

# Årsrapport fra persondosimetritjenesten ved Statens strålevern 2003



Statens  
strålevern

**Norwegian Radiation  
Protection Authority**

Postboks 55  
N-1332 Østerås  
Norway

*Referanse:*

Paulsen, Gudrun Uthaug, Sekse, Tonje, Widmark, Anders. Årsrapport fra persondosimetritjenesten ved Statens strålevern 2003. StrålevernRapport 2004:11. Østerås: Statens strålevern, 2004. Språk: norsk.

*Emneord:*

Årsrapport, dosestatistikk, persondosimetri, yrkeseksponering, ioniserende stråling, termoluminescens dosimeter.

*Resymé:*

Årsrapport fra persondosimetritjenesten ved Statens strålevern for 2003. Rapporten inneholder dosestatistikk fra arbeidstakere som gjennom sitt arbeid blir eksponert for ioniserende stråling.

*Reference:*

Paulsen, Gudrun Uthaug, Sekse, Tonje, Widmark, Anders. Annual dose statistics from the Norwegian Radiation Protection Authority, 2003. StrålevernRapport 2004:11. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2004.

*Key words:*

Annual report, dose statistics, individual dosimetry, occupational exposure, ionizing radiation, thermoluminescence dosimeter.

*Abstract:*

Annual report from the dosimetry service at the Norwegian Radiation Protection Authority. The report contains dose statistics for occupational exposure from ionizing radiation.

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling Strålevern og Sikkerhet.

25 sider.

Publisert 2004-12-30.

Opplag 750 (04-12).

Form, omslag: Lobo Media AS, Oslo.

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

*Bestilles fra:*

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

Telefon 67 16 25 00, telefaks 67 14 74 07.

e-post: nrpa@nrpa.no, www.nrpa.no

ISSN 0804-4910

**Årsrapport fra persondosimetritjenesten ved  
Statens strålevern 2003**

Gudrun Uthaug Paulsen, Tonje Sekse og Anders Widmark

**Statens strålevern**

Norwegian Radiation  
Protection Authority  
Østerås, 2004



## Sammendrag

Til sammen 6525 personer har i 2003 fått målt persondose for en eller flere perioder fra persondosimetritjenesten ved Strålevernet. 79,5 % av disse har ingen registrert persondose over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv<sup>1</sup>.

Den årlige dosegrensen for helkroppsbestråling er 20 mSv. Gjennomsnittlig årtdose for alle personer som har hatt dosimeter fra Strålevernet i 2003 er 0,41 mSv. Gjennomsnittlig årtdose for alle som har fått registrert minst en persondose større enn rapporteringsgrensen er 2,02 mSv. Arbeidstakergruppene som får registrert de høyeste stråledosene er innen medisinsk virksomhet. Dette gjelder særlig innen enkelte legegrupper. I industrisektoren er det spesielt innen industriell radiografi det blir registrert persondoser.

Doseresultatene er presentert i en tabell som gir en oversikt over antall personer med årtdose i ulike doseintervall, gjennomsnittlig årtdoser for personer innen ulike stillingskategorier, og kollektivdoser. Doseresultatene fra 2003 er også blitt sammenlignet med doseresultatene for 2002 og dosedata på verdensbasis gitt ut av UNSCEAR<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Stråledose: Et mål på mengden ioniserende stråling som absorberes. Enheten kan være Gray eller Sievert.

<sup>2</sup> United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations.



---

# Innhold

---

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Yrkesmessig eksponering for ioniserende stråling	7
1.2	Dosegrenser	8
1.3	Persondosimetritjenesten ved Statens strålevern	8
1.4	Store doser – oppfølging til brukere	9
<b>2</b>	<b>Utstyr og metodikk</b>	<b>10</b>
2.1	Utstyr	10
2.2	Kvalitetssikring	11
	2.2.1 <i>Kalibrering</i>	11
	2.2.2 <i>Bakgrunnskorreksjon og kontroll av glødekurver</i>	12
2.3	Usikkerhet	12
<b>3</b>	<b>Dosestatistikk 2003</b>	<b>14</b>
3.1	Brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste	14
3.2	Doser til ulike grupper av arbeidstakere	15
	3.2.1 <i>Medisinsk bruk av stråling</i>	15
	3.2.2 <i>Industriell bruk av stråling</i>	18
3.3	Årsdoser og dosegrenser	19
3.4	Doseutvikling 1999–2003	19
	3.4.1 <i>Sammenligning 2002 og 2003</i>	19
	3.4.2 <i>Utvikling 1999–2003</i>	20
<b>4</b>	<b>Konklusjoner</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Appendiks</b>	<b>24</b>
6.1	Stillingskategorier	24
6.2	Tabeller	24





---

# 1 Innledning

Statens strålevern driver egen nasjonal persondosimetritjeneste med tilbud til virksomheter om måling av stråleeksponering for arbeidstakere. Landsomfattende persondosimetritjeneste ble opprinnelig etablert ved daværende Statens radiologisk-fysiske laboratorium i 1957, og har siden den gangen vært en del av Strålevernets virksomhet.

Antallet persondosimeterbrukere har variert opp igjennom årene, og ligger i dag stabilt på cirka 6500 personer hvert år. Persondosimetritjenesten ved Strålevernet benytter i dag teknologi basert på termoluminescens dosimetri. Fram til 1998 ble det brukt tradisjonell filmdosimetri.

Denne rapporten inneholder dosedata for arbeidstakere som har fått sin yrkeseksponering fra ioniserende stråling målt ved Statens strålevern. Persondosimetritjenesten måler helkroppsdose ( $H_p[10]$ )<sup>3</sup> og huddose ( $H_p[0,07]$ )<sup>4</sup>. For de fleste vil bidragene fra disse to dosimetrene være like.

Dosestatistikker utarbeides på grunnlag av  $H_p[10]$  dosen. Doseresultatene presenteres i tabeller som gir en oversikt over antall personer med årtdose i ulike doseintervaller, gjennomsnittlige årtdoser for personer innen ulike stillingskategorier og arbeidsstedskategorier, og kollektivdoser.

## 1.1 Yrkesmessig eksponering for ioniserende stråling

Arbeidsgivere er pålagt å sørge for at det blir gjennomført doseovervåking av ansatte som arbeider med ioniserende stråling dersom dette arbeidet er av et visst omfang. Dette er nedfelt både i norsk lovverk og i internasjonale anbefalinger (2, 3, 4). Denne doseovervåkingen skjer vanligvis ved at arbeidstakerne bærer persondosimetre, som er personlige måleinstrumenter. Hensikten med persondosimetre er å måle den individuelle stråleeksponeringen og å kontrollere at eksponeringen holdes så lav som mulig og innenfor de gjeldende dosegrensene.

