
Leiðbeiningar um skermun geislunaraðstöðu

(sbr. reglugerð nr. 1299/2015)

Guðlaugur Einarsson, geislafræðingur
Nellý Pétursdóttir, geislafræðingur
Jónína Guðjónsdóttir, geislafræðingur

Júní 2016
Geislavarnir ríkisins
Rauðarárstíg 10
105 Reykjavík
sími: 4428200 fax: 5528202
www.geislavarnir.is gr@gr.is
ISBN 978-9935-9255-1-0



GEISLAVARNIR RÍKISINS
ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

**Samkvæmt 65. gr. reglugerðar nr. 1299/2015 um geislavarnir vegna notkunar
geislataekja sem gefa frá sér jónandi geislun**

Efnisorð: lækisfræðileg notkun geislataekja, geislameðferðartæki, tannröntgentæki, dýralækna-
röntgentæki, iðnaðarröntgentæki, öryggisröntgentæki, innréttingar, skermun, blýgildi
byggingarefna, aðvörunarmerkingar, aðgangstakmarkanir og læsingar.

1. Inngangur.....	3
1.1 Almenn ákvæði	3
1.2 Aðvörunarmerkingar, skilti, ljós og læsingar	3
1.3 Grunnatriði við mat á skermun.....	4
2. Skermun geislunaraðstöðu, lækisfræðileg notkun	4
2.1 Almenn ákvæði	4
2.2 Föst röntgentæki, myndataka / skygging	6
2.3 Tölvusneiðmyndataeki.....	7
2.4 Færanlega röntgentæki, myndataka / skygging	7
2.5 Brjóstarröntgentæki	7
2.6 Beinþéttiröntgentæki	7
2.7 Tannröntgentæki	7
2.8 Kjálkasneiðmyndataeki (e. Orthopantomograph) og andlitsbeinataeki (e. Cephalostat).....	8
2.9 Geislameðferðartæki	8
3. Skermun geislunaraðstöðu við dýralækningar	10
4. Skermun geislaraðstöða í iðnaði og við öryggisgæslu	11
4.1 Skermuð geislataeki.....	11
4.2 Óskermuð geislataeki	11
5. Almennt um frágang byggingarefna	13
6. Byggingarefni sem notuð eru í skermun.....	13
7. Vegna útreiknings á nauðsynlegri skermun.....	14
8. Heimildir og frekari upplýsingar	16
Viðauki 1. Blýgildi ýmissa byggingarefna	17
Viðauki 2. Dæmi um hönnun aðstöðu og festingar	18
Viðauki 3. Afmörkun svæðis við tannröntgenmyndatökur.....	19
Viðauki 4. Dæmi um skörun byggingarefna.....	20

1. Inngangur

Við notkun geislatækja sem gefa frá sér jónandi geislun þarf að tryggja að geislun á starfsmenn og almenning sé innan þeirra marka sem sett hafa verið í lögum og reglugerðum. Leiðbeiningar sem fram koma í þessu riti eru gerðar með tilvísun í lög nr. 44/2002 um geislavarnir, reglugerð 1299/2015 um geislavarnir vegna notkunar geislatækja sem gefa frá sér jónandi geislun og reglugerð 1290/2015 um háþörk geislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er geislun.

Leiðbeiningarnar eru skrifaðar með hliðsjón af dönskum leiðbeiningum um sama efni, Afskærmning af röntgenanlæg (SIS, 2009) (1) og riti NCRP nr. 151, Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities (2) auk fleiri rita.

Leyfi til notkunar geislatækis, sem fellur undir ákvæði reglugerðar nr. 1299/2015, er ekki gefið út fyrr en sýnt hefur verið fram á að ekki þurfi sérstaklega skermaða aðstöðu vegna notkunarinnar eða að skermun aðstöðu sé fullnægjandi miðað við þá notkun sem um ræðir. Ef þörf er á skermaðri aðstöðu skal senda Geislavörnum ríkisins (GR) upplýsingar um fyrirhugaða aðstöðu og teikningar þar sem fram kemur gerð byggingarefnis í veggjum, lofti, gólfi, skermum, þykkt þeirra og áætlað blýgildi. Stofnunin hvetur jafnframt til þess að teikningar séu sendar til yfirferðar og samþykktar á meðan á hönnun húsnæðis stendur fremur en eftir að framkvæmdum er lokið.

Þessar leiðbeiningar ná til skermunar aðstöðu vegna notkunar geislatækja við læknisfræðilega myndgreiningu og geislameðferð, svo og myndgreiningu við tannlækningar og dýralækningar. Þá eru einnig gefnar almennar leiðbeiningar um geislatæki sem notuð eru í iðnaði og við öryggisgæslu. Leiðbeiningarnar ná ekki til skermunar vegna notkunar einstakra geislavirkra efna. Í leiðbeiningunum er almennt fjallað um röntgentæki, nema þegar um aðra tegund geislatækja er að ræða, s.s. línuhraðla, eða sambærilegan búnað.

1.1 Almenn ákvæði

Geislunaraðstöðu (rými eða herbergi) þar sem nota skal röntgentæki þarf að skerma þannig að tryggt sé að geislaálag einstaklinga sem eru fyrir utan þessa aðstöðu, geti ekki orðið meira en sem svarar 0,25 mSv á ári (sbr. 65. gr. reglugerðar nr. 1299/2015). Aðstöðu þar sem sett hefur verið upp geislatæki, má ekki útbúa til annarrar notkunar, s.s. biðherbergi, búningsherbergi, skrifstofu eða því um líkt. Ef það eru fleiri en eitt geislatæki staðsett í aðstöðunni eða í aðliggjandi rýmum, þarf að taka tillit til þess við hönnun skermunar. Við slíkar aðstæður ber að líta á öll tækin í viðkomandi rými og aðliggjandi rýmum sem eina uppsprettu geislunar.

