

Årsrapport fra Statens stråleverns persondosimetritjeneste 2002



Referanse:

Paulsen, Gudrun Uthaug, Sekse, Tonje, Widmark, Anders. Årsrapport fra Statens stråleverns persondosimetritjeneste 2002. StrålevernRapport 2003:13. Østerås: Statens strålevern, 2003. Språk: norsk.

Emneord:

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

Resymé:

Årsrapport fra persondosimetritjenesten ved Statens strålevern for 2002. 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, 2002. StrålevernRapport 2003: 13. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2003.

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.

Prosjektleder: Ole Reistad

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling Strålevern og Sikkerhet.

26 sider.

Publisert 2003-12-20.

Opplag 900 (03-12).

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 Statens stråleverns persondosimetritjeneste 2002

Gudrun Uthaug Paulsen, Tonje Sekse og Anders Widmark

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2003



Sammendrag

I 2002 har til sammen 6835 personer fått målt persondose for en eller flere perioder fra persondosimetritjenesten ved Strålevernet. Av disse har 78,2 % ingen registrert persondose over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv. Gjennomsnittlig årtdose for alle personer som har hatt dosimeter fra Strålevernet er 0,45 mSv. Gjennomsnittlig årtdose for alle som har fått registrert minst en persondose større enn rapporteringsgrensen er 2,07 mSv. Den årlige dosegrensen for helkroppsbestråling er 20 mSv. De arbeidstakergruppene som får registrert de høyeste dosene er innen medisinsk virksomhet, spesielt gjelder dette innen enkelte legegrupper. I industrisektoren er det spesielt innen industriell radiografi det blir registrert persondoser.

Doserresultatene er presentert i tabeller som gir en oversikt over antall personer med årtdose i ulike doseintervaller, gjennomsnittlig årtdoser for personer innen ulike stillingskategorier og arbeidssteds-kategorier, og kollektivdoser.



Innhold

1	Innledning	6
1.1	Krav om doseovervåkning i arbeidsmiljø	6
1.2	Dosegrenser	7
1.3	Persondosimetritjenesten ved Statens strålevern	7
2	Utstyr og metodikk	8
2.1	Utstyr	8
2.2	Kvalitetssikring	9
	2.2.1 Kalibrering	9
	2.2.2 Korrigering av doser før tilbakerapportering	10
	2.2.3 Store doser – oppfølging av kunder	10
2.3	Usikkerhet	10
3	Resultater for 2002	12
3.1	Hvem er brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste?	12
3.2	Oversikt over persondoser til ulike brukergrupper	13
	3.2.1 Medisinsk bruk av stråling	15
	3.2.2 Industriell bruk av stråling	17
4	Konklusjoner	19
5	Referanser	21
6	Appendiks	22
6.1	Arbeidssteds kategorier og stillingskategorier	22
6.2	Tabeller	23

1 Innledning

Statens strålevern driver persondosimetritjeneste og tilbyr gjennom denne persondosimetrimålinger til bedrifter og institusjoner i hele landet. Denne rapporten inneholder dosedata for arbeidstakere som har fått sin yrkeseksponering fra ioniserende stråling målt ved Statens strålevern. Persondosimetritjenesten måler helkroppsdose ($H_p[10]$) og huddose ($H_p[0,07]$). For de fleste vil bidragene fra disse to dosimetrene være like.

Statens strålevern startet med persondosimetrimålinger i 1957. De første årene dekket persondosimetritjenesten 2000-3000 yrkeseksponerte. Antallet persondosimeterbrukere har variert opp igjennom årene, og ligger i dag stabilt i underkant av 7000. Siden starten i 1957 har det blitt brukt filmdosimetre, inntil 1998 da termoluminescens dosimetre ble tatt i bruk.

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 arbeidssteds kategorier, og kollektivdoser.

1.1 Krav om doseovervåkning i arbeidsmiljø

Arbeidsgivere er pålagt å sørge for at det blir gjennomført doseovervåkning 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 (1, 2, 3). Denne doseovervåkingen skjer vanligvis ved at arbeidstakerne bærer persondosimetre, som er personlige måleinstrumenter. Hensikten med persondosimetre er å måle den individuelle stråleeksponeringen og derved få et grunnlag for å vurdere om eksponeringen holdes så lav som mulig og innenfor de gjeldende dosegrensene.

I gjeldende forskrift (2) settes det krav til at arbeidstakere som arbeider med ioniserende stråling skal bære persondosimetre¹. 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. 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 Ny forskrift om strålevern og bruk av stråling, med hjemmel i lov av 12. mai 2000 nr. 36, trer i kraft 1. januar 2004. I denne fastsettes dosegrenser for arbeidstakere sammen med krav om måling og registrering av stråledoser til ansatte. Fra samme tidspunkt vil forskrift av 14. juni 1985 om arbeid med ioniserende stråling bli endret.

1.2 Dosegrenser

Dosegrensene for yrkeseksponerte er hjemlet i lov nr. 36 av 12. mai 2000 om strålevern og bruk av stråling (1) og angitt i Direktoratet for arbeidstilsynets forskrift for arbeid med ioniserende stråling av 14. juni 1985 (2). Dosegrensene baserer seg på internasjonale anbefalinger (3) og er også utgitt i Strålevernets publikasjoner (4). Dosegrensen for helkroppsbestråling er 20 mSv per år. Denne dosegrensen kan med spesiell tillatelse fra Statens strålevern og i tråd med internasjonale anbefalinger fravikes for enkeltindivider, forutsatt at dosen over en sammenhengende fem års periode ikke overstiger 100 mSv og at dosen for et enkelt år ikke er over 50 mSv.

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.

Tjenesten baserer seg på en abonnementsordning der enkeltpersoner og virksomheter abonnerer på det antall målinger som de til en hver tid har behov for. Dette kan variere i løpet av året. I tillegg tilbys enkeltmålinger som særlig blir brukt ved kortvarige prosjekter, kartlegging, ekstraarbeid og lignende. En måleperiode vil normalt være to måneder, men kan variere fra en til tre måneder. Minste rapporterte dose per måleperiode er 0,1 mSv.

Doseresultater etter overvåkingen blir fortløpende rapportert tilbake til arbeidsgiver. Alle avleste data og rapporterte doser blir i tillegg lagret ved Strålevernet.

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.

I 2002 er det innhentet oppdatert informasjon fra brukerne av persondosimetritjenesten når det gjelder stillings- og arbeidssteds-kategorier. Kundedatabasen er oppdatert på grunnlag av denne informasjonen. Dette er gjort for å sikre en mest mulig korrekt utarbeidelse av de aktuelle statistikkene som presenteres i denne rapporten.

2 Utstyr og metodikk

I løpet av de siste årene har persondosimetritjenesten gjennomgått betydelige endringer både med hensyn til teknologi og drift. Tidligere ble det benyttet dosimetre basert på film. I perioden 1996-1998 ble det arbeidet med en omlegging fra film til persondosimetrimålinger basert på termoluminescens.

2.1 Utstyr

Dosimetrene som brukes er termoluminescens dosimetre (TLD) fra Harshaw. Et dosimeterkort består av to ulike krystaller/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 (5). $H_p[10]$ 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. Dosimeterkortet plassert i holderen.

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 irradiators ($Sr-90$) 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 kunde-database og doseregister. Dosearkivet ligger på et lukket nettverk slik at forsvarlig lagring av data er sikret. Oppdatert doseregister og kundedatabase danner grunnlag for utarbeidelse av ulike typer rapporter og statistikker som Strålevernet benytter i sitt arbeid.

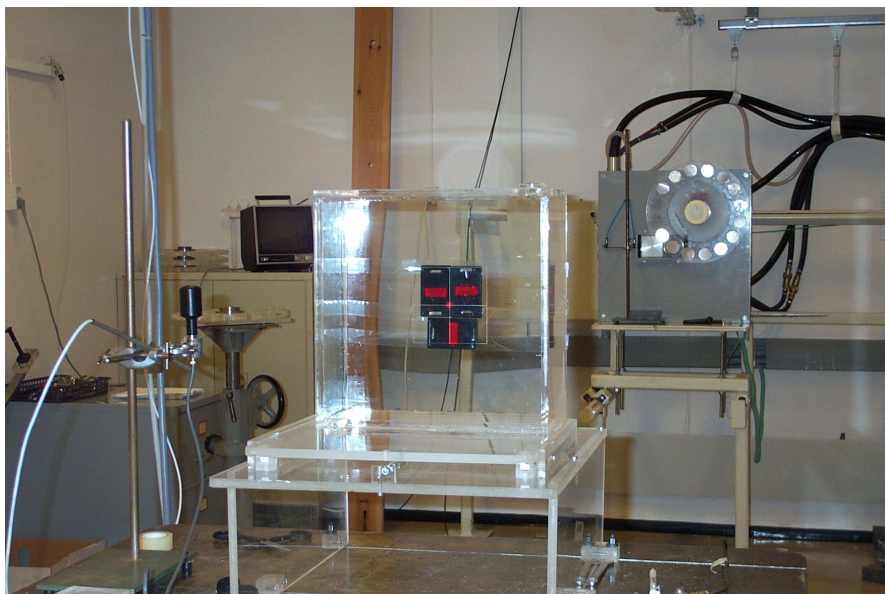
2.2 Kvalitetssikring

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

2.2.1 Kalibrering

Leserne og dosimetrene blir kalibrert i henhold til internasjonale retningslinjer gitt av ISO og ICRU. Ved kalibrering bestråles noen persondosimetre på sekundærstandardlaboratoriet ved Statens strålevern med en standard strålingskvalitet og en gitt dose (figur 3). Dosimetrene er under bestråling festet på et vannfylt fantom med ytre dimensjon $21,5 \times 21,5 \times 11,5 \text{ cm}^3$ som vist i figur 3. 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.

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.



Figur 3. Bestråling av persondosimetre på sekundærstandardlaboratoriet ved Statens strålevern.

2.2.2 Korrigerings av doser før tilbakerapportering

Før dosene rapporteres tilbake til kunden trekkes bakgrunnstrålingen fra. Bakgrunnstrålingen varierer fra sted til sted, i området 2-6 μSv per døgn. Ved persondosimetritjenesten trekkes det fra 4 μSv 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 av dose blir den lagrede energien frigjort som lys. Det utsendte lyset har 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 en 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.

2.2.3 Store doser - oppfølging av kunder

Spesielt høye eller uventede persondoser blir 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.

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 (6) og ISO 4037-3 (7) 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. (8) 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. Ved bruk av thyroideakrage i tillegg vil den effektive dosen reduseres 5-10 % mer enn ved bare bruk av blyfrakk. En kombinasjon av 0,35 mm blyfrakk og 0,25 mm thyroideakrage vil gi en optimal skjermingseffekt slik at effektiv dose vil være 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. Dette kan resultere i en del "falske" doser på huddosimeteret, dvs. avlesningssignaler som ikke skyldes bestråling av dosimeteret. Det er flere årsaker til at det blir registrert "falske" doser. En stor andel "falske" doser kommer fra forurensing av dosimetrene fra blant annet fett, matrester, kosmetikk, tape, lim etc.

3 Resultater for 2002

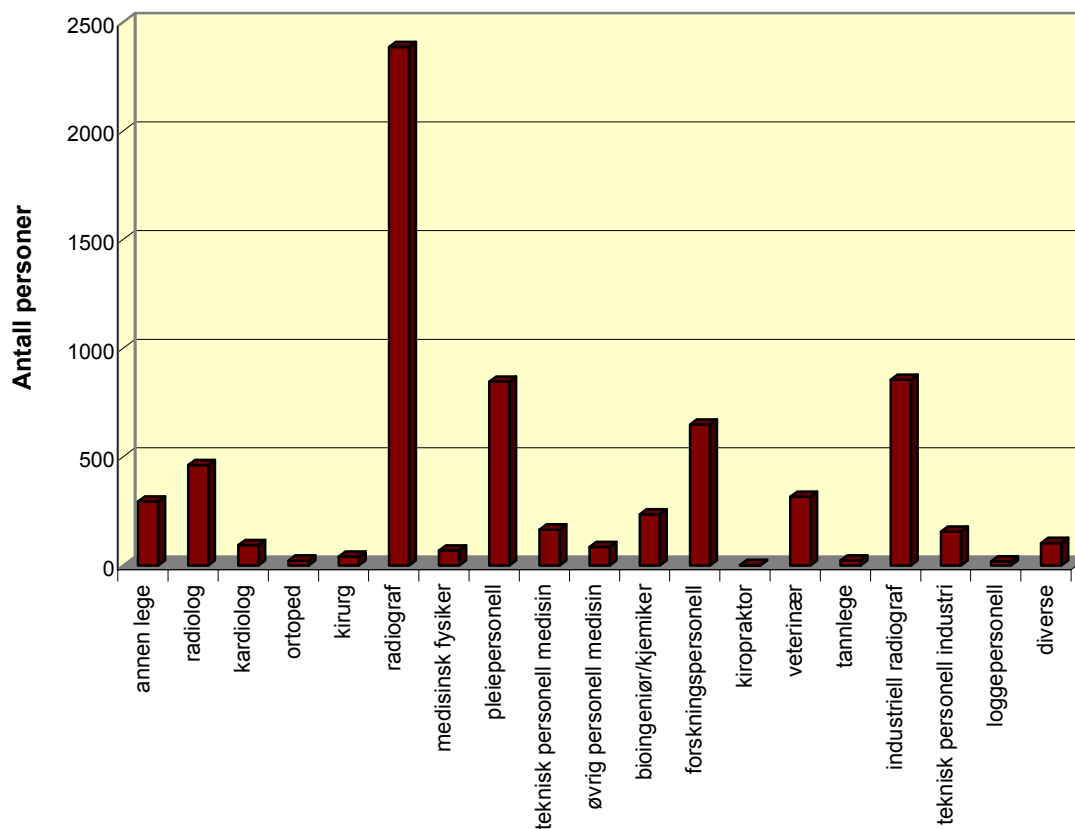
I tabellene 2 og 3 i appendiks 6.2 presenteres dosestatistikkene for persondosimetritjenesten ved Strålevernet. Tabellene gir en oversikt over antall personer med årsdoser i ulike doseintervaller, gjennomsnittsdoser og kollektivdoser. Tabell 2 viser dosestatistikk etter type strålebruk, og de presenterte data vil være et gjennomsnitt av alle stillingskategorier innen hver arbeidsstedskategori. I tabell 3 presenteres de samme dataene etter stillingskategorier.

I tabellene 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 arbeidstakergruppene. Det vil være en del personer som benytter persondosimeter som reelt sett ikke er yrkeseksponerte eller kun i beskjeden grad har strålingsutsatt arbeid.

I databasen til persondosimetritjenesten blir de ulike arbeidsstedene registrert med en kategori som beskriver type strålebruk. I tillegg blir alle personer registrert med stillingskategori. Kategoriene kan finnes i appendiks 6.1.

3.1 Hvem er brukere av Strålevernets persondosimetritjeneste?

Det totale antall overvåkede personer ved persondosimetritjenesten ved Statens strålevern var 6835 personer i 2002. Figur 4 viser hvordan persondosimeterbruken fordeler seg blant brukerne. Persondosimeterbruken er mest utbredt innen medisinsk bruk av stråling. Rundt 2/3 av dosimeterbrukerne arbeider innen medisinsk virksomhet, mens de resterende 1/3 arbeider innen industriell virksomhet, veterinærmedisin og forsknings- og utdanningsinstitusjoner. Den klart største arbeidstakergruppen er radiografer. I industrisektoren er det hovedsakelig innen industriell radiografi behovet for persondosimetri er størst.



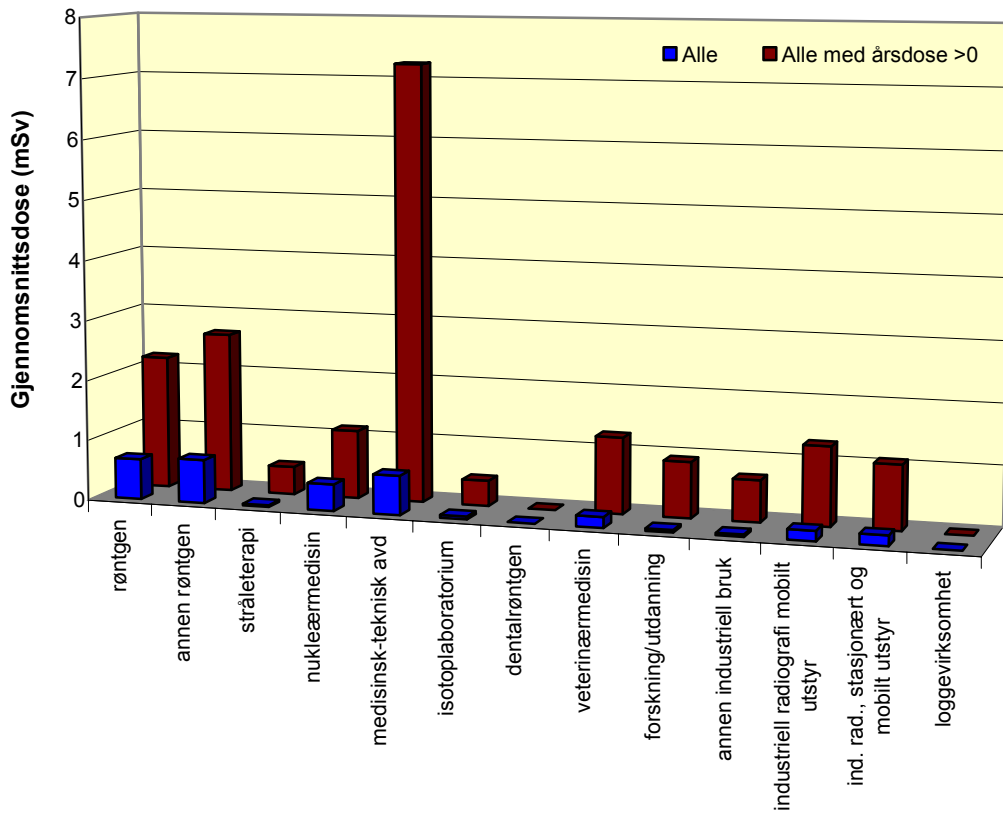
Figur 4. Antall personer som bærer persondosimeter innen de ulike stillingskategoriene.

3.2 Oversikt over persondoser til ulike brukergrupper

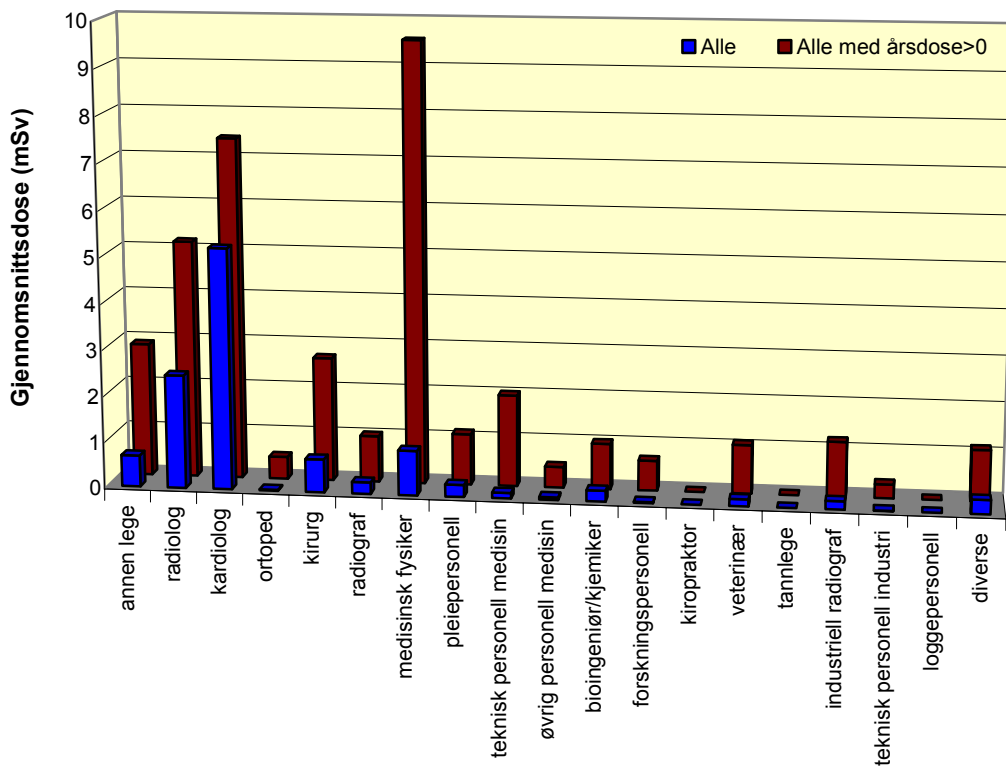
Som det framgår av tabell 2 har 78,2 % av arbeidstakerne som brukte persondosimeter en eller flere perioder i 2002 ingen registrerte persondoser over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv. Gjennomsnittlig årsdose for alle brukere er 0,45 mSv, mens gjennomsnittlig årsdose for arbeidstakere med registrert dose over rapporteringsgrensen er 2,07 mSv.

Kollektivdosen (den totale dosen for alle brukerne av persondosimetertjenesten) for arbeidstakere overvåket av persondosimetertjenesten ved Statens strålevern i 2002 er på 3,09 manSv.

Figur 5 viser gjennomsnittsdosen for alle persondosimeterbrukerne og gjennomsnittsdose for alle med dose over rapporteringsgrensen på 0,1 mSv innen de ulike arbeidsstedskategoriene. Figur 6 viser tilsvarende for de ulike stillingskategoriene.



Figur 5. Gjennomsnittsdoser for dosimeterbrukere innen ulike arbeidssteds kategorier.



Figur 6. Gjennomsnittsdose for dosimeterbrukere innen de ulike stillingskategorier.

3.2.1 Medisinsk bruk av stråling

De høyeste dosene for yrkeseksponerte arbeidstakere er innen medisinsk bruk av stråling. Persondosene er høyest innen arbeidsstedskategoriene *røntgen* og *annen røntgen*. Gjennomsnittsdosene er her over 2 mSv for arbeidstakere med registrert dose gjennom året. Dette er også de områdene med klart flest yrkeseksponerte arbeidstakere. Høyere gjennomsnittsdoser innen disse områdene skyldes hovedsakelig arbeidstakergrupper som *radiologer* og *kardiologer* som har vesentlig høyere doser enn andre. De høyeste dosene finner man som oftest hos de som utfører intervensjonsradiologiske prosedyrer. I kategorien *annen røntgen* finner man blant annet *kardiologer*, *kirurger* og *annen lege* som bruker gjennomlysning til veiledning ved endoskopier.

Figur 8 og 9 illustrerer hvordan antall personer med årdsdose i ulike doseintervaller fordeler seg for noen utvalgte arbeidssteds- og stillingskategorier.



Figur 7. Gjennomlysning ved innsetning av aortastentgraft ved operasjonsavdelingen ved Aker universitetssykehus.

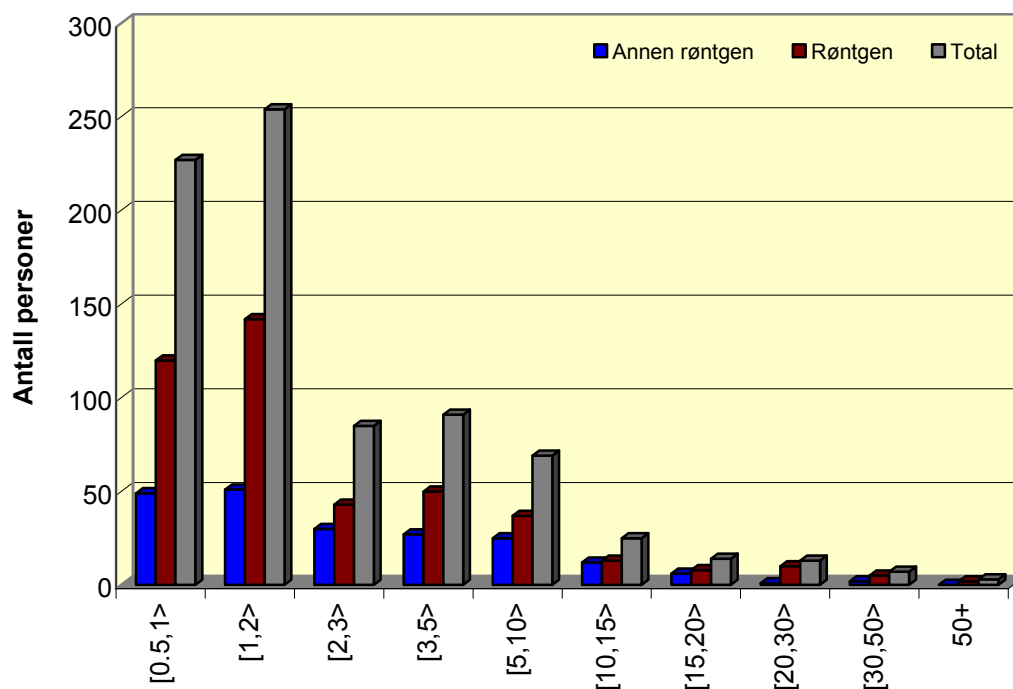
Tabell 2 viser at for arbeidsstedskategori *medisinsk-teknisk avdeling* er gjennomsnittsdose for alle med registrert årdsdose hele 7,25 mSv. Tabell 3 viser tilsvarende en høy gjennomsnittsdose for *medisinsk fysiker*. Dette spesielle resultatet har sin bakgrunn i en spesielt høy dosimeteravlesning for én person i en måleperiode, og er ikke representativt for stillingskategorien eller arbeidsstedkategorien som helhet.

I tabell 3 står stillingsgruppene *kiropraktor*, *tannlege* og *ortoped* oppført med lave eller ingen stråledoser i 2002. Den lave persondosimeterbruken 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.

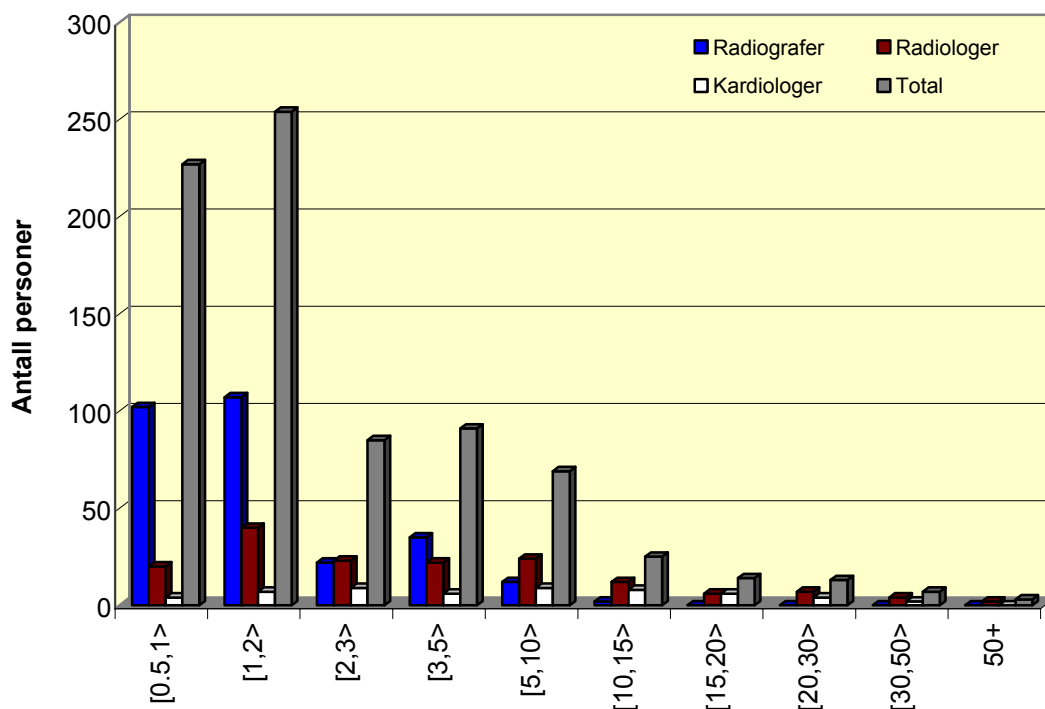
Under kategorien *annen lege* finner man ulike typer leger som bruker stråling ved veiledning ved forskjellige type behandlinger og undersøkelser. De høyeste dosene får de som arbeider med

endoskopisk retrograd cholangio- og pancreaticografi (ERCP). Disse står ofte nær pasienten ved gjennomlysning og bildetaking. ERCP og andre skopier foretatt på laboratorier med overbordsrørkonfigurasjon gir de høyeste dosene i denne kategorien.

Innen *stråleterapi* er det 419 overvåkede personer. Av disse er det 93 % som ikke har en registrerbar dose. Gjennomsnittet for de med avlest dose er 0,46 mSv for 2002. Dette viser at stråleterapiavdelinger er sikre å arbeide på, men det er også en viktig arbeidskategori å overvåke pga. den potensielle muligheten for store doser.



Figur 8. Antall personer med årstdose i ulike doseintervaller fra 0,5 mSv til 50+ mSv for arbeidsstedskategoriene røntgen og annen røntgen sammenlignet med totalt antall personer med dose i de ulike intervallene.



Figur 9. Antall personer med årtdose i ulike doseintervaller fra 0,5 mSv til 50+ mSv for stillingskategoriene radiograf, radiolog og kardiolog sammenlignet med totalt antall personer med dose i de ulike intervallene.

3.2.2 Industriell bruk av stråling

Innen industrisektoren er det industrielle radiografer som får registrert de høyeste stråledosene. 84,7 % av industrielle radiografer har ingen dose, mens gjennomsnittsdosen for de som har registrert dose over rapporteringsgrensen i 2002 er på 1,19 mSv. I andre industrikategorier er andelen uten registrert dose høyere og gjennomsnittsdosene tilsvarende lavere.



Figur 10. Industriell radiografi ved kontroll av sveiser i rør.

Loggevirkksomheter er oppført med få brukere i den presenterte statistikken. I forbindelse med loggevirkksomhet er det etter norsk regelverk påkrevd med persondosimetri. De fleste loggefirmaer dekker sitt persondosimetribehov fra tjenesteytere utenfor Norge, og dermed er dose-data fra disse ikke inkludert i statistikken.

Andre kategorier som for eksempel *forskningspersonell* og *teknisk personell i industri* har en forholdsvis høy andel persondosimeterbrukere uten registrert dose og lave gjennomsnittsdoser.

4 Konklusjoner

Hoveddelen, 78,2 %, av persondosimeterbrukerne ved Statens strålevern har ingen registrert dose over rapporteringsgrensen i 2002. Dette kommer trolig av 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 2002 er det registrert 23 personer med årtdose over dosegrensen på 20 mSv per år. De fleste av disse, 21 stk, finner vi innen medisinsk virksomhet, mens de to siste er en *veterinær* og en *industriell radiograf*. 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.

En *veterinær* har fått en årtdose på 21 mSv i 2002. Denne dosen er jevnt fordelt over periodene, og har således ikke sin årsak i uhell. Det kan være flere årsaker til de unormalt høye periodeavlesningene, men dårlige arbeidsrutiner kan spille inn.

En *industriell radiograf* fikk i 2002 en årtdose på 22 mSv. Denne dosen kom i en periode, og kan således tyde på et uhell. Ved kontakt med vedkommendes arbeidsgiver kom det ikke frem noen annen forklaring enn at dosimeteret muligens var gjenglemt nær radiografibeholderen.

Innen medisinsk virksomhet har tre personer mottatt stråledoser over 50 mSv. Dette er en *medisinsk fysiker* som har en doseregistrering på 65 mSv og to *radiologer* med 74 og 87 mSv i årtdose. Det bemerkes at for personer som arbeider med medisinsk strålebruk bæres persondosimeteret 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 arbeidsgivere i disse tilfellene. Det er arbeidsgiver som har ansvar for å følge opp med tiltak.

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*. De høye dosene kan ha flere årsaker. Flerparten av legene med høye doser arbeider med intervensjonsradiologi, hvilket ofte kan innebære lange gjennomlysningstider og bildeserier, der den undersøkende legen står nær pasienten ved eksponeringene. Innen noen høyt spesialiserte områder er det også et lite antall leger som har bred erfaring. Disse utfører ofte flere prosedyrer enn andre, samt ofte også de vanskeligste. Dette er kanskje ikke en ønskelig situasjon, men samtidig må enkelte leger få nok erfaring fra prosedyrer som det er et lite antall av. I tillegg kan innføring av digitale detektorer ha bidratt, siden dokumentasjonsmulighetene er uendelige med disse. Med analog film må det byttes kassett for hver eksponering, og filmen må fremkalles. Dette begrenser hvor mange bilder som blir tatt. I tillegg har også digitale detektorer et stort dynamisk omfang, hvilket gjør at de kan eksponeres med både lave og høye doser. Et større arbeidspress, pga. effektivisering innen helsevesenet, kan også bidra. Dominerende faktorer virker imidlertid å være arbeidsrutiner, kunnskap om apparatur og strålevern, samt den enkeltes holdninger.

Det er hver enkelt arbeidsgivers ansvar å følge opp dosene til sine ansatte, men Strålevernet bistår arbeidsgivere med råd og informasjon om nødvendige tiltak for å unngå høye stråledoser. Det er også Strålevernets plikt å påpeke forholdet når registrert persondose overstiger grenseverdien på 20 mSv per år.

FN utgir jevnlig en rapport over dosedata for yrkeseksponerte på verdensbasis. I UNSCEAR 2000 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations) er dosedata for årene 1990-1994 presentert (9). Dersom dosedataene for norske arbeidstakere sammenlignes med UNSCEAR rapporten, ser en at dosene samsvarer med det som er vanlig internasjonalt. Innen områder som røntgendiagnostikk ligger imidlertid dosenivået i Norge noe høyere enn i UNSCEAR rapporten. Noe av bakgrunnen for dette kan være ulik praksis i de forskjellige land når det gjelder rapportering, og om dosimeteret bæres over eller under blyfrakk. Vanlig praksis i Norge er å bære dosimeteret over.

Doser innen industriell radiografi er i Norge lavere enn det som er gitt i UNSCEAR 2000. Årsaker til dette er sannsynligvis strenge krav til strålebruk i industriell radiografi i norsk forvaltningspraksis.

5 Referanser

1. Lov av 12. mai 2000 nr. 36 om strålevern og bruk av stråling.
2. Forskrift for arbeid med ioniserende stråling av 14.06.1985 nr. 1157. Oslo: Direktoratet for arbeidstilsynet, 2002.
3. 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.
4. Dosegrenser for yrkeseksponerte – ioniserende stråling. StrålevernHefte 4. Østerås: Statens strålevern, 1995.
5. Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations. ICRU Report 47. Bethesda: International Commission on Radiation Units and Measurements, 1992.
6. 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.
7. 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.
8. Franken Y. Guidance on the use of protective lead aprons in medical radiology: Protection efficiency and correction factors for personal dosimetry. In: 6th 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.
9. 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 Arbeidsstedskategorier og stillingskategorier

Arbeidsstedskategorier

- Røntgen	Generell medisinsk røntgenavdeling
- Annen røntgen	Annen røntgenbruk innen medisinsk virksomhet
- Stråleterapi	
- Nukleærmedisin	
- Medisinsk-teknisk avdeling/ serviceavdeling	Andre sykehusavdelinger
- Isotoplaboratorium	
- Veterinærmedisin	
- Dentalrøntgen	
- Industriell radiografi	Deles inn i firma som driver industriell radiografi med kun mobilt utstyr, og firma med stasjonært eller stasjonært og mobilt utstyr.
- Loggevirksomhet	
- Annen industriell bruk	
- Forskning/utdanning	Høyskoler, universiteter og institusjoner med forskningsmessig virksomhet

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 enkelregistreringene

Tabell 2. Dosefordeling for ulike arbeidssteds kategorier for 2002.

Arbeidssteds kategori	Antall personer med årsdose ($H_p[10]$, mSv) i intervall											Totalt ant personer	D=0		\bar{D} mSv	\bar{D} 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+		Antall	%			
røntgen	2311	120	142	43	50	37	13	8	10	5	2	2741	1905	69.5	0.67	2.21	1.84
annen røntgen	946	49	51	30	27	25	12	6	1	2	0	1149	835	72.7	0.72	2.65	0.83
stråleterapi	419	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	428	398	93.0	0.03	0.46	0.01
nukleærmedisin	141	13	22	4	3	2	0	0	0	0	0	185	114	61.6	0.44	1.13	0.08
medisinsk-teknisk avd.	107	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	111	101	91.0	0.65	7.25	0.07
isotoplaboratorium	173	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	158	88.8	0.05	0.42	0.01
dentalrøntgen	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	23	100	0.00	0.00	0.00
veterinærmedisin	301	5	5	0	0	2	0	0	1	0	0	314	270	86.0	0.18	1.26	0.06
forskning/utdanning	628	1	6	1	3	0	0	0	0	0	0	639	611	95.6	0.04	0.92	0.03
annen industriell bruk	134	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	138	128	92.8	0.05	0.69	0.01
industriell radiografi, mobilt utstyr	469	11	8	4	6	3	0	0	0	0	0	501	436	87.0	0.17	1.30	0.08
industriell radiografi, stasjonært el. stasjonært og mobilt utstyr	376	15	14	2	1	0	0	0	1	0	0	409	345	84.4	0.17	1.07	0.07
loggevirksomhet	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	100	0.00	0.00	0.00
Totalt	6047	227	254	85	91	69	25	14	13	7	3	6835	5343	78.2	0.45	2.07	3.09

Tabell 3. Dosefordeling for ulike stillingskategorier for 2002.

Stillingkategori	Antall personer med årsdose ($H_p[10]$, mSv) i intervall											Totalt ant personer	D=0		\bar{D} mSv	\bar{D} 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+		Antall	%			
	249	303	40	23	22	24	12	6	7	4	2						
annen lege	15	6	5	7	9	3	0	0	0	1	0	295	225	0.68	2.89	0.20	
radiolog	20	40	23	22	24	12	6	7	7	4	2	463	242	2.46	5.16	1.14	
kardiolog	4	7	9	6	9	8	6	4	4	2	0	95	28	5.23	7.41	0.50	
ortoped	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22	0.02	0.48	0.00	
kirurg	33	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	41	30	0.72	2.69	0.03	
radiograf	2106	102	107	22	35	12	2	0	0	0	0	2386	1782	0.25	1.00	0.60	
medisinsk fysiker	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	69	62	0.97	9.56	0.07	
pleiepersonell	750	30	42	13	5	5	2	0	0	0	0	847	648	0.26	1.11	0.22	
teknisk personell, medisin	159	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	166	156	0.12	1.99	0.02	
øvrig personell medisin	83	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	86	75	0.06	0.45	0.00	
bioingeniør/kjemiker	203	12	15	2	3	1	0	0	0	0	0	236	180	0.24	0.99	0.06	
forskningspersonell	641	4	3	0	1	0	0	0	0	0	0	649	625	0.02	0.65	0.02	
kiropraktor	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0.00	0.00	0.00	
veterinærpersonell	304	5	6	0	0	1	0	0	1	0	0	317	272	0.15	1.06	0.05	
tannlegepersonell	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24	0.00	0.00	0.00	
industriell radiograf	790	26	23	6	7	3	0	0	1	0	0	856	725	0.18	1.19	0.16	
teknisk personell, industri	155	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	150	0.01	0.30	0.00	
loggepersonell	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	0.00	0.00	0.00	
diverse	94	3	2	1	2	2	0	0	0	0	0	104	75	0.31	1.11	0.03	
Totalt	6047	227	254	85	91	69	25	14	13	7	3	6835	5343	0.45	2.07	3.09	

StrålevernRapport 2003:1
Virksomhetsplan for 2003

StrålevernRapport 2003:2
Utslipp av radioaktive stoffer fra Sellafield-anleggene
En gjennomgang av britiske myndigheters
regulering av utslippstillatelser

StrålevernRapport 2003:3
MOX, En del av kjernebrenselsyklusen

StrålevernRapport 2003:4
LORAKON
Resultater fra Ringtest i 2000 og 2001

StrålevernRapport 2003:5
Monitoring of ⁹⁹Tc in the Norwegian Arctic marine environment

StrålevernRapport 2003:6
Treårig tilstandsrapport for konsesjonsbelagte anlegg ved Institutt
for energiteknikk

StrålevernRapport 2003:7
Environmental impact assessments for the marine environment
– transfer and uptake of radionuclides

StrålevernRapport 2003:8
Radioactivity in the Marine Environment 2000 and 2001
Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME)

StrålevernRapport 2003:9
Kartlegging av radon i 44 kommuner 2003
Kort presentasjon av resultatene

StrålevernRapport 2003:10
Virksomhetsrapportering i stråleterapi
Definisjoner og beskrivelser 2001/2002

StrålevernRapport 2003:11
Dosimetry in Norwegian radiotherapy
Implementation of the absorbed dose to water standard and code
of practice in radiotherapy in Norway

StrålevernRapport 2003:12
Volum og doser ved strålebehandling
Definisjoner, retningslinjer for bruk, dokumentasjon og rapportering