

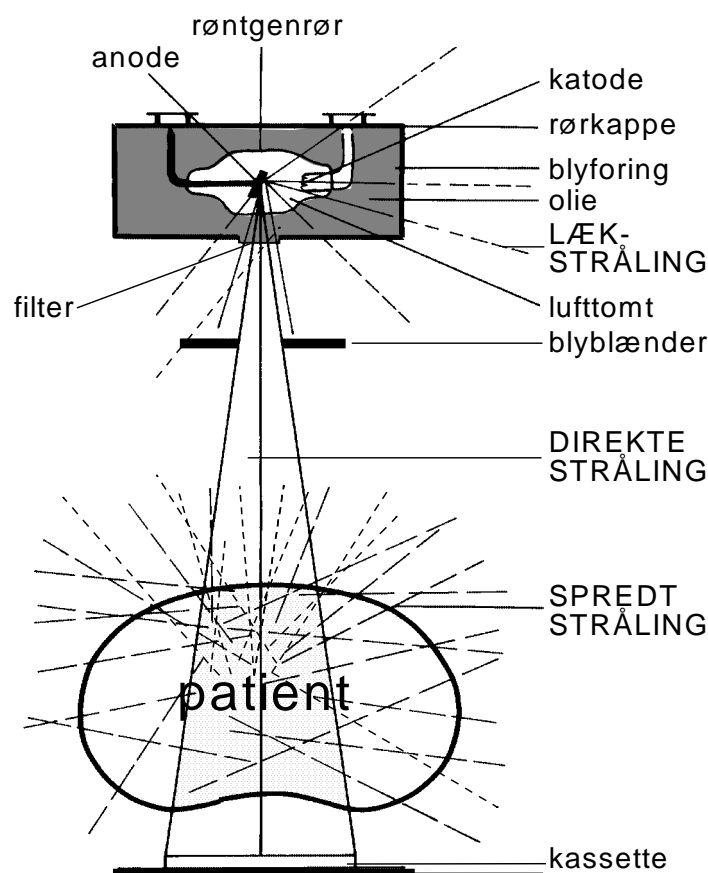
Strålehygiejne og røntgenstråling

Indholdsfortegnelse

Røntgenstråling.....	1
Røntgenstrålers egenskab	2
Stråleskader.....	3
Baggrundsstråling	4
Medicinsk røntgendiagnostik og dosisgrænser	6
Persondosimetri	6
Hvem skal bære persondosimetre.....	7
Placering af dosimeter på kroppen	7
Røntgenarbejde og graviditet	8
Strålebeskyttelse	9
Strålebeskyttelse af personale.....	10
Strålebeskyttelse af patienter	11
Spredt strålings udbredelse	12
Gennemlysning på operationsstue	13
Dette advarselsskilt anvendes på transportable apparater	13
Eksempler på personale doser	14
Eksempler på patientdoser	14

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. Dosis fra den spredte stråling er meget lavere end dosis fra den direkte stråling. Den spredte stråling udsendes i alle retninger fra den del af patienten der bestråles. Der udsendes mest spredt stråling fra indgangssiden af patienten, dvs. den side der vender mod røntgenrøret.



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 uigen- nemtrængelige for synligt lys.

Røntgenstrålingens gennemtrængningsevne øges når højspændin- gen (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 (gennemtrængnings- evne) 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).

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

Stråleskader

Udsættes levende celler for ioniserende stråling kan der opstå 2 former for skader:

- **Deterministiske skader** (akutte skader) der har en tærskelværdi, hvorunder skader ikke kommer til udtryk og hvor sværhedsgraden vokser med dosis. Sygdomme viser sig hurtigt efter stråleudsættelsen (timer, dage, uger).
Eks: Stråleforbrænding, katarakt, epilation, nedsat fertilitet, nedsat funktion af dannelsen af blodlegemer.
- **Stokastiske skader** (senskader) hvor der ingen tærskelværdi er og hvor risiko for skader vokser med dosis. Senskaderne i en gruppe af bestrålede personer er tilfældigt fordelt. Sygdommen viser sig først lang tid efter stråleudsættelsen. Der regnes med latentid i området 5 år til 45 år.
Eks: Leukæmi, cancere, genetiske skader.

