

Protokol for modtagekontrol af udstyr til røntgenfotografering

Statens Institut for Strålehygiejne
Knapholm 7 · 2730 Herlev

Medico-teknisk afdeling, Århus Amt
Brendstrupgårdsvej 100 · 8200 Århus N

INDHOLD

Indledning	3
Princippet i kontrol af røntgenudstyr	5
Krav til tolerancer for eksponeringsautomatik	7
Variation mellem dominanter	8
Spændingsafhængighed	9
Afhængighed af patienttykkelse	10
Reproducerbarhed	11
Krav til tolerancer for fokusstørrelse	12
Fokusstørrelse	13
Totalfiltrering	17
Måleskemaer	19
Eksponeringsautomatik, Skema 1:	
Variation mellem dominanter. Spændingsafhængighed	20
Eksponeringsautomatik, Skema 2:	
Afhængighed af patienttykkelse. Reproducerbarhed	21
Røntgenrør, Skema 1: Fokusstørrelse	22
Røntgenrør, Skema 2: Totalfiltrering	23

INDLEDNING

Erkendelsen af at systematiseret kvalitetskontrol af røntgenudstyr er en forudsætning for at opnå billeder af ensartet og af diagnostisk tilfredsstillende kvalitet vinder efterhånden mere udbredelse. Imidlertid har den systematiserede kvalitetskontrol af røntgenudstyr hidtil i meget væsentlig grad centreret sig omkring fremkaldeprocessen. Det er da også ubetinget nødvendigt at fremkaldeprocessen er i orden, før kvalitetskontrollen udvides til at omfatte udstyr til røntgenfotografering.

For at fremme udbredelsen af kvalitetskontrol af røntgenudstyr nedsatte Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne i 1992 en projektgruppe efter et tilsagn fra Medico-teknisk afdeling, Århus Amt om at medvirke ved den praktiske gennemførelse af pilotprojekter på en røntgenafdeling.

Projektgruppen fik følgende sammensætning:

Professor, dr.med. Niels Egund, Odense Sygehus.

Sektionsleder Ole Hjardemaal, Statens Institut for Strålehygiejne.

Radiograf René Jensen, Skejby Sygehus (til juni 1993).

Civilingeniør Michael Kragsholm, Rigshospitalet.

Oversygeplejerske Bente Livø, Rigshospitalet.

Afdelingsingeniør Peter Røtzler, Siemens.

Civilingeniør Carsten Trant, Medico-teknisk afdeling, Århus Amt.

Røntgentekniker Poul Sørensen, Medico-teknisk afdeling, Århus Amt (fra juni 1993 til juni 1994).

Desuden har afdelingschef Lars Kaysen, Medico-teknisk afdeling, Århus Amt deltaget i nogle af gruppens møder.

Efter konsultationer i projektgruppen har Statens Institut for Strålehygiejne og Medico-teknisk afdeling, Århus Amt udarbejdet denne og andre protokoller for kvalitetskontrol af røntgenudstyr og afprøvet dem på sygehusene i Århus Amt.

Det er vort håb at protokollerne vil finde praktisk anvendelse på røntgenafdelingerne ikke kun ved installation af nyt udstyr, men også ved kvalitetskontrol af allerede bestående. Vi er imidlertid opmærksomme på, at der ved visse digitale systemer kan være problemer med anvendelsen.

Det er tilstræbt at gøre protokollerne så enkle som muligt og begrænse antallet af målinger til det absolut nødvendige. Selv om de er afprøvet i praksis er vi klare over, at de kan forbedres, og beder alle der anvender dem om at komme med forslag herom.

PRINCIPPET I KONTROL AF RØNTGENUDSTYR

Princippet i systematisk kontrol af røntgenudstyr er vist som flow chart nedenstående.

Ved indkøb specificeres udstyrets ydelse m.v. samt de tolerancer, det skal overholde. Se afsnittet herom i protokollerne.

Udstyret leveres og installeres, og der udføres en modtagekontrol med henblik på at konstatere om de ved indkøbet opstillede specifikationer og tolerancer er overholdt. Modtagekontrol kan imidlertid også udføres på eksisterende udstyr, hvis dette modificeres, eller fordi man ønsker at påbegynde et kvalitetskontrolprogram.

