

Vand & Jord er et dansk fagtidsskrift med artikler og debat om miljøforhold i vore ydre omgivelser. Emnerne omfatter alle forhold i vandets kredsløb, rent eller forurenet. Tidsskriftet formidler ny og aktuel viden til alle, der arbejder med og har interesse i dansk og international miljø- og naturbeskyttelse.

Vand & Jord er uafhængig af organisations- og firma-interesser.

© Selskabet for Vand & Jord  
og Forlaget Nepper & Stagehøj

#### REDAKTION:

Charlotte Kjergaard, Aarhus Universitet, ansv.  
Steen Ø. Dahl, Orbicon  
Mogens Henze, DTU  
Claus Hagebro, ICES  
Søren Brandt, Herning Kommune  
Anja Skjoldborg Hansen, Aarhus Universitet

#### REDAKTIONSKOMITÉ:

Frede Ø. Andersen, Syddansk Universitet  
Carsten Hunding, konsulent  
Tina Pedersen, Struer Kommune  
Inga Sørensen, VIA UC  
Flemming Jørgensen, Miljø og Klima  
Anders Erichsen, DHI  
Thomas Kirk Sørensen, DTU-AQUA  
Kristine Garde, Scion DTU  
Elin Dichmann Jensen, ALECTIA  
Birgit Paludan, Greve Forsyning  
Benjamin Nielsen, konsulent

Redaktionskomitéens medlemmer er personligt valgt.  
De tegner i Vand & Jord-sammenhæng ikke de firmaer eller institutioner, hvor de er ansat.

Mekanisk, fotografisk eller anden gengivelse er kun tilladt i overensstemmelse med overenskomst mellem Undervisningsministeriet og Copy-Dan. Enhver anden udnyttelse er uden selskabets og forlagets skriftlige tilladelse forbudt ifølge gældende dansk lov om ophavsret.  
ISSN 0908-7761

Abonnementspris 2014 – 4 numre pr. år  
Institutionsabonnement: kr. 545,00 inkl. moms  
Privat abonnement: kr. 210,00 inkl. moms.  
Studerende-abonnement: kr. 120,00 inkl. moms.  
Alle priser er inkl. forsendelse.

Se mere på <http://www.vandogjord.dk/>  
– her findes også forfattervejledning

PRODUKTION: Vand & Jord ApS  
LAYOUT: Forlaget Nepper & Stagehøj  
TRYK: P. E. Offset & Reklame A/S, Varde

#### UDGIVER OG ABONNEMENT:

Forlaget Nepper & Stagehøj  
Nøjsomhedsvej 19, st.tv.  
2100 København Ø  
Tlf. 35 26 45 31  
e-mail: vandogjord@oncable.dk

#### ANNONCER:

Claus Hagebro  
Fuglevænget 10  
3520 Farum  
Tlf. 44 95 07 60  
e-mail: hagebro3@hotmail.com

Forsidefoto: Stensætning ved Storebælsbroen, Nyborg.  
Foto af Martin Macnaughton. Fra bogen 'Livet under overfladen'.

