

Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder

Av Øyvind Kaste, Richard F. Wright, Line J. Barkved,
Birger Bjerkeng, Torill Engen-Skaugen, Jan Magnusson og
Nils R. Sælthun

Forfatterne er ansatt ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA),
med unntak av Torill Engen-Skaugen som er ansatt ved
Meteorologisk institutt (met.no)

Innlegg på Fagtreff i Norsk Vannforening 22. november 2004

Sammendrag

Nedskalerte klimascenarier for de neste 50-100 årene er brukt som inngangdata til en kjede av fire vassdrags- og fjordmodeller for å simulere mulige effekter på hydrologi og vannkvalitet i Bjerkreimsvassdraget og det utenforliggende estuariet ved Egersund i Rogaland. Modellsimuleringer basert på det mest dramatiske klimascenariet viser klare effekter på vannføringsmønsteret og en kraftig økning i konsentrasjoner og transport av nitrogen i elva. Dette vil i følge modell-simuleringene kunne gi en 15-20 % økning i mengden i fjordområdet utenfor, kun som en effekt av endringene i Bjerkreimselva (eventuelle endringer i kyststrømmen ikke inkludert).

Bakgrunn og mål

Det er sterke indikasjoner på at klimaet er i endring, og FN's Klimapanel (IPCC) konkluderer med at endringene med stor sannsynlighet kan tilskri-

ves menneskelige utslipp av drivhusgasser. Basert på kjøring av forskjellige globale klimamodeller med utslippsscenarioer utarbeidet av IPCC kan det forventes økt lufttemperatur, betydelige endringer i nedbørmønsteret og sannsynligvis også økt frekvens av ekstremvær i våre områder de neste 50-100 årene (Cubasch et al., 2001; Førland et al., 2000; Palmer & Räisänen, 2002). I og med at klimatiske parametre som temperatur, nedbør og vind påvirker fysiske, kjemiske og biologiske forhold både i ferskvann og marine områder, forventer en også miljømessige endringer i disse systemene.

For å studere mulige endringer i vannforekomstene av ulike scenarier for klima-utvikling, innvilget Forskningsrådet i 2002-2004 et Strategisk Instituttprogram (SIP) ved NIVA om "Virkninger av klimaendringer på vassdrag og fjorder". Hovedmålet med dette prosjektet var å koble sammen fire ulike hydrologis-

ke og hydrokjemiske modeller for å simulere mulige effekter av fremtidige endringer i klima, med hovedvekt på nitrogentransport i vassdrag og fjorder knyttet til fremtidige klimascenarier. Med dette som basis har det vært et viktig delmål for prosjektet å fremskaffe hydrologiske og vannkjemiske scenarier som i neste omgang kan brukes til andre typer (f.eks. biologiske) effektstudier. De viktigste resultatene fra prosjektet er oppsummert i en fersk NIVA-rapport (Kaste et al., 2005).

Kobling av modeller

Virksomheter av langtidsendringer i klima på vassdrag og fjorder ble analysert ved samkjøring av fire eksisterende vassdrags- og fjordmodeller som er i operativ bruk ved NIVA (Figur 1). Studiet ble lagt til Bjerkreimsvassdraget (685 km²) og det marine estuarieområdet som ligger ved Egersund i Rogaland. Modellkjeden bestod av HBV-modellen (hydrologi), MAGIC (vannkvalitet, forsuring), INCA (omsetning og transport av nitrogen) og NIVAs Fjordmodell (vannutskifting og vannkvalitet i fjorder). Alle modeller ble kalibrert til dagens miljøforhold og deretter brukt til å lage scenarier for fremtidig vannføringsmønster og vannkvalitet basert på to globale klimamodeller kjørt med to ulike klimascenarier.

Nedskalering av klimascenarier

Nedskalering av klimascenarier til lokalt nivå innebærer mange ledd som

også involverer stor grad av usikkerhet. Arbeidet, som er gjennomført ved Meteorologisk institutt, krever inngående kunnskap både om globale og regionale klimamodeller samt om lokale meteorologiske forhold. I dette prosjektet er det brukt nedskalerte data fra to globale klimamodeller; ECHAM4 fra Max-Planck instituttet (MPI) i Tyskland og HadAm3 fra Hadley-senteret i England. De to modellene ble kjørt med hvert sitt IPCC utslippsscenario, hhv. IS92a som er et moderat scenario for de neste 50 år og det noe mer dramatiske A2 scenariet som går 100 år fram i tid. Som et ledd i nedskaleringen ble det brukt en regional værvarslingsmodell (HIRHAM) samt en prosedyre for å justere scenariene til å bli representative for lokale meteorologiske målestasjoner.

