

# Geislavarnir ríkisins

**Icelandic Radiation Protection Institute**

## Leiðbeiningar um innra eftirlit með röntgenbúnaði í læknisfræðilegri myndgreiningu

# Efnisyfirlit

1. Inngangur	2
2. Skipulagning innra eftirlits	3
3. Mat á innra eftirliti	4
4. Meginreglur mælinga	5
5. Skráning prófunar- og mæligagna	6
6. Tækjabúnaður fyrir stöðugleikaprófanir	7
7. Mælipunktur fyrir stöðugleikaprófanir	8
7.1 Röntgenbúnaður (myndataka)	8
7.1.1 Geislasvið og ljóssvið	8
7.1.2 Sjálfvirk geislasviðsafblendun	9
7.1.3 Stöðugleiki útgangsgeslunar	10
7.1.4 Svertustýring	11
7.1.5 Gæði röntgenmynda	12
7.1.6 Dreifigeislasíur	13
7.2 Röntgenbúnaður fyrir skyggningu	14
7.2.1 Myngæði í skyggnihlekk	14
7.2.2 Geislasviðsafblendun	16
7.2.3 Geislunarstyrkur við inngang skyggnimagnara	19
7.2.4 Cine og 100 mm myndavélar	19
7.2.5 DSA búnaður	19
7.3 Dimmuaðstaða og filmugeymsla	20
7.3.1 Dimmuaðstaða	20
7.3.2 Filmugeymsla	21
7.4 Framköllun, filmuhylki og mögnunarþynnur	22
7.4.1 Framköllun	22
7.4.2 Aðrir eftirlitspunktar fyrir framköllunarvélar	24
7.4.3 Filmuhylki og mögnunarþynnur	25
7.5 Skoðunarskápar	26
7.6 Mammógrafiubúnaður	27
7.7 Tölvusneiðmyndabúnaður	27
7.8 Geislavarnabúnaður	27
8. Aðrar prófanir / mælingar	28
9. Heimildir / Ítarefni	29
Viðauki A. Stöðugleikaprófanir á röntgenbúnaði	30
Viðauki B. Skráningarblöð fyrir innra eftirlit	31
Viðauki C. Vandamálavísir fyrir framköllun	42
Viðauki D. Dæmi um áætlun vegna innra eftirlits með röntgenbúnaði	47

# 1. Inngangur

Samkvæmt reglum um geislavarnir vegna starfrækslu röntgentækja við sjúkdómsgreiningu (GR 96:06), er hverjum eigenda og/eða ábyrgðarmanni skylt að sjá til þess að haft sé reglulegt eftirlit með notkun og virkni hvers röntgentækis og öllum tengdum búnaði í samræmi við þessar leiðbeiningar, eins og við getur átt á hverjum stað.

Starfsemi sem er flókin í framkvæmd og hefur í för með sér áhættu, verður að fara fram á tryggan hátt. Þess vegna verður stýring á helstu þáttum starfseminnar að fara fram á öruggan og formlegan hátt. Gæðaeftirlit er verkfæri til að ná stjórn á þeim þáttum starfseminnar sem hafa áhrif á gæði, öryggi og hagkvæmni. Innra eftirlit er eftirlit á vegum eiganda eða notanda búnaðar til þess að stýra gæðum þeirra vinnu sem fram fer og er því samnefnt gæðaeftirliti.

Grundvallar markmið innra eftirlits fyrir röntgenbúnað er að tryggja að búnaðurinn starfi eðlilega, svo og að koma í veg fyrir, finna og leiðrétta bilanir, skekkjur og röng vinnubrögð. Innra eftirlit stuðlar að lækkun geislaskammta sjúklinga og starfsfólks og viðhaldi er á háum gæðastaðli röntgengreiningar. Innra eftirlit notenda röntgenbúnaðar er að mati ICRP.<sup>(1,2,3)</sup> Besta leiðin til varanlegs árangurs í lækkun geislaálags á sjúklinga og starfsfólk. Reglulegt eftirlit notenda með eigin búnaði stuðlar að því að bilanir, sem geta leitt af sér rýrnun myndgæða, verður fyrr vart, jafnvel áður en þær fara að hafa áhrif á geislaskammta sjúklinga og greiningargildi rannsókna. Notandinn axlar aukna ábyrgð, en fær um leið meiri og betri yfirsýn yfir starfsemi þess búnaðar sem hann notar.

Í þessum leiðbeiningum verður lýst hvernig hægt er að skipuleggja innra eftirlit með röntgenbúnaði ásamt því að gefa leiðbeiningar um framkvæmd einstakra prófana fyrir almennan röntgenbúnað og tengdan búnað. Leiðbeiningarnar eru byggðar á reglum alþjóðageislavarnaráðsins, sambærilegum leiðbeiningum annara geislavarnastofnana á norðurlöndunum<sup>(4,5)</sup> og ýmissa staðlastofnana. Markmiðið er að notandi röntgenbúnaðar og/eða þeir sem sjá um viðhald og þjónustu geti útfært þær og aðlagð að sínum tækjum og aðstæðum.

## 2. Skipulagning innra eftirlits

Skipuleggja þarf innra eftirlit með öllum röntgenbúnaði og aukabúnaði, framköllunarbúnaði og dimmuherbergjum, myndmiðlum, skoðunarbúnaði og geislavarnabúnaði. Til grundvallar er lögð áætlun um innra eftirlit, þar sem fram kemur hvaða mælingar eigi að gera, hvaða mæliaðferðum skuli beitt, hvaða viðmiðunargildi skuli sett, auk vinnureglna fyrir einstakan röntgenbúnað svo og hver er ábyrgður fyrir framkvæmd einstakra þátta. Þessi áætlun þarf að vera í samræmi við töflu 1 í viðauka A, eins og við getur átt á hverjum stað. Dæmi um slíka áætlun er í viðauka D.

Nauðsynlegt er að sníða skipulagningu innra eftirlits að umfangi þeirrar starfsemi sem fram fer á hverjum stað. Notendum er skipt í fjóra flokka eftir umfangi starfseminnar og eru kröfur um innra eftirlit með röntgenbúnaði í samræmi við þessa skiptingu (sjá töflu 1).

Tafla 1 Flokkun staða miðað við umfang starfseminnar<sup>(6)</sup>

Flokkur	Tegund staðar	Fjöldi staða 1994	Hlutfal.r anns. 1993	Útfærsla innra eftirlits
1	Stór sjúkrahús, heilsugæslustöðvar og læknastofur (> 10.000 rannsóknir)	5	72 %	Umfangsmikið og ítarlegt
2	Meðastór sjúkrahús, heilsugæslustöðvar og læknastofur (1.000 - 9.999 rannsóknir)	15	23 %	Fremur umfangsmikið og ítarlegt
3	Smærri sjúkrahús, heilsugæslustöðvar og læknastofur (100 - 999)	17	4 %	Gátlisti og einfaldar mælingar
4	Aðrir staðir ( færri en 100 rannsóknir)	14	1 %	Einfaldur gátlisti og mæl.

Notendur í flokkum 1 og 2 framkvæma um 95% af öllum röntgenrannsóknum á Íslandi, miðað við tölur frá 1993. Mestar kröfur um innra eftirlit eru gerðar til leyfishafa með mikil umsvif og mörg tæki og eru þessar leiðbeiningar fyrst og fremst ætlaðar þeim. Unnið er að leiðbeiningum um gæðaeftirlit fyrir staði, þar sem notkun er minni, þ.e. flokka 3 og 4.

### 3. Mat á innra eftirliti

Gæðastarfinu lýkur aldrei, því það er eðlilegur hluti af daglegu starfi. Þrátt fyrir að búið sé að setja reglur um framkvæmd, útbúa áætlanir, mæli lýsingar, vinnureglur og afla þekkingar, þá þarf innra eftirlitskerfið stöðugt að vera í endurskoðun, þannig að tryggt sé að það skili tilætluðum árangri Reglulega þarf að fylgjast með og meta innhald, umfang og árangur af gæðaeftirliti, til þess að koma í veg fyrir ónauðsynlegar mælingar, prófanir og kostnað. Framkvæmd prófana og tíðni þeirra skal endurskoða með tilliti til þeirrar reynslu sem fæst.

Árangur af gæðaeftirliti má meta á ýmsa vegu og frá sjónarmiði geislavarna er mikilvægt að litið sé á magn úrkastfilma, myndgæði og geislaskammta sjúklinga.

