

Kursk-ulykken. Hvor vil en eventuell radioaktiv forurensning havne?

Lars Asplin, Lars Føyn og Paul Budgell

Havariet av atomubåten "Kursk" aktualiserte problemstillingene om radioaktiv forurensning og mulig virkninger i det marine miljø og på fiskeressursene. Undersøkelser av cesium-137-nivået i fisk fra Barentshavet etter havariet viser meget lave verdier sammenlignet med innholdet i fisk under atombombesprenningene på begynnelsen av 60-tallet. Modellberegninger av hvor et eventuelt kontaminert vann fra den havarerte ubåten vil havne, viser at transporten er nord og østover i Barentshavet og dermed ut av viktige fiskeriområder.

Den 12. august 2000 sank den russiske atomdrevne undervannsbåten "Kursk" øst i Barentshavet som

følge av en eksplosjon om bord. Trass i iherdige redningsforsøk der blant annet norske fartøy deltok, omkom hele mannskapet på 118 russiske sjøfolk. Vraket av "Kursk" ligger nå på 108 m dyp ca. 250 km fra Norge. I ettertid knytter oppmerksomheten seg først og fremst til mulighetene for radioaktiv lekkasje og spredning av radioaktive komponenter til fiskerike havområder. Et typisk trusselbilde er at all fisk i Barentshavet kan bli forurenset av radioaktivitet fra "Kursk".

Norske myndigheter er i dag svært opptatt av at alle forhold rundt havariet blir tilstrekkelig dokumentert og at alle mulige konsekvenser blir analysert. I denne sammenhengen er Havforsknings-

SKIPET SOM SANK



"Kursk" er en såkalt Oscar klasse II angrepsubåt. Den er 154 m lang og veier 14 000 tonn.

To trykkvannsreaktorer som utvikler rundt 90 000 hestekrefter, gir ubåten en fart på mellom 30-35 knop under vann.

Ubåter av Oscar klassen kan bringe med seg opp til 24 kjernefysiske raketter. Den russiske marine har opplyst at alle atomreaktorene i "Kursk" ble nedstengt som følge av havariet og at "Kursk" ikke hadde atomvåpen ombord.



Bildene er gjengitt med tillatelse fra Kursk Foundation.

instituttets kompetanse på radioaktivitet og radioaktiv spredning i vann trukket inn. I særlig grad har Havforskningsinstituttets transportmodeller vist seg egnet til å beskrive hvordan eventuelt forurenset vann fra “Kursk” vil spre seg i Barentshavet.

Muligheten for radioaktiv lekkasje fra “Kursk”

De fryktede radioaktive spaltingsproduktene befinner seg i skipets trykkvannsreaktorer. Trykkvannsreaktorerne ligger imidlertid i en godt skjermet seksjon av ubåten som er konstruert for både å beskytte mannskapet mot stråling og for å kunne stå imot angrep på ubåten. Kjølssystemet for reaktorene består av en indre lukket kjølekrets og en ytre åpen kjølekrets. Det er bare brudd på den indre kjølekretsen som kan føre til at radioaktivt materiale fra reaktorene kan slippe ut i havet. Den umiddelbare fare for lekkasje er derfor liten. Skulle det likevel oppstå et brudd i den indre kjølekretsen frykter man særlig spaltningsproduktene radioaktivt cesium og strontium fordi disse kan tas opp av organismer i havet.

Cesium tas opp i fiskens muskelvev og strontium i fiskens beinvev. I denne forbindelse er det viktig å understreke at i det marine miljø vil opptak av disse elementene være vesentlig mindre enn for eksempel i ferskvannsfisk og i dyr på land som sau og reinsdyr. Målinger i fisk foretatt av Havforskningsinstituttet på sekstitallet under atombombesprengningene over det østlige Barentshav, viste gjennomsnittsverdier (< 100 Bq/kg) langt under tiltaksgrensen på 600 Bq/kg for matvarer satt for kostholdsrestriksjoner som følge av Tsjernobyl-ulykken. Målinger av cesium-137 i fisk fra Barentshavet i dag viser at innholdet er under 1 Bq/kg (se Figur 6.23).

Under alle redningsoperasjoner der norske bergingskip var med, deltok personell fra Statens strålevern. Ved hjelp av måleutstyr fra Havforskningsinstituttet samlet Statens strålevern inn prøver av vann og sedimenter helt inntil ubåten. Dykkere tok i tillegg vannprøver fra ubåtens indre. Analyser av de innsamlete prøvene viste at det ikke hadde lekket radioaktivt materiale fra “Kursk” som følge av havariet.

