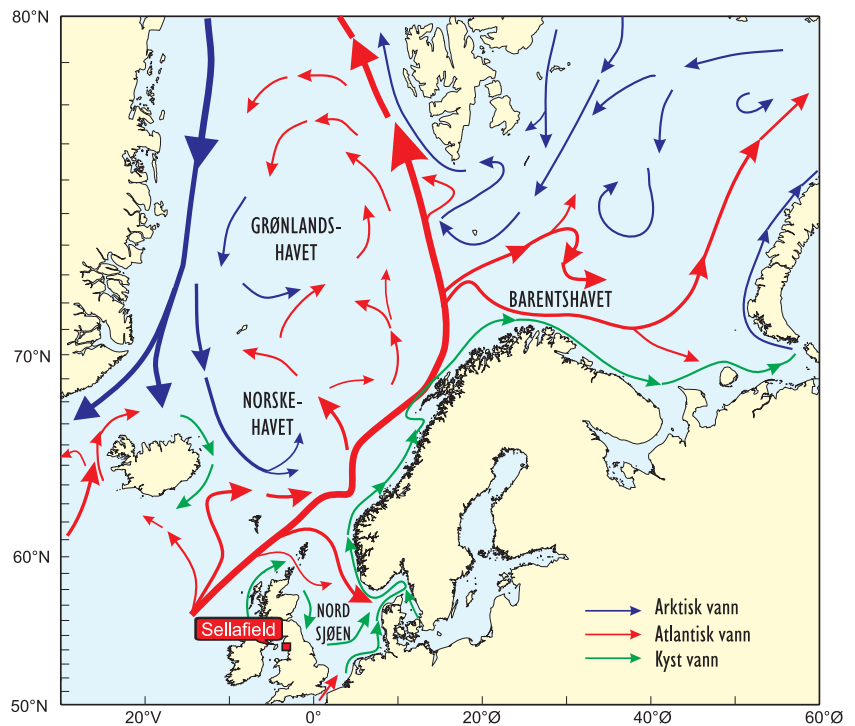


Hilde Elise Heldal, Penny Alvestad, Ingrid Sværen og Lars Føyn
Anne Liv Rudjord, Statens Strålevern

Vi vil i denne artikkelen presentere prosjektet "Transport og akkumulering av technetium-99 (Tc-99) i bentiske og pelagiske marine næringskjeder i norske havområder". Prosjektet omfatter etablering av en analysemetode for Tc-99 ved Havforskningsinstituttet. Videre skal opptaket av Tc-99 i utvalgte marine arter studeres. Prosjektet startet opp i februar 2003, er 3-årig, og finansieres av Norges forskningsråd og Havforskningsinstituttet.

Technetium-99 (Tc-99) er en menneskeskapt beta-utstrålende atomkjerne med halveringstid på 213 000 år. Tc-99 finnes i marint miljø som følge av utslipp fra gjenvinningsanlegg for brukt kjernefysisk brensel, nedfall fra atomprøvesprengninger på 1950- og 60-tallet og i svært små mengder også fra medisinsk bruk av Tc-99m (Tc-99m er en ustabil isotop med halveringstid på 6 timer. Den brytes ned til Tc-99 ved utsendelse av gamma-stråling). Fra 1994 har utslippene av Tc-99 fra gjenvinningsanlegget Sellafield (Cumbria, UK) (Figur 7.10.1) vært relativt høye, sammenlignet med utslippene på 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet (Figur 7.10.2). Bakgrunnen for de økte utslippene er beskrevet tidligere (se f. eks. *Havets miljø 2002*). I juni 2003 avgjorde britiske myndigheter at utslippene skulle stanses midlertidig for å undersøke muligheten for å rense utslippene og lagre Tc-99 i tanker på land. Hvilken skjebne fremtidig Tc-99-avfall fra Sellafield vil få, er i dag uvisst.

Den radioaktive forurensningen fra Sellafield transporteres med havstrømmer til norskekysten. Etter 1994 har konsentrasjonene av Tc-99 økt med opp til 10 ganger nivået i 1994 i den norske kyststrømmen (Figur 7.10.3). Konsentrasjonene i sjøvann er likevel relativt lave, og Statens Strålevern har slått fast at det ikke er noen grunn til å begrense inntak av sjømat ut fra de nivåer av Tc-99 som finnes i for eksempel hummer og tang i norske havområder i dag. Likevel har det vært usikkerhet knyttet til hvilke konsekvenser utslippene har for norske havområder. Enkelte organismer, særlig skaldyr og brunalger, har et høyt opptak av Tc-99, og stoffet kan oppkonsentreres kraftig i enkelte organer i blant annet hummer. Undersøkelser



Figur 7.10.1

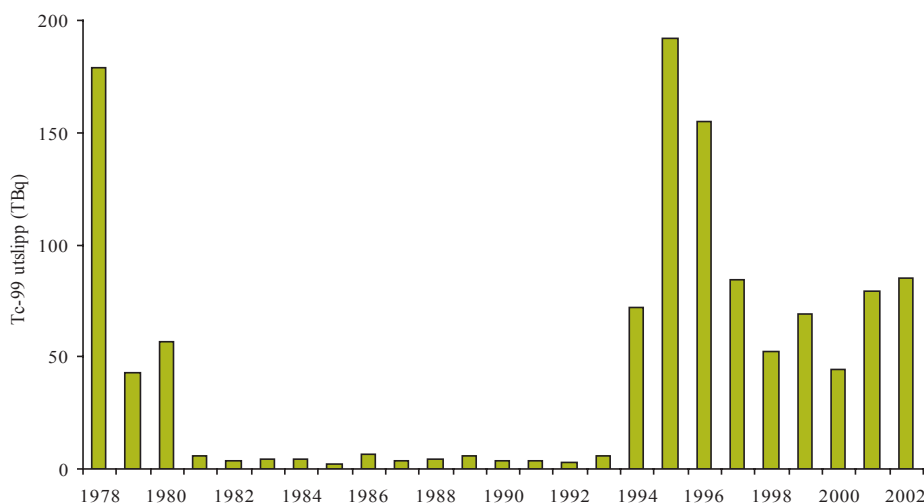
Gjenvinningsanlegget Sellafield (Cumbria, UK) og viktige havstrømmer.
The reprocessing plant Sellafield (Cumbria, UK) and important ocean currents.

har vist at opptak av Tc-99 i for eksempel blåskjell er høyere i naturen enn det som var kjent fra laboratorieforsøk. Den lange halveringstiden til Tc-99 er også en grunn til at det er viktig å begrense utslippene av dette stoffet.

Det har vært knyttet stor oppmerksomhet til Sellafield-utslippene og Tc-99-forurensning de siste årene, og markedene for norsk fiskeeksport er generelt følsomme når det gjelder radioaktiv forurensning. Derfor er det, til tross for relativt lave konsentrasjoner av Tc-99 i sjøvann, viktig for norsk fiskeri-næring at vi øker våre kunnskaper om opptaket av denne radioaktive isotopen i sjømat.

Analysemetode

Analysemetoden som etableres ved Havforskningsinstituttet er utviklet ved Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (CEFAS), England. Etablering av metoden ved Havforskningsinstituttet er gjort mulig gjennom studieopphold ved CEFAS, og ved at kollegaer fra CEFAS



Figur 7.10.2

Årlige utslipp av Tc-99 fra Sellafield 1978-2002.