1.2 Aðvörunarmerkingar, skilti, ljós og læsingar

Alls staðar þar sem geislatæki eru sett upp og notuð eiga að vera til staðar viðeigandi aðvörunarmerkingar við inngang(a) sem tiltaka að geislatæki sé notað í viðkomandi aðstöðu og að aðgangur sé óviðkomandi óheimill, þar sem það á við. Á röntgenstofum þar

sem ekki er augljóst hvenær myndataka eða skygging fer fram skal setja upp viðeigandi viðvörunarbúnað, s.s. aðvörunarljós. GR setja í leyfi til notkunar á viðkomandi búnaði eða í eftirlitsskýrslum frekari kröfur um slíkar aðgangstakmarkanir, s.s. aðvörunarljós, skilti og læsingar á aðstöðu eftir eðli og umfangi notkunar hverju sinni.

Tryggja þarf að ekki sé hægt að nálgast föst geislatæki án þess að aðvörunarmerkingar séu til staðar og eftir því sem við á einnig aðrar aðgangstakmarkanir s.s. læsingar. Færanleg tæki skulu geymd við aðstæður þannig að aðgengi að þeim er takmarkað og ekki möguleiki á misnotkun.

1.3 Grunnatriði við mat á skermun

Þegar þörf á skermun er metin þarf hámarksorka geislunar frá geislatæki að vera þekkt, sbr. hæstu mögulegu spennu yfir röntgenlampa röntgentækis eða hámarksorku línuhraðals við notkun. Orka hefur mikil áhrif á smýgni geislunar í efni og því mikilvægt að taka tillit til hennar við hönnun skermunar.

Einnig er mikilvægt að vita hvort flötur sem skerma á getur orðið fyrir frumgeisla eða hvort einungis þarf að skerma vegna dreifigeislunar. Í aðstöðu þar sem afstaða röntgenlampa og myndnema röntgentækis er föst og geisli getur aðeins lent á myndnema, þarf sem dæmi aðeins að skerma vegna dreifigeislunar. Á hinn bóginn þarf að huga sérstaklega að skermun þar sem frumgeisli lendir á vegg að staðaldri, t.d. á bak við lungnastand á röntgenstofu.

Í kafla 2 er fjallað um skermun vegna geislatækja við læknisfræðilega notkun, um skermun vegna geislatækja í dýralækningum í kafla 3. Í kafla 4 er fjallað um geislatæki í iðnaði og við öryggisgæslu. Fjallað er um byggingarefni til skermunar og frágang þeirra í köflum 5 og 6 og í 7. kafla er kynnt hvernig sýna skuli fram á fullnægjandi skermun með útreikningum ef sú leið er valin.

2. Skermun geislunaraðstöðu, læknisfræðileg notkun

2.1 Almenn ákvæði

Krafan um að geislaálag einstaklinga utan geislunaraðstöðu sé undir 0,25 mSv/ári, telst uppfyllt ef skermun aðstöðunnar er í samræmi við það sem fram kemur í **Töflu 1**. Ef ekki er farið eftir þeim leiðbeiningum þarf að sýna fram á að krafan sé uppfyllt með niðurstöðum mælinga og/eða með útreikningum á mögulegu geislaálagi starfsmanna eða almennings fyrir utan aðstöðuna. Nánar má lesa um slíka útreikninga í kafla 7.

Þörf fyrir skermun aðstöðu fer eftir því hvers konar röntgentæki á að nota þar, hvort um er að ræða geislaþungar rannsóknir eða aðgerðir, svo og fjölda rannsókna og aðgerða. Gerð er krafa um skermun þar sem framkvæmdar eru geislaþungar rannsóknir og fyrir þau rými þar sem framkvæmdar eru fleiri en 5 rannsóknir á viku (að meðaltali). Skráning á notkun sem staðfestir það skal vera aðgengileg starfsmönnum GR við eftirlit. Ef breytingar í notkun

viðkomandi aðstöðu eiga sér stað, eða breytingar verða á öðrum aðstæðum skal endurmeta þörfina fyrir skermun. Mikilvægt er að tryggja að ofangreind krafa um geislaálag einstaklinga utan aðstöðunnar sé alltaf uppfyllt og skjalfest.

Tafla 1 Nauðsynlegt blýgildi (mm) skermunar m.v. notkun og geislatæki

Tegund tækja og/eða tegund notkunar		Veggir til 250 cm	Loft/veggir frá 250 cm	Gólf
Föst röntgentæki við lækisfræðilega myndgreiningu	≤ 70 kV	0,5	0,5	1,0
	>70 kV til ≤ 100 kV	1,5	1,0	2,0
	>100 kV til ≤ 150 kV	2,0	1,0	2,5
Tölvusneiðmyndataeki		2,0	2,0	2,0
Færanleg tölvusneiðmyndataeki		Metið af GR í hverju tilfelli		
O – laga skyggnitæki (færanleg/föst)		Metið af GR í hverju tilfelli		
Tomosynthesis-tæki		Metið af GR í hverju tilfelli		
Beinpéttniröntgentæki		Metið af GR í hverju tilfelli		
Brjóstarröntgentæki (e. mammography)	≤ 35 kV	0,3	0,3	0,5
	> 35 kV	0,5	0,3	1,0
Tannröntgentæki (≤ 70 kV) m. myndnema í munnholi eða við dýralækningar		0,25 (í 200 cm)	-	-
Stærri tannröntgentæki (> 70 kV) kjálkasneiðmynda- og andlitsbeinataeki		1,0 (í 200 cm)	1,0	1,0
Tölvusneiðmyndataeki við tannlækningar		1,0	1,0	1,0
Röntgentæki við dýralækningar	≤ 70 kV	0,5	0,5	1,0
	> 70 kV til ≤ 100 kV	1,5	1,0	2,0
	> 100 kV til ≤ 150 kV	2,0	1,0	2,5
Skyggnitæki við dýralækningar		2,0	1,0	2,0

Ekki þarf að skerma vegg, glugga eða loft sem frumgeisli lendir aldrei á, ef enginn getur verið nær þeim en í 5 metra fjarlægð (2 metra ef um er að ræða tannröntgentæki með hæstu spennu ≤ 70kV). Þetta á þó ekki við þegar um er að ræða geislatæki sem geta haft í för með sér háa geislaskammta fyrir sjúklinga, s.s. tölvusneiðmyndataeki eða þegar um er að ræða aðgerðar- eða inngrípsrannsóknir. Í þeim tilfellum er fjarlægðin ákveðin af GR.

Ekki þarf að skerma vegg, glugga eða loft ef engin getur verið nær þeim en í 30 metra fjarlægð eða 20 metra ef um er að ræða tannröntgentæki með hæstu spennu $\leq 70\text{kV}$.

Fyrir útvegg og loft, þar sem enginn getur verið nær en 3 metrum, má minnka skermunina frá því sem tilgreint er í Töflu 1, samkvæmt eftirfarandi:

- a. um 0,25 mm ef hæsta spennan yfir lampa er 70kV eða minni.
- b. um 0,5 mm ef hæsta spennan yfir lampa er 70kV – 200kV

Þar sem aðstaða er þröng og/eða þar sem mikil notkun tækjabúnaðar er fyrirsjáanleg, s.s. við aðgerðar-/inngripsrannsóknir og tölvusneiðmyndarannsóknir, geta GR gert kröfur um meiri skermun en fram kemur í Töflu 1.

2.2 Föst röntgentæki, myndataka / skygging

Þegar um er að ræða föst röntgentæki (hámarksspenna hærri en 70 kV og minni eða jafnt og 150 kV), þarf stjórnborð tækisins annaðhvort að vera í sérstökum klefa inn í eða fyrir utan aðstöðuna eða á bakvið fastan skerm, til þess að verja starfsfólk fyrir geislun.

Skermurinn á að vera þannig að starfsfólk á bak við hann verði ekki fyrir frumgeislun og sem minnsti dreifigeislun frá sjúklingi. Skermurinn á að vera a.m.k. 200 cm á hæð og nægilega breiður til þess að allir starfsmenn geti skýlt sér á bak við hann, gerist þess þörf.

Þá á staðsetning stjórnborðsins að vera þannig að starfsmaður, í skermaðri aðstöðu, geti alltaf fylgst með sjúklingi á meðan rannsókn fer fram.

Ef myndnemi er upp við vegg (ekki útvegg) þarf að bæta við skermun á bak við myndnemann sem svarar til 1 mm blýs og á þessi viðbótarskermun að ná a.m.k. 20 cm út fyrir stærsta geislasvið.

Í aðstöðu þar sem frumgeisli getur aðeins fallið á myndnema eða umbúnað hans, þurfa gólf, veggir, loft og skermar aðeins að hafa blýgildið 1 mm svo framarlega sem:

- a) tækishlutinn sem geislunin fellur á hafi blýgildi 1,5 mm sé hámarksspenna yfir röntgenlampa meiri en 100kV
- b) tækishlutinn sem geislunin fellur á hafi blýgildi 1 mm sé hámarksspenna yfir röntgenlampa 100kV eða lægri.

Mælt er með því að starfsmannainngangur í aðstöðuna sé ávallt í gegnum slússur (skermaðar dyragáttir) í staðinn fyrir dyr með blýklæddum hurðum. Tryggja þarf að slíkar slússur skermi bæði frumgeislun og dreifigeislun frá sjúklingi. Dæmi um slíkar slússur eru í viðauka 2.

2.3 Tölvusneiðmyndataeki

Þar sem tölvusneiðmyndataeki eru sett upp þarf stjórnborð tækisins ávallt vera fyrir utan aðstöðuna eða í sérstökum klefa innan hennar.

Mælt er með að aðgengi starfsmanna sé í gegnum slússur, sjá viðauka 2, eða dyragátt með rennihurð(um).

2.4 Færanlega röntgentæki, myndataka / skygging

Þar sem færanleg röntgentæki eru notuð og notkunin er regluleg, það er a.m.k. einu sinni á dag að jafnaði miðað við 50 almenna vinnudaga (5 rannsóknir á viku að meðaltali) eða þar sem framkvæmdar eru geislapungar rannsóknir, skal skerma gólf, loft og vegg í samræmi við kröfur um skermun lofts í Töflu 1. Sé notkun minni, þarf ekki að skerma sérstaklega vegna hennar.

2.5 Brjóstarröntgentæki

Gólf, loft, veggir og skermar fyrir starfsmenn skulu hafa blýgildi eins og krafist er í Töflu 1. Stjórnborð röntgentækja í þessum flokki koma yfirleitt með áföstum skerm fyrir starfsmenn.

2.6 Beinþéttiröntgentæki

Ef geislunarstyrkur við brún sjúklingaborðs tækisins getur orðið meiri en $2,5 \mu\text{Gy/klst.}$ við framkvæmd rannsókna, skal blýgildi fyrir gólf, loft, veggir og skerma fyrir starfsmenn vera eins og krafist er fyrir loft í Töflu 1 fyrir röntgentæki við læknisfræðilega myndgreiningu.

2.7 Tannröntgentæki

Veggi geislunaraðstöðu þarf að skerma í samræmi við Töflu 1 miðað við hámarksspennu og notkunarvið. Best er að staðsetja tæki þannig að við myndatöku falli frumgeisli eingöngu á vegg sem veita fullnægjandi skermun. Í viðauka 3 er sýnt hvernig svæðið sem frumgeisli lendir á er afmarkað miðað við staðsetningu sjúklings í herberginu. Geti sá sem stjórnar tækinu ekki nýtt sér fasta vegg sem hafa nægilegt blýgildi, skal hann geta staðið í að a.m.k. 2ja metra fjarlægð frá frumgeisla þegar myndað er. Annað starfsfólk má ekki vera í stefnu frumgeisla nema á bakvið nægilega skermun og aldrei nær en í 4 metra fjarlægð.

Ekki þarf að skerma sérstaklega hurðir eða glugga sem frumgeisli lendir ekki á. Ekki þarf að skerma útveggi eða glugga, þar sem engin getur verið nær en 5 metra. Göt og op í veggjum sem frumgeisli lendir á og sem eru stærri en 7,5 cm í þvermál, þarf að hylja með viðeigandi skermun. Ekki þarf skermun í röntgenaðstöðu fyrir almenn tannröntgentæki þar sem fjöldi röntgenmynda eru færri en 15 á viku. Skráning á notkun sem staðfestir það skal vera aðgengileg starfsmönnum GR við eftirlit.

