

GR 19:07

**Geislavarnir við
röntgenmyndgreiningu
í iðnaði - NDT**

Leiðbeiningar fyrir notendur

Desember 2019
Geislavarnir ríkisins
Rauðarástíg 10
105 Reykjavík
sími: 440 8200 netfang: gr@gr.is
www.geislavarnir.is
ISBN - 978-9935-9255-6-5



GEISLAVARNIR RÍKISINS
ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR	3
2.	LEYFISVEITINGAR	3
3.	ÁBYRGÐARMENN OG AÐRIR STARFSMENN	4
	3.1 Kröfur um menntun og reynslu ábyrgðarmanna	4
	3.2 Skyldur ábyrgðarmanna	5
	3.3 Kröfur til annarra starfsmanna	6
4.	GÆÐAEFTIRLIT	7
	4.1 Gæðahandbók	7
	4.2 Ákvæði um viðbúnað við vá	8
5.	KRÖFUR TIL RÖNTGENBÚNAÐAR	9
	5.1 Notkunarleiðbeiningar	9
	5.2 Aðvörunarljós, lokur og blendur	9
	5.3 Hámark lekageislunar frá lampahúsi	10
	5.4 Stjórnborð röntgentækja	10
	5.5 Merkingar á röntgenlampa (lampahúsi)	10
	5.6 Röntgentæki sem notuð eru utan lokaðrar geislunaraðstöðu	11
6.	GEISLAMÆLAR	12
7.	GEISLUNARAÐSTAÐA	13
8.	GEISLAVARNIR VIÐ NOTKUN RÖNTGENTÆKJA	14
	8.1 Efnisrannsóknir í lokaðri geislunaraðstöðu	14
	8.2 Efnisrannsóknir á vettvangi	15
9.	EFTIRLIT GEISLAVARNA RÍKISINS	17
	HEIMILDIR OG ÍTAREFNI	18
	VIÐAUKI 1. GÆÐAEFTIRLIT LEYFISHAFA	19
	VIÐAUKI 2. VIÐBRÖGD VIÐ ÓHÖPPUM	21
	VIÐAUKI 3. ÞÆTTIR Í EFTIRLITI GR	22

1. Inngangur

Í þessu riti verður fjallað um notkun röntgengeislunar við efnisrannsóknir og efnisprófanir í iðnaði (e. industrial radiography). Þessi notkun geislatækja heitir á ensku: „Non Destructive Testing“, skammstafað NDT, einnig nefnd röntgenmyndgreining í iðnaði. Um er að ræða notkun á orkumiklum röntgentækjum (e. x-ray equipment) eða línuhröðlum (e. accelerators).

Þessar leiðbeiningarnar byggjast á ákvæðum reglugerðar [nr. 1299/2015](#) um geislavarnir vegna notkunar geislatækja sem gefa frá sér jónandi geislun. Um notkun sterkra geislalinda í þessu skyni gilda ákvæði reglugerður [nr. 1298/2015](#) um geislavarnir vegna notkunar lokaðra geislalinda.

Þessar leiðbeiningar eiga ekki við um skermuð geislatæki sem notuð eru við öryggisgæslu, greiningu á aðskotahlutum, framleiðslustýringu eða efnagreiningu. Sjá leiðbeiningar [nr. 19:02](#), Geislavarnir við notkun skermaðra röntgentækja og handröntgentækja, á vefsetri stofnunarinnar (www.gr.is).

2. Leyfisveitingar

Samkvæmt 5. gr. reglugerðar [nr. 1299/2015](#) er innflutningur allra geislatækja tilkynningar-skyldur og samkvæmt 6. gr. er notkun þeirra leyfisskyld. Sækja skal um leyfi til notkunar á eyðublöðum á vefsetri GR (<https://gr.is/eydublod/>).

Með umsókn um leyfi til notkunar skulu fylgja eftirfarandi gögn:

- a. Upplýsingar um leyfishafa og tilnefndan ábyrgðarmann, sjá kafla 3.
- b. Upplýsingar um fyrirhugaða notkun geislatækisins og notkunarstað.
- c. Upplýsingar um geislatækið hvað varðar framleiðanda, innflutningsaðila, tegundarheiti og gerð, framleiðsluár og fyrri eigendur, þar sem það á við.
- d. Ef við á: Teikningar af geislunaraðstöðu þar sem fram kemur staðsetning geislatækisins og stjórnbúnaðar þess, upplýsingar um byggingarefni og skermun sem og hvaða starfsemi er í aðlægum herbergjum, sjá kafla 7.
- e. Annað sem máli skiptir með tilliti til geislavarna.

Stofnunin getur óskað eftir frekari gögnum þegar þess er þörf.

Leyfi til notkunar geislatækja eru veitt á grundvelli ofangreindra upplýsinga og með skilyrðum eins og við getur átt fyrir hverja notkun (sbr. 7. gr. reglugerðarinnar). Leyfishafi tilnefnir ábyrgðarmann (sbr. 13. gr.) sem GR samþykkja ef hann hefur viðeigandi menntun og reynslu (sbr. kafla 3).

Samkvæmt 8. gr. reglugerðarinnar geta GR sett frekari skilyrði fyrir leyfisveitingu vegna notkunar geislatækja til að auka örugga notkun og minnka líkur á óhöppum.

Dæmi um slík skilyrði snúa að:

- notkun búnaðar almennt,
- notkun utan geislunaraðstöðu,
- prófunum á búnaði,
- tilkynningum um atvik,
- skráningu notkunar,
- menntun og þjálfun starfsmanna,
- frekari öryggisbúnaði við notkun,
- notkun mælibúnaðar,
- viðhaldi og gæðaeftirliti.

