der vi ville venta at slike leivningar var bevart, fortel Marianne Hem Eriksen.

Gravhaugar kan like gjerne markere grava til eit hus som til eit menneske, meiner arkeolog.

Tekst: Toril Haugen

H eilt frå bronsealder til vikingtid kunne gravhaugar bli plasserte oppå restane av treskipa langhus. Først fjerna dei somme tider stolpane inne i huset, som fungerte som berebjelkar. Så sette dei eld på huset. Etter at huset hadde brunne ned, plasserte dei ein eller fleire gravhaugar oppå restane av det nedbrende huset.

Marianne Hem Eriksen er førsteamanuensis ved Institutt for arkeologi, konservering og historie. I ein artikkel i *European Journal of Archaeology* ser ho nærare på årsaka til den nemnde praksisen. – Eg studerer sju ulike gravlagde hus frå jarnalderen i Skandinavia, på fem forskjellige stader:

Högom i Sverige, Ullandhaug i Rogaland, Brista i Uppland, Sverige, Jarlsberg i Vestfold og Engelaug i Hedmark, fortel Eriksen.

Skikken med å setje hus i brann for så å leggje gravhaugar oppå, kan minne om ein kremasjon. Eriksen meiner at gravhaugane like gjerne kan markere at det er eit hus som er kremert og gravlagt – det treng ikkje vere eit menneske.

– I fleire tilfelle har det ikkje vore råd å finne leivningar av menneske, sjølv ikkje der vi ville venta at slike leivningar var bevart. Ein har likevel, meir eller mindre implisitt, gått ut frå at det – ein eller annan stad – må vere eit dødt individ.

Store omveltingar. Ifølgje forskaren er det slå-

ande at det treskipa langhuset overlevde i nesten 3000 år i skandinavisk forhistorie – særleg med tanke på dei enorme omveltingane som skjedde i denne perioden.

– Mange har trekt fram arkitektur som eit grunnleggjande uttrykk for ideologien i ein spesi-
fikk kultur. Særleg i samfunn som ikkje har noko skriftspråk, vert arkitekturen svært viktig og eit kollektivt uttrykk for ein bestemt kulturs organi-
sering og tenkjemåte, peikar ho på.

Tida frå eldre bronsealder til mellomalderen var prega av enorme, djuptgripande sosiale, politiske og religiøse omveltingar. Mot slutten av bronsealderen hadde dei hovdingdømme, så kollapsa bronsenettverka. Hundreåra før Kristi fødsel sei-
est å ha vore prega av likskap og egalitet. Deretter kom Romarrikets vekst og fall, og folkevandrings-
tida med heilt enorme migrasjonar – då kunne ein verkeleg snakke om «Europe on the move». I tillegg har vi vikingane sine raid og kolonisering.

– Gjennom heile denne perioden heldt folk i Skandinavia fram med å byggje husa sine på meir eller mindre akkurat same måte. Det er svært inter-
essant, meiner arkeologen.

Husets livssyklus. Og kva er så forklaringa på at det treskipa langhuset kunne overleve så lenge? Marianne Hem Eriksen har gått til antropologien for å lære om ulike kulturar sitt forhold til husa dei bur i.

– For folk på Madagaskar har også huset sin livssyklus. Det blir født, lever, eldest og døyr. Batammaliba-folket i Vest-Afrika har ritual under husbygginga, dei same overgangsrituala som dei har for nyfødde, ungdommar og vaksne. Når huset er ferdigbygt, gjennomfører dei eit ritual der dei «drep» huset. Huset har levt gjennom heile bygge-
prosessen og må drepast for å vere råd å bu i. I fleire kulturar tenkjer dei at huset har ein metaforisk samanheng med menneskekroppen.

Arkeologen sin studie av dei sju langhusa syner noko liknande. I doktoravhandlinga si viser ho at det er ein samanheng mellom graver og dørene i huset. Dette har ei rituell betydning. Vi har døme på at delar av menneskekroppar er plasserte under terskelsteinar, eller at graver vert lagde ved inn-
gangspartiet. I andre tilfelle er det lagt gravhaugar over døra til huset, som for å stengje inngangs-
døra, forklarar ho.

I nokre høve har gravhaugane blitt lagde over hus som blei brende ned for fleire generasjonar sidan. Det styrkjer teorien om at det er huset som var det sentrale.

– Det kostar å investere arbeidstimar i å byggje haugar over ruinar av gamle hus som har lege der i fleire hundre år. Det er både ei økonomisk og ei rituell investering, og det er interessant å sjå på kvifor dei gjorde dette. Det kan for eksempel tenk-
jast at dei har ønskt å skape ei kopling mellom re-
elle eller mytiske forfedrar og seg sjølve, og knyte seg til dei, anten ein no var deira etterkomarar eller ikkje. Dei kan ha tenkt strategisk og ønskt å legitimere sin eigen maktbase.

Koplar kropp og hus. Sambandet mellom men-
neskekropp og hus ber i seg at huset låner mange trekk frå menneskekroppen.

– Mange av dei norrøne orda som handlar om hus, er henta frå menneskekroppen. Ordet vindaug kjem frå vind og auge og refererer til opningar i veggen der vinden bles gjennom. Ordet gavl, som er nemninga på øvste del av kortenden av huset, tyder hovud eller skalle.

Denne koplinga mellom kropp og hus gjer at dei kan ha tenkt at huset har hatt ein slags essens, ei slags sjel, seier Eriksen.

Nettopp difor kan det vere at menneska på den tida ønskte å gi huset ei gravferd når huset hadde tent si tid. Og kanskje var det difor husa blei sette i brann.

– Ved kremasjon ønskjer ein å fragmentere kroppen, kanskje for å frigjere sjela eller essensen, og det er interessant, sidan husa kan ha hatt ein slags essens. Så ved å brenne husa har dei kan hende hatt eit ønske om å kremere det, å frigjere huset si livskraft. Viss hus og menneske kunne inngå i nettverk som hadde ‘agency’ – handlekraft og personlegdom – så kan det i alle fall vere ein del av forklaringa på kvifor langhuset hadde så lang levetid i Skandinavia.

Ber huset med oss. Også i dag har vi døme på koplingar mellom menneske og hus. Kanskje er det ikkje så store skilnader på folk som levde i jarnald-
eren og vår tids moderne menneske. Alle har vi eit sterkt forhold til huset vi bur i – kanskje særleg huset vi voks opp i.

– Den franske filosofen Gaston Bachelard seier at det første huset blir skrive inn i oss, vi ber det med oss gjennom livet. Sjølv om vi har gått tusen-
vis av trapper, så gløymer vi ikkje den første trap-
pa i barndomsheimen, vi veit instinktivt kva trinn som knirkar, og vi snublar ikkje. Vi ber huset med oss livet ut. ●

Hus og samfunn

• Marianne Hem Eriksen leier forskingsprosjektet Archaeology of Dwelling: Samspillet mellom hus og samfunn i skandinavisk forhistorie.

• Prosjektet undersøker bronse- og jarnalder i Skandinavia frå husets perspektiv. Kva er saman-
hengen mellom, på den eine sida, kvardagsliv, arkitektur og hushald, og, på den andre sida, storskala sosial og politisk endring i fortida? Prosjektet er finansiert av Noregs forskingsråd.

• For doktoravhandlinga si fekk ho i fjor H.M. Kongens gullmedalje for forskingsarbeid av yngre, framifrå forskarar.

Treskipa langhus

• Det treskipa langhuset eksisterte i Skandinavia frå eldre bronsealder (1700–500 f.v.t) og gjen-
nom heile jarnalderen (500 f.v.t.–1050 e.v.t).

• Husa var minst dobbelt så lange som dei var breie – frå 10–50 meter lange og 5–9 meter breie. Nokre er opptil 80 meter lange (Borg i Lofoten og Missingen i Råde).

• Det treskipa langhuset hadde tre avdelingar eller «skip». Inne i huset stod det jordgravne stolpar, inngangen var ofte midt på langveggene.

Kjelde: norgeshistorie.no, Universitetet i Oslo



Lagar “leksikon” over året 2016:

Livet i Egypt og Tunisia fem år etter

Korleis kjennest det å leve i den arabiske verda fem år etter den arabiske våren? Det vil eit nytt forskingsprosjekt la oss få oppleve.

Tekst: Toril Haugen

Målet vårt er å lage eit slags leksikon over året 2016, fortel professor *Stephan Guth* ved Institutt for kulturstudium og orientalske språk. Saman med kollega *Albrecht Hofheinz* står han bak forskingsprosjektet *In 2016*, som er støtta av Noregs forskingsråd. Gjennom heile det siste året har ei gruppe forskarar samla materiale for å finne ut: Kva er det folk i Egypt og Tunisia er opptekne av? Føremålet er å gi eit meir samansett bilde av Midtausten enn det vi får gjennom media.

– Aviser og fjernsyn rettar mykje merksemd mot det politiske, det religiøse – og all valden. Vårt mål har vore å ta for oss *kvardagen* i den arabiske verda, seier Guth.

– Vi har spurt oss sjølve: Kva er den vanlege egyptar eller tunisiar opptekne av? supplerer Albrecht Hofheinz.

Det endelege målet for prosjektet er å samle alt materialet i ei bok, og å lage ei nettside der det er mogeleg å bla eller klikke seg gjennom året. Dette skal gi eit snapshot-aktig portrett av året 2016, der lesaren kan hoppe rett inn og bevege seg rundt. På den måten kan lesaren få ei oppleving av korleis det er å leve i den arabiske verda i ein historisk overgangsperiode, forklarar Guth.

Berømt bok. Forskarane er inspirerte av Hans Ulrich Gumbrechts vidgjetne studie *In 1926: Living on the Edge of Time*. Den kom ut i 1997, og der forsøker Stanford-professoren å fange tids-ånda i 1926. I boka får vi historiske fragment frå dette året: Oppdaginga av Tutankhamons grav, den berømte boksekampen mellom Jack Dempsey og Gene Tunney, og premieren på Hitchcocks film *The Lodger*. Gumbrecht tek oss med til New York, Buenos Aires og Berlin, og presenterer moderne oppfinningar som fly, bilar og heis.

– Gumbrecht samla på alt mogleg som kunne beskrive året 1926 og prøver å få lesaren til å gjenoppleve «stemninga» eller «atmosfæren» som kjenneteikna verda det året, peikar Guth på.

Forskarane vil strukturere materialet sitt på same måte. Gumbrecht delte boka si inn i tre kategoriar: arrays, codes og codes collapsed.

Arrays er ting og aktivitetar som påverkar menneskekroppen, slike som heis eller fly, boksing eller fjellklatring. *Codes* er det vi brukar for å orientere oss i verda og tolke den, slik som opp-ned, mann-kvinne, leiar-folkemasse.

– Når kodane blir brotne ned, er ting ikkje lenger like sjølvsgde, og det som brukte å vere «anten det eller det», blir brått det same. Då kollapsar bildet vi har av verda. Det må organiserast på nytt.

Litteratur og sosiale media. Guth og Hofheinz har valt å sjå spesielt på tre område: Litteratur, film og sosiale media.

– Sjølv har eg teke for meg dei nyhendesakene som er mest delte på Facebook, Twitter og Youtube – altså «the buzz» – det som folk pratar om og er opptekne av, som politikk, fotball, dollarkrise og kjendisar, seier Hofheinz.

Guth har sett nærare på litteratur og filmar.

– Mellom anna har eg analysert romanar som fanst i ‘bestseljarhyllene’ i Kairo og Tunis, og eg har sett på ei rekkje filmar som har vore viste under filmfestivalar i 2016. Eit viktig trekk er at romanane ofte går tilbake i tid. Dei tek utgangspunkt i notida, går til fortida, samanliknar – og undersøker: Korleis kom vi eigentleg hit? Korleis kan vi dra nytte av fortida?

Mangel på håp. Eit anna fenomen som går igjen, er dystopiske visjonar av verda.

– Det går att i arabisk litteratur akkurat no, som i romanen *Mercury* av Muhammad Rabie. Her er handlinga lagd til Kairo i 2025. Hovudbodskapen frå forfattaren er at det ikkje lenger finst noko håp. Det å satse på at ting blir betre i framtida, er meiningslaust. Her har vi eit eksempel på ein *code collapsed*: det å håpe er blitt likt helvete, peikar Guth på.

Dei to kollegaene trekkjer ein parallell til det verkelege Kairo i 2016, der ein video av ein sint og frustrert tuk tuk-sjåfør gjekk verda rundt på sosiale media. Sjåføren har ei verbal utblåsing om den elendige økonomien for folk flest. Han snakkar om straumkrise, sukkerkrise og gasskrise og skjeller ut regjeringa som bed folk stramme inn livreima. Sjåføren meiner at glansbildet av Egypt som regjeringa teiknar, er heilt motsett av det folk opplever dagleg, ute i gata. «Kairo blir framstilt som Wien, men det ser ut som Somalia», seier han blant anna.

– Tuk tuk-sjåføren har mist håpet. Vi kan kjenne igjen spenninga i dette utbrotet, anten det er eliten eller regjeringa eller staten mot vanlege menneske. Dette er ikkje avgrensa til Egypt, vi finn det også i andre land, sjå berre på USA, der vi også har «government versus the people», seier Hofheinz.

Forskarane er ferdige med eitt års innsamling av materiale. No skal alle data analyserast. I 2018 blir det bok og nettside.

– Vi får sjølvsgagt ikkje med oss alt som har hendt i Egypt og Tunisia i 2016. Men viss vi klarer å kaste lys over dette året frå ein litt annan vinkel enn det media vanlegvis gjer, og greier å leggje til nokre aspekt som ikkje er så kjende, då har vi nådd målet vårt, seier dei to. ●

LEVD LIV: Under krava “fri-dom”, “brød” og “verdig liv” frå opprøra i 2011 gøymmer det seg enorme mengder detaljproblem og folk sine erfaringar: arbeidsløyse, bustadmangel, trafikkork, luftforureinsing, stadige straumbrot, trakassering av kvinner og valdtekt; film-festivalar, poesi, konsertar, framveksten av teikneseriar og satire.

Året 2016

• *In 2016* er eit forskingsprosjekt som ser nærare på korleis det kjennest å leve i Egypt og Tunisia fem år etter den arabiske våren.

• Målet er å lage eit leksikon over året gjennom studiar av kulturell produksjon (litteratur, sosiale media osv.).

• Prosjektet går over tre år og kulminerer i ei bok og ei nettside i 2018.

FAKTA

FOTO: NTB SCANPIX OG STEPHAN GUTH

Grønne innovasjoner

Norge og verden skal bli grønn. Ambisiøse klimamål nås. Apollon gir eksempler på grønne innovasjoner – hvordan alt fra teknologiske nyvinninger til nye ideer i samfunnsvitenskapene kan bidra til en grønnere og mer miljøvennlig verden.



FOTO-DALCIENTA

– DET HASTER: – Klima- og miljøutfordringene er store og komplekse – og det haster. Grunnleggende naturvitenskap og teknologisk forskning trengs, men også kunnskap om hvordan vi som samfunn skaper omstillingen. Universitetet har en enestående posisjon fordi alle relevante disipliner og tilnærminger er samlet her, sier Jens Hanson.

Apollon: – *Hva er grønne innovasjoner?*

Jens Hanson: – Vi tenker på dette som nye løsninger – teknologiske, samfunnsmessige og politiske – på de store klima- og miljøutfordringene verden står overfor. Et sentralt spørsmål, som vi jobber med, er hvordan disse løsningene skapes.

Apollon: – Er det forskjell på en innovasjon og en oppfinnelse?

Hanson: – Godt spørsmål. Det er en viktig distinksjon mellom dem. Vi kan tenke på en oppfinnelse som første gang en ny idé oppstår. Men, for at ideen skal bli realisert og tatt i bruk, kreves mye mer, og det er dette vi kaller innovasjon. Det er nødvendig å skaffe kapital og personer med relevant kunnskap, de må ha mulighet til å eksperimentere og prøve og feile. Noen må være villige til å ta den nye teknologien i bruk. Det er ofte et problem fordi det finnes billigere og mer effektive alternativ eller fordi teknologien er ukjent.

Apollon: – Hva er viktigst, grønne innovasjoner i statlig eller i privat regi?

Hanson: – Ja takk, begge deler! Stat og næringsliv har ulike roller i innovasjonsprosessene, og de komplementerer hverandre. Mye innovasjon skjer i bedrifter og næringsliv, men er ofte avhengig av en politikk. Når det gjelder innovasjon knyttet til de store omstillingene som klimakrisen, der det er behov for mange nye løsninger, spiller politikken en viktig rolle for å skape gode rammebetingelser, infrastruktur, relevant kunnskap, marked, legitimitet og aksept. Uten dette vil bedriftene ikke kunne lykkes. Solenergi er et godt eksempel. Tyskland har investert tungt i å drive fram teknologiutvikling gjennom å støtte bruken av solenergi. Her har bedrifter, forskningsmiljø og brukere fått en helt spesiell mulighet til å eksperimentere med nye løsninger, sette i gang industriell produksjon, sikre nye kunder og økt etterspørsel og stadig forbedre teknologi og produksjonsprosesser. Solenergi er i ferd med å bli den billigste måten å lage elektrisitet på, mens det for bare noen tiår siden var blant de dyreste.

- Eksemplet viser at innovasjon for å få fram nye teknologier, er mer enn bare forskning og ut-

vikling. Markedsregulering gjennom subsidier gjorde solceller til sikre investeringsobjekt. Politikk gir tydelig retning og signal om at framtidens kraftsystem skal være fornybart, og det skapte legitimitet for det nye.

Apollon: – Er universiteter viktige for grønne innovasjoner?

Hanson: – Forskning og kunnskap er viktige på mange måter. Universitetene frambringer kunnskap som kan tas i bruk i teknologi- og politikkutvikling. Forskning er også viktig som problemløser. Innovasjonsprosesser er komplekse, og underveis oppstår nye spørsmål og problemer som det er nødvendig å finne løsninger på. Universiteter kan spille en viktig rolle for å komme gjennom slike flaskehalser, men det krever at det er en kopling til de aktørene som artikulere problemene og som har behov for løsningene. Ordningen med forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) som vi har her i Norge, er et eksempel på forsøk på å skape koplinger og samarbeid mellom universitet, forskningsinstitutter, bedrifter og myndigheter.

Apollon: – *Hva kan UiO bidra med?*

Hanson: – Klima- og miljøutfordringene er store og komplekse – og det haster. Gjennom Paris-avtalen har vi fått et overordnet mål som de fleste land har sluttet seg til. Vi vet hvor vi skal, men vi mangler kart som kan hjelpe oss til å navigere i riktig retning. For å lage slike kart trenger vi forskning på de mange store spørsmålene som fortsatt består. Hvordan skal vi nå disse målene? Hvordan skjer omstilling til lavutslippssamfunn? Hvordan gjennomfører vi en slik omstilling i land og samfunn med forskjellige forutsetninger i politikk, næringsliv, forskning og natur?

– Disse omstillingene er for komplekse til at hver enkelt fagdisiplin kan gi svar. Det trengs grunnleggende naturvitenskap og teknologisk forskning, men også kunnskap om hvordan vi som samfunn skaper omstillinger. Det er nødvendig med tverrfaglige tilnærminger. Universitetet har en enestående posisjon fordi alle relevante disipliner og tilnærminger er samlet her. ●

FAKTA

Jens Hanson

- Jens Hanson er postdoktor på Senter for teknologi, innovasjon og kultur og tilknyttet CenSES (Centre for Sustainable Energy Studies). Hanson har skrevet en doktoravhandling om hvordan ny fornybar energiteknologi vokser fram og blir konkurranse-dyktig.

Innovasjoner i samfunnsvitenskap og jus:

Hvordan kan en grønnere verden bli mulig?

Samfunnsendringene som en grønn verden krever, er så gjennomgripende at vi må lete etter løsninger på alle fronter, innen alle fag.

Apollon har invitert tre forskere fra tre fag til en samtale om hvordan nyvinninger innen økonomi, politikk og rettsvesen kan bidra.

Tekst: Trine Nickelsen

APOLLON: – *Hvordan skal vi redde verden?*

KARINE NYBORG, professor i økonomi: – Det må bli slik at det er i ens egen interesse å gjøre det som er mest miljøvennlig. Men hva som lønner seg for den enkelte, avhenger ofte av hva andre gjør. Jeg mener vi må lete etter mer klimavennlige måter å koordinere samfunnet vårt på, teknisk, økonomisk, politisk. Vi kan se det som et slags puslespill, hvor brikkene må passe sammen. Nå trengs nye måter å legge brikkene på. Sosiale normer må spille sammen med økonomiske, tekniske og vaneavhengige faktorer.

Et eksempel: Å sykle midt i biltrafikk er både farlig og utrivelig. Derfor er det mer fristende å sykle hvis de fleste andre gjør det samme. Men vi må også bygge flere sykkelveier. Noen må starte,

og da kan det være nødvendig å appellere til moralen.

CHRISTINA VOIGT, professor i offentlig rett: – Jeg er enig. Mer enn bare å peke på det moralske, må vi søke etter løsninger som bygger opp evnen og kapasiteten vår til å utvikle et nytt samfunn. Vi må legge til rette for alt som kan bidra til å nå klimamålene. Her spiller lover og rettsvesen en viktig rolle. Vi kan overlate handlingsrommet, friheten, til markedsaktørene, selskapene, til å skape insentiver, innovasjoner, framskritt – men bare innen en rettslig ramme og strenge normer som settes av staten.

