

I 1999 startet det nasjonale overvåkingsprogrammet for radioaktivitet. Programmet ble, etter anmodning fra Miljøverndepartementet, utarbeidet av Statens strålevern og Havforskningsinstituttet, med deltagelse fra Statens forensningstilsyn og Direktoratet for naturforvaltning. Statens strålevern, som er landets fagmyndighet på strålevern og atomsikkerhet og forvalter av strålevernloven, har det koordinerende ansvar for overvåkingsprogrammet. Havforskningsinstituttet er en vesentlig bidragsyter til den marine delen av dette nasjonale overvåkingsprogrammet.

Havforskningsinstituttet bidrar blant annet med innsamling av prøver, og sørger for at nødvendige data om organismer, vann og sediment samt kunnskap om det aktuelle økosystemet, blir samlet inn og gjort tilgjengelig når måleresultatene skal tolkes. En forutsetning for å kunne vurdere mulige effekter av et utslipp er at måleresultatene ses i nøye sammenheng med de parametere som f.eks. beskriver den enkelte målte organisme og andre ytre faktorer som påvirker den aktuelle organisme. Det nære samarbeidet mellom Statens strålevern og Havforskningsinstituttet sikrer en realistisk tolking av måleresultatene.

Utslippene av technetium-99 (^{99}Tc) fra Sellafield fortsatte i 2002, på tross av sterkt påtrykk fra norske myndigheter og miljøorganisasjoner for å få stoppet dem. Technetium-utslippene er et godt eksempel på at andre lands oppførsel med hensyn til hvordan de selv velger å forurense sitt eget marine miljø ikke bare er et nasjonalt anliggende, men i aller høyeste grad også er et internasjonalt problem. Forurensningskomponenter følger havstrømmene og Norge er uheldig lokalisert nedstrøms, særlig for utslipp fra Nord-Europa.

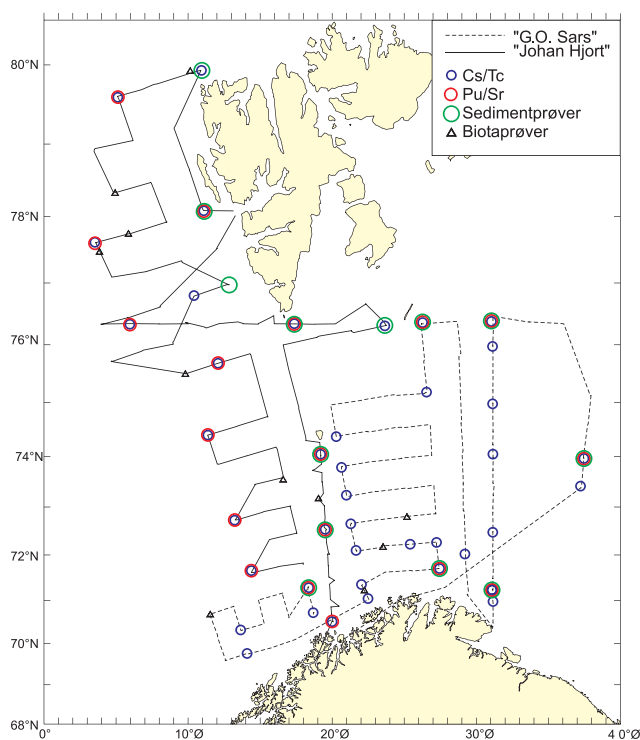
For mange typer forurensninger kan kildene være vanskelige å lokalisere, dermed er det også komplisert å få undersøkt hvor mye av den enkelte komponent som tilføres det marine miljø. For ^{99}Tc derimot er bildet langt enklere, det er kun to kilder; en i Frankrike, Cap de la Hague, med utslipp til Den engelske kanal, og en i Storbritannia, Sellafield, med utslipp til Irskesjøen.

Mens de franske utslippene er meget små og nærmest ubetydelige, gjør utslippene fra Sellafield seg i betydelig grad gjeldende i våre farvann. Vi vet hvor mye som slippes ut og når utslippene foretas. Ved måling av ^{99}Tc i forskjellige prøver samlet inn langs norskekysten har vi data til å beskrive technetium-belastningen i våre farvann, og også hvor lang tid det tar før forurensningen fra Sellafield når oss. Foreløpig har

vi ikke innarbeidet analyseteknikk for måling av ^{99}Tc , disse analysene tas derfor hånd om av Statens strålevern.