3. Ábyrgðarmenn og aðrir starfsmenn

Meginhlutverk ábyrgðarmanna vegna notkunar röntgentækja koma fram í V. kafla reglugerðar [nr. 1299/2015](#). Í greinum 15. og 16. kemur m.a. fram að ábyrgðarmaður ber í umboði leyfishafa ábyrgð á að starfsemin sé í samræmi við lög um geislavarnir og viðeigandi reglugerðir.

3.1 Kröfur um menntun og reynslu ábyrgðarmanna

Upplýsingar um menntun og reynslu ábyrgðarmanns þurfa að fylgja umsókn um leyfi til notkunar á nýju eða notuðu röntgentæki og einnig þegar sótt er um viðurkenningu á nýjum ábyrgðarmanni fyrir búnað sem þegar hefur verið veitt leyfi fyrir.

Við notkun röntgentækja við efnisrannsóknir og prófanir er eitt af grundvallaratriðunum að ábyrgðarmaður og aðrir starfsmenn hafi viðeigandi menntun og reynslu og er þá miðað við þær kröfur sem fram koma í staðli [EN ISO 9712](#), *Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel*.

Menntun á þessu sviði er enn sem komið er ekki hægt að fá hérlendis, en GR hafa samþykkt erlend námskeið sem vottuð eru að vera í samræmi við ofangreindan staðal. Senda þarf stofnuninni gögn um námsefni og prófskírteini frá fyrirtækjum eða stofnunum sem sérhæfa sig í að veita menntun á þessu sviði. Um er að ræða t.d. fyrirtækið [Force Technology í Danmörku](#) eða t.d. aðila sem eru hluti af [The British Institute of Non-Destructive Testing \(BINDT\)](#).

Ábyrgðarmaður þarf á 5 ára fresti a.m.k. að taka þátt í endurmenntunarnámskeiði sem staðfestir þekkingu og hæfni starfsmannsins á viðkomandi sviði. Staðfestingu um slíkt námskeið þarf að senda Geislavörnum ríkisins og vista í gæðahandbók viðkomandi vinnustaðar.

Frekar er fjallað um kröfur til viðurkenndra námskeiða fyrir ábyrgðarmenn og starfsmenn sem nota röntgenbúnað við efnisprófanir í riti [IAEA No. SSG-11, Radiation Safety in Industrial Radiography](#).

3.2 Skyldur ábyrgðarmanna

Ábyrgðarmaður skal sjá til þess að:

- Ávallt sé til staðar starfsmaður með viðeigandi viðurkennda menntun þegar unnið er með röntgentæki.
- Komið sé upp og viðhaldið viðeigandi gæðaeftirliti vegna notkunar röntgentækja (sjá viðauka 1).
- Röntgentækið sé ávallt í góðu ástandi.
- Viðeigandi geislavarnabúnaður sé hafður til staðar við alla notkun röntgentækisins.
- Til staðar séu upplýsingar fyrir starfsfólk um notkun, meðferð og viðhald röntgentækja.
- Til staðar séu skriflegar leiðbeiningar fyrir starfsfólk vegna hugsanlegra slysa og óhappa vegna notkunar röntgentækja.
- Til staðar séu upplýsingar fyrir starfsfólk um þá áhættu sem starfsemi með röntgentæki hefur í för með sér og hvernig megi halda þeirri áhættu í lágmarki.
- Til staðar séu upplýsingar fyrir konur á barnseignaraldri sem starfa með röntgenbúnað, um þær tilkynni ábyrgðarmanni ef þær verða barnshafandi. (sjá IV. kafla reglugerðar [nr. 1290/2015](#) um háþörk geislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er geislun).
- Til staðar séu upplýsingar um viðbrögð við óhöpp og slys sem tengjast búnaðinum, (sjá kafla 4.2 og viðauka 2).

Ábyrgðarmaður skal einnig:

- Sækja um leyfi vegna nýrra röntgentækja, áður en þau eru tekin í notkun og tilkynna Geislavörnum þegar tækjum er fargað, þau seld eða afhent öðrum.
- Sjá til þess að brugðist sé strax við öllum bilunum sem upp kunna að koma.
- Tryggir starfsmönnum einstaklingsgeislamaða frá GR, sem þeir bera ábyrgð á að bera við vinnu sína með röntgentæki.
- Tilkynna Geislavörnum ef ekki er unnið í samræmi við ákvæði reglugerðar [nr. 1299/2015](#).

3.3 Kröfur til annarra starfsmanna

Starfsmenn sem vinna við efnisrannsóknir með röntgentækjum, skulu hafa viðeigandi þekkingu og reynslu vegna starfsins. Ef ætlast er til þess að þeir vinni sjálfstætt og án aðkomu ábyrgðarmanns, þurfa þeir að hafa samskonar grunnþekkingu og ábyrgðarmaður um efnisrannsóknir og geislavarnir.

Starfsmenn skulu:

- Þekkja þær kröfur sem hér koma fram.
- Fylgja leiðbeiningum ábyrgðarmanns vegna notkunar röntgentækja.
- Bera bæði geislaæli frá GR og geislaæli sem gefur frá sér hljóð og titrar við geislun umfram bakgrunnsgeislun (sjá kafla 6).
- Tileinka sér viðeigandi þekkingu varðandi notkun röntgentækja.
- Tileinka sér þekkingu um þá áhættu sem starfinu er samfara og þeim aðferðum sem beita má til þess að draga úr þeirri áhættu.
- Þekkja hvernig nota skuli þann geislavarnabúnað sem tilheyrir starfinu.
- Tilkynna strax til ábyrgðarmanns ef tækjabúnaður bilar eða upp kemur hættuástand eða slys.