KAREN O'BRIEN, professor i samfunnsgeografi: – Jeg er også opptatt av den rollen som verdier og verdenssyn spiller, de antakelsene vi har som samfunn. Hvordan endrer de seg over tid? Vi ser at endring ofte skjer mellom generasjoner. Jeg forsker blant annet på ungdom. Når

vi hører med ungdommen om hva de tenker om framtiden, så ser de en helt annen verden! De har vokst opp med at klimaendringen er et problem. Klima, fattigdom – problemer som er atskilt, ser de en tydelig sammenheng imellom. Mange ungdommer i dag har et helt annet perspektiv på hva som er mulig og hvordan Norge vil se ut i framtiden. Det er svært positivt. Vi snakker om vippepunkter der en tilstand forandrer seg brått uten å vende tilbake til utgangspunktet. Her dreier det seg om vippepunkter i sosial endring. Hva er disse sosiale vippepunktene, og hva er de kritiske massene som må til? En potensielt viktig innovasjon er å klargjøre hvordan vi passerer disse vippepunktene.

– Jeg jobber med tre sfærer for omstilling: den praktiske sfæren, den politiske sfæren og den personlige sfæren. Forskningen har vært lite opptatt av den personlige sfæren, som kanskje er den mest grunnleggende av de tre. Det hand-



FOTO: OLA SÆTHER

KARINE NYBORG er professor i økonomi ved UiO. Forskningen hennes er særlig knyttet til sosiale og moralske normer og miljøspørsmål. Nylig fikk hun, sammen med andre ledende økonomer, økologer og psykologer, publisert en artikkel i prestisjetidsskriftet *Science*: «Social norms as solutions».



FOTO: OLA SÆTHER

CHRISTINA VOIGT er professor i rettsvitenskap ved UiO. Hun forsker på internasjonal og nasjonal miljørett, særlig klimarett, og generell folkerett. Voigt er koordinator for miljørett ved «Pluricourts – The Legitimate Roles of the Judiciary in the Global Order» – et senter for fremragende forskning ved UiO. Hun er juridisk rådgiver for Norge i FNs klimaforhandlinger.



FOTO: OLA SÆTHER

KAREN O'BRIEN er professor i samfunnsgeografi ved UiO. Hun forsker på de samfunnsmessige sidene ved klimaendringer, sårbarhet, tilpasning og menneskelig sikkerhet. O'Brien er en sentral bidragsyter til FNs klimapanel og Future Earth, og hun leder flere samfunnsvitenskapelige klimaforskningsprosjekter, inkludert Toppforsk-prosjektet AdaptationCONNECTS.

ler om folks verdier og verdensbilder. Det er nettopp normene våre, verdiene og målene vi har, som avgjør hvilke systemer og strukturer det er mulig å få på plass, og hvilke praktiske, teknologiske og atferdsmessige endringer som følger med. Men det er vanskelig å endre den personlige sfære. Det er ikke mulig uten videre å forandre sitt verdenssyn og sine verdier. En må jobbe i den politiske sfæren for å skape endringer blant folk med forskjellige verdenssyn. Det handler om å forstå hvilke normer samfunnet aksepterer, hvilke verdier som prioriteres, og hvem som bestemmer over framtiden vår.

KARINE NYBORG: – Økonomer har gjerne anbefalt tiltak som grønne skatter og omsettbare utslippskvoter. På nasjonalt plan er dette gode virkemidler. Vi kan, som du Christina er inne på, bruke loven: Vi blir enige om at disse miljøtiltakene gjennomfører vi selv om de er til

ulempe for noen. Om det skulle oppstå konflikt, skjærer myndighetene igjen-

nom. – På det globale planet derimot, er det annerledes. Her trengs innovasjoner i politikk og håndheving. Det finnes ingen verdensregjering som kan iverksette tiltak som ikke alle land er enige i. Avtaler må derfor baseres på frivillighet. Å få til en internasjonal klimaavtale, blir derfor delvis et moralsk spørsmål: Vi kan ikke bare appellere til lønnsomhet for de enkelte landene, de må være med fordi det er moralsk riktig. Så spør det hvor realistisk det er å nå Paris-avtalens ambisiøse klimamål på denne måten. Klimakutt er dyrt, og hvert enkelt land kan snike seg unna. Spørsmålet er ikke hva som ideelt sett bør gjøres, men hva som er mulig å få til i et strategisk spill mellom suverene stater.

– Kanskje bør vi heller forsøke å få til mer begrensede avtaler, som er slik at alle land ønsker å være med dersom også

de andre er med. Et eksempel: I 1987 ble Montreal-protokollen undertegnet for å stanse ødeleggelsen av ozonlaget. Synderen var klorfluorkarbon-gass i spraybokser, kjøleskap og i mange andre produkter. I avtalen som ble inngått, ble partene enige om å erstatte disse med andre stoffer, og heller ikke importere produkter med de skadelige gassene i. Når mange nok var med på denne avtalen, ble det en ulempe for de andre å stå utenfor; de fikk jo ikke solgt produktene sine. Når mange nok ble med, lønte det seg for alle å være med.

– Den amerikanske økonomen Scott Barrett argumenterer for at vi bør lete etter slike klimaavtaler som vinner økende oppslutning. Da vil deltakelse i avtalen for det enkelte land gå fra å være et moralsk spørsmål til å bli et spørsmål om koordinering. Om vi fikk mange nok med, ville det ikke være fristende å snike seg unna. For eksempel kunne vi bruke standardiseringskrav, som at innen en

viss dato skal all ny kraftproduksjon med fossile brennstoff ha karbonlagring, eller liknende, tekniske krav. Når en tenker tekniske krav og standardiseringer og enkle regler for sanksjoner mot dem som ikke fyller kravene, går det an å designe avtaler sånn at så snart mange nok er med, lønner det seg for alle å være med. Vi vil ikke greie å få helt effektive avtaler på denne måten, og kanskje ikke omfattende nok avtaler heller. Men hvis de ideelle avtalene ikke er oppnåelige uansett, må vi isteden gå inn for et litt mindre godt alternativ.

CHRISTINA VOIGT: – Jeg er uenig i at små avtaler er tingen. Vi kan alltid tenke oss andre internasjonale avtaler enn dem vi har. Paris-avtalen har nettopp trådt i kraft, og den innebærer i prinsippet like regler for alle. Jeg tror bare de færreste ennå har forstått hvilke enorme muligheter den gir.

– Når det gjelder Montreal-protokollen, som du Karine er inne på, må vi ikke glemme at stoffene som erstattet dem som ødelegger ozonlaget, er svært sterke drivhusgasser. Det ble altså skapt et helt perverst insentiv, et stort problem som bare helt i det siste er blitt løst. Jeg kjenner til det som er foreslått som «climate clubs», små avtaler. Men dette ikke er tiden til å tenke på alternativer. Den store avtalen fra Paris er nå ratifisert av 113 land. Snart følger resten etter. Da har vi en universell avtale, et historisk, internasjonalt rammeverk som setter helt konkret mål – og som gjelder for hele verden: Den globale oppvarmingen skal begrenses til mellom 1,5 og 2 grader, og i andre halvdel av dette århundre skal det være null nettutslipp av klimagasser.

KARINE NYBORG: – Om Barrett mener at vi akkurat nå skal gå ut og argumentere for en annen type avtale, vet jeg ikke. Jeg synes uansett det er et interessant, prinsipielt poeng at avtalen fra Paris ikke har samordningsgevinster som gjør at så fort mange nok er med, vil det lønne seg for alle å være med. Sånn er det dessverre ikke.

KAREN O'BRIEN: – Tiden er knapp. Endringer må skje raskt. Vi mennesker må endre oss, ikke bare som konsumer, men som aktive deltakere i samfunnsutformingen. Jeg ser at mye skjer omkring i verden nå. I byer, lokalsamfunn; mennesker vil skape endringer – ikke bare på grunn av klimaproblemene, men også for bedre helse og større bærekraft. Selvsagt er det viktig med store, internasjonale avtaler. Paris-avtalen er en marsjordre.

– Men ser vi på klimaframskrivinger, ser vi bare BNP, befolkningsvekst, kostnads- og energieffektivitet. Ingen oppmerksomhet er rettet mot mennesker og deres påvirkningskraft. Vi tenker ofte at folk er små i møte med store utfordringer. Hva folk gjør, kan bety mye. En viktig innovasjon er derfor å ha mer av et nedenfra-perspektiv som inkluderer små, kollektive endringer. Kanskje skiftet kommer raskere enn vi tror. Det er vi mennesker som har forandret miljøet, hele klimasystemet. Det er vi som må endre systemet, det er vi som er systemet.

CHRISTINA VOIGT: – Selv om Paris-avtalen er en avtale mellom stater, så er det i høyeste grad også en avtale for mennesker. Den legger mye kompetanse og press i hendene på velgerne, og også politikere, til å få opp nasjonalt ambisjonsnivå. Alle land skal lage en nasjonal plan for hvor mye og hvordan de skal kutte i klimagassutslipp. Dette målet skal fornyes hvert femte år. Hver gang må det bli mer ambisiøst enn det var forrige gang.

Selv om planene ikke er rettslig bindende, kommer de til å påvirke mye av den nasjonale politikken i alle land, på alle nivå – nasjonalt, regionalt, lokalt. Siden planene stadig skal fornyes, bidrar klimaavtalen til å holde klimaproblematikken på den politiske dagsordenen: reduksjon av utslipp, tilpasning, teknologioverføring, tap og skade – hele pakken av klimarelaterte utfordringer.

– Det er store muligheter for innovasjon gjennom moderne informasjons-teknologi. Vi har en informasjonsrikdom

som vi aldri før har hatt, og dermed også nye muligheter til å påvirke nasjonal politikk. Avtalen fører til enormt mye mer data om hva landene har tenkt å gjøre, hvordan de ligger an med å oppfylle sine nasjonale målsettinger, hvilke utfordringer de møter.

– Domstolene kan også spille en viktigere rolle i en ny klimapolitikk. Der hvor politikerne ikke strekker til, skyves nå en del av ansvaret over på nasjonale og internasjonale domstoler. En bølge av søksmål skyller over verden. Myndigheter saksøkes for ikke å gjøre nok, eller for ikke å ha gjort det de har sagt de skulle. Dette er en kilde til påvirkning som vi må holde øye med, og som også bidrar til å holde ambisjonsnivået oppe.

KAREN O'BRIEN: – Jeg er enig at målsettingene må holdes høye. Vi ser heldigvis at normer endrer seg, at nye skapes. Det kommer en dag da barnebarna skal spørre: Spiste dere virkelig kjøtt hver dag? Slapp dere giftig røyk ut av bilene deres? Hvorfor gjorde dere det?

KARINE NYBORG: – Det er interessant hvis avtalen fra Paris faktisk kan bidra til å holde klimasaken på den politiske agendaen. Det er ikke bare moral og økonomiske gevinster og kostnader som motiverer statsledere, men også politisk støtte i befolkningen. Også fra et økonomisk, spillteoretisk perspektiv er det viktig hva velgerne gjør, hvilket press politikerne står overfor på hjemmebane. Men det er jo ikke opplagt hva velgerne vil mene.

– En av grunnene til at det er så vanskelig å få de store klimaavtalene til å bli effektive, er at utslippskutt er dyrt. Klimagassutslipp er knyttet til så mange helt vanlige aktiviteter. Vi er avhengige av å utvikle tekniske løsninger. Men jeg synes vi burde forske mer på potensialet for kostnadsreduksjoner gjennom det vi kan kalle *sosial innovasjon*. Det kan dreie seg om bedre måter å samordne oss på i samfunnet. Hvis jeg hadde levd i et samfunn hvor de fleste familiemedlemmer, venner, naboer og kolleger var vegetarianere, hadde jeg også vært vege-



ET NYTT SAMFUNN: Temperaturen stiger, naturmangfold og livsgrunnlag går tapt. Utviklingen skjer raskt. Utfordringene er enorme. Vi må endre måten vi lever på, og vi må innrette samfunnet vårt helt på nytt, sier Christina Voigt, Karine Nyborg og Karen O'Brien.

tarianer – rett og slett fordi det ville vært hyggeligere og mer praktisk, og felles måltider er en viktig del av mitt sosiale liv. Vi mennesker er grunnleggende sosiale. Ofte er det viktigere for oss å samordne oss med hverandre enn å kunne gjøre ting på vår egen måte. Innovasjoner i klimapolitikken må utnytte samspillet mellom normer, økonomiske insentiver og sosial koordinering. Vi må ut av onde sirkler, inn i gode. Politikk kan bidra til å vende de onde sirklene vi har i dag, til gode sirkler.

CHRISTINA VOIGT: – Klimautfordringen er enormt sammensatt og inngår i bortimot alt vi gjør. Det kan være vanskelig å ta de riktige avgjørelsene. Bør jeg kjøpe tomatene som er dyrket her i landet med bruk av masse energi i drivhus, eller burde jeg heller kjøpe tomater som kommer fra et varmere land? Hvem regner ut all energibruken når vi ikke har noe sertifiseringssystem? Er det da hver enkelt av oss som må ta de veldig vanskelige avgjørelsene? Eller bør vi skalere det opp til normer og regler som tar denne byrden bort fra individet? Jeg tror det er rett vei å gå. Om vi skal vur-

dere alt vi gjør, blir livet svært vanskelig. Skal jeg bruke denne plastkoppen her til kaffe? Skal jeg i det hele tatt drikke kaffen – den er jo importert fra Brasil? Det er nesten ikke den ting som ikke har en eller annen klimapåvirkning. Derfor er det viktig at avgjørelser tas på det øverste planet – altså det internasjonale – for så å bryte dem ned til meningsfulle, nasjonale lover som veileder individenes beslutninger. Ellers tror jeg det blir altfor krevende.

KARINE NYBORG: – Det er jeg helt enig i. Men vi bør også samordne oss bedre. Da tenker jeg ikke på ett bestemt handlingsmønster eller én samfunnsstruktur som må endres. Jeg tror det finnes mange små elementer i handlingsmønstrene våre, for eksempel når det gjelder transport og kosthold, hvor vi kunne ha koordinert oss på mer klimavennlige måter, men der det er vanskeligere for den enkelte å endre atferd på egen hånd. Hele klimaproblemet kan ikke løses ved bedre samhandling, men det kan trekke oss i riktig retning.

– Eksempel: Vi blir enige om at vi av miljø- og helsemessige grunner må spise

mer grønnsaker og mindre kjøtt. Da bør myndighetene trå til med virkemidler som i en overgangsfase trolig må være temmelig sterke. Subsidier av grønnsaker, skattlegging av kjøtt, krav om vegetar-tilbud i kantiner og restauranter. Men virkemidlene kan være midlertidige, for når vi har koordinert oss på en ny måte, er jobben langt på vei gjort. Det er overgangen som er vanskelig.

KAREN O'BRIEN: – Ja, vi må tenke litt dypere på dette. Hvem er inkludert i vår verden? Hva tenker vi om framtiden? Noe av problemet ligger i vårt eget hode. Jeg tror vi frykter store endringer. Det er litt ironisk at de som er imot endring i en mer miljøvennlig retning, selv kan skape de største endringene i motsatt retning. Og de som vil ha store endringer, det grønne skiftet, kan være imot at det skal koste noe for dem selv i form av redusert forbruk og en enklere livsstil. For meg dreier klimaforskningen seg ikke bare om fysiske lover, men like mye om å forstå menneskenes handlinger og oppfatninger – ikke bare det enkelte individets, men hele samfunnets. ●

Utnytter spillvarme:

Nye materialer lager strøm av temperaturforskjeller

INDUSTRIVARME: Den kraftkrevende produksjonen av aluminium, der smelteovnene varmes opp til 800 grader, fører til mye restvarme. Ny teknologi kan gjenvinne noe av dette energitapet. Dette bildet er fra Hydro-fabrikken i Årdal innerst i Sognefjorden.

Halvparten av all energi forsvinner i spillvarme. Miljøvennlige nanomaterialer kan omdanne varmetapet til strøm.

Tekst og foto: Yngve Vogt

Vel halvparten av all energien som brukes i verden i dag, går tapt i spillvarme, forteller professor *Johan Taftø* på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo.

Sammen med en rekke forskere på Senter for materialvitenskap og nanoteknologi (SMN) ved UiO utvikler han nye, miljøvennlige materialer som kan gjenvinne den tapte spillvarmen til strøm.

– Vi utnytter temperaturforskjellen mellom den kalde og den varme siden i materialet. Her er det store muligheter til å hente ut energi som ellers vil gå tapt, forteller førsteamanuensis *Anette Gunnæs* på SMN.

Jo større temperaturforskjell i materialet, desto mer strøm vil det være mulig å fange opp.

– Mange mener det er mulig å hente ut strøm fra fire til fem prosent av spillvarmen, men vi sikter enda høyere, forteller stipendiat *Henrik Riis* på SMN.

Telys og isklump driver lekebil. For å vise hvordan termoelektriske materialer fungerer, demonstrerer *Henrik Riis*, sammen med postdoktor *Matthias Schrade*, hvordan en liten, motorisert lekebil henter energien sin fra telys og en isklump.

Mellom telyset og isklumpen har de to forskerne plassert et termoelektrisk materiale med samme form som et bankkort. Telyset varmer det opp nedenfra. Isklumpen kjøler det ned ovenfra. Da dannes det strøm til bilen.

– Vi prøvde en gang å erstatte isklumpen med flytende nitrogen. Da raste bilen av gårde i stor hastighet, ler *Matthias Schrade*.

Omvendt av kjøleskap. Prinsippet for å hente ut strøm fra termoelektriske materialer, er motsatt av teknikken i et kjøleskap.

– Termoelektriske materialer kan brukes overalt der det er temperaturforskjeller. Dette er allerede kjent teknologi i kjøleskap. Ved å sende inn strøm blir det kaldere på innsiden og varmere på utsiden. Vi snur dette systemet. Vi ønsker med andre ord å lage det omvendte av et kjøleskap og hente ut strømmen, forteller *Anette Gunnæs*.

Stor interesse. Mange ønsker den nye teknologien. – Ett eksempel er industrien. Elkem, Hydro

og Yara er interessert i å gjenvinne spillvarmen, forteller professor *Truls Norby* på SMN.

Felles for disse industrigigantene er de svært energikrevende produksjonene deres, med høye temperaturer og mye restvarme. Et eksempel er den kraftkrevende produksjonen av aluminium, der smelteovnene varmes opp til 800 grader. Bare kråkene får glede av denne spillvarmen i dag.

En annen mulighet er å bruke teknologien i biler og skip. I dag forsvinner mye av varmen ut av eksosrøret og skorsteinen.

Grønn energi. Ideen med termoelektriske materialer er ikke ny. Det nye er å kunne lage dem mer miljøvennlige.

– Det finnes mange ulike materialtyper. Dagens beste termoelektriske materialer er giftige og dyre. Noen av dem lages av stoffer som det finnes svært lite av på Jorda. Vi ønsker å lage dem billige og miljøvennlige – og vi skal bruke vanlige grunnstoffer, poengterer *Truls Norby*.

Det er dessverre ikke mulig å lage et materiale som kan brukes til alle mulige formål.

– Ulike materialer fungerer best innen bestemte temperaturdifferanser. Noen materialer tåler ikke høye temperaturer. Vi har muligens funnet et materiale som egner seg til temperaturer opp til noen hundre grader, forteller *Matthias Schrade*.