Modtagekontrollen er omfattende og kan udføres på det samlede udstyr som sådant eller på enkelte dele af det. De målinger, der udføres i forbindelse med modtagekontrollen, vil normalt være absolutte målinger og skal udføres af personer med en teknisk/fysisk kompetence. Ved større reparationer kan det være påkrævet at gennemføre i hvert fald visse dele af modtagekontrollen for at konstatere om udstyret stadigvæk overholder de nødvendige specifikationer.

En konstanstest udføres så snart modtagekontrollen har vist at udstyret overholder specifikationer og tolerancer, og det i øvrigt fungerer tilfredsstillende. Denne konstanstest danner grundlaget for senere konstanstest, idet man sammenligner resultater herfra med den grundlæggende test. Konstanstest udføres med bestemte mellemrum, samt når der opstår problemer med brugen af udstyret. Konstanstest er relative målinger og udføres af radiografer, sygeplejersker eller andre kvalificerede.

Modtagekontrol og konstanstest er to uafhængige ting og vil normalt udføres af to forskellige faggrupper. Modtagekontrollen kræver kompliceret måleudstyr og må derfor udføres af faggrupper, der er fortrolige med brug af sådant udstyr. Hvis modtagekontrollen udføres af leverandøren af røntgenudstyret, må en radiograf, sygeplejerske eller anden kvalificeret repræsentant fra røntgenafdelingen være til stede. Det vil i øvrigt, uanset hvem der udfører modtagekontrollen, være hensigtsmæssigt at de personer, der er ansvarlige for konstanstesten, er til stede ved modtagekontrollen.

EKSPONERINGSAUTOMATIK

KRAV TIL TOLERANCER FOR EKSPONERINGSAUTOMATIK

Det er eksponeringsautomatikkens opgave at give røntgenbilleder af en passende og ensartet sværtning, således at der opnås bedst mulig objektgengivelse uanset patientens tykkelse, det valgte målekammer og højspænding.

Det skal anbefales, at man ved indkøb af eksponeringsautomatik i udbudsmaterialet specificerer tolerancer, f.eks. de nedenfor anførte, og ved beslutning om leverandør lader de af ham opgivne tolerancer indgå i vurderingen af eksponeringsautomatikkens egnethed.

Ved idriftsættelsen af eksponeringsautomatikken skal de af leverandøren opgivne tolerancer verificeres. Råder køberen ikke over den nødvendige ekspertise og det nødvendige måleudstyr hertil, kan det anbefales at lade leverandøren udføre målingerne og dokumentere disse f.eks. ved at udfylde skemaerne bagerst i protokollen.

Følgende tolerancer kan anbefales:

Reproducerbarhed:	Sværtningsforskel ved tre målinger højst 0.30
Variation mellem dominanter:	Sværtningsforskel højst 0.30
Spændingsafhængighed:	Sværtningsforskel højst 0.30 ved 60, 80 og 100 kV
Afhængighed af patienttykkelse:	Sværtningsforskel højst 0.30 ved 8, 14 og 20 cm fantomtykkelse.

For yderligere detaljer henvises til omstående målebetingelser.

Emne: VARIATION MELLEM DOMINANTER

Udstyr: Plexiglasfantom (eller andet materiale, der ækvivalerer bløddelsvæv) 30x30 cm og 20 cm tykt.

Kassette med film.

Densitometer med målefelt ca. 3 mm².

Metode: Ved kontrollen placeres fantomet på lejepladen over eksponeringsautomatikkens målekamre. Ved stativer med lodret kassetteholder placeres fantomet helt op mod kassetteholderens forplade. Feltstørrelsen indstilles til ca. 25x25 cm på overfladen af fantomet i den normalt anvendte fokus-film afstand. Det er vigtigt at sikre sig, at alle målekammerets tre dominanter er fuldstændig dækket af det indstillede strålefelt. Vælg den hurtigste film-foliekombination, der anvendes ved det pågældende røntgenapparat. Der eksponeres 3 film ved 80 kV og med samme kassette, således at der med hver dominant eksponeres én film. Sværtningen midt på filmen skal ligge mellem 1.0 og 1.5.

Interval: Ved modtagelsen af nyt udstyr, ved reparation, ved driftsproblemer.

Tolerance: Forskellene i sværtning mellem de tre film må ikke overstige 0.30

Emne: SPÆNDINGSAFHÆNGIGHED

Udstyr: Plexiglasfantom (eller andet materiale, der ækvivalerer bløddelsvæv) 30x30 cm og 14 cm tykt.

Kassette med film.

Densitometer med målefelt ca. 3 mm².

Metode: Særlig ved denne måling er det vigtigt at anvende finfokus for ikke at nå ned på apparaturets grænsetid.

Med samme opstilling som under "Variation mellem dominanter", dog med fantomtykkelsen reduceret til 14 cm, eksponeres tre film med den samme dominant ved 60, 80 og 100 kV. Sværtningen midt på filmene skal ligge mellem 1.0 og 1.5.

Interval: Ved modtagelse af nyt udstyr, ved reparation, ved driftsproblemer.

Tolerance: Forskellen i sværtning mellem de tre film bør ikke overstige 0.30.

Emne: AFHÆNGIGHED AF PATIENTTYKKELSE

Udstyr: Plexiglasfantom (eller andet materiale, der ækvivalerer bløddelsvæv) 30x30 cm, 8 cm, 14 cm og 20 cm tykt.

Kassette med film.

Densitometer med målefelt ca. 3 mm^ø.

Metode: Med samme opstilling som under "Variation mellem dominanter" eksponeres tre film med samme dominant ved 80 kV og med fantomtykkelser 8, 14 og 20 cm. Sværtningen midt på filmene skal ligge mellem 1.0 og 1.5.

Det kan være nødvendigt at anvende finfokus for ikke ved det tynde plexiglasfantom at komme ned under den korteste eksponeringstid, som eksponeringsautomatikken kan koble.

Interval: Ved modtagelse af nyt udstyr, ved reparation, ved driftsproblemer.

Tolerance: Forskellen i sværtning mellem de tre film må ikke overstige 0.30.

Emne: **REPRODUCERBARHED**

Udstyr: Som under "Variation mellem dominanter".

Metode: Med samme opstilling og data som under "Variation mellem dominanter" vælges om muligt alle 3 dominanter, således at disse samlet styrer eksponeringen. Der laves 3 eksponeringer efter hinanden ved 80 kV med den samme kassette. Efter at de tre film er fremkaldt måles sværtningen midt på filmene der skal ligge mellem 1.0 og 1.5.

Interval: Hvis målingerne af "Variation mellem dominanter", "Spændingsafhængighed" og "Afhængighed af patienttykkelse" har givet resultater inden for tolerancerne måles ikke, ellers måles ved modtagelse af nyt udstyr, ved reparationer og ved driftsproblemer.

Tolerance: Forskellen i sværtning mellem de tre film må ikke overstige 0.30.

RØNTGENRØR

KRAV TIL TOLERANCER FOR FOKUSSTØRRELSE

Fokusstørrelse har betydning for rørets belastningsevne og dermed eksponeringstiden samt for røntgenbilledets skarphed.

Røntgenrør fremstilles efter en international standard, der tillader meget store tolerancer. Fokusstørrelse angives i henhold til denne standard som et dimensionsløst tal.

F.eks. ligger bredden af en fokus på 1.0 fra 1.0 til 1.4 mm og længden fra 1.4 til 2.0 mm.

Det vil ved indkøb af røntgenrør være uhyre vanskeligt at få opfyldt krav til fokusstørrelsen, der er mere vidtgående end den internationale standard, og det vil i øvrigt være kompliceret at måle den absolutte størrelse af fokus uden for laboratorier.

Emne: FOKUSSTØRRELSE

Udstyr: RMI Wisconsin testobjekt eller tilsvarende til fokusstørrelsesmåling. Kuvertfilm eller kassette til ekstremitetsoptagelser (speed 100), forstørrelsesglas, vaterpas, densitometer med målefelt ca. 3 mm².
Andre testobjekter kan også anvendes, men f.eks. er stjernerastere mere komplicerede at anvende.

