

Technetium-99 i norsk marint miljø – aktuelle nivåer og trender

Utslipp av ^{99}Tc til Irskesjøen fra Sellafield ble kraftig redusert i 2004, da en ny renseteknologi ble tatt i bruk. Selv om de høyeste utslippene fra 1995 og 1996 har passert norskekysten, så er nivåene av ^{99}Tc i sjøvann og biota langs norskekysten fortsatt forhøyede og effekten av de minskede utslippene av ^{99}Tc fra Sellafield antas å bli merkbare først i 2007 eller senere.



Sellafield-anleggene (Foto: BNFL).

Introduksjon

Sellafields gjenvinningsanlegg for brukt forbrukt kjernebrensel har fått mye oppmerksomhet i Norge de siste årene på grunn av de radioaktive utslippene til marint miljø, der spesielt technetium-99 (^{99}Tc) har vært i fokus. Technetium-99 har en halveringstid på 213 000 år, og dannes ved desintegrasjon av molybden-99, som igjen dannes bl.a. ved fisjon av kjernebrensel i atomkraftverk. Anleggene ved Sellafield har vært i bruk siden 1947 og en av hovedaktivitetene ved dette anlegget har vært repressering eller gjenvinning av brukt kjernebrensel. Technetium-99 i utslippene fra Sellafield transporteres med havstrømmene fra Irskesjøen via Nordsjøen til norske kystområder og videre opp til Barentshavet. Transporttiden fra Irskesjøen til Barentshavet har blitt estimert til ca 4-5 år. I 1994 økte utslippene av ^{99}Tc kraftig (fig. 1), da opplagret flytende avfall ble behandlet i et nytt rensenanlegg for aktinider (bl.a. americium,

plutonium og neptunium). Utslippene av ^{99}Tc var høye frem til 2003/2004, da en ny renseteknologi ble introdusert. Den nye renseteknologien, den såkalte TPP-metoden, der ^{99}Tc felles ut fra det flytende avfallet, ble testet i full skala høsten 2003 med positivt resultat og har siden 2004 vært i bruk, noe som har ført til minskede utslipp av ^{99}Tc til Irskesjøen de siste årene (NRPA, 2004a).

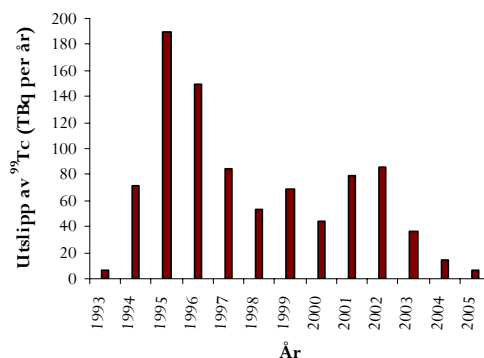


Fig. 1. Årlig utslipp av ^{99}Tc fra Sellafield til Irskesjøen i perioden 1993 til 2005.

Utslippene av ^{99}Tc fra Sellafield har blitt nøye fulgt opp fra norsk side, helt siden forhøyede nivåer ble oppdaget i 1997. I det nasjonale overvåkingsprogrammet for radioaktivitet i marint miljø (RAME), som koordineres av Statens strålevern, har det siden 1996 blitt gjennomført undersøkelser av nivåer og trender av ^{99}Tc i sjøvann og marin biota. I samarbeid med Havforskningsinstituttet, Institutt for energiteknikk og Universitetet for Miljø og Biovitenskap blir det hvert år tatt prøver av sjøvann i Nordsjøen, Norskehavet eller Barentshavet, samt tang ved prøvestasjoner langs

hele Norskekysten. Prøvene analyseres for flere radioaktive stoffer, inkludert ^{99}Tc .

I denne StrålevernInfoen vises de siste oppdaterte resultater og trender for ^{99}Tc i blæretang, sjøvann og hummer innsamlet langs norskekysten og i nære havområder. Resultater fra 2004 og fremover viser at nivåene av ^{99}Tc i det norske marine miljø fortsatt er forhøyet og at effekten av den nye renseteknologien som ble tatt i bruk i 2003 ved Sellafield, ennå ikke har ført til at nivåene av ^{99}Tc har blitt betydelig redusert. Effekten av de reduserte utslippene av ^{99}Tc fra Sellafield forventes først å bli synlige langs norskekysten fra 2007 eller senere.