For at forhindre deterministiske skader og begrænse antallet af stokastiske skader til et acceptabelt niveau er der fastsat dosisgrænser for arbejdstagere, der i deres arbejde eller uddannelse udsættes for ioniserende stråling. Endvidere er der fastsat dosisgrænser for enkeltpersoner i befolkningen.

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.

Ved normal anvendelse af ioniserende stråling vil dosis til de forskellige dele af kroppen variere og de enkelte organer og væv har forskellig strålefølsomhed. Derfor benyttes begrebet effektiv dosis, der er summen af de vægtede ækvivalente doser til specificerede organer og væv. Ækvivalent dosis til et væv eller organ er den gennemsnitlige absorberede dosis vægtet for type og kvalitet af strålingen.

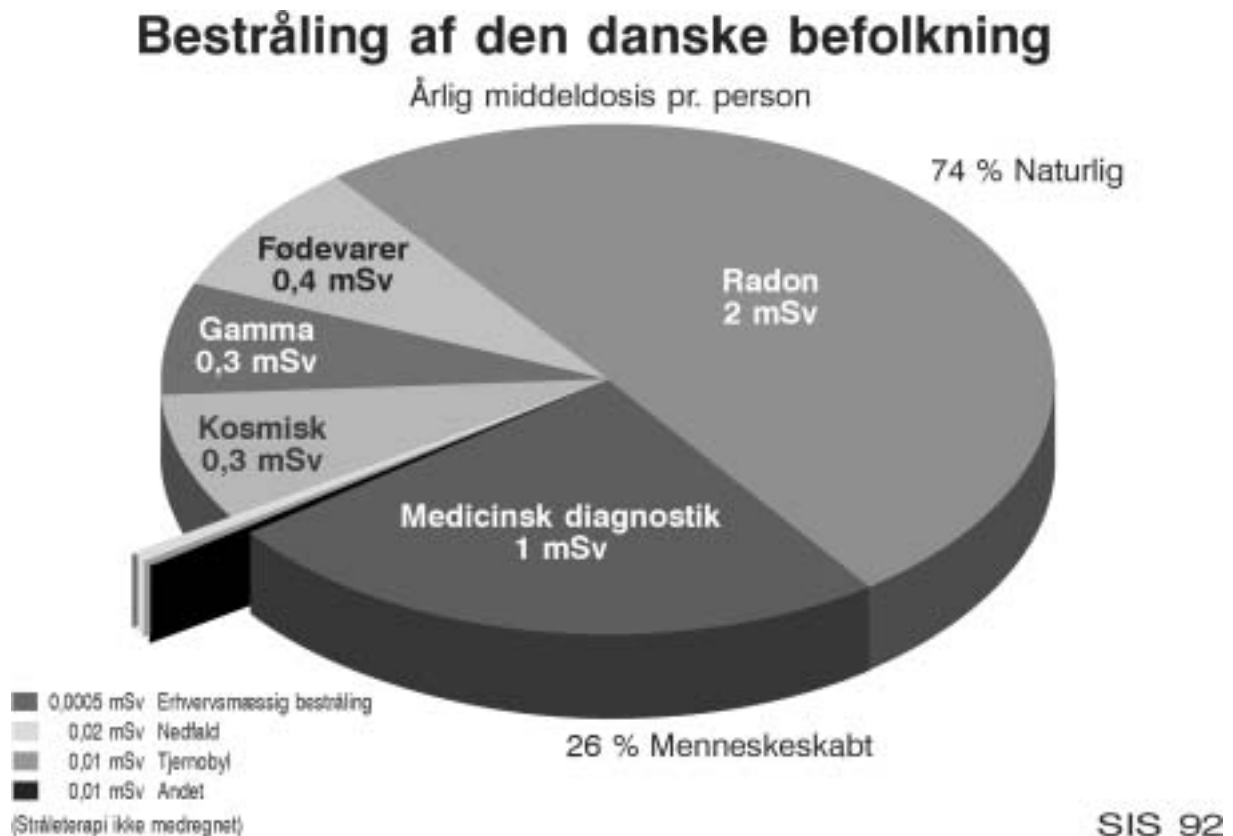
Enheden for effektiv dosis er Sievert (Sv).

Væv med mange celler i deling er mere strålefølsomt end væv med få celler i deling. Endvidere viser de nyeste undersøgelser af sygdom forårsaget af ioniserende stråling, at risikoen er større end tidligere antaget.