Metode: Inden testen udføres sikrer man sig, at centralstrålen og lejepladen står vinkelret på hinanden ved hjælp af vaterpas. Testobjektet placeres direkte på kuvertfilmen eller kassetten, således at den angivne anode/katoderetning på testobjektet er i overensstemmelse med rørets anode/katoderetning.
Fokus-filmstanden indstilles til ca. 60 cm. Den korrekte forstørrelse kontrolleres ved at man på den eksponerede film udmåler afstanden mellem de to huller på hver sin side af linie-rasteret. Afstanden skal være 8 cm, hvilket svarer til 4/3 forstørrelse.
Højspændingen indstilles til 70 kV, og mAs indstilles således at sværtningen på filmen bliver mellem 0.7 og 1.3. Ved kassetter med speed 100 folier kan 1.5 mAs anvendes som udgangsværdi.
Eksponeringsdata skal indstilles ens fra test til test, da fokusstørrelsen ændrer sig med kV og mAs.
Filmen fremkaldes. Forstørrelsen kontrolleres, og liniegrupperne i begge retninger vurderes ved hjælp af forstørrelsesglas. Den liniegruppe, hvor linierne netop kan adskilles, identificeres. Fokusstørrelsen aflæses ved hjælp af tabellen side 15.
For små fokusstørrelser (<0.8) er det nødvendigt at øge forstørrelsen. Dette

gøres ved at anvende f.eks. en pap- eller plastkasse af kendt størrelse, som placeres mellem testobjekt og film, se tegningen side 15.

Forstørrelsen M udregnes nu efter formlen:

$$M = \frac{d_1 + d_2}{d_1}$$

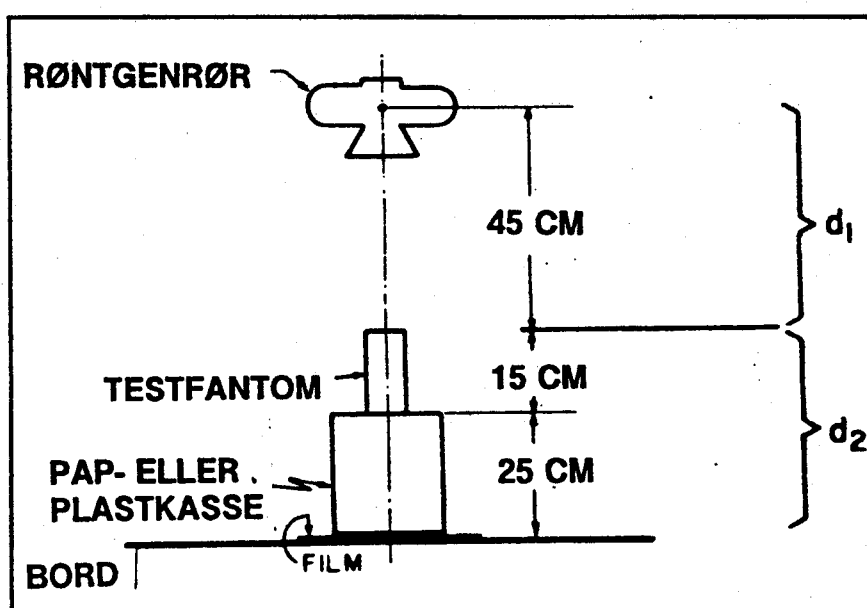
Hvor d_1 er afstanden mellem fokus og testobjektets top og d_2 er afstanden mellem testobjektets top og filmen. Den effektive fokusstørrelse f udregnes som

$$f = \frac{M}{M - 1.0} \cdot \frac{1}{lp/mm}$$

hvor lp/mm er det antal, der er fundet i tabellen ud for den liniegruppe, der netop kan opløses.

Liniegruppe	Opløsning lp/mm	Effektiv størrelse af fokus
1	0,84	4.3 mm
2	1.00	3.7 mm
3	1.19	3.1 mm
4	1.41	2.6 mm
5	1.68	2.2 mm
6	2.00	1.8 mm
7	2.38	1.5 mm
8	2.83	1.3 mm
9	3.36	1.1 mm
10	4.00	0.9 mm
11	4.76	0.8 mm
12	5.66	0.7 mm

Sammenhæng mellem opløsning i lp/mm og effektiv fokusstørrelse for RMI Wisconsin testobjektet.



Hvis en kasse på 25 cm højde anvendes, er

$$M = \frac{45+40}{45} = 1.89$$

Den i skemaet fundne mindste liniegruppe, der netop kan opløses, er f.eks. 12, hvilket svarer til 5,66 lp/mm.

Den effektive fokusstørrelse bliver derfor:

$$f = \frac{1.89}{1.89 - 1.0} \cdot \frac{1}{5.66} = 0.38mm$$

Interval: Ved nyt røntgenrør, ved billeduskarphe

Den her anvendte metode giver ikke den absolutte størrelse af fokus, men kun mulighed for at kontrollere om fokusstørrelsen tiltager med tiden. Hvis billeduskarphe

den på grund af forstørret fokus bliver for stor set ud fra et diagnostisk synspunkt, må røntgenrøret skiftes.

