

Vadlīnijas operatoriem par radiācijas drošības prasību ievērošanu, lietojot defektoskopijas rentgeniekārtas



Valsts vides dienests



Vadlīnijas sagatavojusi AS "Inspecta Latvia"

Rīga 2021

Satura rādītājs

I Ievads	2
II Defektoskopijas rentgeniekārtas, to veidi, aprīkojums un pielietojums	3
III Personāls	6
IV Riski un ārkārtas plāni.....	10
V Darbs drošā veidā	13
VI Darba vietas monitoringa veikšana un atspoguļošana	16
Pielikums Nr. 1 - Darba vietas monitoringa pārskats.....	18
Pielikums Nr. 2 - Citu valstu negadījumu pieredze defektoskopijas rentgena iekārtu lietošanā.....	21
Izmantotie avoti.....	23

I Ievads

Šīs vadlīnijas sagatavotas, lai palīdzētu izprast un ievērot radiācijas drošības prasības, lietojot defektoskopijas rentgeniekārtas, kā arī skaidrotu darbinieku un iedzīvotāju aizsardzības pasākumu optimizāciju.

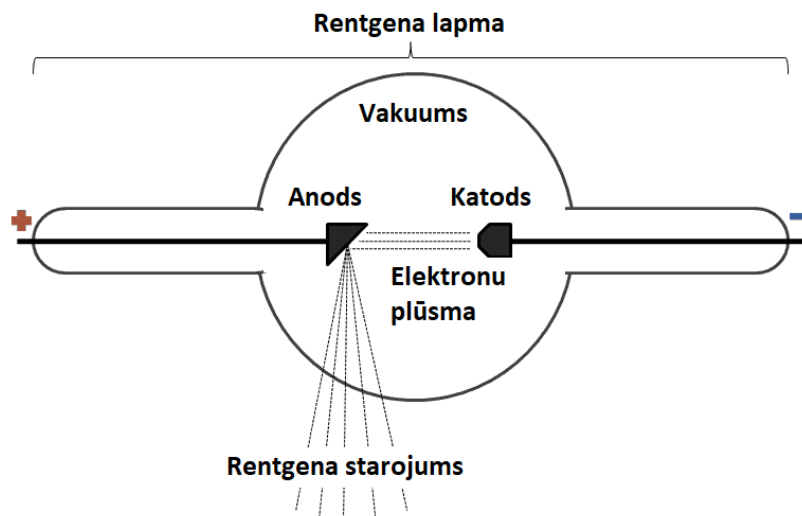
Rūpnieciskā radiogrāfija tiek plaši pielietota, veicot nesagraujošo testēšanu (NDT). Pielietojot to drošā un atbildīgā veidā, radiogrāfija nerada draudus personālam vai sabiedrībai, un ir ļoti efektīva, precīza, veicot NDT darbus, kas ir būtisks aspekts visai sabiedrībai un sabiedrības drošībai. Pārbaudot būvju konstrukcijas, tiltus, cauruļvadus (tai skaitā gāzes), dažādu vielu uzglabāšanas un pārvietošanas tvertnes (naftas produktu, skābes, amonjaka u.c.), ir svarīgi izvēlēties visprecīzāko un labāko testēšanas veidu, lai pārlicinātos, ka šīs būves, iekārtas vai ietaises ir kvalitatīvas un sabiedrībai drošas.

Lai gan, veicot rūpniecisko radiogrāfiju drošā un atbildīgā veidā, tā ir droša metode, defektoskopisti nedrīkst aizmirst par jonizējošā starojuma bīstamību. Jāapzinās visi apkārtējie riski un iespējamie negadījumi. Ir jābūt gatavam rīcības plānam, kā rīkoties, ja notiek kas neparedzēts.

Jāņem vērā, ka saskaņā ar likumu “Par radiācijas drošību un kodoldrošību” un Ministru kabineta 28.01.2021. noteikumiem Nr.65 “Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas, reģistrēšanas un licencēšanas noteikumi”, defektoskopijas rentgeniekārtu lietošanai jāsaņem Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centra (turpmāk - VVD RDC) izsniegta licence (ja defektoskopijas rentgeniekārtu lieto dažādās telpās bez noteikta telpas plāna (montāžas plāna), ārpus ēkām vai uzņēmuma teritorijas) vai reģistrācijas apliecība (ja defektoskopijas rentgeniekārtu lieto stacionāri - noteiktā telpā atbilstoši telpas plānam (montāžas plānam)). Plašāka informācija pieejama VVD RDC 01.02.2021. vadlīnijās Nr.7 [“Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas un iesnieguma aizpildīšanas kārtība licences vai reģistrācijas apliecības saņemšanai”](#).

II Defektoskopijas rentgeniekārtas, to veidi, aprīkojums un pielietojums

Visbiežāk pielietotās rentgena iekārtas rūpnieciskajā radiogrāfijā ir vienkāršās rentgena “cauruļu tipa” iekārtas jeb rentgena lampas, kuras sastāv no metāliska mērķa (anoda), elektronu emitētāja (katoda), vakuuma telpas ar izejas logu rentgena stariem (attēls Nr. 1). Rentgena lampa ir ievietota aizsargkorpusā, kam ir pievadīta elektrības padeve, uzstādījumu regulēšana notiek ar tālvadības pults palīdzību.



Attēls. Nr. 1. Rentgena lampas principiālā shēma.

Pasaulē tiek plaši pielietotas arī iekārtas, kurās atrodas gamma starojuma avots (radioaktīvs avots), un uz tām attiecas stingrākas drošības prasības. Šīs vadlīnijas attiecas uz tādām rentgena iekārtām, kas darbojas ar elektrības padevi, un, izslēdzot elektrības padevi, tās neizstaro jonizējošo starojumu.

Lai samazinātu visus riskus, piemēram, pārbaudot nelielu detaļu metinājumu kvalitāti, testēšana ar rentgena iekārtām ir, pēc iespējas, jāveic ar aizsargbarjerām nodrošinātā telpā. Šajā gadījumā defektoskopijas iekārta telpā izvietota stacionāri. Var izmantot svina kameru, telpu ar svinotām sienām, un tml. Atbilstoši Ministru kabineta 28.01.2021. noteikumos Nr. 65 “Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas, reģistrēšanas un licencēšanas noteikumi” norādītajam, šādai telpai nepieciešams ar sertificētu radiācijas drošības ekspertu saskaņots telpas plāns (montāžas plāns). Tomēr, ņemot vērā ar defektoskopijas metodi pārbaudāmo objektu specifiku, bieži vien nav iespējams veikt darbu šādās telpās, tādēļ testēšana ar pārvietojamām rentgena iekārtām tiek veikta brīvā dabā, būvobjektā, rūpnīcā un citās atklātās vietās pēc pasūtītāja pieprasījuma.

Salīdzinoši retāk tiek izmantotas impulsa rentgena iekārtas. Tās emitē ļoti īsus rentgenstarojuma impulsus, un ekspozīcijas ilgumu nosaka pēc impulsu frekvences jeb nepieciešamo impulsu skaita. Pamatā šīs iekārtas ir mazas, tās ir viegli pārvietojamas un darbojas uz akumulatoriem vai ar autonomu barošanas avotu. Impulsa iekārtas tiek pielietotas, testējot materiālus ar ļoti mazu blīvumu un biezumu. Šāda tipa (impulsa) lielas iekārtas dažkārt tiek izmantotas slēgtā, nodrošinātā telpā, kur nepieciešama liela jauda un ļoti mazs ekspozīcijas laiks. Strādājot ar šādām iekārtām ir jāievēro tie paši drošības principi, kā strādājot ar cita veida rentgena iekārtām, kopā ar papildus drošības pasākumiem, kas tiek identificēti, veicot risku analīzi. Jāņem vērā, ka vairums dozimetru nav piemēroti mērījumu veikšanai, atrodoties blakus impulsa rentgena iekārtām, ārkārtīgi īsā impulsa laika un relatīvi lēnā dozimetra reaģēšanas laika dēļ. Šādos gadījumos nepieciešams lietot integrētos dozimetrus ar detektoru, kam ir pietiekami ātrs reaģēšanas laiks.

Rentgena iekārtas tiek izmantotas, lai veiktu panorāmas (radiālas) ekspozīcijas (attēls Nr. 2) un arī tādas ekspozīcijas, kas tieši tēmētas vienā virzienā (attēls Nr. 3). Rentgena iekārtas tiek savienotas ar kabeli pie tālvadības pults, kurā defektoskopists ievada vajadzīgos darba parametrus un aktivizē/apstādina rentgena staru ekspozīcijas. Kabeļa garums, lokālas aizsargbarjeras izmantošana, strāvas spriegums, strāvas stiprums un rentgena starojuma virziens var ietekmēt darbinieka saņemto radiācijas dozu. Būtiski, ka darbā tiek izmantotas tehniski drošas iekārtas.

