

# Strålehygiejne ved røntgenundersøgelse af dyr

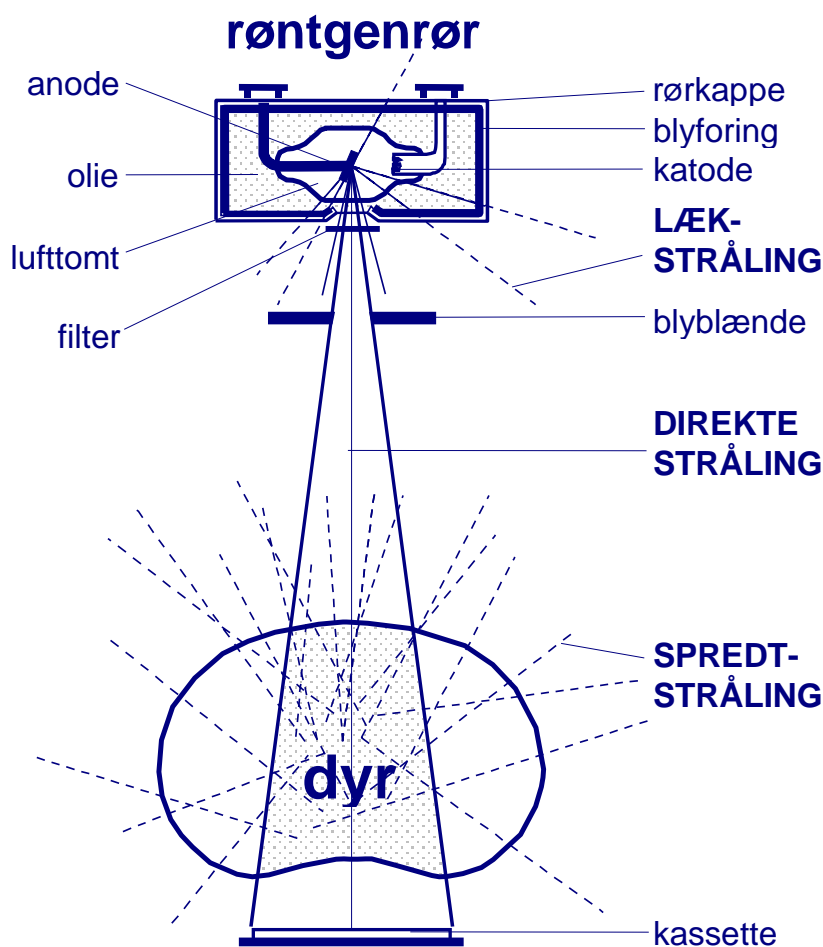
## Indholdsfortegnelse

	Side
<b>Røntgenstråling .....</b>	<b>1</b>
<b>Røntgenstrålers egenskab.....</b>	<b>2</b>
<b>Stråleskader .....</b>	<b>3</b>
<b>Baggrundsstråling .....</b>	<b>4</b>
<b>Strålebeskyttelse af personale.....</b>	<b>5</b>
<b>Dosisgrænser.....</b>	<b>6</b>
<b>Røntgenarbejde og graviditet .....</b>	<b>7</b>
<b>Elementer i strålebeskyttelsen .....</b>	<b>8</b>
<b>Strålebeskyttelse .....</b>	<b>9</b>
<b>Transmission af stråling gennem blygummi .....</b>	<b>10</b>
<b>Strålehygiejne ved røntgenundersøgelse af dyr .....</b>	<b>10</b>
<b>Stråling ved veterinær optagelse .....</b>	<b>11</b>
<b>Persondosimetri.....</b>	<b>12</b>
<b>Filmstatistik .....</b>	<b>13</b>
<b>Uddrag af Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 494 af 12. september 1977.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabeller .....</b>	<b>17</b>

## Røntgenstråling

Strålingen dannes i røntgenrøret når det tilføres højspænding under eksponering eller gennemlysning. Denne stråling kaldes for **direkte stråling**. Når direkte stråling rammer stof, udsendes der **spredt stråling**. Både den direkte og den spredte stråling ophører når eksponering eller gennemlysning afbrydes. Når strålingen rammer stof afsættes der energi. Ved stråledosis forstås mængden af absorberet energi pr. masseenhed stof. Dosishastigheden fra den spredte stråling er meget lavere end dosishastigheden fra den direkte stråling. Den spredte stråling udsendes i alle retninger fra den del af dyret der bestråles. Der udsendes mest spredt stråling fra indgangssiden af dyret, dvs. den side der vender mod røntgenrøret.