Scenariene tyder på at temperaturen i studieområdet vil øke i alle sesonger, men spesielt om vinteren. For hele året under ett vil temperaturen øke med omkring 3 °C fram mot år 2100. Når det gjelder nedbør viser MPI-scenariet (2030-2049) en økning høst, vinter og sommer. I Hadley-scenariet (2081-2100) er det beregnet økt vinternedbør, liten eller ingen endring om våren og høsten, mens sommeren ser ut til å bli tørrere.

Effekter i vassdraget og fjorden

Basert på simuleringer foretatt med HBV-modellen vil begge scenarier gi mindre snøakkumulering i nedbørfeltet og dermed økt vannføring i vinterhalvåret samt mindre snøsmeltings-

flom (Figur 2). Med Hadley-scenariet som innebærer både mindre sommernedbør og høyere temperatur (økt fordamping) vil det bli betydelig mindre vannføring i elva om sommeren og tidlig på høsten. De to vannkvalitetsmodellene MAGIC og INCA simulerer økt konsentrasjon og transport av nitrogen i vassdraget. Dette gir en gjødslingseffekt med fare for økt begroing i elva og algevekst i fjorden. Basert på INCA-modellen kan transporten av nitrat ut med elva øke så mye som 40-50% med Hadley-scenariet (Figur 3). Dette vil i følge Fjordmodellen kunne gi en 15-20 % økning i mengden i fjordområdet utenfor, kun som en effekt av endringene i Bjerkreimselva (Figur 4). Dersom en inkluderer lignende effekter i vassdrag som ligger oppstrøms i kyststrømmen, vil den samlede effekten på hvert enkelt fjordområde langs kysten kunne bli større.

Et viktig resultat av fra modellsimuleringene er at klimaeffektene kan forsterkes etter hvert som en beveger seg langs effektkjeden fra klima, via hydrologi til vannkjemi og biologi. Et eksempel på dette er den kraftige økningen i konsentrasjonen av nitrat i elva som ble simulert ved Hadley-scenariet. Økningen skyldes samvirking mellom tre faktorer: Gradvis akkumulering av nitrogen i nedbørfeltet på grunn av atmosfæriske avsetninger, økt nedbrytning av nitrogenholdig organisk materiale på grunn av økt temperatur, og redusert resipientkapasitet i elva på grunn av lavere sommervannføring.

Usikkerhet

Klimaeffektforskningen er fortsatt i en relativt tidlig fase. Det er fortsatt knyttet stor usikkerhet til klimascenariene, og kjøring av ulike globale klimamodeller kan gi svært forskjellige resultater. Dette gjelder særlig for nedbør, hvor små forskjeller i modellenes representasjon av dominerende trykksystemer kan gi store forskjeller i regionale nedbørmønstre (særlig med våre varierende topografiske forhold). Usikkerheten i klimascenariene vil forplante seg videre gjennom klimaeffekt-kjeden, og en viktig oppgave framover blir dermed å arbeide med usikkerhet, både knyttet til selve klimascenariene og til effektmodellene som brukes. I denne fasen vil det være nyttig å inkludere et bredt spekter av klimascenarier i effektmodelleringen for å synliggjøre den store variansen i projeksjonene.

Referanser

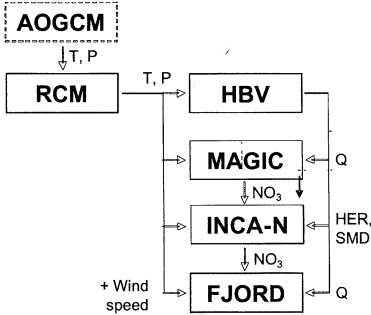
Cubasch, U., Meehl, G. A., Boer, G. J. and Stouffer, R. J. 2001. Projections of future climate change, p. 525-582. In Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C. A. [eds.], *Climate Change 2001: the Scientific Basis*. Cambridge University Press.

Førland, E. J., Roald, L., Tveito, O. E. and Hanssen-Bauer, I. 2000. Past and future variations in climate and runoff in Norway, Report 19/00 Klima. Norwegian Meteorological Institute, Oslo.

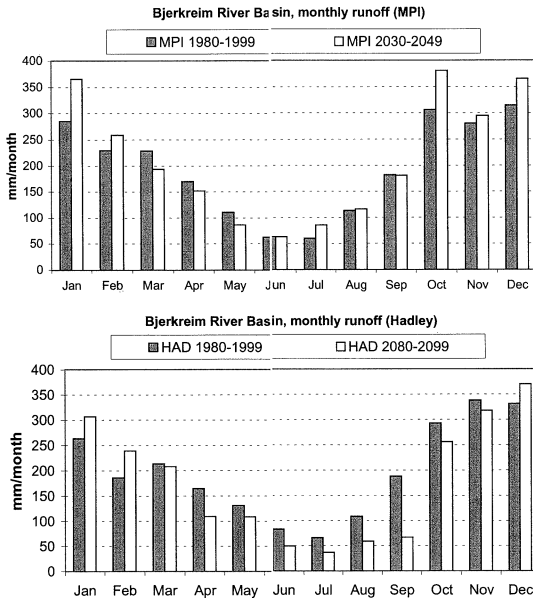
Kaste, Ø., Wright, R.F., Barkved, L. J., Bjerkeng, B., Engen-Skaugen, T.,

Magnusson, J. and Sælthun, N. R. 2005. Linked models to assess the impacts of climate change on a Norwegian river basin and fjord system. NIVA-report 4949-2005.