I forskrift om strålevern og bruk av stråling av 21. november 2003 (3) settes det krav til at arbeidstakere som arbeider med ioniserende stråling skal bære persondosimetre. § 22 i forskriften angir at arbeidstakere som arbeider innen kontrollert og overvåket område skal bære persondosimeter eller på annen måte få fastlagt den personlige stråleeksponeringen. Arbeidsplasser skal klassifiseres og merkes som kontrollert område, dersom arbeidstakere kan utsettes for stråledoser større enn 6 mSv per år, eller dersom dosen til hendene kan overstige 150 mSv per år, jfr. § 20 i forskriften. Virksomheten skal klassifisere og merke arbeidsplassen som overvåket område dersom arbeidstakere kan utsettes for stråledoser som overstiger 1 mSv per år, eller om dosen til hendene kan overstige 50 mSv per år. Videre skal arbeidsgiver påse at all stråleeksponering blir holdt så lav som mulig. Når skjermingstiltak og øvrige sikkerhetstiltak i en arbeidssituasjon er dimensjonert slik at det ikke er mulig å motta stråledoser større enn 1 mSv per år, selv om det skjer uforutsette hendelser, er det ikke et krav om persondosimetri for aktuelle arbeidstakere.

---

<sup>3</sup>  $H_p[10]$  = dybdedose. Dette tilsvarer dosen fra gjennomtrengende stråling til dypere liggende organer. Dybdedosen refererer til et målepunkt 1 cm inne i kroppen og representerer et anslag over den gjennomsnittlige effektive dosen.

<sup>4</sup>  $H_p[0,07]$  = overflatedose. Dette representerer dosen til det ytterste hudlaget fra ikke-gjennomtrengende stråling.

---

Dosimetre skal brukes på en slik måte at de gir et mest mulig representativt bilde av bestrålingssituasjonen. Dosimeteret skal bæres slik at det vender mot strålekilden og er uskjermet av en eventuell blyfrakk. Optimalt sett bør dosimeteret være plassert midt på kroppsstammen i ca. skuldernivå.

Arbeidsgiver plikter å oppbevare resultatene av doseovervåkingen, gjøre resultatene kjent for de ansatte, og legge arbeidet til rette slik at dosene blir så lave som mulig. Arbeidsgiver har selv hovedansvaret for oppfølgingen av doser til ansatte.

## 1.2 Dosegrenser

Dosegrensene for yrkeseksponerte er hjemlet i lov nr. 36 av 12. mai 2000 om strålevern og bruk av stråling (2) og angitt i forskrift om strålevern og bruk av stråling av 21. november 2003 (3). Dosegrensene er ytterligere beskrevet i StrålevernHefte 4 (5). Dosegrensene baserer seg på internasjonale anbefalinger (4), og gjelder effektiv dose. Dosegrensen for helkroppsbestråling er 20 mSv per år. Statens strålevern kan gi dispensasjon for denne grensen for enkeltpersoner og gi tillatelse til en dosegrense på 100 mSv over en sammenhengende femårs periode, men under forutsetning av at effektiv dose ikke overstiger 50 mSv for et enkelt år.

Ved bestråling av hender, føtter, hud og øvrige enkeltorganer gjelder en dosegrense på 500 mSv per år. Dosegrensen for øyelinse er 150 mSv per år.

*Tabell 1. Oversikt over dosegrenser*

Type dose	Dosegrense (mSv/år)
Helkroppsdose	20
Huddose	500
Øyelinse	150

## 1.3 Persondosimetritjenesten ved Statens strålevern

Persondosimetritjenesten måler helkropps doser og huddoser til personer som gjennom sitt arbeid kan bli eksponert for ioniserende stråling.

Persondosimetritjenesten ved Strålevernet baserer seg på løpende abonnement og enkeltmålinger. Enkeltmålinger blir særlig brukt ved kortvarige prosjekter, kartlegging, ekstraarbeid og lignende. Dosimetrene klargjøres ved Strålevernet og sendes ut til brukerne etter fastsatte måleperioder. Etter bruk blir dosimetrene returnert til Strålevernet der de avleses, dosene beregnes og resultatet av målingene rapporteres tilbake til brukerne. Måleperioden vil normalt være to måneder, men dette kan variere fra en til tre måneder. Minste rapporterte dose per måleperiode er 0,1 mSv. Bakgrunnskorreksjonen er på 4 µSv per døgn.

---

Alle avleste data og rapporterte doser blir i tillegg lagret ved Strålevernet. Den enkelte bruker har anledning til å bestille ulike doseoversikter i tillegg til de løpende doserapportene.

Persondosimetritjenesten tilbyr ved forespørsel også måling av fingerdoser. En måleperiode vil normalt være en til to måneder. Rapporteringsgrensen er også her satt til 0,1 mSv.

#### **1.4 Store doser – oppfølging til brukere**

Forskriften pålegger arbeidsgiver å undersøke og eventuelt iverksette tiltak dersom det er grunn til å tro at dosegrensene er overskredet for arbeidstakeren. Det er dermed arbeidsgivers ansvar å følge opp doserapportene fra persondosimetrimålingene og gjøre nødvendige tiltak i forhold til disse. Spesielt høye eller uventede persondoser blir imidlertid ofte fulgt opp av Strålevernet ved kontakt med arbeidsgiver og den aktuelle arbeidstakeren. Årsaken til dosen kartlegges for å hindre fortsatt forhøyede stråledoser til arbeidstakere. Strålevernet bistår ved behov med råd og informasjon i forbindelse med å undersøke årsaker til ekstraordinære doser til personell, og nødvendige tiltak for å unngå dette.

Arbeidsgivere bør ha et system for hvordan man ivaretar plikten til å sørge for doseovervåkning for yrkeseksponerte arbeidstakere, herunder rutiner for oppfølging av doseresultatene og rutiner for hvordan høye doser og doser over dosegrensene skal følges opp.

---

## 2 Utstyr og metodikk

### 2.1 Utstyr

Dosimetrene som brukes er termoluminescens dosimetre (TLD) fra Harshaw Bicron. Et dosimeterkort/-sett består av to ulike dosimetre. Den ene krystallen måler gjennomtrengende stråling bak 10 mm bløtvev ( $H_p[10]$ ), mens den andre krystallen måler ikke-gjennomtrengende stråling bak en hudtykkelse på 0,07 mm ( $H_p[0,07]$ ). Dosimeterkortet er plassert i en holder med to filtre som dekker de to dosimetrene (figur 1). En forhøyning på 10 mm som simulerer bløtvev dekker helkroppsdosimeteret, mens en metallfolie som representerer 0,07 mm hud dekker huddosimeteret. Dosimeteravlesningen skjer i henhold til internasjonale anbefalinger fra ICRU report 47 (6).  $H_p[10]$  og  $H_p[0,07]$  kan således relateres til henholdsvis helkroppsdosegrensen på 20 mSv per år og huddosegrensen på 500 mSv per år.



Figur 1. Persondosimeteret fra Statens strålevern.