Attēls Nr. 2



Attēls Nr. 3



Elektrodrošība

Elektrodrošība netieši ietekmē arī radiācijas drošību, tā kā elektriskās kļūmes un bojājumi var novest pie nopietniem negadījumiem, kā arī iespējamām radiācijas izraisītām sekām. Visām iekārtām un to komponentēm ir jāatbilst visām nacionālajām un starptautiskajām elektrodrošības prasībām. Tostarp visiem metāliskajiem priekšmetiem, ieskaitot apvalkiem, kabeļiem, barošanas blokam, vadības panelim, rentgena iekārtām, brīdinājuma signāliekārtām un citām drošības iekārtām jābūt savstarpēji sasaistītām un sazemētām. Iekārtas nedrīkst būt bojātas. Vadiem, kabeļiem, to savienojumu vietām un slēdžiem ir jābūt veseliem, nebojātiem un jāatbilst ražotāja noteiktajām prasībām. Visas iekārtas un to komponentes pirms darba uzsākšanas ir jāpārbauda - vai tās nav sabojātas un ir elektrodrošas. Veikt apkopes un remontus iekārtām un to komponentēm drīkst tikai atbilstošā jomā kvalificēts speciālists.

Kabeļu garums

Ja darbs nevar tikt veikts ar aizsargbarjerām nodrošinātā telpā, un tas ir jāveic objektā pie pasūtītāja, tad tipiskam kabeļa garumam (no vadības pults līdz starojuma avotam) jābūt ne mazākam kā 20 m. Rentgena iekārtām ar jaudu virs 300 kV jānodrošina attiecīgi garāks kabelis. Tā kā situācijas un apstākļi objektos var būt ļoti dažādi, tad konkrēts algoritms par kabeļa garumu nepastāv. Defektoskopists, veicot darba vietas monitoringu, izvērtē konkrētos apstākļus objektā, un secina, vai attiecīgais kabeļa garums un papildus aizsargaprīkojums ir pietiekošs drošai darba veikšanai.

Kolimatori, staru filtri un svina pārsegi

Veicot testēšanu ar radiogrāfijas metodi, pēc iespējas, ja darba specifika to atļauj, ir jāizmanto kolimatori, diafragmas, lai samazinātu izejošā stara leņķi līdz minimumam, kas nepieciešams attiecīgajai starošanas tehnikai. Ekipējumam jābūt aprīkotam ar staru filtriem, lai nodrošinātu attiecīgajam darbam nepieciešamo filtrēšanu.

Kad iespējams, jāizmanto svina pārsegi, apsedzot rentgena iekārtu, lai samazinātu izkliedēto starojumu. Šāda labā prakse ir izplatīta defektoskopistu vidū Latvijā, Zviedrijā, Norvēģijā, Dānijā, Igaunijā, Somijā un citur. Tā spēj būtiski absorbēt izkliedēto, nevajadzīgo starojumu un padarīt drošāku darba vidi.

Vadības pults

Vadības pultij (attēlā Nr. 4) jābūt aprīkotai ar sekojošiem elementiem:

- radiācijas brīdinājuma zīme ar radiācijas simbolu. Brīdinājums, ka iekārtas darbības laikā tiek ģenerēti rentgena stari. Marķējums latviešu valodā, ka pulti atļauts lietot tikai autorizētam personālam;
- atslēgas slēdzis, lai nepieļautu neautorizētu lietošanu. Jānodrošina, ka atslēgu var izņemt tikai tad, kad tā ir pagriezta izslēgtā režīmā vai gaidīšanas režīmā. Nav pieļaujams, ka atslēgu varētu izņemt ieslēgtā darba režīmā un pults turpinātu darboties. Atslēgas pozīcijai ir jābūt skaidri norādītai;
- brīdinājuma gaisma, kura norāda, ka rentgena iekārta ir ieslēgta un gatava emitēt rentgena starus;
- cita brīdinājuma gaisma, kura norāda, ka tiek emitēti rentgena stari;
- taimeris, kurš kontrolē ekspozīcijas laiku, vai ieslēgšanas slēdzis, kurš defektoskopistam jātur nospiebtā stāvoklī, lai turpinātu emitēt rentgena starus;
- indikators, kas norāda sprieguma (kV) un strāvas stipruma (mA) vērtības ekspozīcijas laikā;
- skaidri un saprotami marķēta poga/slēdzis, ar kuru nekavējoties apturēt rentgena staru emitēšanu.

Attēls Nr. 4



Transportēšana un glabāšana

Ņemot vērā, ka šīs vadlīnijas attiecas uz tādām rentgena iekārtām, kuras tiek darbinātas ar elektrības padevi, nevis gamma starojuma avotu (radioaktīvu avotu), uz to glabāšanu un transportēšanu neattiecas pastiprinātas drošības prasības, bet jāņem vērā, ka transportēšanas laikā rentgena iekārtai un tās komponentiem ir jābūt stingri fiksētiem, un rentgena iekārtu nedrīkst atstāt neuzraudzītu. Transportējot un glabājot, nedrīkst pieļaut neautorizētu personu piekļūšanu rentgena iekārtai. Vadības pults atslēgu ir jāglabā atsevišķi no vadības pults, lai novērstu jebkādu risku, ka rentgena iekārtu varētu izmantot neautorizēta persona.

III Personāls

Saskaņā ar Ministru kabineta 28.01.2021. noteikumu Nr.65 “Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas, reģistrēšanas un licencēšanas noteikumi” prasībām, personālam, kas strādā ar rentgena iekārtām, ne retāk kā reizi piecos gados jāiziet apmācību kursi radiācijas drošības jautājumos. Tāpat personālam jāpārzina konkrēto iekārtu darbības principi, iepazīstoties ar ražotāja norādījumiem.

Testēšanas darbus drīkst veikt personas, kuras sasniegušas 18 gadu vecumu, izgājušas attiecīgo obligāto veselības pārbaudi un saņēmušas iekšējo instruktāžu par radiācijas drošību. Testēšanas darbi jāveic diviem darbiniekiem (brigāde). Palīgi un mācekļi var piedalīties darbā defektoskopista ciešā uzraudzībā, ja starošanas laikā tie neatrodas kontroles zonā. Defektoskopistam jābūt sertificētam atbilstoši Ministru kabineta 18.07.2006. noteikumu Nr. 588 “Metālmateriālu metinātāju un defektoskopistu sertificēšanas kārtība reglamentētajā sfērā” prasībām.

Licencētā operatora atbildība

Darbus veicošā organizācija (licencētais operators) ir atbildīga par tehnoloģisko un organizatorisko pasākumu izstrādi un piemērošanu, lai nodrošinātu aizsardzību un drošību atbilstoši tiesību aktu prasībām. Atsevišķos gadījumos šo darbību veikšanai piesaista kvalificētu speciālistu ārpus paša operatora darbinieku loka, tomēr jāatceras, ka primārā atbildība par radiācijas drošību un atbilstību tiesību aktiem šajā jomā vienmēr būs pašam operatoram.

Operatoram jānorīko darbu vadītājs, kas ir atbildīgs par radiācijas drošības pārraudzīšanu, kā arī uzrauga, ka radiogrāfijas darbi tiek veikti atbilstoši tiesību aktu prasībām. Pienākumiem saistībā ar radiācijas drošības ievērošanu ir jābūt skaidri definētiem un apstiprinātiem no visām iesaistītajām pusēm rakstiskā formā. Darbu vadītājam jānodrošina, ka tiek piemērotas procedūras, kas samazina iespējamās dozas apmērus līdz minimumam darbus veicošajam personālam, sabiedrībai un videi. Visām procedūrām jābūt dokumentētām un viegli pieejamām.

Operatoram tā augstākās vadības personā jāveicina drošības kultūra visos tā organizācijas līmeņos, iedrošinot darbiniekus jautāt un mācīties, un vienlaikus apkarojot nevērtības un vieglprātības izpausmes. Vadības uzstādījumi un darbinieku attieksme mijiedarbībā ar drošu pieeju darbam ar laiku rada noturīgu drošības kultūru ne tikai attiecībā uz radiācijas drošību, bet arī uz darba drošības jautājumiem vispār.