Æskilegt er að magn úrkastfilma sé ekki meira en 5%.<sup>(4,7,8)</sup> Greining á úrkastfilmum getur gefið vísbendingar um þá þætti í starfseminni sem betur mættu fara. Mat á myndgæðum getur t.d. farið þannig fram að við byrjun gæðaeftirlits eru settar leiðbeiningar og viðmiðanir um tæknileg og læknisfræðileg atriði í sambandi framgangsmáta einstakra rannsókna. Með úrtaksskoðun á rannsóknum miðað við slíkar viðmiðanir má fylgjast með gæðum rannsókna.<sup>(9)</sup>

Hvað varðar geislaskammta sjúklinga, þá er í töflu 3 sýnd norræn viðmiðunargildi fyrir nokkrar algengar rannsóknir. Þegar röntgenbúnaður og framköllunarbúnaður eru í góðu lagi og beitt af þekkingu, á að vera hægt að halda meðalflatargeislun sjúklinga innan við gildin í töflu 3.<sup>(10)</sup>

Tafla 3. Viðmiðunargildi fyrir nokkrar rannsóknir

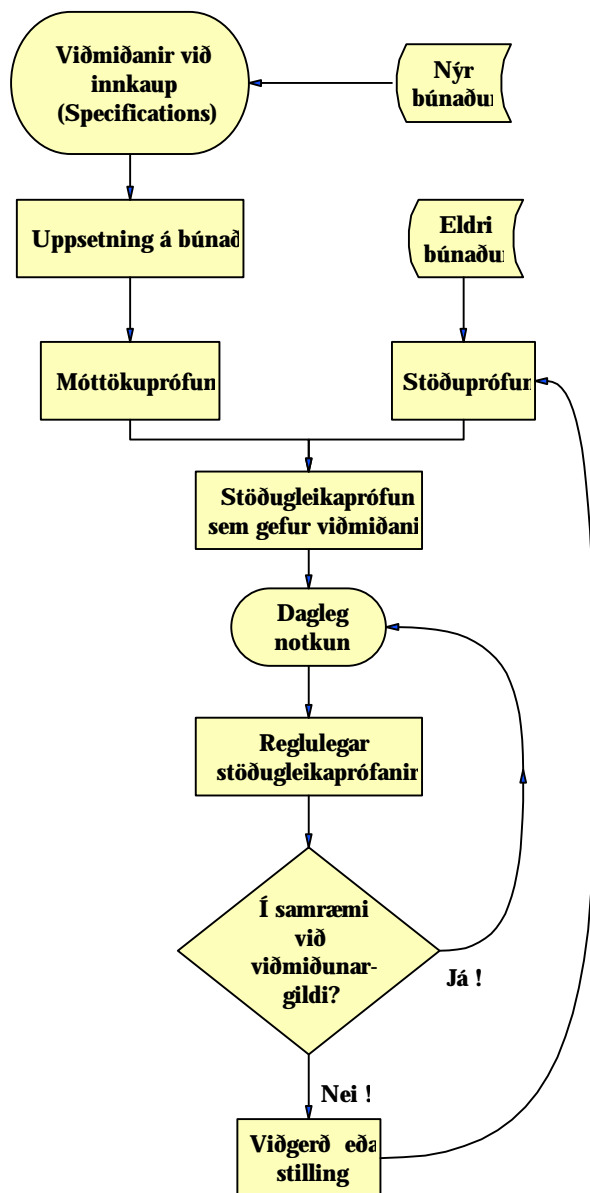
Viðmiðunargildi Rannsóknir	Flatargeislun Gycm <sup>2</sup>
<i>Lungu</i> (AP/LAT)	1
<i>Mjaðmagrind</i> (Pelvis)	4
<i>Mjóhryggur</i> (Lumbosacral spine)	10
<i>Nýrnarannsókn</i> (Urography)	20
<i>Magarannsókn</i> (Baïum meal)	25
<i>Ristilrannsókn</i> (Barium Enema)	50

## 4. Meginreglur mælinga

Við reglulegt eftirlit með röntgenbúnaði eru notuð eftirfarandi þrjú hugtök fyrir þær prófanir sem framkvæmdar eru. Markmiðið með þessum prófunum er misjafnt, þó að framkvæmd þeirra sé sambærileg. Um er að ræða *móttökuprófun* (acceptance test), *stöðuprófun* (status test) og *stöðugleikaprófun* (constancy test). Á mynd 1 sést flæðirit sem lýsir helstu atriðum í skipulagningu eftirlits með röntgenbúnaði

Móttökuprófun (oft nefnt *úttektarprófun*) er framkvæmd á öllum nýjum tækjum og er markmiðið þrjúþætt. Í fyrsta lagi að staðfesta að búnaðurinn sé í samræmi við kennitölur framleiðanda og væntingar kaupanda til hans. Í öðru lagi til þess að staðfesta að hann uppfylli öll ákvæði geislavarnareglna og í þriðja lagi að setja viðmiðunargildi (reference level) og viðmiðunarsvið (tolerance range) fyrir áframhaldandi stöðugleikaprófanir. Móttökuprófun er framkvæmd við uppsetningu og á að tryggja kaupanda að búnaðurinn sé í samræmi við útboðsgögn. Móttökuprófun geta eingöngu þeir aðilar framkvæmt, sem eru vel tækjum búnir, þ.e. viðhalds- og tæknideildir stóru sjúkrahúsanna, verktakar á þessu sviði og Geislavarnir ríkisins. Leiðbeiningar vegna móttökuprófana eru í undirbúningi hjá stofnuninni.

Stöðuprófun er framkvæmd í upphafi



Mynd 1. Reglulegt eftirlit með röntgenbúnaði

gæðaeftirlits á hverju einstöku tæki eða búnaði. Stöðuprófun krefst þess að röntgenbúnaðurinn sé í samræmi við reglur Geislavarna og að framköllun sé í lagi. Við stöðuprófun koma oft í ljós atriði sem lagfæra þarf áður en hægt er að setja viðmiðunargildi fyrir búnaðinn. Þegar búnaðurinn hefur staðist móttökupróun/stöðuprófun, fer stöðugleikaprófun fram. Hér eru þá lagðir grunnpunktar fyrir áframhaldandi stöðugleikaprófanir. Nauðsynlegt er að skipuleggja og ákveða viðmiðunargildi í samráði við þá sem sjá um viðhald og þjónustu.

## **5. Skráning prófunar- og mæligagna**

Ekki er hægt að gefa tæmandi lýsingu eða forskrift að því hvernig best er að skrá mælingar og prófunargögn. Tölvuskýring er heppilegust, sérstaklega við úrvinnslu gagna í gagnagrunni eða töflureikni. Þó tölvuvæðing sé orðin nokkuð almenn á sjúkrahúsum og heilsugæslustöðum, þá er ekki víst að hún nái til allra röntgendeilda, sérstaklega á minni stöðum og því hentugast þar að færa allt á sérstök mæliblöð (sjá viðauka B) og/eða í bækur. Nauðsynlegt er þó að allir staðir komi sér upp “Gæðahandbók”, um sitt innra eftirlit, þar sem skráðar eru allar nauðsynlegar upplýsingar um framkvæmd mælinga og prófana. Geislavarnir ríkisins geta veitt ráðgjöf um gerð gæðahandbóka.

Hjá stofnuninni er unnið að uppsetningu fræðslusíðna á Internetinu, sem verða aðgengilegar almenningi, einnig leiðbeiningar og fræðslusíður sérstaklega fyrir röntgendeildir og starfsfólk þeirra. Þar er möguleiki að koma á framfæri nýjum upplýsingum um mæliaðferðir, niðurstöður úttekta og fleira.

## 6. Tækjabúnaður fyrir stöðugleikaprófanir

Í eftirfarandi lista eru talin upp þau mælitæki og búnaður sem nauðsynleg eru til þess að framkvæma mælingar vegna eftirlits með röntgenbúnaði. Hver staður þarf að koma sér upp, eða hafa beinan aðgang að, búnaði í samræmi við umfang starfseminnar.

Nauðsynlegur búnaður til stöðugleikaprófana:

- Svertumælir (densitometer), með mæliskekkju minni en 0,02 svertustig.
- Gráskagalagjafi (sensitometer), stöðugleiki lýsingar þarf að vera innan við 2%.
- Prófunaráhald til þess að kanna samræmi á milli ljóssviðs og geislasviðs úr röntgenlampa.
- Prófunaráhald (test phantom) sem getur gefið upplýsingar um kontrast og upplausn á röntgenmyndum við venjulega myndatöku. Um gæti verið að ræða prófunaráhald sem hefur 3 mm fleti með kontrastmun upp á 0,2 til 0,3 og upplausnarhluta sem gefur upplýsingar um línupör á mm.
- Prófunaráhald úr einsleitu efni, sem er nægilega stórt til þess að þekja skynjara fyrir svertustýringu. Það þarf að vera a.m.k. 25x25cm á stærð, gert úr plexigleri eða samsvarandi efni og hafa breytilega þykkt frá 10 cm í 20 cm í 1 cm þrepum.
- Prófunaráhald til þess að kanna þynnusnertingu í filmuhylkjum. Um er að ræða sérstök áhöld með mismunandi fínriðnu málmneti (0,5mm koparvír með 3 mm möskvum) sem er nægilega stórt til að þekja stærstu filmuhylkin. Nauðsynlegt er einnig sérstakt prófunaráhald fyrir smærri filmuhylki og filmuhylki fyrir brjóstamyndatökur, sem hefur fínna net og minni möskva en að ofan greinir.
- Geislunarmælir, háspennumælir og prófunaráhald fyrir skyggingu.

Rafrænan mælibúnað þarf að kvarða á 1 til 2ja ára fresti og oftast ef þörf er á. Hjá Geislavörnum ríkisins er unnið að því að koma upp aðstöðu til þess að framkvæma kvarðanir á rafrænum mælibúnaði fyrir röntgengeislun, bæði geislamælum og háspennumælum. Þessi aðstaða verður tilbúin á næsta ári.

## 7. Mælipunktur fyrir stöðugleikaprófanir

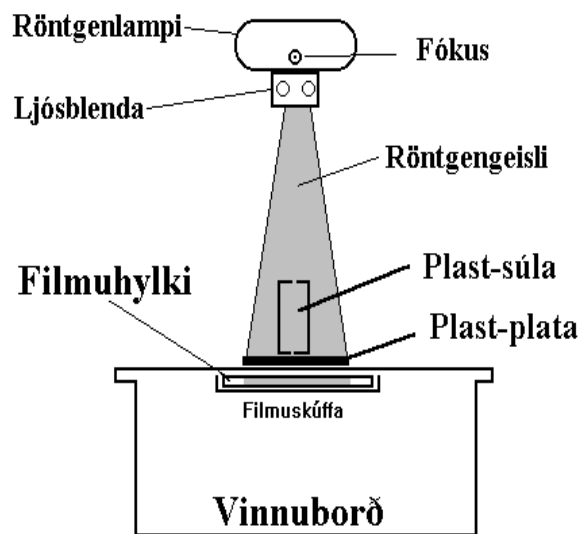
### 7.1 Röntgenbúnaður (myndataka)

#### 7.1.1 Geislasvið og ljóssvið

Samsvörun þarf að vera á milli ljóssviðs og geislasviðs úr röntgenlampa, einnig þarf ljóssviðsmiðja að passa við geislasviðsmiðju.