Innsamling av prøvemateriell

Technetium-forurensningen opptrar i særlig grad kystbefolkningen, og det utvises et stort engasjement i motstanden mot utslippene. Det er blant annet derfor spesielt viktig med god dokumentasjon av hvordan denne forurensningen påvirker våre kystfarvann. Prøveinnsamling på strategiske steder langs kysten er nødvendig for å kunne gi den ønskede



Figur 6.1

Posisjoner i Barentshavet og vest-nordvest for Svalbard hvor det ble samlet prøver for måling av radioaktivitet i august–september 2002. Det ble samlet prøver for måling av cesium (Cs), technetium (Tc), plutonium (Pu) og strontium (Sr) slik fargemarkeringene viser.

Positions for stations in the Barents Sea where samples have been collected in August–September 2002 for measurement of the radioactive components cesium (Cs), technetium (Tc), plutonium (Pu) and strontium (Sr). Sampling and specific measurement are according to the colourcodes on the figure.

detaljeringsgrad. I denne forbindelse må Værlandet skole nevnes. Elever og lærere ved denne skolen har engasjert seg spesielt når det gjelder forurensninger som havner på vår kyst, og i 2001 fikk de Forskningsrådets "Nysgjerrighetspris" for et prosjekt som beskrev søppel som havnet på strendene til Værlandet og hvor søppelet kom fra.

Værlandet ligger strategisk til ytterst mot havet nord for Sognefjorden, og som søppelprosjektet til de yngste elevene ved Værlandet skole viste, strander det mye søppel fra Europa her. Som følge av en henvendelse fra Værlandet skole om technetium-problematikken, etablerte vi i 2002 en nær kontakt med skolen. Elever og lærere samler prøver til oss som en del av undervisningen i miljølære, og dermed inngår de også i det nasjonale overvåkingsprogrammet for radioaktivitet.

I 2002 ble innsamling av de fleste marine prøvene gjennomført på 0-gruppetokt i Barentshavet med "G.O. Sars" og "Johan Hjort" i august–september (Figur 6.1) og i en del utvalgte fjorder i november–desember. Måling av radioaktivitetsinnhold er tidkrevende, og med foreløpig liten tellerkapasitet ligger vi etter i rapportering av resultater. Nå er vi imidlertid i gang med en oppbygging av måle kapasiteten. Ved måling av radioaktivitet, som på Havforskningsinstituttet foreløpig er konsentrert til måling av gammaemittere hvor vi

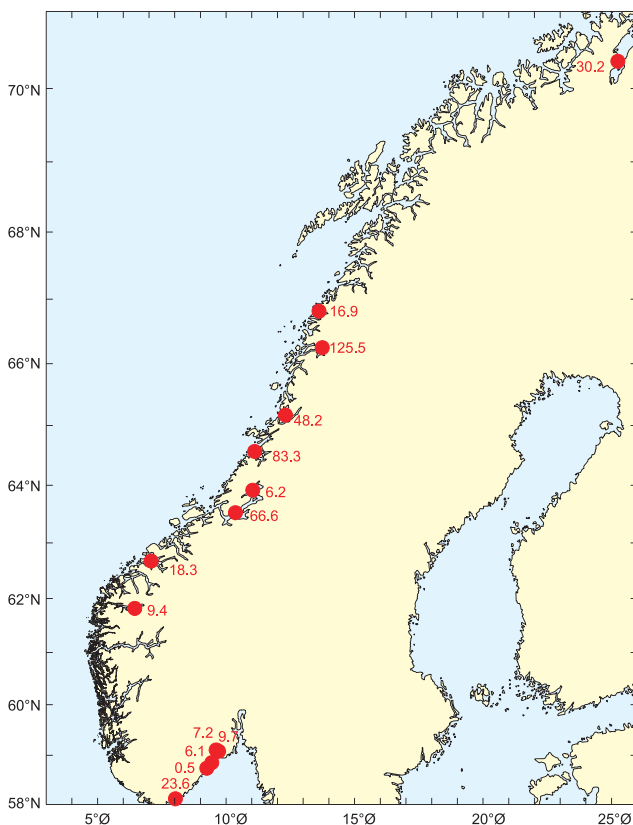
bl.a. måler radiocesium (^{134}Cs og ^{137}Cs), har vi instrumenter som teller antall desintegrasjoner innenfor gitte energiområder. Lite radioaktivitet i prøven krever lang talletid, fra ett til to døgn, for å få et statistisk holdbart resultat.