Radioaktiv spredning

Både cesium og strontium foreligger i ioneform og vil derfor spres med vannmassene som et vanlig salt. Imidlertid vil disse komponentene også binde seg til fine partikler i vannet slik at de etter hvert vil sedimentere. Plutonium er en annen viktig kompo-

nent som kan tilføres sjøen fra reaktorene dersom disse kommer i direkte kontakt med vannet omkring ubåten. Plutoniumet vil ikke spres på samme måten som cesium og strontium, men vil i hovedsak kunne finnes i sedimentene i en viss omkrets av ubåten, fortrinnsvis i strømrretningen.

Hvordan vil eventuelt forurenset vann fra “Kursk” spre seg?

Oppløste forurensninger følger strømmen. Hovedtrekkene for strømmen i Barentshavet fremgår av Figur 0.2. Grovt sett sender strømsystemet varmt og salt atlantehavsvann inn i Barentshavet mellom Fugløya og Bjørnøya. Det innkommende vannet passerer “Kursk” i østlig retning og dreier deretter mot nordøst ved Novaja Semlja. Siden driver atlantehavsvannet videre mot Polhavet.

Lav middelhastighet

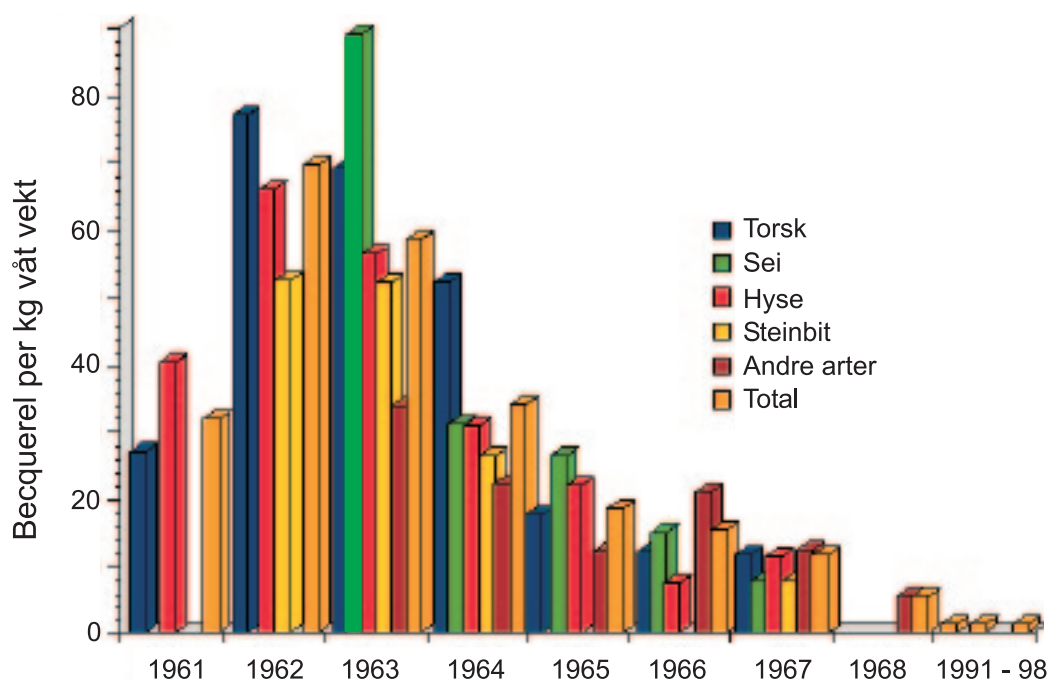
I gjennomsnitt forflytter atlantehavsvannet seg svært langsomt gjennom Barentshavet. Nettohastigheten er ikke mer enn noen få cm/s – dvs. rundt 10-20 km/uke. Det oppstår imidlertid store lokale strømhastigheter med virveldannelser på grunn av vind og tidevann. Disse lokale omrøringene øker spredningen vesentlig. For å beskrive spredningen er det derfor nødvendig å analysere effekten av de viktige drivkreftene vind og tidevann.

Sterk og varierende vind

Vinden i Barentshavet er preget av stor variabilitet både i styrke og retning. I løpet av få timer kan vinden skifte fra bris til orkan og tilbake til bris igjen. Neste gang det blåser opp kan vindretningen være helt forskjellig fra forrige gang. De skiftende vindkreftene medfører at vannet drives fram og tilbake i tilfeldige retninger med stor hastighet.