# VAND & JORD

Nr. 3  
21. årgang  
september  
2014

|                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Synspunkt: Viden der gør os i stand til at handle</b> .....                                                                                                       | 82  |
| <i>Sofie Carsten Nielsen</i>                                                                                                                                         |     |
| <b>Aktuelt</b> .....                                                                                                                                                 | 83  |
| <b>Centre for Regional change in the Earth System (CRES)</b> .....                                                                                                   | 84  |
| <i>Jens Hesselbjerg Christensen</i>                                                                                                                                  |     |
| <b>IPCCs SRES udslipsscenarioer og de nye RCP scenarioer</b> .....                                                                                                   | 86  |
| <i>Jens Hesselbjerg Christensen</i>                                                                                                                                  |     |
| <b>Usikkerhed på fremtidsscenarioer</b> .....                                                                                                                        | 89  |
| <i>Jens Hesselbjerg Christensen, Fredrik Boberg, Ole Bøssing Christensen, Martin Olesen &amp; Martin Drews</i>                                                       |     |
| <b>Klimamodeller og fremtidens ekstremnedbør</b> .....                                                                                                               | 93  |
| <i>Ida Bülow Gregersen, Henrik Madsen &amp; Karsten Arnbjerg-Nielsen</i>                                                                                             |     |
| <b>Ændringer og variationer i ekstremregn fra 1874 til 2100</b> .....                                                                                                | 98  |
| <i>Ida Bülow Gregersen, Henrik Madsen &amp; Karsten Arnbjerg-Nielsen</i>                                                                                             |     |
| <b>Virker klimatilpasning i en meget varmere verden?</b> .....                                                                                                       | 103 |
| <i>Karsten Arnbjerg-Nielsen, Lykke Leonardsen &amp; Henrik Madsen</i>                                                                                                |     |
| <b>Risikovurdering for oversvømmelser i byer</b> .....                                                                                                               | 106 |
| <i>Kirsten Halsnæs &amp; Per Skougaard Kaspersen</i>                                                                                                                 |     |
| <b>Vandressourcer i en 6 graders varmere verden</b> .....                                                                                                            | 112 |
| <i>Torben O. Sonnenborg, Ida B. Karlsson, Jens Christian Refsgaard &amp; Karsten Høgh Jensen</i>                                                                     |     |
| <b>Nordisk landbrug i en meget varmere verden</b> .....                                                                                                              | 117 |
| <i>Jørgen E. Olesen, John R. Porter, Manuel Montesino San Martin, Mohamed Jabloun, Isik Öztürk &amp; Miroslav Trnka</i>                                              |     |
| <b>Effekter af et 6 graders varmere klima på danske søers tilstand</b> .....                                                                                         | 121 |
| <i>Dennis Trolle et al.</i>                                                                                                                                          |     |
| <b>Scenarier for fremtidens arealanvendelse i Danmark</b> .....                                                                                                      | 126 |
| <i>Jørgen E. Olesen, Erik Jeppesen, John R. Porter, Christen Duus Børgesen, Dennis Trolle, Jens Christian Refsgaard, Torben Sonnenborg, Ida Bjørnbolt Karlsson</i>   |     |
| <b>Scenarier for fremtidig kvælstofbalance og -udvaskning i Odense Å opland</b> ...130                                                                               |     |
| <i>Jørgen E. Olesen, Erik Jeppesen, Christen Duus Børgesen, Dennis Trolle, Isik Öztürk, Jens Christian Refsgaard, Torben Sonnenborg &amp; Ida Bjørnbolt Karlsson</i> |     |
| <b>Scenarier for fremtidig vandbalance og vandstrømning i Odense Å</b> .....134                                                                                      |     |
| <i>Torben O. Sonnenborg, Ida Karlsson, Dennis Trolle, Christen Duus Børgesen, Erik Jeppesen, Jørgen E. Olesen &amp; Jens Christian Refsgaard</i>                     |     |
| <b>Nordisk klimatilpasningskonference 2014</b> .....                                                                                                                 | 138 |
| <i>Martin Drews &amp; Martin Olsen</i>                                                                                                                               |     |
| <b>Brugerbehov og forskningsfokus</b> .....                                                                                                                          | 141 |
| <i>Martin Drews, Flemming Gertz, Torben Weiss Garne, Niels Philip Jensen, Carsten Jespersen, Gert Laursen, Jørgen E. Olesen &amp; Jens Hesselbjerg Christensen</i>   |     |

# Viden der gør os i stand til at handle

Klimaudfordringerne kan ikke løses fra den ene dag til den anden. Klimaudfordringerne er komplekse, og der findes ingen lette løsninger, som umiddelbart kan implementeres, hverken i Danmark eller globalt. Det er et område, hvor forskningen kan gøre en enorm forskel, og hvor det samfundsmæssige udbytte af investeringen i tværfaglig forskning kan blive stort.

Der var nok af udfordringer at tage fat på, da Center for regionale klimaforandringer (CRES) blev etableret i 2009 med en bevilling på 29 mio. kr. fra Det Strategiske Forskningsråd. Og selv om CRES, her fem år senere, ikke har frembragt forskning, som med et slag kan løse de globale klimaudfordringer, så har CRES leveret mange væsentlige resultater, som bidrager både til tilrettelæggelse af klimatilpasningen i Danmark og til de internationale klimaforhandlinger i FN's klimapanel IPCC.

Klimaudfordringerne er – som så mange af de udfordringer, vi står over for – globale, og netop derfor er det så vigtigt, at vi ikke glemmer det internationale perspektiv. CRES er et eksempel på, at dansk forskning også kan gøre sig gældende internationalt. CRES arbejder sammen med anerkendte udenlandske forskere, og der står stor international respekt om CRES's forskning. Den er bl.a. publiceret i meget anerkendte tidsskrifter som Nature og Science.

CRES er også et eksempel på, at forskningen kan yde et væsentligt bidrag til forståelsen af klimaudfordringen og derved understøtte tilrettelæggelsen af en mere robust politik for klimatilpasning. Et informeret beslutningsgrundlag og ny viden er helt afgørende for at kunne takle udfordringerne med klimatilpasningen på en måde, hvor samfundet får de mindste ulemper og de laveste omkostninger.