Þar sem notuð eru röntgentæki á færanlegri undirstöðu og þar sem fjöldi rannsókna er meiri en 15 á viku, má nota færanlegan skerm sem hefur a.m.k. 0,25 mm blýgildi.

2.8 Kjálkasneiðmyndataeki (e. Orthopantomograph) og andlitsbeinataeki (e. Cephalostat)

Til viðbótar við kröfu um blýgildi veggja, gólfs og lofts, sbr. Töflu 1, skal staðsetja viðbótar skermun (1 mm blýgildi) í vegg á bakvið myndmóttakara á andlitsbeinataekjum og skal sú skermun ná a.m.k. 3 cm út fyrir stærsta mögulega geislasvið úr röntgenlampanum.

Fyrir kjálkasneiðmyndataeki, þar sem frumgeisli fellur eingöngu á myndnema má minnka skermun veggja, gólfs, hurða, glugga og lofts í 0,5 mm. Skermun skal ná í 200 cm hæð frá gólfi.

Mikilvægt er að starfsmaður sem framkvæmir rannsókn geti fylgst með sjúklingi í skermaðri aðstöðu, á meðan á rannsókn stendur annað hvort í gegnum glugga með blýgleri eða í speglum.

2.9 Geislameðferðartæki

Við undirbúning og hönnun aðstöðu fyrir geislameðferð eða við breytingar á slíkri aðstöðu sem gæti haft áhrif á geislavarnir er nauðsynlegt að hafa samráð við GR. Við slíkt samráð er hægt að fara yfir þau atriði sem máli skipta á hönnunarstigi, s.s. val á byggingarefnum, skermunarkröfum og öryggis- og aðvörunarbúnaði. Slíkt samráð er einnig nauðsynlegt þegar breyta skal rýmum umhverfis aðstöðu fyrir geislameðferð eða notkun þeirra.

Markmið skermunar fyrir geislameðferðaraðstöðu er það sama og fyrir geislunaraðstöður almennt, að ólíklegt sé að nokkur sem staðsettur er fyrir utan aðstöðuna geti fengið meira geislaálag en sem svarar 0,25 mSv/ári vegna starfrækslu geislameðferðarbúnaðar þar.

Geislameðferðarbúnaður skal eingöngu notaður í lokaðri aðstöðu, með viðeigandi skermun í veggjum, gólfi, lofti og hurðum. Mælt er með því að slík aðstaða hafi eingöngu einn inngang. Stjórn- og vöktunarbúnaður skal staðsettur fyrir utan aðstöðuna. Eingöngu þar sem verið er að nota röntgentæki með lága háspennu (undir 50 kV) við geislameðferð, getur stjórnarbúnaður verið innan aðstöðunnar og þá með viðeigandi skerm.

Til staðar þarf að vera

1. Viðeigandi öryggiskerfi, læsingar og aðgangstakmarkanir sem koma í veg fyrir óviðkomandi aðgang og óviðeigandi notkun. Mælt er með að minnsta kosti tveimur óháðum kerfum.
2. Búnaður sem gefur möguleika á sjónrænu eftirlit með þeim hluta eða hlutum aðstöðunnar þar sem ekki mega vera aðrir viðstaddir en sjúklingurinn við framkvæmd geislameðferðar.
3. Búnaður sem gefur möguleika á því að rjúfa straum að meðferðartæki eða gerir ómögulegt að hefja meðferð ef hurð er opin, s.s. rofar sem gefa til kynna að hurð aðstöðunnar sé lokað og „síðastur út rofi“. o.fl.

4. Neyðarrofar skulu vera staðsettir fyrir innan og utan hurð, á viðeigandi stað við meðferðartækið og við stjórnborð tækisins.
5. Búnaður fyrir utan aðstöðuna skal vera með hljóð- og/eða ljósmerki sem gefur ótvírætt til kynna þegar verið er að geisla með tækinu.

Aðstöðu fyrir geymslu og meðhöndlun geislavirkra efna (lokaðra linda) sem notuð eru við geislameðferð þarf að meta sérstaklega.

Fyrir hverja meðferðaraðstöðu þarf að halda til haga þeim gögnum um aðstöðuna sem gefa upplýsingar um:

1. Tækjabúnað sem þar er notaður, tegund, gerð, staðsetningu, geislasvið og stefnur.
2. Tegund byggingarefna í veggjum, hurðum, lofti og gólfi, þykkt þeirra og skermunareiginleika.
3. Öryggis- og varnargang (e. labyrinth) og öryggisbúnað
4. Niðurstöður geislaælinga fyrir utan aðstöðuna.

3. Skermun geislunaraðstöðu við dýralækningar

Skermun slíkrar aðstöðu skal vera í samræmi við kröfur í Töflu 1 og í samræmi við lýsingu í köflum 2.1. til 2.4 og 2.7 eins og við getur átt hverju sinni.

Ef röntgentæki eru notuð á víðavangi skal nota plötu sem er stærri en myndmóttakarinn og með a.m.k. 2 mm blýgildi fyrir aftan myndmóttakarann.

4. Skermun geislaaðstaða í iðnaði og við öryggisgæslu

Geislataækjum sem notuð eru í iðnaði og við öryggisgæslu skiptast í tvo flokka; skermuð og óskermuð geislataeki.

4.1 Skermuð geislataeki

Langflest röntgentæki sem notuð eru í iðnaði og við öryggisgæslu **eru skermuð** þannig að frumgeisli úr röntgenlampa þeirra er með öllu óaðgengilegur fyrir fólk og dreifigeislun frá tækinu við notkun er takmörkuð með blý- og/eða málmhlífum. Dæmi um þessi tæki eru efnagreiningartæki í verksmiðjum og á rannsóknarstofum, röntgentæki sem notuð eru við gæðaeftirlit í iðnaði og farangursleitartæki á flugvöllum og fleiri stöðum. Þessi tæki eru þannig úr garði gerð, að ef blý- og/eða málmhlífar þeirra eru teknar eða færðar úr stað mun það valda því að ekki er hægt að geisla með tækinu.