Dosimeterkortene blir lest av i to Harshaw modell 6600 TLD lesere (figur 2). Den ene maskinen er utvidet med mulighet for fingerdosimetri, mens den andre maskinen inneholder en intern strålekilde (Sr-90) til bestråling av dosimeterkort. Materialet som brukes til TLD har den egenskapen at ved bestråling vil en del av den absorberte energien bli lagret i materialet. Ved avlesning av dosimetrene i leserne vil denne energien frigjøres når materialet varmes opp. Den frigjorte energien sendes ut i form av lys og den utsendte lysmengden detekteres og gir et mål på mottatt stråledose.



Figur 2. Harshaw modell 6600 TLD leser.

I forbindelse med omleggingen fra film til TLD er det blant annet utviklet nye datasystemer for persondosimetritjenesten som benyttes for å administrere tjenesten, og inneholder brukerdatabase og doseregister. Dosearkivet ligger på et lukket nettverk for forsvarlig lagring av data. Oppdatert doseregister og brukerdatabase danner grunnlag for utarbeidelse av ulike typer rapporter og statistikker som Strålevernet benytter i sitt arbeid.

## 2.2 Kvalitetssikring

Persondosimetritjenesten har et internt kvalitetssikringssystem som blant annet omfatter kalibrering av dosimeterkort og lesere, kontroll av doser før tilbakerapportering og kontakt med brukere ved uventede og høye doser.

### 2.2.1 Kalibrering

Leserne og dosimetrene blir kalibrert i henhold til internasjonale retningslinjer gitt av ISO<sup>5</sup> (8) og ICRU<sup>6</sup> (6). Ved kalibrering bestråles noen persondosimetre på sekundærstandardlaboratoriet ved Statens strålevern med en standard strålingskvalitet og en gitt dose. Dosimetrene er under bestråling festet på et vannfylt fantom med ytre dimensjon 21,5 x 21,5 x 11,5 cm<sup>3</sup>. Før bestråling av dosimetrene bestråles et ionekammer slik at luftkerma og dose kan bestemmes. Ionekammeret er sporbart til primærstandardlaboratoriet Bureau International des Poids et Mesures i Frankrike.

---

<sup>5</sup> International Organization for Standardization.

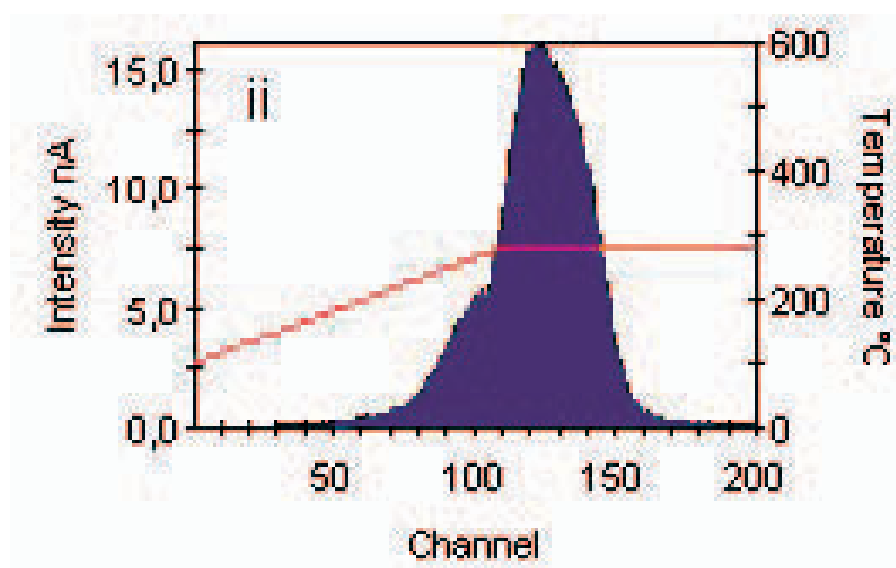
<sup>6</sup> International Commission on Radiation Units and Measurements.

Hver krystall blir individuelt kalibrert før dosimeterkortene tas i bruk. De to leserne kalibreres jevnlig, omtrent hver tredje måned. Vedlikehold/service på leserne blir også foretatt kvartalsvis.

### 2.2.2 Bakgrunnskorreksjon og kontroll av glødekurver

Før dosene rapporteres tilbake til brukeren trekkes bakgrunnstrålingen fra. Bakgrunnstrålingen varierer fra sted til sted, i området 2-6  $\mu\text{Sv}$  per døgn. Ved persondosimetritjenesten trekkes det fra 4  $\mu\text{Sv}$  per døgn. Dette er en gjennomsnittsverdi for bakgrunnsstrålenivået i norske murhus. Den rapporterte doseverdien skal dermed gjenspeile den tilleggsdose brukeren får på grunn av sitt arbeid.

Ved avlesning vil det utsendte lyset gi en karakteristisk glødekurve som er temperaturavhengig. To glødekurver fås for hvert dosimeterkort; en for helkroppsdosimeteret og en for huddosimeteret. Arealet under glødekurven gir størrelsen på dosen. Ved å undersøke glødekurvene kan vi finne ut om en avlesning virkelig skyldes ioniserende stråling. Dersom vurderingen er at glødekurven ikke er et uttrykk for en reell dose, kan dosen bli manuelt korrigert. Figur 3 viser en glødekurve fra avlesningen av et dosimeter ved persondosimetritjenesten ved Statens strålevern.



Figur 3: Eksempel på glødekurve

## 2.3 Usikkerhet

Helkroppsdosimeteret ( $H_p[10]$ ) måler dosen under 10 mm bløtvev. Organene i kroppen ligger stort sett dypere enn dette, og mye av strålingen vil derfor ikke nå inn til organene og avsette dose. Dette gjør at den dosen dosimeteret måler generelt vil være en del høyere enn den effektive dosen personen faktisk mottar. Den effektive dosen representerer en veid gjennomsnittlig helkroppsdose. Denne dosen lar seg ikke måle direkte, men kan beregnes dersom en rekke fysiske og geometriske forhold rundt bestrålingssituasjonen er kjent.

---

Ved beregninger fra ICRP-74 (7) og ISO 4037-3 (8) kan det anslås at den effektive dosen er 50-90 % av dosimeteravlesningen dersom strålingen har retning inn mot dosimeteret. Denne andelen varierer med energien på strålingen, og ved høye stråleenergier vil den effektive dosen nærme seg doseavlesningen.

Dersom personene i tillegg bruker beskyttelse som blyfrakk og thyroideakrage blir dosen ytterligere redusert. Ifølge Franken et. al. (9) kan den effektive dosen anslås til å være rundt 10-40 % av dosimeteravlesningen. Skjermingseffekten varierer blant annet med tykkelsen på blybeskyttelsen, eksponeringsgeometrien (forfra, sideveis, bakfra) og spenningen på røntgenrøret. Denne andelen gjelder dersom dosimeteret bæres på korrekt måte over beskyttelsen. Videre kan den effektive dosen påvirkes av lengden på frakken samt hvor store åpninger frakken har under armer og i halsregionen. Ved bruk av thyroideakrage i tillegg vil den effektive dosen reduseres 5-10 % mer, enn ved bare bruk av blyfrakk. En kombinasjon av 0,25-0,35 mm blyfrakk og 0,25 mm thyroideakrage vil gi en optimal skjermingseffekt slik at effektiv dose vil være i området 10-15 % av doseavlesningen.

Dosimeterkortet består av to separate dosimetre som har ulik tykkelse og volum. Huddosimeteret er tynnere og dermed mindre sensitivt, noe som gjør at det ikke er så nøyaktig som helkroppsdosimeteret. Ved avlesning av dosimeteret forekommer det av og til resultater som ikke skyldes bestråling av dosimeteret, men som skyldes andre forhold. Dette kan for eksempel være ulike former for forurensing av kortet, som fett, tape, lim og lignende.

### 3 Dosestatistikk 2003

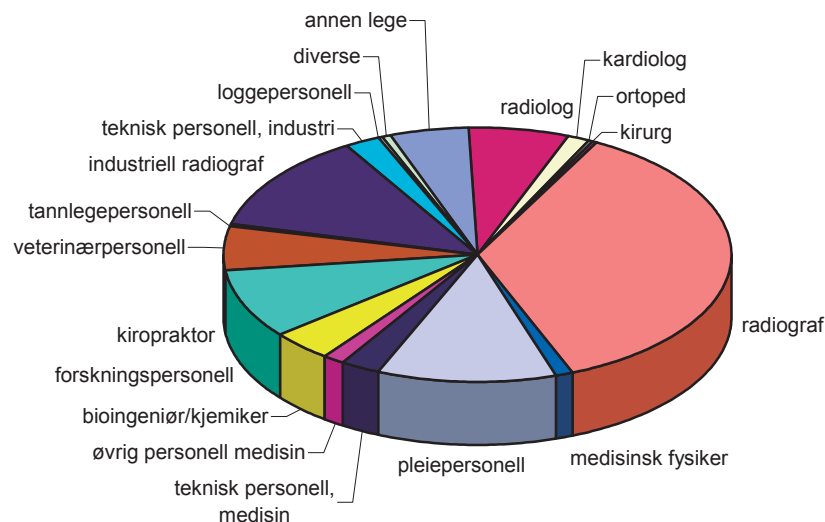
I tabell 2 i appendiks 6.2 presenteres dosestatistikk for persondosimetritjenesten ved Strålevernet. Tabellen gir en oversikt over antall personer med årsdoser i ulike doseintervaller, gjennomsnittsdoser og kollektivdoser. Tabell 2 viser dosestatistikk etter type stillingskategori.

I tabellen vises både gjennomsnittsdose for alle personer i de aktuelle kategoriene, og gjennomsnittsdose beregnet kun for personer som har fått registrert dose større enn rapporteringsgrensen på 0,1 mSv. Dette gir et bedre grunnlag for å vurdere dosebelastningen og utviklingen for de ulike stillingskategoriene. Det vil være en del personer som benytter persondosimeter som reelt sett ikke er yrkeseksponerte eller kun i beskjeden grad har strålingsutsatt arbeid.

#### 3.1 Brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste

Det totale antall personer overvåket ved persondosimetritjenesten ved Statens strålevern var 6525 i 2003. Dette er tilsvarende som i de foregående årene. Som tidligere er fordelingen slik at det er innen medisinsk bruk av stråling at persondosimeterbruken er mest utbredt. Rundt to tredjedeler av dosimeterbrukerne arbeider innen medisinsk virksomhet, mens de resterende arbeider innen industriell virksomhet, veterinærmedisin og forsknings- og utdanningsinstitusjoner. Den klart største arbeidstakergruppen er radiografer med 36 % av totalantallet. I industrisektoren er det hovedsakelig innen industriell radiografi behovet for persondosimetri er størst.

Figur 4 viser hvordan persondosimeterbruken fordeler seg blant de ulike brukerne.



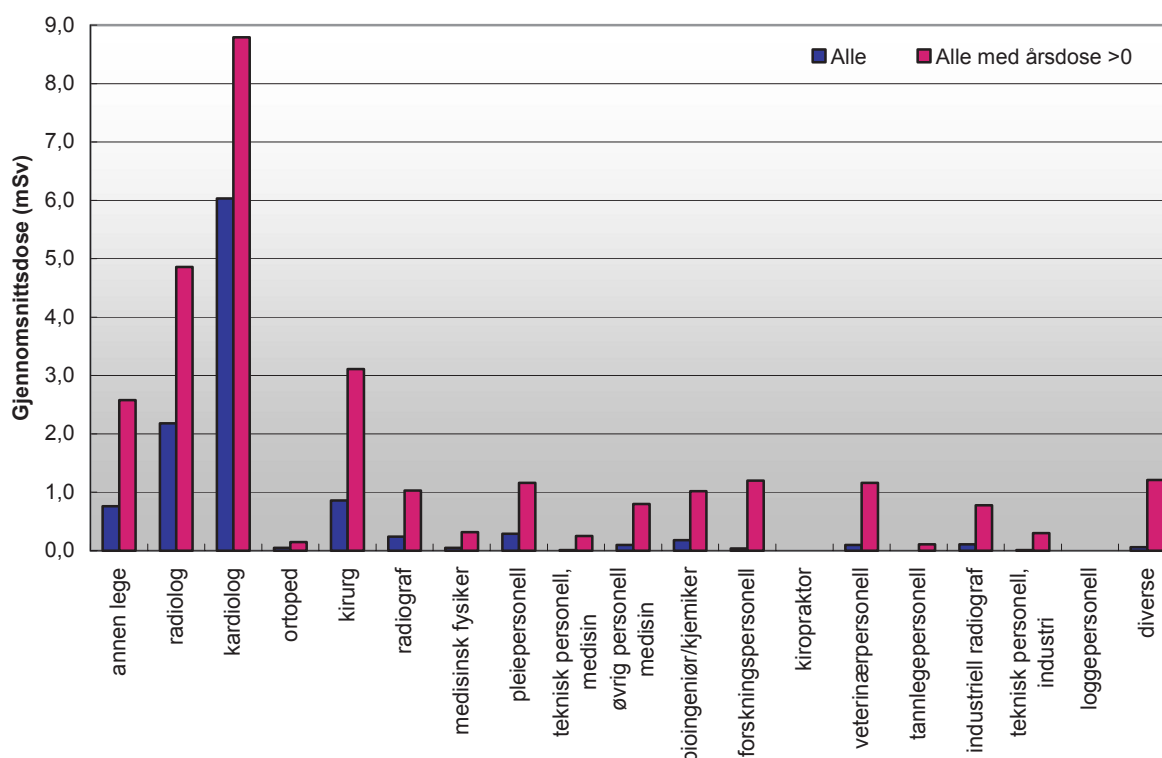
Figur 4. Antall persondosimeterbrukere fordelt på de ulike stillingskategoriene.



## 3.2 Doser til ulike grupper av arbeidstakere

Tabell 2 viser at 79,5 % av arbeidstakerne som brukte persondosimeter en eller flere perioder i 2003 har ingen registrerte persondoser over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv. Gjennomsnittlig årstdose for alle brukere er 0,41 mSv, mens gjennomsnittlig årstdose for arbeidstakere med registrert dose over rapporteringsgrensen er 2,02 mSv. Kollektivdosen (den totale dosen for alle brukerne av persondosimetritjenesten) er på 2,7 manSv.

Figur 5 viser gjennomsnittsdosen for alle persondosimeterbrukere og gjennomsnittsdosen for alle med dose over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv innen de ulike stillingskategoriene.



Figur 5. Gjennomsnittsdose for dosimeterbrukere innen de ulike stillingskategorier.

### 3.2.1 Medisinsk bruk av stråling

Innen medisinsk bruk av stråling finner vi de høyeste persondosene. Spesielt gjelder dette for stillingskategoriene *radiolog* og *kardiolog*. Gjennomsnittsdosene er her henholdsvis 4,86 mSv og 8,79 mSv for arbeidstakere med registrert dose gjennom året. Legegruppene *annen lege* og *kirurg* ligger på rundt 3 mSv. Mens grupper som *radiograf*, *pleiepersonell*, *bioingeniør/kjemiker* og *øvrig personell medisin* har gjennomsnittsdoser på rundt 1 mSv.

Blant kardiologer er det 31,4 % av arbeidstakerne som er registrert med en årstdose på 0 mSv. For radiologer er det tilsvarende tallet 55,3 %. Disse to stillingsgruppene skiller seg dermed ut fra de andre stillingsgruppene, der det vanlige er at andelen brukerne som ikke har registrert dose gjennom året er vesentlig større. Dette gjenspeiles også i at ca. 80 % av alle brukerne i 2003 ikke har årstdose større enn 0 mSv.

Gruppene *medisinsk fysiker, teknisk personell medisin og ortoped* har de laveste gjennomsnittlige årsdosene innen medisinsk strålebruk, i området 0,15-0,30 mSv.



Figur 6. Prosedyre ved Rikshospitalets intervensjonssenter.

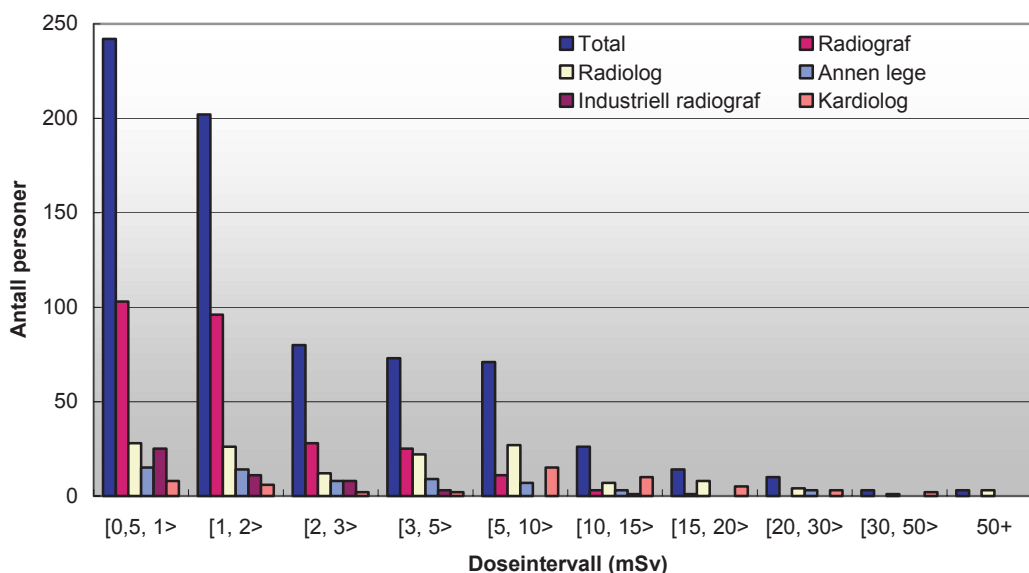
I tabell 2 står stillingsgruppene *kiropraktor, tannlege* og *ortoped* oppført med lave eller ingen stråledoser i 2003. Lav persondosimeterbruk innenfor stillingsgruppene *kiropraktor* og *tannlege* skyldes blant annet strålebruk der det i liten grad er påkrevd med persondosimetri. Bakgrunnen for dette er at operatøren vanligvis står skjermet når eksponeringen foretas. Når det gjelder *ortopeder*, er det muligens et underforbruk av persondosimetre. *Ortopeder* bruker sannsynligvis stråling i større grad i dag i sitt arbeid enn tidligere, og de blir derfor utsatt for eksponering som ikke blir fanget opp av persondosimetrimålinger. Dersom disse har et arbeid og en arbeidsplass som etter strålevernforskriften skal klassifiseres som overvåket eller kontrollert område, skal arbeidstakerne få fastsatt den individuelle stråleeksponeringen, enten gjennom bruk av persondosimeter eller på annen måte.

Gjennomsnittsdosen for *veterinærpersonell* med registrert dose over rapporteringsgrensen er 1,16 mSv i 2003. Ved veterinærmedisinske undersøkelser står ofte personellet inne på røntgenlaboratoriet når eksponeringene foretas.



Figur 7. Norges veterinærhøgskole. Foto: Blanka Krovak.

Figur 8 gir en oversikt over antall personer innen de ulike doseintervall for utvalgte stillingskategorier. Industriell radiografi er her sammenlignet med ulike grupper innen medisin. Industriell radiografi er den største gruppen innen industri, og også den gruppen som får de høyeste stråledosene. Ved sammenligning med medisin kan det ses at de fleste industrielle radiografer befinner seg i de lavere doseintervallene, i likhet med medisinske radiografer. Legegruppene radiolog, kardiolog og annen lege fordeler seg mer mot de høyere doseintervallene, og ved stråledose på 50+ står radiologer for 100 % av persondosene.



Figur 8. Antall personer med årsdose i ulike doseintervaller fra 0,5 mSv til 50+ mSv for stillingskategoriene radiograf, radiolog, annen lege, kardiolog og industriell radiograf sammenlignet med totalt antall personer med dose i de ulike intervallene.

### 3.2.2 Industriell bruk av stråling

Den største gruppen med arbeidstakere som bærer persondosimeter innen industrisektoren er *industrielle radiografer*. Det er også denne gruppen som får registrert de høyeste persondosene. Mens 85,4 % av *industrielle radiografer* ikke har registrert dose i 2003, er gjennomsnittsdosen for de som har registrert dose på 0,78 mSv.