## Røntgenstråling



## Røntgenstrålers egenskaber

- Usynlige
- Bevæger sig i rette linier
- Kan gennemtrænge materiale
- Kan spredes af materiale
- Fotografisk effekt
- Biologisk effekt
- Ioniserende effekt

**Røntgenstråling bevæger sig i rette linier** og er af samme natur som synligt lys. Røntgenstråling har større energi end synligt lys hvilket bevirker, at røntgenstråling kan gennemtrænge emner, der er uigennemtrængelige for synligt lys.

**Røntgenstrålingens gennemtrængningsevne øges når højspændingen (kV) gøres større.**

Gennemtrængningsevnen er mindre i tunge emner end i lette. Således frembyder træ, gipsonit og lignende lette stoffer ringe beskyttelse mod røntgenstråling mens f.eks. tegl, beton, jern og fremfor alt bly yder en god beskyttelse. Ved 75 kV vil 0,5 mm blytykkelse dæmpe strålingen til under 1%.

Røntgenstråling kan karakteriseres ved kvalitet (gennemtrængningsevne) og mængde. Kvaliteten afhænger af røntgenrørets højspænding (kV).

Mængden vil ved fastholdt kV afhænge af produktet af rørstrøm (mA) og eksponeringstid (s) eller gennemlysningstid (min).

Dosishastigheden aftager med kvadratet på afstanden fra strålekilden dvs. en fordobling eller tredobling af denne afstand medfører, at dosis nedsættes til en fjerdedel respektiv en niendedel.

## Stråleskader

Inden for strålebeskyttelsen anvendes enheden sievert (Sv) for dosis. Udsættes levende celler for røntgenstråling kan der opstå beskadigelser af dem. Der kan opstå akutte skader som forbrænding og strålesyge ved store stråledoser. Mindre stråledoser kan give senskader som leukæmi og andre cancerformer.

Risikoen for strålefremkaldt dødelig cancer antages at være ca. 50 tilfælde ved en helkropsdosis på 1 mSv til alle i en gruppe på 1 million personer. Ved mange af disse senskader kan der være lang tid (eks. 10 år) mellem modtaget stråledosis og fremkaldt sygdom.

### Deterministiske skader ("akutte skader" m.v.)

Tærskelværdi, hvorunder skaden ikke kommer til udtryk.

Sværhedsgraden vokser med dosis.

Eks.: Stråleforbrænding, katarakt, nedsat funktion af bloddannende knoglemarv, nedsat fertilitet.

### Stokastiske skader ("sensskader")

Ingen tærskelværdi: risiko ved selv den mindste dosis.

Risiko for en stokastisk skade vokser med dosis

Sværhedsgraden uafhængig af dosis.

Eks.: Leukæmi, mammacancer, lungecancer, genetiske skader.

(Stokastisk: tilfældigt fordelt, men til at beregne statistisk)

## Baggrundsstråling

Mennesket har altid været stråleudsat, idet vi modtager stråling fra verdensrummet samt fra jorden. Desuden udsættes vi for indre bestråling fra radioaktive stoffer optaget i kroppen fra luften, drikkevandet og føden. Denne **baggrundsstråling** er i Danmark omkring 1 mSv/år. Radon er en radioaktiv luftart som dannes naturligt i jorden og i byggematerialer. Ved indånding af radon modtager vi i gennemsnit en strålingsdosis på omkring 2 mSv/år. Heraf skyldes ca. 80 % indånding af radon i boligen



Sammenstillingen viser, at **den gennemsnitlige dosis** til den danske befolkning fra alle naturlige strålingskilder udgør ca. 3 mSv/år fordelt med ca. 2 mSv/år fra radon og ca. 1 mSv/år fra de øvrige komponenter af baggrundsstrålingen. Den medicinske dosis fra røntgendiagnostik udgør ca. 1 mSv/år.

## Strålebeskyttelse af personale

Vær hverken bange for eller ligeglad med stråleudsættelse. Med stråleudsættelse er der forbundet en håndgribelig sygdomsrisiko.

F.eks. må man regne med, at en årlig helkropsdosis på 1 mSv til 1 million mennesker fremkalder 50 dødelige cancere pr. år.