Drošības kultūras klātesamību uzskatāmi raksturo apstākļi, ka tad, ja negadījums tomēr ir noticis, primāri netiek meklēti vainīgie, bet gan notikušais tiek izmantots, lai no tā mācītos un veiktu uzlabojumus attiecīgajos procesos. Izmeklējot negadījumus, uzsvars jāliek uz notikušā analīzi un no tā gūto mācību apspriešanu, tomēr atsevišķos gadījumos nepieciešams izvērtēt arī iesaistīto darbinieku disciplināro atbildību un pieņemt attiecīgus mērus.

Vadības sistēma

Operatoram ir jāizstrādā, jāievieš, jānovērtē un jāattīsta vadības sistēma un radiācijas aizsardzības programma, kas nosaka pienākumus visām iesaistītajām personām un izklāsta prasības organizācijai, personālam un aprīkojumam. Vadības sistēmai jābūt balstītai uz nacionālajiem un/vai starptautiskajiem standartiem un sevī jāietver iekšējā audita mehānismus, kā arī jāparedz ārējos auditus (ja piemērojams). Radiācijas drošības jautājumiem jābūt integrētiem vadības sistēmā.

Telpas un resursi

Operatoram jānodrošina atbilstošas telpas un aprīkojums, lai nodrošinātu, ka radiogrāfijas darbi tiek izpildīti droši un atbilstoši tiesību aktu prasībām.

Īpašu uzmanību jāpievērš tam, lai radiogrāfijas aprīkojums ietvertu visus nepieciešamos drošības un brīdinājuma elementus. Operatoram jānodrošina, lai apmācītu un kompetentu darbinieku skaits būtu atbilstošs veicamā darba apjomam, tādējādi neapdraudot drošu darba izpildi pārslodzes vai kvalificētu darbinieku trūkuma dēļ.

Darbiniekus jānodrošina ar atbilstošu aprīkojumu (piemēram, dozimetriem), lai nodrošinātu darba izpildi drošā un efektīvā veidā.

Atbildības sadalījums radiācijas drošības jomā

Likums "Par radiācijas drošību un kodoldrošību" definē atbildības sadalījumu, atbildību par radiācijas drošības jautājumiem tā kontrolētajā zonā primāri nosakot licencētajam operatoram, vienlaikus precīzi definējot arī darbu vadītāja pienākumus.

Operatoram ar organizatoriskiem un tehniskiem līdzekļiem ir jānodrošina tiesību aktos noteikto radiācijas drošības prasību ievērošanu, kā arī jāveicina izpratni par radiācijas drošību savu darbinieku vidū. Pēc būtības tas nozīmē ieviestu un uzturētu vadības sistēmu, kuras ietvaros ir dokumentētas nepieciešamās procedūras, un nodrošināta to pieejamība darbiniekiem. Tāpat operatoram jānodrošina, lai tā iekārtas būtu darba kārtībā, darbiniekiem būtu droši darba apstākļi, kas kopumā ļautu veikt darbu bez negadījuma riska.

Operatora pienākumi:

- Norīkot darbu vadītāju;
- Reģistrēt darbību vai saņemt licenci;
- Aizsargāt no jonizējošā starojuma iedarbības ikvienu cilvēku, kas atrodas operatora kontrolētajā zonā;
- Nodrošināt darbinieku apstarpšanas kontroli un uzskaiti;
- Nodrošināt darbiniekus ar individuālajiem un kolektīvajiem aizsardzības līdzekļiem;
- Katru gadu līdz 31. janvārim nosūtīt VVD RDC pārskatu par izmaiņām, kas saistītas ar jonizējošā starojuma avotiem un darbībām ar tiem, kā arī par personālsastāva izmaiņām un citām pārmaiņām, kuras ietekmējušas radiācijas drošību un kodoldrošību iepriekšējā kalendāra gadā;
- Padarīt nekaitīgus tos jonizējošā starojuma avotus, kuri nav nepieciešami turpmākām darbībām vai kuru drošība vairs neatbilst tiesību aktos noteiktajām prasībām;
- Savas kompetences ietvaros sniegt informāciju par radiācijas drošības un kodoldrošības pasākumiem VVD RDC.

Darbu vadītājam jāveic praktiskas radiācijas drošības uzraudzības aktivitātes, lai nodrošinātu operatora ieviestās vadības sistēmas darbību, tās atbilstību tiesību aktiem attiecībā uz radiācijas drošības prasībām, ar savu personīgo piemēru veicinot uz drošību vērstas darbinieku attieksmes veidošanos.

Darbu vadītāja pienākumi:

- Nodrošināt jonizējošā starojuma avotu uzskaiti;
- Veikt drošības pasākumus, lai aizsargātu cilvēkus un vidi no jonizējošā starojuma kaitīgās iedarbības un nepieļautu radiācijas avārijas;
- Nekavējoties informēt operatoru un VVD RDC par jebkurām avārijām un negadījumiem, kas var ietekmēt radiācijas drošību;
- Nekavējoties ziņot VVD RDC un Valsts darba inspekcijai, ja avārijas vai cita negadījuma rezultātā ir nodarīts kaitējums darbiniekam;

- Nodrošināt, lai apstarošanai pakļautie darbinieki būtu pietiekami apmācīti aizsardzības pasākumu veikšanai, pārzinātu apstākļus un tiesību aktu prasības, kā arī būtu informēti par iespējamo risku, kas saistīts ar šiem darbiem;
- Uzraudzīt un uzturēt mērinstrumentus un aizsardzības līdzekļus pret jonizējošo starojumu darba vietās un citās jonizējošā starojuma avotu ietekmes zonās, veikt attiecīgu uzskaiti un reģistrāciju;
- Nodrošināt, lai ar jonizējošā starojuma avotiem strādātu tikai tādas personas, kurām pēc obligātās veselības pārbaudes atļauts ar tiem strādāt;
- Savas kompetences ietvaros sniegt informāciju par radiācijas drošības un kodoldrošības pasākumiem VVD RDC.

Atbilstoši likumam “Par radiācijas drošību un kodoldrošību” arī darbiniekiem ir pienākums strādāt droši un darīt visu iespējamo, lai novērstu sevis, citu darbinieku un apkārtējo apstarošanu ar jonizējošo starojumu.

Darbinieku pienākumi:

- Pirms darba uzsākšanas pārliecināties par iekārtas stāvokli;
- Ievērot visus tiesību aktus un uzņēmuma iekšējās instrukcijas, kas attiecas uz darba drošību;
- Ievērot tiesību aktus un uzņēmuma apstiprinātās procedūras darbam ar jonizējošo starojumu;
- Nēsāt personālos dozimetrus tam paredzētajā vietā, strādājot ar rentgena iekārtām;
- Pareizi izmantot radiācijas mēriekārtas, pārliecināties, ka tās ir kalibrētas un darbojas;
- Pēc iespējas vairāk piedalīties izglītojošās apmācībās, kas skar radiācijas drošību;
- Ziņot darbu vadītājam vai operatoram par negadījumiem, kā arī gandrīz notikušiem negadījumiem, lai šādus gadījumus varētu izanalizēt un novērst nākotnē.

Personāla radiācijas drošība

Personālam, kas strādā ar rentgena iekārtām, darba laikā jābūt līdzī individuālajiem termoluminiscences dozimetriem (turpmāk – TLD dozimetrs), kuri ir jānovieto krūšu rajonā. Gadījumā, ja TLD dozimetrs ir bojāts vai ir ticis apstarots neatrodoties pie turētāja, par to ir jāziņo operatoram un operators nodrošina, ka dozimetrs tiek nekavējoties nomainīts. Brigādē jābūt vismaz vienam individuālajam elektroniskajam dozimetram, kas spēj nepārtraukti uzrādīt jonizējošā starojuma dozu (turpmāk – EPD dozimetrs), dozas jaudu un noteikt drošu attālumu ekspozīcijas laikā.