Kraftig tidevann

På grunn av lokale forhold vil tidevannsbølgene som følger jordrotasjonen gi varierende vannstandsforandring fra sted til sted. I Barentshavet oppstår de høyeste tidevannsbølgene langs kysten av Norge og Russland. I området der “Kursk” sank varierer vannstanden med 2-3 m. De tilhørende tidevannsstrømmene vil typisk oppnå hastigheter rundt 25-30 cm per sekund. Siden tidevannsstrømmene er langt sterkere enn barentshavvannets middelhastighet, vil strømmen i Barentshavet stort sett skifte retning hver 12. time. Det betyr at vannmassene vil forflytte seg noen få kilometer fram og tilbake for hver tidevannsperiode. Tidevannet vil ikke bidra vesentlig til havets netto vanntransport. Først og fremst bidrar



Figur 6.23 Radioaktivitetsinnholdet i fisk fra Barentshavet, målt som total beta minus kalium-40 frem til 1968 og som cesium-137 fra 1991 og til i dag.
Total mean beta-activity minus potassium-40 measured in various fish species from the Barents Sea. Data from 1991 until today given as cesium-137.

tidevannet i Barentshavet til å blande vannmassene, og i vår sammenheng også til å fortynne konsentrasjonen av eventuelle forurensningskomponenter i vannet.

Strømmåling gjennom modellkjøring

Havforskningsinstituttet benytter i stigende grad tre-dimensjonale numeriske, matematiske beregningsmodeller. Slike modeller kan brukes til å simulere sirkulasjon av vannmasser i havet i et tenkt matematisk hav som er gjort mest mulig "identisk" til det virkelige havet. Modellene har en oppløsning i rom på 20 x 20 km horisontalt og 20 nivåer vertikalt. Kjøring av modellene forutsetter ekstremt tunge beregninger som kun kan utføres på såkalte super-datamaskiner. For å finne drift og spredning av et eventuelt utslipp fra "Kursk" har Havforskningsinstituttets modellgruppe gjennomført en simulering av driften til de aktuelle vannmassene.

En troverdig modell må alltid initialiseres med realistiske startdata og mest mulig oppdaterte drivende krefter. I drivkreftene for den aktuelle beregningsmodellen inngår først og fremst vind, tidevann og elveavrenning. For å gjøre vindfeltet realistisk blir det satt inn nye vinddata fra Meteorologisk Institutt hver 6. time. Kjøringen skjedde på delvis HI-eid super-datamaskin som fysisk befinner seg på Parallab ved Universitetet i Bergen.

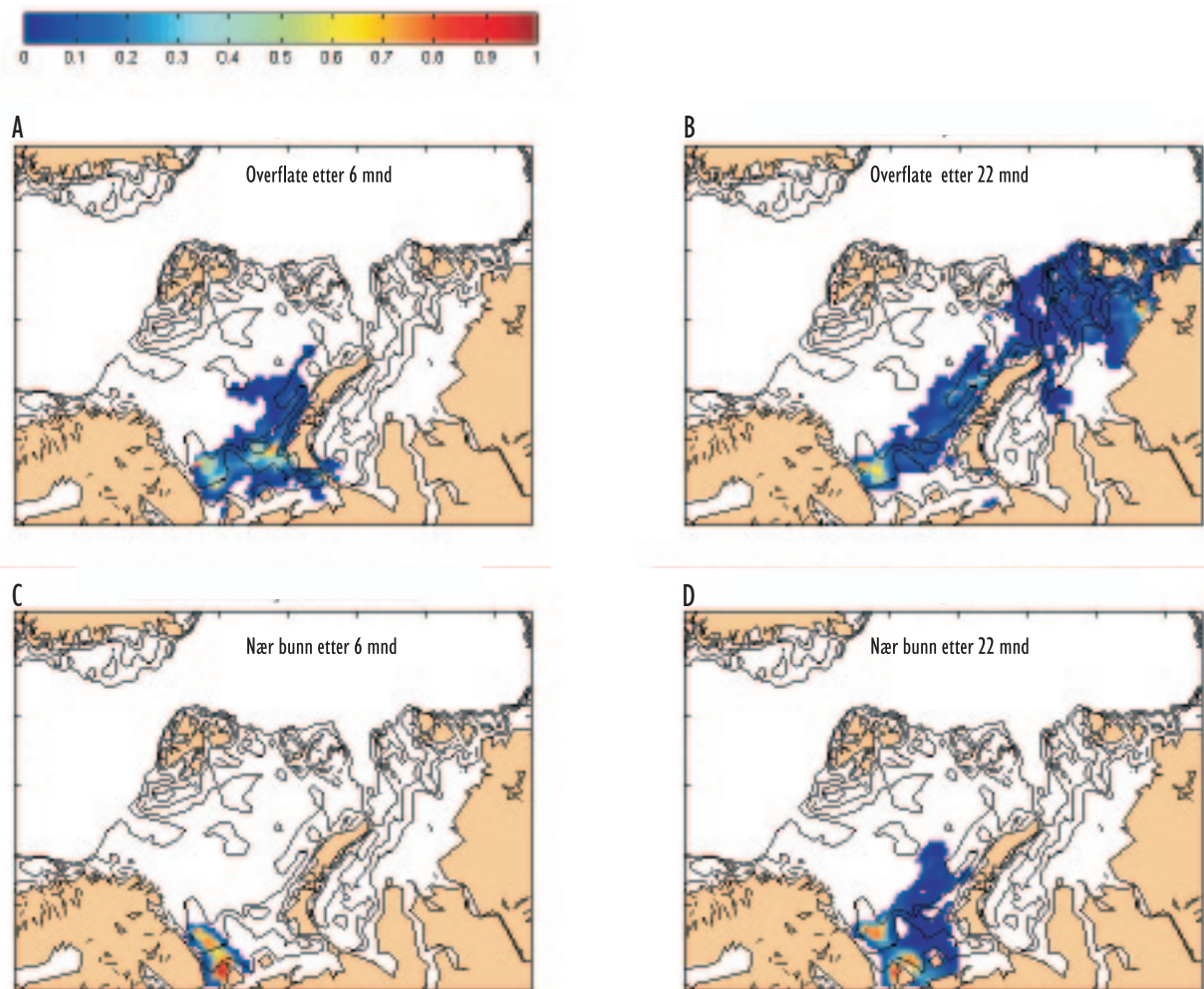
Modellen i arbeid

Modellens første oppgave var å simulere hvilke vannmasser som har vært i umiddelbar kontakt med "Kursk" (dvs. innenfor den 20 x 20 km ruten i modellgitteret der "Kursk" ligger) heretter kalt "Kurskvann". Spredningen av "Kurskvannet" er basert på et simulert strømfelt fra begynnelsen av august 1997. Beregningen vil derfor bare representere et generelt, men likevel sannsynlig spredningsmønster.

Resultatene er vist i Figur 6.24. Fortynningsgraden er rangert på en skala fra 0 til 1. "0" betegner vannmasser som aldri har vært i kontakt med "Kursk", mens verdien "1" angir at alt vannet i den aktuelle vannmassen har vært i kontakt med "Kursk" minst en gang (men ikke nødvendigvis samtidig).

I overflaten, seks måneder etter et tenkt utslipp, er "Kurskvannet" både blitt fortynnet og spredt i østlig og nordlig retning. De høyeste konsentrasjonene finner vi nær "Kursk", men det er også høye konsentrasjoner nær den sørvestlige delen av Novaja Semlja. "Kurskvannet" nærmest bunnen har etter 6 måneder spredt seg litt østover.

Etter 22 måneder har "Kurskvannet" i overflaten nådd inn i Karahavet og delvis i Polhavet. Generelt blir de opprinnelige vannmassene kraftig fortynnet



Figur 6.24 A og B. Konsentrasjon av "Kurskvann" i overflaten 6 og 22 måneder etter utslipp. C og D. Konsentrasjon av "Kurskvann" nær bunnen 6 og 22 måneder etter utslipp. A and B. The distribution of surface water from the "Kursk"-location after 6 and 22 months. C and D. The distribution of bottom water from the "Kursk"-location after 6 and 22 months.

etter hvert som de spres lenger og lenger vekk fra "Kursk". En del av "Kurskvannet" nærmest bunnen har nå spredt seg mot nord. Størstedelen av vannet ligger imidlertid fortsatt inn mot den sørøstre delen av Barentshavet.

Konklusjon

Resultatene fra den matematiske modelleringen viser at "Kurskvannet" (dvs. vannmasser som minst en gang har vært i kontakt med "Kursk") generelt vil bli spredt mot den østre delen av Barentshavet og samtidig bli fortennet. Litt av overflatevannet vil trenge inn inn i Karahavet og Polhavet. Disse resultatene samsvarer med det vi ellers vet om sirkulasjonen i Barentshavet. Det er derfor grunn til å anta at den faktiske spredningen av forurenset vann fra "Kursk" etter et reelt utslipp vil stemme

bra med denne beregnede spredningen.

Data fra våre modellberegninger, sammen med Havforskningsinstituttets alltid oppdaterte kunnskap om fiskebestandenes konsentrasjoner og bevegelser, gjør det mulig å beregne hvor stor del av et radioaktivt utslipp som vil bli tatt opp av en aktuell fiskebestand i et gitt område. I samarbeid med Statens strålevern som disponerer en modell for doseberegninger, vil det være mulig å beregne hvor store stråledoser konsum av en gitt mengde fisk fra et gitt fiskefelt vil tilføre konsumenten. Dersom utslipp av radioaktivitet fra "Kursk" noen gang blir en realitet, vil slike beregninger bli gjennomført for både å informere befolkning og media og samtidig sikre at ingen potensielt skadelige fiskefangster slipper ut på markedet.