Emne: TOTALFILTRERING

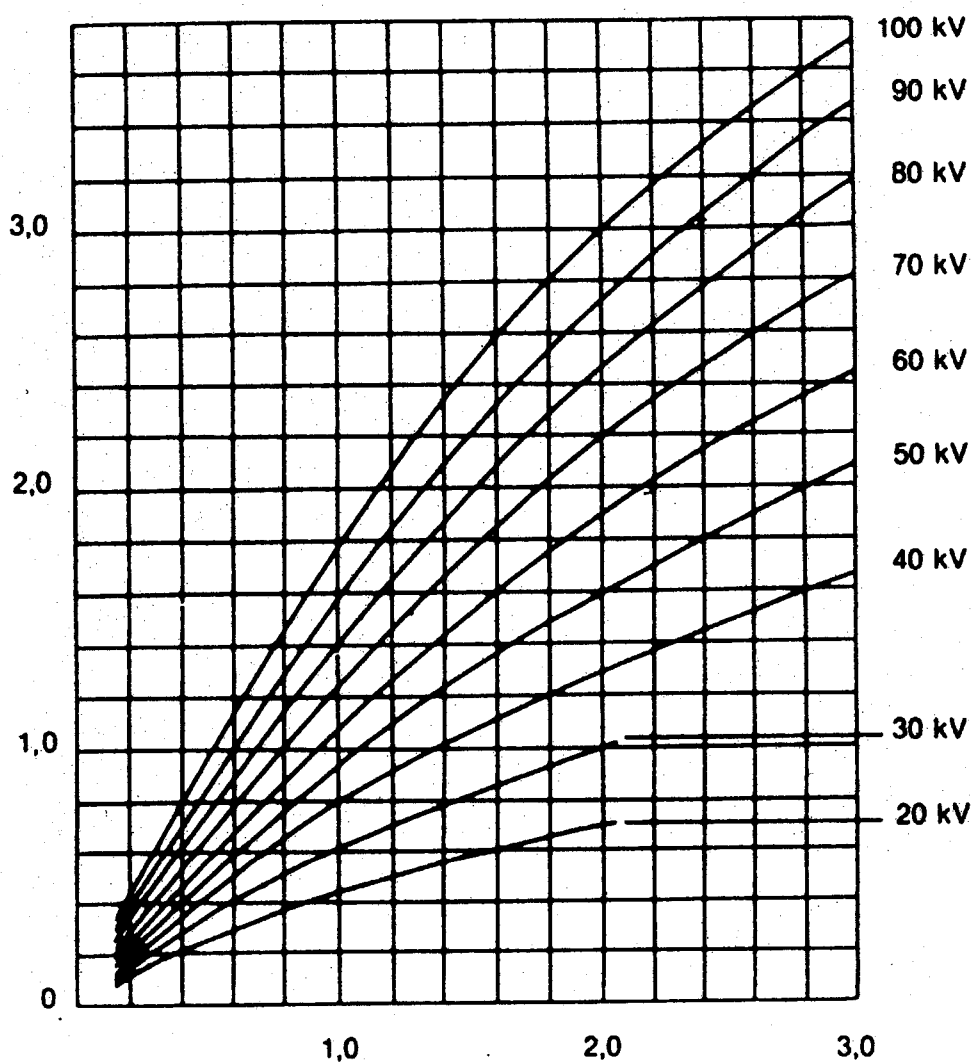
Udstyr: Metode a: Oplysninger fra fabrikanten.
Metode b: Dosimeter, Aluminiumabsorbere.
Metode c: Penetrameter.

Metode: Totalfiltreringen kan kontrolleres på flere måder.

- a. Ved hjælp af fabrikantens oplysninger om filtrering i røntgenrør, rørkappe og blænder kan totalfiltreringen umiddelbart udregnes. Viser udregningen at der yderligere er behov for et tilsatsfilter for at opnå den krævede totalfiltrering, må det kontrolleres at dette filter er monteret. Det kan medføre at blænderen må afmonteres.
- b. En metode, som ikke kræver afmontering af blænderen, er måling af halvværdilag. Der foretages en dosismåling i den direkte usvækkede stråling under "narrow beam" betingelser. Der skydes derefter aluminiumabsorbere ind i strålegangen indtil dosis er faldet til halvdelen. Den hertil nødvendige absorbertykkelse kaldes halvværdilaget. Målingerne skal udføres ved ca. 80 kV. Når højspændingen og halvværdilaget er kendt, kan filtreringen aflæses på nedenstående kurver under forudsætning af at der er tale om røntgenapparater med 6 ventiler eller mere.
- c. Endelig kan elektroniske penetrametre måle filtreringen direkte.