Forståelsen af følgende 3 punkter er grundlaget for en realistisk indstilling til strålebeskyttelsesproblemer.

### Principper for begrænsning af doser

- **Berettigelse:**  
Ved enhver anvendelse af ioniserende stråling skal fordelene opveje eventuelle risikomomenter.
- **Optimering:**  
Alle doser skal holdes så lave som rimeligt opnåeligt.
- **Dosisbegrænsning:**  
Ingen der arbejder med røntgenstråling må modtage doser der overstiger de fastsatte grænser.

## Dosisgrænser

For at undgå strålefremkaldte skader som f.eks. hudforbrænding, epilation og begrænse antallet af strålefremkaldte cancers til et acceptabelt niveau er der fastsat dosisgrænser.

<b>Dosisgrænser for arbejdstagere over 18 år</b>		
Effektiv dosis		20 mSv/år
Ækvivalent dosis	øjets linse	150 mSv/år
	huden	500 mSv/år
	ekstremiteter	500 mSv/år
<b>Dosisgrænser for gravide arbejdstagere efter meddelelse om graviditet</b>		
Ækvivalent dosis	foster	1 mSv*

\* En dosis på 2 mSv målt på maven af den gravide vil svare til en fosterdosis på 1 mSv.

**For arbejdstagere under 18 år og personer under 18 år under uddannelse er dosisgrænserne mere restriktive.**

Ved fastsættelse af dosisgrænser er der specielt taget hensyn til:

- stråleinduceret fatal cancer
- ikke fatal cancer
- arvelige sygdomme
- reduktion af den forventede livslængde



## Røntgenarbejde og graviditet

Kvinder i den forplantningsdygtige alder skal gøres opmærksom på betydningen af **tidlig meddelelse om graviditet til arbejdsgiveren.**

**Dosisovervågningen af gravide** skal tilrettelægges således, at det efter konstateret graviditet vil være muligt at vurdere ækvivalent dosis til det ufødte barn i resten af graviditetsperioden.

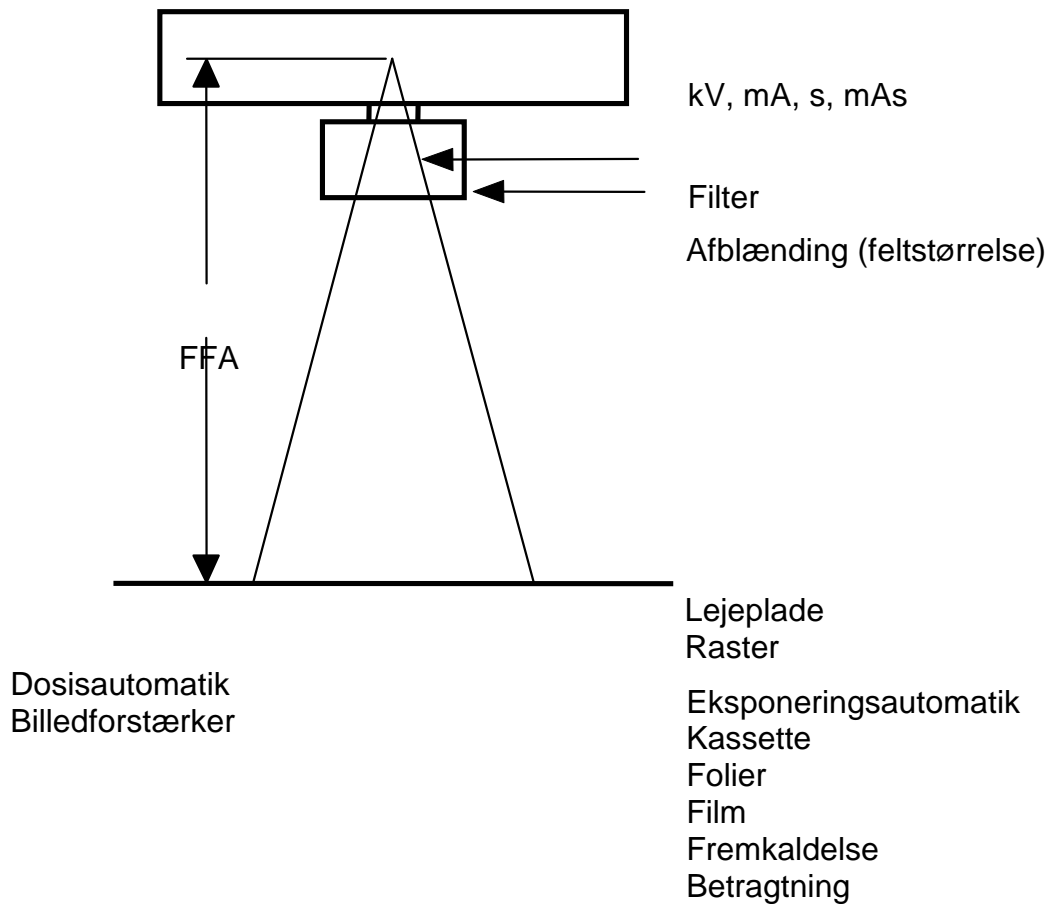
**Den maksimale måleperiode er i dette tilfælde 1 måned med mindre det vurderes, at dosis til det ufødte barn i resten af graviditeten med sikkerhed er mindre end 1 mSv.**