Technetium-99 i sjøvann

Nordsjøen og Skagerrak

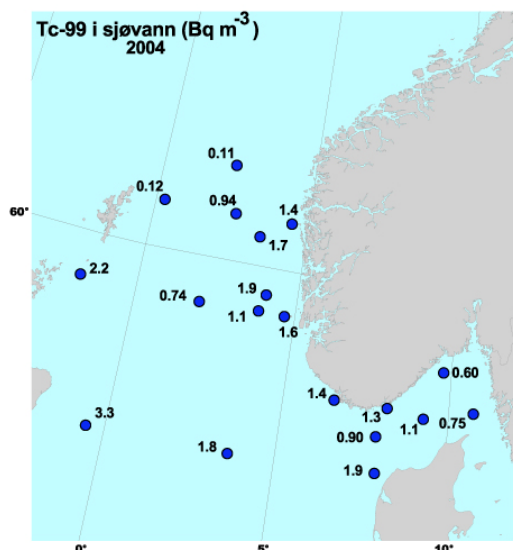


Fig. 2. Aktivitetskonsentrasjon (Bq m^{-3}) av ^{99}Tc i overflatevann fra Nordsjøen og Skagerrak i 2004.

^{99}Tc som slippes ut i det marine miljøet eksisterer normalt i form av pertechnetat (TcO_4^-), som er oppløselig i vann (i motsetning til bl. a. plutonium og americium som i større grad fester seg på sedimenterende partikler). Dette medfører at ^{99}Tc transporteres lange avstander fra utslippsstedet uten å feste seg til partikler og sedimenter. I figur 2 vises nivåene av ^{99}Tc i Nordsjøen og Skagerrak i 2004. Den høyeste aktivitetskonsentrasjonen finner man som ventet utenfor Skottlands østkyst. Relativt høye nivåer kan imidlertid også observeres i den norske kyststrømmen, sammenlignet med de nivåer av

^{99}Tc som ble observert i nordlige deler av Nordsjøen i 2001 (Gäfvvert et al., 2003) kan ingen tydelig endring i konsentrasjoner av ^{99}Tc observeres for 2004. Siden transporttiden for ^{99}Tc fra Irskesjøen til den norske Nordsjø- og Skagerrakkysten er ca 3-4 år, forventes det ikke at en nedgang i konsentrasjonene blir observert for i 2007 eller senere. I Figur 3 vises aktivitetskonsentrasjonen av ^{99}Tc i Barentshavet i 2005. Den høyeste konsentrasjonen finnes langs kysten, da ^{99}Tc transporteres med den norske kyststrømmen opp til Barentshavet. Der vann fra kyststrømmen er blandet med Atlanterhavs- og arktisk vann er nivåene lavere. Nivåene i 2005 er relativt lik dem som ble observert i 2002 i samme område (NRPA, 2004b).

Barentshavet

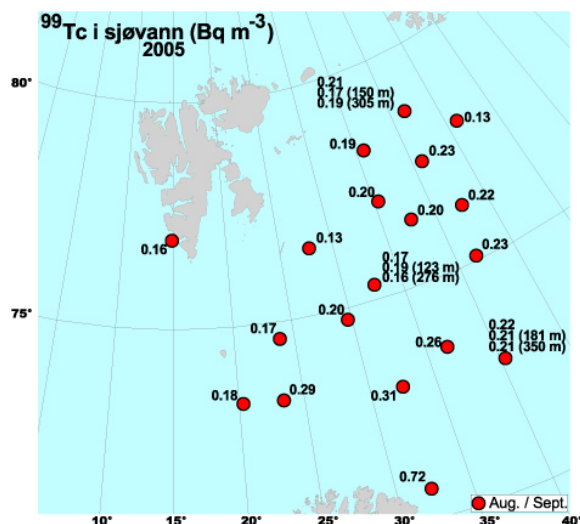


Fig. 3. Aktivitetskonsentrasjon (Bq m^{-3}) av ^{99}Tc i overflatevann fra Barentshavet i 2005.

Technetium-99 i tang

Blæretang (*Fucus vesiculosus*) har lenge blitt brukt som en bioindikator for å måle nivået av en rekke ulike radioaktive stoffer i kystområder. Blæretang har en veldig god evne til å oppkonsentrere ^{99}Tc fra sjøvann, hvilket kan sees i den høye konsentrasjonsfaktoren (forholdet mellom aktivitetskonsentrasjonen i tangen og i sjøvannet som omgir tangen). For ^{99}Tc i blæretang er konsentrasjonsfaktoren vanligvis over $100\,000 \text{ Bq kg}^{-1} / \text{Bq l}^{-1}$. Gjennom å bruke en slik bioindikator forenkles målingen, samt at man får en utjevning av eventuelle fluktuerende nivåer i sjøvannet.