Lai nodrošinātu personāla drošību ekspozīcijas laikā, nepieciešams:

- testēt objektu ar pēc iespējas šaurāku staru kūli, šim nolūkam izmantojot ierobežojošās diafragmas vai kolimatorus, ja tās ir paredzējis aparāta izgatavotājs;
- nepieciešamības gadījumā aiz testējamā objekta uzstādīt svina aizsargekrānu, kas aiztur starojuma kūli;
- starojuma kūli virzīt pretējā virzienā no personāla atrašanās vietas;
- pēc iespējas samazināt objekta apstarošanas laiku, izmantojot augstas jutības filmas, pastiprinotus ekrānus, samazinot fokusa attālumu, ievērojot normatīvo dokumentu, standartu, procedūru prasības, kas piemērojami atkarībā no objekta izstrādājuma tipa, pielietojuma un pasūtītāju prasībām;
- ieteicams iekārtas vadības pulti novietot maksimālā iespējamā attālumā no starojuma avota, kabelim starp starošanas avotu un vadības pulti jābūt pilnībā izstieptam;
- pirms aparāta ieslēgšanas jāpārliecinās, ka starojuma vietas tuvumā nav neviena persona, teritorija ir norobežota ar brīdinošām zīmēm un lentām. Norobežojot teritoriju, jāņem vērā

- apgrieztā kvadrāta likums, ka enerģijas intensitāte samazinās apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam. Aparātu ieslēdz darbinieks, kurš pēdējais atstāj kontroles zonu;
- ekspozīcijas laikā personālam jāatrodas drošā vietā, vai drošā attāluma no starojuma avota. Ekspozīcijas laikā personālam jāveic dozas jaudas mērījumi, lai pārlicinātos, ka tiek ievēroti visi drošības noteikumi;
- apgrūtinātās piekļuves objektos ieteicams veikt iekārtas noklāšanu ar svina pārsegu, kas aiztur nevajadzīgo starojumu.

Periodiskām ekipējuma pārbaudēm, kuras nodrošina operators, jāietver:

- elektrodrošības pārbaudes, zemējuma pārbaudes un kabeļu elektroizolācijas pārbaudes;
- dzesēšanas sistēmas filtru iztīrīšanu vai nomaiņu;
- pārbaudi ar mērķi pārlicināties, vai rentgena iekārtai nav rentgena staru noplūdes;
- pārbaudi, vai visi vadi un kabeļi ir labā kvalitātē, bez sakušanas pēdām vai redzamiem vadu bojājumiem;
- citas rutīnas pārbaudes un apkopes, kuras ir rekomendējis ražotājs;
- visu slēdžu pārbaude, tai skaitā ārkārtas stop slēdža;
- visu pastāvīgi iemontēto radiācijas detektoru un mēriekārtu pārbaudi slēgtā, nodrošinātā telpā, kur tiek veikts darbs ar stacionārām rentgena iekārtām. To jāveic laikā, kad šajā telpā neviens neatrodas.

Ikdienas pārbaudes jāveic defektoskopistam pirms darba uzsākšanas, lai noteiktu un novērstu bojājumus, kuru dēļ varētu rasties negadījums, ja tie netiktu novērsti. Ikdienas pārbaudē nepieciešams pārlicināties, ka:

- nav redzami nekādi vizuāli bojājumi;
- kabeļiem nav iegriezumi, lūzumi, locījumi vai salauztas kontaktu vietas;
- netek šķidrums no dzesēšanas sistēmas;
- visi slēdži darbojas un slēdzas;
- visas brīdinājuma gaismas un indikatori ir darba kārtībā;
- savilcēji ir cieši un vītņu savienojumu vietas ir aizskrūvētas un drošas.

Radiācijas dozu kontrole

Saskaņā ar Ministru Kabineta 12.11.2013. noteikumiem Nr. 1284 “Darbinieku apstarošanas kontroles un uzskaites kārtība”, operatoram ir jāveic personāla apstarošanas kontrole un uzskaitē. Lai to īstenotu, operatoram jānodrošina radiācijas drošības kvalitātes nodrošināšanas programmas izstrāde un jānorīko par radiācijas drošības un radiācijas kontroles sistēmu atbildīgo personu – darbu vadītāju.

Katram darbiniekam, kas strādā ar jonizējošo starojumu, ir jābūt individuālam TLD dozimetram. Operatoram ir jānodrošina, ka TLD dozimetrus nomaina un pārbauda valsts sabiedrība ar ierobežotu atbildību "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs":

- vismaz reizi sešos mēnešos, ja, atbilstoši Ministru kabineta 09.04.2002. noteikumiem Nr. 149 “Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu”, darbinieks ir B kategorijas darbinieks;
- vismaz reizi trijos mēnešos, ja, atbilstoši Ministru kabineta 09.04.2002. noteikumiem Nr. 149 “Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu”, darbinieks ir A kategorijas darbinieks.

Informācija par darbinieku iedalīšanu A (ekvivalentā doza var pārsniegt 6 mSv gadā, bet nevar pārsniegt 20 mSv – visam ķermenim) vai B (ekvivalentā doza nevar pārsniegt 6 mSv gadā) kategorijā pieejama VVD RDC 23.03.2021. vadlīnijās Nr.10 [“Vadlīnijas par pamatojumu darbinieku iedalīšanai A vai B kategorijā”](#). Savukārt, kritiskās iedzīvotāju grupas personas doza nedrīkst pārsniegt 0,1mSv.

Operatoram, kurš nodrošina darbinieku saņemto jonizējošā starojuma dozu mērījumus ar EPD dozimetriem, mērījuma rezultāti ir jāfiksē un par mērījumu rezultātiem jāinformē VVD RDC ne retāk kā četras reizes gadā, un nekavējoties, ja konstatēts gadam noteiktā dozas limita pārsniegums.

Darbu vadītāja pienākumus ir izvērtēt, apkopot un analizēt darbinieku saņemtās dozas, kā arī informēt darbiniekus par saņemtajām dozām. Šī informācija ļauj veikt pasākumus, lai optimizētu un līdz minimumam mazinātu darbinieka saņemto radiācijas dozu. Piemēram, dozu optimizācijai (samazināšanai) vadoties no iegūtajiem datiem var veikt korekcijas procedūrās, uzlabot iekārtas un pielietoto ekipējumu, pārrunāt ar darbinieku viņa darba stilu. Dozu uzskaitē var arī izcelt labu vai signalizēt par sliktu darba praksi, bojātu ekipējumu vai drošības sistēmām.

Darbiniekus jānodrošina ar tiešo dozas jaudas mērierīci, kurai ir uzstādīts brīdināšanas signāls, kad dozas jauda sasniedz uzstādīto sliekšni.

Lai nodrošinātu, ka dozimetri sniedz precīzu informāciju par darbinieka iegūto dozu, jāievēro šādus nosacījumus:

- dozimetriem jābūt līdzīgi vienmēr, kad tiek veikts darbs ar defektoskopijas rentgeniekārtu;
- dozimetri jālieto atbilstoši to ražošanas un apkalpošanas institūciju rekomendācijām;
- TLD un filmu dozimetriem mērošajam elementam jābūt pareizi novietotam dozimetra turētājā;
- personīgo dozimetru drīkst lietot tikai persona, kurai tas izdots;
- pret dozimetru ir jāattiecas rūpīgi, un nedrīkst pieļaut tā bojāšanu (dozimetri var tikt bojāti ar ūdeni, augstu temperatūru, lielu spiedienu, un fizikāliem bojājumiem);
- dozimetrus nedrīkst apstarot ar radiāciju, kamēr tie netiek izmantoti. Tos jāglabā drošā vietā, prom no jebkāda veida radiācijas starojuma;
- TLD un filmu dozimetrus ir pareizi jāizanalizē attiecīgā servisa sniedzējam pēc to nodošanas;
- dozimetru servisa sniedzēju jāinformē, ja radušās aizdomas, ka dozimetrs ticis bojāts, vai pakļauts radiācijai, laikā, kamēr tas nav ticis izmantots.
- Lietojot personīgos trauksmes dozimetrus (EPD dozimetrus), svarīgi ņemt vērā, ka personīgajiem trauksmes dozimetriem jābūt periodiski pārbaudītiem atbilstoši tiesību aktiem un ražotāja norādītajām vadlīnijām.

Personīgie trauksmes dozimetri ir veidoti un kalibrēti, lai nomērītu personīgo, saņemto dozas daudzumu, nevis darba vietas dozu, tādēļ ar tiem nedrīkst aizvietot darba vietas radiācijas monitoringā izmantojamās mēriekārtas.

Operatoram jāveic izmeklēšana, ja defektoskopista, citu darbinieku vai kritiskās iedzīvotāju grupas personas doza pārsniedz iepriekš minētos limitus. Izmeklēšanai jāfokussējas uz atgadījuma iemeslu, kura rezultātā tika pārsniegtas pieļaujamās dozas un uz kļūdām procedūrās vai drošības sistēmās, kuras pieļāva šo atgadījumu. Izmeklēšanas atskaitei jāidentificē procedūru un iekārtu uzlabojumi, lai paaugstinātu drošību un novērstu iespējamību, ka nākotnē šādi atgadījumi varētu atkārtoties.

IV Riski un ārkārtas plāni

Pastāvīga risku novērtēšana un analizēšana, strādājot ar rentgena iekārtām, ir nepieciešama, lai izveidotu drošu darba vietu personālam un sabiedrībai (kritiskās iedzīvotāju grupas personām), kas var atrasties darba vietas tuvumā.

Strādājot ar pārvietojamām rentgena iekārtām, risku ir krietni vairāk, kā strādājot slēgtā, nodrošinātā telpā. Katru reizi, ierodoties objektā, darbiniekiem ir jāizvērtē iespējamie riski tieši šajā objektā, un jāsaprot, kādus preventīvos pasākumus veikt, lai šos riskus mazinātu.

Darbiniekiem, strādājot ar pārvietojamām rentgena iekārtām, ir jāņem vērā sekojoši iespējamie riska faktori:

- testējamā objekta forma un atrašanās vieta;
- cilvēku plūsma gar testējamo objektu;
- laika apstākļi;
- iekārtas darbības traucējumi :
 - radiācijas starojums neapstājas pēc ievadītā laika;
 - vadības pults brīdinājuma signālu nekorekta darbība;
 - nespēja apstādināt ekspozīciju manuāli;
 - ekspozīcija tiek uzsākta netīšām;
 - fizisks iekārtas bojājums, kas ietekmē liekā starojuma apturēšanu;
 - iekārtas bojājumi, kuri sāk ekspozīciju nekontrolēti un nevēlami.
- neautorizētas personas iekļūšana norobežotā zonā ekspozīcijas laikā;
- cilvēciskie faktori:
 - nogurums;
 - slikta pašsajūta;
 - stress;
 - laika limits.

Daudzos gadījumos, veicot rūpniecisko radiogrāfiju, negadījumi varētu tikt novērsti vai to sekas mazinātas, ja tiktu ņemti vērā piesardzības pasākumi:

- personāls būtu pienācīgi kvalificēts, apmācīts un kompetents;
- tiktu ievēroti tiesību akti un darba procedūras;
- lietoti EPD dozimetri pirms, pēc un katras ekspozīcijas laikā;
- pirms darba uzsākšanas, vienmēr atvēlēts laiks rentgena iekārtas un EPD dozimetru pārbaudīšanai;
- veikta gala apsekošana testēšanas zonā pirms došanās prom no objekta.

Instrukcijas un rīcība ārkārtas situācijā

Rūpnieciskie radiogrāfijas avoti rada lielas dozas jaudas, un tāpēc tiem jāveic visaptverošs drošības novērtējums. Drošības novērtējumā jāņem vērā radiācijas risks, ko rada jonizējošā starojuma avota ikdienas lietošana, kā arī iespējamās dozas, kuras var rasties no incidentiem un nelaimes gadījumiem.

Atbilstoši Ministru kabineta 28.01.2021. noteikumiem Nr.65 “Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas, reģistrēšanas un licencēšanas noteikumi” un Ministru kabineta 29.06.2021. noteikumiem Nr.433 “Noteikumi par radiācijas drošības ekspertiem un medicīnas fizikas ekspertiem”, pirms licences vai reģistrācijas apliecības saņemšana darbībām ar jonizējošā starojuma avotiem, kā arī atkārtotas licences saņemšanas reizi 10 gados, operatoram nepieciešams saņemt sertificēta radiācijas drošības eksperta atzinumu par to, ka telpas, ēkas vai teritorijas ekspluatācijas apstākļi atbilst jonizējošā starojuma avota ražotāja nosacījumiem, lai veiktu paredzētās darbības, un plānotās darbības ar jonizējošā starojuma avotu ir pamatotas un nerada tiešus draudus darbiniekiem, iedzīvotājiem un videi (turpmāk – eksperta atzinums).

Drošības novērtēšanā (eksperta atzinumā) jāiekļauj:

- paredzamās darbinieku un kritiskās iedzīvotāju grupas personu dozas;
- iespējamā defektoskopistu, citu darbinieku un kritisko iedzīvotāju grupu apstarošana ar dažādiem scenārijiem, atainojot normālu darba gaitu un paredzamus negadījumus;
- ierobežojumi, kas jāņem vērā, lai darbotos ar rentgena avotiem;
- iespējamības, kurās struktūras, sistēmas un tās komponentes, arī procedūras, kas saistītas ar aizsardzību un drošību, varētu nedarboties, vai kā citādi novest pie potenciālas apstarošanas; un sekas šādām kļūdām;
- iespējas, kā ārēji faktori varētu ietekmēt aizsardzību un drošību;
- iespējamības, kurās darbinieks kļūdās, un cilvēciskie faktori, kas varētu ietekmēt aizsardzību un drošību;
- izskatīt visas iespējamās sekas piedāvātajām modifikācijām, kas saistās ar aizsardzību un drošību.

Drošības novērtējumu (eksperta atzinumu) izmanto lēmumu pieņemšanai attiecībā uz:

- tehniskajiem kontroles pasākumiem, kuri ir nepieciešami drošībai;
- procedūru izstrādi, pēc kurām vadīsies defektoskopists (iekšējie noteikumi);
- prasībām un procedūrām, apzīmējot kontroles un pārraudzības zonas;
- prasībām sabiedrības aizsardzībai;
- informāciju par iespējami paredzamiem negadījumiem, ieskaitot pasākumus, lai samazinātu iespējamību, ka šādi negadījumi varētu notikt, un nepieciešamais ekipējums ārkārtas situācijā.

Radiācijas drošības programma (arī radiācijas drošības kvalitātes nodrošināšanas programma) ir būtisks elements organizācijas disciplīnas uzturēšanā. Tai jāatbilst aktuālajiem tiesību aktiem un jāaptver organizācijas vadības struktūra, politika, pienākumi, procedūras un organizatoriskie pasākumi. Visi šie pasākumi ir paredzēti, lai optimizētu radiācijas aizsardzības pasākumus, novērstu vai samazinātu jonizējošā starojuma kaitīgo iedarbību un mazinātu negadījumu sekas. Operatora radiācijas drošības programmai jāaptver galvenie elementi, kas veicina drošību:

- pārvaldības struktūra un politika;
- individuālu pienākumu noteikšana radiācijas drošības jomā;
- izglītības un apmācības programma par radiācijas drošību;
- tiesību aktu un uzraugošo organizāciju noteikto nosacījumu ievērošana;
- kontroles un pārraudzības zonu noteikšana;
- regulāra darba vietas monitoringa organizēšana;
- veselības uzraudzības programma;
- sistēma, lai reģistrētu un ziņotu visu būtisko informāciju, kas attiecas uz apstarošanas kontroli, lēmumiem attiecībā uz pasākumiem aizsardzībai pret radiāciju un drošību, kā arī personu uzraudzībai;
- periodiska procedūru pārskatīšana un revīzija;
- nepārtraukta kvalitātes nodrošināšana un procesu uzlabošana.

Operatoram jāizstrādā iekšējās instrukcijas par radiācijas drošības nodrošināšanu, rentgena iekārtu gadījumā aptverot fiziskās aizsardzības pasākumus un kā rīkoties ārkārtas situācijās. Ņemot vērā, ka pielietojums un situācijas var būt ļoti dažādas - darbs pilsētvidē, klajā laukā, rūpnīcā, vietās, kur ir sarežģīti norobežot teritoriju u.c., instrukcijai ir jābūt visaptverošai, lai to varētu izmantot dažādās situācijās.

Plāns par rīcību iespējamā ārkārtas situācijā ir jāpārrunā un jāaskaņo ar pasūtītāju pirms darbu uzsākšanas.

Ārkārtas situācijā, kurā ir darbības traucējumi rentgena iekārtai, jāievēro sekojošus soļus:

- vispirms atpazīt situāciju, ka kaut kas nav kārtībā;
- izslēgt rentgeniekārtu un atvienot to no elektrības padeves;
- veikt radiācijas mērījumus, lai pārlicinātos, ka netiek emitēti rentgena stari;
- nekustināt rentgeniekārtu, līdz nav piefiksēti visi faktori (iekārtas pozīcija, jaudas un laika iestatījumi);
- ziņot par negadījumu darbu vadītājam vai operatoram;
- nelietot rentgeniekārtu, līdz tā nav pārbaudīta, salabota un apstiprināta par derīgu lietošanai no ražotāja vai kvalificēta eksperta puses.