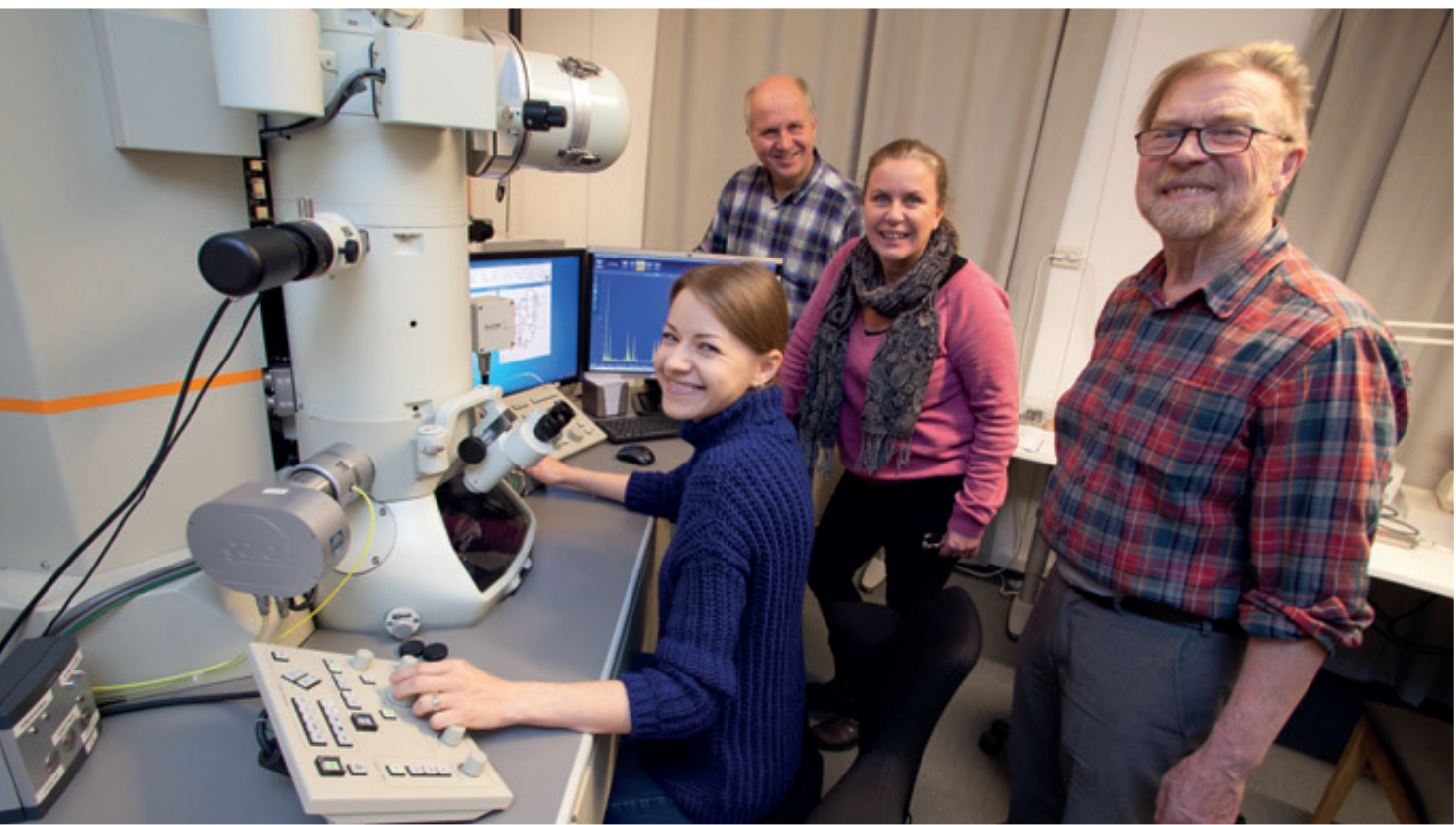
Tilsynelatende selvmotsigelse. For å lage materialene må fysikerne løse noe som kanskje høres ut som en selvmotsigelse.

– Vi må ha høy elektrisk ledningsevne, slik at materialet lett kan lede strøm. Samtidig må den termiske ledningsevnen være så liten som mulig, slik at temperaturforskjellen opprettholdes. Jo høyere temperaturforskjell, desto bedre blir energituttelsen.

Det betyr at de må lage materialer som hindrer varmen i å spre seg, samtidig som den elektriske ledningsevnen skal være stor.

– Dette handler om et kompromiss. Her leter vi etter ‘den hellige gral’, forteller *Henrik Riis*.

Materialet må være en halvleder. Dette er materialer med helt spesielle, elektriske egenskaper. Til sammenligning leder metaller både strøm og varme, mens isolatorer verken leder strøm eller varme. En halvleder er noe midt imellom.



ELEKTRONMIKROSKOP: Raluca Tofan (foran), Vidar Hansen (t.v.), Anette Gunnæs og Johan Taftø undersøker egenskapene til termoelektriske materialer i et elektronmikroskop med så god forstørrelse at det er mulig å se kolonner med enkeltatomer.

Hindrer at varmen sprer seg. Et av de store spørsmålene er hvordan forskerne skal klare å lage et materiale som ikke leder varme, samtidig som det skal kunne transportere strøm.

Jo varmere atomene blir, desto mer vibrerer de. Vibrasjonene påvirker naboatomene. Da vil også naboatomene vibrere – og dermed bli varmere.

Løsningen er å legge inn atomer som vibrerer med andre frekvenser enn naboatomene. Da ledes ikke varmen like lett.

– Poenget er å lage uorden i nanoskala. Vi skal derfor legge inn små korn i materialene som demper vibreringen på naboatomene. Når det er uorden i atomene, kommer ikke vibrasjonene videre. Da hindres varmen i å spre seg, forteller Johan Taftø.

Atombarrieren må dessuten lages slik at elektronstrømmen ikke blir hindret. På den varme siden beveger elektronene seg raskere enn på den kalde siden. Da vil elektronene bevege seg over til den kalde siden.

– Når temperaturen er høy, øker bevegelsen og hastigheten til elektronene. Når elektronene får høy hastighet, dyttes de av gårde. Du kan sammenligne dette med en urettferdig konkurranse der et landslag på den varme siden og et amatørslag

på den kalde siden konkurrerer om å slenge flest elektroner til den andre siden. Landslaget er best på å kaste dem lengst. Derfor vinner de, forteller Johan Taftø.

Inspirert av tysk fysiker. Forskerne jobber med materialer inspirert av halv-heusler-materialer, oppkalt etter den tyske fysikeren Friedrich Heusler.

– Ut ifra hva som er blitt publisert tidligere, trodde vi at strukturene til materialene var enkle, men vi har nå oppdaget at de er langt mer komplekse i nanometerskala, påpeker Anette Gunnæs.

Halv-heusler er krystalliske materialer som består av tre like store mengder ulike grunnstoffer.

– Disse materialene er ikke bra nok som de er. For å få gode termoelektriske egenskaper, må vi bytte ut noen av elementene. En måte å gjøre dette på, er å kombinere titan, tinn og nikkel. Andre muligheter er å erstatte titan med zirkonium eller hafnium. Eller erstatte tinn med antimon eller kobolt med nikkel. Det er riktignok mulig å finne enda mer effektive materialer, men vi ønsker å bruke materialer som det finnes mye av i naturen, som er billige og som dessuten ikke er giftige, forteller Johan Taftø.

Millionmikroskop. For å kunne studere mikrostrukturene og se hvordan atomene er organisert, må forskerne ty til noe som kalles for et transmisjonselektronmikroskop (TEM). Her er det mulig å få en forstørrelse på flere millioner ganger. Da kan forskerne se kolonner med enkeltatomer.

TME har visse likheter med vanlige mikroskop. Den store forskjellen er at TME bruker elektronstråler i stedet for vanlig lys.

– Ettersom elektroner har kortere bølgelengder enn vanlig lys, kan vi se detaljene langt bedre, forteller Anette Gunnæs.

Ved å måle hvordan elektronene har passert materialet, hvordan energien har mistet energien sin på veien og hvordan energien omdannes til røntgenstråler, får forskerne vite mer om de enkelte atomene og hvilke grunnstoffer de består av.

For tre år siden fikk Senter for materialvitenskap og nanoteknologi to nye elektronmikroskop. Det ene er tidenes mest moderne elektronmikroskop.

– Her kan vi få detaljert informasjon om elektronstrukturen til stoffer, sier Anette Gunnæs.

Mikroskopet, som kostet 20 millioner kroner og er spesiallaget i Nederland, står fjellstøtt på betong i et spesiallaget rom til ni millioner kroner.

– Den minste rystelse påvirker mikroskopundersøkelsen. For å hindre magnetiske forstyrrelser fra T-banen og andre steder, har vi lagt inn magnetisk kompensasjon i rommet. Temperaturen må også være jevn. Veggene er derfor tempererte med vannpaneler, forteller førsteamanuensis Øystein Prytz på SMN.

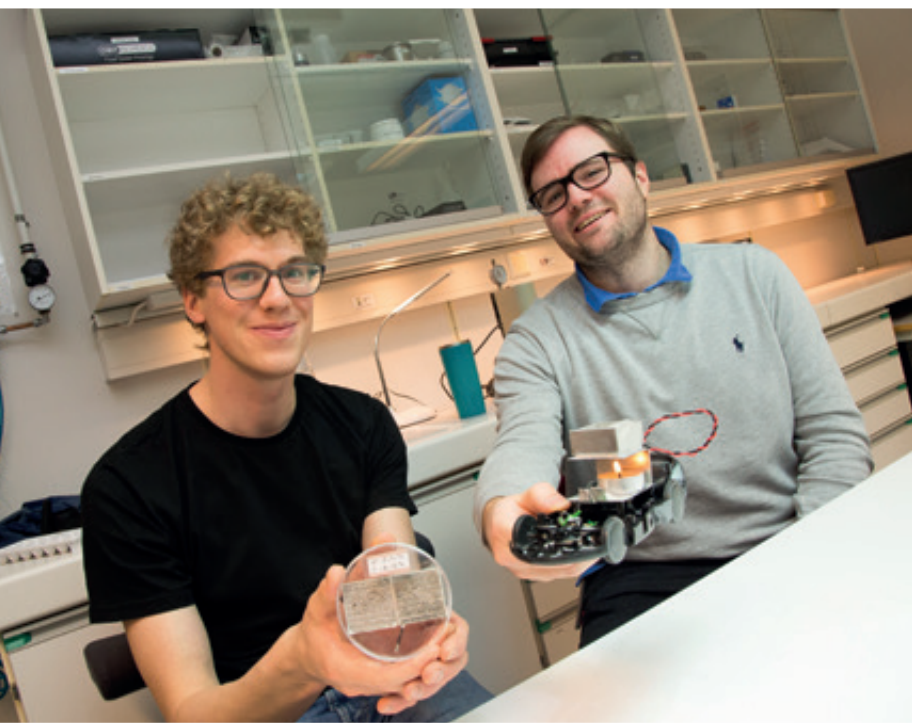
Det andre elektronmikroskopet kostet åtte millioner kroner. Det er spesielt egnet til å studere krystallstrukturer.

De to elektronmikroskopene har hver sine styrker og svakheter. For å studere termiske materialer må forskerne bruke begge to.

Slalåm mellom varmt og kaldt. Når forskerne har funnet et perfekt materiale som skaper spenning fra den varme til den kalde delen, er de likevel bare halvveis. Det er bare mulig å skape en spenning på 0,2 millivolt per grad temperaturforskjell. Med en temperaturforskjell på hundre grader kan spenningen bli 20 millivolt. Til sammenligning er det 220 volt i stikk-kontakten din.

For å øke spenningen skal forskerne plassere en mengde termoelektriske, små brikker tett i tett, som en rad med dominobrikker, mellom den varme og den kalde delen.

De skal så sørge for at strømmen går gjennom



alle de termoelektriske brikkene, annenhver gang fra varm til kald del og annenhver gang fra kald til varm del.

For hver gang strømmen passerer en brikke, kan spenningen økes med 20 millivolt.

Desto flere sløyfer strømmen går igjennom, desto høyere blir spenningen.

Og det er nå Apollon kommer til nok et poeng. Materialet som genererer den økte spenningen fra den varme til den kalde delen, er annerledes enn det som genererer den økte spenningen fra den kalde til den varme delen.

Forskerne må derfor lete etter to ulike materialer. Ett som går fra varmt til kaldt område og et annet som går fra kaldt til varmt.

– Disse to materialene må lages slik at de utvider seg likt ved samme temperaturforskjell. Det betyr at varmee ekspansjonen må være den samme. Ellers sprekker hele systemet, forteller Henrik Riis.

Varmepumper. Professor Vidar Hansen fra Universitetet i Stavanger samarbeider med forskerne på SMN for å bruke termoelektriske materialer til å lage varmpumper uten vifter og andre bevegelige deler. Her skal det sendes inn strøm for å øke temperaturforskjellene.

– Vi jobber nå med å få størst mulig effektivitet i disse varmpumpene, forteller Vidar Hansen. ●

TELYS OG ISKLUMP: Henrik Riis (t.v.) og Matthias Schrade demonstrerer hvordan en lekebil får energien sin fra telys og en isklump.

Termoelektriske materialer:

- Halvparten av all energi i verden forsvinner i spillvarme. Fem prosent av denne energien kan hentes tilbake igjen med termoelektriske materialer.

- Materialene genererer strøm ved å utnytte temperaturforskjellen mellom den kalde og den varme siden.

- Materialene må designes slik at de leder strøm, men ikke varme.

- Materialene skal være billige, miljøvennlige og bestå av grunnstoffer som det finnes mye av på Jorda.

– Vi beregner hva slags miljøpolitikk som er mulig å gjennomføre – gitt det politiske spillet, forteller Bård Harstad.

Politisk økonomi – en viktig innovasjon:

Påviser miljøtiltak som er politisk mulige

Tekst: Trine Nickelsen • Illustrasjon: Knut Løvås

I fjor fikk han sin andre prestisjefulle tildeling fra Det europeiske forskningsrådet, et såkalt ERC-grant, professor *Bård Harstad* ved Økonomisk institutt, UiO. Forskningen han nå er i gang med, kan bidra til et paradigmeskifte i klimaøkonomien, heter det i begrunnelsen.

Apollon har bedt den unge økonomen om å peke på de viktigste grønne innovasjonene som økonomifaget har bidratt med de siste tiårene – siden Brundtland-kommisjonen i 1987.

– Viktigst for den tid var nok analysene av grønne skatter, også kalt Pigou-skatter, og omsettbare utslippskvoter. Og i etterkant har det kommet hundrevis av studier på hva som bestemmer hvilke virkemidler som er best i ulike situasjoner, sier Harstad.

Senere har empirisk forskning påvist at gevinstene ved kvotehandel er større og at utslippskutt er billigere for bedrifter enn det en hadde forventet.

– Slike empiriske undersøkelser er viktige siden de kan brukes når politikere og byråkrater skal velge virkemidler i miljøpolitikken, understreker han.

Regulering av utvinning og hogst. Bård Harstad har selv bidratt til innovasjoner knyttet til såkalt tilbudssidepolitikk.

– I det siste har en begynt å få øynene opp for fordelene med å regulere tilbudssiden direkte, istedenfor å regulere etterspørselen og forbrukere, for eksempel forbrukerne av fossile brensler, forteller han.

Harstad viser til at det er mange ulemper med tradisjonell regulering av forbruk eller utslipp.

– Tenk for eksempel på hvor fristende det blir for land som er 'gratispassasjerer', å forurense og bruke fossile brensler, dersom vi ender opp med å

kutte vårt forbruk så mye at prisen faller på verdensbasis. Slik 'karbonlekkasje' kan vi unngå hvis vi isteden satser på å la de minst lønnsomme olje- eller kullfeltene blir liggende i bakken. Siden slike felt handles internasjonalt, må vi nok kompensere eierne for at de skal bli liggende. Men kostnaden er mindre enn klimagevinsten vi får igjen, viser det seg.

Harstad har også vist at det er problemer knyttet til en slik politikk, der vi betaler for at felt skal forbli urørte.

– I disse dager publiserer jeg en artikkel som analyserer et underliggende «paradoks»: Eieren av en ressurs vil kanskje la ressursen forbli urørt dersom en regner med å få tilstrekkelig med kompensasjon for dette i framtiden, men ingen er villig til å betale kompensasjon.

POLITISK LANDSKAP: Økonomer, antropologer og psykologer vil sammen analysere hva slags bærekraftig politikk som kan få oppslutning – etter Brexit og Trump.



sjonen så lenge ressursen uansett forblir urørt. Denne motsigelsen betyr at det er et strategisk spill mellom de som har, og de som kan betale. Utfallet av spillet er at vi ikke kan garantere at ressursen forblir urørt – uansett hvor viktig dette ville vært for klimaet og resten av verden.

Økonomen viser til at dilemmaet er spesielt viktig når det gjelder bevaring av regnskog. Sammen med stipendiat *Torben Mideksa* studerer han hvordan slike avtaler for vern av skog helst burde settes opp – dersom en tar hensyn til at hogst kan være lovlig noen steder og ulovlig andre steder. Det nye EU-stipendiet sørger for at denne forskningen fortsetter i mange år framover.

– *Hva er de viktige, ubesvarte spørsmålene som du mener vil kreve innovasjonsliknende forskning – i årene som kommer?*

– Vi trenger fortsatt mye mer kunnskap om når og hvordan vi best kan regulere utvinning og tilbudssiden. Det er ikke bare viktig når det gjelder fossile brensler, men også for skog. Norges regnskogavtaler er svært viktige, siden suksess er avgjørende for at også andre land skal bli fristet til å bidra til disse fondene.

Dersom regnskogen skal bevares, må det

gjøres nå, ikke en gang i framtiden – da kan det være for sent. Dessverre vet vi fortsatt altfor lite om hvordan avtalene burde settes opp på best mulig måte.

Politisk økonomi. Økonomiprofessoren mener at det også trengs mer forskning i grenselandet mellom miljøøkonomi og statsvitenskap. Utviklingen av feltet *politisk økonomi* vil bli svært viktig.

– Politisk økonomi er en grein av faget der forskerne studerer hvordan en kan sette politikken ut i livet, og ikke bare hva slags politikk som isolert sett er best. Å utvikle politisk økonomi på miljøområdet, kan føre til viktige innovasjoner også i framtiden. Dette trenger vi for å skjønne hvilke tiltak som kan fungere godt når vi tar hensyn til hvordan velgere og politikere opptrer, sier han.

– En god forståelse av politikk er nødvendig om vi skal finne ut hva slags tiltak som ikke bare er ideelle og bærekraftige, men også gjennomførbare.

Harstad mener at det også er nødvendig å studere hvordan en bærekraftig politikk kan utformes på en måte som gjør den attraktiv også for vanlige folk, og kanskje særlig middelklassen. Den jevne velger vet ikke nødvendigvis så mye om de vitenskapelige grunnene for å skjerpe miljøpolitikken.

– Behovet for en bredere tilnærming er ekstra tydelig i etterkant av populistiske valgseiere i USA og Europa.

Samarbeid med antropologer. For å få dette til, mener han, må økonomer ikke bare samarbeide med statsvitere, slik Harstad gjorde da han var ansatt ved Kellogg School of Management i USA.

– Økonomene må også jobbe med antropologer og psykologer, som kan ha bedre forståelse av hva som påvirker og bestemmer stemningen på gras-rot, påpeker han. Antropologi baserer seg ofte på case-studier, og undersøker for eksempel hvordan politiske bevegelser oppstår.

– Dette er ekstremt viktig å ta med i beregningen når vi skal forsøke å analysere hva slags bærekraftig politikk som vil kunne få oppslutning – noe som er blitt ekstra aktuelt etter Brexit og presidentvalget i USA. Populistiske bevegelser har overrasket både oss økonomer og andre. Vi trenger å forstå langt bedre hvordan politisk støtte og motstand til ulik politikk oppstår.

Noe av dette er motivasjonen for at Harstad og kolleger på Økonomisk institutt har startet opp et samarbeidsprosjekt med Sosialantropologisk institutt. ●



POPULISME: – Populistiske bevegelser har overrasket både oss økonomer og andre. Vi trenger å forstå langt bedre hvordan politisk støtte og motstand til ulik politikk oppstår. Derfor har vi startet opp et samarbeidsprosjekt med Sosialantropologisk institutt, og håper å kunne danne et felles senter for fremragende forskning, forteller Bård Harstad.

Politisk økonomi

• Forskere ved ESOP, Senter for studier av likhet, sosial organisering og økonomisk utvikling, er utpekt som et av fem verdensledende miljøer på UiO.

• Økonomene får millionstøtte for fremragende forskningskvalitet.

• Bård Harstad er en av forskerne i denne gruppen.

• Tidligere jobbet han ved Kellogg School of Management, som er internasjonalt ledende på politisk økonomi.

Ny oppfinnelse reduserer forurensningen fra fiskefôr

STORE BESPARELSER: Oppdrettsanleggene langs kysten kan årlig spare flere hundre millioner kroner ved å tilpasse føringen til fiskens appetitt. Fiskeanlegget på bildet er fra Øksfjord i Loppa kommune i Finnmark.

Hvert år forsvinner fiskefôr for mange hundre millioner kroner ut av oppdrettsanleggene og legger seg som slam på havbunnen. Ny oppfinnelse fra Fysisk institutt kan hindre dette.

Tekst: Yngve Vogt

Oppdrettsfisken føres altfor mye. I dag havner det overflødige fôret i havet. Det er ikke bare snakk om store økonomiske tap. Det ubrukte fôret inneholder mye næringssalter, som forurensner vannet rundt og legger seg som slam på havbunnen.

Problemet er stort. I oppdrettsanleggene langs norskekysten fins det flere tusen merder. En enkelt merd kan inneholde så mye som 200 000 fisk. Årsproduksjonen er én million tonn oppdrettsfisk.

Ideelt sett trengs det én kilo fôr for å produsere én kilo fisk. I dag brukes det ti milliarder kroner på fiskefôr hvert år. For å sikre at oppdrettsfisken vokser fortest mulig, brukes det sju prosent mer fôr enn nødvendig.

Lærere og tidligere studenter ved Fysisk institutt på UiO har nå laget en oppfinnelse som kan redusere føringen betraktelig.

– Med den nye oppfinnelsen vår kan oppdrettsnæringen automatisk overvåke hvor lenge fisken spiser og dermed tilpasse føringen etter fiskens appetitt. Det betyr en årlig besparelse på mange hundre millioner kroner, forteller førsteamanuensis i elektronikk, *Torfinn Lindem* på Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo.

Lite kontroll på føringen. Oppdrettsfisken mates med tørrfôr, formet som pellets.

De fleste oppdretterne reduserer eller stopper føringen når de ser at tørrforet synker gjennom fiskestimen, men det er ikke lett å oppdage dette i tide.

De bruker videokamera til å overvåke fisken. Metoden har sin svakhet. Overvåkingen er avhengig av lys og klart vann. Sikten blir ikke akkurat bedre når det kommer tilgroing på kameralinsen og alger i vannet.

Det nye trikset til Fysisk institutt er å bruke ultralyd, akkurat som i ekkosignaler, til å overvåke fisken på en helt ny måte.