Mikilvægt er að við notkun röntgentækja á vettvangi (opin geislunaraðstaða, sjá kafla 6) séu ávallt tveir reyndir starfsmenn sem framkvæma vinnuna. Annar þeirra að minnsta kosti skal hafa sambærilega grunnþekkingu um efnisrannsóknir og geislavarnir og krafist er af ábyrgðarmanni sbr. kafla 3.1.

Starfsmenn þurfa á a.m.k. 5 ára fresti að taka þátt í endurmenntunarnámskeiði sem staðfestir þekkingu og hæfni þeirra á viðkomandi sviði. Slíkar staðfestingar skulu geymdar í gæðahandbók staðarins (sjá kafla 4).

4. Gæðaeftirlit

Í samræmi við ákvæði í VII kafla reglugerðar nr. 1299/2015, skal á hverjum stað þar sem notuð eru röntgentæki koma upp viðeigandi gæðaeftirliti, sem er í samræmi við umfang starfseminnar og þeirrar áhættu sem notkuninni getur fylgt og sem nær jafnt til tækjabúnaðar sem vinnuaðferða. Gæðaeftirlit vegna röntgentækja getur verið hluti af almennu gæðaeftirliti þar sem það á við.

4.1 Gæðahandbók

Gæðaeftirlitinu og umfangi þess skal lýst í gæðahandbók staðarins og skal hún vera eins ýtarleg og þörf krefur á hverjum stað. Gæðahandbókin skal innihalda alla verkferla sem tengjast notkun röntgentækja við efnisrannsóknir og efnisprófanir, svo og viðhaldi og endurskoðun þessara verkferla.

Viðeigandi skjöl í gæðahandbók geta m.a. verið eftirfarandi:

1. Afrit af leyfi til notkunar og þau skilyrði sem sett eru í leyfinu.
2. Viðurkenning á tilnefndum ábyrgðarmanni, ásamt gögnum um námskeið, prófskírteini og gögn um reglubundna endurmenntun.
3. Viðurkenningar annarra starfsmanna og upplýsingar um menntun þeirra og þjálfun.
4. Skráningar á fræðslu og þjálfun starfsmanna sem koma að daglegri notkun.
5. Upplýsingar til annarra starfsmanna sem starfa nálægt eða umhverfis viðkomandi röntgentæki.
6. Upplýsingar um hvert og eitt röntgentæki hjá leyfihafa, ásamt handbókum um notkun, viðhald og viðgerðir.
7. Upplýsingar um nafn uppsetningaraðila og/eða viðgerðar- og viðhaldsaðila tækisins.
8. Leiðbeiningar um daglega notkun frá framleiðanda.
9. Gæðaeftirlit og prófanir (sjá viðauka 1).
10. Skráning og tilkynningar atvika þar sem grunur er um geislun á starfsmenn (sbr. 16. grein reglugerðarinnar).
11. Viðbrögð við vá (hættu ástandi)(sjá kafla 4.2.).

4.2 Ákvæði um viðbúnað við vá

Samkvæmt 11. gr. laga [nr. 44/2002](#) um geislavarnir skulu notendur jónandi geislunar skipuleggja viðeigandi viðbrögð við geislaslysum og veita upplýsingar um sérstaka áhættuþætti samkvæmt nánari reglum er Geislavarnir ríkisins setja.

Tilkynna skal Geislavörnum ríkisins tafarlaust ef geislaslys verður, leggja frummat á hugsanlegar afleiðingar og gera allar viðeigandi ráðstafanir til þess að takmarka afleiðingar þess.

Vegna röntgentækja sem notuð eru við efnisrannsóknir og efnisprófanir leggja Geislavarnir ríkisins áherslu á að símanúmer stofnunarinnar sé aðgengilegt þeim sem vinna við tækin (sími: [440 8200](#) eða [112](#) fyrir utan skrifstofutíma) og að starfsmönnum sé ljóst að haft skuli samband við stofnunina ef grunur leikur á að fólk hafi orðið fyrir geislun vegna slyss, bilana eða mistaka. (sjá dæmi um viðbragðsáætlun í viðauka 2).

5. Kröfur til röntgenbúnaðar

5.1 Notkunarleiðbeiningar

Viðeigandi notkunarleiðbeiningar skulu vera til staðar, þannig að starfsmenn geti gert sér grein fyrir notkun og virkni röntgentækisins.

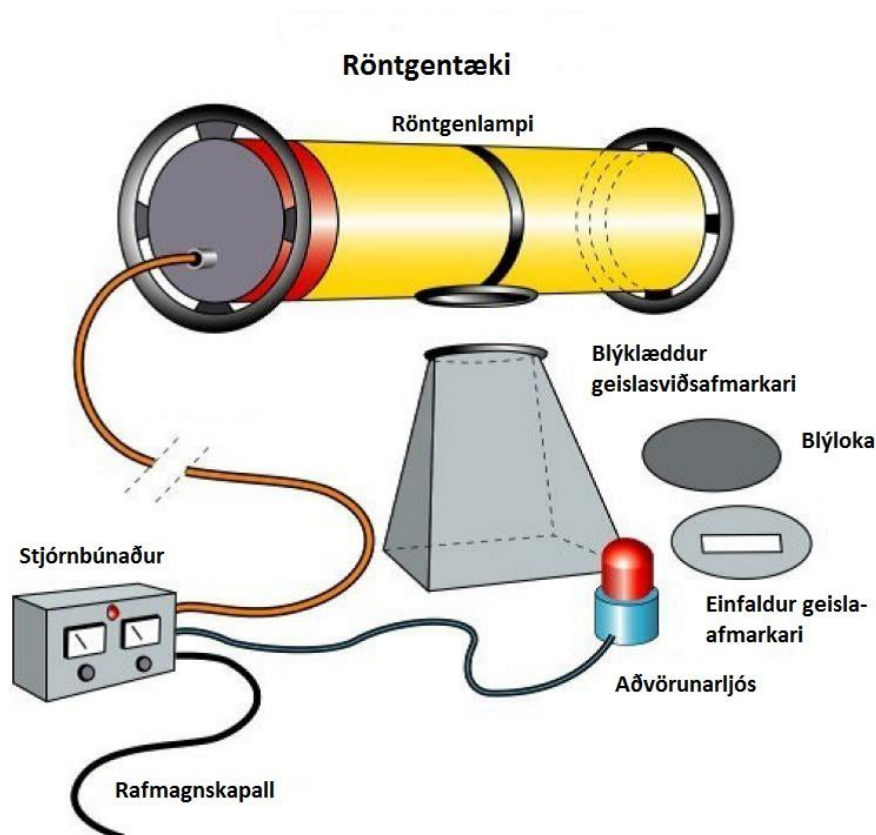
5.2 Aðvörunarljós, lokur og geislablendur

Rautt aðvörunarljós sem lýsir þegar geislað er skal vera á eða tengt við röntgenlampann.

Geislasviðsblendur (e. tubus) skulu fylgja öllum tækjum, einnig afmarkarar (e. collimators), blýloka, ál- og koparsíur fyrir röntgengeisla (sjá mynd 1).

Þegar notað er röntgentæki sem getur geislað í 360°, í stað þess að geisla í tiltekna afmarkaða geislastefnu, þarf tækið að hafa viðeigandi blýloku (belti) til þess að takmarka stærð geislasviðsins.

Þessi blýloki skal hafa sömu deyfingareiginleika og efni í röntgenlampahúsi. Þannig er geislaoka fyrir 200 kV tæki með 3-4 mm þykkt blý og fyrir tæki sem eru með háspennu á bilinu 200 – 300 kV en þykkt blýsins í lokunni vera 7–8 mm.



Mynd 1. Mynd úr heimild 2: Veiledere nr. 1. (<https://www.dsa.no>)

5.3 Hámark lekageislunar frá lampahúsi

Í töflu 1 kemur fram hver megi vera hámarks lekageislunin í gegnum lampahús við ákveðnar hámarks háspennu yfir röntgenlampa.

Tafla 1. Hámark lekageislunar lampahúss

Hámarks spenna (kV) röntgenlampa	Hámarks geislunarstyrkur í 1 m fjarlægð	Áætluð fjarlægð þar sem geislunarstyrkur má mest vera 0,06 mSv/klst
Lægri en 150	1,0 mSv/klst	4,0 metrar
150 – 200	2,5 mSv/klst	6,5 metrar
Hærri en 200	5,0 mSv/klst	9,0 metrar

Leyfilegur hámarks geislunarstyrkur í 1 metra fjarlægð er gefin í töflunni, ásamt þeirri áætlaðri fjarlægð sem þarf til þess að geislunarstyrkurinn verði undir 60 μ Sv/klst.

5.4 Stjórnborð röntgentækja

Á stjórnborði röntgentækis:

- skal vera tengi fyrir aðvörunarljós .
- skal vera rautt ljós sem lýsir (blikkar eða lýsir stöðugt) þegar geislun er í gangi.
- skal einnig vera ljós sem lýsir (stöðugt) þegar tækið er tengt og tilbúið til geislunar og þegar geislun er lokið.
- skal vera lás með lykli sem hægt er að fjarlægja, sem lokar fyrir notkun tækisins.
- stuttar leiðbeiningar um helstu þætti í notkun tækisins. Venjulega ekki stærri en ein A4 síða sem fest er á eða nálægt stjórnborði.

5.5 Merkingar á röntgenlampa (lampahúsi)

Á röntgenlampahúsi skulu eftirfarandi merkingar vera sýnilegar og varanlegar:

- Hámarks háspenna yfir röntgenlampa (gefin upp í kV).
- Hámarks straumur röntgenlampans (gefin upp í mA).
- Staðsetning fókus (anóða) röntgenlampans (oft rauður punktur á lampahúsi)
- Útgangshorn geislunar úr glugga röntgenlampans.
- Eigindeyfing röntgenlampans (gefin upp í mm af ál (Al) eða kopar (Cu)við tiltekna háspennu (kV)). Sjá töflu 2 um lágmarksdeyfingu.

- Á röntgenlampa sem getur geislað í hring (360°), skal það svæði á lampahúsinu sem geislunin kemur út um, vera merkt á áberandi hátt, t.d. litað rautt.

Tafla 2. Lágmarks deyfing í frumgeisla röntgenlampa

Hámarks spenna (kV) röntgenlampa	Krafa um lágmarks eigindeyfingu lampa
50 – ≤ 100	2,0 mm ál
> 100 - ≤ 200	3,0 mm ál
> 200 – ≤ 300	4,0 mm ál
> 300	0,5 mm Cu

Ef röntgentæki uppfyllir ekki þær kröfur sem fram koma í töflu 2 um eigindeyfingu skal til viðbótar setja á tækið sérstakt aðvörunarmerki með eftirfarandi texta: „*Aðvörun, hættuleg geislun með háum geislunarstyrk. Getur valdið geislabrúna á húð á fáum sekúndum.*“

5.6 Röntgentæki sem notuð eru utan lokaðrar geislunaraðstöðu

Eftirfarandi kröfur gilda fyrir öll röntgentæki sem notuð eru utan lokaðrar geislunaraðstöðu:

- Tengikapall sem tengir saman röntgenlampa og stjórnborð, skal vera nægilega langur (lágmark 20 metrar) þannig að hægt er að staðsetja stjórnborð þar sem styrkur dreifigeislunar frá myndefni er lítill (sjá mynd 1).
- Leiðsla fyrir aðvörunarljós sem tengist við stjórnborðið skal einnig vera nægileg löng þannig að hægt er að staðsetja það nálægt röntgenlampa við geislun.