Efter meddelelsen om graviditet er det derfor nødvendigt, at den ansvarlige leder i samarbejde med den gravide kvinde vurderer størrelsen af dosis til det ufødte barn i resten af graviditeten. Såfremt kvindens arbejdsforhold ikke er ændret væsentligt, kan resultaterne fra kvindens hidtidige persondosismålinger benyttes i vurderingen.

### Arbejdsforhold under graviditeten

- **Fosterdosis er med sikkerhed mindre end 1 mSv:**  
Den gravide kan fortsætte med de hidtidige arbejdsopgaver uden særlige foranstaltninger.
- **Fosterdosis antages at være mindre end 1 mSv:**  
Den gravide kan fortsætte med de hidtidige arbejdsopgaver eventuelt suppleret med særlige foranstaltninger til at nedbringe dosis.
- **Fosterdosis antages at være større end 1 mSv:**  
Den gravide må flyttes til andre arbejdsopgaver med mindre stråleudsættelse. Eventuelt må den gravide flyttes til andet arbejde, der ikke medfører ud-sættelse for ioniserende stråling.

## Elementer i strålebeskyttelsen



## Strålebeskyttelse

1. Forøgelse af afstanden
2. Nedsættelse af bestrålingstiden
3. Nedsættelse af antal optagelser
4. Indblænding
5. Anvendelse af afskærmning

ad 1. Afstandskvadratloven

$$I_1 = I_2 \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^2$$

ad 2. Gennemlysning: halve tid = halve dosis

ad 3. Eksponering: halve antal billeder = halve dosis

ad 4. Lille felt giver mindre spredt stråling

ad 5. Sikkerhedsafstande uden afskærmning eller blygummiforklæde:

Direkte stråling: minimum 30 meter

Spredt stråling: minimum 5 meter, - gælder specielt ved "udefoto", hvor afskærmningen ikke kan forventes at være tilstrækkelig

## Transmission af stråling gennem blygummi angivet i procent af den indfaldende stråling

blyækvivalent (mm)	60 kV	75 kV	90 kV	120 kV	150 kV
0,25	2,5	5	7	12	16
0,5	0,2	0,7	1,5	3	5

Ved palpering i 0,5 m's afstand uden blygummihandsker: op til 100 mSv/100 mAs

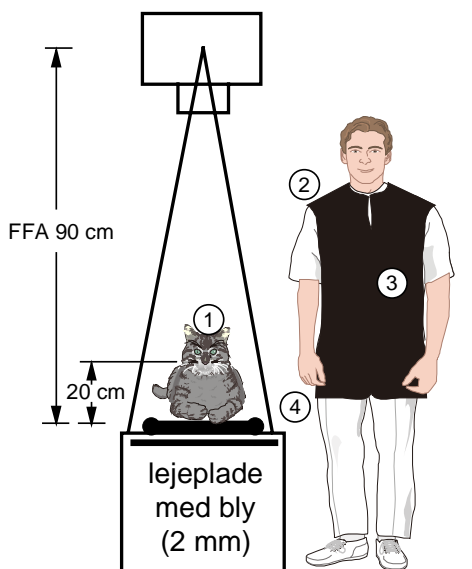
## Strålehygiejne ved røntgenundersøgelse af dyr