Til að tryggja að árlegt geislaálag þeirra starfsmanna sem umgangast og nota þessi tæki, fari aldrei yfir 0,25 mSv á ári, má mesta geislun við yfirborð skermaðra tækja ekki fara yfir 1,0 μ Sv/klst í 10 cm fjarlægð frá yfirborði þeirra. Þegar þetta er uppfyllt þarf yfirleitt ekki viðbótarskermun fyrir þá aðstöðu þar sem tækið er notað.

4.2 Óskermuð geislataeki

Dæmi um **óskermuð** röntgentæki eru færanleg röntgentæki sem notuð eru við efnisprófanir (e. NDT (Non Destructive Testing)) s.s. gæðaeftirlit á málmsuðum, leit að málmgöllum eða málmtæringu, en einnig við öryggisgæslu og tollaeftirlit.

Þar sem óskermuð röntgentæki eru notuð fyrir utan skermaða aðstöðu þarf að tryggja öryggi almennings og starfsmanna með viðeigandi verklagsreglum.

Skermun geislunaraðstöðu fyrir óskermað iðnaðarröntgentæki skal vera í samræmi Töflu 2, miðað við hámarksspennu röntgentækisins.

Tafla 2. Þykkt skermunar m.v. blý og steypu í geislunaraðstöðu fyrir iðnaðarröntgentæki til efnisrannsókna.

Hámarks spenna (kV)	Veggir / hurð (mm)		Loft og gólf (mm)	
	Blý	Steypa*	Blý	Steypa*
50 – 150	2,5	250	1,0	100
151 – 200	4,0	300	1,5	100
201 – 250	8,0	350	2,0	150
251 - 300	12	400	3,0	150

* reiknað út frá eðlisþyngd steypu 2,3 g/ cm³

Stjórnbúnaður tækis skal vera staðsettur utan aðstöðunnar og í sjónmáli við inngang hennar. Markmiðið er að geislaálag einstaklinga sem eru fyrir utan þessa aðstöðu, geti ekki orðið meira en sem svarar 0,25 mSv á ári.

Þar sem notkun þessara röntgentækja hefur í för með sér geislun í langan tíma og stærð geislasviðs og stefna geislunar getur verið breytileg, eru yfirleitt einnig gerðar ítarlegar kröfur um aðvörunarmerkingar, aðgangstakmarkanir og læsingar bæði á aðstöðunni og tækjunum sjálfum. Þá þarf að vera til staðar neyðarrofi(-ar) sem gerir mögulegt að stöðva geislun inni í aðstöðunni.

5. Almennt um frágang byggingarefna

Á samskeytum efna sem notuð eru til skermunar, t.d. blý-blý, blý-blýgler og blý-steinsteypa, skal þess gætt að skörun sé fullnægjandi þannig að skermun minnki ekki við samskeytin. Skörun efna skal ekki vera minni en 1 cm nema tryggt sé að skermun minnki ekki þótt sprungur myndist t.d. á samskeytum steyptra veggja og gólfs.

Gera þarf miklar kröfur til frágangs á hurðum vegna skörunar á skermunarefni í hurðaspjaldi og hurðakarmi, hurðarkarmi og veggs, svo og fleiri atriða. Þannig þarf sérstaklega að huga að skermun umhverfis festingar fyrir handföng, hurðahúna og læsingarbúnað.

Milli hurðar og gólfs er ekki krafist skörunar, en bilið milli blýlags í hurð og skermendi efnis í gólfi má ekki vera meira en 1 cm.

Veggir í geislunaraðstöðu skulu ávallt skermaðir frá gólfi til lofts, nema fyrir almenn tannröntgentæki með ≤ 70 kV háspennu. Sé það ekki hægt vegna loftræstistokka eða annarra lagna, skal skermun samkvæmt Töflu 1, ná að minnsta kosti í 2,5 m hæð og síðan út frá vegg inná loftið sem svara 5 sinnum sú fjarlægð sem er frá skermun í vegg að lofti.

Þar sem rjúfa þarf skermun, vegna leiðslna eða annars, skal þess gætt að bæta hana aftur með viðeigandi byggingarefnum og að skörun þeirra sé tryggð. Skermun lagnaleiða í gólfum þarf yfirleitt ekki að bæta.

Þess skal gætt að efni sem notuð eru til skermunar, svo sem múrhúðun o.fl., séu nægilega einsleit og blönduð í réttum hlutföllum.

6. Byggingarefni sem notuð eru í skermun

Hæfileiki efnis til þess að draga úr röntgengeislun (deyfa) fer eftir þéttni þess og þykkt.

Blý er mjög oft notað til skermunar á röntgengeislun. Blý kemur yfirleitt sem upprúllaðar ræmur í mismunandi þykktum frá framleiðendum eða sem blýplötur þar sem blý hefur t.d. verið límt á gifs eða timburplötur.

Mikilvægt er að blýplötur séu þannig settar upp í veggjum að þær renni ekki til vegna eigin þyngdar. Það er hægt að gera með því að skrúfa plöturnar upp á vegginn og setja síðan t.d. gifsplötur eða spónaplötur yfir. Yfirleitt er ekki nauðsynlegt að setja auka blýlag yfir skrúfugöt þar sem málmskrúfur eru með mjög svipaða skermun og blýið.

Æskilegt er að yfirborðs meðhöndla blýplötur vegna mögulegrar tæringar ef þær eiga að liggja upp að múrsteini, múr eða steinsteypu.

Steypa. Steinsteypa er notuð í vegg og plötur á milli hæða. Mikilvægt er að upplýsingar séu til staðar um það hvernig steypa er notuð þar sem þéttni hennar er mismunandi; venjuleg ($2,2 \text{ g/cm}^3$) og léttsteypa ($0,6 \text{ g/cm}^3$).

Við mat á skermun í steyptri aðstöðu þarf einnig að skoða að oft eru sett holrými í steypuna (plötur milli hæða) sem takmarkar þykkt hennar (t.d. kúluplötur). Slík holrúm geta verið allt að 80% af þykkt. Ætíð skal miða við minnstu þykktina við slíkar aðstæður.