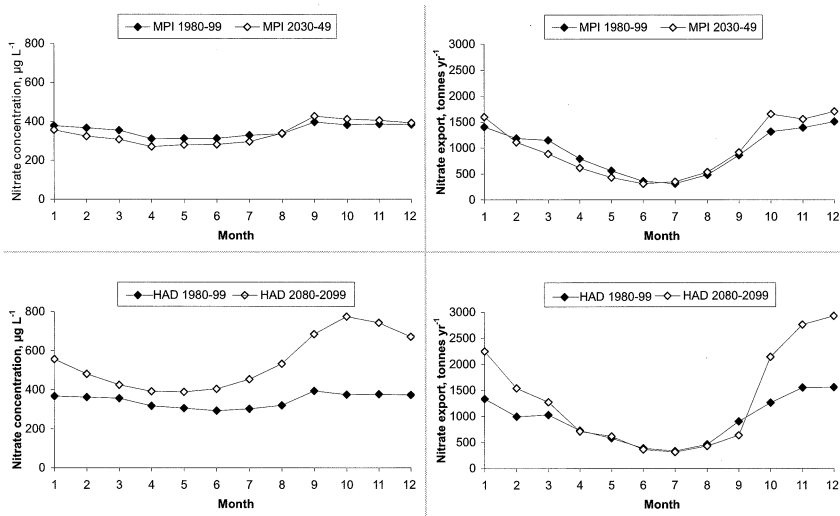
Palmer, T. N. and Räisänen, J. 2002. Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate. Nature 415: 512-514.



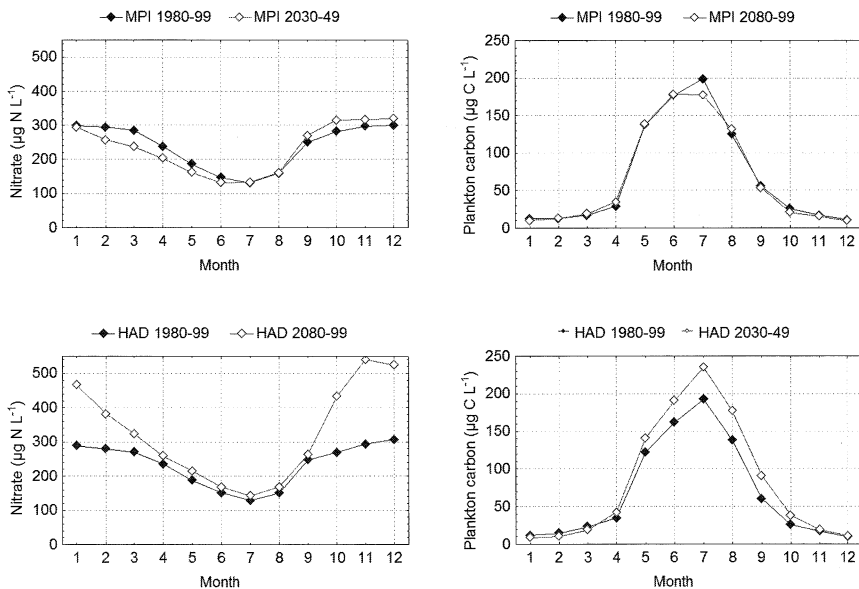
Figur 1. Modellkjeden. Dataoverføring mellom de ulike modellene er indikert med piler. AOGCM = atmosfære-hav generell sirkulasjonsmodell (global klimamodel), RCM = regional klimamodel, T = lufttemperatur, P = nedbør, Q = vannføring, HER = hydrologisk effektiv nedbør, SMD = markvannsdefisitt, NO₃ = nitrat.



Figur 2. Vannføring, månedsmiddel, simulert ved HBV-modellen. Basert på kontrollperioder (1980-99) og scenarieperioder for MPI-scenariet (øverst) og Hadley-scenariet (nederst).



Figur 3. Konsentrasjoner og transport av nitrat (månedsmidler) ved utløpet av Bjerkreimselva simulert med INCA-modellen. Basert på kontrollperioder (1980-99) og scenarieperioder for MPI-scenariet (øverst) og Hadley-scenariet (nederst).



Figur 4. Månedsmiddel-konsentrasjoner av nitrat og partikulært karbon (alge-karbon) i estuarieområdet. Simuleringer med NIVAs Fjordmodell, basert på kontrollperioder (1980-99) og scenarieperioder for MPI-scenariet (øverst) og Hadley-scenariet (nederst).