



## Radioaktivt avfall og utslipp fra sykehus og forskningsinstitusjoner

**Bruk av åpne radioaktive kilder innen helsesektoren, forskning og utdanning genererer radioaktivt avfall. Utslipp til avløp skjer fra laboratorier i forbindelse med eksperimenter og via pasientenes kropp etter administrering av radiofarmaka. Utslipp til luft kan også forekomme. Kapslede radioaktive kilder brukes i mindre grad, men kan gi opphav til avfall med høy aktivitet, når de tas ut av bruk.**



Foto: Statens strålevern

### Regelverk og rutiner

Forurensningsloven ble gjort gjeldende for radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall ved forskrift 1. november 2010, og det ble fastsatt et nytt kapittel om radioaktivt avfall i avfallsforskriften. Regelverket trådte i kraft 1. januar 2011. Grenser for hva som forvaltes som radioaktivt avfall og deponeringspliktig radioaktivt avfall står i forskriftens vedlegg.

Virksomheter hvor det oppstår radioaktivt avfall skal deklare og levere dette minst en gang i året til mottaker som har tillatelse til å håndtere slikt avfall.

Utslipp av radioaktive stoffer som overskrider grensene i forskriftens vedlegg krever utslippstillatelse. Det stilles gitte krav til

virksomhetene som får tillatelse, blant annet skal de sende rapport til Statens strålevern en gang i året med oversikt over aktivitetsmengde for hver enkelt nuklide som er sluppet ut.

Virksomhetene skal i henhold til kravene så langt det er praktisk mulig minimalisere både radioaktive utslipp og genereringen av radioaktivt avfall. Kortlivede nuklider skal settes på lager til henfall slik at aktiviteten blir tilnærmet null, før avfallet kan behandles videre som ordinært avfall fra virksomhetene. Radioaktivt avfall som ikke er hensiktsmessig å oppbevare til henfall, skal leveres til anlegg med godkjenning/tillatelse til å ta imot dette. Per desember 2011 kan to virksomheter ta imot slikt avfall, Institutt for energiteknikk (IFE) og forbrenningsanlegget Senja Avfall IKS. Det er behov for at flere forbrenningsanlegg har tillatelse og er utrustet til å forbrenne radioaktivt avfall.

### Helsesektoren

Legemidler som inneholder radioaktive stoffer benyttes til både diagnostikk og terapi. Ved nukleærmedisinske undersøkelser tilføres pasienten radiofarmaka, det vil si legemidler merket med radioaktive nuklider. De avgir enten gammastråling til bildediagnostikk med gammakamera eller positroner til PET-scan. I tillegg brukes radionuklider i terapi som intern strålebehandling, som regel med betaemitterende nuklider. De vanligste nuklidene brukt innen helsesektoren er listet opp i tabell 1.

## Utslipp fra helsesektoren

Radiofarmaka tilført pasientenes kropp skilles ut igjen gjennom urin og avføring som slippes ut i avløpsnett. Utslippene skjer til dels på sykehuset, på pasientenes hjemsted eller andre steder de oppholder seg. Estimerer for utslipp fra sykehus er basert på gjennomsnittlig utskillelse og nedbrytning i kroppen og oppholdstid på sykehuset. I årsrapporter fra sykehusene er utslippstall basert på slike beregninger, ikke på reelle målinger.

Nuklide	Halverings-tid	Stråling	Bruksområde
Tc-99m (technetium)	6 timer	Gamma	Diagnostikk
I-131 (jod)	8,1 døgn	Beta	Diagnostikk og behandling
I-123 (jod)	13 timer	Gamma	Diagnostikk
F-18 (fluor)	109 minutter	Beta	PET-scan
Y-90 (yttrium)	2,7 døgn	Beta	Behandling

Tabell 1: De vanligste nuklidene i helsesektoren

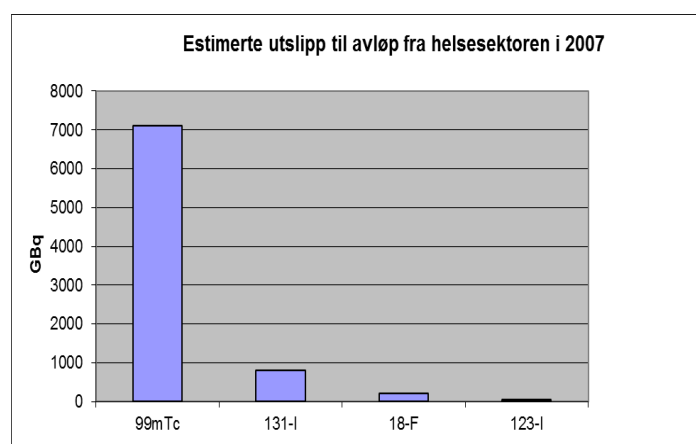
Utslipp av nuklider med kort halveringstid gir svært begrenset miljøpåvirkning. Nuklider med lengre levetid kan oppkonsentreres i avløpsslam.

Et prosjekt finansiert av Nordisk kjernesikkerhetsforskning (NKS) publisert i 2009 studerte effekten av radioaktive utslipp til kloakk fra sykehus i de nordiske landene, med doseberegninger for ulike potensielt eksponerte deler av befolkningen<sup>1</sup>. I Norge ble VEAS renseanlegg som mottar utslipp fra blant annet Oslo universitetssykehus studert. Ved renseanlegget blir innkommende avløpsvann separert i slam og overskuddsvann. Renset overskuddsvann slippes ut i Oslofjorden, mens slammet blir etter videre behandling og tørking brukt til jordforbedring på kornåkre. Det slippes ut mest technetium-99m fra sykehusene, men på grunn av den korte halveringstiden, har den neglisjerbar miljøpåvirkning. En mer relevant nuklide i denne studien er jod-131 som brukes til

<sup>1</sup> Assessing the impact of releases of radionuclides into sewage systems in urban environment – simulation, modelling and experimental studies – LUCIA, Sundell-Bergman et al., 2009.

behandling av kreft og andre sykdommer i skjoldbruskkjertelen. Halveringstiden til jod-131 er imidlertid bare 8,1 dager. Resultatene fra dosevurderingene i NKS-prosjektet indikerer at ved rutineutslipp er årlig dose til utsatte grupper ubetydelig. Doserate i luften i renseanlegget var under deteksjonsgrensen, og det ble konkludert med at dosen til arbeiderne på anlegget er svært lav og ikke av helsemessig betydning.

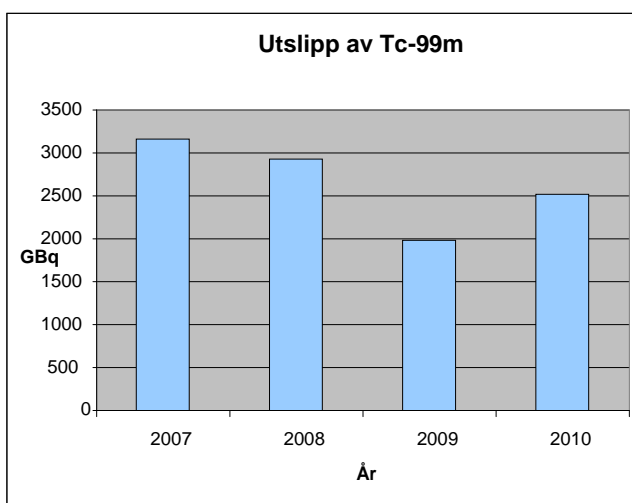
Per desember 2011 har 24 ulike helseinstitusjoner godkjenning eller tillatelse til utslipp av radioaktive stoffer. Figur 1 viser utslipp fra 2007 for noen av de mest brukte nuklidene.



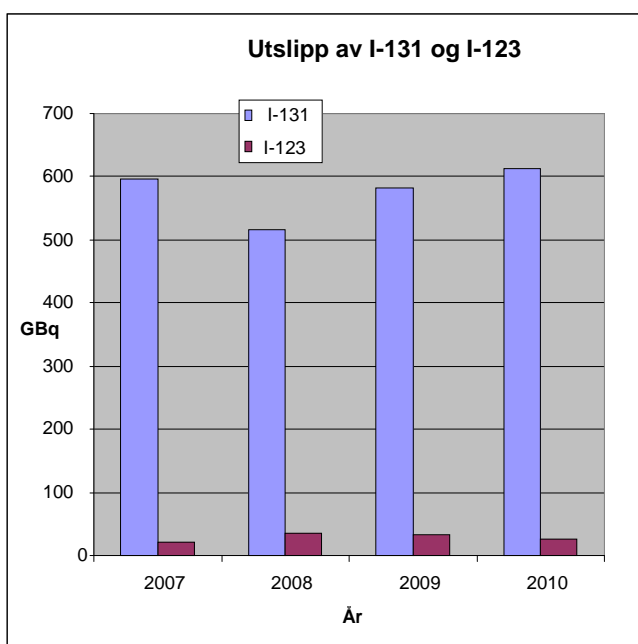
Figur 1: Estimert utslipp til avløp fra helsesektoren i 2007 for de mest brukte radionuklidene. Figuren er basert på innrapporterte utslippstall fra sykehusene og utslippsgrenser i godkjenningene gitt av Statens strålevern der utslippstallene ikke var tilgjengelige.

Enkelte laboratorier har utslipp til luft. Utslippene skjer som regel gjennom separate ventilasjonskanaler med utløp over tak. Utslippene til luft er betydelig lavere enn til vann og skyldes ofte fordamping fra løsninger som befinner seg i avtrekkskap.

Figur 2 og 3 viser rapporterte utslipp av Tc-99m, I-131 og I-123 fra en gruppe sykehus i perioden fra 2007 til 2010. Sykehusene er valgt på bakgrunn av komplett innrapportering av utslippstall for hele perioden. Utviklingen kan sies å vise en liten nedgang i utslippet av Tc-99m, mens det er variasjoner og ingen klar trend for de andre to nuklidene.



**Figur 2:** Rapportert utslipp av Tc-99m til avløp 2007-2010 fra St. Olavs hospital, Helse Fonna HF, Sørlandet sykehus Arendal og Kristiansand, Helse Bergen HF, Sykehuset Levanger og Oslo universitetssykehus.



**Figur 3:** Rapporterte utslipp av I-131 og I-123 til avløp 2007-2010 fra St. Olavs hospital, Helse Fonna HF, Sørlandet sykehus Arendal og Kristiansand, Helse Bergen HF, Sykehuset Levanger og Oslo universitetssykehus.

## Avfall fra helsesektoren

Radioaktivt avfall med kortlivede nuklider lagres som regel på sykehusene for henfall. Deretter blir det håndtert avhengig av hva avfallet ellers inneholder, forutsatt at aktiviteten har kommet under grenseverdiene for radioaktivt avfall. Annet radioaktivt avfall fra helsesektoren som det ikke er hensiktsmessig å sette til henfall, må leveres til anlegg med godkjenning/tillatelse til å ta imot slikt avfall.

## Forskning og utdanning

Åpne radioaktive kilder brukes på en rekke områder innen forskning og utdanning. Med åpne kilder menes radioaktivt stoff som ikke er innkapslet, det kan være i form av gass, aerosoler, væske eller fast stoff. De brukes ofte til å merke elementer i en fysisk, kjemisk eller biologisk prosess, for å studere prosessforløpet. I tabell 2 er de vanligste nuklidene til bruk innen forskning listet opp. De fleste er kortlivede nuklider og nuklider som avgir stråling med kort rekkevidde.

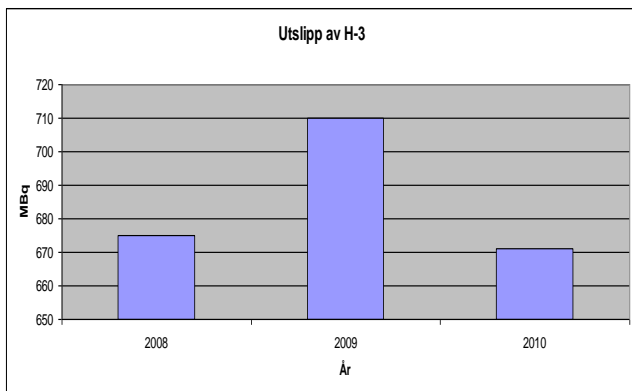
Nuklide	Halveringstid	Stråling
H-3 (tritium)	12,3 år	Beta
C-14 (karbon)	5700 år	Beta
I-125 (jod)	59,4 døgn	EC (elektron-innfangning)
P-32 (fosfor)	14,3 døgn	Beta
Cr-51 (krom)	27 døgn	Gamma
S-35 (svovel)	87,5 døgn	Beta
P-33 (fosfor)	25,3 døgn	Beta