Da CRES startede var det ret usædvanligt, at mange forskellige brugere – kommunerne, rådgivende ingeniører, landbruget, virksomheder – allerede fra starten blev inddraget i samarbejdet. Men i lyset af at behovet for klimatilpasning kan påføre danske kommuner store udgifter i fremtiden, ligesom klimaændringer også kan få store konsekvenser for landbruget, så var det væsentligt, at alle disse parter blev involveret i CRES fra starten. Parterne blev samlet omkring en fælles udfordring.

Regeringen har med den største reform af forsknings- og innovationssystemet i to årtier etableret InnovationsFonden. Dermed er støt-



ten til strategisk forskning, teknologiudvikling og innovation samlet i én fond, hvilket giver helt nye synergimuligheder ift. at understøtte forsknings-, innovations- og teknologiudviklingsprojekter i hele forløbet fra idé til implementering. Fremover vil støtte til den type strategisk forskning, som CRES udfører, være en del af InnovationsFondens portefølje.

Et af de nye tiltag i InnovationsFonden er nye samfundspartnerskaber om innovation. I samfundspartnerskaberne skal relevante aktører – virksomheder, videninstitutioner, myndigheder – gå sammen om at løse en konkret udfordring. Regeringen ønsker med samfundspartnerskaberne at fremme et udfordringsdrevet fokus. Vi kender ikke løsningerne, men vi kender vores udfordringer. Løsningerne skal forskerne finde i fællesskab med relevante virksomheder og myndigheder.

I forhold til CRES var samarbejdet win-win: Forskerne fik løbende viden om kommunernes og landbrugets arbejde med klimatilpasning og den praktiske implementering af forskningsresultaterne. Kommunerne og landbruget fik løbende den nyeste viden fra forskningen. Det har givet kommunerne mulighed for at drage nytte af forskningen i det

daglige planlægningsarbejde og dermed mulighed for at anvende de økonomiske ressourcer mere hensigtsmæssigt samtidig med, at borgeren har fået direkte glæde af klimatilpasningsaktiviteterne.

CRES er et godt eksempel på den udfordringsdrevne tilgang, og på at den tværfaglige strategiske forskning skaber vækst og beskæftigelse – måske ikke lige nu og her – men alligevel indirekte på længere sigt, f.eks. ved at klimatilpasningen bliver bedre i kommunerne, og de danske rådgivningsvirksomheder, der samarbejder med kommunerne, kan anvende deres nye ekspertise på det globale marked. Det har meget stor samfundsøkonomisk betydning.

Potentialet er stort, og investeringerne i den udfordringsdrevne, strategiske forskning er en vigtig drivkraft for samfundsudviklingen. Forskningen giver os konsolideret viden om klimaforandringer og deres betydning – og gør os i stand til at handle på udfordringerne, nationalt og globalt.

*Sofie Carsten Nielsen, Uddannelses- og forskningsminister*



## VAND & JORD har 30 års jubilæum

Tidsskriftet VAND & JORD har 30 års jubilæum i år. Dette synes vi skal fejres og vi inviterer derfor til reception på Hotel Prindsen, Algade 13 i Roskilde, torsdag 30. oktober kl. 15 - 17.

Vi håber at tidligere redaktører og medlemmer af Redaktionskomiteen, sponsorer samt gode venner og skribenter vil hjælpe os med at fejre dagen.

Af hensyn til arrangementet bedes I meddele deltagelse senest 1. oktober til Hagebro3@hotmail.com

## FNs klimapanel udgiver sin 5. hovedrapport – den danske vinkel

IPCC – FNs klimapanel afslutter med udgivelsen d. 2. november af Synteserapporten arbejdet med den 5. hovedrapport om klimaforandringer. Bidragene til rapporten kommer fra Arbejdsgruppe I, som foretager den videnskabelige vurdering af klimasystemet, Arbejdsgruppe II, der vurderer virkninger af klimaeændringer samt muligheder for klimatilpasning og Arbejdsgruppe III, som vurderer de videnskabelige, tekniske, miljømæssige, økonomiske og samfundsmæssige muligheder for at begrænse/afdæmpe klimaeændringer. Rapporterne understreger konklusionerne fra de tidligere rapporter om at mennesker påvirker klimasystemet og er årsagen til igangværende klimaforandringer. Denne gang bare lidt mere sikkert og med større fokus på at konsekvenserne bliver alvorlige, men samtidig med anvisninger på at vi faktisk stadig kan begrænse drivhusgasudledninger og dermed konsekvenserne af de fremtidige klimaforandringer.