Röntgentækjum skulu einnig fylgja

- búnaður til afmörkunar á lokuð svæði og eftirlitssvæði, s.s. aðvörunarborðar, aðvörunarljós og aðvörunarskilti með geislavarnamerki og textanum „*Varúð Röntgengeislun*“.
- viðeigandi geislaætlir til þess að meta geislunarstyrk.
- a.m.k. tveir blýskermar til þess að setja á bakvið myndefni við geislun og sem eru málaðir með áberandi lit, t.d. gulir. Þeir skulu vera a.m.k. með 2 mm blý fyrir 200 kV notkun og 3,0 mm fyrir 300 kV notkun. Blýþykkt þeirra skal vera merkt á þeim.

6. Geisla­mælar

Við efnisrannsóknir með röntgentækjum skulu starfsmenn ætíð bera einstaklings geisla­mæla frá GR (sjá leiðbeiningu [GR19:06](#)). Einnig skulu starfsmenn bera rauntímamæla sem gefa frá sér aðvörun sem hljóð og sem titring, þegar þeir greina marktæka aukningu á geislun í umhverfinu og er einnig greinanleg við aðstæður þar sem erfitt getur verið að heyra aðvörunarhljóð.

Til viðbótar skulu starfsmenn hafa aðgang að handhægum og við­eigandi næmum geisla­mæli til þess að mæla geislunarstyrk þegar vinnusvæði eru afmörkuð og vinna í gangi. Mikilvægt er að mælibúnaður henti þeirri notkun sem um er að ræða og hafi:

- við­eigandi orkusvörun miðað við tækið sem um ræðir, t.d. hámarksorku á bilinu 100-300 keV.
- við­eigandi næmni, þannig að geislunarstyrkur á bilinu 7,5 µSv/klst til 60 µSv/klst ætti að vera á miðju mælisviði tækisins eða ofar.
- við­eigandi nákvæmni þannig að nákvæmni mælinga sé innan 20% eða betri.
- kvörðunarvottorð frá viðurkenndri prófunarstofu.

Upplýsingar um mælibúnað skal geyma í gæðahandbók staðarins, ásamt gögnum um kvörðun og reglulegar prófanir.

7. Geislunaraðstaða

Geislunaraðstaða fyrir röntgentæki til efnisrannsóknna, þarf að uppfylla eftirfarandi kröfur varðandi skermun og nauðsynlegan öryggisbúnað. Notkun slíkrar aðstöðu er háð samþykki GR.

1. Uppsetning tækjabúnaðar í lokaðri geislunaraðstöðu skal ætíð vera þannig að frumgeisli röntgenlampa stefni aldrei að dyrum aðstöðunnar eða í þá átt þar sem stjórnborð er staðsett fyrir utan aðstöðuna
2. Neyðarrofi skal vera á eða nálægt stjórnþúnaði og einnig í aðstöðunni sjálfri á hentugum og aðgengilegum stað
3. Aðvörunarmerki fyrir jónandi geislun, skal vera við inngang aðstöðunnar, ásamt aðvörunarljósi sem lýsir þegar geislað er
4. Mælt er með því að hafa járnplötu undir hurð að aðstöðunni til þess að minnka dreifigeislun undir og út fyrir hurðina
5. Inni í aðstöðunni sjálfri skal einnig vera samsvarandi aðvörunarmerki og aðvörunarljós sem lýsir þegar geislun fer í gang. Einnig er mælt með að nota búnað sem tengist hurð aðstöðunnar og rýfur geislun ef hurðin er opnuð.
6. Stjórnborð skal ætíð vera fyrir utan geislunaraðstöðuna og staðsett þannig að skermun er sem best
7. Skermun aðstöðu skal vera þannig að allir aðrir en geislustarfsmenn verði ekki fyrir meira geislaálagi en sem svarar 0,25 mSv/ári. Þessu markmiði telst náð ef skermun aðstöðunnar er í samræmi við ákvæði í töflu 3

Tafla 3. Lágmarks þykkt skermunar m.v. blý og steypu ¹

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

1 Nota má mismunandi þykktir efna og leggja saman

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

** miðað við að aðstaða sé á jarðhæð

Kröfur um skermun í lokaðri aðstöðu má minnka ef ákveðið er að gera eingöngu ráð fyrir fastri geislustefnu og er það þá sérstaklega metið af Geislavörnum ríkisins.

8. Geislavarnir við notkun röntgentækja

Vinna með röntgentæki við efnisrannsóknir hefur í för með sér hættu á geislaslysum þar sem starfsmenn eða aðrir geta orðið fyrir mikilli geislun á stuttum tíma. Því er nauðsynlegt að slík vinna sé framkvæmd af þekkingu og færni, bæði vegna starfsmannanna sem vinna við hana og einnig þeirra sem kunna að vera í nálægð við vinnustaðinn.