– Dette nye systemet, som vi har kalt for *CageEye*, fungerer like bra i grumset vann som i klart vann – dag og natt. Ettersom ultralydssystemet vibrerer, klarer ikke groen å feste seg, forteller Torfinn Lindem.

Ideen til *CageEye* lå brakk veldig lenge. På begynnelsen av 1990-tallet testet Lindem ut en rekke teknologiske løsninger sammen med Havforskningsinstituttet. Så stoppet det opp.

– I 1995 mente vi at dette kunne brukes i kommersielle anlegg, men det var i datateknologiens barndom – den gangen datakraften var dårlig og

oppdrettsnæringen ikke var interessert i å se på dataskjermer. Havforskningsinstituttet brukte likevel utstyret vårt i forsøkene sine. Da de for fire år siden ønsket å modernisere utstyret, så vi muligheten til å kommersialisere det, forteller Torfinn Lindem.

Studentbedrift. I 2013 grunnla Lindem en egen bedrift sammen med de to tidligere masterstudentene *Bendik Søvegjarto* og *Joakim Myrland*. De tidligere studentene leder bedriften i dag. De fikk årets Taks-Off Award under Innovator 2016 i Trondheim, en pris for kunnskapsbaserte forretningsideer.

Systemet deres baserer seg på kjente teknologier fra hydroakustikk, signalbehandling, elektronikk og informatikk og sender ut ultralydssignaler på to frekvenser, en høy og en lav.

Den høye frekvensen gir gode ekkosignaler fra pelletsen.

– Ved å se på hvor mye pellets som synker til bunns i merden, kan oppdretterne følge med på hvor mye fisken spiser. På denne måten kan de hindre at fôr går til spille, forteller Bendik Søvegjarto.

Den lave frekvensen gir gode ekkosignaler fra fisk. Her ønsker han, i samarbeid med Havforskningsinstituttet, å finne en automatisk måte å følge med på fiskens appetitt og hvor mye den spiser.

Bedre føring. Ekkosignalene skal måle fiskens respons på føringen, hvor fisken står og når føringen bør startes og sluttes.

– Det som gjør dette så spennende, er at man kan kondisjonere fisken ved å sørge for at den ikke får noe fôr uten at den beveger seg inn i fôringsområdet. Vi skal ikke overta styringen av føringen, men vi vil kutte ut alle menneskelige feilbedømminger og gi et objektivt verktøy til fiskeoppdretterne, slik at de kan finne den perfekte føringen. Ved å være konsekvent på at fisken får mat bare når den responderer, er det mulig å optimere dosen.

– En av utfordringene våre er å synkronisere lydimpulsene fra alle ekkoloddene i anlegg med mange merder, slik at lydimpulsene ikke forstyrrer hverandre, forteller Søvegjarto.

Systemet kan også gi en indikasjon på om fisken er stresset eller har unormal atferd.

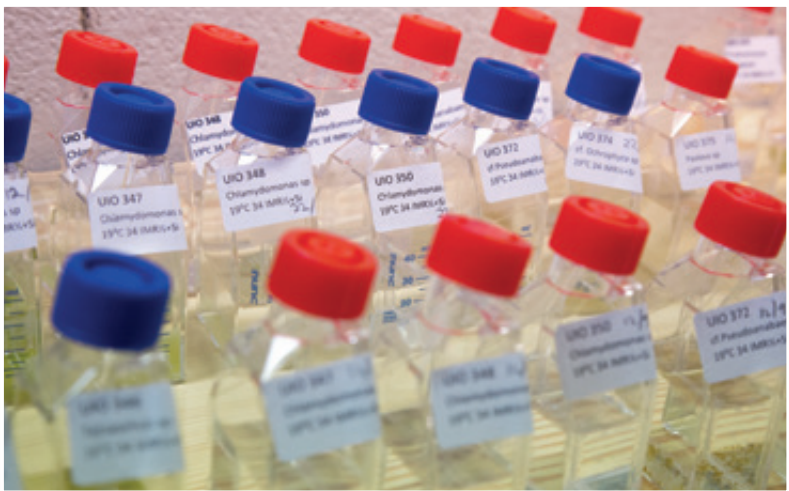
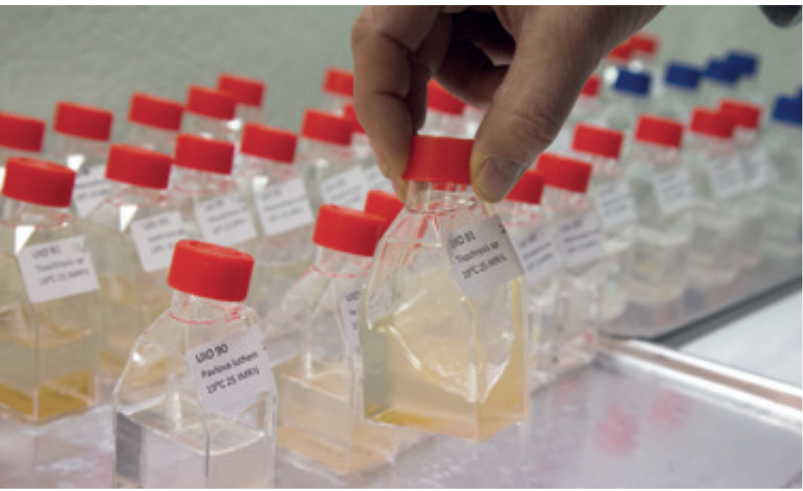
– Dette har noe med fiskevelferd å gjøre, poengterer Bendik Søvegjarto.

Gründerne har satset flere hundre tusen kroner i selskapet og fått støtte fra Innovasjon Norge ut 2017. ●

FOTO: YNGVE VOGT



GRÜNDER: Bendik Søvegjarto har grunnlagt bedrift sammen med medstudent og veileder.



RENDYRKER ALGER: I hvert beger er det bare én type encellet algestamme. Encellete alger er grunnpilaren i den økologiske balansen i havet og kan bli svært viktige for fiskerinæringen, den medisinske industrien og for overvåking av vannkvaliteten.



2100 ALGESTAMMER: Wenche Eikrem (f.v.), Bente Edvardsen og Stein Fredriksen har ansvaret for Nordens største algesamling. Den inneholder 2100 algestammer fra både ferskvann og saltvann.

Nordens største algesamling ligger midt på Blindern. Algene kan brukes til alt fra mer miljøvennlig fiskefôr til nye medisiner.

Vil bruke alger til fiskefôr og medisiner

Tekst og foto: Yngve Vogt

Bak noen bortgjemte kontorer i fjerde etasje i Biologibygningen på Blindern ligger en av de kanskje mest ukjente, men likevel mest spennende samlingene i landet: Nordens største algekultursamling. Den inneholder 2100 encellete og flercellete algestammer fra både saltvann og ferskvann. Algestammene er isolert i hvert sitt reagensrør og fordelt i rom med forskjellige temperaturer og lysforhold. Inne i det kaldeste rommet huses algene fra Arktis. I hvert av reagensrørene kan det være millioner av alger.

– Algesamlingen er en levende biobank og brukes til både forskning, innovasjon og undervisning. Kall den gjerne en botanisk hage for alger. Det er viktig å studere det biologiske mangfoldet i havet. Mye er dårlig undersøkt. Algene blir beskrevet i detalj. Noen av dem er nye for vitenskapen, forteller professor *Bente Edvardsen* på Institutt for biovitenskap ved UiO.

Kommersiell bruk. Den eldste algestammen er 80 år gammel. Siden den gangen har biologer dyrket frem stadig nye alger. Algesamlingen er nå tilgjengelig for alle.

– Alger har et stort potensial for fremtiden. Vi er bare i startgroppen til hvordan de kan utnyttes, forteller professor *Stein Fredriksen* på Institutt for biovitenskap.

Tang og tare, som er flercellete alger, er allerede milliardindustri. Bare i Kina produseres det 15 millioner tonn tang og tare hvert år. Nå håper forskere på UiO og NIVA at algene kan bli brukt til å dyrke frem nye stoffer for industrien.

– Encellete alger er selve grunnpilaren i den økologiske balansen i havet og kan bli svært viktige for både fiskerinæringen, den medisinske industrien og for overvåking av vannkvaliteten, forteller *Wenche Eikrem*, som er forsker på NIVA og førsteamanuensis ved Institutt for biovitenskap og Naturhistorisk museum.

Rendyrker algene. De aller fleste algene i samlingen er fra nordiske og arktiske farvann. En del er fra Oslofjorden. Bente Edvardsen var på tokt i Arktis en måned i sommer for å spore opp enda flere arktiske alger til samlingen.

– Vi ønsker å finne ut av hvilke miljøbetingelser algene trives i og om de er i stand til å tilpasse seg klimaendringene, sier Bente Edvardsen.

Algeforskerne har en rekke klimarom med ulike temperaturer. Der kan de undersøke hvordan algene trives med ulike lysmengder, temperaturer, næringstilgang og saltholdighet i vannet.

Isolering av nye stammer er krevende.

– Noen ganger må algene føres med vitaminer og bakterier, men av og til er det vanskelig å vite hva som skal til for å dyrke dem. Algene kan bli stresset av betingelsene våre. Noen ganger må vi gjøre det lysere eller kaldere. Det blir mye prøving og feiling. Vi må best mulig etterligne forholdene i naturen, men i motsetning til algene i algekultursamlingen vår, lever ikke alger alene i naturen, men sammen med andre organismer.

Algene er identifisert morfologisk, det vil si etter utseende. Noen av algene er så små at det ikke nytter å identifisere dem med vanlig mikroskop. Da må forskerne ty til elektronmikroskop. Dette er

FAKTA

Algesamlingen

- Universitetet i Oslo og Norsk institutt for vannforskning (NIVA) huser Nordens største algesamling. UiO har ansvaret for algene fra saltvann. NIVA tar seg av ferskvannsalgene.
- Samlingen består av 2100 alger, hvorav 800 er marine alger. Til sammenligning har en av verdens største marine algesamlinger – i USA – nærmere 3000 algestammer.
- Takket være algesamlingen kan alger brukes til å endre forskningen og skape grønn innovasjon i Norge.
- Algesamlingen kan brukes av både forskere, industrien og i undervisningen.

spesialet til Wenche Eikrem. Hun artsbestemmer dem ved å studere strukturene i algene.

Leter etter nyttige gener. Algene identifiseres også genetisk. Da brukes DNA-sekvensen til noen spesielle gener. Med disse genene er det som oftest mulig å skille arter og grupper fra hverandre. Det kommer spesielt godt med når det ikke er mulig å skille dem morfologisk.

– Algene våre er en verdifull ressurs. Forskere leter etter gener eller stoffer i naturen som kan være nyttige for oss mennesker. Ved å flytte gener fra en organisme til en annen, er det mulig å få organismer til å produsere ting som de i utgangspunktet ikke kunne. Ett eksempel er fettsyrer, sier Wenche Eikrem.

Noen typer alger kan produsere langt mer verdifulle fettsyrer enn andre alger. De langkjedete omega-3-fettsyrene DHA og EPA er spesielt verdifulle og produseres av mange alger.

– Visse landplanter kan også produsere omega-3-fettsyrer, men de er ikke like langkjedete og har derfor ikke den samme næringsverdien som de som kommer fra alger.

Alger kan derfor endre oppdrettsnæringen. I dag føres oppdrettsfisker med 70 prosent plante-

basert materiale, og da er det først og fremst snakk om soyaproteiner.

– Regnskogen i Brasil hogges ned for å dyrke soyaprotein. Norge støtter Brasil økonomisk for å redde regnskogen. Paradoksalt nok kjøper vi soya-produkter som bidrar til at regnskogen hogges ned. Vi ønsker i stedet at fiskeføret blir tilsatt alger, som inneholder de verdifulle fettsyrene. Da kan fiskeføret bli renere, med mindre miljøgifter, sier Fredriksen.

Visse typer encellede alger brukes allerede i fiskeoppdrett, men her er det bare snakk om noen få arter.

– Det finnes tusenvis av encellede alger som fiskeindustrien aldri har hatt muligheten til å teste ut. Det er stor forskjell i næringsinnholdet i alger. Hvis vi skal velge algene med de rette fettsyrene, må vi ha et stort mangfold av arter å velge imellom, sier Bente Edvardsen.

Algeforskerne har også brukt mye tid på giftige alger, hva som gjør dem giftige, hvilke giftstoffer de produserer og hvilke giftstoffer som kan drepe fisk og gjøre blåskjell farlige å spise.

– Vi utvikler genetiske metoder for å påvise giftige alger i sjøen og kan da advare når blåskjellene er giftige. Vi har allerede patentert en test for giftige alger.

Bekjempe kreft. Algesamlingen kan også brukes til å finne molekyler med mulig medisinsk effekt. En mulighet er å bruke algene til å finne frem til ny kreftmedisin.

– Vi har ikke selv funnet noen stoffer som kan brukes i bekjempelse av kreft. Veien dit er lang og kronglete, men vi samarbeider med andre forskningsmiljøer som kan bruke kunnskapen og algesamlingen vår, poengterer Bente Edvardsen.

Farmasøytisk institutt ved Universitetet i Oslo ser stor nytte i algesamlingen.

– Samlingen er unik fordi den er så stor. Det øker sannsynligheten for å finne nye molekyler med mulig medisinsk effekt. Hvis vi finner en alge med interessante egenskaper, er det mulig å dyrke dem i store mengder og isolere stoffene vi trenger. Mange av algene i samlingen er knapt nok studert med tanke på hvilke naturstoffer de produserer, så muligheten er absolutt til stede for at vi kan finne nye, interessante molekyler, påpeker førsteamanuensis *Helle Wangensteen* på Farmasøytisk institutt ved Universitetet i Oslo. ●

Fremtidens solceller kan bli dobbelt så effektive med noen små, smarte nanotriks.

Verdens mest effektive og miljøvennlige solceller

FOTO: COLUUREBOX

Tekst og foto: Yngve Vogt

Forskere utvikler nå fremtidens miljøvennlige solceller, som skal fange opp dobbelt så mye energi som i dag. Trikset er å kombinere to ulike typer solceller for å kunne utnytte en langt større del av sollyset.

– Dette skal bli verdens mest effektive og miljøvennlige solceller. Det finnes riktignok solceller i dag som er like effektive, men de er både dyre og giftige. Materialene til solcellene våre skal dessuten være lett tilgjengelige og finnes mye av på Jorda. Det er et viktig poeng, forteller professor *Bengt Svensson* på Fysisk institutt ved UiO.

Svensson er en av landets fremste forskere på solenergi og har i årevis ledet svære forskningsprosjekter i Mikro- og nanolaboratoriet

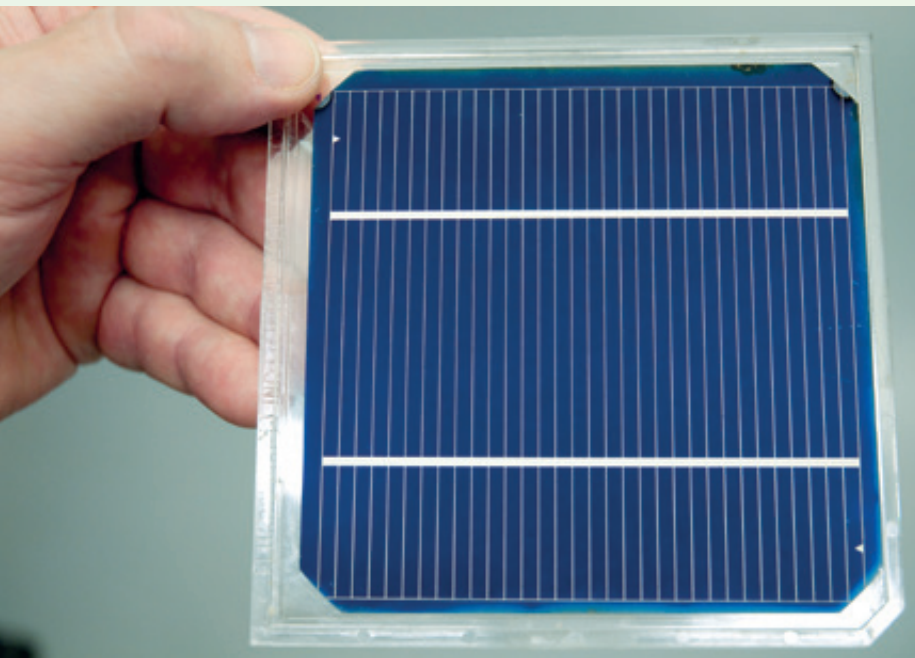
(MiNa-laben), som eies i fellesskap av UiO og Sintef. Med nanoteknologi kan atomer og molekyler settes sammen til nye materialer med helt spesielle egenskaper.

Fysikeren tar nå i bruk det aller ypperste innen nanoteknologi og skal utvikle de nye solcellene gjennom det europeiske forskningsprosjektet Solhet, som er et samarbeid mellom UiO, Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller og det polytekniske universitetet i București, samt to andre rumenske institusjoner.

Moderne solceller. Målet deres er å utnytte enda mer av lysspekteret i sollyset enn det som er mulig i dag. 99 prosent av dagens solceller er laget av silisium, som er et av de aller vanligste grunnstoffene på Jorda. Uheldigvis utnytter silisiumcellene bare 20 prosent av sollyset. Verdensrekorden er 25 prosent, men disse solcellene er krydret med farlige og sjeldne stoffer. Den teoretiske grensen er 30 prosent. Forklaringen på denne begrensningen er at silisiumceller først og fremst fanger opp lysbølgene fra det røde lysspekteret. Det betyr at mesteparten av lysbølgene forblir ubenyttet.

De nye solcellene skal bestå av to energihentende lag. Det første laget skal fortsatt være lagd av silisiumceller.

NANOTRIKS: Bengt Svensson lager nå fremtidens solceller av nanomaterialer som skal fange opp både det røde og det blå spekteret fra sollyset. Da kan effektiviteten doubles. Solcellene skal dessuten bli miljøvennlige og bare lages av materialer som det finnes mye av på Jorda.



SILISIUM: Dagens solceller av silisium fanger bare opp det røde lysspekteret fra solen. Nå skal det legges på et nytt lag oppå silisiumcellene for også å fange opp det blå lysspekteret.

FAKTA

SOLCELLER

• 99 prosent av alle dagens solceller er laget av silisium. De fanger opp det røde lysspekteret. De fleste utnytter bare 20 prosent av sollyset.

• Det er mulig å øke utnyttelsen av silisiumcellene til 25 prosent ved å krydre dem med farlige og sjeldne stoffer.

• Norske og rumenske forskere utvikler nå nye solceller som skal fange opp inntil 40 prosent av sollyset. Det gjøres ved å legge på et nytt lag oppå silisiumcellene. Dette laget skal utnytte det blå lysspekteret.

• Når de to lagene med solceller legges oppå hverandre, dannes det uheldigvis kjemiske reaksjoner som ødelegger effekten i solcellene. Den store utfordringen er å lage et nanotynt beskyttelseslag mellom de to lagene.

trekkene er å lage et spesiallag som blir så tynt som en til to nanometer. Det kommer Apollon tilbake til, men først noen teoretiske forklaringer:

Fanger elektroner. Alle solcellematerialer lages av halvledende stoffer. Halvledere har helt spesielle elektriske egenskaper. De elektriske egenskapene styres av båndgapet.

Båndgapet sier noe om hvor mye energi som må til for å få tak i elektroner.

Materialer uten båndgap leder strøm. Materialer med stort båndgap leder ikke strøm. Halvledere er materialer med et båndgap midt imellom. Da leder de bare delvis strøm.

Nanoteknologien brukes til å designe materialer med et helt bestemt båndgap.

Når fotonene, altså lyspartiklene fra solen, treffer solcellen, tilføres energi til solcellen. Denne energien dytter et elektron gjennom båndgapet og inn i det som kalles for ledningsområdet. Da kan elektronene plukkes opp og tas ut som energi.

Elektronene etterlater seg elektronhull. Både elektronet og elektronhullet kan lede strøm.

– Utfordringen er å lage kobberoksid med et akkurat så stort båndgap at man rekker å fange elektronene før de detter tilbake igjen i elektronhullene. Dette har vi jobbet med i noen år, og vi begynner nå å skjønne hvordan dette lar seg gjøre.

Tiden er knapp. Det er likevel et lyspunkt: Hvis elektronene er borte fra elektronhullene i mer enn et tusendels sekund, er det mulig å fange dem.

Kaos mellom lagene. Et av de uløste problemene i de nye solcellene er grenseområdene mellom de ulike lagene.

– Når lagene legges oppå hverandre, dannes det kjemiske reaksjoner som reduserer effekten av, eller i verste fall – ødelegger solcellene.

Det ene problemet er grenseflaten mellom solcellelaget som fanger opp energi fra det blå lyset, og det ytterste laget, sinkoksid som både beskytter og leder strømmen ut fra solcellen. Uheldigvis dør elektronene ved grenseflaten.

Den største utfordringen er grenseflaten mellom silisiumlaget – som henter energi fra det røde lyset – og kobberoksidlaget, som henter energi fra det blå lyset.

De to solcellelagene fungerer bra hver for seg. Og det er her Apollon kommer til poenget. Problemet oppstår når lagene legges sammen. Da skjer det uheldige, kjemiske endringer.

– De kjemiske endringene kan endre båndgapet. Når båndgapet blir feil, fylles elektronhullene

igjen før man rekker å få tak i elektronene.