### Hovedbudskaberne ultrakort

IPCC's 5. hovedrapport viser, at det er ekstremt sandsynligt, at menneskelig påvirkning

har været den dominerende årsag til den globale opvarmning i de seneste 50 år. Samtidig har de seneste årtier vist, at ændringer i klimaet har påvirket naturlige og menneskeskabte systemer på alle kontinenter og på tværs af oceaner. Den globale opvarmning vil i fremtiden føre til klimaændringer, som indebærer en risiko for både mennesker og natur. Det er ændringer som opvarmning af atmosfæren og havene, ændringer i det globale vandkredsløb, mindre mængder is og sne, stigning i verdenshavenes gennemsnitsniveau samt flere ekstreme vejrphenomener som fx tørke og voldsomme regnvejr. Graden af disse ændringer afhænger af om og i hvor høj grad vi formår at begrænse udslippene i drivhusgasser.

Sårbarhed og eksponering er betinget af mange faktorer, hvor klimaet ikke behøver at være centralt. Men påvirkninger af især mindre samfund og visse økosystemer har tydeliggjort eksisterende eksponeringsrisici og sårbarheder. Det gælder bl.a. påvirkninger som følge af hedeølger, tørke, oversvømmelser, tropiske orkaner og naturbrande. Emner, som optager artiklerne i dette særnummer.

### Effekter i Danmark

I Danmark stiger middeltemperaturen omtrent som den globale temperatur. En af konsekvenserne er, at Danmark fremover vil få vådere vintre og mere tørre somre. Samtidig vil forekomsten af oversvømmelser og tørke blive mere ekstreme i det fremtidige varmere klima. Danmark er desuden et af de fem lande i EU, der står til de højeste skadesomkostninger ved havniveaustigninger set i forhold til bruttonationalproduktet /1/. Danmark vil også være blandt de dyreste at beskytte på grund af vores lange kystlinje. Omvendt giver klimaforandringerne bedre vilkår for landbrug, skovbrug og fiskeri i de nordiske lande, men også nye udfordringer for den offentlige regulering af fødevareproduktionen og dens miljøpåvirkning.

Opvarmningen øger sandsynligheden for alvorlige, gennemgribende og uoprettelige konsekvenser. Men hvis man begrænser hastigheden og omfanget af klimaændringerne, kan man reducere de generelle risici fra klimaændringernes virkninger. Og via klimatilpasning kan man reducere sårbarheden og

eksponeringen, til de variationer i klimaet, vi lever med nu.

### Adaptiv forvaltning

Klimatilpasning skal tage udgangspunkt i det konkrete sted og den konkrete sammenhæng. Der findes nemlig ikke en enkelt tilgang til at reducere risici hensigtsmæssigt på tværs af alle sektorer og geografiske områder. Her kan adaptiv forvaltning være effektiv til at håndtere de betydelige usikkerheder, der samlet set indgår i klimatilpasning. I adaptiv forvaltning foretager man analyser af fremtidsscenarier og forsøgsmæssige anvendelser af nye innovative løsninger på pilotbasis.

Alt i alt står Danmark over for nye udfordringer såvel i forhold til de klimaændringer, der konkret kommer til at ske i vores land, men også i forhold til konsekvenserne af klimaændringer i andre dele af verden. Mange sektorer i Danmark vil blive påvirket. En præcis fremskrivning af det fremtidige klima er ikke muligt, og det er derfor nødvendigt at sikre, at den planlægning, der foretages nu, er tilstrækkeligt robust. Det betyder, at det er nødvendigt løbende at vurdere de tiltag, der allerede er igangsat og foretage justeringer dér, hvor det er nødvendigt.

/1/ Brown S, Nicholls RJ, Vafeidis A, Hinkel J, Watkiss P (2011). The Impacts and Economic Costs of Sea-Level Rise in Europe and the Costs and Benefits of Adaptation. Summary of Results from the EC RTD ClimateCost Project. In Watkiss, P (Editor), 2011. The ClimateCost Project. Final Report. Volume 1: Europe. Published by the Stockholm Environment Institute, Sweden, 2011. ISBN 978-91-86125-35-6.

Jens Hesselbjerg Christensen  
og Jørgen E. Olesen

JENS HESSELBJERG CHRISTENSEN (jhc@dmu.dk) er centerleder for CRES, adjungeret professor ved Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet og forskningsleder ved Danmarks Meteorologiske Institut (DMI); JØRGEN E. OLESEN (JorgenE.Olesen@agrsci.dk) er professor ved Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi