



NO9800003

# Avleiring av naturlig radioaktive stoffer i olje- og gassproduksjon

NEI-NO--859

29 - 23

Strålevern • HEFTE 12

ISSN 0804-4929 Januar 1997



Statens  
strålevern

R

---

**Referanse:**

Avleiring av naturlig radioaktive stoffer i olje- og gassproduksjon.  
Strålevern, hefte 12. Østerås: Statens strålevern, 1997.

**Nøkkelord:**

Radioaktive avleiringer, LSA scale.

**Resymé:**

Heftet gir en orientering om dannelse av avleiringer, stråledoser, verne- og beskyttelsestiltak, samt metoder for klassifisering av utstyr som er belagt med avleiringer av naturlig radioaktive stoffer i olje- og gassproduksjon.

**Reference:**

Deposition of naturally occurring radioactivity in oil and gas production. Strålevern hefte 12.  
Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 1997. Language: Norwegian.

**Key words:**

LSA scale, NORM

**Abstract:**

This booklet contains general information about naturally occurring radioactive materials, NORM, in production of oil and natural gas, occupational doses, radiation protection procedures and measures, and classification methods of contaminated equipment.

16 sider

Utgitt: Januar 1997

Opplag: 2000

Tekst: Irene Lysebo & Terje Strand

Trykk: Falch Fargetrykk

Bestilles fra: Statens strålevern,

Postboks 55, 1345 Østerås,

Telefon: 67 16 25 00, Telefax: 67 14 74 07

ISSN 0804-4929

# Avleiring av naturlig radioaktive stoffer i olje- og gassproduksjon

---

# Innhold

<b>1. Naturlig radioaktivitet i olje- og gassproduksjon</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Stråledoser og helserisiko</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Verne- og beskyttelsestiltak</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Klassifisering av utstyr</b> .....	<b>9</b>
<b>Bilag 1: Størrelser og enheter</b> .....	<b>12</b>
<b>Bilag 2: Avleiringenes sammensetning</b> .....	<b>13</b>
<b>Utfyllende litteratur</b> .....	<b>14</b>

---

# 1. Naturlig radioaktivitet i olje- og gassproduksjon

Avleiringer på innsiden av rør og annet utstyr i forbindelse med produksjon av olje har vært et kjent fenomen gjennom mange år. At avleiringene kan inneholde forhøyde mengder av naturlig radioaktive stoffer, og derfor i noen tilfeller må klassifiseres som radioaktivt avfall, ble imidlertid først oppdaget på begynnelsen av 80-tallet. Disse avleiringene har generelt lav aktivitet, og betegnes derfor ofte som «lavradioaktive avleiringer» med forkortelse LRA\*. Omfanget av dette problemet har imidlertid økt betydelig i de siste årene. Dette skyldes blant annet at mengden avleiringer øker etter hvert som produksjonsfeltene blir eldre i forbindelse med at sjøvann injiseres for å opprettholde trykket i reservoaret. Lavradioaktive avleiringer kan finnes på innsiden av produksjonsrør og annet utstyr som er i direkte kontakt med produksjonsvann.

Avleiringene kan deles inn i to hovedgrupper; karbonat- og sulfatavleiringer. Det er i hovedsak i sulfatavleiringer at det kan skje en oppkonsentrering av naturlig radioaktive stoffer. For nærmere detaljer se Bilag 2. Målinger som er foretatt i Norge og andre oljeproduiserende land, viser at avleiringer i oljeproduksjon ofte kan ha aktivitetstettheter som er 100 til 1000 ganger høyere enn det som er normalt i berggrunn og jordsmonn. En kan også finne noe forhøyet aktivitet i boreslam og oljeholdig avfall, men nivåene er langt lavere.

\* *Kalles også ofte for LSA scale (Low Specific Activity Scale) eller NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials).*

## 2. Stråledoser og helserisiko

De radioaktive stoffene i forbindelse med avleiringer i olje- og gassproduksjon avgir både alfa-, beta- og gammastråling som har svært forskjellige egenskaper:

- Alfa-stråling er heliumkjerner som er svært tunge partikler med kort rekkevidde i luft (noen centimeter) og vev (noen titals mikrometer). Beskyttelseslaget i huden («dødhuden») er effektiv beskyttelse mot alfa-stråling, og vi kan bare få stråledoser til kroppen ved at vi puster stoffene inn eller ved at vi får stoffene i oss via vann eller næringsmidler.
- Beta-stråling er elektroner og de har noe lengre rekkevidde i både luft og vev enn alfa-stråling. De har vanligvis høy nok energi til å kunne trenge gjennom beskyttelseslaget i huden og gi stråledoser til levende hudceller. Stoffer som avgir betastråling kan også gi stråledoser ved at vi puster dem inn eller via inntak av vann eller næringsmidler.
- Gamma-stråling er fotoner med høy energi. De har stor gjennomtrengelighet og kan gi stråledoser til alle deler av kroppen selv om stoffene som avgir strålingen befinner seg utenfor kroppen.

**Eksterndoser:** Ved opphold nær utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer, kan man bli utsatt for ekstern gammastråling og til en viss grad betastråling. Målinger i Norge og andre oljeproduiserende land viser imidlertid at eksterndosene ved håndtering av utstyr eller opphold nær utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer, er svært lave sammenliknet med andre grupper som utsettes for stråling i sitt yrke (blant annet medisinsk røntgenpersonell) og langt lavere enn fra ekstern bakgrunnsstråling – se Tabell 1.

**Interndoser:** Ved rensing av utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer, kan det frigjøres radioaktivt støv til luften. Både  $^{226}\text{Ra}$  og flere av datterproduktene avgir alfastråling, og ved inhalasjon av støv kan dette gi doser til lungene. Når man arbeider med utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer, er det derfor viktig at man benytter nødvendige verne- og beskyttelsestiltak. Slike tiltak bør rette seg spesielt mot å begrense innånding av støv – se Kapittel 3. Ved gode rutiner og sikkerhetstiltak vil dosene være langt lavere enn det gjennomsnittsnordmannen mottar fra radoneksposering i inneluft.

Dosene til personell som håndterer utstyr som er belagt med lavradioaktive avleiringer er langt lavere enn dosene til de fleste andre yrkesgrupper som utsettes for stråling i sitt arbeid. Forutsatt at nødvendige verne- og beskyttelsestiltak følges i forbindelse med håndtering og rensing av slikt utstyr er risiko for helseskade svært liten.

*Tabell 1. Persondoser i forbindelse med rensing av utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer sammenliknet med naturlig stråling fra andre kilder*

	Gjennomsnittlig effektiv årsdose (mSv/år)	Individuell variasjon i årsdose (mSv/år)
Persondoser i forbindelse med rensing av utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer	0,1	0,01 til 0,7
Ekstern gammastråling fra omgivelsene	0,55	0,3 til 3
Naturlig radioaktivitet i matvarer	0,37	0,3 til 1,2
Stråling fra verdensrommet	0,33	0,3 til 0,6
Radoneksposering i inneluft	2,0	0,5 til 500

---

Effektiv stråledose fra arbeid med radioaktive avleiringer ligger godt under fastsatt dosegrense for yrkeseksponerte som er på 20 mSv/år (Strålevernhefte nr. 4, 1995). For befolkningen ellers er det fastsatt en grense på 1 mSv/år for doser i tillegg til den naturlige bakgrunnsstrålingen. Fra naturlig stråling mottar vi i gjennomsnitt ca. 3,3 mSv/år, men for den som bor i boliger med høye radonkonsentrasjoner kan dosene være mer enn 100 ganger høyere.

### 3. Verne- og beskyttelsestiltak

I henhold til norsk lovverk (Arbeidstilsynets forskrift om arbeid med ioniserende stråling av 14. juni 1985) er arbeidsgiver pålagt å sørge for overvåkning av person-doser for arbeidstakere som utsetter for ioniserende stråling i sitt yrke.

Det forutsettes imidlertid at arbeidet med strålekilder er av et visst omfang og at det ved ordinært arbeid eller ved ulykkeseksponering er mulig å oppnå doser opp mot dosegrense for yrkeseksponerte. På mange arbeidsplasser er skjermingstiltak dimensjonert og sikkerhetsrutiner innført, slik at ingen arbeidstakere eller utenforstående kan motta stråledoser over 1 mSv/år, selv om uhell skulle inntreffe. *Denne typen arbeid fordrer derfor ikke persondosimetre.*

Vanlige persondosimetre (film, TLD, etc.) måler bare eksterndosen. Vurdering av persondoser ved inntak eller inhalasjon må gjøres på grunnlag av beregninger. Ved å følge de verne- og beskyttelsestiltak som er beskrevet for denne typen arbeide vil stråledosene være neglisjerbare.

For å holde dosene på et lavest mulig nivå, og unngå unødig eksponering, bør følgende verne- og beskyttelsestiltak følges:

- Arbeid med utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer bør kun utføres av personell som har fått nødvendig informasjon og opplæring.
- Områder hvor arbeid med radioaktive avleiringer foregår bør merkes og antall personer som har adgang til området bør begrenses til et minimum.
- Såfremt det er mulig, bør åpninger på kontaminert utstyr forsegles eller pakkes inn. Gulv bør tildekkes for å hindre kontaminering og forenkle rengjøringsarbeidet.
- Personer som arbeider i områder hvor det er mulighet for generering av støv, blant annet i forbindelse med rensing av utstyr, bør utstyres med støvmasker, øyebeskyttelse, hansker og egnede beskyttelsesklær. Alt personlig verneutstyr bør renses og kontrolleres for kontaminering før gjenbruk.
- Området bør være godt ventilert. Spising eller drikking bør ikke forekomme i området hvor arbeid foregår.
- Ved rensing av utstyr bør det bare benyttes metoder som holder materialet fuktig. Metoder med tørrensing, hvor det kan frigjøres støv til luften, bør ikke benyttes.
- Etter at arbeidet er gjennomført, bør hender og ansikt vaskes.

## 4. Klassifisering av utstyr

Der anbefales at man ved klassifisering av kontaminert utstyr benytter håndinstrumenter som måler doseraten fra gammastråling. Slike håndinstrumenter har store fordeler i praktisk bruk ved at de er robuste og lette å bruke. Instrumentene bør gi avlest verdi i dose per tidsenhet med direkte avlesning i mikrogray per time ( $\mu\text{Gy/h}$ ) eller mikrosievert per time ( $\mu\text{Sv/h}$ ). For gammastråling er  $1 \mu\text{Gy/h} = 1 \mu\text{Sv/h}$ . Hvis instrumentet gir avlest verdi i mikrorøntgen per time ( $\mu\text{R/h}$ ) må man regne om til  $\mu\text{Gy/h}$  ved å multiplisere med 0,01. Håndinstrumenter for ekstern gammastråling må kunne måle strålingsnivåer ned mot  $0,1 \mu\text{Sv/h}$  med en usikkerhet på mindre enn  $\pm 20\%$ .

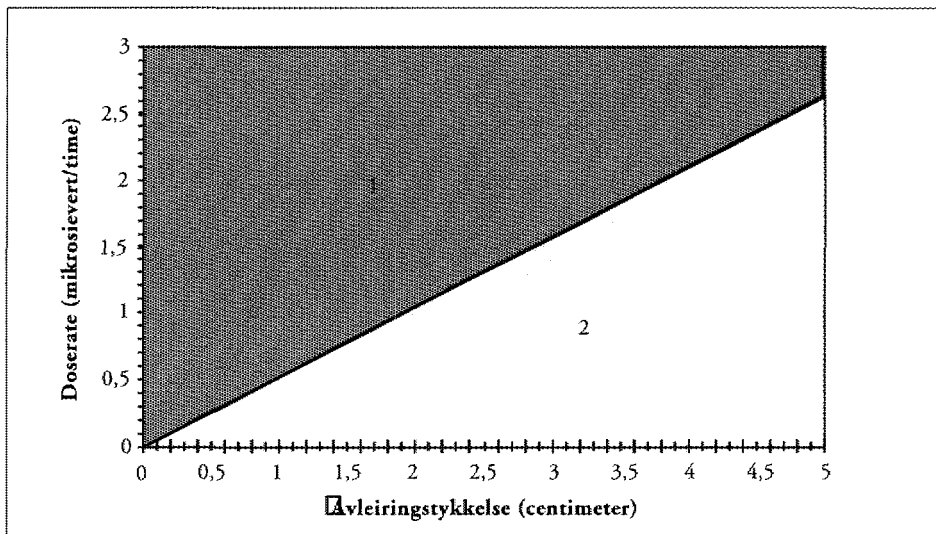
Doseraten som måles avtar kraftig med avstand fra utstyret. Det er viktig at man måler så nær overflaten av utstyret som mulig og i en fast avstand. Brukerveiledningen for instrumentet må følges. Før måling må batterifunksjon testes. Hvis instrumentet har vært benyttet til tilsvarende arbeid tidligere, må det rengjøres grundig før gjenbruk og sjekkes for eventuell kontaminering ved å ta en testmåling over bakken i et område med kjent bakgrunnsstråling.

### Produksjonsrør

Doseraten på utsiden av produksjonsrør vil blant annet avhenge av avleiringenes tykkelse og densitet. I praksis ved klassifisering av rør kan man benytte en forenklet sammenheng ved å forutsette at det er en tilnærmet lineær sammenheng mellom doseraten på utsiden av røret og avleiringens tykkelse. Figur 1 viser en tilnærmet sammenheng for avleiringer med en aktivitet på  $10 \text{ Bq/g}$  av  $^{226}\text{Ra}$ , og med en normal densitet og geometri, målt nær inntil på utsiden av et produksjonsrør med normale dimensjoner. Ved å måle doseraten og anslå tykkelsen av avleiringene kan man ved hjelp av figuren avgjøre om aktivitetskonsentrasjonen i avleiringene er høyere enn  $10 \text{ Bq/g}$  av  $^{226}\text{Ra}$ . Denne foreløpige grenseverdien er i overensstemmelse med friklassifiseringsgrenser gitt av EU.

- Gjennomsnittlig tykkelse på avleiringene anslås.
- Doseringen fra bakgrunnsstråling i en høyde på en meter over bakken i umiddelbar nærhet av området måles (i god avstand fra utstyr som er belagt med radioaktive avleiringer eller avfall fra rensing).
- Doseringen på utsiden av røret måles helt innvil røret. Uslaget fra bakgrunnsstråling trekkes fra og resultatene tolkes på følgende måte:
  - Område 1: Avleiringene har høyere aktivitet enn  $10 \text{ Bq/g}$  av  $^{226}\text{Ra}$ , klassifiseres som radioaktive og må tas spesielt hånd om.
  - Område 2: Avleiringene har lavere aktivitet enn  $10 \text{ Bq/g}$  av  $^{226}\text{Ra}$  og kan friklassifiseres.
- Hvis målt doserate på utsiden av røret er lavere enn det dobbelte av den eksterne bakgrunnsstrålingen i området friklassifiseres rørene uavhengig av avleiringenes tykkelse. I grensetilfeller klassifiseres utstyret som radioaktivt.





Figur 1. Sammenheng mellom avleiringstykkelse og doserate for avleiringer med aktivitet på 10 Bq/g av  $^{226}\text{Ra}$ .

#### Eksempel

Doseraten nær inntil røret måles til  $2 \mu\text{Sv/h}$  ( $= 2 \mu\text{Gy/h}$ ). Doseringen fra bakgrunnsstråling i et område i umiddelbart utenfor anlegget er målt til  $0,1 \mu\text{Sv/h}$ . Tykkelsen på avleiringene anslås til 1 cm. Av figuren kan vi avlese at en spesifikk aktivitet på 10 Bq/g av  $^{226}\text{Ra}$  vil tilsvare en doserate på  $0,5 \mu\text{Sv/h}$  ved normal densitet. Netto utslag på måleinstrumentet er på  $2 - 0,1 = 1,9 \mu\text{Sv/h}$  som er høyere enn  $0,5 \mu\text{Sv/h}$ . Aktiviteten er derfor anslått til å være høyere enn 10 Bq/g.

#### **Annet produksjonsutstyr**

Dette omfatter alt annet utstyr som kan være belagt med radioaktive avleiringer, blant annet utstyr på plattformen. På grunn av forskjellig geometri er det vanskelig å finne en god tilnærming for aktivitetskonsentrasjon ved måling av ekstern doserate fra slikt utstyr.

Hvis doseraten nær inn til utstyret er høyere enn det dobbelte av bakgrunnsstrålingen i området klassifiseres utstyret som radioaktivt og senses etter samme prosedyrer som er beskrevet i Kap. 3.

I noen tilfeller kan avleiringene være svært tynne, men ha høy aktivitetskonsentrasjon. I slike tilfeller vil det være vanskelig å klassifisere utstyr på bakgrunn av måling av ekstern gammastråling. Alternativt kan man her måle overflateaktiviteten (bequerel per overflateenhet), men for enkelte typer utstyr kan det være vanskelig å komme til og det gjør at man er nødt til å måle ved flere stadier i forbindelse med vedlikeholdsoperasjo-

---

ner eller demontering av utstyr. Det er spesielt viktig at støvmasker og annet nødvendig verneutstyr benyttes hvis man kommer i kontakt med tørt materiale i forbindelse med slike operasjoner.

### **Kontroll av avfall**

Avfall fra rensing av utstyr kan kontrollmåles ved å ta stikkprøver for analyse ved høyoppløselig gammaspektroskopi. Hvis aktivitetskonsentrasjonen er høyere enn 10 Bq/g for ett av stoffene  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  eller  $^{210}\text{Pb}$  må avfallet tas spesielt hånd om. Hvis aktivitetskonsentrasjonen er lavere enn 10 Bq/g for alle stoffene kan det friklassifiseres. Det er imidlertid ingen krav om at slike målinger skal gjennomføres. Hvis ikke slike kontrollmålinger gjennomføres skal avfallet tas spesielt hånd om.

### **Utstyr i gassproduksjon**

På innsiden av utstyr i produksjon av gass kan det være tynne, ofte usynlige, belegg med forhøyet aktivitet av  $^{210}\text{Pb}$ . Metoder med måling av ekstern doserate kan ikke benyttes for klassifisering av slikt utstyr. Aktuelle metoder kan være å benytte et instrument som er følsomt for beta-stråling og måle på innsiden av utstyret eller ta prøver som kan måles i laboratoriet ved hjelp av høyoppløselig gammaspektroskopi.

# Bilag 1: Størrelser og enheter

## Aktivitet og halveringstid

Når en atomkjerne er ustabil - dvs. radioaktiv - og går over til et annet stoff, sier vi at det skjer en desintegrasjon. *Aktiviteten* til et stoff defineres som antall desintegrasjoner per sekund og har fått betegnelsen becquerel (Bq). Ofte angis aktivitet per masse- eller volumenhet, f.eks. Bq/g eller Bq/l, og kalles da *spesifikk aktivitet* eller *aktivitetskonsentrasjon*. Tiden det tar før halvparten av atomene har desintegrerert, kalles *halveringstiden* og betegnes ofte med  $T_{1/2}$ .

## Doser

### Absorbent dose:

*Absorbent dose* er strålingsenergi avsatt per masseenhet, og har enhet gray (Gy). Dette er en stor enhet derfor oppgis ofte dosen oftest i milligray (mGy).  $1 \text{ Gy} = 1000 \text{ mGy}$ .

### Ekvivalent dose:

Hvor mye skade strålingen gjør i kroppen avhenger av hva slags stråling det dreier seg om. Nå den absorberte dosen til et organ/vev i kroppen multipliseres med en vekt-faktor for strålingstype, får vi den biologisk virksomme dosen, dvs. ekvivalent dose. Ekvivalent dose har enhet sievert (Sv).

Strålingstype:	Vektfaktor:
$\alpha$	20
$\beta$	1
$\gamma$	1

## Doserate

Med måleinstrumentet måler man dosen per tidsenhet. Dette kalles doseraten og angis i gray per time (Gy/h) eller sievert per time (Sv/h). Gamle måleinstrumenter angir doseraten i røntgen per time, R/h, og denne størrelsen kalles eksposisjonsrate. Sammenhengen mellom doserate og eksposisjonsrate for gammastråling er:

$$100 \text{ R/h tilsvare } 1 \text{ Gy/h} = 1 \text{ Sv/h} \quad (\text{og } 1 \text{ mR/h} = 10 \mu\text{Gy/h} = 10 \mu\text{Sv/h})$$

## Effektiv dose

Visse typer organer er mer følsomme for stråling enn andre. De ulike organer/vev i kroppen har derfor fått tillagt vekt-faktorer som er relatert til sannsynligheten for kreft og genetiske skader. For å beregne *effektiv dose* multipliserer man ekvivalent dose for det enkelte organ/vev med en gitt vekt-faktor (se Strålevernhefte nr.4). Dette summeres for alle organer i kroppen for å finne total effektiv dose til kroppen. Effektiv dose har også enheten sievert (Sv).

En effektiv dose på 1 Sv er en meget høy dose. De doser vi mottar i vårt daglige liv ligger omtrent 1000 ganger lavere, og dosen angis vanligvis i millisievert (mSv).  
 $1/1000 \text{ Sv} = 1 \text{ mSv}$ .

## Bilag 2: Avleiringenes sammensetning

Radioaktive avleiringer i produksjonsutstyr i *oljesektoren* kan deles inn i to hovedtyper; karbonat- og sulfatavleiringer. Karbonatavleiringer består hovedsakelig av kalsiumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), mens sulfatavleiringer er dominert av bariumsulfat ( $\text{BaSO}_4$ ).

*Sulfatavleiringer* dannes ved at sulfatsalter felles ut i produksjonssystemet. Denne utfellingen skjer når formasjonsvann, som finnes naturlig i reservoaret, kommer i kontakt med sjøvann som injiseres for å opprettholde trykket etterhvert som reservoaret tømmes for olje. Når sjøvann og formasjonsvann blandes, vil man under bestemte betingelser få en overmetning av barium, strontium og kalsium, og disse stoffene vil da utfelles som sulfatsalter. De naturlig radioaktive elementene som dominerer i bergarter er  $^{40}\text{K}$  og elementer i  $^{238}\text{U}$ - og  $^{232}\text{Th}$ -seriene. Uran og thorium i geologiske formasjoner er lite løselige, mens forbindelser av radium har større evne til å løses i formasjonsvannet. Radium forekommer i begge seriene som h.h.v.  $^{226}\text{Ra}$  og  $^{228}\text{Ra}$ . Løseligheten er imidlertid avhengig av hvilke anioner og mengden anioner som finnes i formasjonen. Under visse fysiske og kjemiske betingelser kan radiumforbindelser lekke ut fra formasjonen og løses i vannet. Radium har tilnærmet like kjemiske egenskaper med barium, strontium og kalsium, og ved utfelling av disse stoffene vil radium *medfelles*. Avleiringene kan ha høyere radioaktivitet enn det som er normalt for sedimentære bergarter.

*Karbonatavleiringer* dannes som et resultat av at både trykk og temperatur avtar i produksjonsstrengen med avstanden fra reservoaret. Dette fører til at løseligheten for karbonater avtar, og det oppstår en overmetning med utfelling av kalsiumkarbonat. Denne typen avleiringer inneholder ikke nevneverdige konsentrasjoner av radioaktive stoffer.

Oljen som kommer opp av reservoaret inneholder en del formasjonsvann som er blandet med injisert sjøvann, såkalt *produksjonsvann*. Produksjonsvannet separeres fra og slippes ut i havet off-shore. En del av de radioaktive stoffene som finnes løst i produksjonsvannet vil ikke avsettes som avleiringer. Målinger på prøver av produksjonsvann fra norsk kontinentalsokkel viser at aktiviteten av  $^{226}\text{Ra}$  ligger på mellom 0,5 og 10 Bq/l. Selv om disse konsentrasjonene er 100–1000 ganger høyere enn det som er normalt i sjøvann representerer ikke dette noen målbar økning i konsentrasjonen på grunn av den enorme fortykningen.

Avleiringene som dannes består ofte av et hardt belegg på innsiden av produksjonsutstyr. Dette belegget kan finnes på innsiden av alt utstyr som har vært i kontakt med produksjonsvann. Målinger foretatt i Norge og andre oljeproduserende land, viser at avleiringer i oljeproduksjon ofte kan ha aktivitetskonsentrasjoner på mellom 10 og 100 Bq/g av  $^{226}\text{Ra}$ . En kan også få noe oppkonsentrering av  $^{228}\text{Ra}$ . Radioaktive elementer kan også finnes i boreslam og oljeholdig avfall men er langt lavere, vanligvis mellom 0,01 og 5 Bq/g av  $^{226}\text{Ra}$ .

På indre overflater i rør og annet utstyr i forbindelse med produksjon, lagring og transport av *naturgass*, kan det avsettes tynne lag av faste stoffer med forhøyet aktivitet av  $^{210}\text{Pb}$ . Dette er et radioaktivt datterprodukt av edelgassen  $^{222}\text{Rn}$ . Halveringstiden til  $^{210}\text{Pb}$  er 22 år, mens halveringstidene til de mellomliggende nuklidene er mye kortere, noe som fører til at  $^{210}\text{Pb}$  akkumuleres over tid.

---

## Utfyllende litteratur:

Strålevern hefte 4: Dosegrenser for yrkeseksponerte - ioniserende stråling, Statens strålevern, Januar 1995

Strålevern hefte 8: Persondosimetri for yrkeseksponerte, Statens strålevern, November 1996.

Strålevern hefte 9: Radon i inneluft - helserisiko, målinger, mottiltak. Statens strålevern, Februar 1996.

Henriksen T, Ingebretsen F, Storruste A, Strand T, Svendby T, Wethe P: Stråling og helse, Utgitt av Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, 1993, 2. utgave 1995. ISBN 82-992073-2-0

Henriksen E K og Henriksen T: Vår strålende verden - Radioaktivitet, røntgenstråling og helse. Temahefte nr. 2, Utgitt av Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, September 1996.

Strand T, Lysebo I, Kristensen D, Birovljev A: Radioaktive avleiringer i olje- og gassproduksjon, Strålevernrapport 97-1. Statens strålevern, Januar 1997, 140 s.

---

Dette heftet gir generell informasjon om dannelse av avleiringer, stråledoser, verne- og beskyttelsestiltak samt metoder for klassifisering av produksjonsrør og annet utstyr som er belagt med avleiringer av naturlig radioaktive stoffer i olje- og gassproduksjon.

Fastsetting av grenseverdier for klassifisering av utstyr, som er belagt med radioaktive avleiringer, og etablering av standard prosedyrer for håndtering og sluttdeponering av avfall fra slikt utstyr er under utarbeidelse.