En av mulighetene er å legge inn noen andre stoffer mellom lagene, slik at de kjemiske endringene minimeres.

Det finnes flere måter å lage dette bufferlaget på.

– Vi ønsker å bruke et hydrogenrikt materiale. Det kan passifisere de kjemiske endringene og øke levetiden til elektronene og elektronhullene.

En annen mulighet er å krydre bufferen med galliumoksid, men dette stoffet er ikke akkurat miljøvennlig. Rent gallium er giftig.

Ved å lage bufferen så tynn som bare én til to nanometer, minimaliseres den kjemiske effekten.

– Jo tykkere mellomlaget blir, desto flere elektroner blir stoppet på veien. Det ødelegger den elektriske evnen. Hvis elektronene stopper opp i bufferlaget, fungerer ikke solcellene lenger.

Fra teori til praksis. De teoretiske beregningene av hvordan bufferlaget bør se ut, skjer på Det polytekniske universitetet i București.

– De er meget gode på teoretiske modelleringer, forteller Bengt Svensson.

Professor *Laurentiu Fara* på Det polytekniske universitetet i București forteller til Apollon at de blant annet har beregnet og simulert den optimale tykkelsen på solcellelagene, hvordan lagene best mulig kan legges sammen og hvordan det teoretisk sett er mulig å hente ut mest mulig strøm.

– Vi har store forventninger til at solcellene kan bli pålitelige og lønnsomme, men vi er meget klar over at det fortsatt gjenstår mye hardt arbeid, påpeker Laurentiu Fara.

UiO tar seg av eksperimentene. IFE skal lage prototypen for hvordan det er mulig å produsere solcellene i store volumer. IFE er dessuten hovedkoordinator for hele forskningsprosjektet.

– Vi har allerede i mange år, i samarbeid med norsk solcelleindustri, jobbet med silisiumbasert solcelleteknologi. Vi skal nå se på hvordan de to solcellelagene kan tilpasses hverandre for å få mest mulig effekt ut av hele solcellen og hvordan de to cellene påvirker hverandre både optisk og elektrisk, forteller *Sean Erik Foss* på IFE.

Han forteller at veldig mange forskere og teknologiselskaper nå jobber med den nye typen solceller med silisium i bunn og med et lag «mer eksotiske materialer» på toppen.

Det rumenske solcelleselskapet Wattrom skal vise at det er mulig å produsere de nye solcellene.

– Teknikken er billig, og den kan lett skaleres opp i store volum. Og det er ikke dyrere å lage



solceller av kobberoksid enn silisium, sier Bengt Svensson.

Han mener solcellene vil bli svært lønnsomme å produsere fordi utnyttelsen av lysspekteret blir høy.

– Selv en tiendedels prosent økning av effektiviteten gir stor økonomisk gevinst for solcelleindustrien. Her er det snakk om en dramatisk økning av effektiviteten.

Solcellene skal dessuten fungere bra selv i de områdene på kloden der Sola står lavt, slik som i Skandinavia.

Han sier at effektive solceller kan endre hele måten å tenke energi på i fremtiden.

– Vi har en enorm ressurs i Sola. Hvis vi kunne ha utnyttet sollyset hundre prosent, ville én time av sollyset kunnet dekke hele det årlige energibehovet på Jorda. Potensialet er derfor enormt. I prinsippet er det mulig å dekke hele verdens energibehov med sollys. Solenergien er faktisk den fornybare energikilden som har aller størst potensial. Det er dette vi vil utnytte, forteller Bengt Svensson. ●

NANOTYNT: De nye solcellepanelene blir svært tynne. Tykkelsen på de to solcellelagene varierer mellom hundre og tusen nanometer. Beskyttelseslaget mellom dem blir bare en nanometer tynt. Solcellene utvikles på Mikro- og nanolaboratoriet i Oslo. I laboratoriet må alle gå med beskyttelsesutstyr, slik at nanomaterialene ikke blir ødelagt av flass og støv.

UiO-forskere har som mål:

Mer sol og vind i strømmen

Vi kaster bort enorme mengder strøm fra vind og sol. Intelligente maskiner og store batterier skal gjøre slutt på sløsing.



FOTO: OLA SÆTHER

ENERGILAGRING: – Om vi skal ha noen sjanse til å løse verdens klimaproblemer, er vi nødt til å finne måter å lagre sol- og vindenergi på, sier Sabrina Sartori.

Tekst: Trine Nickelsen

Sett deg i en bil, kjør 80 kilometer i timen dag og natt uten stopp – i fem måneder. Distansen du da har tilbakelagt, tilsvarer strømmettet i Norge. En formidabel forsyningslinje – men uten lagringsmuligheter. Produksjonen av elektrisk strøm må derfor kontinuerlig tilpasses hvor mye vi bruker: Mengden strøm som mates inn i nettet, må være nøyaktig like stor som den som tas ut.

– Grått, vått, ingen vind. Slik er været i dag. Men i morgen? Kanskje sol fra klar himmel og en god bris, undrer strukturfysiker *Sabrina Sartori* ved Universitetet i Oslo, der vi møter henne under glasstaket i Forskningsparken.

Sol når vi trenger den minst. Sola og vinden sørger for en stadig større del av strømmen vi bruker. Uheldigvis er denne produksjonen vanskelig å regulere – den er slavisk avhengig av været: Når vinden løyer og solstrålene forsvinner i skyene, hjelper det ikke med installert kapasitet i strømmettet. Da faller ytelsen dramatisk uansett, både fra solcellepaneler og vindturbiner. Heldigvis har vi store vannkraftverk med magasiner hvor produksjonen kan reguleres raskt opp og ned. Men i andre land må de i større grad ty til strøm fra forurensende kull- og gasskraftverk når sola og vinden svikter.

Men ikke nok med det at ressurstilgangen varierer, også behovet vårt for energi skifter – fra time til time, fra dag til dag, fra sommer til vinter.

SAMFUNNSPROBLEM: Vi produserer stadig mer strøm fra sol og vind. Dessverre går mye av den mest miljøvennlige energien tapt fordi den er så vanskelig å regulere. Forskere er nå i gang med å utvikle smart teknologi som skal overkomme problemet.

FOTO: NTB SCANPIX

Strømmen fra solcellepanelene er størst når vi trenger den minst, midt på sommeren.

– **Et samfunnsproblem.** – Energilagring, sier Sabrina Sartori med trykk – energilagring blir enormt viktig i tiden som kommer. Om vi skal ha noen sjanse til å løse verdens klimaproblemer, er vi nødt til å finne måter å lagre sol- og vindenergi på, slik at vi kan bruke energien når vi trenger den og ikke i øyeblikket den blir produsert. Dette får vi ikke til i dag. Det mener jeg er et stort samfunnsproblem – som vi har satt oss fore å løse.

Sabrina Sartori er førsteamanuensis ved Institutt for teknologisystemer og Fysisk institutt, og jobber med nye materialer for energilagring. Hun studerer hvordan materialene er bygd opp atom for atom. Forskningen hennes omfatter hydrogenlagring i biler og i batterier beregnet til lagring av fornybar energi.

– Energien vi har til overs etter en dag med mye sol og vind, bør lagres i store batterier og tas i bruk når det er behov for den. Vi trenger batterier med den enorme kapasiteten som trengs om vi effektivt skal kunne overføre energi fra sol- og vindkraft til strømmettet. Slike batterier er nå under utvikling.

Nytt forskningsprosjekt. Sartori er nettopp blitt leder for et nytt forskningsprosjekt som heter INTEGRARE, italiensk for å integrere.

– Målet med prosjektet er nettopp å få til en mye bedre integrering av fornybare energikilder i det norske strømmettet.

Å kunne forutsi været presist og gjøre nettet i stand til å tilpasse seg endringer fra time til time, kan vise seg å bli en nøkkel til mer bruk av strøm fra sol og vind.

– Det er vanskelig å planlegge produksjonen av energi fra solceller og vindturbiner. Vi mangler rett og slett kunnskap og kompetanse, erkjenner hun.

Nettopp denne viktige kunnskapen er det forskerne i det nye prosjektet har ambisjoner om å tilegne seg – og samfunnet.

Må kunne forutsi. – Målet vårt er at mer energi fra sol og vind skal inn på strømmettet, samtidig som vi greier å opprettholde balansen mellom produksjon og forbruk, sier professor *Frank Eliassen* ved Institutt for informatikk, som også deltar i forskningsprosjektet.

Da er det nødvendig å kunne forutsi så nøyaktig som mulig hvor stor produksjonen av energi kommer til å bli i en gitt periode – det neste døgnet, den neste timen, de neste 15 minuttene.

– Kunnskap om de kortsiktige variasjonene i vind og solintensitet er viktig, slik at tilførselen til strømmettet fra disse kildene kan tilpasses de stadige variasjonene, legger Sartori til.

Til det trengs selvsagt så gode værvarsler som mulig: Hvor kraftig vinden kommer til å blåse, hvor intenst sola vil stråle. Men det er ikke enkelt å slutte fra hvordan været er til hvor stor energiproduksjonen blir. Til det vet vi for lite om hvor stor produksjon ulike typer vær gir. Det er vanskelig å spå om framtiden, derfor tyr forskerne til fortiden.

– Men ikke alle metoder er like gode til å spå framtidig, lokal energiproduksjon. I dette prosjektet skal vi finne metoder som utnytter historiske data om faktisk strømproduksjon under ulike værforhold, slik at prediksjonen blir best mulig. Om vi greier å predikere godt på historiske data – hvor vi jo sitter med fasiten og kan sjekke om vi får det til, er det også god grunn til å tro at vi klarer å forutsi framtidig produksjon, sier Eliassen.

Lærer opp datamaskiner. Forskerne i prosjektet skal få datamaskiner til å ta avgjørelser som økonomiserer med viktige energiressurser. Nærmere bestemt skal de utvikle metoder for at datamaskiner skal lære seg bestemte oppgaver, både fra historiske data og eksperimentelle observasjoner.

Til dette bruker forskerne det de kaller maskinlæring. De forsøker å få til et matematisk, statistisk opplegg, som når værmeldingen kommer for det aktuelle området, anslås strømproduksjonen for neste døgn, neste time, neste kvarter. Forutsetningen er at værmeldingen slår til.

Frank Eliassen tror prosjekt kan føre til bedre systemer for prediksjon som energiselskaper kan benytte. – Jeg tror slike forbedringer kan være grunnlaget for en forretningsidé, sier han.

En viktig målsetting for prosjektet er å gjøre strømmettet fleksibelt til å motta energien fra solcellepaneler og vindturbiner.

– Når vi vet hvordan været blir i morgen, kan vi tilpasse bruken av strømmettet, når vi bør bruke energien lagret i batterier, og når vi bør bruke direkte produsert energi. Dette kan bli en effektiv måte å hindre at vi kaster bort enorme mengder fornybar energi fra sol og vind, slik vi dessverre gjør i dag, påpeker Sartori.

INTEGRARE er et såkalt såkornprosjektet. Forskerne har godt håp om at det kommer til å vokse til et større europeisk prosjekt. – For problemene vi søker å løse, finnes i alle land som satser på den mest miljøvennlige strømforsyningen som finnes – sol og vind, sier Sabrina Sartori. ●

FAKTA

INTEGRARE

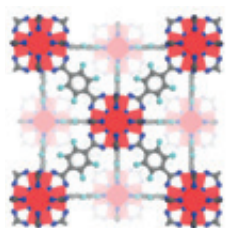
• Forskningsprosjektet *Intelligent prediction and integration of renewable energy sources into the Norwegian electricity grid* (INTEGRARE) ledes av *Sabrina Sartori* ved Institutt for teknologisystemer og Fysisk institutt, UiO.

• Professor i energiinformatikk, *Frank Eliassen*, deltar i prosjektet, sammen med forskere fra Universitetet i München og Keio-universitetet i Japan.

• Prosjektet vil utvikle kompetanse på et område der dette mangler: smart teknologi for økt integrering av fornybare energikilder i energisystemet.

Det kan hindre energitap, transportere medisiner i kroppen, fjerne giftige gasser og brukes i CO₂-fangst. Alt er kjemi, men få stoffer har skapt så stor internasjonal interesse som UiO-66.

Utviklet på Universitetet i Oslo: Materialet som skal gjøre verden grønnere



Uio-66

• UiO-66 er en hybrid av organisk og uorganisk kjemi, og tilhører en gruppe stoffer som kalles MOF-er, metallorganiske nettverksstrukturer.

• Forskere ved inGAP, et senter for forskningsdrevet innovasjon, har også utviklet UiO-67, -68 og -69. De har samme grunnstoffer, men de organiske lenkene kan ha ulike lengder og inneholde forskjellige funksjonelle grupper som kan binde ulike stoffer til seg.

• UiO har fått støtte fra Forskningsrådets program Forny 2020 til å satse på kommersialisering av UiO-66 og de andre stoffene gjennom spinoff-bedriften ProfMOF A/S, og har også Kongsberg Innovasjon og Inven2 som partnere.

Tekst: Lisbet Jære

Det publiseres nå én artikkel per dag som refererer til UiO-66, det er referert til i over 1000 vitenskapelige artikler. Sånn sett er det blitt en internasjonal bestselger, sier *Karl Petter Lillerud* begeistret.

Professoren i kjemi og spesialist i katalyse forteller om materialet UiO-66 han har vært med på å utvikle. Navnet har det fått av sitt fødested, Universitetet i Oslo. Lillerud legger leende til: – En skotsk forsker sa på en internasjonal kjemikonferanse tidligere i år: «Kommer det flere foredrag om UiO-66 nå, så spyr jeg».

Patent siden 2008. Lillerud forsøker sammen med sin samarbeidspartner og medoppfinner, professor *Unni Olsbye*, å sette sammen en litt skakkjørt modell av UiO-66 som er forstørret 100 millioner ganger. De stiller varsomt med modellen, som om den skulle være deres kjæledegge.

– UiO-66 ble utviklet ved Senter for innovative naturgassprosesser og -produkter (inGAP), hvor vi forsket på å utvikle katalysatorer som kan gi store miljøgevinster i olje- og gasssektoren. Vi tok patent på UiO-66 i 2008, sier Olsbye, som ledet innovasjonssenteret.

Katalysatorer er for allmennheten mest kjent for rensing av eksosen i bensinbiler, men brukes i 90 prosent av alle kjemiske industriprosesser. Derfor satses det nå stort på å utvikle katalysatorer som gir mest mulig av ønsket produkt, bruker minst mulig energi, etterlater minst mulig biprodukt og lavest mulig utslipp til naturen.

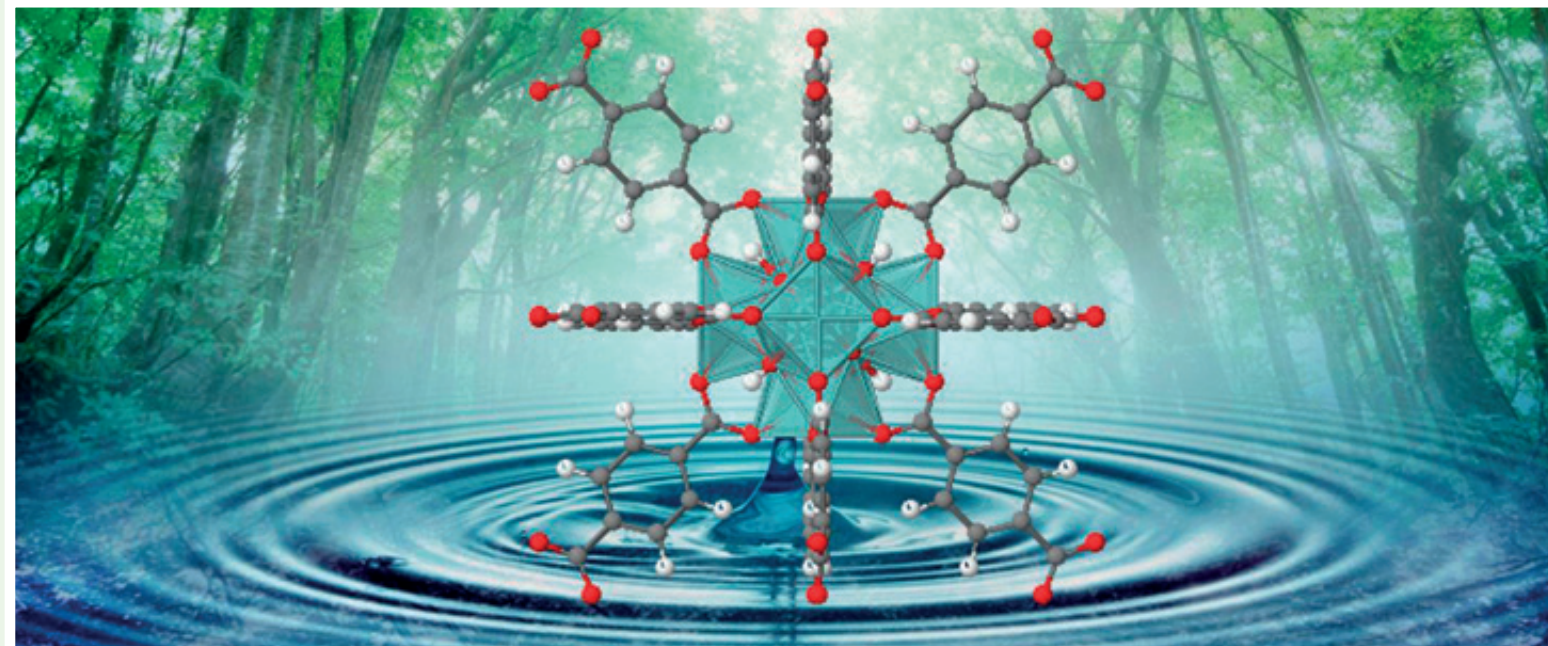


FOTO: SACHIN MARUTI CHAVAN

Laget av falske diamanter. UiO-66 tilhører en gruppe materialer som kalles MOF-er, metallorganiske nettverksstrukturer. Hjørnesteinene i MOF-ene består av noe som Olsbye innrømmer hun innimellom bærer i ørene, på fingrene og rundt halsen, nemlig *zirkoniumoksid*, det som falske diamanter lages av. Hjørnesteinene i UiO-66 bindes sammen av organiske, karbonbaserte molekyler.

Kombinasjonen av fastheten til zirkoniumoksid og fleksibiliteten til det karbonbaserte leddet gjør UiO-66 så unikt.

– Det er både porøst, sterkt og fleksibelt, og ikke minst har det den egenskapen at det tåler vann. Derfor kan det brukes under tøffe betingelser, sier Olsbye. Hun forteller at med rett bindingsenergi mellom UiO-66 og vann kan en erstatte mindre miljøvennlige væsker som i dag brukes for eksempel i kjøleskap.

En annen fordel med UiO-66 er at det er stabilt opp til 400 grader. De fleste MOF-materialer tåler ikke vann og brytes ned når temperaturen er mellom 200 og 300 grader, mens de største industriprosessene skjer mellom 200 og 1000 grader.

– Forskning og uttesting tar tid, men jeg har veldig tro på dette. Bruksområdene og mulighetene med UiO-66 er endeløse, sier Olsbye.

Miljøvennlig industri. Å få til riktige katalysatorer er utrolig viktig for en miljøvennlig industriproduksjon. Målet er at UiO-66 skal bli en slik katalysator.

– Foreløpig er denne forskningen i barndommen, men vi jobber med å utvikle katalysatorer som er helt spesifikke, slik at vi kan få en helt ny

VANN: Et nylig gjennombrudd i forskningen ved UiO, er å kunne framstille varianter av UiO-66-materialene i vann. – Det er ikke tilstrekkelig at materialet kan gjøre mange prosesser grønnere, sier Karl Petter Lillerud. – Materialet må også kunne lages på en miljøvennlig måte. Det viktigste er å finne en prosess der vann, og ikke giftige, organiske kjemikalier, er løsningsmiddel.

type kjemisk industri uten unødvendig bruk av energi og biprodukter, sier Olsbye.

Et EU-prosjekt kjemikerne er med i og som starter nå, har som mål å bruke en variant av UiO-67 til å produsere billige aidsmedisiner for den tredje verden.

Kjemikere ved UiO jobber også med å se på hvordan materialene kan brukes til CO₂-fangst og omdanning. Her kan MOF-ene, med sine fleksible og porøse egenskaper, spille en nøkkelrolle.

Kan kjøle verdens pc-er. Olsbye forklarer hvordan datamaskiner og servere kan kjøles ned uten bruk av vifter og dermed uten strøm, om de bare får et belegg av UiO-66.

– Egenskapene til UiO-66 kan tilpasses slik at vann avsettes inne i porene ved romtemperatur. Når maskinen brukes, blir den varm og vannmolekylene vil fordampe. Når maskinene ikke er i bruk, går temperaturen ned til romtemperatur igjen og da tas vannet opp på nytt. Hver gang vannet fordampes, kjøles overflaten av serveren ned, akkurat

LAGER UiO-66: Sachin Maruti Chavan i arbeid med oppskalering av UiO-materialer i ProfMOF-laben. Lengst til høyre Unni Olsbye og Karl Petter Lillerud – oppfinnere av UiO-66-materialet. Alle tre var med på å starte firmaet ProfMOF A/S.



FOTO: LISBET JÆRE



FOTO: ØYSTEIN FOSS, UIO



FOTO: ØYSTEIN FOSS, UIO

slik som vi selv nedkjøles når vi svetter og har lite klær på, fordi svetten fordampes fra kroppen.