Interval: Ved modtagelse af nyt udstyr, ved udskiftning af røntgenrør og blænder.

Tolerance: Ved metode b og c er tolerancen på grund af måleusikkerhed ± 0.5 mm aluminium.



Filtrering som funktion af halvværdilag

(SPRI råd 6.27, 1987)

MÅLESKEMAER

Skemaerne på de følgende sider udfyldes ved modtagekontrollen, og de målte værdier sammenholdes med de ved anskaffelsen krævede eller med de i denne protokol angivne. Skemaerne har et felt til bemærkninger. Her kan f.eks. noteres data, som kan være vigtige for at udføre målingerne på samme måde senere.

De udfyldte skemaer opbevares ved røntgenudstyret til brug i forbindelse med senere gentagelse af målingerne.

Skemaerne kan kopieres efter behov.

Modtagekontrol af udstyr
til røntgenfotografering

MÅLESKEMA

Sygehus:

Dato:

Afdeling:

Rum:

EKSPONERINGSAUTOMATIK

SKEMA 1

Generator:

Filmtype:

Arbejdsplads:

Folietype:

Variation mellem dominanter (fantomtykkelse 20 cm)

Måling nr.	Indstillet kV	Dominant	Sværtning	Bemærkninger
1	80	højre		
2	80	midt		
3	80	venstre		

Største sværtningsforskel:

Spændingsafhængighed (fantomtykkelse 40 cm)

Måling nr.	Indstillet kV	Dominant	Sværtning	Bemærkninger
1	60			
2	80			
3	100			

Største sværtningsforskel:

Initialer:

Modtagekontrol af udstyr
til røntgenfotografering

MÅLESKEMA

Sygehus:

Dato:

Afdeling:

Rum:

EKSPONERINGSAUTOMATIK

SKEMA 2

Generator:
Arbejdsplads:

Filmtype:
Folietype:

Afhængighed af patienttykkelse

Måling nr.	Indstillet kV	Dominant	Fantomtykkelse cm	Sværtning	Bemærkninger
1	80		8		
2	80		14		
3	80		20		

Største sværtningsforskel:

Reproducerbarhed (fantomtykkelse 20 cm)

Måling nr.	Indstillet kV	Dominant	Sværtning	Bemærkninger
1	80	alle		
2	80	alle		
3	80	alle		

Største sværtningsforskel:

Initialer:

Sygehus:

Dato:

Afdeling:

Rum:

RØNTGENRØR**SKEMA 1**

Generator:

Fokus:

Arbejdsplads:

Fokusstørrelse

Film/kassette: _____

FFA: _____ cm

Højspænding: _____ kV

Milliamperesekund: _____ mAs

Filmsværtning: _____

Afstand mellem huller: _____ cm

Liniegruppe nr. (anode-katode retn.): _____

Fokusstørrelse: _____ mm

Liniegruppe nr. (tværretning): _____

Fokusstørrelse: _____ mm

Fokusstørrelse < 0.8 d_1 afstand fra fokus til top af testobjekt: _____ cm d_2 afstand fra testobjektets top til film: _____ cm

$$\text{Forstørrelse } M = \frac{d_1 + d_2}{d_1} = \frac{\quad + \quad}{\quad} =$$

$$\text{Fokusstørrelse } F = \frac{M}{M - 1.0} * \frac{l}{\text{lp/mm}} = \frac{\quad}{\quad} * \frac{1}{\quad} = \quad \text{mm}$$

$$\text{Fokusstørrelse } F = \frac{M}{M - 1.0} * \frac{l}{\text{lp/mm}} = \frac{\quad}{\quad} * \frac{1}{\quad} = \quad \text{mm}$$

Initialer:

Modtagekontrol af udstyr
til røntgenfotografering

MÅLESKEMA

Sygehus:

Dato:

Afdeling:

Rum:

RØNTGENRØR

SKEMA 2

Generator:

Arbejdsplads:

Totalfiltrering:

Initialer: