

Er utslippene av technetium-99 fra Sellafield farlige?

Hilde Elise Heldal og Lars Asplin

Fra 1994 og frem til i dag har utslippene av technetium-99 (Tc-99) fra Sellafield vært relativt høye sammenlignet med utslippene på 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet. I denne artikkelen tar vi for oss bakgrunnen for de økte utslippene og følger dette har fått for norske kystområder.

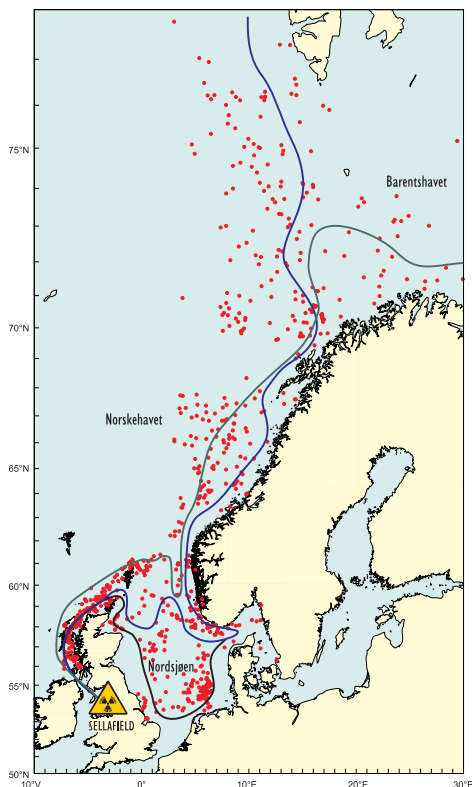
Hva er technetium?

Grunnstoffet technetium ble først påvist i 1937 i molybden som ble bestrålt med neutroner (kjerner av ^2H). Det fikk navnet technetium fordi man trodde elementet bare kunne fremstilles kunstig (technos (gr.) = kunstig). Men en isotop av technetium, Tc-99, dannes også ved spontan spalting (fisjon) av uran-235 (U-235), og finnes derfor i spormengder i uranmalm. Det eksisterer 21 kjente isotoper av

technetium, men ingen er stabile. Tc-99 har en halveringstid ($t_{1/2}$) på 213 000 år, og sender ut lavenergi beta-stråling ($E_{\text{max}} = 293 \text{ keV}$).

Sellafield-anlegget

Sellafield ligger ved Irskesjøen på nordvestkysten av England (Figur 6.32). Anlegget består bl.a. av fire atomreaktorer som utgjør kjernekraftverket Calder Hall, og to gjenvinningsanlegg for brukt kjernebrensel. I atomreaktorene blir energi frigjort ved at kjerner av U-235 blir spaltet til spaltingsprodukter som f.eks. Tc-99 og cesium-137 (Cs-137). Etter en tids bruk blir brenselet så forurenset av spaltingsprodukter at det må erstattes av nytt brensel. I gjenvinningsanleggene blir brukt kjernebrensel behandlet slik at uspaltet U-235, som kan brukes i nytt brensel, blir separert fra spaltingsproduktene.

**Figur 6.32**

Transportruter og spredning av det radioaktive avfallet fra Sellafield, simulert med en tredimensjonal numerisk havmodell gjennom 30 måneder. De røde prikkene på figuren er "modellpartikler", som driver passivt, med vannmassene i ca. 50 m dyp. De "slippes løs", en hvert døgn, i en posisjon mellom Irland og Skottland. Spredningen av disse illustrerer den naturlige spredningen av radioaktivt materiale som stammer fra Sellafield. De heltrukne linjene (sort, grønn og blå) viser midlere transportruter som de fleste "modellpartiklene" har foretrukket, og er en indikasjon på strømsystemet i området.

Transport routes and dispersion of radioactive material from Sellafield as simulated for 30 months with a three-dimensional numerical ocean model. The red dots on the figure indicate passively drifting "model particles" at approximately 50 m depth. These are released one each day at a position between Ireland and Scotland. The particle dispersion illustrates the natural spreading of radioactive waste from Sellafield. The solid lines (black, green and blue) show the mean transport routes preferred by most of the "model particles", also indicating the mean current system of the area.

En del av avfallet fra denne prosessen, bl.a. Tc-99, blir sluppet ut i Irskesjøen. Av alt brukt kjernebrensel er det bare ca. 4-5 % som gjenvinnes, og dette skjer hovedsakelig i Storbritannia. Alternativet til å gjenvinne brukt kjernebrensel er å lagre det i sikre deponier, men da blir ikke alt U-235 utnyttet. Det er også mulig å kjemisk rense utslippene fra gjenvinningsanleggene for Tc-99.

Utslippene av Tc-99 fra Sellafield begynte allerede da det første gjenvinningsanlegget åpnet i 1952. Utslippene var lave gjennom 80-årene og frem til 1993 (Figur 6.33). I tilknytning til et av gjenvinningsanleggene ble det i 1994 åpnet et nytt renseanlegg, "the Enhanced Actinide Removal Plant" (EARP). EARP renser avfall for bl.a. plutonium og americium, men ikke for Tc-99. I årene før det nye renseanlegget åpnet, ble avfall lagret. Da EARP åpnet, startet utslipp av lagret og nytt avfall, noe som førte til at utslippene av Tc-99 økte kraftig. Utslipp av radionuklider som plutonium og americium ble imidlertid redusert.

Spredning av Tc-99 med havstrømmer

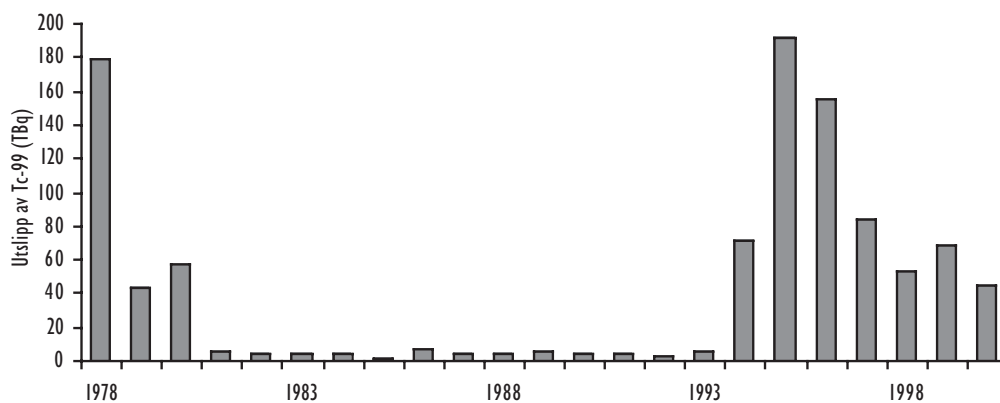
I sjøvann foreligger Tc-99 løst som pertechnetat (TcO_4^-). Dette er et såkalt konservativt ion, og kan antas å drive som passive "partikler" med vannmassene. Figur 6.32 illustrerer spredningspotensialet for en passivt drivende partikkel. I modellen som brukes blir partiklene "sluppet løs" i ca. 50 m dyp vest for Skottland hvert døgn med start 15. mars 1997. Forflytningen av partiklene med havstrømmene er beregnet ca. 2.5 år frem i tid. Røde prikker er posisjonene til partiklene, og en ser at hele norskekysten er eksponert. De grønne, blå og svarte

linjene viser midlere foretrukne transportruter, men den reelle forflytningen av de enkelte partiklene vil ikke følge slike glatte linjer, men derimot bevege seg i en langt mer krokete og snirklete rute. For å gjøre mer nøyaktige simuleringer av forflytningshastighet og fortynning underveis, må vi modifisere modellene våre noe.

Tc-99 i norske havområder

Fra 1994 har man fulgt transporten av Tc-99 fra Irskesjøen inn i Nordsjøen og nordover langs norskekysten. Undersøkelser gjort av Statens Strålevern og Institutt for Energiteknikk har vist at "Tc-99-fronten" (de første utslippene) nådde den sørvestlige delen av norskekysten etter ca. 2.5 år og den nordlige delen av norskekysten etter litt over 3 år. For å følge den videre spredningen av Tc-99, har Havforskningsinstituttet tatt vannprøver i Norskehavet, Grønlandshavet og utenfor Finnmarks-kysten i perioden 1998-2000. Prøvene er analysert ved CEFAS i Lowestoft, England. Resultatene viste at konsentrasjonene av Tc-99 har økt opp til 10 ganger i den nordlige delen av den norske kyststrømmen. Sommeren 2000 hadde fronten passert vest for Spitsbergen.

Den høyeste konsentrasjonen av Tc-99 i norske kystområder (6.5 Bq m^{-3}) ble målt nordvest for Bergen i november 1996. Denne konsentrasjonen tilsvarer ca. 0.1 pmol L^{-1} ($1 \times 10^{-13} \text{ mol l}^{-1}$). Dette er en så lav konsentrasjon at den i mange sammenhenger ikke vil kunne måles. Til sammenligning varierer deteksjonsgrensen for målinger av næringssalter fra $0.01 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ for PO_4^{3-} til $0.2 \text{ } \mu\text{mol L}^{-1}$ for NO_3^- . Men når det gjelder radioaktivitet, kan vi måle svært



Figur 6.33

Årlige utslipp av Tc-99 fra Sellafield i TBq ($1 \text{ TBq} = 1 \times 10^{12} \text{ Bq}$) 1978-2000.

Yearly discharge of Tc-99 from Sellafield measured as TBq ($1 \text{ TBq} = 1 \times 10^{12} \text{ Bq}$) 1978-2000.

lave konsentrasjoner med de instrumentene vi har i dag.

Sjøvann inneholder også mye naturlig radioaktivitet. Totalt er konsentrasjonen av naturlige radionuklider i sjøvann ca. 12 000 Bq m⁻³. Den mest dominerende naturlige radionukliden er kalium-40 (K-40) med en konsentrasjon på ca. 11 000 Bq m⁻³. Konsentrasjonen av Tc-99 utgjør mindre enn en promille av konsentrasjonen av de naturlige radionuklidene.

Opptak av Tc-99 i marine organismer

Opptak av Tc-99 i planteplankton og dyreplankton er lavt, men tang kan ta opp relativt mye. Store variasjoner i opptaket av Tc-99 har blitt observert for forskjellige skalldyr. Spesielt høyt opptak er påvist i hummer, opp til 37 000 Bq kg⁻¹ våtvekt er målt i hummer fra Sellafield-området. Dette er nesten 30 ganger høyere enn EUs tiltaksgrense for Tc-99, som er 1 250 Bq kg⁻¹ våtvekt. Det er påvist lavt opptak av Tc-99 i enkelte fiskeslag, men det er gjort få studier på fisk.

Målinger foretatt av Statens Strålevern indikerer at konsentrasjonene av Tc-99 i tang og hummer langs norskekysten økte som følge av de økte utslippene fra Sellafield. Den høyeste konsentrasjonen (42 Bq kg⁻¹ våtvekt) ble målt i en hummer fra Sunnhordland i desember 1997. Nye målinger viser imidlertid at konsentrasjonene av Tc-99 i hummer har avtatt de senere årene. En mulig årsak kan være reduserte utslipp fra Sellafield (se Figur 6.33).

Selv om undersøkelser indikerer at opptaket av Tc-99 i fisk er lavt, trenger vi mer informasjon om opptak i fisk som beiter på skalldyr og bunndyr som det har blitt påvist forhøyet opptak av Tc-99 i. Når det gjelder hummer, har laboratorieforsøk vist at opptaket av Tc-99 varierer fra organ til organ. Det har f.eks. blitt påvist høyere opptak av Tc-99 i urinblære, fordøyelseskjertel/mage og lever enn i andre organer. Dette kan også være tilfellet i andre organismer, og vi vet ikke hvilken betydning dette kan ha for de utsatte organene. Vi vet også svært lite om hvordan, og eventuelt i hvilke organer, Tc-99 tas opp i mennesker.

Stråledoser fra Tc-99

For å sette stråledosene vi får fra Tc-99 i et perspektiv, må vi sammenligne dem med de stråledosene vi får fra andre kilder. Totalt mottar en gjennomsnittsnordmann

omtrent 4 mSv (milli Sievert) per år. Dette kalles bakgrunnsdose. Noen av de viktigste kildene er radon, kosmisk stråling og medisinsk bruk av stråling. Hvis vi tar utgangspunkt i hummeren fra Sunnhordland som inneholdt 42 Bq kg⁻¹ våtvekt, kan vi regne ut at en person på 70 kg må spise 150 tonn av denne hummeren for å få en dose som er lik bakgrunnsdosen. En tysk studie av stråledoser til mennesker som spiser sjømat fra Nordsjøen viser at den totale stråledosen per år faktisk har avtatt fra 0.13 μSv/år til 0.08 μSv/år fra 1992 til 1998. Stråledosen fra Tc-99 har økt, men siden utslipp av andre radionuklider er redusert, har totalt mottatt stråledose avtatt. Her må det igjen understrekes at vi ikke vet hvor i organismen Tc-99 tas opp. Dersom opptaket konsentreres i sårbare organer, kan stråledosene til disse organene bli betydelige selv om den gjennomsnittlige stråledosen til hele kroppen er liten.

Britiske myndigheter har begrenset utslippene fra Sellafield slik at ingen skal få en høyere stråledose enn 0.5 mSv/år fra anleggets virksomhet. Realistiske estimater antyder at stråledosene til "kritisk gruppe" (de som spiser mye sjømat fra området rundt Sellafield), er rundt 0.1-0.2 mSv/år. Denne stråledosen er f.eks. mye mindre enn typiske stråledoser fra radon i Norge. Stråledosen fra Tc-99 til "kritisk gruppe" langs norskekysten vil være betydelig mindre enn stråledosen til "kritisk gruppe" ved Irskesjøen. Vi mangler imidlertid nøyaktige estimater på stråledoser til mennesker og miljø langs norskekysten fra Tc-99. For å kunne gjøre bedre estimater trenger vi mer informasjon om opptak og transport av Tc-99 i viktige marine næringskjeder. Vi trenger også mer informasjon om den norske befolkningens reelle konsum av sjømat.

Bør utslippene fra Sellafield stanses?

De stråledosene vi får fra naturlige kilder er mange tusen ganger høyere enn de vi får fra Tc-99. Det er derfor antatt at helserisikoen forbundet med dagens utslipp av Tc-99 er minimal eller fraværende. Finnes det likevel gode grunner til å stanse utslippene? En god grunn er omdømmet til norsk fiskerinæring. Dersom norsk fisk får rykte på seg for å inneholde radioaktiv forurensning, kan det bli vanskelig å få solgt fisken. Så lenge vi ikke har tilstrekkelig kunnskap om transport av Tc-99 i marine næringskjeder, og effekter av dette, bør vi heller ikke godta utslippene. Det generelle spørsmål som må stilles

er om det i det hele tatt er riktig å bruke havet som avfallsplass. Hvis svaret er nei, bør utslippene stanses.

I dag er norske havområder blant de reneste i verden, og det er slik vi ønsker at de skal være i fremtiden. Men for å kunne dokumentere at norsk fisk er ren, må vi utføre en kontinuerlig overvåkning. For å få mer informasjon om opptak av Tc-99 i marine organismer er det også nødvendig med en videre forskning på feltet.

Summary

In April 1994, a new waste treatment plant, EARP, began operation at the nuclear reprocessing facilities Sellafield, UK. EARP was introduced primarily to reduce the discharges of plutonium and americium, and does not remove technetium-99 (Tc-99) from the effluents. The discharges of Tc-99 from Sellafield into the Irish Sea have therefore increased significantly since 1994. In this article, we consider the consequences of the increased discharges for Norwegian coastal areas.