Darbu vadītājam:

- jāapzina paredzamās dozas, kuras varētu tikt saņemtas;
- jānogādā TLD dozimetri uz dozimetru apkalpošanas uzņēmumu, lai veiktu precīzus dozas mērījumus;
- jāsaģatavo ziņojums par negadījumu, un jāinformē VVD RDC. Ziņojumam sevī jāietver:
 - negadījuma aprakstu ar pēc iespējas lielāku informāciju par negadījumā iesaistīto inventāru. Informācijai jāietver iekārtas nosaukumu, modeli un tā numuru, sērijas numuru (ja iespējams);
 - laika apstākļus un vides faktorus negadījuma laikā, ar atsauci, vai šie apstākļi varēja radīt vai ietekmēt negadījumu vai tā sekas;
 - precīzu negadījuma iemeslu;
 - detalizēti izklāstītas darbības, ar kuru palīdzību tika atgūta kontrole pār situāciju, ar specifiskām atsaucēm - kādas darbības palīdzēja novērst situāciju, bet kādas nepalīdzēja;
 - iesaistītā personāla izietās apmācības un pieredze;
 - visu iesaistīto personu saņemtās dozas un novērtējums;
 - sagatavotas rekomendācijas ar mērķi novērst līdzīgus negadījumus nākotnē, un kā rīkoties, lai novērstu sekas, ja atgadītos līdzīgs negadījums.

Ārkārtas plānam jābūt viegli saprotamam un izpildāmam. Tam jāparedz dažādu situāciju iespējamību un to risinājumus. Plānam jābūt vispusīgam, lai aptvertu dažādus fizikālus un ģeogrāfiskus apstākļus, kuros tiek veikta testēšana ar rentgena iekārtām. Ārkārtas plāna mērķim ir jābūt tādām, kas pēc iespējas maksimāli samazinātu iespēju kādam darbiniekam vai kritisko iedzīvotāju grupai saņemt paaugstinātu radiācijas dozu.

V Darbs drošā veidā

Radiogrāfijas darbu ārpus slēgtas telpas ietekmē dažādi specifiski apstākļi. Plānojot drošu darbu ir jāņem vērā objekta atrašanās vietu, darbinieku un sabiedrības attālumu un pārvietošanos, laika apstākļus, darba veikšanas laiku, vai darbs ir jāveic augstumā, ierobežotā telpā, vai pastāv citi darbu apgrūtinājoši faktori. Pirms veikt darbu ar radiogrāfijas metodi, ir jāveic darba vides novērtējumu, lai identificētu jebkādos apgrūtinājošus faktorus, kurus ņemt vērā.

Veicot darbu ar radiogrāfijas metodi ārpus slēgtas, nodrošinātas telpas, jānodrošina, ka darbu veic vismaz divi darbinieki katrai rentgena iekārtai.

Drošas darba vides veidošanā būtisks faktors ir komunikācija ar pasūtītāju. Drošības jautājumus neizprotoši pasūtītāji var sagādāt grūtības veikt darbu drošā veidā, neatvēlot pietiekami daudz laika, vai ar nepietiekamu komunikāciju, lai saplānotu darbu droši. Nesagraujošās testēšanas pārbaudes parasti ir svarīgs posms kvalitātes sistēmā, un tās ir jāveic plānoti, nevis pēdējā brīdī. Tādēļ vitāli svarīgi ir kopā ar pasūtītāju laicīgi ieplānot darbu.

Operatoram ir pienākums garantēt drošību attiecībā uz personām, kuras varētu nonākt jonizējošajam starojumam pakļautajā zonā, un jānodrošina pasākumu komplekss, lai nepieļautu šādu iespējamību.

Ja darbi noris slēgtā teritorijā, jonizējošajam starojumam pakļautā zona jāatzīmē ar brīdinošām zīmēm (attēls Nr. 6), kas skaidri redzamas vismaz no 5 m attāluma, un jānorobežo ar brīdinājuma lentu (attēls Nr.7). Tāpat pirms darbu uzsākšanas jāinformē pasūtītājs un jāpieprasa nodrošināt, lai nepiederošas personas netiktu pielaistas darbu veikšanas vietai.

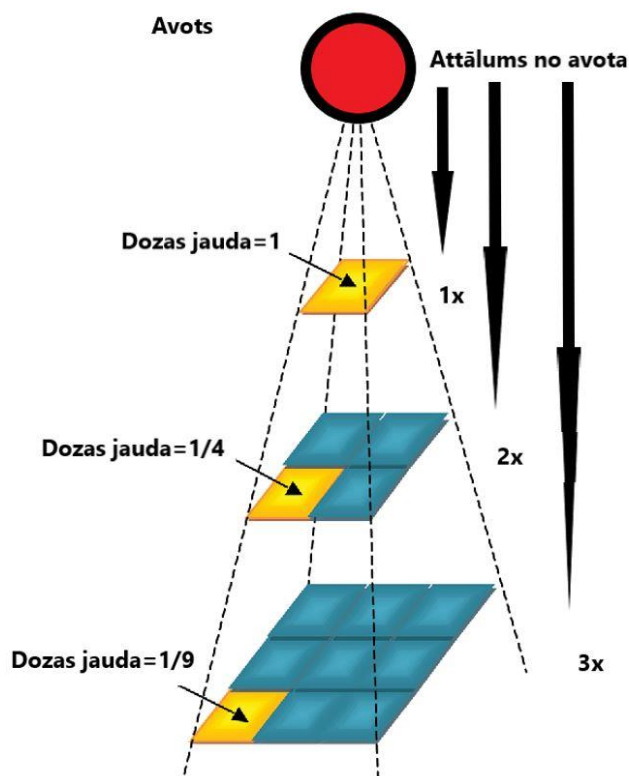
Lai noteiktu drošu darba zonu, kuru attiecīgi jānorobežo, jāizmanto apgrieztā kvadrāta likums: enerģijas intensitāte samazinās apgriezti proporcionāli attāluma kvadrātam. Veicot kontrolmērījumus jāņem vērā, ka tad, ja attālums palielinās divas reizes, dozas jauda samazinās četras reizes (attēls Nr. 5).

$$\frac{D_2}{D_1} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2$$

a - attālums no starojuma avota līdz kontroles mērījumam,

D – dozas jauda

Attēls Nr.5



Ja darbi noris pilsētvidē vai citās publiski pieejamās teritorijās (piemēram, iela, ceļš, stāvlaukums) ar iespējamu nepiederošu personu pārvietošanos (gājēji, velosipēdisti, autobraucēji), papildus iepriekš minētajam jānodrošina šāds pasākumu komplekss:

- jāveic pārrunas ar pasūtītāju, izvērtējot iespējas attiecīgos darbus veikt, izmantojot alternatīvas testēšanas metodes;
- darbus ar jonizējošā starojuma avotiem, iespēju robežās, jāveic laikā, kad vismazāk iespējama nepiederošu personu pārvietošanās, t.i., naktīs un agrās rīta stundās;
- jānodrošina visu iespējamo pieeju bloķēšana norobežotajai zonai, klātesot darbiniekiem, kam ir pienākums kontrolēt gājēju un autotransporta kustību, paskaidrojot notiekošo un lūdzot izvēlēties citu pārvietošanās maršrutu. Nepieciešamības gadījumā jāpalielina brigādē ietilpstošo darbinieku skaits, lai objektīvi būtu iespējams izpildīt šo uzdevumu;
- gadījumā, ja personas ignorē darbinieku norādījumus un turpina kustību norobežotās zonas virzienā, ekspozīcija nekavējoties jāpārtrauc. Darbu var atsākt tikai tad, kad bīstamība, ka personas varētu iekļūt norobežotajā zonā, ir beigusies;
- rentgena iekārta pie testējamā objekta ir jānovieto stabili, lai tā ekspozīcijas laikā nešūpotos, negāztos un nemainītu ekspozīcijas virzienu. Ekspozīcijas laikā ir jāuzmana apkārtnē, lai tur neiekļūtu nepiederošas personas.

Attēls Nr. 6



Attēls Nr. 7



Radiogrāfija ar stacionārajām defektoskopijas rentgeniekārtām

Darbojoties ar stacionārajām defektoskopijas rentgeniekārtām, ir jāveic visas drošības prasības tāpat, kā ar pārvietojamām iekārtām, papildus izveidojot drošu, slēgtu telpu šim darbam. Pareizi un droši veidota slēgta, nodrošināta telpa (turpmāk – rentgena telpa), kur darboties ar stacionāru rentgena iekārtu, izslēdz ļoti daudz riskus un negadījumus, kuri var atgadīties strādājot ar pārvietojamu rentgena iekārtu. Rentgena telpai jābūt plānotai un veidotai tā, lai nebūtu vajadzības nozīmēt kontroles zonu ārpus tās, bet gan pati telpa kalpotu par kontroles zonu. Vadoties pēc situācijas, apkārtnē ap šo telpu var tikt nozīmēta kā pārraudzības zona.

Drošības sistēmām jābūt rūpīgi un pareizi uzstādītām, lai novērstu defektoskopistu un citu darbinieku apstarošanu. Normālos apstākļos, rentgena iekārtai jābūt integrētai drošības sistēmā un telpas brīdinājumu sistēmā, tā, lai nebūtu iespējams darbināt iekārtu, ja kāda no drošības sistēmām nedarbotos.

Rentgena telpai jābūt aprīkotai ar drošības slēdžiem uz ieejas durvīm, lai nodrošinātu, ka šajā telpā neviens nevar iekļūt, kamēr rentgena iekārta ģenerē rentgena starus. Šai drošības sistēmai jābūt

mehāniski vai elektriski savienotai ar iekārtas vadības pulti. Drošības sistēmai ir jānodrošina, ka nav iespējams ģenerēt rentgena starus, kamēr durvis vai citas piekļuves vietas nav aiztaisītas, un nekavējoties apstādinātu rentgena staru ģenerēšanu, ja durvis tiktu atvērtas. Pēc atkārtotas durvju aizvēršanas drošības sistēmai nevajadzētu atkārtoti uzsākt rentgena staru ģenerēšanu automātiski.

Durvju drošības slēdži nedrīkst kavēt cilvēkus, kuri censtos pamest telpu ārkārtas gadījumā. Parasti drošības slēdžu sistēmas sastāv no elektriskiem slēdžiem vai fiksētas atslēgas sistēmas. Šai drošības sistēmai jābūt tādai, ka rentgena stari nevar tikt ģenerēti, ja kāda no sistēmas komponentēm nedarbotos vai būtu bojāta.

Tieši pirms rentgena staru ģenerēšanas ir jābūt redzamam un/vai dzirdamam brīdinājuma signālam. Šim signālam ir jābūt skaidri saprotamam jebkurai personai, kura atrodas stacionārā rentgena telpā vai pie durvīm. Signālam jābūt pietiekoši ilgam, lai persona varētu pamest šo telpu.

Otram redzamam un/vai dzirdamam signālam jābūt laikā, kad tiek ģenerēti rentgena stari. Pirms staru ģenerēšanas signālam un signālam, kurš norāda, ka tiek ģenerēti rentgena stari, ir jābūt skaidri atšķiramiem vienam no otra, kā arī redzamiem/dzirdamiem arī atrodoties iekšā rentgena telpā. Šie signāli ir jāizvēlas tādi, lai tos nevarētu sajaukt ne ar vienu citu signālu, kas atrodas apkārtnē.

Signāliem jābūt ierīkoti tā, ka tie darbojas automātiski, kad tiek uzsākta rentgena staru ekspozīcija. Brīdinājumu signālu sistēmai ir jābūt uzstādītai tā, lai rentgena starus nevarētu ģenerēt, ja kāda no komponentēm būtu bojāta vai nedarbotos (piemēram izdegusi lampa). Gadījumā, ja telpā ir vairāk par vienu radiācijas avotu, kontroles pultīm un brīdinājumiem būtu jābūt atšķirīgiem un nepārprotamiem.

Atbilstošās vietās jāizvieto redzami informatīvi paziņojumi, kas skaidri izskaidro brīdinājumu signālus un to atšķirības. Paziņojumiem jābūt marķētiem ar radiācijas simbolu un citu nepieciešamo informāciju. Tekstam šajos paziņojumos jābūt rakstītam tādā valodā, kura būs saprotama cilvēkiem, kuri uzturēsies rentgena telpas apkārtnē.

Durvju drošības sistēmā jāintegrē ārkārtas “Stop” pogas vai izraujami vadi ar manuālu atiestatīšanu, lai ļautu jebkurai personai, kas atrodas rentgena telpā, nekavējoties sacelt trauksmi un apstādināt rentgena starojumu. Pogām un izraujamajiem vadiem jābūt novietoti tā, lai persona tos var aizsniegt, nešķērsojot primāro rentgena staru kūli. Tiem jābūt skaidri marķētiem, lai nebūtu šaubu par to izmantošanas mērķi. Personai, kas atrodas telpā jābūt iespējams nekavējoties pamest rentgena telpu, vai arī patverties aiz tam paredzētas, radiāciju bloķējošas aizsargbarjeras. Defektoskopistam ārkārtas gadījumā jāvar nekavējoties apturēt ekspozīciju.

Lai veiktu drošu darbu ar stacionārajām defektoskopijas rentgena iekārtām, ņemot vērā telpas specifiku, ir jāveic sekojoši mērījumi:

- apkārt barjerām testa iedarbības laikā (vai pirmajā iedarbībā, atkarībā no apstākļiem), lai apstiprinātu, ka barjeras ir pareizi novietotas;
- operatora vietā, kad rentgena ģenerators tiek aktivizēts, lai apstiprinātu, ka starojuma līmenis ir pieņemams.

VI Darba vietas monitoringa veikšana un atspoguļošana

Darba vietas monitoringa būtība ir pārliecināties, ka darba vieta ir droša gan darbu veicējiem, gan apkārtējām personām. Strādājot ar pārvietojamām rentgena iekārtām, darba specifika var būt ļoti dažāda un dozas jaudas mērījumi jāveic, katru reizi uzsākot un strādājot citā objektā. To ne vienmēr ir jāatspoguļo rakstiski.

Gadījumi, kad monitoringa rezultāti jāatspoguļo rakstiski, ir noteikti Ministru kabineta 12.11.2013. noteikumos Nr. 1284 “Darbinieku apstarošanas kontroles un uzskaites kārtība” un Ministru kabineta 09.04.2002. noteikumos Nr. 149 “Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu” (monitoringa rezultātu atspoguļošanas paraugu pārvietojamai defektoskopijas rentgena iekārtai skatīt 1. pielikumā). Papildus informācija par darba vietas monitoringa veikšanu un rezultātu atspoguļošanu pieejama VVD RDC 14.02.2017. vadlīnijās Nr.3 [“Darba vietas monitorings un tā rezultātu noformēšana”](#).

Veicot dozas jaudas mērījumus katru reizi pirms darba uzsākšanas un veicot testēšanu, var garantēt darba vietas drošumu.

Uzņēmumam ir jā sagatavo un jāizstrādā darba vietas monitoringa programma saskaņā ar Ministru kabineta 12.11.2013. noteikumu Nr. 1284 “Darbinieku apstarošanas kontroles un uzskaites kārtība” 26. punktu, kurā, kā minimums, vajadzētu iekļaut sekojošu informāciju:

- kā veikt monitoringu;
- monitoringa vietas;
- biežums;
- kā pareizi iereģistrēt un atspoguļot veiktos mērījumus;
- dozu limiti katram mērījumam;
- kā rīkoties, ja mērījumi norāda, ka varētu tikt pārsniegti jonizējošā starojuma dozu limiti darbiniekiem.

Kā minimums, lai veiktu drošu darbu ar pārvietojamām rentgena iekārtām, ņemot vērā darba vietas un objekta specifiku, ir jāveic sekojoši mērījumi:

- apkārt barjerām un zīmēm ap norobežoto teritoriju, veicot testa ekspozīciju, lai pārlicinātos, ka barjeras ir novietotas pareizi;
- defektoskopista atrašanās vietā ekspozīcijas laikā, lai pārlicinātos, ka netiek pārsniegti darbinieku dozas limiti;
- nejaušas izlases kārtībā, apkārt barjerām, veicot darba ekspozīcijas, lai pārlicinātos, ka dozas ārpus barjerām nepārsniedz tiesību aktos noteiktos dozas limitus darbiniekiem un kritiskajai iedzīvotāju grupai;
- defektoskopista atrašanās vietā, apstādinot rentgena iekārtas darbību.
- tuvojoties rentgena iekārtai un ap to pēc katras ekspozīcijas, lai pārlicinātos, ka rentgena iekārta ir pārstājusi darboties un neemitē rentgena starus.

Lai veiktu precīzus radiācijas dozas jaudas mērījumus, šim nolūkam ir jāizmanto kalibrēti, verificēti radiometri vai EPD dozimetri. Radiometru un dozimetru tehnisko stāvokli vajadzētu regulāri kontrolēt darbiniekiem, kuri tos izmanto, un darbu vadītājam. Šīs pārbaudes var ietvert mēriekārtas vizuālu apskati, vai tai nav fiziski bojājumi, bateriju pārbaudi un vai darbojas “nonullēšana”. Mēriekārtas jāizvēlas atbilstoši darba videi, kurā paredzēts veikt darbu, ņemot vērā laikapstākļus, darba specifiku utml. Atsevišķi radiometri un dozimetri var būt nepiemēroti lietošanai ļoti mitrās vai ļoti karstās vietās. Savukārt citi var būt nepiemēroti skarbiem būvdarbu darba apstākļiem. Industriālā vidē, kur pastāv sprādzienbīstamība, sprādzienbīstamās zonās jāizmanto iekārtas, kas nerada elektrostatiskās izlādes risku.