*Aðferð:* Þetta er hægt að prófa með því að setja málmerki við horn og miðju ljóssviðs og taka röntgenmynd (50kV og 10 mAs). Einnig er hægt að nota sérstök prófunaráhöld, sem samanstanda af plastplötu með blýmerkingum og plasticsúlu með stálkúlum í botn- og topp-plötu (sjá mynd 1). Mælingin er framkvæmd við allar fókustærðir. Mælingar skal gera á a.m.k. 6 mánaða fresti

og í hvert skipti sem lagfæra þarf ljósblenduna. Á tækjum sem mikið eru notuð gæti þurft að gera þessar mælingar oftár, jafnvel vikulega.



Mynd 1. Mæling á ljóssviði / geislasviði

*Viðmiðanir:* Frávik á milli ljóssviðs og geislasviðs má ekki vera meira en sem svarar 1% af fókusfilm-fjarlægð (FFF) á hvern kant. Frávik á milli ljóssviðsmiðju og geislasviðsmiðju má ekki vera meira en sem svarar 1% af FFF. Ljóssvið þarf að hafa nægilegan ljósstyrk, þannig að það sé vel sjáanlegt við venjulega lýsingu í vinnuumhverfi og útlínur þess verða að vera skarpar.

### ***7.1.2 Sjálfvirk geislasviðsafblendun***

Samræmi þarf að vera við valinn myndmóttakara, þ.e. að stærð geislasviðs sé ávallt í samræmi við stærð myndmóttakara og að geislasviðsmiðja sé í samræmi við miðju myndmóttakara, allan eða einstök valin svæði. Sjá 7.2.2 “Geislasviðsafblendun”.

### 7.1.3 Stöðugleiki útgangsgæislunar

Stöðugleiki útgangsgæislunar röntgentækis er metin út frá mælingum í frumgeisla röntgenlampans. Breytingar á útgangsgæislun benda yfirleitt til breytinga á kV, mA, gæislunartíma eða aldurs röntgenlampans. Tvær aðferðir við matið koma til greina og verður lýst hér á eftir. Þessa mælingu þarf að gera a.m.k. einu sinni á ári.

*Aðferð:* Með prófunaráhaldi er hægt að meta stöðugleika útgangsgæislunar, með því að mæla svertu röntgenmyndar. Þá þarf að gæta þess að tókugildi, mæliuppstilling, filmuhykki og filmutegund séu ætíð höfð þau sömu. Einnig þarf að fylgjast grannt með stöðugleika framköllunar fyrir og eftir mælingar, svo og á milli mælinga.

Mun nákvæmara er að mæla stöðugleika útgangsgæislunar með því að nota geislaæli, þannig að útgangsgæislunin er mæld við yfirborð prófunaráhaldsins. Gera þarf 5 mælingar og reikna meðaltal. Á milli einstakra mælinga skal tókugildum breytt fram og til baka, áður en ný mæling er gerð. Mælingarnar eru framkvæmdar við þá fókus-filmu fjarlægð sem mest er notuð á viðkomandi tæki. Útgangsgæislunin er þá meðaltal þessara 5 mælinga og niðurstöðusviðið er mismunurinn á milli hæsta og lægsta gildis.

Háspennuna (kV) má mæla með sérstökum kV-mæli við algengustu gildin sem notuð eru á tækinu. Skoða skal stöðugleika við endurtekningu og samsvörun við stillt gildi. Háspennu þarf einnig að mæla a.m.k. einu sinni á ári. Ef frávik eru það mikil á útgangsgæislun og kV að þau fara út fyrir viðmiðunarsvið búnaðarins, skal ástæðna leitað og nauðsynlegar lagfæringar gerðar. Hafa þarf í huga að eftir slíkar lagfæringar gæti þurft að breyta tókutöflum fyrir viðkomandi tæki.

*Viðmiðanir:* Fyrir útgangsgæislun og háspennu gilda eftirfarandi viðmiðanir;

Mæling með filmu og prófunaráhaldi, stöðugleiki (5 mælingar):

Frávik í svertu á filmu frá grunnildi: +/- 20%

Sverta á filmu, niðurstöðusvið: 0,3 svertustig

Mæling með geislaæli, stöðugleiki (5mælingar):

Frávik frá grunnildum: +/- 20%

Frávik á kV frá stilltum gildum: +/- 5%

#### 7.1.4 Svertustýring

*Aðferðir:* Hægt er að fylgjast með virkni sjálfvirktrar svertustýringar með því að taka myndir með prófunaráhaldi (t.d. glærar plexiglerplötur, 1 cm þykkar, 25 x 25 cm á stærð, a.m.k. 30 stk.) sem sett er á borð eða stillt upp á stað sjúklings. Sverta myndanna skal vera á bilinu 0,7 til 1,8. Sverta á hverri filmu er mæld á sama stað og notað er sama mælisvið (“kammer”) og algengast er að nota á viðkomandi stað. Ætíð skal nota sama filmuhylkið við þessa prófun. Einnig er hægt að nota geislamæli í stað filmu og er þá geislaneminn settur fyrir framan eða aftan prófunaráhaldið (fer eftir búnaði). Ef röntgenbúnaðurinn sýnir það mAs gildi sem notað var við hverja töku, er einnig hægt að nota það sem mælibúnað við þessa athugun á svertustýringu.

Mikilvægt er að meta getu svertustýringar miðað við mismunandi stillt kV og við mismunandi þykkt myndefnis. Taka skal röntgenmyndir með t.d. 60, 90 og 120 kV en hafa aðrar stillingar (FFF, mælisvið og filmuhylki) þau sömu. Með rétt stilltum búnaði á búnaðurinn að gefa jafna svertu fyrir mismunandi kV og einnig fyrir mismunandi þykkt myndefnis (sjúklings), t.d. 15, 20 og 25 cm. Aðrir þættir sem einnig er hægt að skoða er virkni mismunandi mælisviða, virkni +/- stillinga, virkni stillinga fyrir mismunandi mögnunarþynnur, styðsti tókutími og lengsti roftími.

*Viðmiðanir:* Frávik frá grunngildum má ekki vera meira en +/- 20%  
Stöðugleiki svertu við endurteknar tókur (5 mælingar):  
Sverta á filmu, niðurstöðusvið 0,4 svertustig  
Stöðugleiki mæligilda með geislamæli / mAs mæli, niðurstöðusv. 20%

### 7.1.5 Gæði röntgenmynda

Með sérstöku prófunaráhaldi er hægt að fylgjast með stöðugleika myndgæða röntgenmynda. Borin er saman svarta, upplausn og kontrast röntgenmynda af prófunaráhaldi og viðmiðunarmynd. Mikilvægt er að notuð sé sömu tókugildi, uppstilling og framköllun.

**Aðferð:** Þessi prófunaraðferð getur gefið til kynna stöðugleika alls myndgerðarkerfisins og er mjög fljótleg aðferð. Prófanir skal gera með 1 - 4 vikna fresti, miðað við umfang starfsemi og þarfir röntgenbúnaðarins.

Til þess að hægt sé að ákveða kontrast þarf málmtappa (t.d. ál) að vera í prófunaráhaldinu eða mismunandi þykkir málmtappar sem deyfa geislunina misjafnlega mikið. Þessir málmtappar eiga að valda svertumismun upp á 0,2 - 0,3 svertustig í röntgenmyndinni. Kontrast er þá skilgreindur sem svertumunur á milli tappa og umhverfis. Notaður er svertumælir (densitometer). Ef framköllun er óbreytt og stöðug, þá er breyting á kontrast vísbending um að kV (háspenna) tækisins hafi breyst frá því viðmiðunarmyndin var tekin.

Upplausn er háð mörgum samverkandi þáttum í myndgerðinni, s.s. stærð fókus, uppstillingu mælibúnaðar og þeirri mögnunarþynnu sem notuð er. Til þess að hægt sé að meta upplausn þarf línupara-plata að vera í prófunaráhaldinu (1-10 lp/mm), á eða undir yfirborði sem snýr að röntgenlampanum. Athuga þarf að hvorki áltrappa, línuparaplata eða aðrir þættir séu á því svæði í prófunaráhaldi sem kemur fyrir framan mælisvið sjálfvirktrar svertustýringar.

**Viðmiðanir:** Mæling með filmu og prófunaráhaldi:  
Frávik í svertu á filmu frá grunnildi: +/- 20%  
Frávik í kontrast á filmu frá grunnildi(\*)  
Frávik í upplausn á filmu frá grunnildi: 1 línupar

(\*) ákvarðast miðað við filmu-þynnukerfi notenda

### 7.1.6 Dreifigeislasíur

Að minnsta kosti árlega þarf að kanna ástand þeirra dreifigeislasía sem notaðar eru á hverri röntgendeild eða röntgenstofu. Um getur verið að ræða síur sem eru í vinnuborðum, lungnastöndum og einnig lausar síur fyrir filmuhylki eða filmuhylki með innbyggðum síum.

*Aðferð:* Ástand er einfaldast að meta með því að taka “mjúka” mynd af viðkomandi síu, með t.d. 45 kV, 5 mAs og 120 cm FFF (þ.e. ekkert myndefni á milli dreifigeislasíunnar og röntgenlampans). Slíkar myndir eiga að hafa jafna svertu undir allri síunni, án dökkra eða ljósra merkja. Mikilvægt er að nota alltaf sama filmuhylkið við þessa prófun, sem einnig gefur jafna svertu á öllum fletinum.

Árleg þarf einnig að skoða síur í vinnuborðum og stöndum, m.t.t. þess hvort síurnar séu hornréttar á miðju geislans úr röntgenlampanum og einnig að miðja síunnar passi við miðju geislans. Slíkt ætti að koma fram með þeirri skoðunaraðferð sem hér hefur verið lýst, en einnig er hægt að kaupa sérstök prófunaráhöld vegna þessa atriðis.

*Viðmiðanir:* Prófun skal fara fram a.m.k. árlega, en þar sem lausar síur / filmuhylki með innbyggðum hylkjum er mikið notuð er heppilegt að þessi prófun fari fram á 6 mánaða fresti.

Sverta skal vera jöfn undir allri síunni, án merkja um skemmdir.

## 7.2 Röntgenbúnaður fyrir skyggingu

Hér verður eingöngu fjallað um þá þætti sem eru sérstakir fyrir skyggnibúnað, aðrir þættir eru prófaðir eins og sagt er fyrir um fyrir almennan röntgenbúnað. Þau atriði og stærðir sem skoða þarf vegna innra eftirlits með skyggnihlekk röntgentækis eru myndgæði í skyggingu, þ.e. kontrastnæmni, upplausnargeta og möguleg bjögun á sjónvarpsmynd. Einnig atriði er snúa að afblendun geislasviðs og geislunarstyrk við inngang skyggnimagnara við mismunandi stillingar. Viðmiðunargildi skulu sett þegar búnaðurinn er í sem bestu lagi, við stöðuprófun eða móttökuprófun.

### 7.2.1 Myndgæði í skyggnihlekk

Nota skal prófunaráhald sem gefur upplýsingar um eftirfarandi þætti; kontrastnæmni í skyggnihlekk, mestu upplausn og bjögun myndar. Þetta atriði skal skoða a.m.k. einu sinni á ári og mánaðarlega ef búnaður er mikið notaður.

*Aðferð:* Prófunaráhaldið er staðsett eins nálægt inngangi skyggnimagnara og mögulegt er. Heppilegt getur verið að fjarlægja dreifigeislasíu en síðan er prófunarhaldinu komið þannig fyrir að það sé hornrétt á sjónvarpslínur. Ef það er ekki mögulegt skal prófunarhaldinu komið þannig fyrir að línur í upplausnarhluta þess myndi 45° horn við sjónvarpslínur.

1. **Stilling á sjónvarpi.** Alltaf þarf að byrja á þessu atriði, þannig að tryggt sé að sjónvarptæki sé rétt stillt m.t.t birtu og kontrast. Farið er nákvæmlega eftir leiðbeiningum framleiðanda. Í flestum prófunaráhöldum er gert ráð fyrir því að fylgst sé með tveimur kassalaga skuggum sem eru með hringlaga skugga í sér, á sjónvarpsskjánum. Birta og kontrast er stillt þannig á sjónvarpsskjá að svarti hringlaga skugginn sé sjáanlegur í dökk gráa kassanum og um leið að hvíti hringurinn sé sjáanlegur í ljósgráa kassanum. Þannig næst hámarks lýsingarvið sem er best fyrir flestar gerðir röntgenrannsóknar.

2. **Bjögun myndar.** Á sjónvarpsmynd af flestum prófunaráhöldum sést röntgenþéttur

hringur utanum efnisatriðin í því og myndar hann réttan hring. Ef þetta hringlaga form kemur ekki rétt fram gæti þurft að stilla skyggnihlekkinn.

3. **Mat á lág-contrastnæmni.** Leiðbeiningar er mismunandi fyrir einstakar gerðir af prófunaráhöldum. Mikilvægt er þó að skoðandi hafi reynslu við það að skoða prófunaráhaldið á þennan hátt, þar sem hann mun með æfingu sjá meiri upplausn, upp að ákveðnum mörkum og þar takmarkast geta búnaðarins. Öll nýleg skyggnimagnara/sjónvarpskerfi eiga að ná að minnsta kosti 3% í lágkontrast næmni.

4. **Upplausnargeta** (Há kontrast upplausn). Við þennan hluta prófunarinnar er reynt að fá mynd með eins lágum kV og mögulegt er. Eða þau skilyrði sem gefa bestu hákontrast upplausn. Oft er sjálfvirk geislastýring látin gefa góða mynd eða mA stillt þannig að góð mynd fáiist. (Ekki hreyfa við birtu- eða kontraststillingum sjónvarpsskjás!). Í öllum prófunaráhöldum fyrir þennan búnað er einhvers konar upplausnarhluti, þar sem upplausnin er metin miðað við fjölda línuparahópa sem aðgreinanlegir eru eða upplausn frá stjörnu- eða geiramunstri.

<i>Viðmiðanir:</i>	Bjögun:	í lágmarki
	Lág kontrast upplausn:	a.m.k. 3,3%
	Upplausnargeta:	a.m.k. 1,0 línupör / mm miðað við 9"/10" a.m.k. 1,2 línupör/mm miðað við 6"

## 7.2.2 Geislasviðsafblendun

Allur skyggnibúnaður skal vera með sjálfvirka geislasviðsblendu, í samræmi við ákvæði röntgenreglna (GR 96:06). Búnaðurinn skal tryggja að geislasvið sé ætíð rétt miðað við eftirfarandi þætti: Miðað við stærð inngangs skyggnimagnara í skyggningu, að miðja geislasviðsins sé á miðjum skyggnimagnara og komi fram á miðjum sjónvarpsskjá. Einnig að miðja geislasviðs passi við miðju valins myndmóttakara (mismunandi stærðir filmuhylkja) eða ákveðin svæði á myndmóttakara.

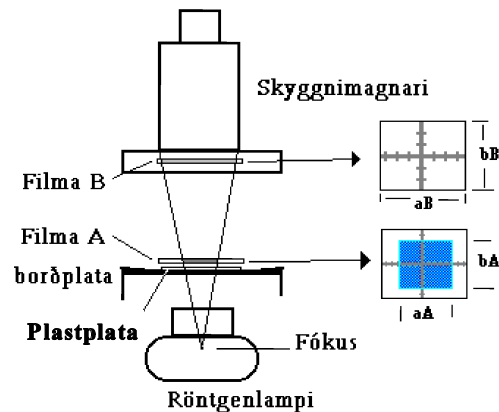
### 7.2.2.a Stærð geislasviðs við inngang skyggnimagnara við skyggningu:

*Aðferð:* Notað er filmuhylki sem ekki er með mögnunarþynnur eða sett er ljóspéttur pappír á milli filmu og mögnunarþynna, þannig að engin svertumyndun verði vegna ljómunar frá mögnunarþynnum. Skyggnimagnari er settur í hámarks fjarlægð frá röntgenlampanum. Filmuhylkið er staðsett á vinnuborði á milli skyggnimagnara og röntgenlampa. Fjarlægð á milli filmuhylkis og röntgenlampa er mæld (stærð A, á mynd 2), einnig fjarlægð frá filmuhylki að inngangi skyggnimagnara (stærð B). Skyggnt er á filmuhylkið í eina mínútu og filman síðan framkölluð og stærð geislasviðsins mæld (stærð C). Deilt er með stærð A í stærð B og margfaldað með stærð C til þess að fá út raunverulega stærð geislasviðsins við inngang skyggnimagnara.

*Viðmiðun:* Stærð geislasviðs skal passa við stærð inngangs skyggnimagnara og má frávik ekki vera stærra en sem svara +/- 1% af fókus-skyggnimagnara-fjarlægð.

### 7.2.2.b Stærð geislasviðs með mismunandi stórum filmuhylkjum:

**Aðferð:** Miðað er við að notað sé prófunaráhald eins og lýst er í kafla 7.1.1. Notuð eru filmuhylki sem eru ekki með mögnunar-þynnur, eða að settur er ljóspéttur pappír inn í filmuhylkin sem notuð eru. Skyggnimagnari er settur í hámarks fjarlægð frá röntgen-lampa. Filmuhylki er sett í skyggnivagn (filma **B**, sjá mynd 3). Prófunaráhald er staðsett á borði, í miðju geislasviði



Mynd 3. Stærð geislasvið á filmuhylki

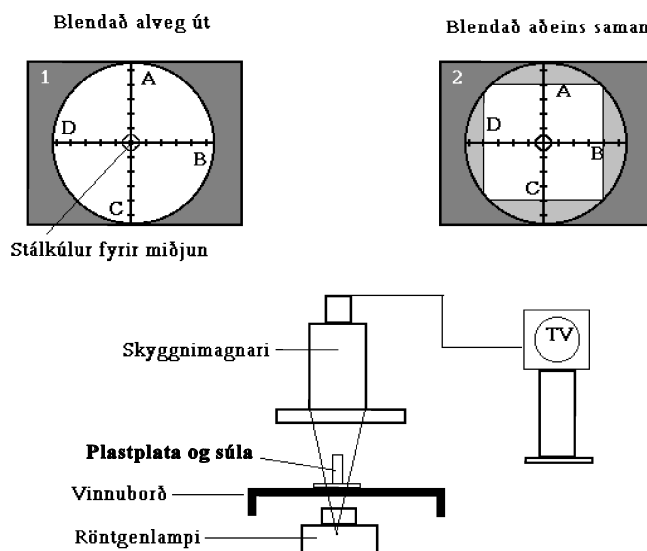
með því að skyggna. Sett er jafnstórt filmuhylki ofaná prófunaráhaldið (filma **A**). Tekin er mynd með t.d. 60kV og 40 mAs, þannig að sverta á bilinu 1,0 - 1,5 fáist. Báðar filmur eru framkallaðar og stærð geislasviðsins mæld á filmu A. Stækkunarstuðull á milli mynda fæst með því að mæla stærð kvarðans frá prófunaráhaldinu á filmu B. Með því að margfalda stækkunarstuðul með stærð geislasviðs á filmu A fæst raunveruleg stærð á geislasviði í staðsetningu filmu B. Þessi mæling er gerð fyrir allar stærðir filmuhylkja sem notaðar eru í viðkomandi tæki.

Myndirnar eru einnig skoðaðar m.t.t. þess hvar miðja geislasviðsins fellur á miðju filmu B. Einnig skal kanna stærð geislasviðsins við mismunandi filmuskiptingar.

**Viðmiðun:** Stærð geislasviðs skal passa við stærð valins myndmóttakara (stærð filmuhylkis) og má frávík ekki vera meira en sem svara +/- 1% af fókus-skyggnimagnara-fjarlægð.

7.2.2.c Miðjun geislasviðs miðað við sjónvarpsskjá í skyggnihlekk:

**Aðferð:** Miðað er við að notað sé prófunaráhald eins og lýst er í kafla 7.1.1. Prófunaráhaldið er staðsett á vinnuborð undir eða fyrir ofan skyggnimangara. Með því að skyggna er það staðsett þannig að miðja þess lendir í miðju geislasviðinu. Til þess eru notaðar stálkúlurnar plastsúlunni. Nú er kannað hvort miðja geislasviðsins falli saman við miðjan sjónvarpsskjá (sjá mynd 4, vinstri hluta). Einnig er gott að sjá myndbjögun við þessa



**Mynd 4. Miðja geislasviðs við miðju sjónvarps**

prófun. Skráið A, B, C og D samkvæmt mynd 4. Síðan er blendað aðeins inn (sbr. mynd 4, hægri hluta), þannig að blendurendur komi vel inná myndina og aftur er skráð gildi fyrir A, B, C og D. Hér er hægt að sjá hvort blendur eru réttar utanum miðju geislasviðsins.

**Viðmiðun:** Blendurnar eiga að vera réttar utanum miðjugeislann og má ekki muna meiru en 1 cm við hámarks fjarlægð skyggnimagnara frá fókusi röntgenlampa. Frávik er reiknað á eftirfarandi hátt:  $(A+B)/2 - A = E$

$$(C+D)/2 - C = F \quad \Rightarrow \sqrt{E^2 + F^2} = \text{Frávik}$$

Frávik á miðju geislasviðs miðað við sjónvarpsskjá, má ekki vera meira en 1 cm, þegar skyggnimagnari er í mestri fjarlægð frá röntgenlampa.

### 7.2.3 Geislunarstyrkur við inngang skyggnimagnara

Allur skyggnibúnaður skal vera með sjálfvirka geislastýringu, í samræmi við ákvæði röntgenreglna (GR 96:06). Búnaðurinn skal tryggja að geislunarstyrkur við inngang skyggnimagnara fari ekki yfir leyfileg mörk.

*Aðferð:* Notaður er geislaælis með flötu jónunarhylki sem leyfir mælingar á geislunarstyrk mjög nálægt inngangi skyggnimagnara. Byrjað er á því að koma jónunarhylkinu fyrir, alltaf er reynt að mæla fyrir aftan dreifigeislasíu, ef hún er til staðar og mögulegt er. Ef það er ekki hægt verður að staðsetja jónunarhylkið fyrir framan síuna og umreikna mælt gildi m.t.t. breytingar á fókuszjarlægð og deyfistuðli síunnar (ætti að vara í gögnum frá framleiðanda). Sett er 1,0 mm Cu, í geislasviðið, sem næst röntgenlampa, þannig að geislun með sjálfvirkri geislastýringu verði á bilinu 60 -80 kV. Byrja er á því að athuga hvort geislastýring virki rétt, með því að skoða kV og mA við skyggingu um leið og geislablendur eru opnaðar og lokaðar á víxl. Þegar geislablendu er lokað í skyggingu eiga kV og mA að fara í botn og lækka í lágmark strax og geislablendu er opnuð. Síðan er geislunarstyrkur mældur við allar mögulegar stillingar geislastýringarinnar. Þar er um að ræða mismunandi skyggnistillingar (t.d. samkvæmt forriti í búnaðinum) og mismunandi stærðir inngangs á skyggnimagnara, þ.e. “zoom” stillingar. Einnig er mikilvægt að kanna hvort skyggniklukka í stjórnborði virkar rétt, hún á að gefa aðvörun eftir skyggingu í 5 mínútur eða á 5 mínútna fresti. Þá á að vera hægt að slökkva á aðvörun án þess að tíminn sé “núllstilltur” fyrir en rannsókn er lokið.

*Viðmiðun:* Geislunarstyrkur við inngang skyggnimagnara (eftir síu) má alls ekki vera meiri en 1 FGy/sek og æskilegast er, að hann sé ekki meiri en 0,5 FGy/sek. Æskilegast er að geislunarstyrkurinn sé ætíð eins lágr og frekast er unnt.

### 7.2.4 Cine og 100 mm myndavélar

Í vinnslu..

### 7.2.5 DSA búnaður (í vinnslu)

Í vinnslu..

## 7.3 Dimmuaðstaða og filmugeymsla

### 7.3.1 Dimmuaðstaða

Við upphaf gæðæfirlits er mikilvægt að kanna ástand dimmuherbergis, m.t.t. þess tíma sem öruggt er að filmur fái ekki á sig aukna grunnslíkju (fogging) vegna lýsingar eða ljósleka. Þessi tími nefnist *öruggur meðhöndlunartími* og er mikilvægt að ákvarða hann fyrir allar tegundir af filmum sem notaðar eru. Við endurteknar athuganir er nægilegt að kanna þennan tíma fyrir næmstu tegundina. Ef nýjar tegundir af filmum eru teknar í notkun þarf að kanna þetta atriði fyrir hverja.

*Aðferð:* Hægt er að kanna öruggan meðhöndlunartíma með ýmsum aðferðum, en einfaldast er að lýsa filmu í filmuhylki þannig að hún hafi svertuna á bilinu 0,7 til 1,5. Taka t.d. mynd af 10 cm þykku plexigleri og nota svertustýringu. Í dimmuherbergi er settur ljóspéttur pappír yfir helming filmunnar, beðið í 1 til 2 mínútur og hún síðan framkölluð. Annar filmuhelmingurinn verður þá fyrir þeirri lýsingu sem er í herberginu og við framköllun kemur í ljós hvort sú lýsing eykur svertuna eða ekki. Ef filmuhelmingurinn er dekkri en sem svara til meira en 0,05 svertustigum, þá þarf að kanna ástæður þess og lagfæra. Mikilvægt er að meðhöndlunartími sé nægilegur til þess að öll venjuleg vinna geti farið fram og að filmur í filmugeymslu verði ekki fyrir óþarfa lýsingu. Fara skal eftir ráðleggingum framleiðanda filmanna um öruggan höndlunartíma.

Þau atriði sem skoða þarf til viðbótar eru eftirfarandi; filmugeymsla (-skúffa) fyrir óátekna filmur þarf að vera ljóspétt og trygg fyrir opnun. Dimmuljósið þarf að vera rétt staðsett fyrir ofan vinnuborð, með rétta tegund af ljóssíu og rétta stærð af peru. Mikilvægt er að koma í veg fyrir alla ljósleka.

*Viðmiðun:* Grunnsvarta filmu (sem hefur verið lýst í filmuhylki) má ekki aukast um meira en 0,05 svertustig, við venjulega vinnu í dimmuherbergi.

### 7.3.2 Filmugeymsla

*Aðferð:* Grunnsverta röntgenfilma getur aukist í geymslu. Fylgjast þarf með röðun og geymslutíma hvers filmupakka eða sendingar (emulsionsnúmer). Venjulega er tilgreindur notkunartími framleiðanda filma um 18 - 24 mánuðir (ef þær eru geymdar við þau skilyrði sem framleiðandi tiltekur). Þegar filmur berast frá framleiðanda eða heildsala, þá er góð regla að kanna strax að filmurnar séu nýjar, þ.e. að tilgreindur notkunartími framleiðanda á pakkningunum sé a.m.k. 18 mán.. Einnig er góð regla að halda nákvæma skrá yfir pantanir, komudagssetningar, "emulsion" númer, notkunardagssetningar og fleira sem getur komið að gagni við að undirbúa næstu filmupantanir. Þessi atriði þarf að skrá og skoða einu sinni á ári.

Geymsluskilyrði skulu vera í samræmi við leiðbeiningar framleiðanda þeirra filma sem notaðar eru.

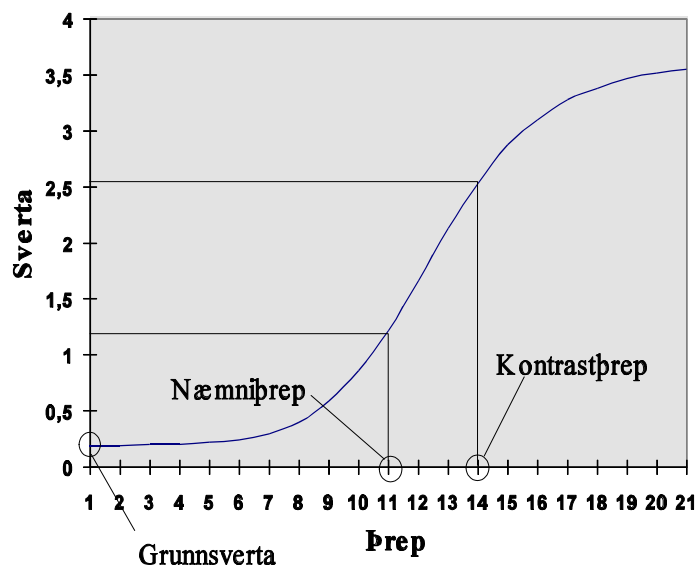
Viðmiðun:	Hitastig	lægra en 22°C
	Rakastigi	á bilinu 40-60%
	Umhverfisgeislun	<0,3μGy/klst.

## 7.4 Framköllun, filmuhylki og mögnunarþynnur

### 7.4.1 Framköllun

Gæði og greiningargildi röntgenmynda ákvarðast ekki síst við framköllun, sem er einn viðkvæmasti þátturinn í gerð þeirra. Breytingar við framköllun á filmum, eins og minni virkni vökva vegna aldurs eða notkunar, breyting á hitastigi, röng mötun á uppbotarvökvum og röng blöndun geta leitt til þess að grunnsverta, næmni og kontrast breytist. Framköllunareftirlit skal framkvæma daglega með filmum og gráskalagjafa (sensitometer).

*Aðferðir:* Sjálfvikur (tölvustýrður) aflestur af gráskalafilum auðveldar mjög eftirlit með öllum kennistærðum framköllunar. Ef sjálfvirkur aflestur af slíkum filmum er ekki til staðar skulu kennistærðir ákveðnar ú frá kenniferli sem færður er út frá mældum svertugildum fyrir hvert þrep. Eftirfarandi kennistærðir skulu skráðar; **grunnsverta** (base+fog) er svertan í þrepi 1. **Næmistuðull** er svertan í því þrepi sem er næst fyrir ofan 1,0 + grunnsvertu. Þetta þrep er nefnt næmniþrep. Kontrastþrep er ávallt 3 þrepum ofar og **Kontraststuðull** er svertan í því þrepi mínus næmniþrellinn. Framleiðendur filma og framköllunarvökva gefa upplýsingar um þær aðgerðir sem grípa þarf til ef þessar



Mynd 1. Kenniferill og kennistærðir framköllunar

kennistærðir breytast. Sjá einnig vandamálavísa í viðauka C og fræðslurit stofnunarinnar um eftirlit með framköllunarvélum (GR 95:01).

Við stöðugleikaprófun skal mæling þessara kennistærða ætíð fara fram með sama hætti og þegar grunnildin voru mæld. Mælingar skal gera á sama hátt fyrir allar framköllunarvélar. Allar mælingar skal færa í línurit, sem sýnir þróun mæligilda í hverjum mánuði. Mánaðarlega er rétt að taka saman yfirlit um framgang mælinga, þannig að fram komi, hvað var gert á tímabilinu og hvað lagfært.

Við upphaf gæðaeftirlits skal framköllunarferill mældur á 2ja tíma fresti með gráskalafilmu, ásamt því að skráð er hitastig, framköllunartími og endurnýjunarmagn vökva. Þegar framköllunarferill er orðin stöðugur skulu grunnildi ákveðin. Framhalds mælingar skulu gerðar reglulega á sama tíma dags, t.d. 1 klst. eftir að notkun hefst að morgni.

Mikilvægt er að myndgæði rýrni ekki við framköllun, þannig að filmur rispist eða skemmist að öðru leyti í framköllun. Framköllunavélar eru mjög mismunandi að gerð og innri lögun. Reglulegt viðhald og eftirlit á að tryggja hnökralausa framköllun röntgenmynda.

*Viðmiðanir:* Grunnsverta fyrir filmur með tvö næmilög má aldrei fara yfir 0.25.

Eftirfarandi viðmiðunarsvið eru viðeigandi fyrir þessar kennistærðir;

Næmistuðull +/- 0,15 svertustig

Kontraststuðull +/- 0,15 svertustig

ATH: Þar sem leiserprentari er tengdur við framköllunarvél, vegna útprentunar og framköllunar á myndum frá búnaði eins og MRI, CT, Ómun og fl., skal daglega prenta út “standard test”. Skrá og fylgjast skal með þeim grunnildum sem þar eru gefin, þannig að sama stig eftirlits er haft með slíkum framköllunarbúnaði og búnaði almennt.

#### 7.4.2 Aðrir eftirlitspunktar fyrir framköllunarvélar

1. *Mæling á pH -gildum í framkalla og festi.* Mæla á mánaðarfresti. Búnaður er pH-mælir, mælt er beint í tönkum framköllunarvélarinnar (ath. einnig getur verið áhugavert að mæla í endurnýjunartönkum). Skrá gildi á eftirlitsblað vélarinnar. Viðmiðanir:  
framkallari -  $\text{pH} = 10,5 \pm 0,5$   
festir -  $\text{pH} = 4,3 \pm 0,5$
2. *Silfurinnhald í festi.* Mæla beint í festi tanki, með sérstökum  $\text{Ag}^+$  pappír. Ef gildið er utan marka gæti þurft að breyta endurnýjunarmagni. Mæla einu sinni í mánuði og skrá gildið á eftirlitsblað framköllunarvélarinnar. Viðmiðun: max: 4-6 gr./lítra.
3. *Nýtt “emulsion”númer á prófunarfilmur eða skoðun á nýrri filmusendingu.* Notaður er gráskalagjafi og svertumælir. Gert er ráð fyrir því að þegar sé í gangi eftirlit með framköllunarbúnaði og til þess notaðar filmur með eldra “emulsion”númeri. Framkallið 6-8 filmur úr báðum filmusendingum og athugið, grunnsvertu, næmnistuðull og kontraststuðull. Ef munur á milli sendinga er meiri en  $\pm 0,1$  sverustig í næmni, gæti þurft að breyta stillingum framköllunarvélarinnar þegar byrjað er að nota nýju filmurnar.

### 7.4.3 Filmuhylki og mögnunarþynnur

Filmuhylki þarf að skoða að minnsta kosti árlega með tilliti til eftirfarandi þátta. Að lokunarbúnaður filmuhylkja virki vel. Að þéttni filmuhylkjana (screen film contact) sé góð, einnig ljóspéttni. Að hlutfallsleg næmni í hverjum flokki filmuhylkja sé kannað og að ástand, hreinsun og merkingar séu fullnægjandi.

*Aðferð:* Lokunabúnaður allra filmuhylkja þarf að virka vel og hylkið þarf að vera ljóspétt. Einnig þarf hylkið að tryggja góða þéttni (samloðun) á milli filmu og mögnunarþynnu. Þéttni er prófuð með sérstöku prófunaráhaldi, t.d. finriðnu neti eða samsvarandi og við myndatöku með hylki eiga ekki að myndast svæði með misjafna svertu á myndunum. Næmni mögnunarþynna er hægt að prófa þannig að geislað er á fjögur hylki í einu og eitt þeirra er viðmiðunarhylki, sverta myndana er síðan borin saman. Á hverju filmuhylki skal vera skráð í hvaða næmniflokki viðkomandi hylki er og í sama næmniflokki skulu vera filmuhylki sem gefa svertumismun minna en 0,3. Filmuhylki sem lenda fyrir utan þessa viðmiðun skal annað hvort taka úr notkun eða merkja þau sérstaklega. Æskilegt er að merkt sé á filmuhylki hvenær þau eru tekin í notkun. Hreinsun skal fara fram í samræmi við leiðbeiningar framleiðanda, með tilliti til notkunar.

## 7.5 Skoðunarskápar

Ljósaskápa þarf að skoða að minnsta kosti einu sinni á ári, með tilliti til eftirfarandi þátta. Hvort ljósstyrkur sé jafn á viðkomandi skápum, svo og á milli skápa. Hvort umhverfislýsing, almennt ástand og hreinsun sé í lagi.

Aðferð: Notaður er ljósmælir, sem gefur upp mæligildi í candellum á fermetra ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) og í "lúx" við mælingar á umhverfislýsingu. Byrjað er á því að kanna hvort skoðunarflötur skápsins sé hreinn, órispaðir og hafi ekki áberandi svæði með minni ljósstyrk eða lit. Heppilegast er að skipta fletinum í nokkra reiti og mæla í miðju hvers reits. Einnig nálægt hornum.

Viðmiðanir: Ljósstyrkur skoðunarskápa á að vera á bilinu  $1500 - 3000 \text{ cd}/\text{m}^2$  og má ekki breytast um meira en  $\pm 10\%$  yfir skoðunarflötinn, munur á milli lægsta og hæsta gildis á sama fleti má ekki vera meira en  $15\%$ . Munur á milli samliggjandi skápa má ekki vera meira en  $15\%$ . Lýsing í skoðunarherbergi er talin heppilegust um  $100 \text{ lúx}$ , en ekki er mælt með hærri lýsingu en  $300 \text{ lúx}$ .

## **7.6 Mammógrafiubúnaður**

Sjá Report on Nordic Radiation Protection Co-operation, 01:90 “*Mammography*” (Kvalitetsikring ved Mammografi - Prestanda och Konstanskontroller).

## **7.7 Tölvusneiðmyndabúnaður**

Í vinnslu ...

## **7.8 Geislavarnabúnaður**

Árlega skal skoða allan geislavarnabúnað sem fylgja á hverju röntgentæki, í samræmi við röntgenreglur (GR 96:06), svo sem blýsvuntur, blýhlífar fyrir eistu og eggjastokka, blýgúmmíhanskar, fastir eða lausir blýskermar. Skoða skal ástand hvers hlutar fyrir sig, t.d. er hægt að skyggna eða taka mynd af svuntum ef grunur leikur á skemmdum sem rýra skermunargildi þeirra.

## 8. Aðrar prófanir / mælingar

### 1. Öryggisbúnaður á röntgentækjum

Að minnsta kosti einu sinni á ári skal allur röntgenbúnaður kannaður með tilliti til eftirfarandi þátta:

- a. Að aðvörunljós í stjórnborði og á öðrum hlutum búnaðarins virka eins og vera ber.
- b. Að allir neyðarrofar búnaðarins séu virkir.
- c. Að allar stjórnakkar og hnappar séu í lagi og virkir.