Resultater fra måling av cesiumisotoper

^{137}Cs er et kjernesplittingsprodukt, og etter Tsjernobyl-ulykken i 1986 og det medfølgende nedfallet av radioaktivitet i deler av Norge var det, og er det faktisk fortsatt, det radioaktive cesiuminnholdet i matvarer som bekymrer. Det ble gitt en tiltaksgrense på 600 becquerel (Bq) ^{137}Cs per kg, hvor målte verdier over 600 Bq/kg i en matvare utløste spesielle kostholdsråd knyttet til det aktuelle matproduktet. Forsatt er det områder i Norge hvor beitende dyr i utmark kan få et betydelig høyere innhold av ^{137}Cs i kjøttet enn 600 Bq/kg.

Tsjernobyl-nedfallet vaskes etter hvert ut av jordsmonnet og renner ut i fjordene våre, der det sedimenterer. Målinger i bunnsedimentene i fjordene viser tydelig om avrenningsområdene til fjorden har fått spesielt mye nedfall fra Tsjernobyl-uhellet. Dette synliggjøres i Figur 6.2, som viser mengden ^{137}Cs i overflatesedimentet i det dypeste partiet innerst i en del utvalgte fjorder hvor det ble foretatt innsamling i 2001. Det er stor variasjon mellom fjordene, og disse variasjonene reflekterer nedbørsfeltenes belastning. Det er viktig å påpeke at resultatene stammer fra enkeltprøver, og det er først når vi har et større sett prøver fra de forskjellige fjordene at vi kan gi et mer eksakt bilde av den radioaktive belastningen. Årlige innsamlinger av prøver i fjordene vil derfor fortsette i den grad dette lar seg gjøre i forbindelse med annen toktvirksomhet. I 2002 samlet vi på november–desember-toktet med "Michael Sars" prøver fra en del andre fjorder enn tidligere, for derved å kunne dekke flest mulig av fjordene våre.

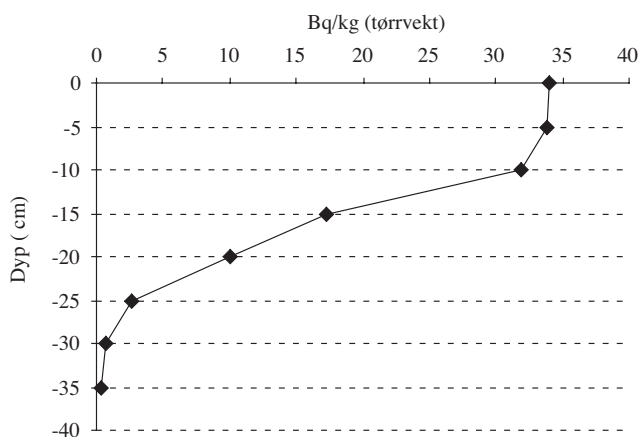
I overvåkingsammenheng måler vi som regel bare i de øverste to centimeterne av sedimentene, men vi samler prøver som gjør det mulig å måle fordelingen nedover i bunnsedimentene. Figur 6.3 viser et eksempel på en slik måling hvor sedimentkjernen er stykket opp og målinger er foretatt for hver femte cm. Prøven som presenteres i Figur 6.3 er fra Store Lungegårdsvann i Bergen. Som det framgår er nivået av cesium-137 forholdsvis lavt i det øverste laget, sammenlignet med hva vi finner i en del andre fjorder (Figur 6.2). Fra 10 cm ned i sedimentet synker innholdet av ^{137}Cs raskt og nærmer seg deteksjonsgrensen



Figur 6.2

^{137}Cs angitt som Bq/kg (tørrvekt) i overflatesediment fra fjorder hvor det ble samlet prøver i november–desember 2001.

^{137}Cs values (Bq/kg dry weight) in the surface bottom sediments in some fjords where sampling took place in November–December 2001.