Figur 9. Industriell radiografi ved kontroll av sveiser i rør.

Ingen arbeidstakere fra *loggepersonell* har registrert dose over registreringsgrensen på 0,1 mSv i den presenterte dosestatistikken. Persondosimetritjenesten har få brukere som kommer i kategorien *loggepersonell*. I forbindelse med loggevirksomhet er det etter norsk regelverk påkrevd med persondosimetri. Det er grunn til å tro at de fleste loggefirmaer dekker sitt persondosimetrybehov fra tjenesteytere utenfor Norge, og dermed er dosedata fra disse ikke inkludert i statistikken.

I gruppen *teknisk personell innen industri* er det ingen store endringer i forhold til statistikken fra 2002. Gjennomsnittsdosen for de som har registrert dose over rapporteringsgrensen er på 0,30 mSv. Arbeidsoppgavene innen denne gruppen er varierte og omfatter blant annet røntgen for teknisk kontroll, service/vedlikehold av radioaktive kilder og røntgenapparat, bruk av test og kalibreringskilder, arbeid med lavradioaktivt avfall (scale) fra Nordsjøen og arbeid ved radarinstallasjoner.

Persondosimeterbrukerne i kategorien *forskningspersonell* er hovedsakelig knyttet til universitet- og høyskolesektoren. Av disse er hele 96,9 % uten registrert dose. Gjennomsnittsdose ved registrert dose over grensen er 1,20 mSv, mens gjennomsnittsdosen for alle innen kategorien er 0,04 mSv.

---

### 3.3 Årsdoser og dosegrenser

I 2003 er det registrert til sammen 16 personer med årsdose over dosegrensen på 20 mSv per år. Alle disse finner vi innen medisinsk strålebruk. For alle dosimeterbrukerne gjelder det at den dosen dosimeteret måler generelt vil være en del høyere enn den effektive dosen personen faktisk mottar, som forklart i kap. 2.3. I doseintervallet 15-20 mSv er det registrert til sammen 14 personer, alle disse er også innen medisinsk strålebruk.

Blant andre grupper er det registrert 3 personer med dose mellom 10 og 15 mSv. Dette er innen veterinærmedisin, industriell radiografi og forskning/utdanning.

Tre personer har mottatt stråledoser over 50 mSv i 2003. Dette er tre *radiologer* med henholdsvis 52 mSv, 63 mSv og 89 mSv. Alle tre radiologene er høyt spesialisert innen intervensjonsradiologi, der det generelt brukes mer stråling i prosedyrene. I tillegg medfører spesialiseringen at de utfører et høyt antall prosedyrer. Det bemerkes at for personer som arbeider med medisinsk strålebruk skal persondosimeteret bæres uskjermet av blyfrakk, noe som medfører at den effektive dosen som arbeidstakeren mottar blir lavere enn den dosen som måles og blir rapportert. Anslagsvis vil den effektive dosen være ca. 10-40 % av dosimeteravlesningen (se kap 2.3). Statens strålevern har vært i kontakt med arbeidsgiver i disse tilfellene og det er arbeidsgiver som har ansvar for å følge opp med tiltak.

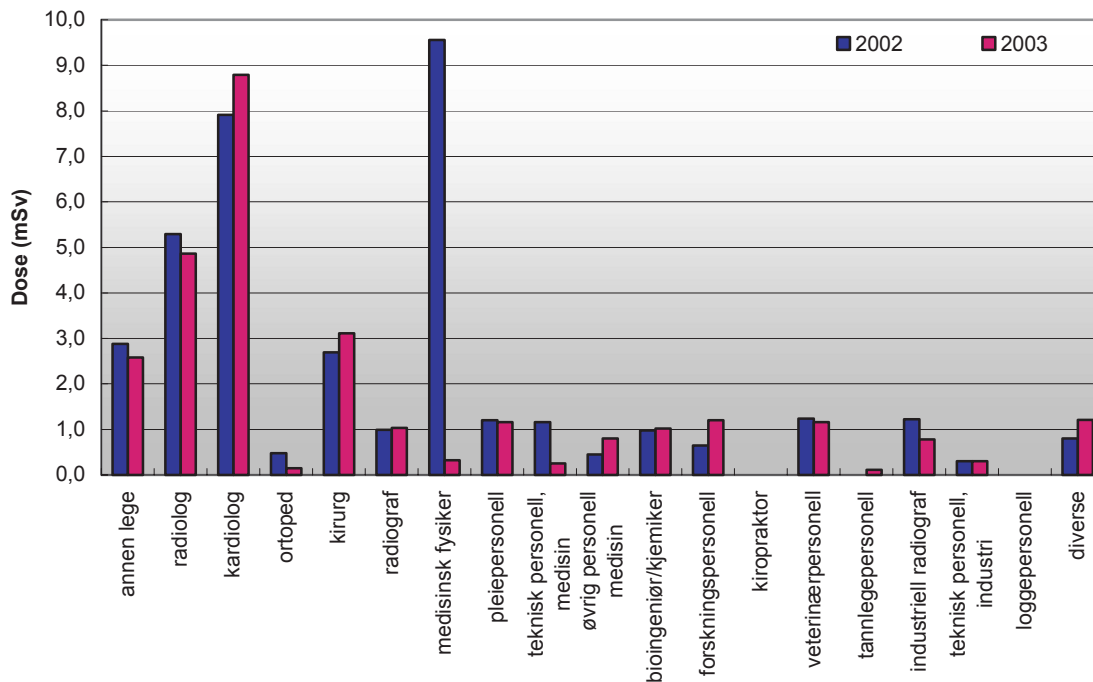
### 3.4 Doseutvikling 1999–2003

#### 3.4.1 Sammenligning 2002 og 2003

Figur 10 viser en sammenligning av gjennomsnittsdosene for årene 2002 og 2003 for arbeidstakere med en årsdose større enn 0,1 mSv innen de ulike stillingskategoriene. Som det framkommer av figuren er det ingen vesentlige endringer fra 2002, men innen noen kategorier er det endringer som vil være av interesse å følge videre framover. Kollektivdosen er lavere i 2003 enn i 2002, se figur 11.

Legegruppene (*radiolog, kardiolog, annen lege, ortoped og kirurg*) er fortsatt de arbeidstakerkategorier som peker seg ut som spesielt viktige å følge opp, siden det er her størstedelen av dosene kommer, spesielt gjelder dette kardiolog og radiolog som har de høyeste dosene totalt sett. Gjennomsnittlige årsdoser for 2003 ligger omtrent likt som i 2002.

Resultatet for *medisinsk fysiker* i 2002 var spesielt, og kan ikke sammenlignes med resultatet for 2003, se StrålevernRapport2003:13 (1). Dette forklarer den dramatiske reduksjonen som sees i figur 10.



Figur 10. Gjennomsnittsdose (årsdose > 0 mSv) for de ulike stillingsgruppene for årene 2002 og 2003

For *teknisk personell innen medisin* har det vært en kraftig nedgang til 0,25 mSv i 2003 mot 1,16 mSv i 2002. Gjennomsnittsdosen i 2002 var imidlertid noe høy. For *forskningspersonell* er gjennomsnittsdosen for de som har registrert dose over rapporteringsgrensen nær fordoblet i 2003 sammenlignet med 2002, til 1,20 mSv.

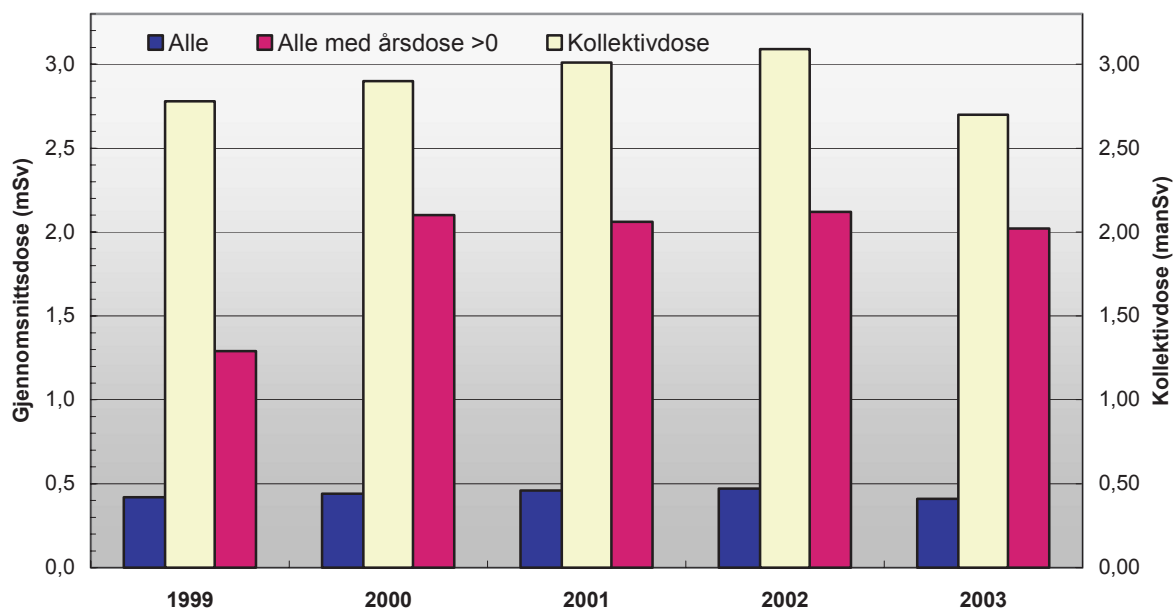
Sammenligning med statistikken fra 2002 viser at dosene i 2003 er noe lavere for *industrielle radiografer*, men denne endringen er ikke spesielt stor.

Dosestatistikken gir ingen informasjon om hva de observerte endringene for enkeltgrupper skyldes. Det vil være aktuelt å følge utviklingen videre for å kartlegge om det er uttrykk for en bestemt utvikling innen ulike områder, eller om dette gjenspeiler naturlige variasjoner fra år til år.

### 3.4.2 Utvikling 1999–2003

Figur 11 viser hvordan utviklingen i yrkeseksponeringen har vært for brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste i årene 1999 til 2003. Både gjennomsnittsdosen for alle personer som deltar i tjenesten og gjennomsnittsdosen for de med registrert dose holder seg på samme nivå. I 1999 er gjennomsnittsdosen for alle personer med registrert dose omtrent halvparten av det den var de neste årene. I løpet av 1999 ble det foretatt en endring i den bakgrunnskorreksjonen som foretas av alle avlesningsresultatene og i minste stråledose som registreres. Minste stråledose som tilbakerapporteres ble forhøyet til 0,1 mSv, og bakgrunnskorreksjonen ble endret fra 2,5  $\mu$ Sv per døgn til 4  $\mu$ Sv per døgn. Dette kan ha ført til at flere arbeidstakere i

1999 ble registrert med lavere årtdoser og dermed at gjennomsnittsdosen for brukere med registrert dose ble mindre. Gjennomsnittsdosen for samtlige brukere og kollektivdosen for 1999 er tilsvarende som for de neste årene. Tabell 3 i appendiks 6.2 viser gjennomsnittsdoser, kollektivdoser og antall brukere ved Strålevernets persondosimetritjeneste for årene 1999 til 2003.



Figur 11. Gjennomsnittsdoser og kollektivdoser for årene 1999 til 2003 for Statens stråleverns persondosimetritjeneste.

Figur 11 og tabell 3 viser ingen uttalte trender. Gjennomsnittsdosene for brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste og omfanget av persondosimeterbruken holder seg på et stabilt nivå. Kollektivdosen er imidlertid gått ned i 2003 etter en svak oppgang i årene 1999 til 2002 med en foreløpig topp i 2002 på 3,09 manSv.

---

## 4 Konklusjoner

Hoveddelen, 79,5 %, av persondosimeterbrukerne ved Statens strålevern har ingen registrert dose over rapporteringsgrensen i 2003. Dette forklares med at en del personer som benytter persondosimeter bare i liten grad blir utsatt for ioniserende stråling dersom arbeidsrutiner og skjerming er på plass. Selv om et stort antall av dosimeterbrukerne ikke har mottatt noen dose er det likevel viktig å overvåke de personene som har en potensiell risiko for å bli eksponert for ioniserende stråling og kan motta store doser. I tillegg kommer krav om persondosimetri i lover og forskrifter.

Av statistikken ser vi at det er en liten del av persondosimeterbrukerne som får de høye dosene. Disse befinner seg innen medisinsk virksomhet, og de høye dosene er dominert av legegruppene *kardiologer* og *radiologer*.

FN utgir rapporter over dosedata for yrkeseksponerte på verdensbasis. I UNSCEAR 2000 er dosedata for årene 1990-1994 presentert (10). Strålevernets dosestatistikk for 2003 viser at de observerte dosene er tilsvarende som det som blir presentert i UNSCEAR 2000. Ulik praksis i ulike land når det gjelder rapportering og om dosimeteret bæres over eller under blyfrakk, kan imidlertid føre til enkelte ulikheter i dosestatistikkene. Dette kan forklare at dosenivået innen områder som røntgendiagnostikk i Norge ligger noe høyere enn i UNSCEAR rapporten. Innen industriell radiografi er dosene i Norge lavere enn i UNSCEAR 2000, noe som kan komme av at norsk forvaltning har strenge krav til strålebruk i industriell radiografi.



---

## 5 Referanser

1. StrålevernRapport 2003:13. Årsrapport fra Statens stråleverns persondosimetritjeneste 2002.
2. Lov av 12. mai 2000 nr. 36 om strålevern og bruk av stråling.
3. Forskrift om strålevern og bruk av stråling av 21. november 2003 nr. 1362.
4. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60. Annals of the ICRP, Volume 21, No. 1-3. Oxford: Pergamon Press, 1991.
5. Dosegrenser for yrkeseksponerte – ioniserende stråling. StrålevernHefte 4. Østerås: Statens strålevern, 1995.
6. Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations. ICRU Report 47. Bethesda: International Commission on Radiation Units and Measurements, 1992.
7. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 74. Annals of the ICRP, Volume 26, No 3-4. Oxford: Pergamon Press, 1996.
8. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and for determining their response as a function of photon energy – part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurements of their response as a function of energy and angle of incidence. ISO International standard 4037-3:1999. Geneva: International Organization for Standardization, ISO, 1999.
9. Franken Y. Guidance on the use of protective lead aprons in medical radiology: Protection efficiency and correction factors for personal dosimetry. In: 6<sup>th</sup> European ALARA Network Workshop, Madrid, October 23-25, 2002. Occupational exposure optimization in the medical field and radiopharmaceutical industry: Proceedings. Madrid: European ALARA Network, EAN, 2002 : 135-139.
10. Sources and effects of ionizing radiation: Volume 1: Sources. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations. UNSCEAR 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes. New York: United Nations, 2000.

---

## 6 Appendiks

### 6.1 Stillingskategorier

#### Stillingskategorier

- Radiograf
- Radiolog
- Kardiolog
- Kirurg
- Ortoped
- Annen lege
- Pleiepersonell
- Medisinsk fysiker
- Bioingeniør/kjemiker
- Øvrig personell innen medisinsk virksomhet
- Tannlegepersonell
- Veterinærpersonell
- Kiropraktor
- Teknisk personell, medisin
- Teknisk personell, industri
- Industriell radiograf
- Loggepersonell
- Forskningspersonell
- Diverse

### 6.2 Tabeller

#### Forklaring til tabeller og figurer:

Totalt ant.:	Totalt antall overvåkede personer
$D=0$ :	Antall personer i gruppen med årtdose lik 0 mSv
$\bar{D}$ :	Gjennomsnittsdose for alle persondosimeterbrukere
$\bar{D}_{>0}$ :	Gjennomsnittsdose for alle med årtdose over 0,1 mSv
KD:	Kollektivdosen i manSv; summen av alle enkeltregistreringene

**Tabell 2: Dosefordeling for ulike stillingskategorier for 2003**

Stillingskategori	Antall personer med årtdose (H <sub>p</sub> [10], mSv) i intervall											Totalt ant personer	D=0		D̄ mSv	D̄ >0 mSv	KD manSv
	0-0,5>	0,5-1>	1-2>	2-3>	3-5>	5-10>	10-15>	15-20>	20-30>	30-50>	50+		Ant.	%			
annen lege	265	15	14	8	9	7	3	0	3	0	0	324	229	70,68	0,76	2,58	0,24
radiolog	289	28	26	12	22	27	7	8	4	1	3	427	236	55,27	2,18	4,86	0,93
kardiolog	33	8	6	2	2	15	10	5	3	2	0	86	27	31,4	6,03	8,79	0,52
ortoped	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	66,67	0,05	0,15	0
kirurg	13	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	18	13	72,22	0,86	3,11	0,02
radiograf	2098	103	96	28	25	11	3	1	0	0	0	2365	1810	76,53	0,24	1,03	0,57
medisinsk fysiker	66	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	67	57	85,07	0,05	0,32	0
pleiepersonell	648	35	34	13	6	10	0	0	0	0	0	746	562	75,34	0,29	1,16	0,21
teknisk personell, medisin	171	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172	165	95,93	0,01	0,25	0
øvrig personell medisin	84	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	90	79	87,78	0,10	0,80	0,01
bioingeniør/ kjemiker	220	9	6	6	3	0	0	0	0	0	0	244	200	81,97	0,18	1,02	0,04
forskningspersonell	584	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	589	571	96,94	0,04	1,20	0,02
kiropraktor	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	100	0,00	0,00	0
veterinærpersonell	331	9	2	2	1	0	1	0	0	0	0	346	317	91,62	0,10	1,16	0,03
tannlegepersonell	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	34	97,14	0,00	0,11	0
industriell radiograf	759	25	11	8	3	0	1	0	0	0	0	807	689	85,38	0,11	0,78	0,09
teknisk personell, industri	137	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	133	95,68	0,01	0,30	0
loggepersonell	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	100	0,00	0,00	0
diverse	41	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	43	41	65,35	0,06	1,21	0
<b>Totalt</b>	<b>5801</b>	<b>242</b>	<b>202</b>	<b>80</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6525</b>	<b>5188</b>	<b>79,51</b>	<b>0,41</b>	<b>2,02</b>	<b>2,7</b>

**Tabell 3:** Doser for årene 1999 til 2003

År	Tot. antall personer	D=0:		$\bar{D}$ (mSv)	$\bar{D}_{>0}$ (mSv)	KD (manSv)
		Antall	%			
1999	6577	4416	67,14	0,42	1,29	2,78
2000	6609	5225	79,06	0,44	2,10	2,90
2001	6512	5050	77,55	0,46	2,06	3,01
2002	6515	5058	77,64	0,47	2,12	3,09
2003	6525	5188	79,51	0,41	2,02	2,70

**StrålevernRapport 2004:1**

Avvikshåndtering ved norske stråleterapisentre  
Forslag til felles system utarbeidet av arbeidsgruppe oppnevnt  
av Statens strålevern som del av arbeidet med kvalitetssikring i  
stråleterapi (KVIST)

**StrålevernRapport 2004:2**

The Radiological Environment of Svalbard

**StrålevernRapport 2004:3**

Virksomhetsplan 2004

**StrålevernRapport 2004:4**

Overvåkingsmålinger 2003 – prognoser for slaktesesongen

**StrålevernRapport 2004:5**

Tilførsel av radioaktive stoffer til Barentshavet –  
vurdering av utvalgte scenarier  
Grunnlagsrapport for Forvaltningsplan for Barentshavet,  
utredning av konsekvenser av ytre påvirkninger

**StrålevernRapport 2004:6**

Virksomhetsrapport for norske stråleterapisentre 2001 - 2002

**StrålevernRapport 2004:7**

Digitalisering av analoge screeningsbilder  
Mammografiprogrammet Troms og Finnmark

**StrålevernRapport 2004:8**

Diagnostisation of analogue screening mammograms  
Norwegian Breast Cancer Screening Program Troms and Finnmark

**StrålevernRapport 2004:9**

Pilotprosjekt for kliniske revisjoner i stråleterapi

**StrålevernRapport 2004:10**

Radioactivity in the Marine Environment 2002  
Results from the Norwegian Marine Monitoring Programme (RAME)