1. Anvend følsomme film/folier (speed > 400)
2. Anvend et ydedygtigt apparat (min 90 kV/50 mA)
3. Undersøgelsen foretages i afskærmet røntgenrum
4. Hvis muligt forlad rummet når der eksponeres
5. Brug stråleretning mod gulv og leje med blyindlæg
6. Ved ophold i rummet når der eksponeres skal der anvendes blygummifor-klæde og evt. blygummihandsker
7. Hold størst mulig afstand til dyret (strålefeltet)
8. Hold aldrig en løs kassette med hænderne. Brug kassetteholder hvis vandret stråleretning er nødvendig
9. Specielt ved transportable apparater
  - a. Der skal benyttes stativ til at holde apparatet
  - b. Brug kassetteholder ved vandret strålegang og sigt mod helstensvæg eller hvor der ikke findes personer
  - c. Brug kun ekstrabeskyttet (jordforbundet) stikkontakt
10. Gennemlysning må kun foretages efter speciel tilladelse fra Sundhedsstyrelsen.

## Stråling ved veterinær optagelse

Stråledosis ved 1 eksponering, 80 kV, 30 mAs, 2 mm Al

### uden indblænding



- ① Direkte stråling:  
hud / hånd = 4,5 mSv
- ② Spredt stråling:  
øjne / skulderfilm udenpå  
forklæde = 0,09 mSv
- ③ Spredt stråling under  
blygummiforklæde:  
krop = 0,001 mSv
- ④ Direkte, svækket stråling:  
film = 5  $\mu$ Gy (speed 200)

**med indblænding** fra 40 x 40 cm til 10 x 15 cm formindskes dosis og billedet bliver skarpere, bestrålet areal formindskes ca. 10 gange, dosis til personale mindskes ligeledes ca. 10 gange

- ② øjne / skulder: 9  $\mu$ Sv
- ③ krop (under blygummiforklæde): 0,1  $\mu$ Sv

blygummihandsker og forklæde beskytter kun effektivt mod spredt stråling

**Hold aldrig hænderne i den direkte stråling!**

## Persondosimetri for stråleudsat personale

For at kontrollere at dosisgrænserne overholdes, skal stråleudsat personale under arbejdet bære persondosimetre.

Den maksimale måleperiode er 3 måneder for ikke gravide og for gravide, hvor dosis til det ufødte barn med sikkerhed vurderes mindre end 1 mSv.

For gravide hvor dosis til det ufødte barn ikke med sikkerhed kan vurderes mindre end 1 mSv er måleperioden 1 måned.

### Placering af dosimeter på kroppen

Persondosimetret skal bæres foran på kroppen. Som hovedregel placeres dosimetret omkring bæltehøjde.



Anvendes blygummiforklæde, skal persondosimetret bæres under forklædet. Man skal sikre, at dosimetret er placeret således på kroppen, at blygummiforklædet dækker dosimetret i alle arbejdsstillinger.

Gravide skal i alle tilfælde bære persondosimetret omkring bæltehøjde.

**Statistik for dosisovervågning af dyrlæger**

År	Antal personer	<0,1	0,1 – <0,5	0,5 – <1	1 – <5	5 – <10	Totaldosis mSv	Middeldosis pr. person mSv
1990	923	874	39	5	4	1	23,7	0,03
1991	921	866	43	6	6		21,1	0,02
1992	921	858	48	11	4		23,6	0,03
1993	948	886	50	9	3		20,1	0,02
1994	979	914	54	7	4		22,7	0,02
1995	1015	957	47	6	5		24,5	0,02
1996	1068	997	54	12	5		28,6	0,03
1997	1089	1016	59	11	3		21,6	0,02
1998	1141	1063	67	7	4		22,3	0,02
1999	1179	1106	60	10	3		19,4	0,02
2000	1219	1154	51	8	5	1	25,0	0,02

Uddrag af Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 494 af 12. september 1977. Bekendtgørelsen i fuld tekst kan læses på hjemmesiden [www.sis.dk](http://www.sis.dk)

### **3. Ansvarsforhold.**

#### **3.1. Krav til røntgenanlæggets ansvarlige leder.**

**3.1.1.** Ethvert røntgenanlæg skal have en ansvarlig leder, hvis navn og kvalifikationer skal meddeles sundhedsstyrelsen.