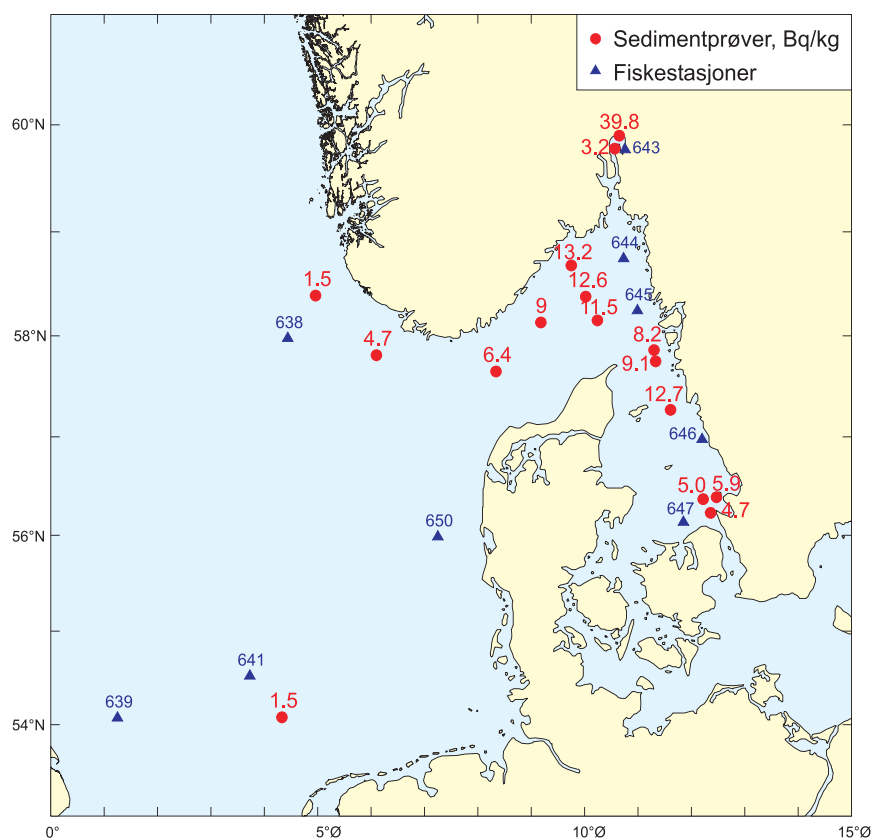


Figur 6.3

^{137}Cs angitt som Bq/kg (tørrvekt) som funksjon av dyp i en sedimentkjerne fra Store Lungegårdsvann i Bergen. Prøve høsten 2001. Vertical profile of ^{137}Cs (Bq/kg dry weight) in a sediment core from Store Lungegårdsvann in Bergen. The sampling took place in the autumn of 2001.

35 cm ned i bunnen. Ved å studere fordelingsprofilen kan vi danne oss en formening om sedimentasjonshastigheten på prøvestedet, og om den blandingen som skjer i de øverste sedimentlagene som følge av biologisk aktivitet.

En viktig kilde til cesiumforurensning i våre farvann er tilførsler fra Østersjøen, som er tilført store mengder gjennom avrenning etter Tsjernobyl-uhellet. Figur 6.4 viser tydelig Østersjø-påvirkningen spesielt i dyppartiene i Skagerrak, men som det framgår synker verdiene vestover i Norskerenna. Figur 6.4 viser også posisjonene for fiskeprøver som er analysert med hensyn til innholdet av ^{137}Cs . Resultatene er gjengitt i Tabell 6.1, og som det tydelig framgår finner vi de relativt sett høyeste verdiene i pelagisk fisk helt sør i Kattegat hvor Østersjøvannet har størst innflytelse. Verdiene på fisk knyttet til bunnen, hyse og sandflyndre, er derimot sammenlignbare med verdier målt i disse artene ute i selve Nordsjøen. Forskjellen mellom bunnfisk og pelagisk fisk gjenspeiler mønsteret i vannmassefordelingen. Mindre salt og derfor lettere Østersjøvann finnes i overflatelagene, mens



Figur 6.4

Kart med posisjoner, blå skrift, for fiskeprøver samlet inn i november–desember 2001. Innholdet av ^{137}Cs i forskjellige fisk fra disse stasjonene er gitt i Tabell 6.1. Kartet viser også innholdet av ^{137}Cs , som Bq/kg (tørrvekt), rød skrift, i overflatesediment fra stasjoner i Kattegat/Skagerrak og Nordsjøen i prøver samlet i november–desember 2001.

A map showing positions, in blue, where fish samples were collected in November–December 2001. The ^{137}Cs contents in fish and other biota are presented in Table 6.1. Numbers in red show measured ^{137}Cs values (Bq/kg dry weight) in surface sediments from sampling stations in Kattegat/Skagerrak and the North Sea in November–December 2001.

vannet ved bunnen domineres av innstrømmende tyngre vann fra Nordsjøen/Skagerrak. Tabell 6.1 viser også at nivået av ^{137}Cs er betryggende lavt i fisk fra alle områdene vi har prøver fra. Sammenlignet med en tiltaksgrense for matvarer på 600 Bq/kg er innholdet i fisk svært lavt, men dette betyr ikke at vi kan slutte å overvåke tilstanden i våre fiske-riområder. Overvåkingen er nødvendig for til en hver tid å kunne dokumentere at norsk fisk er fanget i et "rent hav".