– 10 prosent av elektrisitetsforbruket i USA skal være relatert til store datasentre, hvor to prosent er knyttet til kjøling. Det vi forsker på, er grønn teknologi, det kan bidra til å senke energibehovet i stor målestokk, legger Lillerud til.

Det samme prinsippet kan brukes i aircondition-anlegg og i varmepumper. Porøs keramikk har vært brukt til dette helt fra oldtiden, men UiO-66 og liknende MOF-er kan gjøre det 1000 ganger mer effektivt.

Miljøvennlig framstilling. I et laboratorium som ligger godt gjemt i kjelleren innerst inne på Kjemisk institutt, står *Sachin Maruti Chavan* og lager UiO-66. For et år siden startet spinoff-bedriften ProfMOF A/S, som forsker Chavan, med tittel Chief Technology Officer, er en av initiativtakerne til.

En utfordring med MOF-materialer er at de tradisjonelt framstilles i organiske løsningsmidler som kan ha uheldige helse- og miljøeffekter. Et nylig gjennombrudd i forskningen ved UiO er at noen varianter av UiO-66-materialene kan framstilles i vann. ProfMOF A/S arbeider for tiden med optimalisering og oppskalering av disse syntese-metodene.

– Denne nye metoden for å syntetisere MOF-materialene symboliserer hvordan grønn kjemi og bærekraft kan være forenlig med kravene til industriell produksjon, sier Chavan, som har nok å henge fingrene i fordi etterspørselen etter UiO-66 øker.

– Moderpatentet på UiO-66 varer i 20 år, det vil si at vi fortsatt har 12 år til å forske på dette. Det krever intenst arbeid og kontinuerlig innsats, sier Lillerud – med trykk på kontinuerlig og intenst, som for å understreke at de ikke akkurat ligger på latsiden der ved Kjemisk institutt. ●

• Det er snakk om den største samfunnsomveltningen siden Den industrielle revolusjon.

KLIMA-optimisten

– Jeg er overbevist om at vi kommer oss igjennom dette.

Tekst: Amalie Kvame Holm • **Foto:** Ola Sæther

Som en mann med mange talenter, både kunstneriske og vitenskapelige, bringer *Bjørn Hallvard Samset* tankene til en renessansens *polyhistor*, en megetvitende. Når han ikke forsker, eller øser av sin kunnskap om naturen, spiller han gitar, brygger øl – eller skriver på en roman. Men i motsetning til fortidens store menn, er Samset også en moderne, skandinavisk familiefar. Akkurat nå sitter han på hjemmekontoret og lytter tålmodig til femårige Eldrids fortelling om Kaptein Sabeltann, mens han kjærlig følger opp med oppmuntrende spørsmål.

– God natt, klump!

Et kyss på datterens kinn – og han er igjen Mr. Klima, partikkelfysikeren som aldri synes å bli lei av å forklare oss hva global oppvarming faktisk innebærer.

– Nysgjerrighet er min viktigste drivkraft. Ingen ting trigger meg mer enn å lære noe nytt. Det er også derfor jeg er så glad i å formidle fagfeltet mitt. Jeg lærer ofte noe i samtale med andre. Når jeg forklarer, ser jeg plutselig nye sammenhenger. Det er så deilig. Jeg blir en bedre forsker av det.

Som liten drømte han om å bli professor. Ikke fordi han visste hva det var, men han ville bli som bestefaren, Ivar Samset. Han var en betydelig skikkelse i både norsk og internasjonal forskning på moderne skogsdrift. Også etter sin bortgang er bestefar Ivar til stede i Bjørn Samsets liv.

For halvannet år siden overtok han nemlig besteforeldrenes hus på Ås i Akershus. Boligen fra 1971, med halvannet mål land omkring, huser mange gode minner.

NAVN: Bjørn Hallvard Samset

FØDT: 9. oktober 1977

STILLING: Forskningsleder, CICERO Senter for klimaforskning

INTERESSEOMRÅDER: Fysikk, klima, aerosoler, nedbør, modellering av komplekse fenomener, og egentlig det meste innen naturvitenskapene.

UTVALGT BIBLIOGRAFI:
Bøker:
De hemmelige partiklene, Universitetsforlaget 2013
Isfritt (H. Svensen m.fl., medredaktør og forfatter), Spartacus 2014
Stjerneklart (J. R. Kristiansen m.fl., medredaktør og forfatter), Spartacus 2015

Artikler:
B. H. Samset, G. Myhre, M. Schulz: *Upward adjustment needed for aerosol radiative forcing uncertainty*; *Nature Climate Change* 4, 230-232 (2014).
B. H. Samset; *Aerosols and Climate*. Oxford Research Encyclopedia on Climate Science (2016).
B. H. Samset et al.: *Fast and slow precipitation responses to individual climate forcings: A PDR-MIP multimodel study*. *Geophys. Res. Lett.*, 43, 2782-2791 (2016)

– Her har jeg feiret jul i alle år. Da jeg begynte som student på Blindern, bodde jeg sammen med dem noen år. Mye kos i veggene her.

Skogstemaet går igjen i trehuset. Vegger og tak er i furupanel. Samset tror ikke han har hjerte til å male dem lyse. Over sofaen henger et maleri av norske trær.

– Hva skal vi lage i dag? spurte bestefar da jeg kom på besøk. Når vi var ute i skogen, viste han en uendelig tålmodighet med alle mine spørsmål.

Spørsmålene er ikke blitt færre med årene. Nysgjerrigheten er Bjørn Samsets *raison d'être*. Begge foreldrene er prester. Selv har han klippet på at alt har en begrunnelse. En fysisk logikk.

– Det er ikke sikkert at vi kan forstå alt i naturen, men det har fungert så langt. Det vi ikke vet noe om ennå, skyldes at vi mangler de rette instrumentene til å undersøke.

Foreldrenes tro har han et ukomplisert forhold til.

– Jeg fikk kunnskapstørsten inn med morsmelka. Foreldrene mine er åpne, liberale teologer. De har alltid vært fornuftige og gitt meg riktige svar til riktig tid. De og bestefar gav meg akademisk ballast. Nå prøver jeg å gjøre det samme for mine barn. De er veldig oppegående og skal få lov til å utvikle sine egne interesser og meninger.

Bjørn var åtte år da familien flyttet til Namdalen i Trøndelag. Som innflytter i et lite lokalsamfunn var det ikke nødvendigvis en fordel å være prestesønn.

– Dessuten snakket jeg feil dialekt. Men jeg har aldri latt meg mobbe og utviklet raskt et skjold. Kontret stygge kommentarer med et smil. Opplevelsen gav meg tykkere hud og har hjulpet meg



mange ganger seinere i livet. Som da jeg begynte å formidle fysikk ved UiO og fikk høre at jeg ikke kunne gjøre det før jeg var blitt professor.

Han er blitt kjeftet huden full av en nobelprisvinner på direkte-TV. Det gjorde ham ikke så mye, bedyrer han.

– Jeg stilte opp i et program på TV2, for å diskutere påstandene fra Ivar Giæver om at klimaendringene ikke er menneskeskapte, at det ikke «går an» å måle jordens temperatur osv. Rett før sending fikk jeg vite av programlederen at jeg representerer den etablerte «sannheten» og dermed må forvente å få alle de kritiske spørsmålene, og dessuten at Giæver er nobelprisvinner og en eldre, verdig mann, som skal behandles pent og ikke angripes. Jeg fikk ganske mange anklager fra Giæver i løpet av det programmet, men han kom ikke med ett eneste fornuftig argument. Jeg slapp heller ikke til med mer enn overfladiske svar på påstandene hans – som for så vidt er helt vanlig i den typen program jeg deltok i her. Selv takler jeg sånt helt fint, men jeg har en annen bekymring: Mange av kollegene mine så programmet, og tenkte at de selv aldri vil risikere å havne i en sånn situasjon. Dermed gir noen av dem kanskje formidlingen av klimaforskning på båten – i en tid hvor vi virkelig trenger alle kvinner og menn på dekk.

Unge Samset forlot Namdalen så snart han kunne. Det naturlige valget ble realfag på Universitetet i Oslo. Så naturlig falt fysikken ham,

DRØMTE OM Å BLI PROFESSOR. Ikke fordi han visste hva det var, men han ville bli som bestefaren, Ivar Samset. For halvannet år siden overtok Bjørn Samset besteforeldrenes hus på Ås i Akershus.

At vi finner en løsning?

Det er jeg sikker på.

at hovedfag gikk slag i slag med doktorgrad og postdoktorstilling tilknyttet forskningssenteret CERN i Sveits. Han trykket partikkelfysikken, studiet av naturens minste byggesteiner, til sitt bryst.

Som bachelorstudent slet Samset med å forstå et kurs i “forferdelig vanskelig, statistisk fysikk”, forelest av en russisk professor. Han hadde så tykk aksent. En kollokviegruppe ble redningen, og her møtte han Elise.

– Å møte en person man kan prate med, betyr mye. Jeg husker første gang vi snakket sammen, det gikk fort en time. Det er morsomt å se tilbake på, for det fungerte tydeligvis.

Siden har de fått tre barn. Dem er han opptatt av å gi verdier som medmenneskelighet og neste-kjærlighet. Og her kommer klimaengasjementet inn. Han ser hvilke problemer verden står overfor. Ansvaret for å si ifra kjennes sterkt. Samset innser at det ikke først og fremst er hans egne barn som må takle konsekvensene. Som så ofte ellers er det de svakeste i verden som vil bli hardest rammet.

– Afrika sliter allerede med tørke og sultkatastrofer. Dette blir det bare mer av, ifølge så å si alle klimaprojeksjoner. Midtøsten er et annet område der vi forventer stor økning i ekstrem varme, både fordi temperaturen går opp og fordi fuktigheten øker. Vi vet at kombinasjonen er dødelig. Hetebølger vil med andre ord være skadelig både for liv, helse, økonomi og infrastruktur fra Afrika til India – og dette er allerede i full gang. Jeg synes også det er interessant at New York har valgt å bruke

enorme ressurser på å bygge beskyttelse mot stormflo langs mye av Manhattan. De har jo alltid hatt stormer, men de vet at med den kommende havnivåstigningen, vil mye av halvøya være utsatt for hyppige oversvømmelser. Dette er dyrt. Mange New York-ere sitter godt i det, men det er også mye fattigdom i byen – som kunne vært bekjempet med de samme pengene.

Det var slett ikke gitt at Bjørn Samset skulle ende som klimaforsker. Etter en postdoktorperiode ved UiO og to barn, var det på tide å ta et valg. Det var ikke aktuelt å dra utenlands og ofre alt for karrieren. Dermed ble han ansatt på CICERO Senter for klimaforskning, hvor han seks år senere er forskningsleder. Før det hadde han ikke ofret klimaet særlig tankevirksomhet.

– Klimaendringer var så å si et ikke-tema på Fysisk institutt så lenge jeg var der. Forskerne fordyppet seg i sine egne fag og lite annet, og jeg var vel ikke noe unntak. Som fagformidler hadde jeg allerede bredere interesser enn mange andre på instituttet, men jeg holdt meg til den grunnleggende fysikken. Det var tungt nok å få oversikt over den. Da jeg byttet til CICERO, var det for å kunne studere et komplekst fenomen som var nytt for meg: Hvordan jordens klima fungerer, med hav, atmosfære, isbreer, regn, stormer.

Engasjementet for å informere om klimaendringene og konsekvensene hvis vi ikke gjør noe, utviklet seg i løpet av de første årene som klimaforsker.

– CICERO er opptatt av begge deler: Både klimaet for sin egen del, og hvordan endringene som kommer, påvirker samfunnet. Jeg er heldig som får jobbe med begge.

Samset har valgt bredde framfor toppforskning, men publiserer stadig i anerkjente tidsskrifter. Selv hevder han at konkurranseinstinktet hans er “dårlig utviklet”, og at samspillet mellom forskning og formidling passer ham ypperlig.

Som formidlingsglad klimaforsker blir han stadig utfordret til å komme med løsninger på klimakrisen, og på sitt eget karbonfotavtrykk.

– Jeg kan ikke leve fullstendig eksemplarisk, men fordelene er at jeg vet hva som fungerer. Da vi tok over huset, brukte vi en formue på å bytte ut den gamle oljefyren med varmepumpe. Vi er ikke vegetarianere, men spiser mindre kjøtt. Og jeg vurderer hver flyreise, og tar toget til jobb. Lenge forklarte jeg hva global oppvarming er, uten å peke på løsninger. Men jeg tror folk ønsker råd.



ROPE UT: – Donald Trump sa veldig mye under valgkampen som vil være enormt skadelig – hvis han gjennomfører det. Jeg tror Trumps valgseier betyr at de av oss som jobber med å formidle klimautfordringene, må heve stemmen enda mer, erkjenner Bjørn Samset.

Man skulle tro det var lett å bli frustrert over klimasaken, men Bjørn Samset er stadig optimist.

– At vi finner en løsning? Det er jeg sikker på. Vi må redusere utslippene og tilpasse oss klimaendringene. Hvilke tiltak vi velger vil nok avhenge av hvor ekstremt været blir i de kommende årene.

Forskeren viser til motstanden mot røykeloven og andre kontroversielle tiltak. Når motstanden først blir erstattet med aksept, kan endringer skje raskt.

– Jeg tror vi er i en slik fase nå, ballen har be-

gynt å rulle. Vi mennesker er jo komfortable av natur, og må kanskje se naboen gjøre noe før vi gjør det selv. Derfor er det også viktig å skryte av egne klimatiltak.

Men alt handler tross alt ikke om klima. Iblant blir det tid til ølbrygging sammen med venner. Men på hverdager flest, når barna er i seng og kveldsarbeidet unnagjort, spiller han på en av sine mange gitarer. Og ser på science fiction sammen med kona.

– Det som er så fint med science fiction, er at det lar deg utforske andre, urealistiske verdener. En klassisk fantasihistorie handler om å reise verden rundt, raskere enn lysets hastighet. Det er for eksempel det første som skjer i Star Wars. La oss si at det var mulig, hvordan blir universet da? Eller hvordan ser en post-apokalyptisk verden ut? Dette er veldig nyttige tankeeksperimenter. Slik litteratur reiser mange spørsmål om hva som kan gå galt, og det hjelper oss å tenke utenfor boksen om hva verden er.

Dessuten mener han at science fiction ikke er helt ulikt klimaforskning.

– Jeg har forsket litt på klimamanipulering sammen med kolleger på Cicero. Vi utforsket alternative scenarioer i en klimamodell. Hva om sola ble noen grader varmere? Hva skjer om vi sprayer sulfat høyt opp i atmosfæren? Om vi gjør skyene hvite? Jeg tror ikke vi skal bruke klimamanipulering noen gang, for konsekvensene er fullstendig uforutsigbare, men det kan være nyttig å tenke litt science fiction-aktig, tror Samset.

Å få kunnskapen ut, har vært en rød tråd gjennom karrieren. Han har utgitt bok, vært på TV og radio, og han blogger, skriver for Morgenbladet og lager podkast. Samset skriver så godt på toget. På de 28 minuttene det tar fra Ås til Oslo S.

– Den eneste grunnen til å skrive, er at man ikke kan la være. Jeg er blitt flink til å skrive om naturvitenskap, nå må jeg trene på å skrive fortellinger.

Samset har fått gode tilbakemeldinger fra et forlag på andreutkastet av en roman. Om den blir utgitt, vil tiden vise, det viktigste var øvelsen han fikk. Men en populærvitenskapelig bok om klima, kommer helt sikkert til høsten. Boka skriver han sammen med NRK-programleder og fysiker *Selda Ekiz*.

– Vi håper den vil forklare klima på en god måte.

• *Jeg kan ikke leve fullstendig eksemplarisk.*

Dette er ingen skolebok, men snarere historien om hvorfor verdens politikere i Paris i fjor tok en avgjørelse som samtidig tegnet opp et veikart for hele samfunnet. For resten av ditt liv. Politikerne har bestemt hva du skal utsettes for. Det er snakk om den største samfunnsomveltningen siden Den industrielle revolusjon.

Verdens land er blitt enige om at temperaturen på kloden ikke skal stige mer enn 2 grader før århundret er over, og skal i tillegg gjøre alt de kan for at den ikke skal stige mer enn 1,5 grader. Samset vil forklare hva FNs klimaavtale innebærer – dersom politikerne holder ord. Og hva som skjer hvis de ikke gjør det. Siden avtalen ble ratifisert i november 2016, har klimafornekteren Donald Trump inntatt Det hvite hus. Under valgkampen proklamerte han at han vil trekke USA ut av Paris-avtalen og FNs rammekonvensjon om klimaendring.

– Han sa veldig mye under valgkampen som vil være enormt skadelig – hvis han gjennomfører det. Han vil nok oppdage at det har en høy politisk kostnad å trekke USA raskt ut av Paris-avtalen eller Klimakonvensjonen.

Samset anser det som mer sannsynlig at Trump simpelthen ikke leverer på Obama-administrasjonens mål for utslippskutt.

– Grunnen til at Trump er så negativ til klimasaken, er jo først og fremst at det vi må gjøre for å komme noen vei, vil gå ut over industri, jobber og økonomi som vi har i dag. Akkurat som det vil skade norsk olje- og gassindustri på sikt. Vi kommer ingen vei dersom land som USA og Kina vender seg innover og hegner om egne interesser. Paris-avtalen kom i stand mye på grunn av en avtale mellom de to stormaktene. Samarbeid må til, fordi nytten av å redusere CO₂-utslippene både er langsiktige og globale.

Et svar på disse bekymringene, mener Samset, er mer kunnskap, og han tar gjerne jobben.

– Jeg tror Trumps valgseier betyr at de av oss som jobber med å formidle klimautfordringene, må heve stemmen enda mer. Hva skal til for å hindre global oppvarming? Vi må minne om at alle de kortsiktige behovene våre må dele plass med en langvarig og dyptgående samfunnsendring.

– Lar vi være å gjøre noe, blir problemene på sikt enormt mye større enn at USAs kjernestater og Norges sørvestlige fylker mister noen arbeidsplasser. •

Leserspørsmålet:

Har du noe du lurer på? Naturen, kroppen, litteraturen, samfunnet, språkene, klimaet, historien? Kanskje sitter du med et spesielt spørsmål som du gjerne skulle hatt svar på?

Skriv til Apollon, og vi vil sende spørsmålet ditt videre til en av Universitetet i Oslos om lag 3500 forskere. E-post sendes til apollon@admin.uio.no. Husk å merke med «leserspørsmål» i temafeltet.

Karlsvogna: Er glanstiden forbi?

Leser av Apollon,

Britt Rogstad i Oslo, spør:

Jeg har hytte på høyfjellet, med god utsikt til stjernehimmelen på klare kvelder. Gjennom flere år har jeg registrert at den ene stjerna i Karlsvogna, den som markerer festet for draget på vogna, er matt. Tidligere, i min barndom for eksempel, framsto alle stjernene i det berømte stjernebildet like strålende og skarpe. Jeg har spurt flere andre, som alle bekrefter mitt inntrykk av at den ene stjerna nå for tiden har mindre glans enn de andre. Er det riktig at en stjerne over bare noen tiår tilsynelatende kan svekkes i lysstyrke og at dette gjelder nevnte stjerne i Karlsvogna? I så fall, hva er årsaken?

Astrofysiker Hans Kristian

Eriksen svarer:

Mange stjerner er det vi kaller variabel, noe som innebærer at deres lysstyrke varierer over tid. Dette kan skje på mange forskjellige tidsskalaer, fra noen få minutter til mange hundre år. Til og med Sola, vår egen stjerne, varierer noe i lysstyrke gjennom en 11-års periode, selv om dette riktignok er en veldig mild variasjon; i løpet av en slik periode varierer totalt utstrålt energi med omtrent 0,1 prosent.

Andre stjerner kan variere med langt større faktorer, og typiske verdier er alt fra 10 til 90 prosent i lysstyrke. Årsaken til disse variasjonene kan være mange. Noen stjerner pulserer på grunn av bølger inni stjerna, og har da



gjerne en veldig regelmessig periode, mens andre stjerner får et kraftig utbrudd på et eller annet tidspunkt, og blir da raskt sterkere i et kort tidsintervall. Andre stjerner igjen kan være asymmetriske, og framstår da som varierende etter som de roterer rundt sin egen akse. En fjerde kategori er rett og slett de som går i bane rundt en annen stjerne, og derfor noen ganger blir skygget for av sin kompanjong.

Det kanskje mest ekstreme tilfellet er det som kalles supernovaer, og det inntreffer idet en stjerne dør. I løpet av de påfølgende dagene og ukene gjennomgår stjerna en voldsom eksplosjon, og lysstyrken kan øke med hundre millioner ganger. Disse supernovaene kan sees tvers gjennom det observerbare univers, og er svært nyttige for å studere universets opprinnelse og utvikling.

Du spør imidlertid om en bestemt stjerne, nemlig Megrez, som er den

svakeste stjerna i Karlsvogna. Etter å ha mottatt dette spørsmålet, tok jeg derfor en kikk på en klar november-natt, og ved første øyekast måtte jeg si meg enig: Jeg kan heller ikke huske at Megrez var så svak som den er nå, da jeg var ung!

Etter å gjort litt research (også kalt “google”) er svaret fortsatt noe uklart. På kortere tidsskalaer, det vil si under 20 år eller noe sånt, virker det som om Megrez i alle fall ikke er det vi kaller en klassisk, variabel stjerne; den ser ut til å være stabil i forhold til moderne kataloger. På den andre siden, så rapporterte Tycho Brahe, Danmarks kanskje mest kjente astronom, for 400 år siden at Megrez var fem ganger sterkere enn den synes i dag.

Jeg er derfor litt usikker, og det ser ut til at litteraturen også er litt uklar. Den mest sannsynlige konklusjonen ser ut til å være at Brahe bare målte feil – selv om det ville være utypisk for ham – og at stjerna faktisk er stabil. Og at både du og jeg ganske enkelt husker galt fra våre barndommer. På den andre siden, så er det noen få ting som tyder på det kan ha vært endringer over lengre tid. Om ikke annet, så kan vi forvente langt bedre målinger i årene som kommer, blant annet fra satellitteksperimenter som Gaia, som vil måle både posisjon og lysstyrke til milliarder av stjerner i vår egen galakse med ekstrem presisjon. Inntil de resultatene publiseres, får vi følge med med egne øyne. •

Landets første nasjonale forskningslaboratorium for primærhelsetjenesten er nettopp åpnet. Her kan forskere teste ut hvordan samarbeidet kan bli best mulig mellom helsepersonell, pasienter og pårørende.

Her testes fremtidens helsetjeneste

Tekst og foto: Yngve Vogt

Har du noen gang irritert deg over at kunnskapen til fastlegen din er mangelfull eller at han kommuniserer for dårlig med sykehus og andre instanser i helsevesenet? En av forklaringene kan være at fastlegen er overarbeidet. Han er ikke alene.

Også de andre aktørene i primærhelsetjenesten, slik som sykehjem, hjemmesykepleien og helsestasjonene, har for mye å gjøre. De blir pådyttet flere og flere oppgaver.

– Vi må forholde oss til stadig flere samarbeidspartnere og følge med på nye måter å kommunisere elektronisk på. Vi må kunne svare pasientene på alle mulige måter, og sørge for at de blir henvist til rett spesialist på sykehuset og sende dem til nye undersøkelser hvis den første henvisningen var et bomskudd. Dessverre får vi ikke mulighet til å følge opp alt. Vi drukner i oppgaver, fastslår fastlege *Kenneth Sagedal* på Sandvika legesenter og tidligere kommunelege i Vest-Telemark. Han har vært allmennlege de siste tjue årene og er universitetslektor en dag i uken på medisinstudiet ved UiO.

Nasjonalt forskningslaboratorium. Selv om arbeidspresstet øker, har myndighetene bestemt at flere og flere pasienter skal behandles i primærhelsetjenesten.

– Det er billigst for samfunnet, forteller professor i sykepleievitenskap, *Anne Moen* ved Institutt for helse og samfunn på UiO.

Sykehusene behandler bare ti prosent av pasientene. Likevel foregår brorparten av den medisinske forskningen på sykehusene.

– Nitti prosent av pasientkonsultasjonene skjer i primærhelsetjenesten. Selv om oppgavene deres er blitt mer og mer krevende, er det forsket svært lite på arbeidshverdagen deres, poengterer professor i allmennmedisin, *Elin O. Rosvold* ved Institutt for helse og samfunn.

For å bøte på dette er kjelleren til Institutt for helse og samfunn gjort om til et hypermoderne, nasjonalt forskningslaboratorium, kalt UiO:eColab, for å studere de mange utfordringene i primærhelsetjenesten. Laboratoriet har allerede et samarbeid med Høgskolen i Sørøst-Norge og med kommunehelsetjenestene i Oslo og Ål.

Simulerer legekantor og sykehjem. Laboratoriet har kostet tre millioner kroner og ble åpnet rett før jul. Her er det laget en tro kopi av både et legekantor og et behandlingsrom på sykehjem. Her kan forskere undersøke hvordan helsepersonell håndterer ny teknologi, hvordan de samarbeider med hverandre i team og hvordan de forholder seg til både pasienter, pårørende og sykehus.

Mellom de to rommene er det bygd et observasjonsrom, slik at forskerne kan følge med på og ta opp på video alt som skjer gjennom et enveisvindu. De har også muligheten til å ta opp video fra forskjellige geografiske steder – samtidig – for å studere hvordan helsepersonellet samarbeider med andre.

– Det innføres stadig nye samarbeidsmetoder og nye måter å behandle pasienter på. Det gjør samarbeidet krevende mellom fastleger, hjemmesykepleien, sykehjem og sykehus. Hvis pasienten flytter fra sykehjem til sykehus eller mellom sykehus, hender det at de som har ansvaret for å behandle pasienten, ikke får oppdatert informasjon. Det gjelder spesielt bruken av medikamenter, forteller Anne Moen.

I det nye laboratoriet kan helsepersonellet også trene på hvilke prosedyrer som fungerer best når det kommer inn uklare og ustabile pasienter som de ikke vet hva feiler.

En ny brikke i helsesektoren er kommunale akutt plasser, som har fått den lite spenstige forkortelsen KAD (Kommunal akutt døgnenhet).



UiO:eColab

• Landets første nasjonale forskningslaboratorium for primærhelsetjenesten

• Åpnet høsten 2016.

• Skal brukes til å teste ut hvordan allmennleger, sykehjem, hjemmesykepleien og helsestasjonene kan bedre kommunikasjonen seg imellom og med sykehus.

• Skal teste ut hvordan simuleringer kan brukes til å tilegne seg ny kunnskap i primærhelsetjenesten.

FAKTA

– De pasientene som kommer til KAD, er for dårlige til å være hjemme, men ikke dårlige nok til å havne på sykehus. I forskningslaboratoriet kan vi øve på de rutinene som må til for å gi disse pasientene forsvarlig hjelp, forteller Kenneth Sagedal.

Avansert øvingsdukke. Forskningslaboratoriet skal også kunne brukes til å teste ut hvordan det er mulig å bruke simuleringer til å tilegne seg ny kunnskap.

I dag er simuleringer først og fremst vanlig på sykehus. Et eksempel er simuleringer av kikhullsoperasjoner, der legene kan øve seg på en data-maskin, før de opererer en ekte pasient.

Forskningslaboratoriet har anskaffet en avansert simuleringsdukke.

– Her kan vi øve på alt fra ultralydmålinger av fostre til å måle blodtrykk, sette inn sprøyter og kanyler og til å finne rett åre for blodprøver, noe som ofte kan være vanskelig på gamle pasienter, forteller medisinstudent på sjette året, *Jon Viggo Dolva Sagedal*.

Studentene får dessuten muligheten til å leve seg inn i hvordan eldre pasienter har det, slik som hvor vanskelig det er å bevege seg med reumatisme.

Trikset er å ta på seg tunge og stramme gjenstander rundt knær, albuer og andre steder på kroppen, for å føle hvor tungt det er å bevege seg.

Spesialhansker med elektriske signaler kan brukes til å demonstrere livet til pasienter med

Parkinsons sykdom. Spesialhanskene sørger for skjelvinger i hendene.

– Da kan studentene selv kjenne hvor vanskelig det er å løfte et glass med vann, sier Dolva Sagedal. Apollon testet hanskene og kan love leserne at dette ikke var noen behagelig opplevelse.

Forskningsbasert undervisning. Forskningslaboratoriet ønsker også å prøve ut nye undervisningsmetoder og se om de kan anvendes i den vanlige undervisningen.

– Her kan vi sjekke hvilke metoder som skal til for at studentene skal lære seg helt spesielle prosedyrer. Poenget er å gjøre så kontrollerte eksperimenter som mulig, før universitetet tar dem i bruk i den vanlige undervisningen sin, sier Elin O. Rosvold.

Noe av forskningen er myntet på nye undervisningsmetoder for dem som skal etterutdanne seg.

– Syke bor i dag lenger hjemme enn tidligere. Hjemmesykepleierne må derfor ta seg av dårligere pasienter enn før i tiden. Det krever ny kunnskap og ny teknologi.

Moderne instruksjonsvideoer. Og sist, men ikke minst: Laboratoriet skal også brukes til å lage nye instruksjonsvideoer til e-læring på nett.

– Da slipper vi å gjennomføre opptakene på et vanlig legekantor, der vi må ta hensyn til taushetsplikten når vi filmer pasienter, forteller Kenneth Sagedal. ●

SIMULERING: Her instruerer Elin Rosvold og Kenneth Sagedal hvordan medisinstudent Jon Viggo Dolva Sagedal kan gjennomføre en ultralydundersøkelse.

Hvert år får 2000 babyer atopisk eksem. Hudsykdommen kan gi store plager. Om noen år kan legene oppdage sykdommen tidligere med biomedisinsk optikk.

Skal avsløre hudbetennelse med avansert lys

Tekst og foto: Yngve Vogt

Den dagen Apollon er på besøk i det nye forskningslaboratoriet for primærhelsetjenesten, kommer det inn en to år gammel jente som er plaget av atopisk eksem.

Hun er den første i en serie på hundre pasienter som skal være med på et eksperiment, slik at legene i fremtiden skal kunne oppdage hudsykdommen langt tidligere enn i dag.

Atopisk eksem er en plagsom form for kronisk hudbetennelse som rammer så mange som ett av fem barn under fem år. Tre prosent får sykdommen allerede som spedbarn. Sykdommen er aller vanligst rundt ettårsalderen. Den fører til tørr, kløende og betent hud, med små blemmer når eksem blusser opp. Når hudens barriere mot infeksjoner svekkes, kan det føre til infeksjon i huden. Eksem kan behandles med steroidkrem.

Professor *Per Lagerløv* på Institutt for helse og samfunn ved Universitetet i Oslo treffer stadig på barn med atopisk eksem under sin ukentlige leggjerning ved helsestasjonen på St. Hanshaugen i Oslo.

– Sykdommen er ikke lett å se. Jeg opplever ofte at barna er underbehandlet fordi foreldrene er redde for bivirkninger. Det er ikke enkelt for mor og far å avgjøre hva de skal gjøre når barnet er så lite at det ikke har muligheten til å uttrykke seg selv. Hvis vi blir flinke til å behandle sykdommen, kan vi stoppe utviklingen. Hvis vi ikke stopper sykdommen, kan det, og da er det viktig å skrive *kan* det, fordi vi ennå ikke er sikre på sammenhengen, føre til astma og høysnue i voksen alder, forteller Per Lagerløv.

Uheldigvis er det ikke lett å oppdage eksem i tide. Utslettet er lite synlig i starten, og det er vanskelig å se med det blotte øye hvor alvorlig tilstanden er. I dag diagnostiseres dette først når utslettet plager barnet.

Optisk fingeravtrykk. I det nye forskningslaboratoriet tester han ut, i samarbeid med professor *Lise Lyngsnes Randeberg* ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon på NTNU, en helt ny optisk målemetode som skal gjøre det mulig – også for andre enn spesialister – å oppdage den atopiske eksemen så tidlig som mulig, før plagene blir for ille.

– Vi har utviklet en helt spesiell kamerateknologi som fanger opp langt flere farger enn det et vanlig kamera gjør. Vi håper at det utvidete fargespekteret vil gi et presist fingeravtrykk av sykdommen. Poenget er å lage et verktøy som gjør det lett å følge opp sykdommen og gi riktig behandling tidlig nok, forteller Lise Lyngsnes Randeberg og legger til at de foreløpig befinner seg helt i startfasen.

Planen deres er både å avfotografere den atopiske eksemen til hundre pasienter og ta bilder av huden til friske mennesker for å ha noe å sammenligne med.

Målet er å lage et dataprogram som kan hjelpe til med å diagnostisere atopisk eksem og fastslå hvor langt sykdommen har utviklet seg.

Bildematematikk. Masterstudent *Morten Liland* ved NTNU, som har fordypet seg i biomedisinsk optikk, er med på å utvikle utstyret og algoritmene. En av oppgavene hans er å bruke bildebehandling,



Atopisk eksem

- Plagsom hudbetennelse som rammer 2000 babyer hvert år.

- Sykdommen kan gi store plager.

- En ny optisk målemetode skal kunne oppdage sykdommen tidligere enn i dag.

FAKTA

en vitenskapsgren innen informatikk, for å se på hvilke områder i bildene som har samme type egenskaper.

– Bildene skal behandles, bildestøyen skal fjernes, og vi skal bruke statistiske og matematiske modeller for å beregne hvordan observasjonene kan tolkes, slik at det blir mulig å trekke ut rett informasjon fra hudfotograferingen i fremtidige konsultasjoner, forteller Morten Liland.

Apparatet blir like stort som en skoeske. I første omgang skal systemet prøves ut i spesialisthelsetjenesten, for å se om det virker som det skal.

– Deretter skal vi forenkle utstyret og gjøre det billigere, slik at det også kan brukes i primærhelsetjenesten, forteller Lise Randeberg.

Trenger flere småbarn med eksem. Per Lagerløv er fortsatt på jakt etter nok pasienter til forskningsprosjektet.

– Vi leter etter de minste barna – de under ett år. Det er de minste barna som reagerer med irritasjon og søvnløshet. Det er disse barna som er vanskelig å tolke. Når barna blir eldre, kan de kommunisere på en helt annen måte. De foresatte er klar over at innsatsen deres ikke kan hjelpe deres egne barn, men det er utrolig hvor positive foreldre er til å gjøre noe for fremtidens barn, poengterer Per Lagerløv. ●

ATOPISK EKSEM: Lise Lyngsnes Randeberg utvikler en ny optisk målemetode som skal gjøre det lettere og raskere å oppdage den plagsomme hudbetennelsen atopisk eksem. Hun tester ut metoden på datteren til Inger Marie Gryting, Victoria Gryting (2 år). Per Lagerløv leter nå etter flere barn til uttestingen.

Vil gi økonomiske forbedringer:

– Gi en fast andel av landets inntekter til alle

Ulikhetene i verden vokser. Millioner av mennesker jobber for en inntekt de ikke kan leve av. Velferdsstater og fagforeninger er under press. En grunnlønn som vokser i takt med økonomisk framgang, kan snu utviklingen, mener to framstående økonomer.

Tekst: Trine Nickelsen • Foto: Ola Sæther

Garanterte minsteinntekter som for eksempel borgerlønn gir trygghet for alle. Går det an å utforme ordningene på en måte som også gir en positiv økonomisk og sosial utvikling?

Problemstillingen er aktuell. Debatten om borgerlønn pågår intenst både i rike og fattige land. I Sveits var det folkeavstemning om innføring av borgerlønn i fjor. Finland planlegger systematiske eksperimenter i år. India prøver også ut forsiktige varianter av ordningen.

I debatten er det støttespillere og motstandere på begge sider av det politiske spekteret. Noen

ønsker å få bort tungroddede velferdsstatsordninger. Andre mener ressursene trengs mer til andre formål, som helse og utdanning. Mens atter andre ønsker midlertidige støtteordninger som forsvinner etter hvert som landet blir rikere, argumenterer noen med at bare velstående land har råd til borgerlønn.

Utviklingsbonus i alle land. – Erfaringer fra hele verden viser akutt behov for nye og enkle måter å omfordele inntekt på, sier *Kalle Moene*, som leder forskningssenteret ESOP på Universitetet i Oslo, og hans indisk-amerikanske kollega, *Debraj Ray*, som er tilknyttet senteret.

AKUTT: – Erfaringer fra hele verden viser akutt behov for nye og enkle måter å omfordele inntekt på, sier Kalle Moene og Debraj Ray.

Ray regnes blant de fremste økonomiske teoretikere og utviklingsøkonomer i verden. For jul besøkte han Universitetet i Oslo.

De to økonomene argumenterer for et annet alternativ – garantert minsteinntekt som en utviklingsbonus:

– Vi foreslår en minsteinntekt til alle som en fast andel av den samlede, nasjonale inntekten – *Universal basic share* (Ubs). Dermed kan ordningen innføres i alle land, fattige som rike. Den vil fungere like godt i India som i Norge.

De viser til at Ubs også kan stå for *Universal basic services* og dessuten *Utviklingsbonus*. Det er ingen motsetning mellom dem.

– Ubs i kontanter kan stimulere Ubs i tjenester. En slik utviklingsbonus kan øke støtten til velferdsstaten. Den gir sterke insentiver til videre vekst, likhet og effektivitet, så vel som til samhold og kollektiv fornuft, framholder Moene.

Debraj Ray regnes blant de fremste økonomiske teoretikere og utviklingsøkonomer i verden. Under universitetets jubileumsår i 2011 ble han utnevnt til æresdoktor. For noen uker siden besøkte han Oslo.

– I India pågår nå en politisk debatt om å innføre en grunnleggende inntekt til alle. Det er interessant fordi India er et fattig land. Hvordan kan inderne ha råd til noe sånt? Det er verdt å merke seg at den indiske staten allerede deler ut enorme summer i ineffektive subsidier. Nå tar mange til orde for at staten kan bruke disse midlene mer effektivt ved å gi innbyggerne penger direkte. Da oppstår imidlertid et nytt problem: at utbetalingene spises opp av inflasjon.

Ikke fast pengesum. Kalle Moene og Debraj Ray har kjent hverandre i mer enn 30 år, og har forsket, undervist og reist sammen, både i Europa, USA og India. I lengre tid har de diskutert hvordan det er mulig å få til en ordning med garantert minsteinntekt som ikke bare hjelper de dårligst stilte i samfunnet, men også stimulerer til økonomiske forbedringer. Da bør ytelsen ikke utgjøre en bestemt pengesum, mener de, men heller avhenge av den samlede inntekten i landet.

De to økonomene ser for seg at 10 til 12 prosent av landets inntekter settes av til en universell grunnlønn. I India skal denne pengepotten deles på drøye 1,2 milliarder mennesker, og hver enkelt vil da få en lønn som tilsvarer dagens fattigdomsgrense, i Norge vil det utgjøre om lag 90 000 kroner.

– Poenget er nettopp å koble utbetalingene med landets generelle velstand. Det har tre viktige implikasjoner, påpeker Ray: For det første får de fattige et beløp som er uavhengig av egen inntekt. For det andre blir beløpet som utbetales, automatisk tilpasset inflasjonen. For det tredje trenger ikke

folk å kjempe for at myndighetene skal justere beløpet i takt med velstandsutviklingen.

– *Hvorfor kommer disse forslagene nå?*

– Stikkord er: arbeidsløshet, ulikhet, globalisering og automatisering av produksjonen. De som eier robotene, behersker verden. Med Ubs som garantert inntekt, får også vanlige folk eiendomsrett til robotene og dermed mer makt. Det gjelder ikke bare robotene, men alle typer teknologiske framskritt som øker inntektene. Grunnlønnen vokser etter hvert som den teknologiske utviklingen skyter fart. Ordningen gjør at alle får del i velstandsutviklingen.

– *Kommer utbetalingen av en slik grunnlønn til å erstatte andre velferdsordninger?*

– Nei. Forslaget er at dette kommer på toppen, så får folk selv velge gjennom vanlige politiske kanaler hvilke justeringer de ønsker i sosialpolitikken. Grunnlønnen vi foreslår, kan også implementeres som del av velferdsordningene. Den kan gis i form av tjenester eller i form av kontanter. Poenget er å dele og at det er en fast minsteandel.

Moene viser til at velferdsstaten er under angrep i de fleste europeiske landene. Mange land har støtteordninger som ofte vurderes som uverdige og skambelagte. Med garantert utviklingsbonus i bunn blir det ikke nødvendig å begrense disse ordningene formelt. De vil uansett forsvinne etter hvert som ingen lenger kvalifiserer for å få dem.

– Ubs har klare likheter med andre velferdsstatsordninger. Selv om andelen ikke er skrevet ned, er det en slags forpliktelse i velferdsstater der ordningene er knyttet til utviklingen av landets inntekter, slik som i Norge. Bonuselementet i den garanterte grunnlønnen gir en enda klarere sammenknytning.

God økonomi, sunn fornuft. Med den universelle utviklingsbonusen får alle interesse av å øke landets inntekter. For eksempel får alle i Norge noe tilbake ved lønnsmoderasjon for å opprettholde konkurransekraften på verdensmarkedet. Denne fellesinteressen er bygd inn i systemet når alle får en andel av nasjonalinntekten.

– Mange land går for tiden gjennom store omstillinger. Med en utviklingsbonus får alle en andel av omstillingsgevinstene. Vi får en omfordeling som er produktivitetsfremmende, understreker de to økonomene.

Det er for eksempel mange gode grunner til å omdanne den uformelle delen av økonomien i utviklingsland der aktiviteten verken er registrert eller arbeidsforholdene kontraktfestet.

– Med Ubs kan alle få en andel av gevinstene ved å få orden på de uverdige forholdene. Det blir

FAKTA

Ubs

• Forkortelse for Universal basic share, Universal basic services og utviklingsbonus.

• Debraj Ray og Kalle Moene foreslår å innføre en garantert minsteinntekt som en fast andel av landets nasjonalinntekt.

• Ordningen kan innføres i alle land, fattige som rike.

• Den kan fungere som en utviklingsbonus som kan bidra til at alle får en interesse av økonomisk framgang og effektivitet.

Debraj Ray

• Professor i økonomi ved New York University

• Regnes blant de fremste økonomiske teoretikere og utviklings-økonomer i verden.

• Medredaktør i det prestisjetunge tidsskriftet *The American Economic Review*.

Kalle Moene

• Professor i økonomi ved Universitetet i Oslo

• Han har særlig arbeidet med problemstillinger knyttet til ulikhet og utvikling både i rike og fattige land.

• Leder av ESOP, som i en tiårsperiode ble finansiert av Norges forskningsråd som et senter for fremragende forskning.

derfor et sterkere ønske fra hele befolkningen om å formalisere disse ansettelsesforholdene og å registrere aktiviteten – og dermed øke den registrerte nasjonalinntekten som folk får en andel av.

Ray og Moene påpeker at alle land trenger en fornuftig, økonomisk politikk.

Hvordan skal en få politikerne til prioritere rett? Nettopp ved å gi vanlige folk utviklingsbonus av resultatene som de rette prioriteringene gir. Da får folk en interesse av å stemme på politikere som prioriterer rett, og til å organisere seg i tråd med breie samfunnsinteresser.

– Likedan kan folk presse på for å få nyttige investeringer i infrastruktur, så lenge alle får del i forbedringene – og del i den økonomiske forbedringen. I India fyller bare tre prosent av befolkningen ut en selvangivelse, bare én prosent betaler skatt. Når land forplikter seg til å sette av en tidel av nasjonalinntekten til grunnlønn til alle, skaper det et sterkt politisk press for å utvide skattegrunnlaget og å formalisere den økonomiske aktiviteten. Et slikt politisk krav vil være populært. Langt flere må betale skatt og bidra til fellesskapet. Utviklingsbonusen stimulerer til kollektiv fornuft.

Styrker fagbevegelsen. Debraj Ray og Kalle Moene viser til at en omfattende fagbevegelse lenge har lyktes med å beskytte lavinntektsgrupper. Men nå svekkes slike kollektive organisasjoner i land etter land.

– En ordning med Ubs kan bremse tilbakegangen, og kanskje skape nye organisasjoner. Alle får mer interesse i den samlede overordnede, økonomiske utviklingen – på tvers av bedrifter, sektorer og regioner, og de kan tjene på samordning. – *Når vi får noe uten å måtte jobbe for det, vil vi ikke da helst slutte å jobbe?*

– Bekymringen er trolig grunnløs. Studier av velferdsstaten viser det motsatte. Når folk får en økonomisk basis å stå på, jobber de mer enn før, ikke mindre. Mens de er på jobb jakt, kan de lettere ta utdanning, foreta mer reelle valg og finne jobben som passer og som de liker, presiserer Moene.

Ray framholder at ordningen er viktig for alle land, men aller mest for utviklingsland.

– Både rike og fattige land kan tjene på globaliseringen. Men innad i hver type land er det vinere og tapere. Globaliseringen innebærer at folk i rike land kan tape fordi de må konkurrere med land som har billig arbeidskraft. Folk i fattige land må derimot konkurrere med land som har bedre og mer kapital. Fattige land importerer høyteknologiske varer som er kapitalintensive. Rike land importerer lavteknologiske varer som er arbeids-

intensive. Arbeidstakerne i begge typer land trenger omfordeling mellom vinnere og tapere – og dermed en Ubs – men av litt forskjellige grunner.

Gir maktesløse makt. De to økonomene er opp-tatt av mulighetene ordningen med garantert minsteinntekt gir sårbare grupper. De fleste dårlig betalte jobbene utføres av arbeidere med lite utdanning og uten makt til å protestere mot dårlige vilkår i frykt for å miste jobben.

– Garanterte minsteinntekter kan forhindre noe av dette. De maktesløse får makt. De blir sterkere etter hvert som inntektene i økonomien vokser. Arbeidsevnene øker, og de blir ikke hengende etter i utviklingen.

– *Hvor effektiv er ordningen i å begrense fattigdom?*

– En universell støtte til alle er ikke nødvendigvis beste måte å redusere fattigdommen på. Den beste måten er å målrette ytelsene, men det kan være umulig på grunn av insentiver, korrupsjon og administrasjonskostnader. I en slik situasjon må vi ty til nestbeste løsning. Vi mener at en universell utviklingsbonus er en fantastisk nestbeste løsning, understreker Ray.

– Universelle ordninger er dessuten mer populære politisk, legger Moene til. – Faktisk er støtten som går til de dårligst stilte gruppene i samfunnet, høyest der ordningene er universelle. Det er en viktig lærdom. Det betyr at ordningen har oppslutning langt inn i middelklassen, noe som ikke ville vært tilfelle med mer målrettede tiltak.

Brukes som brekkstang. Moene framholder at garanterte minsteinntekter som en fast andel av nasjonalinntekten kan være et godt tillegg til FNs sosiale utviklingsmål.

– Et forslag kunne være at alle land i verden forplikter seg til at en bestemt andel av nasjonalinntekten skal deles på alle innbyggere. En slik ordning ville også støtte opp om FNs bærekraftmål nummer 1: Utrydde alle former for fattigdom i hele verden, og nummer 10: Redusere ulikhet i og mellom land.

– Tenk på det som en del av menneskerettighetene. De er universelle. Det er pinlig ikke å følge dem. Landene vokter på hverandre. Følelsen av forpliktelse blir sterk. Grupper i hvert land kan bruke den internasjonale avtalen som brekkstang i eget land.

Ray og Moene viser til at slagord som «Først utvikling, så fordeling» er basert på løfter som sjelden blir oppfylt. Økonomisk utvikling er en uendelig prosess, og omfordelingen kan alltid komme senere. Og da blir det gjerne så sent som mulig.



FOTO: NTB SCANPIX

HELSE OG SKOLE: – Styrk heller landets helsetjeneste og skoler, enn å gi kontantoverføringer til husholdningene, sier Jeffrey Sachs.

FAKTA

Jeffery Sachs

• Jeffrey Sachs er professor i økonomi og leder for the Earth Institute ved Columbia University i New York.

• Sachs var spesialrådgiver for FNs generalsekretær Kofi Annan og Ban Ki-Moon, og stod sentralt i arbeidet med FNs tusenårsmål og de nye målene for bærekraftig utvikling.

• Sachs er to ganger blitt rangert som en av verdens 100 mest innflytelsesrike personer av Time Magazine.

– Toleransen for et bestemt nivå av ulikhet i dag, påvirker den politiske muligheten til å fordele i morgen. Det er ingen hemmelighet at økonomisk utvikling skaper økonomiske og politiske interesser som arbeider for å opprettholde fordelingen. Stor ulikhet genererer liten støtte til god fordelingspolitikk.

– **Det haster!** Debraj Ray og Kalle Moene mener det haster med å innføre nye måter å dele på.

– Om vi har rett i at en grunnlønn til alle har klare sosiale gevinster for samfunnet, ved at svake grupper blir sterkere og ved at produktiviteten øker, er det viktig å komme i gang. For når ulikhet-

ene blir enda større, når noen få er blitt søkkrike på ny teknologi og ujevn utvikling, er det vanskelig å gjøre noe. Utsettelse betyr bare at mulige gevinster ved ordningen går tapt, at folk frarøves de fordelene de kunne ha hatt, advarer de.

– Når alle får en utviklingsbonus – i form av en garantert minsteinntekt – får vi også politiske endringer. Først da kan vi forvente at den økonomiske politikken blir tilpasset folks behov for helse, skole og andre offentlige tjenester, framholder Ray og Moene.

– Alle land trenger kontinuerlig omfordeling – slik utviklingsbonusen bidrar til det. ●

– Det finnes bedre måter

– Det finnes bedre måter for et fattig land å bruke livsviktige skatteinntekter på, enn på borgerlønn til alle, sier Jeffrey Sachs.

Apollon har spurt den anerkjente FN-rådgiveren og økonomen Jeffrey Sachs om å kommentere forslaget fra Debraj Ray og Kalle Moene.

– Motivasjonen bak en ordning med universell grunnlønn er riktig: markedøkonomien trenger betydelig omfordeling via skatter og overføringer for å få til en rettferdig og effektiv økonomi, sier Sachs.

Han viser til at omfordeling av inntekt bidrar til økonomisk rettferdighet ved å minske gapet mellom fattig og rik, og at omfordeling også bidrar til effektivitet gjennom å sette alle innbyggere, fattig som rik, i stand til å investere sin helse, utdanning og kompetanse slik at de kan nå sitt potensial.

– Ikke bare de fattige landene, men alle samfunn taper når velstanden ikke fordeles. Dette er en del av grunnholdningen til den sosialdemokratiske politikken, som så vellykket er blitt satt ut i livet i de skandinaviske landene i snart hundre år. Den samme grunnholdningen ligger bak de nye målene for bærekraftig utvikling som alle FNs 193 medlemsland ble enige om i 2015, påpeker Sachs.

– **Grunnlønn ikke viktigst.** FN-rådgiveren viser til Debraj Ray og Kalle Moenes forslag om at alle land bør sette av en viss del av sin nasjonalinntekt, for eksempel 12 prosent, til inntektsoverføringer til alle husholdninger i landet.

– Jeg støtter tanken om å omfordele ressursene

gjennom skattesystemet. Men jeg mener at det finnes bedre måter for et fattig land å sikre en bærekraftig utvikling på, enn å bruke sine livsviktige skatteinntekter på en form for borgerlønn, sier Sachs.

For et typisk lavinntektsland, med et underfinansiert og derfor dårlig, offentlig helsevesen og utdanningssystem, mener han, er det langt bedre å bruke en eventuell økning i inntektene nettopp til å styrke landets helsetjenester og skoler, enn å finansiere kontantoverføringer til husholdningene.

– **Trenger aktiv stat.** Enkelte liberalistiske markdstilhengere sier at det er nok bare å gi penger direkte til de fattige, og at dette vil gi bedre helsestell, utdanning og til og med godt styresett, veier og annen infrastruktur. – Jeg tror dette er helt på jorden. Vi bør ikke forvente at markedet sørger for et effektivt nivå av offentlige varer og tjenester gjennom privat etterspørsel, poengterer Sachs.

– Moralen er: økonomisk likhet og effektivitet krever store offentlige inntekter og en aktiv stat som omfordeler inntekt både i kontanter og i natur-alier. Vi trenger gratis, offentlige helsetjenester og utdanning som er skreddersydd til forholdene og behovene i hvert enkelt land. Den sosialdemokratiske forestillingen om en grunnlønn til alle, er riktig og viktig, men den må ikke gå på bekostning av andre og viktigere tiltak. ●



Anmeldt av Dion Rüsselbæk Hansen



Kristian Andenæs og Jorunn Møller (red.): RETTEN I SKOLEN
Mellom pedagogikk, juss og politikk

Universitetsforlaget
2016

KRISTIAN ANDENÆS er professor emeritus i rettssosiologi ved Institutt for kriminologi og rettssosiologi, Det juridiske fakultet, Universitetet i Oslo.

JORUNN MØLLER er professor i pedagogikk ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Universitetet i Oslo.

DION RÜSSELBÆK HANSEN er lektor og ph.d. i uddannelsesvidenskab ved Institut for Kulturvidenskaber, Syddansk Universitet.

Lov og rett i skolen

Hvorfor skal lov- og retsmæssige logikker spille en tiltagende rolle i skolen?

Hvem har ret og plikt til at gjøre hvad ved hvem og hvorfor? Hvordan skal/bør denne ret og plikt utspille seg i såvel pædagogiske som i undervisningsmæssige praksisser? Hvorfor skal lov- og retsmæssige logikker spille en tiltagende rolle i skolen? Sådanne spørsmål tages der fat på i antologien "Retten i skolen – mellom pedagogikk, juss og politikk", der er redigeret af Kristian Andenæs og Jorunn Møller.

UDOVER et forord og en indledning består bogen af 16 kapitler, der er inndelt i fem overordnede dele. I første del settes der fokus på en række uddannelsespolitiske spørsmål, hvorefter vi i anden del presenteres for analyser af politiske styringsdokumenter og vejledninger. I del tre, "Profesjonsutøvelse" tematiseres bl.a. rektors blik på en række sagsforhold som barnets/elevens ret til specialundervisning, et godt psykosocialt miljø og tilpasset opplæring (kap. 8), ligesom der tages fat i den retslige regulering, der knytter seg til et godt psykosocialt skolemiljø (kap. 9). Del fire handler om nasjonalt tilsyn. I kapitel 15 presenterer fx Jeffrey Brooks Hall en interessant analyse af, hvordan den uddannelsespolitiske utvikling har taget seg ut i Norge og i Sverige. Trods en række forskelle, fx de mere radikale sanksjonsmuligheter, der eksisterer i Sverige, hvis 'varen ikke leveres', så viser lighederne også, at den politiske intervensjon i skolemæssige praksisser i form af fx tilsyn er eskalerende. Bogen afrundes i del fem.

BOGEN skriver seg ind i en (trans-)nasjonal uddannelsespolitisk kontekst, hvor der er fokus på kvalitetssikring, ansvarliggjørelse, kontrol og regulering, der på en og samme tid (u)muliggjør visse former for frihed og styring. Som det artikuleres i antologiens indledning, så er det samtidens tendens til detaljeret (politisk) regulering og til at henvise til love og retsregler, når forskjellige konfliktuerende sagsforhold skal håndteres, der aktualiserer et behov for at kigge nærmere på, hvad dette betyr for forskjellige typer (rets-)subjekter og praksisser i skolen.

FX kigger Kirsten Sandberg i kapitel 2 nærmere på begrebet 'barnets bedste', og hvordan hensynet hertil i skolen må medreflekteres i forhold til de avgjørelser, der treffes, og de begrunnelser der gives. Nu er det ikke en uproblematisk affære at tage hensyn til barnets bedste, thi dette alltid må vurderes partikulært og alltid gjøres ut fra såvel en

generel som en konkret viden og innsikt om det singulære barn. Barnets retssikkerhet tematiseres i kapitel 3. Her fokuserer Helga Aune bl.a. på barnets ligeret til pædagogisk udbytte uafhængigt af dets køn. Aunes ambition er viktig: at problematisere selvfølgelige kønsrollemønstre, der kan van-skeliggjøre ligestilling i skolen. Spørsmålet er dog, hvorvidt og hvor langt skolen kan og skal gå for at problematisere gjældende kønsrollemønstre? Hvilke private anliggender kan gjøres til offentlige skoleanliggender, og hvilke demokratiske problemer kan det afføde? Ej at forglemme er, at skolen næppe alene kan overkomme stigmatiserende kønsrollemønstre, eftersom de (re)produceres i mange praksisser udover skolen på godt og ondt.

ANTOLOGIEN er overordnet set yderst vedkommende og interessant. Den leverer en god såvel faglig som saglig innsikt i lov- og retsmæssige sagsforhold, der i tiltagende grad skal medreflekteres i de daglige skolepraksisser. Imidlertid savnes en kritisk stillingtagen til denne tendens, der ikke er uden konsekvenser for måden, som det (ud)dannelsesmæssige oppdrag kan og skal varetages på i skolen.

DET, som understreges på udmærket vis i flere af kapitlerne, er, at trods en skærpet lov- og regelmæssig regulering, så fritager det ikke de profesjonelle for at udøve skøn. Inspireret af Lacan kan det hævdes, at denne og hin lov og/eller retsregel (der hidrører den symbolske orden) aldrig får 'det hele med'. Der er alltid noget (det Reelle), der undslipper den store Anden; loven og/eller reglen (symboliseringen). Den professionelle er altså nødsaget til at skønne, hvordan han eller hun skal forholde seg til alt det, som der ikke gives svar på ved at frekventere en given lov og/eller regel.

Når dette er tilfældet, hvad kan man så som profesjonel holdes ansvarlig for? Kan man overhovedet holdes ansvarlig for den andens (her barnets og elevens) udbytte? Og er det ikke en ideologisk fantasme at forestille seg, at man kan lovgive om barnets/elevens ret til et bestemt udbytte? Sådanne nogle grundlæggende spørsmål diskuteres ikke i bogen, hvilket ville have været ganske kærkomment. ●



Kristin Bech: FRA ENGLISC TIL ENGLISH
Et språk blir til

Pax forlag 2016

KRISTIN BECH har engelsk språkhistorie som sin spesialitet. Hun er førsteamanuensis i engelsk språk ved Universitetet i Oslo, har en doktorgrad i engelsk språkhistorie og forsker særlig på utviklingen av engelsk setningsstruktur.

PER EGIL HEGGE har vært redaktør i Aftenposten og A-magasinet, korrespondent i Washington DC, London og Moskva. Han er i dag blant annet kjent for sin faste språkspalte i Aftenposten.



Anmeldt av Per Egil Hegge

Forbilledlig språkformidling

Det er ikke selvsagt at språkhistorie kan fremstilles på en engasjerende og rent ut munter måte. Men det har Kristin Bech klart i sin bok om hvordan verdensspråket engelsk ble til.

I mange år, helt til det smuldret opp, lå det i lommeboken min et lite utklipp fra London-avisen The Times, en minnenotis som hadde stått på første side 14. oktober 1963: «In admiring memory of King Harold of England, killed in action defending his country against the invader. October 14th, 1066.»

At slaget ved Hastings og Vilhelm Erobrerens seier fikk strategiske konsekvenser, hadde jeg lært på gymnasen. Det er Kristin Bechs fortjeneste at hun bruker den historiske tildragelsen som en del av sin fascinerende rammefortelling om en av mange grunner til at utviklingen av det engelske språket tok en helt annen retning enn det ellers ville ha gjort.

SPRÅKUTVIKLING ER noe langt mer enn endrede endelser, bortkomne kasus og import av ord. Den påvirkes og formes ikke bare av kulturpolitikk, men også av krigshistorie, og oppgjøret ved Hastings er et slagkraftig og pedagogisk velegnet eksempel.

For hvis nå kong Harald Godwinson ikke hadde vært utkaset av oppgjøret ved Stanford Bridge mot Harald Hardråde tidligere på året, hadde han kanskje slått den påtrengende Vilhelm i oktober. Flommen av franske innlånsord kunne ha stoppet før den begynte, engelsk hadde vært noe helt annet, og det hadde vært utenkelig at noe så fornemt som den engelske hosebåndsordenen hadde hatt et fransk mantra som motto: Honi Soit Qui Mal y Pense – skam få den som tenker ondt om det.

Problemet – som kanskje ikke er noe problem for franskmenn – er jo at hosebåndet sitter uanstendig høyt oppe på låret. Språkhistorie er dermed også mentalitetshistorie.

Alt dette, eller det meste av det, får Kristin Bech med seg i en formidling som det gnistrer av. Hun er morsom uten å være flåsete, og hun presterer mye forbilledlig intelligent humor mellom de komparative oversikter over bøyningsendringer gjennom århundrene. Når hun skal pakke inn godt over tusen år på 250 sider, kan det heller ikke bli for detaljert. Selv de som har puslet litt med lingvistikk, er nok takknemlige for det.

HUN TAR UTVIKLINGEN frem til vår tid, og hun får fortalt leseren at det nok ikke stopper her. Engelsk har utviklet seg i forskjellige retninger – det er ikke lenge siden magasinet Time hadde en forside med den fengende tittelen «The Empire Writes Back»: En presentasjon av indiske, pakistanske, srilankiske, canadiske og karibiske forfattere som utnytter sine stedbundne uttrykksmåter til noen ekstra fargesjatteringer på det språket som Shakespeare og Dickens preget.

Som eksempel på Kristin Bechs fremstillingsevne kunne det være en tanke å bruke hennes kapittel om det store vokalskiftet, det som forklarer hvorfor ordet for 'jeg' skrives I og uttales [ai]. Det ble uttalt [i] for 700 år siden. Det vet vi, eller Bech gjør det i alle fall, på grunn av poeten Geoffrey Chaucers heltemodige rimstrev i Canterbury. Hadde det ikke vært for det store vokalskiftet rundt 1400, hadde britene kanskje fremdeles sagt [i] og kunne ha blitt tatt for alminnelige romsdalinger eller snåsninger. Der ser man i et glimt hva Vilhelm Erobreren fikk avverget for 950 år siden.

NÅR FORFATTEREN forlater tabellene, klargjør hun hvor smidig engelsk er, og hvilken sterk påvirkningskraft og eksportevne som dermed ligger i dette språket. Importpresset gjør seg gjeldende i alle europeiske samfunn i dag; bare islendingene, sjakkspillere som de er, har klart å sette opp et forsvar av karjakinsk kvalitet. Bech tar for seg det lettfattelige skiltet på undergrunnsstasjonene i London (og New York): «Mind the Gap». I Berlin, forteller hun, hører man en stemme som sier: «Bitte beachten Sie beim Aussteigen die Lücke zwischen Zug und Bahnsteigkante», og hun tilføyer for egen regning: «Man har for lengst falt ned på skinnegangen før setningen er slutt.»

HVIS DU TROR du ikke er interessert i språkhistorie, og er sikker på at det kan du aldri bli, er det jo mulig at du har rett. Men du har en uvanlig motstandskraft og standhaftighet hvis du fremdeles er uinteressert etter å ha smakt på de første 30 sidene av Kristin Bechs tilbivelseshistorie om et språk som vi alle ustyppelig hører og ser på alle kanter i dagens verden. ●



Returadresse:
APOLLON
Universitetet i Oslo
Postboks 1076 Blindern
NO-0316 Oslo

APOLLON

FORSKNINGSMAGASINET



Når nytt liv blir til

NESTE UTGAVE: Å gå gravid, føde – og bli født. En lykkelig del av livet for noen, en livsfarlig del av livet for andre.

Svangerskap, fødsel og spedbarnstid er tema for neste nummer av Apollon.



www.apollon.uio.no