Risikoen for strålefremkaldt dødelig cancer antages at være ca 50 tilfælde ved en helkropsdosis (effektiv dosis) på 1 mSv til alle i en gruppe på 1 million personer. (5% pr. Sv)

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 baggrundstråling 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.

Medicinsk røntgendiagnostik og dosisgrænser

For at undgå deterministiske skader og begrænse antallet af stråle-fremkaldte skader til et acceptabelt niveau er der fastsat dosisgrænser.

Dosisgrænser for arbejdstagere over 18 år		
Effektiv dosis		20 mSv/år
Ækvivalent dosis	øjets linse	150 mSv/år
	huden	500 mSv/år
	ekstremiteter	500 mSv/år
Dosisgrænser for gravide arbejdstagere efter meddelelse om graviditet		
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.

Persondosimetri

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 ækvivalent dosis til det ufødte barn med sikkerhed vurderes mindre end 1 mSv.

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

Hvem skal bære persondosimetre.

Nedenstående arbejdstagere m.v. beskæftiget med røntgendiagnostik, skal bære persondosimeter.

Røntgenafdelinger, røntgenklinikker:

Læger, sygeplejersker, radiografer, sygehjælpere og portører ansat på røntgenafdelingen/klinikken. Herudover personer, der mere end to gange om ugen assisterer ved eller udfører en røntgenundersøgelse.

Undtagelse: Personer ansat mindre end 3 måneder.

Kiropraktorer:

Mindst én person. Herudover personer, der mere end to gange om ugen assisterer ved eller udfører en røntgenundersøgelse.

Undtagelse: Personer ansat mindre end 3 måneder.

Anden røntgendiagnostik, f.eks. kardiologiske afdelinger og lungeklinikker med fast installeret røntgenapparat, der bruges dagligt:

Personer der mere end to gange om ugen assisterer ved eller udfører en røntgenundersøgelse.

Undtagelse: Personer ansat mindre end 3 måneder og personer, der kun arbejder med skannere til bestemmelse af knoglemineralindhold.

Servicefirmaer:

Personer, beskæftiget med idriftsættelse, reparation og vedligeholdelse af røntgenapparater.

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.

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 ækvivalent 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.

- **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 udsættelse for ioniserende stråling.

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

Strålebeskyttelse af personale

Kun personer hvis tilstedeværelse er ubetinget nødvendig må opholde sig i rummet mens der gennemlyses eller eksponeres. De skal holde sig i størst mulig afstand fra patienten og skal bære blygummiforklæde og eventuelt blygummihandsker.

Personaledosis ved gennemlysning nedsættes ved at:

- gennemlyse glimtvis (kort tid)
- blænde ind til så lille strålefelt som muligt
- benytte blygummiforklæde
- holde stor afstand fra den direkte stråling
- stå bag beskyttelseskærm ved lange gennemlysninger (specielt vigtigt når røntgenrør ikke er under patienten).

Blygummiforklæder beskytter ikke effektivt mod direkte usvækket røntgenstråling.

Beskyttelse mod denne røntgenstråling ville medføre blyværdier så store, at blygummiforklæderne ville blive alt for tunge. På røntgenafdelinger benyttes blygummiforklæder med mindst 0,35 mm blyværdi. På operationsafdelinger og lignende benyttes blygummiforklæder med mindst 0,25 mm blyværdi. Blygummiforklæder og -handsker beskytter godt mod den spredte stråling.

Dosisgrænserne for personalets hænder er fastsat til 500 mSv/år svarende til 10 mSv/uge. Under denne grænse kan der ikke konstateres strålefremkaldte hudskader. Ved gennemlysning med 70 kV og 2 mA er der 30 cm fra fokus en bestrålings hastighed svarende til 75 mSv/min i det direkte strålefelt.

I denne afstand fås den maksimalt tilladte ugedosis til hænder på kun 8 s, idet 75 mSv/min svarer til $75:60 \text{ mSv/s} = 1,25 \text{ mSv/s}$, der ved 8 sekunders gennemlysning giver $1,25 \text{ mSv/s} \cdot 8 \text{ s} = 10 \text{ mSv} =$ ugedosis.

Undgå derfor at få hænder eller anden legemsdel ind i den direkte stråling.

Det er vigtigt at holde størst mulig afstand fra den direkte stråling.

I 1 meters afstand fra strålefeltet har den spredte stråling ca. 1000 gange lavere dosishastighed end den direkte stråling.

Strålebeskyttelse af patienter

For patienter kan man ikke fastsætte dosisgrænser. Her må foretages en afvejning af den nytte patienten har af undersøgelsen mod den risiko den medfører.

I forbindelse med velindicerede røntgenundersøgelser, der udføres korrekt, kan man normalt se bort fra risikoen for deterministiske (akutte) skader. Befolkningens genetiske belastning skal holdes så lav som muligt ved at beskytte patienternes gonader.

Ved gonadenære optagelser, dvs. hvor røntgenfeltet er nærmere gonaderne end 10 cm, skal patienternes gonader afdækkes. Dette gælder for patienter under 50 år.

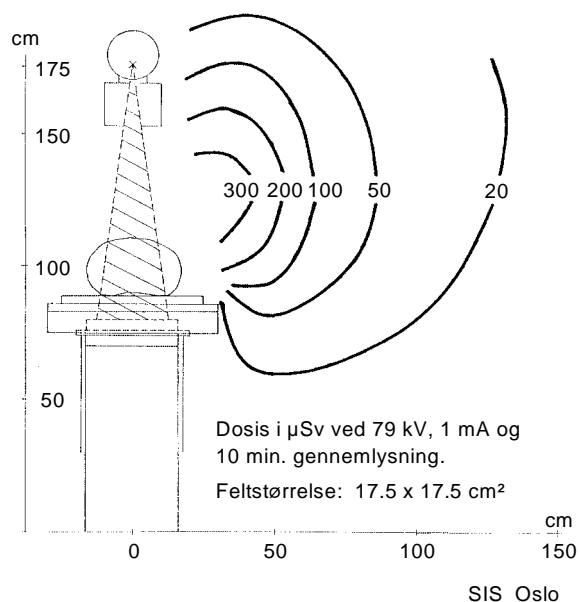
Strålefeltet skal indblændes mest muligt ved hjælp af den indbyggede blænder. Et for stort strålefelt giver øget strålebelastning af patienten og en forringet billedkvalitet på grund af en større mængde spredt stråling.

Der bør altid anvendes så høj kV som foreneligt med de diagnostiske krav til kontrasten i billedet. Høj kV og lav mA giver mindre stråledosis til patienten end lav kV og høj mA.

Spredt strålings udbredelse

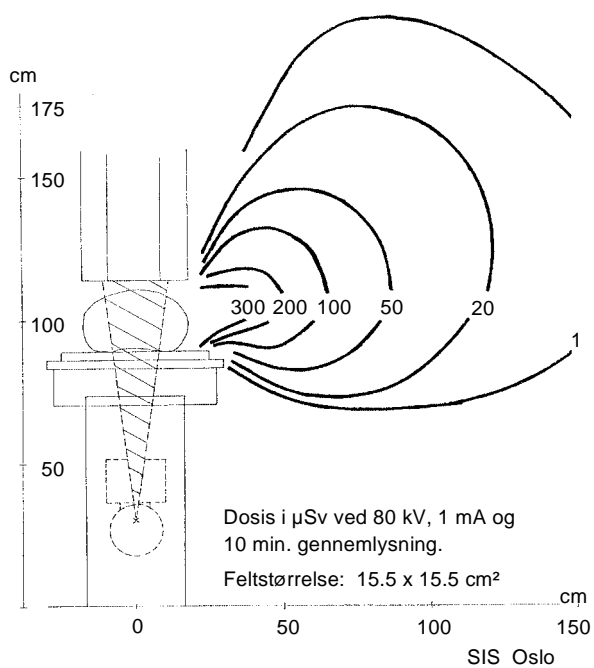
Overbords røntgenrør

(spredt stråling)

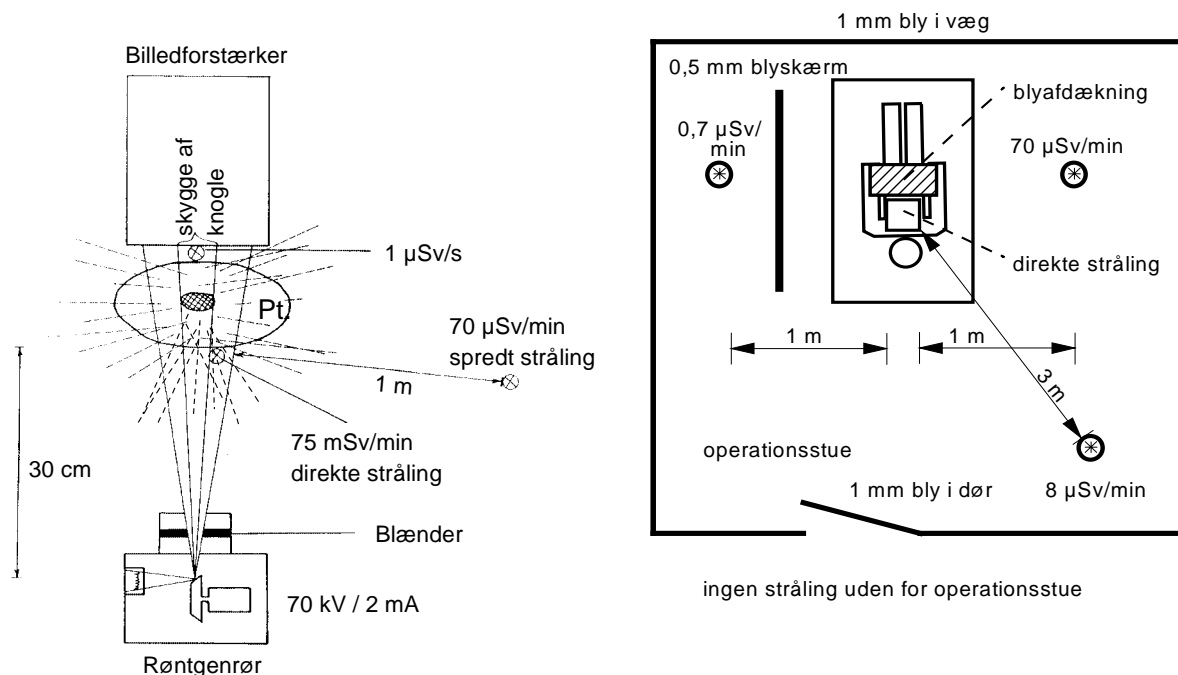


Underbords røntgenrør

(spredt stråling)



Gennemlysning på operationsstue



Dette advarselsskilt anvendes på transportable apparater



Undgå unødvendigt ophold i rummet når apparatet bruges.

Blænd ind til mindst muligt strålefelt og brug høj kV.

Brug blygummiforklæde og hold størst mulig afstand fra strålefeltet.

Undgå at få hænderne ind i strålefeltet.

Specielt ved gennemlysning: Gennemlys kun kort tid (glimtvis) og brug lav mA.

Rum, hvor apparatet gennemsnitligt bruges mere end 1 gang dagligt, skal afskærmes.

Yderligere vejledning:

STATENS INSTITUT
FOR STRÅLEHYGIEJNE

Eksempler på personale doser

	"Undersøgelse"	Dosis til læge		
		Gonader (under Pb forkl.)	Øjne (skulderfilm)	Hænder
Operationsstue	Hoftesømning 1 - 2 mA i 2 min ved 70 - 100 kV	< 0,01 mSv	0,1 mSv	0,1 - 2 mSv
	Crus Fractur 2 mA i 6 min ved 60 - 70 kV		0,1 mSv	0,5 - 4 mSv
Røntgenrum	Cerebrangiografi 8 min gennemlysning 50 eksponeringer	0,01 mSv	0,15 - 0,5 mSv *	0,5 - 2 mSv
	Urethrocystografi 2 mA i 3 min ved 84 kV 4 eksponeringer 70 kV / 240 mAs		0,2 - 1 mSv**	

* Med beskyttelsesbriller (0,25 mm Pb) reduceres øjendosis til ca 0,05 mSv.

** Thyroeadosis 1 mSv

Brug beskyttelseskærm mest muligt.

1 mm Pb reducerer doserne til under 1%.

Eksempler på patientdoser

Komplet undersøgelse: Eksponeringer og evt. gennemlysninger	Effektiv dosis mSv	Gonadedosis uden afdækning mSv	
		Ovarier	Testes
Hofte	1,2	3,7	15
Col. Lumbalis	2	6	1,8
Colon	14	7	5
Arm	0,05	<0,01	<0,01
Lunger	0,1	<0,03	<0,03
CT abdomen 25 snit à 8 mm	14	23	1,5