

Kan vi skille mellom forskjellige kilder til naturlige forekommende radioaktive stoffer i det marine miljø?

I prosjektet «NORM in Norwegian marine areas» skal vi sammenstille eksisterende data og samle inn ny kunnskap om naturlig radioaktivitet i norske havområder. Kunnskapen skal støtte den norske forvaltningen av petroleumsvirksomheten. Dette er et Framsenterprosjekt under Flaggskip «Miljøgifter – effekter på økosystem og helse».



Prøvetaking av sedimenter i nærheten av oljeplattformen Draugen i Norskehavet i 2017. Foto: Hilde Elise Heldal, HI.

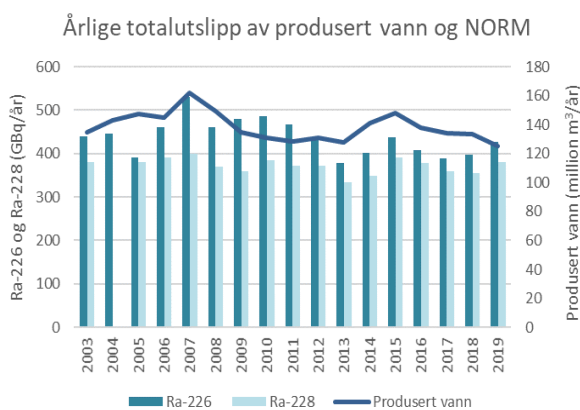
Utslipp av naturlig radioaktivitet

Da jorden ble dannet oppstod naturlige radioaktive stoffer som uran-238 (U-238) og thorium-232 (Th-232). Disse brytes ned til blant annet radium-226 (Ra-226), radium-228 (Ra-228) og bly-210 (Pb-210). Nedbrytningen skjer svært langsomt, og mange av stoffene finnes derfor fremdeles i naturen. Erosjon og avrenning fører stoffene ut i havet, der de til slutt ender opp på havbunnen. I det marine miljø varierer nivåene av naturlige radioaktive stoffer mellom forskjellige geografiske områder, og er avhengig av blant annet avstand til land, havdybde, sedimentasjonsmønster og lokal geologi.

Ett av de største biproduktene ved olje- og gassproduksjon er produsert vann. Produsert vann består av formasjonsvann som finnes naturlig i reservoarene samt vann som injiseres som trykkstøtte for å drive ut olje. Produsert vann inneholder rester av olje og miljøfarlige naturlig forekommende stoffer, deriblant Ra-226, Ra-228 og Pb-210. Nivåene av disse stoffene i produsert vann er omtrent 1000 ganger høyere enn i sjøvann. Når naturlig forekommende radioaktive stoffer oppkonsentreres på grunn av menneskelige aktiviteter kaller vi de NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials). Petroleumsvirksomheter må

ha tillatelse fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) for å slippe ut produsert vann med radioaktive stoffer.

For å redusere utslippene av miljøfarlige stoffer i produsert vann benyttes reinjeksjon, der det produserte vannet injiseres tilbake i grunnen. Reinjeksjon egner seg imidlertid ikke på alle installasjoner, og ikke alltid gjennom hele produksjonsfasen. Siden 2010 har utslippene av produsert vann på norsk sokkel variert mellom 125 og 161 millioner m³ per år (Figur 2) mens 30-50 millioner m³ per år er reinjisert. Renseteknologi for å fjerne NORM er svært kostnadskreven og teknisk utfordrende. Betydelige mengder NORM slippes dermed ut i norske havområder (Figur 2).

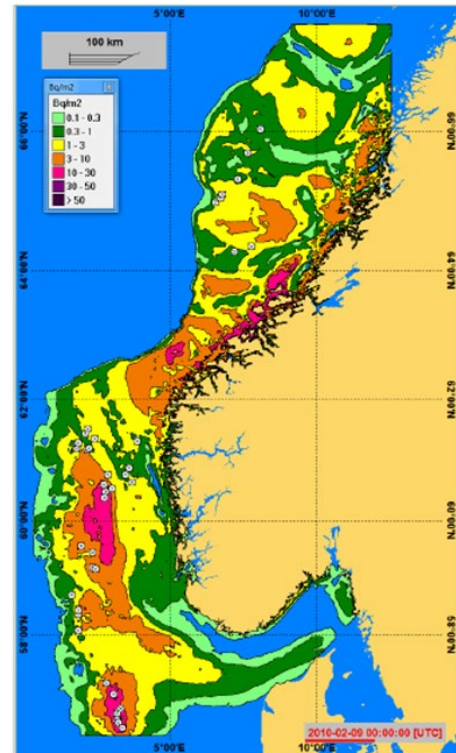


Figur 2. Årlige utslipp av produsert vann (millioner m³) og Ra-226 og Ra-228 (GBq) fra den norske petroleumsindustrien 2003-2019. Kilde: Miljøstatus.no.

Radium i produsert vann vil enten foreligge løst som Ra²⁺, assosiert med suspenderte partikler eller utfelt som radiumsulfat. Radium i løst form transporteres over lengere avstander enn det som er bundet til partikler. Man kan anta at en stor andel av radium som slippes ut med produsert vann, både på løst og partikulær form, før eller siden felles ut og sedimenteres på havbunnen. I Norge har vi ikke direkte målinger på hvor utslippene ender opp, men der er gjort modellering av spredning av løst radium som viser at det skjer en kraftig fortykning og spredning av stoffene etter utslipp¹. Videre viser modellering av spredning av partikulært radium at en del transporteres inn i Skagerrak mens en del transporteres nordover

¹ Rye, H., Durgut, I., Reed, M., Ditlevsen, M. K., 2008. Enhanced levels of ²²⁶Ra in sea water and sediment caused by discharges of produced water on the Norwegian Continental Shelf. SINTEF Rapport ISSN 1504-9795

langs Norskekysten med kyststrømmen (Figur 3)². Tre områder viser høy akkumulering av radium: nær kysten av Midt-Norge, ved Vikingbanken sør for Oseberg og i områdene rundt Ekofisk og Eldfisk i den sørlige delen av Nordsjøen.



Figur 3. Modellert spredning av partikulært radium etter ti år med utslipp (2005-2014) fra petroleumsinstallasjoner i Nordsjøen og Norskehavet. Partikler er sluppet ut på 30 m dyp. Figur tatt fra Skancke og Nordam, 2016².

Bakgrunn for prosjektet

I stortingsmeldingen om forvaltningsplanene for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak³ er et av målene:

Konsentrasjonen av helse- og miljøfarlige kjemikalier og radioaktive stoffer i miljøet skal bringes ned mot bakgrunnsnivået for naturlig forekommende stoffer, og tilnærmet null for menneskeskapte forbindelser. Utslipp og tilførsler av helse- og miljøfarlige kjemikalier eller radioaktive stoffer skal ikke bidra til overskridelser av disse nivåene.

² Skancke og Nordam (2016) Long-term fate of Ra-226 originating from offshore produced water discharges. SINTEF-report A27746.

³ Meld. St. 20 (2019–2020) Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene — Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak.

Kunnskap om nivåer av naturlig forekommende radioaktive stoffer har ikke vært sammenstilt tidligere. Grunnlaget for å kunne skille naturlige og menneskeskapte kilder har derfor vært mangelfullt. Dette har gjort det vanskelig å vurdere om utslippene fra petroleumsvirksomheten bidrar til forhøyede nivåer i noen områder eller om målet i forvaltningsplanen er nådd.

Prosjektet «NORM in Norwegian marine areas» har to målsetninger:

- 1) å sammenstille tilgjengelig informasjon om de naturlige radioaktive stoffene i det marine miljø for forvaltningen.
- 2) å undersøke om vi på grunnlag av den tilgjengelige informasjonen kan etablere naturlig bakgrunnsnivåer for en eller flere av de naturlig forekommende radioaktive stoffer.

Informasjonskildene inkluderer:

- Miljøovervåking av petroleumsvirksomheten til havs⁴
- Det nasjonale overvåkingsprogrammet for radioaktive stoffer i det marine miljø - RAME (RADIOactivity in the Marine Environment)⁵.
- MAREANO-prosjektet⁶.

Petroleumsvirksomhetens egen overvåking dekker områdene nær utslippspunktene. Resultatene kan tyde på sedimentering av radioaktive stoffer ved noen av installasjonene, men det er vanskelig å vurdere da vi ikke kjenner «før-nivåene». Videre har ikke overvåkingen ved forskjellige installasjoner vært standardisert, og det er derfor vanskelig å sammenligne resultater fra forskjellige installasjoner og geografiske områder. Det jobbes med en styrking og standardisering av operatørens overvåking som vil bli en del av

⁴<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M300/M300.pdf>

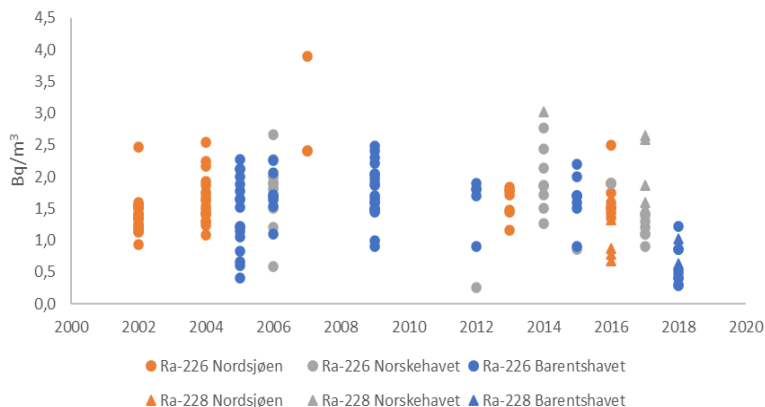
⁵ RAME koordineres av DSA og har som overordnet mål å dokumentere nivåer og trender av radioaktiv forurensning i norske kyst- og havområder. Havforskningsinstituttet er en viktig bidragsyter til programmet.

veilederen for overvåking av petroleumsvirksomheten til havs⁴.

RAME-programmet har siden 1999 samlet inn data på radioaktivitet i vann, sedimenter og biota fra alle norske havområder. Resultatene viser blant annet at nivåene av radium-isotoper i sjøvann er lave og stabile over tid (Figur 4).

I MAREANO-prosjektet blir det tatt sedimentkjerneprøver som analyseres for naturlig forekommende radioaktive stoffer for å bestemme alderen på de forskjellige lag. Disse kjerner har ikke tidligere vært analysert med henblikk på å se på aktivitetskonsentrasjoner av de radioaktive stoffene i forhold til geografisk plassering.

Gjennomgang av datagrunnlaget viser at det finnes sammenlignbar og tilgjengelig data for alle norske havområder som kan brukes i videre analyser.



Figur 4. Aktivitetskonsentrasjoner av Ra-226 og Ra-228 i sjøvann (Bq/m³) i norske havområder 2002-2018.

Bestemmelse av naturlige bakgrunnsnivåer

Letevirksomhet og utvinning av olje og gass i Nordsjøen startet på henholdsvis 1960- og 1970-tallet mens virksomheten i Norskehavet og Barentshavet har startet senere. Utslipp av produsert vann har pågått over flere tiår, og de forurensende stoffene er spredt over store områder. Hvordan kan vi da estimere bakgrunns-konsentrasjonene av naturlige radioaktive stoffer i sedimenter? Jo, da undersøker vi innholdet av

⁶MAREANO kartlegger dybde, bunnforhold, biologisk mangfold, naturtyper og forurensning i sedimentene i norske kyst- og havområder. Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse (NGU) og Kartverket utgjør utøvende gruppe i MAREANO, og gjennomfører den daglige driften. Det overordnede ansvaret ligger hos programgruppen som ledes av Miljødirektoratet.

stoffene i sedimentlag som ble avsatt før utslipp av produsert vann startet. For å gjøre dette trenger vi en såkalt kjerneprøve av havbunnen (Figur 5). Kjerneprøven kan snittes i lag, der alderen til lagene øker jo lenger ned i kjernen du kommer. Alderen på hvert lag kan bestemmes ved hjelp av bly-210-metoden, en metode hvor man måler innhold av bly-210 og Ra-226 i lagene. Dermed kan man undersøke innholdet av Ra-226 i sedimentlag som er avsatt før utvinning av olje og gass startet, for å bestemme det naturlige bakgrunnsnivået i en sedimentkjerne (Figur 6). Dersom en har data for flere kjerner innenfor et geografisk område, kan man med rimelig sikkerhet bestemme det naturlige bakgrunnsnivået for området. I dette prosjektet benytter vi oss av kjerneprøver og data samlet inn i MAREANO-prosjektet.



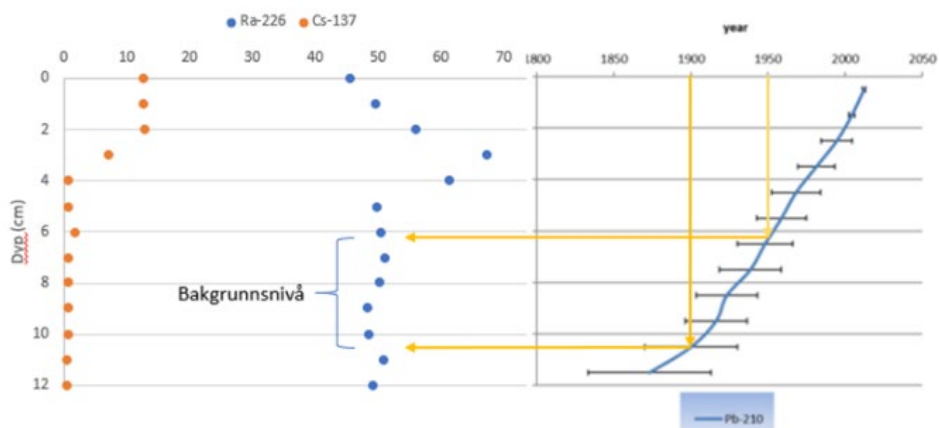
Figur 5. Sedimentkjerne tatt for MAREANO-prosjektet. En kjerneprøve tas ved å skyve et sylindrerør ned i havbunnen. Kilde: Mareano.no.

Om prosjektet og veien videre

I prosjektet «NORM in Norwegian marine areas» jobber geologer, biologer, kjemikere og fysikere fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), Havforskningsinstituttet (HI) og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) sammen for å generere kunnskap som kan brukes i videre forskning og forvaltning.

Prosjektet startet opp i 2020 og er finansiert av miljøgiftflaggskipet i Framsenteret samt de deltakende institusjoner. Framsenteret har som mål å fremme forvaltningsrelevant forskning for å øke kunnskapen og sikre en bedre forvaltning av nordområdene. Støtten til dette prosjektet har gjort det mulig å sammenstille data fra MAREANO-prosjektet, petroleumsindustriens egen miljøovervåking og RAME-programmet for å få et bedre overblikk over tilgjengelig kunnskap. Slike samarbeidsprosjekter sikrer god utnyttelse av data og deling av kunnskap på tvers av fagretninger.

Datagrunnlaget fra prosjektet viser at det er mest data på Ra-226, både i sjøvann og i sedimenter, og vi vil derfor i første omgang fokusere på denne radionukliden. Arbeidet med å etablere bakgrunnskonsentrasjoner for naturlig forekommende Ra-226 i sedimenter er i gang og med det på plass vil det i fremtiden kunne foretas reelle vurderinger av om forvaltningsmålene for våre havområder er nådd når det gjelder NORM.



Figur 6. Vertikal fordeling av Ra-226 og Cs-137 (Bq/kg tørrvekt) i sedimentkjerne R882 fra Norskehavet (venstre). Alder på sedimentlag fra samme kjerne bestemt ved hjelp av Pb-210-metoden (høyre). Dette demonstrerer hvilke verdier som kan brukes for å angi naturlig bakgrunnsnivå av Ra-226 i denne kjernen. Figuren viser tydelig forhøyete nivåer av Ra-226 mellom 2-4 cm, noe som omtrent tilsvarer perioden fra 1960-2000. Om dette stammer fra produsert vann eller har andre årsaker er noe vi håper å få svar på i dette prosjektet.