Tryggja skal vinnuöryggi með því að:

- alltaf sé til staðar starfsmaður sem uppfyllir kröfur til ábyrgðarmanns um þekkingu, samanber kafla 3.1.
- allir aðrir starfsmenn uppfylli kröfur til starfsmanna, samanber kafla 3.3.
- viðeigandi geislavarnabúnaður sé ávallt til staðar og rétt notaður
- ganga úr skugga um að röntgenbúnaður sé í lagi áður en vinna er hafin

Eftirfarandi skriflegar vinnulýsingar og verkferlar þurfa að vera til staðar (í gæðahandbók):

- lýsing á hlutverki og skyldum ábyrgðarmanns
- vinnulýsing fyrir bæði ábyrgðarmann og aðra starfsmenn
- verkferlar um notkun röntgentækja, sérstaklega um varúðarráðstafanir við notkun í opinni aðstöðu, aðgangstakmarkanir, merkingar og aðvörunarmerki
- verkferlar fyrir notkun á mælibúnaði til að staðfesta geislunarstyrk fyrir utan lokaða aðstöðu og við afmörkun vinnusvæða í opinni aðstöðu
- verklag um skráningu notkunar
- verklag um skráningu og tilkynningu óhappa og óviljandi geislunar á fólk

8.1 Efnisrannsóknir í lokaðri geislunaraðstöðu

Við efnisrannsóknir skal ávallt nota lokaða geislunaraðstöðu þegar það er hægt. Slík aðstaða þarf að vera samþykkt af GR og fjallað er um kröfur til aðstöðunnar í kafla 7. Með lokaða geislunaraðstöðu getur einn starfsmaður framkvæmt geislun ef hann hefur viðurkennda menntun og reynslu.

- Stjórnubúnaður röntgentækis skal vera fyrir utan aðstöðuna.
- Aðgangur að stjórnubúnaði röntgentækisins skal vera takmarkaður við starfsmenn og mikilvægt að ekki sé hægt að geisla með tækinu í fjarveru starfsmanna.
- Áður en geislað er skal ganga úr skugga um að enginn sé inni í aðstöðunni.
- Taka skal tillit til þeirra takmarkana sem gætu átt við, svo sem að ekki megi beina frumgeisla á milliveggi eða útveggi, heldur eingöngu niður í gólf. Slíkar takmarkanir koma fram í leyfisbréfi Geislavarna.
- Tryggja þarf að geislun sé lokið áður en farið er inn í aðstöðuna eftir geislun.

8.2 Efnisrannsóknir á vettvangi

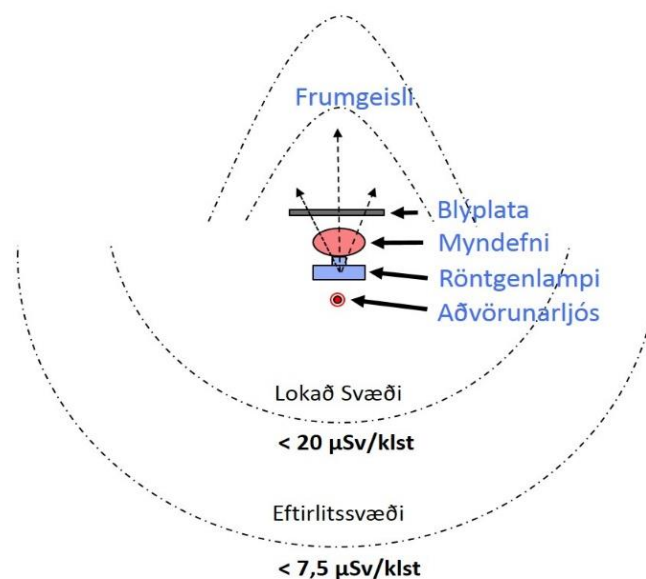
Afmörkun vinnusvæða skal ávallt vera í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 1290/2015 um háþömk geislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er geislun. Í 65. gr. reglugerðar nr. 1299/2015 kemur einnig fram að skermun geislunaraðstöðu skuli tryggja að geislaálag almennings vegna tiltekinnar starfsemi með röntgentæki verði aldrei hærri en sem svara 0,25 mSv/ári.

Með því að fylgja eftirfarandi reglum um lokað svæði og eftirlitssvæði telst leyfishafi uppfylla kröfur um lágmark geislunar á almenning og vera innan viðeigandi marka fyrir starfsmenn.

1. Afmarka þarf tvö svæði, annars vegar **lokað svæði**, þar sem geislunin fer fram og hins vegar **eftirlitssvæði** (sjá mynd 2).
2. Tryggja skal að geislunarstyrkur fyrir utan lokaða svæðið umhverfis geislunarstað fari ekki yfir **20 μ Sv/klst.** (0,02 mSv/klst.).
3. Tryggja skal að geislunarstyrkur fyrir utan eftirlitssvæðið fari ekki yfir **7,5 μ Sv/klst.** (0,075 mSv/klst.).
4. Nota skal viðeigandi geislaæla (sjá kafla 4.1) til þess að staðsetja mörk þessara svæða.

Lokaða svæðið þarf að afmarka með hindrunum:

- með plastborðum með aðvörunaráletrun um geislahættu og geislavarnamerki
- með aðvörunarskiltum
- með blikkandi aðvörunarljósum við röntgenlampann



Mynd 2. Afmörkun vinnusvæða

Staðsetja skal stjórnbúnað röntgentækisins fyrir utan lokaða svæðið og stjórna geislun þaðan sé það mögulegt.

Ef það er ekki mögulegt er heimilt að staðsetja stjórnbúnað innan lokaða svæðisins en þó þannig að geislunarstyrkur á starfsmann fari aldrei yfir **60 $\mu\text{Sv}/\text{klst.}$** (0,06 mSv/klst.).

Takmarka skal viðveru starfsmanns þar eins og hægt er.

Eftirlitssvæðið miðast við að geislunarstyrkur utan þeirra marka sé alls staðar undir **7,5 $\mu\text{Sv}/\text{klst.}$** (0,0075 mSv/klst.) og skal enginn vera innan þeirra nema starfsmenn sem eru að sinna röntgenmyndgreiningunni. Öðrum starfsmönnum á svæðinu er heimilt að fara í gegnum eftirlitssvæðið ef þörf er á, en án þess að stoppa þar.

Fylgjast þarf með þessu svæði á meðan geislað er og tryggja þannig að enginn sé á svæðinu á meðan geislun fer fram. Við sumar aðstæður gæti þurft að hafa sérstaka vaktmenn til þess að vakta aðkomu að þeim svæðum sem ekki eru í sjónlínu þeirra sem stjórna röntgentækinu. Einnig getur verið nauðsynlegt að framkvæma geislanir á þeim tíma dags þegar aðrir starfsmenn eru ekki á svæðinu.

Við geislanir í opinni aðstöðu þurfa að minnsta kosti að vera tveir starfsmenn. Hið minnsta einn starfsmaður þarf að uppfylla kröfur sem gerðar eru til ábyrgðarmanna (sjá kafla 3.1) en aðrir þurfa að uppfylla kröfur sem gerðar eru til annarra starfsmanna.

Mikilvægt er að tryggja að hvorki starfsmenn né aðrir verði fyrir frumgeisla úr tækinu, en geislunarstyrkur í frumgeisla getur verið mjög mikill í margra metra fjarlægð frá röntgenlampanum. Því skiptir uppsetning röntgentækisins og geislunarstefnan miklu máli.

Nauðsynlegt er að athuga vel hvernig haga megir uppsetningu til þess að takmarka stærð geislasvæðisins og nota þær geislavarnir sem felast t.d. í þykkum veggjum á verkstað eða öðrum efnum sem draga úr geislunarstyrk, s.s. sérstakra blýskerma.

Dreifigeislun er m.a. háð stærð geislasviðsins og því mikilvægt að draga úr dreifigeislun með því að geisla aldrei með stærra geislasviði en nauðsynlegt er. Nota skal sérstaka geislasviðs-afmarkara sem fylgja öllum röntgentækjum til þess að takmarka stærð geislasviðsins.

Þá hefur efnið sem verið er að geisla áhrif á magn dreifigeislunar. Við 200 kV röntgengeislun má sem dæmi búast við 2 sinnum meiri dreifigeislun frá blýi, steypu og múrsteini en frá járn. Geislun á tré hefur í för með sér 4 sinnum meiri dreifigeislun en járn.

Sérstaklega þarf að huga að:

- Til staðar skal vera nauðsynlegur geislavarnabúnaður, (sjá kafla 4.6)
- Þegar verið er að hita röntgenlampa eða prófa, skal vera blýloka fyrir glugga röntgenlampans

- Setja skal eins mikla ál- og/eða kopardeyfingu við útgang lampans og viðeigandi er vegna myndatökunnar
- Takmarka skal stærð geislasviðsins við þá stærð sem nauðsynleg er við hverja myndatöku, með notkun á sérstökum geislasviðsafmörkum tækisins.

9. Eftirlit Geislavarna ríkisins

Í samræmi við 17. gr. laga um Geislavarnir ([nr. 44/2002](#)) annast Geislavarnir ríkisins reglubundið eftirlit með notkun röntgentækja. Starfsmönnum stofnunarinnar er heimill aðgangur að sérhverjum stað þar sem röntgentæki eru notuð. Nánar er fjallað um eftirlitið í XIII. kafla reglugerðar [nr. 1299/2015](#).

Geislavarnir ríkisins hafa gefið út [viðmið](#) um reglubundið eftirlit stofnunarinnar með notkun geislatækja og geislavirkra efna. Geislatæki sem notuð eru við efnisrannsóknir og prófanir, teljast til geislatækja í opinni aðstöðu við öryggisgæslu og í iðnaði (NDT) og eru í eftirlitsflokki 2. Tíðni eftirlits vegna þeirra er að jafnaði á 3ja ára fresti.

Heimilt er að auka tíðni eftirlits tímabundið, t.d. ef ekki er brugðist við kröfum um úrbætur vegna frávíka sem fram koma við eftirlit.

Þá kemur einnig fram í [gjaldskrá](#) stofnunarinnar sbr. 1. gr. að heimilt er að lækka eftirlitsgjald um 50% þegar ekki þarf að fara á staðinn heldur nægir að fara yfir gögn og mælingar. Það á við um staði þar sem ekki voru gerðar athugasemdir við síðasta eftirlit og starfsemin er óbreytt á milli ára.

Í viðauka 3 koma fram helstu eftirlitsþættir í eftirliti GR með röntgentækjum sem notuð eru við efnisprófanir.

Heimildir og ítarefni

Norrænar- og alþjóðlegar leiðbeiningar

1. [Veiledning on industriel radiografi](#). Strålebeskyttelse, [SIS](#), Sundhedsstyrelsen, Islands Brygge 67, 2300 København, 2008.
2. [Veileder on Industriell radiography](#). Veileder 1. Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet, [DSA](#), 2018
3. [Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om industriell radiografering](#), SSMFS 2018:6. Strålsäkerhetsmyndigheten, [SSM](#), 2018.
4. [Radiation Safety in Industrial Radiography](#), ST 5.6. Radiation and Nuclear Safety authority, [STUK](#), 2012.
5. [Radiation Safety in Industrial Radiography, Specific Safety Guide No. SSG-11](#). IAEA. International Atomic Energy Agency, 2011.

Viðauki 1. Gæðaeftirlit leyfishafa

Dæmi um reglubundið gæðaeftirlit leyfishafa með röntgentækjum sem notuð eru við efnisrannsóknir og prófanir, tengist oft reglubundnu viðhaldi og skoðunum framleiðanda og/eða þjónustuaðila viðkomandi búnaðar. Gæðahandbók leyfishafa þarf að lýsa allri notkun röntgentækja og skjöl hennar þurfa að sýna að notkun geislatækja er í samræmi við ákvæði reglugerðarinnar. Mikilvægt er að gæðahandbók innihaldi upplýsingar um eftirfarandi þætti.

1. Skráningar til staðar á eftirfarandi atriðum.
 - a. Gögn framleiðanda um búnaðinn eru á vísun stað og aðgengileg ábyrgðarmanni og notendum búnaðar.
 - b. Leiðbeiningar um notkun eru aðgengilegar starfsmönnum.
 - c. Þjálfun starfsmanna er skjalfest og eingöngu þjálfaðir starfsmenn nota/stjórnna búnaðinum.
 - d. Leiðbeiningar um mælibúnað, kvarðanir, prófanir og skráningar um geislaálag starfsmanna.
 - e. Skráning á atvikum og óhöppum.
 - f. Staðsetning tækja í húsnæði leyfishafa þar sem prófanir fara fram, ef við á.
 - g. Upplýsingar um aðgangstakmarkanir, teikningar og lýsingar, ef við á.
 - h. Eingöngu viðurkenndur viðgerðarmaður/tæknimaður má sjá um viðhald og viðgerðir.
 - i. Skrár um reglubundið eftirlit/viðhald og prófanir.
2. Reglubundið eftirlit eigenda- /viðhald búnaðar með eftirfarandi atriðum.
 - a. Læsing með lykli, sem kemur í veg fyrir að búnaður sé settur í gang – má einnig vera hugbúnaðarlæsing með aðgangsstýringu.
 - b. Sýnilegt aðvörunarljós til staðar sem er sýnilegt nálægt stjórnþúnaði og lýsir þegar röntgenlampi/stjórnþúnaði er tengt við rafmagn.
 - c. Að minnsta kosti tveir sýnilegir sjálfstæðir vísar sem gefa til kynna að geislun sé í gangi, t.d. ljósmerki og/eða vísar fyrir kV og mA.
 - d. Öll ljósamerki um virkni búnaðar eru með skýringum.

- e. Aðvörunarmerki (geislavarnamerki) „Varúð Röntgengeislun“, til staðar og sýnileg.
3. Reglubundið viðhald og prófanir :
- a. Kanna virkni öryggisrofa og ljósa á 6 - 12 mánaðar fresti.
 - b. Kanna virkni neyðarrofa á stjórnborði
 - c. Kanna virkni mælibúnaðar samkvæmt leiðbeiningum framleiðanda
 - d. Kanna að lausar aðvörunarmerkingar, ljós og aðgangstakmarkanir séu til staðar og í lagi.
 - e. Niðurstöður skoðunar kynntar ábyrgðarmanni.

Viðauki 2. Viðbrögð við óhöppum

Samkvæmt 15. gr. reglugerðar nr. 1299/2015 skal ábyrgðarmaður skipuleggja viðeigandi viðbrögð við atvikum og óhöppum. Á öllum stöðum þar sem unnið er með geislatæki, skal vera til staðar upplýsingablað fyrir starfsmenn, hvernig bregðast skal við ef grunur er um geislun á starfsmenn og/eða almenning vegna notkun geislatækja í eigu viðkomandi leyfishafa. Eftirfarandi er dæmi um hvernig slíkt blað getur litið út.

Viðbrögð við atvikum eða óhöppum með geislun

Nafn fyrirtækis / stofnunar: **Kennitala:**

Ef grunur er um geislun á starfsmenn og/eða almenning vegna notkun geislatækja, skal strax haft samband við ábyrgðarmann og/eða Geislavarnir ríkisins:

Nafn ábyrgðarmanns: (starfsheiti)

Sími: xxxxxxxx/xxxxxxx

Geislavarnir ríkisins: sími **440 8200**, kl. 08:00 -16:00 virka daga
eða **112** utan þess tíma ef málið er þess eðlis að það þolir enga bið.

Viðbrögð við vá.

- Aftengja strax geislatækið
- Tilkynna atvikið strax til ábyrgðarmanns / leyfishafa
- Fá íð aðstoð og leiðbeiningar frá Geislavörnum ríkisins ef þarf
- Tilkynnið atvikið til Geislavarna ríkisins (<https://gr.is/hafdu-samband/>)

Viðauki 3. Þættir í eftirliti GR

Dæmi um eftirlitsþætti sem farið er yfir við reglubundið eftirlit GR með röntgentækjum sem notuð eru til efnisprófanir.

Skráning leyfishafa og ábyrgðarmanns

Nafn fyrirtækis/stofnunar	Kennitala:	
Heimilisfang:	Sími:	
Nafn ábyrgðarmanns:	Kennitala:	
Ábm. viðurkenndur af GR (já/nei)	Netfang ábm.:	
(réttindi samkv. staðli, endurmenntun,..)	Sími ábm.:	
Nafn viðhaldsaðila:	Viðhaldsaðili lokið námskeiði (já/nei/á ekki við)	
	Netfang viðhaldsaðila:	

Skráning tækis/tækja

Framleiðandi:	Auðkenni:	
Tegund / gerð	Raðnúmer :	
Útgefið GR-númer	Uppsetningarár:	
Háþenna, kV (max)	Lampastraumur mA (max)	
Lýsing á staðsetningu		

Mælingar og skoðun

Er lokuð geislunaraðstaða notuð?	Samþykkt af GR?	
Aðstaða í samræmi við kafla 6?	(Tékklisti)	
Röntgenbúnaður í samræmi við kafla 5?	(Tékklisti)	
Gæðahandbók til staðar?	Skráningar samkv. Viðauka 1?	
Eftirlit leyfishafa með tækinu	Skráningar samkv. Viðauka 1?	
Geislaælis til staðar	Skráning samkv. Viðauka 1?	
Viðeigandi viðbrögð við vá?	Til staðar?	