Yearly discharges of Tc-99 from Sellafield 1978-2002.

har besøkt vårt kjemilaboratorium. Metoden er utviklet spesielt for å analysere sjøvann og marine organismer med lave konsentrasjoner av Tc-99. I tillegg er metoden tilrettelagt slik at det kan utføres en konsentrering av Tc-99 fra sjøvann på tokt. På denne måten slipper vi å frakte store mengder sjøvann tilbake til Havforskningsinstituttet (før konsentreringen er volumet til en sjøvannsprøve ca. 100 l. Etter konsentreringen er volumet redusert til ca. 50 ml ionebyttermasse). Før vi kan måle konsentrasjonen av Tc-99 vha beta-telling må vi fjerne andre beta-utstrålendeatomkjerner, både naturlige og menneskeskapte, da disse kan forstyrre målingene. Tc-99-analysen er derfor relativt omfattende og foregår i mange trinn. De viktigste kan oppsummeres slik:

1. Tilsetning av en kjent mengde sporstoff for senere å kunne beregne kjemisk utbytte (den mengde sporstoff vi har igjen etter at analysen er utført). Som sporstoff benytter vi ikke-radioaktivt rhenium (Re). Rhenium og technetium tilhører samme gruppe i det periodiske systemet og oppfører seg stort sett kjemisk likt.
2. Konsentrering av Tc-99/Re ved hjelp av ionebytteing.
3. Felling av Tc-99/Re som et blandet tetrafenyl-arsonium salt ($(C_6H_5)_4AsTcO_4 / (C_6H_5)_4AsReO_4$). Dette veies, og kjemisk utbytte kan bestemmes (det antas at Tc-99 ikke bidrar med vekt).
4. Beta-telling av Tc-99.

Nivåer av Tc-99 i fisk og sjømat

Som nevnt vet vi at konsentrasjonene av Tc-99 i sjøvann langs norskekysten er relativt lave. Men når det gjelder konsentrasjoner av Tc-99 i marine organismer har vi mange ubesvarte spørsmål, og noen er listet under:

- ▶ Vi vet at noen bentiske (bunnlevende) organismer, f. eks. hummer, tar opp Tc-99 i relativt stor grad. Er dette også tilfelle for fisk som beiter på bentiske organismer (f. eks. steinbit og flyndrefisker som kveite og rødspette)?

- ▶ Sammenlignet med nivåene av Tc-99 i bentiske organismer, hva er nivåene i pelagisk fisk (fisk som lever i de frie vannmasser), f. eks. lodde, makrell og sild?
- ▶ Er det forskjell på Tc-99-nivåene i de viktige kommersielle fiskeslagene torsk og sei (beiter hovedsakelig på pelagiske organismer) og hyse (beiter hovedsakelig på bentiske organismer)?
- ▶ Vi vet at opptaket av Tc-99 i forskjellige organer hos hummer varierer mye. Konsentrasjonene varierer også mellom kjønnene. Hva er grunnen til dette? Er det slik for andre marine organismer også?

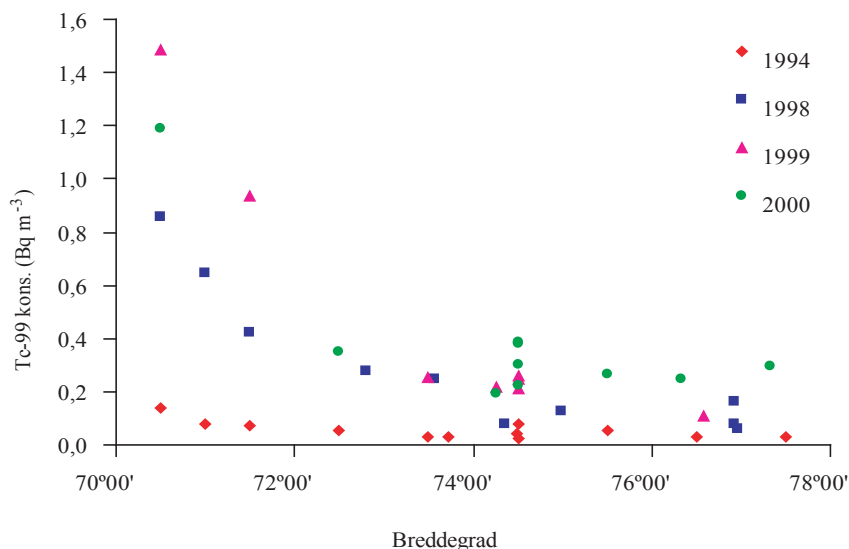
Vi har tatt prøver fra fire steder langs kysten: Arendal (Aust-Agder), Tysnes (Hordaland), Værlandet (Sogn og Fjordane) og Rørvik (Nord-Trøndelag). I tillegg er det tatt prøver gjennom Havforskningsinstituttets tokt. Til å hjelpe oss med prøveinnsamling har vi lokale fiskere, skoleelever fra Værlandet skole og kollegaer ved Havforskningsinstituttet Flødevigen. Fra prøvetakingsstedene langs kysten har vi foreløpig tatt prøver av hummer, krabbe, blåskjell, kråkebolle, steinbit, tang og sjøvann. Noen få prøver er allerede analysert (av CEFAS), og resultatene viser at konsentrasjonene av Tc-99 er høyest i tang og lavest i steinbit (Tabell 7.10.1). Konsentrasjonene av Tc-99 i tang og hummer fra Værlandet er i overensstemmelse med det som er funnet andre steder langs kysten. Når det gjelder de andre organismene vi har undersøkt, ønsker vi å gjøre flere målinger før vi trekker noen konklusjoner.

I løpet av 2004 vil analysemetoden være fullstendig gjennomførbart ved HI, og vi ønsker på sikt å få metoden akkreditert til bruk i blant annet fremtidig overvåkning. Vi vil fortsette med prøveinnsamling og analyser i 2004, og i løpet av 2004/2005 skal resultater sammenfattes og publiseres.

Summary

In February 2003, the two-part project “Transport and accumulation of technetium-99 (Tc-99) in benthic and pelagic marine food chains in Norwegian waters” was initiated at The Institute of Marine Research (IMR). The first stage of this project is to establish an analytical method for analysing Tc-99 in marine biota and seawater. Using this method for stage

two, Tc-99 levels shall then be studied in selected marine species and accompanying seawater collected at various locations, both along the Norwegian coast as well as in the course of IMR (oceanic) cruises. The coastal species include: lobster, crab, blue mussel, sea urchin, wolffish and seaweed. The project is planned to last for three years, and is funded by The Research Council of Norway and IMR.



Figur 7.10.3

Figuren viser konsentrasjoner av Tc-99 i Vest Spitsbergen-strømmen (70 - 78° N) for perioden 1994 - 2000. Vi ser en sterk økning i konsentrasjonene i den sørligste delen fra 1994 til 1998 (fra Kershaw m. fl. 2004).

The figure shows concentrations of Tc-99 in the West Spitsbergen Current (70 - 78° N) during 1994-2000. A strong increase in concentrations in the southernmost part is seen from 1994 to 1998 (from Kershaw et al. 2004).

Tabell 7.10.1

Konsentrasjoner av Tc-99 i marine organismer, Værlandet og Kalvåg (Sogn og Fjordane), april/mai 2003.
Concentrations of Tc-99 in marine organisms from Værlandet og Kalvåg (Sogn og Fjordane), April/May 2003

Prøve	Latinsk navn	Prøvetaking		Kjønn	Tc-99	± (%)
		Sted	Tid			
Blåskjell	Mytilus edulis	Værlandet	mai		0,49	5,7
Rød kråkebolle	Echinus esculentus	Værlandet	mai		0,34	12,6
Steinbit	Anarhichas sp.	Kalvåg	april		0,19	14,2
Steinbit	Anarhichas sp.	Kalvåg	april		0,11	17,4
Grisetang	Ascophyllum nodosum	Værlandet	mai		96,85	4,0
Hummer	Homarus gammarus	Værlandet	april	F	9,60	4,1
Hummer	Homarus gammarus	Værlandet	april	F	15,11	4,0
Hummer	Homarus gammarus	Værlandet	april	M	2,90	4,1
Krabbe	Cancer pagurus	Værlandet	april	F	0,50	5,6
Krabbe	Cancer pagurus	Værlandet	april	M	0,69	5,8