Múrsteinn – vikurplötur. Múrsteinn er ekki mikið notaður hérlandis, en þéttni hans er um $1,7 \text{ g/cm}^3$, þegar hann er notaður í burðarveggi. Holur múrsteinn hefur minni þéttni eða um $1,5 \text{ g/cm}^3$. Ekki má rugla múrsteini saman við vikurplötur sem mikið eru notaðar hérlandis en hafa mun minni þéttni eða um $0,6 \text{ g/cm}^3$.

Blýgler inniheldur blý og baríum og nær þannig skermunar eiginleikum um leið og það líkist mjög mikið venjulegu gleri. Blýgler er aðallega notað í glugga í veggjum við stjórnborð röntgentækja, en einnig er samskonar gler notað í blýgleraugu fyrir starfsmenn. Athuga þarf að láta merkingar sjást eða skrásetja við uppsetningu.

Gifsplötur er, þrátt fyrir tiltölulega lága þéttni, hægt að nota sem skermunarefni við notkun röntgentækja með lága háspennu, s.s. brjóstarröntgentækja og smærri tannröntgentækja. Þannig samsvara 4 gifsplötur (13 mm þykkar) um 0,3 mm blýs miðað við 30 keV orku geisla og 8 plötur (13 mm þykkar) jafngilda um 0,5 mm blýs sé orka geisla minni en 70 keV. Einnig er hægt að kaupa gifsplötur sem eru með áföstum öðrum byggingarefnum og verða framleiðendur að tilgreina skermunareiginleika þeirra.

Gler deyfir ekki röntgengeislun svo neinu nemur og er að jafnaði ekki tekið með í skermunarútreikningum. Það hefur lága þéttni og allt að 10 cm þykk gler þarf til þess að jafngilda 2,0 mm blýi.

Tré / Timbur. Vegna lágrar þéttni er timbur ekki gott efni til þess að draga úr röntgengeislun og timburveggur þarf að vera a.m.k. 100 cm þykkur til þess að deyfa röntgengeislun að einhverju ráði og auki verður til mikil dreifigeislun í timbri.

7. Vegna útreiknings á nauðsynlegri skermun

Ef ekki er farið eftir þeim leiðbeiningum um skermun sem tilgreindar eru í þessu riti, þarf leyfishafi/ábyrgðarmaður að gera nauðsynlega útreikninga og e.t.v. mælingar á geislun í aðliggjandi herbergjum og vinnustöðum, sem staðfesta að aðstaðan mun uppfylla viðeigandi kröfur um skermun.

Við slíka útreikninga þurfa að liggja fyrir ýmsar upplýsingar, s.s. :

- útgangsgeislun viðkomandi tækis
- umfang notkunar
- viðverustuðull í öllum rýmum

- fjarlægðir frá uppsprettu geislunar
- deyfing geislunar í sjúklingi (myndefni) og skoðunarborði/veggstandi
- gerð efna í gólfi, lofti, hurð, gluggum og veggjum.

Byrja þarf á því ákveða orkueiginleika geislunarinnar (e. radiation quality) sem notuð verður. Því næst þarf að reikna geislunarstyrk vegna bæði frumgeisla og dreifigeislunar við notkun. Þessi geislun mun ráðast af ofangreindum þáttum, s.s. umfangi notkunar, viðverustuðli, fjarlægð í uppsprettu geislunar, stefnu geislunar frá uppsprettu, deyfingu í sjúklingi og tækjabúnaði. Síðan eru reiknuð áhrif deyfingar á geisluninni vegna skermunarefna miðað við þykkt þeirra og staðsetningu.

Smýgni geislunar í gegnum skermunarefni er háð orkueiginleikum geislunarinnar og eiginleikum efnisins (sætistala og þéttni). Nánari skýringar má finna í heimildaskrá, sjá heimildir nr. 2, 3 og 4.

Tryggja þarf að geislaálag einstaklinga sem staðsettir eru fyrir utan geislunaraðstöðuna verði ekki umfram 0,25 mSv/ári. Við slíka útreikninga er einnig ráðlagt að huga að framtíðarnotkun aðstöðunnar og mögulegri aukningu í notkun.

Geislavarnir ríkisins yfirfara og meta skermun geislunaraðstöðu út frá slíkum útreikningum og þurfa þá teikningar af fyrirhuguðu húsnæði að fylgja slíkri beiðni.

8. Heimildir og frekari upplýsingar

1. Afskærmning af röntgenanlæg. Statens Institut for Strålebeskyttelse 2009.
2. Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities. NCRP, Report No. 151, 2005
3. Structural Shielding Design for Medical X-ray Imaging Facilities. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP report No. 147, 2005.
4. Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities. NCRP, Report No. 151, 2005

Frekari upplýsinga um geislavarnir má finna í þessum ritum:

1. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103
2. Radiological Protection in Medicine. International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 105. Elsevier, 2008.
3. Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures outside the Imaging Department. ICRP Publication 117. ICRP Publication 117
4. Radiological Protection in Cardiology. ICRP Publication 120
5. Radiological Protection in Pediatric Diagnostic and Interventional Radiology. ICRP Publication 121
6. Radiological Protection of the Worker in Medicine and Dentistry. International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 57. Pergamon Press, 1989.
7. IEC standard 61859 "Guidelines for radiotherapy treatment rooms design"
8. Radiation Protection in Dentistry. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. NCRP report No. 145, 2004.
9. Radiation Protection in Veterinary Medicine. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. NCRP report No. 148, 2004.
10. IAEA Safety Report Series 47 Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities

Viðauki 1. Blýgildi ýmissa byggingarefna

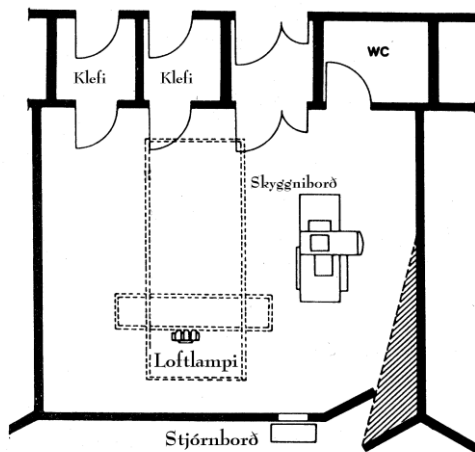
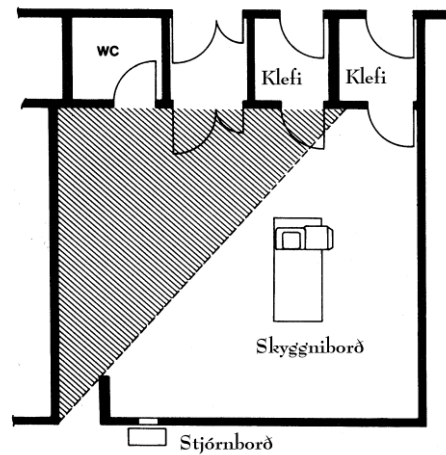
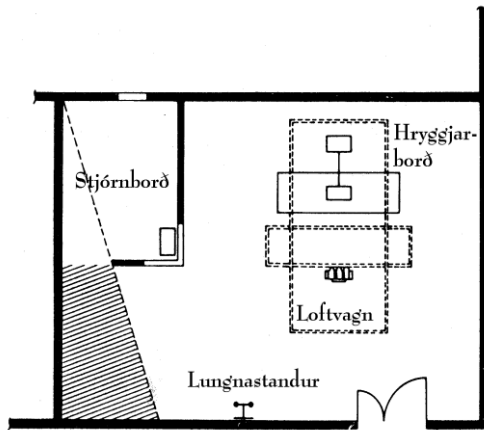
Tafla V1 sýnir blýgildi ýmissa efna miðað við hámarksháspennu röntgentækis.

Byggingarefni (rúmþyngd)	Blýgildi (mm Pb)	Þykkt byggingarefnis (mm)		
		70 kV	100 kV	150 kV
Steypa (2350 kg/m ³)	0,25	30	25	30
	0,50	60	45	60
	1,00	100	80	105
	2,00	195	140	180
Gifsplötur (840 kg/m ³) (fjöldi 13 mm)	0,25	55 (4)	55	-
	0,50	110 (8)	110	-
	1,00	220	200	-
Vikurplötur (1900 kg/m ³)	0,25	-	-	-
	0,50	80	-	-
	1,00	120	-	-
Ákast / pússning (600 kg/m ³)	0,25	70	-	-
	0,50	150	-	-
	1,00	250	-	-
Múrsteinn (1800 kg/m ³)	0,25	35	35	-
	0,50	70	70	84
	1,00	125	120	150
	2,00	-	195	260
Stál (7900 kg/m ³)	0,25	1,6	1,6	3,3
	0,50	3,2	3,4	6,6
	1,00	6,4	6,5	14
	2,00		13	28
Gler (2500 kg/m ³)	0,25	30	-	-
	0,50	45	45	-
	1,00	-	-	-

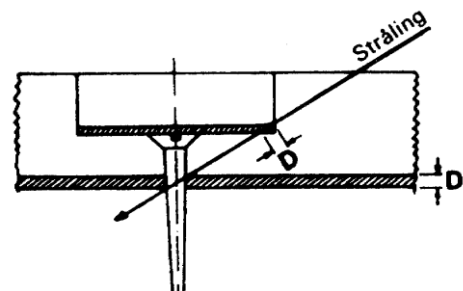
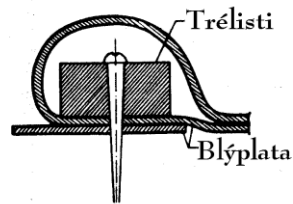
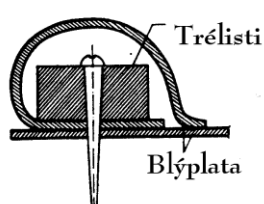
Þannig hafa t.d. 4 x 13 mm gifsplötur skermunargildi á við 0,25 mm blý, miðað við 70-75 kV. Þá hefur 100 mm þykk vikurplata og 80 mm ákast (pússning) um 1 mm blýgildi (og vel það).

Viðauki 2. Dæmi um hönnun aðstöðu og festingar

Nokkur dæmi um hönnun á röntgenaðstöðu og mismunandi starfsmannainnganga. Ekki má staðsetja tæki þannig að dreifigeislun eigi upptök sín á skyggðu svæðunum.

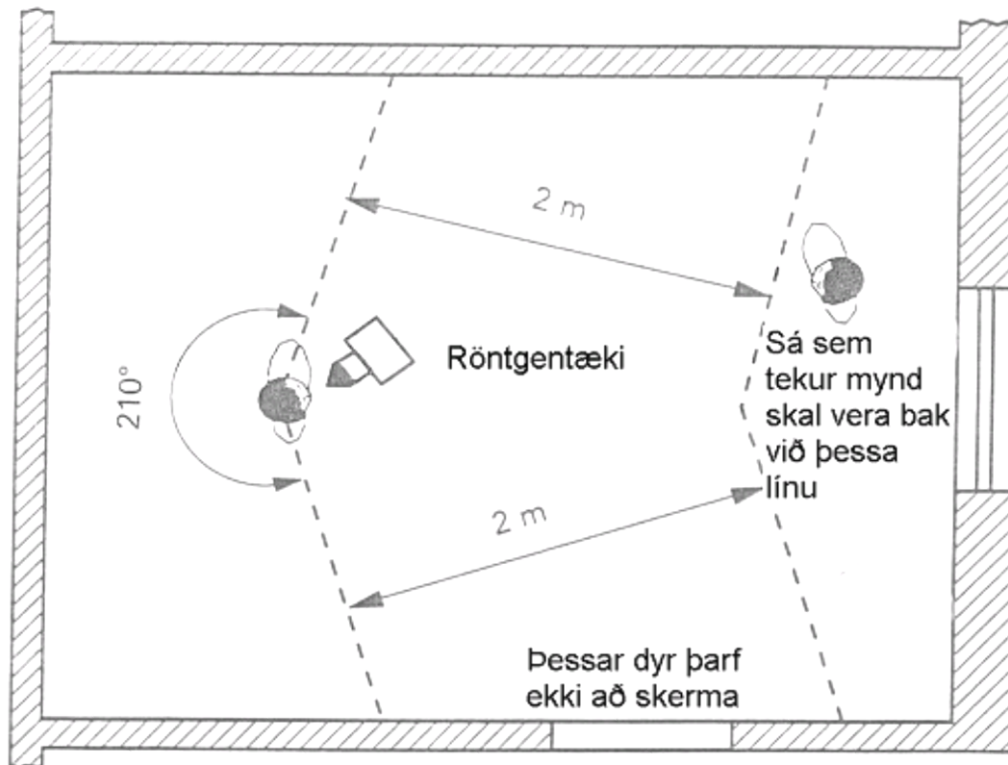


Nokkur dæmi um frágang á festingum blýskermunar:



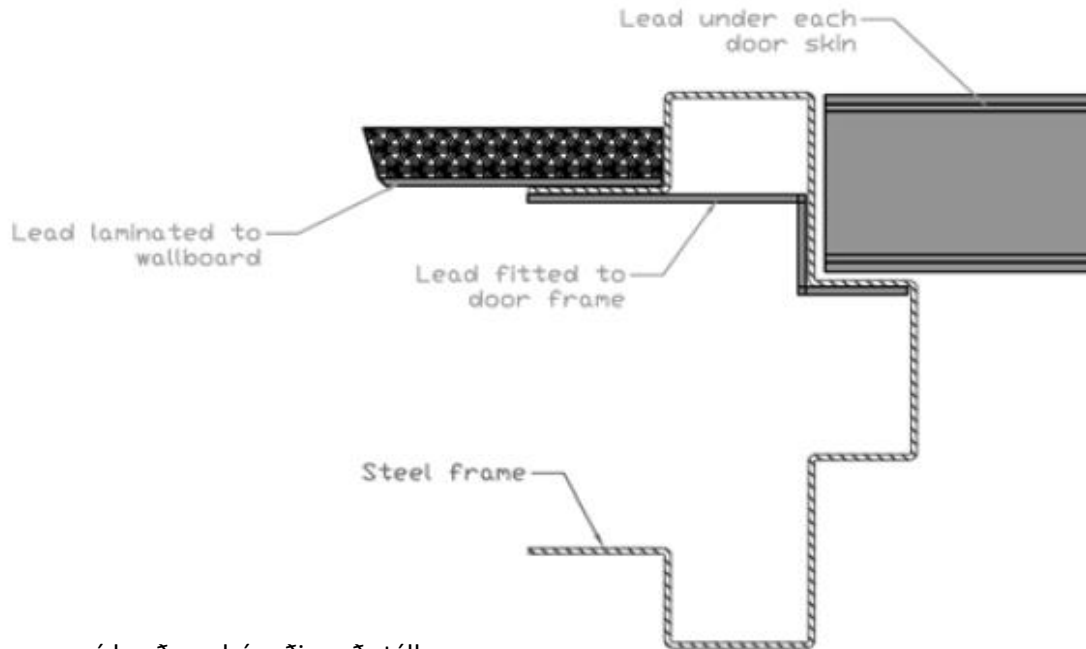
Viðauki 3. Afmörkun svæðis við tannröntgenmyndatökur

Svæði frumgeisla afmarkast af tveimur línum út frá eyrnagangi sjúklings og sem mynda 210° horn fyrir aftan höfuð hans. Veggir innan þessa svæðis þurfa að hafa a.m.k. bygildi í samræmi við Töflu 1. (í kafla 2.1.). Sjá frekari leiðbeiningar í kafla 2.7.

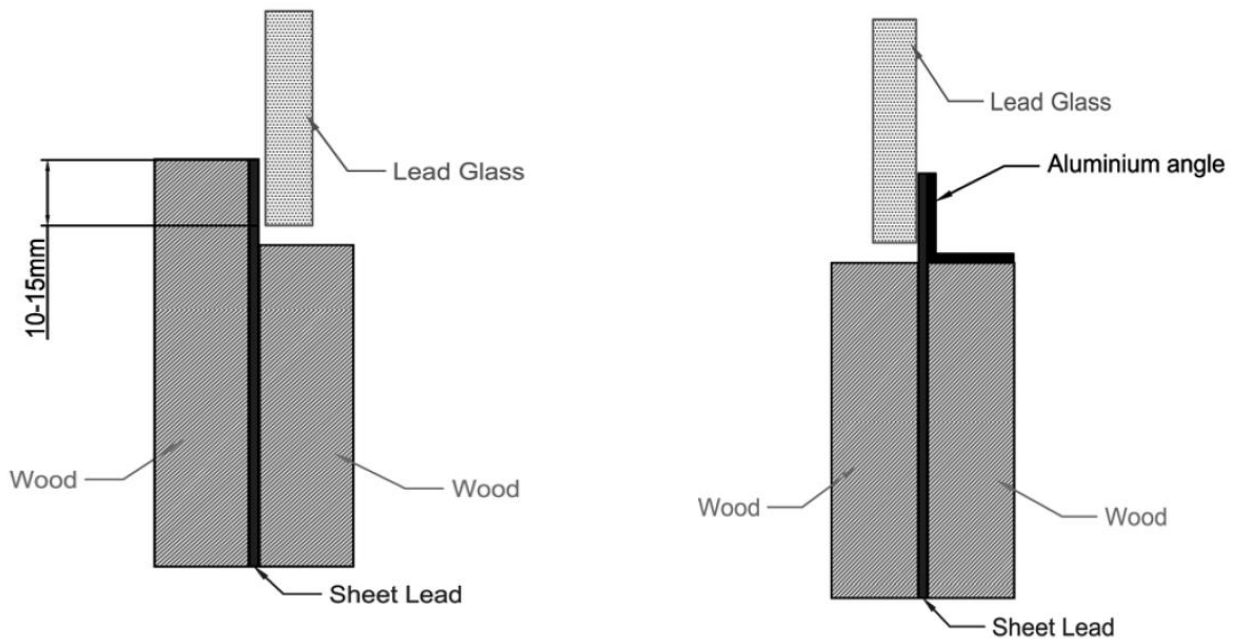


Mynd V1. Ekki þarf skermun í dyr og glugga sem ekki eru á svæði frumgeisla

Viðauki 4. Dæmi um skörun byggingarefna



Frágangur á hurðambúnaði með stálkarm



Frágangur á samskeytum veggs og blýglers