Atomubåten "Komsomolets"

Sydvest av Bjørnøya ligger den tidligere sovjetiske atomubåten "Komsomolets" på 1660 meters dyp. Atomubåten havarerte og sank 7. april 1989, inneholdende en intakt atomreaktor og to torpedomissiler med atomstridshoder. Havariet og spekulasjoner om mulighetene for en betydelig radioaktiv forurensning, vakte stor offentlig oppmerksomhet, og det ble fra russisk side arbeidet intenst for å prøve å få hevet ubåten. Dette ble ikke gjort.

Havforskningsinstituttet har sett det som spesielt viktig å overvåke området rundt den sunkne ubåten for å registrere eventuell lekkasje av radioaktivt materiale. Vi begynte denne overvåkingen i 1992 og har samlet vann og sediment så nær inntil vraket som det har vært mulig med vårt normale innsamlingsutstyr. I flere år samlet vi prøver flere ganger årlig, men fra 1997 har vi redusert prøvetakingen til en gang i året. Resultatene fra overvåkingen av sediment er vist i Tabell 6.2.2.

Tallene angir mengde ^{137}Cs i sediment som Bq/kg (tørrvekt). Usikkerheten varierer mellom ± 1 og $\pm 0,1$, med størst usikkerhet i de første årenes målinger. Det som gir størst variasjon er selve prøvetakingen, hvor det nærmest er umulig å posisjonere prøveredskapen på ønsket sted (siden den henger i enden av en 1,6 km lang wire med varierende sidedrift avhengig av båten og vannets forflytning). På tross av usikkerheten med hensyn til hvor vi eksakt har tatt prøven fra bunnen, kan vi allikevel slå fast at prøvetakingen er nær nok til at en eventuell vesentlig forurensning vil bli oppdaget. Sammenligner vi verdiene vi måler i området rundt "Komsomolets" med det vi finner i enkelte fjorder som er spesielt påvirket av Tsjernobyl-nedfallet, er "Komsomolets"-verdiene betydelig lavere.

Tabell 6.2.1

^{137}Cs innholdet som Bq/kg (tørrvekt) i biotaprøver samlet i november–desember 2001. Posisjonene er angitt i Figur 6.4. The ^{137}Cs content in samples of fish and other biota sampled in November–December 2001. Sampling positions are given in Figure 6.4.

Stasjon	Art	Bq/kg (tørrvekt)
St 638	Hyse	0,9 \pm 0,2
	Sei	1,8 \pm 0,2
	Sild	1,2 \pm 0,3
	Torsk	1,4 \pm 0,2
	Flekksteinbit	1,1 \pm 0,4
	Sandflyndre	0,7 \pm 0,2
	Lomre	0,5 \pm 0,2
	Hvitting	2,1 \pm 0,2
St 639	Brisling	1,9 \pm 0,2
	Sild	0,7 \pm 0,2
St 641	Sandflyndre	0,7 \pm 0,1
	Brisling	1,0 \pm 0,1
	Sild	0,8 \pm 0,1
St 643	Brisling	1,3 \pm 0,1
	Krill	0,6 \pm 0,2
St 644	Sild	1,7 \pm 0,2
St 645	Sild	1,7 \pm 0,2
	Krill	0,6 \pm 0,1
St 646	Sild	2,3 \pm 0,2
St 647	Sjøpølse	<0,1
	Sild	3,8 \pm 0,3
	Hvitting	8,9 \pm 0,3
	Taggmakrell	9,1 \pm 0,4
	Brisling	6,2 \pm 0,3
	Hyse	0,7 \pm 0,2
St 650	Sandflyndre	1,1 \pm 0,2
	Brisling	1,1 \pm 0,3
	Sild	0,5 \pm 0,1

Tabell 6.2.2

Mengde ^{137}Cs i sedimentet (Bq kg⁻¹ tørrvekt) nær "Komsomolets". Values of ^{137}Cs (Bq kg⁻¹ dry weight) near "Komsomolets".

1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
bare vann målt	2	2,7	5,0	6,6	5,1	1,6	bare vann målt	1,05	6,1	bare vann målt
		2,4	7,1	6,5						
			5,4	4,7						