### 2. Sjónrænt mat á myngæðum .

### 3. Úrkastgeining röntgenfilma

## 9. Heimildir / Ítarefni

1. ICRP 34, *Protection of the Patient in Diagnostic Radiology*, International Commission on Radiological Protection, Publication 34, 1982. Pergamon Press, Oxford.
2. ICRP 57, *Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry*, International Commission on Radiological Protection, Publication 57, 1989. Pergamon Press, Oxford.
3. ICRP 60, 1990 *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publication 60, 1990. Pergamon Press, Oxford.
4. ST-Guide 3.5. *Quality Control of Diagnostic X-ray Equipment and Film Processing*. STUK 1993.
5. *Protokol for konstanstest of röntgengeneratorer og udstyr til röntgenfotografering*. Statens Institute for Strålehygejne. 1996. Danmark
6. Guðlaugur Einarsson, Ásmundur Brekkan. *Röntgen- og aðrar myndgreiningarrannsóknir á Íslandi 1993. Yfirlit og samanburður við fyrri ár*. Læknablaðið 1995;81:790-7.
7. WHO Report. *Quality Assurance in Diagnostic Radiology*. World Health Organization (WHO), Geneva 1982.
8. British Institute of Radiology. *Assurance of Quality in the Diagnostic X-ray Department*. The Diagnostic Method Committee of the British Institute of Radiology. BIR 1988. UK.
9. *Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images*. Working Document, 1990. Commission of the European Communities.
10. Report on Nordic Radiation Protection Co-operation. *Nordic Guidance Levels for Patient Doses in Diagnostic Radiology*. Radiation Protection in Diagnostic Radiology. Report nr. 5, 1996. Geislavarnir ríkisins.

## Viðauki A. Stöðugleikaprófanir á röntgenbúnaði

Í töflu 2 er yfirlit yfir einstaka þætti í stöðugleikaprófun á röntgendeild. Fram kemur hvað er skoðað eða prófað svo og tíðni prófunar fyrir hvern þátt. Gert er ráð fyrir því að áætlun um gæðaeftirlit fyrir hvern stað taki mið af þessum þáttum, eins og við getur átt. Takmarkaðri prófunaráætlun getur verið ásættanleg ef búnaðurinn er prófaður á annan öruggan hátt, sem samþykkt er af stofuninni.

Tafla 2 Einstakir þættir í stöðugleikaprófun

Þættir	Eiginleikar	Skoðunar- / mæliaðferð
<b>Daglega</b>		
Franköllun	Grunnsverta, næmi og kontrast	Næmimæling
<b>Vikulega/mánaðarlega</b>		
Myndgæði	Upplausn, kontrast og svarta	Prófunaráhald og filmur
<b>Hálfsársfresti</b>		
Ljósblendur og geislasviðsblendur	Samræmi við ljóssvið og myndmóttakara	Prófunaráhald og filmur
<b>Árlega</b>		
Tökugildi	Útgangsgeslun - stöðuleiki, línuleiki, nákvæmni kV og geislunartíma	Háspennumælir og geislunarmælir eða prófunaráhald og filmur
Dimmuherbergi	Slikja (Fog)	Prófunarfilmur
Svertustýring	Stöðugleiki og ástand	Geislunarmælir eða filmur
Skyggnihlekkur	Bjögun, kontrast, upplausn og geislunarstyrkur	Prófunaráhald og geislunarmælir
Filmuhylki	Ljósþéttni og ástand	Filmur og mat skoðanda
Mögnunarþynnur	Þynnusnerting, næmni og hreinsun	Prófunaráhald og filmur
Dreifigeislasíur	Ástand	Prófunaráhald og/eða filmur
Geislavarnabúnaður	Ástand	Prófun og mat skoðanda
Skoðunarskápar	Birta og birtudreifing	Birtumæling og mat skoðanda
Filmugeymslur	Aðstæður fyrir filmur	Mat skoðanda og mæling á hita, raka og skráning geymslutíma

Nauðsynlegt er að lagfæra bilanir eða breytingar sem koma fram við stöðugleikaprófanir. Jafnvel minni háttar ágallar vegna geislaöryggis, skal vera búíð að laga áður en næsta stöðuleikaprófun fer fram eða að tilkynning um ágalla er birt með skýrum hætti á viðkomandi búnaði eða tæki.

## **Viðauki B. Skráningarblöð fyrir innra eftirlit**

### **Dæmi um skráningarblöð fyrir innra eftirlit með myndgreiningarbúnaði**

**SKRÁNINGARBLÖÐ**

Stofnun:

Deild:

Stofa:

**Ljós svið - Geislasvið**

Röntgentæki:

Röntgenlampi:

**Fókus :****Svertustilling :****kV :****“Kammer” :****mAs :****Filmuhylki :****FFF :****Stærð geislasviðs :****Athugasemdir:**

Mæling nr.	Dagsetning	Miðja geislasviðs	Mælt geislasvið		Frávik á breiddarás	Frávik á lengdarás
			Breidd	Lengd		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

**Hámarksfrávik:** +/- 1 % af FFF (sjá bls. 8)





**SKRÁNINGARBLÖÐ**

Stofnun:

Deild:

Stofa:

**Sverustýringar með filmu**

Röntgentæki:

Röntgenlampi:

**Fókus :****Svertustilling :****kV :****“Kammer” :****mAs :****Filmuhylki :****FFF :****Stærð geislasviðs :****Athugasemdir:**

<i>Stöðugleiki við endurtekningu</i>	
<i>Mæl. nr.</i>	<i>Sverta</i>
1	
2	
3	
4	
5	
<i>Meðaltal</i>	
<i>Niðurst.svið</i>	
<i>ð</i>	

<i>Breytileg þykkt myndefnis</i>	
<i>Þykkt</i>	<i>Sverta</i>
14	
16	
18	
20	
22	
24	
26	
<i>Meðaltal</i>	
<i>Niðurst.svið</i>	

<i>Breytileg stillt háspenna (kV)</i>	
<i>kV</i>	<i>Sverta</i>
60	
70	
80	
90	
100	
120	
<i>Meðaltal</i>	
<i>Niðurst.svið</i>	

(sjá viðmiðanir á bls. 11)

Sjá einnig næsta blað...

**SKRÁNINGARBLÖÐ**

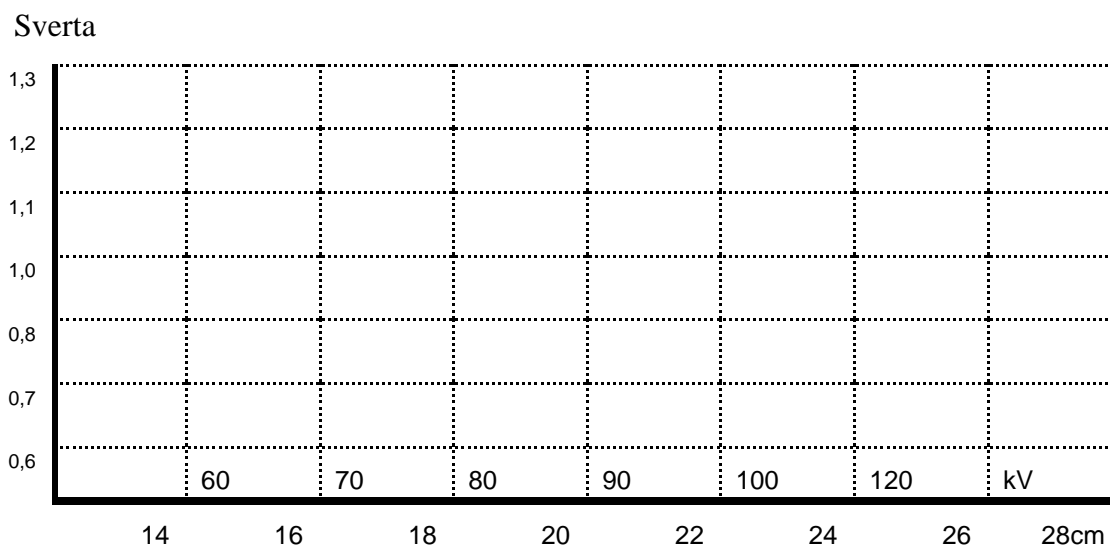
Stofnun:

Deild:

Stofa:

**Sverustýringar - mælingar með filmu (framhald)**

<i>Nákvæmni +/- stillinga</i>	
<i>Stilling</i>	<i>Sverta</i>
-2	
-1	
0	
+1	
+2	
<i>Meðaltal :</i>	
<i>Niðurst.svið :</i>	

**Línurit fyrir niðurstöður mælinga á svertustýringu:**





**SKRÁNINGARBLÖÐ**

Stofnun:

Deild:

Stofa:

**Dreifigeislsíur**

Röntgentæki:

Röntgenlampi:

**Fókus :****Svertustilling :****kV :****“Kammer” :****mAs :****Filmuhylki :****FFF :****Stærð geislasviðs :****Athugasemdir:***(sjá viðmiðanir bls. 13)*

Dagsetning	Lýsið útliti myndar og galla ef einhverjir eru	Teiknið inn galla
	_____	
	_____	
	_____	
	_____	
	_____	
	_____	



**SKRÁNINGARBLÖÐ**

**Eftirlit með framköllunarvélum**  
**Mánaðaryfirlit**

FRAMKÖLLUNARVÉL :		MÁNUÐUR.																															
DAGUR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
NÝR	FRAMAKALLARI FESTIR																																
ENDURNÝJUN	FRAMAKALLARI FESTIR																																
HITASTIG:	FRAMKALLARA																																
GRUNNSVERTA (FOG+BASE)	<input type="checkbox"/>	0,3																															
	<input type="checkbox"/>	0,2																															
	<input type="checkbox"/>	0,1																															
	<input type="checkbox"/>	0,0																															
NÆMNISTUÐULL	<input type="checkbox"/>	+0,15																															
	<input type="checkbox"/>	-0,15																															
KONTRAST- STUÐULL	<input type="checkbox"/>	+0,15																															
	<input type="checkbox"/>	-0,15																															

**Viðauki C. Vandamálavísir fyrir framköllun**

**Leiðbeiningar vegna  
vandamála við  
framköllun**

**Vandamálavísir**

## Leiðbeiningar um aðgerðir vegna breytinga á framköllunarferli

Í eftirfarandi töflum er bent á helstu ástæður fyrir breytingu á framköllunarferli, sem kemur fram við breytingu á 'næmni', 'kontrast' og 'grunnsvertu' og helstu aðgerðum til úrbóta. Skoðið einnig vandamálavísi í lok þessa kafla, en þar er sýnt hvernig línurit í yfirliti mæliniðurstaðna getur breyst í samræmi við neðangreindar ástæður.