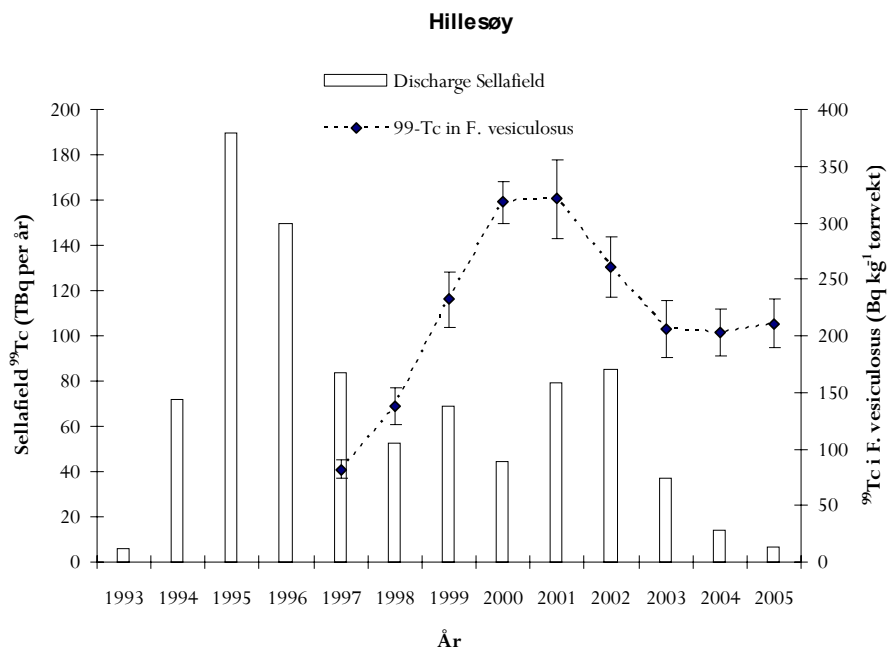


Fig. 4. Årlig gjennomsnittsverdi fra månedlige målinger av ⁹⁹Tc i blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Hillesøy sammen med årlig utslipp av ⁹⁹Tc fra Sellafield

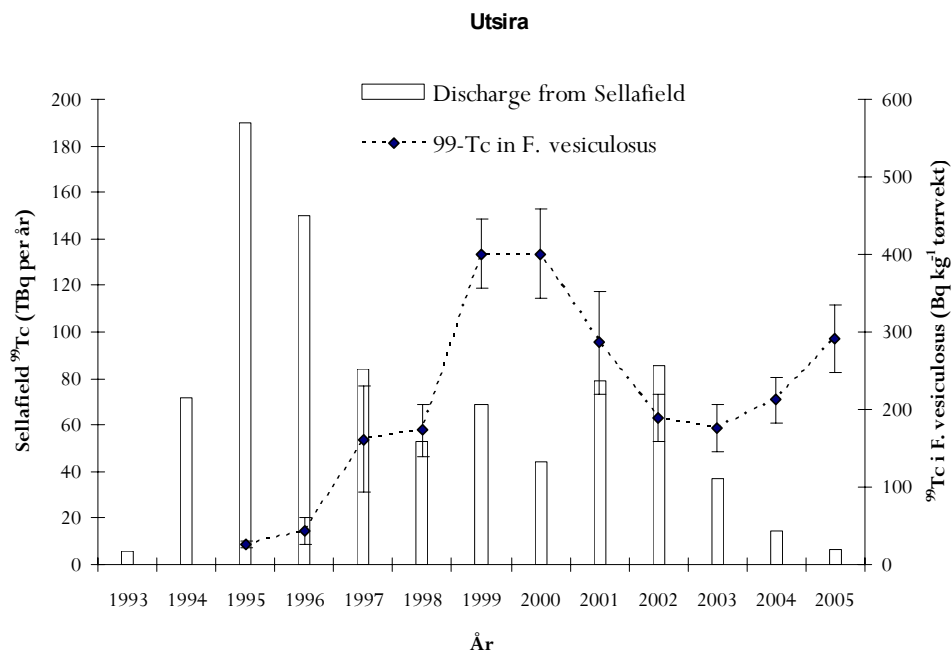


Fig. 5. Årlig gjennomsnittsverdi fra månedlige målinger av ⁹⁹Tc i blæretang (*Fucus vesiculosus*) fra Utsira sammen med årlig utslipp av ⁹⁹Tc fra Sellafield (data fra IFE).

Tang samles inn hver måned fra kysten ved Hillesøy og Utsira, mens det på 12 andre steder langs kysten samles inn tang en eller to ganger hvert år. I Fig. 4 og 5 vises tidsserier av årlig gjennomsnittsverdi fra månedlige målinger av ^{99}Tc i *Fucus vesiculosus* fra Hillesøy og Utsira sammen med årlige utslipp av ^{99}Tc fra Sellafield. Fra figurene kan sees at nivåene av ^{99}Tc i tangen har minsket fra 2000/2001 da de høye utslippene ved Sellafield i 1994 og 1995 passerte norskekysten. Aktivitetskonsentrasjonen av ^{99}Tc i tang fra Hillesøy og Utsira er fremdeles forhøyet og viser en svakt økende tendens de 2 siste årene. Denne siste økningen skyldes trolig at de årlige utslippene av ^{99}Tc i 2001 og 2002 var høyere enn i perioden 1998-2000.

Technetium-99 i hummer

Siden 2001 har Statens strålevern hvert år samlet inn og målt konsentrasjon av ^{99}Tc i hummer (*Homarus gammarus*) fra norskekysten. Resultatene viser en stor forskjell mellom kjønnene. Hunner har ca fire ganger høyere konsentrasjon av ^{99}Tc sammenlignet med hanner, se tabell 1.

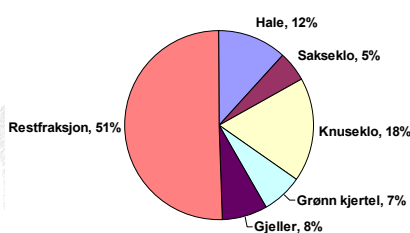
Tabell 1 Gjennomsnittlig ^{99}Tc konsentrasjon i hummerhale (Bq/kg våt vekt) for begge kjønn samlet inn langs norskekysten i perioden 2001-2005.

Kjønn	Antall	Gj.snittlig ^{99}Tc kons. (Bq/kg)	Min-maks verdi (Bq/kg)
♂	60	5,50	2,0 – 16
♀	43	22,5	5,1 – 70

13 hummere er også blitt dissekert for å se på fordelingen av ^{99}Tc i andre organer. I disse hummerne ble halemuskel, sakseklo, knuseklo, grønn kjertel ("nyre"), gjeller og en restfraksjon analysert for ^{99}Tc . Fordelingen oppgis i prosent ^{99}Tc i fraksjonen i forhold til total aktivitet i hummeren (Fig.6 og Fig.7)

For hunner ble litt under 50 % av ^{99}Tc aktiviteten funnet i det hvite kjøttet (hale og klør), mens for hanner 35 %. For begge kjønn er imidlertid den høyeste ^{99}Tc aktiviteten funnet i restfraksjonen som bestod i det som er igjen av hummeren etter at hale, klør, grønn kjertel, gjeller var fjernet (minus skall og svømmeføtter).

Fordeling av ^{99}Tc (%) i organer
Gjennomsnittlig verdi for 6 hanner



Fordeling av ^{99}Tc (%) i organer
Gjennomsnittlig verdi for 7 hunner

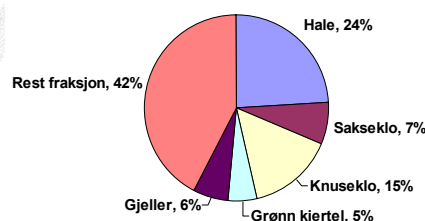


Fig. 6: Gjennomsnittlig fordeling av ^{99}Tc (%) i hale muskel, sakseklo, knuseklo, grønn kjertel, gjeller og restfraksjon for hann hummer og hunn hummer.

Konklusjon

Utslipp av ^{99}Tc til Irskesjøen fra Sellafield har minsket siden 2004 da en ny renseteknologi ble tatt i bruk. Selv om de høye utslippene i 1995 og 1996 fra Sellafield har passert norskekysten, så er nivåene av ^{99}Tc i sjøvann og biota langs norskekysten fortsatt forhøyede og effekten av de minskede utslippene av ^{99}Tc fra Sellafield antas ikke å bli merkbare før i 2007 eller senere. Fra tidsseriene med ^{99}Tc i blæretang fra Hillesøy og Utsira kan man se en økning i ^{99}Tc de seneste par årene, hvilket trolig skyldes de relativt høye utslippene i 2001 og 2002.

Referanser

Gäfvert, Føyn, Brungot, Kolstad, Lind, Christensen, Strålberg, Drefvelin, Rudjord, (2003). Radioactivity in the Marine environment 2000 and 2001. StrålevernRapport 2003:8.

NRPA, (2004a). 90 % reduksjon i technetium-99 utslippene fra gjenvinningsanlegget Sellafield. StrålevernInfo 8:2004.

NRPA, (2004b). Radioactivity in the marine environment 2002. Strålevern Rapport 2004:10