**Tabell 2:** De vanligste nuklidene i bruk innen forskning

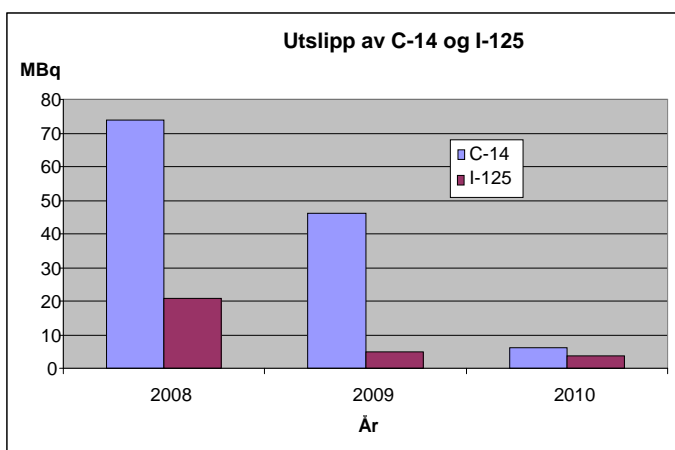
## Utslipp fra forskning og utdanning

25 ulike virksomheter har per desember 2011 godkjenning eller tillatelse til utslipp av radioaktive stoffer i forbindelse med forskning og utdanning. I utslippstillatelsene settes det krav om bruk av best tilgjengelig teknologi (BAT) med det formål å minimalisere utslipp. Virksomhetene skal i størst mulig grad samle opp brukte løsninger inneholdende radioaktive stoffer og sette dem til

henfall, før de slippes ut eller leveres til anlegg med godkjenning/tillatelse til å ta i mot slikt avfall.



**Figur 4:** Utslipp av H-3 til avløp i perioden 2008-2010 fra NTNU, UiO, UMB, UiB, Unifob, Veterinærhøgskolen og Stami.



**Figur 5:** Utslipp av C-14 og I-125 til avløp i perioden 2008-2010 fra NTNU, UiO, UMB, UiB, Unifob, Veterinærhøgskolen og Stami.

Figur 4 og 5 viser utslipp til avløp av nuklidene H-3, C-14 og I-125 i perioden 2008-2010 fra en gruppe forskningsinstitusjoner, valgt på grunnlag av komplett utslippsrapportering for perioden. Utslipp av H-3 varierer, mens det er en klar nedgang, når det gjelder C-14 og I-125.

### Avfall fra forskning og utdanning

Det er et viktig prinsipp at virksomhetene skal sørge for at minst mulig radioaktivt avfall blir generert. Radioaktivt avfall skal holdes adskilt fra

annet avfall. Avfall som inneholder kortlivede nuklider skal settes til henfall, før det kan avhendes som vanlig avfall, risikoavfall eller annet, avhengig av hva avfallet ellers består av.

Radioaktivt laboratorieavfall som ikke settes til henfall, må leveres til anlegg med godkjenning/tillatelse til å ta imot slikt avfall. Fra forskning og utdanning er det særlig C-14 og H-3 som leveres til IFE på grunn av de lange halveringstidene.

Per år produseres ca 120-130 tønner med innstøpt radioaktivt avfall på IFEs Radavfallsanlegg for deponering i Himdalen. Av dette er 80-90 tønner fra IFEs egen virksomhet. Resten er fra de eksterne kundene innen industri, forsvar, helse, forskning og utdanning.

### Kapslede kilder

Kapslede kilder er radioaktive kilder som er skjermet av en metallbeholder, slik at strålingen styres i ønsket retning. De har en lukkemekanisme som gir mulighet til å åpne og stenge for strålefeltet. Statens strålevern har et nettbasert melderegister som lagrer informasjon om kapslede kilder i Norge.

Kapslede radioaktive kilder brukes i forholdsvis liten grad innen forskning og helse. I Norge er det per desember 2011 én kilde til ekstern stråleterapi, fire til intern stråleterapi og 13 anlegg for blodbestråling. Det blir brukt små kapslede kilder til testing, kalibrering og undervisningsformål innen industri, medisin og forskning.

Det oppstår ikke utslipp ved bruk av kapslede kilder. Når de tas ut av bruk, skal de returneres til produsent eller importør for resirkulering. Hvis dette ikke er mulig, sendes de til IFEs anlegg for radioaktivt avfall. Lav- og mellomaktive kilder deponeres i Himdalen-deponiet, mens høyaktive kilder må lagres midlertidig i påvente av en endelig deponiløsning for slikt avfall. Brukte, kapslede kilder utgjør en liten fraksjon av det radioaktive avfallet volummessig, men kan stå for en relativt stor andel av aktiviteten.