Skyndileg aukning á næmni og kontrast	
Ástæður	Úrbætur
1. Aukinn framköllunarhiti * <sup>1</sup> .	<p>a) Kannið hitastig á framköllunarvökva, sbr. bls 5, leiðréttið ef þörf er á því.</p> <p>b) Kannið hitastig á skolvatni, það á oft að vera 3°C undir hitastigi framkallara *<sup>2</sup>.</p> <p>1) Ef hitastig á vatni er of hátt, þarf að stilla það rétt og bíða þar til framköllunarhiti lækkar.</p> <p>2) Ef hitastig á vatni er rétt en hitastig á framköllunarvökva of hátt, þarf að stilla hitastigið á framköllunarvökvanum rétt og bíða þar til hitastig lækkar.</p>
2. Of langur framköllunartími.	<p>a) Athugið framköllunartíma og leiðréttið ef þörf er á því.</p> <p>b) Athugið hvort óhreinindi eru á rúllum og hreinsið ef svo er.</p>

(\*1) Hér getur hækkun um 2° C haft veruleg áhrif. Meiri hækkun leiðir til hækkunar á grunnsvertu að því marki að kontrast fer að lækka.

(\*2) Þessi liður á aðeins við um þær vélar þar sem skolvatn er leitt í gegnum framköllunartank. Upplýsingar um þetta eru í leiðbeiningum framleiðanda.

<b>Hægfara aukning á næmni og kontrast</b>	
<b>Ástæður</b>	<b>Úrbætur</b>
1. Of mikil endurnýjun á framköllunarvökva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Athugið virkni endurnýjunardæla. Ef þær eru ekki í lagi, endurstillið þær.</li> <li>b) Kannið endurnýjunarstyrk, ef hann er ekki réttur, endurstillið.</li> </ul>
2. Léleg festing (fixer).	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Mælið silfurmagn í festi með til þess gerðum strimlum. Silfurmagn á ekki að fara yfir 10g/l.</li> <li>b) Kannið endurnýjunardælu fyrir festi, ef hún er ekki í lagi - endurstillið hana.</li> <li>c) Kannið endurnýjunarstyrk, ef hann er ekki réttur endurstillið.</li> </ul>

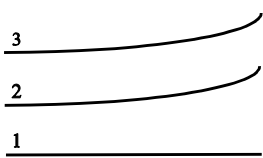


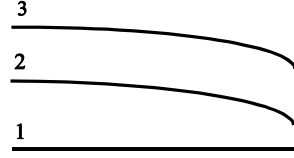
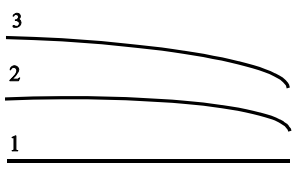
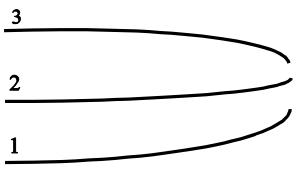
<b>Næmni og kontrast fellur skyndilega</b>	
<b>Ástæður</b>	<b>Úrbætur</b>
1. Framköllunarhiti er of lítill.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Kannið hitastig á framköllunarvökva, sbr. bls 5, leiðréttið ef þörf er á því.</li> <li>b) Kannið hitastig á skolvatni, það á oft að vera 3°C undir hitastigi framkallara. <ul style="list-style-type: none"> <li>1) Ef hitastig á vatni er of hátt, þarf að stilla það rétt og bíða þar til framköllunarhiti lækkar.</li> <li>2) Ef hitastig á vatni er rétt en hitastig á framköllunarvökva of hátt, þarf að stilla hitastigið á framköllunarvökvanum rétt og bíða þar til hitastig lækkar.</li> </ul> </li> </ul>
2. Lélegar hringrásardælur.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Athugið hvort hringrásadælur virka, ef ekki, fáið viðgerðamann til að líta á vélina.</li> </ul>
3. Of stuttur framköllunar-tími.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Athugið framköllunartíma og leiðréttið ef þörf er á því.</li> </ul>
4. Engin endurnýjun vökva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Athugið hvort vökva vantar á endurnýjunar-brúsa.</li> <li>b) Eru endurnýjunardælur í lagi?</li> </ul>

<b>Hægfara minnkun á næmni og kontrast</b>	
<b>Ástæður</b>	<b>Úrbætur</b>
1. Of lítil endurnýjun á framköllunarvökva.	a) Kannið endurnýjunarstyrk, ef hann er ekki réttur - endurstillið.

<b>Skyndileg aukning á næmni og grunnsvertu en minnkun á kontrast</b>	
<b>Ástæður</b>	<b>Úrbætur</b>
1. Framkallari hefur mengast af festi.	a) Skiptið um framköllunarvökva (hreinsið vél) og kannið hvað olli blönduninni. Lagfærið.
2. Lýsing í dimmuherbergi ábótavant.	<p>a) Kannið hvort dimmuljós séu orsök vandans með því að meðhöndla filmu án þess að hafa kveikt á þeim.</p> <p>b) Ef dimmuljós eru orsök vandans, kannið þá nánar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ljóssú í dimmulampa</li> <li>- perustærð í dimmulampa (25W)</li> <li>- Fjarlægð dimmulampa frá vinnuborði.</li> </ul> <p>c) Ef dimmuljós eru ekki orsök vandans, kannið þá hvort um eftirfarandi sé að ræða:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ljósleka</li> <li>- sterk gaumljós á tækjum</li> <li>- gamlar filmur í notkun.</li> </ul>
3. Mikil oxun.	a) Ef vél er ekki notuð í nokkra daga í röð svo sem eftir langa helgi getur þetta vandamál átt sér stað. Tappið þá vökvum af og byrjið með ferska.

# VANDAMÁLAVÍSIR.

Skýringar: Lína 3. = Kontrast  
 Lína 2. = Næmni  
 Lína 1. = Grunnsverta

Breyting á línunum	Útlit filmu	Möguleg ástæða
1. 	Fyrsta þrep yfirframköllunar. Næmnistuðull og kontrast fara hægt upp en grunnsverta er óbreytt.	<b><u>Yfirframköllun</u></b> a) Hitastig framkallarar of hátt. b) Framköllunartími of langur. c) Of mikil endurnýjun. d) Of lítill upphafsblendir. e) Blöndun vökva ábótavant, of lítið vatn / illa hrært.
2. 	Þegar yfirframköllun verður mikil þá fer grunnsvertan líka upp.	
3. 	Myndsverta of lág.	<b><u>Undirframköllun</u></b> a) Hitastig framkallara er of lágt. b) Framköllunartími er of langur. c) Virkni vökva minnkuð. d) Endurnýjun of lítil. e) Of mikið af upphafsblendir. f) Endurnýjunartankar tómir. g) Blöndun framköllunarvökva ábótavant, of mikið vatn eða illa hrært.
4. 	Lækkun á svertu. Minnkuð næmni.	
5. 	Minnkaður myndarkontrast Kontrast og næmni lækka.	
6. 	Grunnsverta hækkar. Næmni eykst. Kontrast minnkar.	a) Mikil yfirborðs oxun. b) Festi-mengaður framkallari.

## Dæmi um áætlun vegna innra eftirlits með röntgenbúnaði

Staður / Eigandi:        **Röntgenstofa .....spítalans**  
 Ábyrgðarmaður:        **Jóna Jónsdóttir, yfirlæknir**  
 Umsjónarmaður innra eftirlits: **Jón Jónsson, röntgentæknir**  
 Viðgerðar- / viðhaldsaðili:        **Jónas Jónasson, tæknideild .....spítalans**

**Staðarlýsing: Fjöldi rannsókna á ári (1995) : .....**

Ein röntgenstofa með Siemens Polydoros 50S röntgentæki, Picker vinnuborð og Philips lungnastand, ásamt tveimur röntgenlömpum. (Ekki skygging)  
 Framköllunarvél frá Okidóký, borðvél, staðsett í dimmuherbergi.

### Áætlun:

<i>Einstakur búnaður</i>	<i>Þættir</i>	<i>Tími</i>	<i>Starfsmaður</i>
Framöllumarbúnaður	Næmnimæling	Daglega	Jón
	Hreinsun I	Vikulega	Jón
	Hreinsun II / vökvar	2-3ja mánaða fresti (t.d. mars/júní/sept/des)	Jón / Jónas
<b>Röntgenbúnaður</b>	Gæði röntgenmynd	mánaðarleg	Jón
	Geislasviðsblenda	6 mánaðafresti (t.d. mars/sept)	Jón / Jónas
	Svertustýring	1 x ári (sept)	Jón / Jónas
	Dreifigeislasíur	1 x ári (sept)	
	Tökugildi	1 x ári (sept)	Jónas
<i>Dimmuaðstaða</i>	Ástand / tími	1 x ári (mars)	Jón
<i>Filmuhylki /mögnunarþynnur</i>	Ástand / Næmni	1 x ári (mars)	Jón
<i>Filmugeymslur</i>	Ástand	1 x ári (mars)	Jón
<i>Sköðunarskápar</i>	Ástand	1 x ári (mars)	Jón
<b>Geislavarnabúnaður</b>	Svuntur og fl.	1 x ári (mars)	Jón

Skráning:        Allar prófanir eru skráðar í gæðahandbók eða tölvu.