Som ansvarlig leder af røntgenanlæg kan kun godkendes personer, der efter sundhedsstyrelsens skøn har den fornødne uddannelse og erfaring med hensyn til drift af røntgenanlæg og strålerisiko m. v.

Sundhedsstyrelsen kan fastsætte bestemmelser, hvorefter personer, der har gennemgået en af sundhedsstyrelsen godkendt uddannelse, kan anses for kvalificerede.

Hvis den ansvarlige leder fratræder, skal navnet på den nye ansvarlige leder straks meddeles sundhedsstyrelsen.

**3.1.2.** Det er lederens pligt at sørge for, at der ved arbejde med anlægget kun beskæftiges personer, som er gjort bekendt med nærværende bekendtgørelse, navnlig pkt. 3.2. "Krav til røntgenanlæggets personale".

Lederen skal drage omsorg for, at der ved anlægget kun arbejder personer, der er nøje instrueret om apparaternes indretning og brug og om den fare, der er forbundet med arbejdet, og de sikkerhedsforanstaltninger, der skal træffes til forebyggelse af en sådan fare, og derved har opnået tilstrækkelig kynighed.

**3.1.3.** Lederen skal sørge for, at der til personalet anskaffes tilstrækkelige strålebeskyttelsesmidler og påse, at disse anvendes som foreskrevet under pkt. 4.

**3.1.4.** Lederen skal straks underrette sundhedsstyrelsen om indtrufne uheld, som kan have medført utilsigtet stråleudsættelse af mennesker.

**3.1.5.** Lederen skal sørge for, at røntgenanlægget holdes i god og ryddelig stand.

**3.1.6.** Lederen skal sørge for, at anlægget stadig er i overensstemmelse med de i denne bekendtgørelses pkt. 5 og 6 givne bestemmelser og at alle under driften observerede fejl og mangler snarest muligt afhjælpes.

**3.1.7.** Lederen skal sørge for, at anlægget én gang årligt underkastes et eftersyn i henhold til denne bekendtgørelses pkt. 7.

Lederen skal sørge for, at røntgenfirmaets rapportskemaer opbevares ved røntgenanlæggene og på forlangende forevises sundhedsstyrelsen

#### **3.2. Krav til røntgenanlæggets personale.**

**3.2.1.** Om instruktion m.v. af personalet henvises til pkt. 3.1.2. Vedrørende yderligere bestemmelser for personalets arbejde henvises til pkt. 4.

**3.2.2.** Stråleudsat personale skal under arbejdet altid bære udleverede persondosimetre (målefilm) og benytte disse i overensstemmelse med vejledningen herom i pkt. 10.1

**3.2.3.** Personalet skal under det daglige arbejde sørge for, at arbejdsgangen i enhver henseende er strålebeskyttelsesmæssig forsvarlig. De skal benytte de forhåndenværende anordninger til strålebeskyttelse og påse at disse holdes i forsvarlig stand (f. eks. mågenstande af blygummi ikke være krakelerede eller forrevne).

**3.2.4.** Når der indtræder en faresituation, skal personalet snarest muligt træffe foranstaltninger til at afværge og begrænse faren samt underrette den ansvarlige leder.

**3.2.5.** Personalet skal straks underrette den ansvarlige leder, hvis der opstår formodning om utilsigtet stråleudsættelse af mennesker.



#### 4. Strålebeskyttelse under arbejdet

**4.1.** Overflødige røntgenundersøgelser skal undgås.

**4.2.** Til røntgenundersøgelser skal anvendes et så ydedygtigt apparat, hvad angår højspænding og rørstrøm, at der opnås billeder af diagnostisk tilfredsstillende kvalitet.

**4.3.** Ved røntgenundersøgelser skal der altid foretages omhyggelig indblending af strålefeltet til det område, der har diagnostisk interesse.

**4.4.** Indstilling på dyret skal foretages med omhu. Man skal så vidt muligt undgå at bruge horisontal strålegang.

**4.5.** Ved røntgenoptagelser skal der anvendes så hurtige forstærknings-skærme og så følsomme film som foreneligt med de diagnostiske krav til billedet.

**4.6.** Raster må kun anvendes, hvor det er absolut påkrævet, og da med så lavt et skaktforhold som foreneligt med de diagnostiske krav til billedet.

**4.7.** Gennemlysninger skal være så kortvarige som praktisk muligt.

**4.8.** Transportable røntgenapparater må kun bruges, når dyrets tilstand eller størrelse umuliggør brug af stationært røntgenapparat.

Bruges transportable røntgenapparater til optagelser med horisontal strålegang, skal der anvendes en kassetteholder (jfr. pkt. 4.13.).

**4.9.** Fremkaldesystemet skal holdes i en sådan stand, at mangler ved fremkaldeprocessen ikke forårsager unødigt strålebelastning.

**4.10.** Der må kun anvendes personer til at holde dyrene, hvis disse ikke kan immobiliseres ved bedøvelse eller anvendelse af tekniske hjælpemidler. Personer der holder skal være nøje instrueret, de må ikke udsættes for den direkte stråling, og de skal beskyttes mod spredt stråling ved hjælp af blygummi-

forklæder og blygummihandsker, der evt. kan have åben håndflade for lettere at fastholde dyret.

**4.11.** Kun personer, hvis tilstedeværelse er nødvendig for undersøgelsens gennemførelse, må opholde sig i rummet, mens der gennemlyses eller eksponeres. De skal holde sig i størst mulig afstand fra dyret og skal bære blygummiforklæder. Hvis der arbejdes med hænderne tæt ved den direkte stråling, skal der anvendes blygummihandsker. Der skal anvendes blygummiforklæder med mindst 0,35 mm blyækvivalent og blygummihandsker med mindst 0,25 mm blyækvivalent. Hvis røntgenapparatets maksimale spænding ikke overstiger 100 kV, kan blygummiforklædernes blyækvivalent dog reduceres til 0,25 mm (jfr. pkt. 5.1.11.).

**4.12.** Gennemlysning, der kræver ophold af personale i rummet, bør i den udstrækning det er muligt foretages med underbordsrør, idet det ved overbordsrør er vanskeligere at skærme personalet effektivt mod den spredte stråling fra dyret.

**4.13.** Kassetter må kun holdes af personer, hvis det er umuligt at anvende en fastgjort kassetteholder. Kassetten skal da forsynes med håndtag af en sådan længde, at den der holder kassetten ikke udsættes for den direkte stråling. Vedkommende skal beskyttes mod den spredte stråling ved hjælp af blygummiforklæde og blygummihandsker.

#### 6. Afskærmning af røntgenrum.

**6.1.** Bestemmelserne i afsnit 6 skal tjene til at sikre, at afskærmninger udføres således, at de i ethvert punkt har det krævede blyækvivalent, se tabel 1.

**6.2.** Ved alle overgange mellem to til stråleafskærmning tjenende materialer (f. eks. bly-bly, bly-blyglas, bly-beton) skal overlappning finde sted i en bredde mindst lig summen af de to nødvendige lagtykkelser + 2½ gange en eventuel afstand mellem dem (f. eks. ved blylag i overgang mellem dør og karm). Overlappningen skal dog mindst være

1 cm. Eksempler herpå er givet i vejledningen pkt. 10.2. Undtaget fra denne bestemmelse er overgange, hvor der er fuld sikkerhed mod svækkelse af afskærmningen ved revnedannelse, f. eks. en muret væg, der hviler på et betongulv, støbte og murede hjørner.

**6.3.** Hvor afskærmningen svækkes ved udførelsen af kabelrender, rørgennemføringer, stikkontakter, afbrydere, befæstigelses med søm eller skruer, dørlåse, dørhåndtag m. v. skal afskærmningen retableres fuldtud. Eksempler herpå er givet i vejledningen pkt. 10.2.

**6.4.** Blyplader skal opsættes på en sådan måde, at de ikke flyder på grund af deres egen vægt. Blyplader, der dækkes med mørtel, cement eller lignende, skal først overstryges med et korrosionsbeskyttende lag, f. eks. asfalt.

**6.5.** Afskærmningsmaterialer som beton, barytbeton, mørtel m. v. skal have den fornødne homogenitet samt korrekt sammensætning og vægtfylde. Fuger i murede vægge skal være helt udfyldt.

**6.6.** Personaleadgangen til røntgenrum skal, i den udstrækning det er muligt, foregå gennem sluser i stedet for blybeklædte døre. Sluser skal indrettes således, at de hindrer den direkte stråling og den spredte stråling fra dyret i at trænge uden for rummet.

**6.7.** Der stilles store krav til udførelse af døre på grund af den nødvendige overlappning mellem dør og karm, anvendelse af forskudte håndtag og retablering af afskærmning ved låse. Eksempler på overlappninger er givet i vejledningen pkt. 10.2. Mellem dør og gulv kræves ingen overlappning, men afstanden mellem dørens blyplade og det stråleafskærmende lag i gulvet må ikke overstige 1 cm.

**6.8.** Der skal ved apparatopstillinger eller anbringelsen af faste skærme drages omsorg for, at den direkte stråling ved de påtænkte projektioner ikke rettes ud ad vinduet, hvis personer derved kan træffes af strålingen i en afstand af under 30 m fra røntgenrørets

fokus.

**6.9.** Væggene i et røntgenrum skal normalt være afskærmet mod stråling i hele deres udstrækning mellem de strålebeskyttende lag i gulv og loft. Hvis dette besværliggøres af installationer m. v. under loftet, skal vægafskærmningen føres op til mindst 2,5 m højde, og samtidig skal afskærmningen i loftet føres uden for væggen i en bredde, der mindst er 5 gange afstanden fra overkanten af vægafskærmningen til det stråleafskærmende lag i loftet.

**6.10.** Et røntgenrum til undersøgelse af større dyr skal enten have et særskilt betjeningsrum eller være forsynet med en foran betjeningspulten fast anbragt skærm til beskyttelse af personalet. Skærmen skal være således udført, at den hindrer den direkte stråling og den spredte stråling fra dyret i at ramme betjeningspersonalet bag skærmen. Skærmen skal være mindst 2 m høj og have en sådan længde, at hele det i rummet beskæftigede personale kan finde beskyttelse bag skærmen.

**6.11.** Fra den afskærmede betjeningspult skal der være mulighed for at betragte dyret under undersøgelsen.

**6.12.** Røntgenrum skal, hvor intet andet er angivet, afskærmes i overensstemmelse med tabel 1.

**6.13.** I rum, hvor apparatet er således indrettet, at den direkte stråling opfanges af en billedforstærker, kassetteholder eller lignende, der har det i pkt. 5.2.5. krævede blyækvivalent, og hvor røntgenrør og den apparatdel, der opfanger den direkte stråling, er sammenkoblet, således at centrering automatisk er sikret i alle stillinger, behøver gulv, vægge, skærme og lofter kun at have det i tabel 1 for lofter krævede blyækvivalent. Hvor denne centrering ikke automatisk er sikret (se pkt. 5.2.2. 1) og 2)), skal rummet afskærmes som angivet under pkt. 6.12..

Tabel 1.

**Krav til afskærmningens blyækvivalent.**

Røntgenrørets maks. spænding	Gulv	Vægge til 2,5 m højde + skærme til beskyttelse af personalet	Loft samt vægge fra 2,5 m højde **)
Til og med 70 kV	1,0 mm	0,5 mm*)	0,5 mm
Over 70 kV til og med 100 kV	2,0 mm	1,5 mm*)	1,0 mm
Over 100 kV til og med 150 kV	2,5 mm	2,0 mm*)	1,0 mm
Over 150 kV til og med 200 kV	3,0 mm	2,5 mm*)	1,5 mm

For ydervægge og lofter, fra hvilke personer ikke kan opholde sig nærmere end 3 m, kan der fra de i tabellen angivne blyækvivalenter fradrages:

0,25 mm ved spændinger til og med 70 kV.

0,5 mm ved spændinger over 70 kV til og med 200 kV.

Ydervægge og lofter, fra hvilke personer ikke kan opholde sig nærmere end 30 m, kræves ikke afskærmet.

Tabel 2.

**Nogle almindelige bygningsmaterialers afskærmningsevne ved spændinger mellem 50 og 200 kV.**

Til 1 mm bly kan normalt regnes at svare:

70 mm beton (ved rumvægt 2,2 g/cm<sup>3</sup>)\*

100 mm mursten (ved rumvægt 1,9 g/cm<sup>3</sup>)

300 mm letbeton (ved rumvægt 0,6 g/cm<sup>3</sup>)

\* Ud over det for væggen krævede blyækvivalent skal der bag kassetteholdere og lignende afskærmes med yderligere 1,0 mm blyækvivalent. Denne afskærmning skal have en sådan udstrækning, at strålefeltet altid vil være mindst 20 cm inden for afskærmningen.

\*\* se dog pkt. 6.9