Pielikums Nr. 1 - Darba vietas monitoringa pārskats

DEFEKTOSKOPIJAS IEKĀRTAS DARBA ZONAS RADIĀCIJAS MONITORINGA PĀRSKATS

Nr. 1

Operators: XXXXX
 Reģ. Nr.: XXXXX
 Jur.adrese: XXXXXXXXX

Monitoringa vieta: atklātā laukā
 Monitoringa datums: 25.04.2021

Radioaktīvo vielu nesaturošs jonizējošā starojuma avots:

1. Grupas nosaukums: Portatīva rentgendefektoskopijas iekārta
2. Ražotājs, ražošanas gads: YXLON International AS, Denmark, 2004
3. Modelis, tips, numurs: YXLON SMART 225, defektoskopijas iekārta, Nr. A1
4. Maksimālais spriegums (kV) : 225
5. Maksimālā jauda (kW) : 0.9
6. Rentgenlampas modelis, tips, numurs: YXLON Smart 225, Nr. xxxxx
7. Ģenerators modelis, tips, numurs: YXLON Smart 583, Nr. xxxxx

Izmantotie mērinstrumenti: Dozimetrs „GAMMA-SCOUT(R)” Nr. xxxxx. Ražotājs: GAMMA-SCOUT GmbH & Co KG, Vācija. Pēdējās kalibrēšanas datums: 28.04.2020, Steinbeis - Transferzentrum an der Hochschule Mannheim.

Monitoringa metode: XXXXXX

Monitoringa slēdziens: Defektoskopijas iekārta YXLON SMART 225 un tās darba zona nodrošina darbinieku (personāla), apkārtējo un vides drošu aizsardzību pret jonizējošo starojumu.

Monitoringa pārskats sagatavots 25.04.2021

Monitoringu veica:

 Juris Bērziņš
 Vārds, uzvārds

 25.04.2021
 Datums

 Paraksts

Z.v.

DEFEKTOSKOPIJAS IEKĀRTAS DARBA ZONAS RADIĀCIJAS MĒRĪJUMU REZULTĀTI

YXLON SMART 225, defektoskopijas iekārta Nr. A1

Monitorings veikts pie defektoskopijas iekārtas iestādījumiem: $U_a = 200$ kV, $I_a = 4.0$ mA, $t_{\text{eksp}} = 60$ s. Mērījuma punkti atbilstoši kontroles punktu novietojumam darba zonas plānā (sk. 3. lpp). Defektoskopijas iekārtas primārais staru kūlis tika pozicionēts paralēli gruntij. Mērījumi tika izdarīti 1000 mm augstumā. Dabiskās radiācijas fona līmenis vidēji sastādīja 99 nSv/h un tas ietilpst dozas mērījumos. Dozimetra kalibrēšanas koeficients aprēķinots ir ņemts vērā. Gada dozas līmiti: A kategorijas darbiniekiem - 20 mSv/gadā, B kategorijas darbiniekiem - 6 mSv/gadā, kritiskās iedzīvotāju grupas personām 0,1 mSv/gadā.

Mērījuma punkts	Dozas jaudas mērījums $\mu\text{Sv/h}$	Aprēķinātā paredzamā doza gadā A kateg. darbiniekiem mSv/gadā	Aprēķinātā paredzamā doza gadā B kateg. darbiniekiem mSv/gadā.	Aprēķinātā paredzamā doza gadā kritiskās iedzīvotāju grupas personām mSv/gadā *
1	3	0.64	0.64	0.006
2	5.5	1.17	1.17	0.012
3	2	0.43	0.43	0.004
4	0.2	0.04	0.04	0.000
5	1.5	0.32	0.32	0.003
6	0.7	0.15	0.15	0.002
7	5.5	1.17	1.17	0.012

Dozimetra paplašinātā nenoteiktība $U = \pm 5\%$

Plānotā noslodze gadā 12800 ekspozīcijas Vidējais $t_{\text{eksp}} = 60$ s

* - sakarā ar to, ka darbi pārsvarā notiek ārpus apdzīvotajām vietām rūpnieciskajās teritorijās, aprēķinātai paredzamai doza gadā kritiskās iedzīvotāju grupas personām tiek piemērots koeficients 0,01.

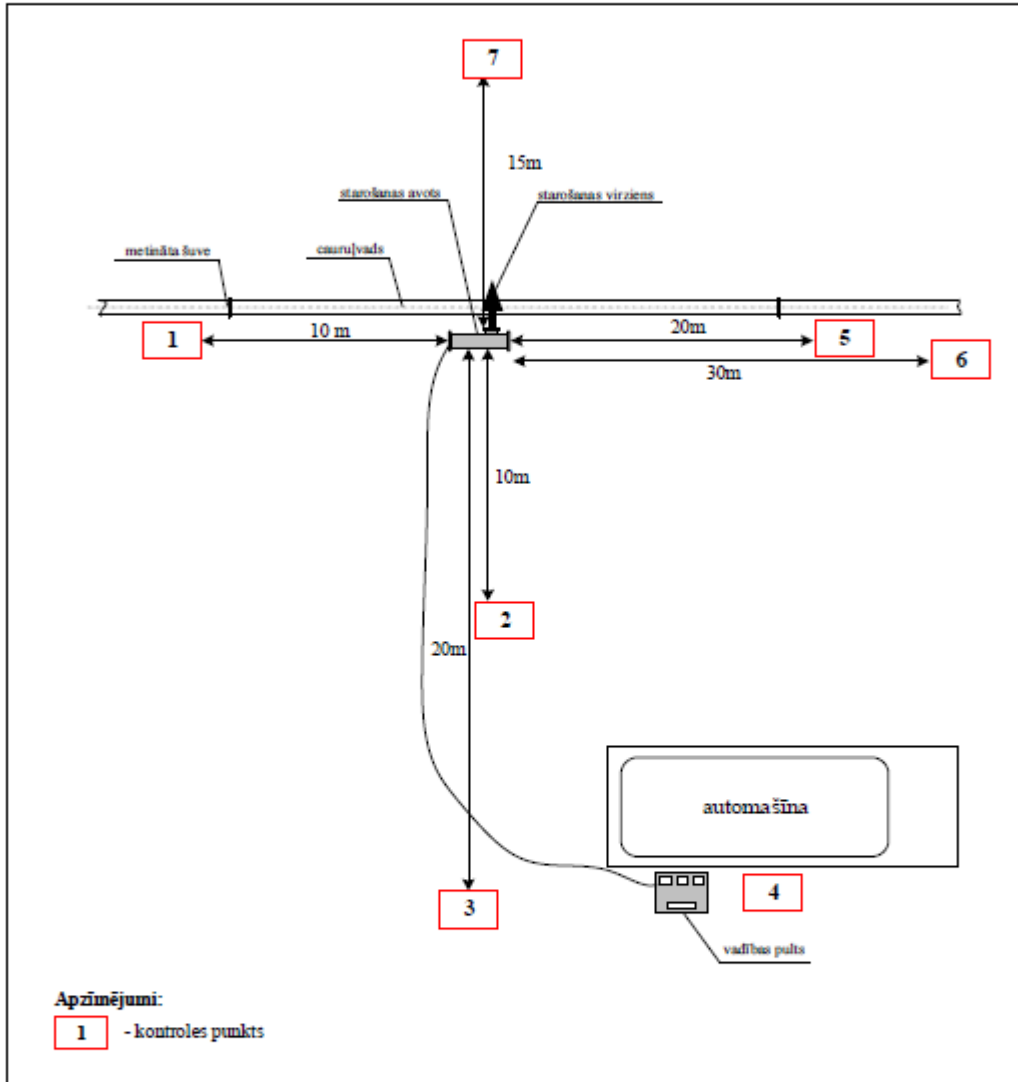
Saīsinājumi:

U_a - rentgenlampas spriegums

I_a - rentgenlampas anodstrāva

t_{eksp} - ekspozīcijas laiks

DEFEKTOSKOPIJAS IEKĀRTAS DARBA ZONAS PLĀNS
 YXLON SMART 225, defektoskopijas iekārta Nr. A1



Pielikums Nr. 2 - Citu valstu negadījumu pieredze defektoskopijas rentgena iekārtu lietošanā

Lai gan negadījumi ar rentgena iekārtām notiek daudz retāk nekā ar radioaktīvu avotu saturošām iekārtām, tomēr tie notiek. Zemāk tekstā apskatīsim dažus no tiem.

KĻŪDA PIESLĒDZOT DROŠĪBAS SISTĒMU

Tika mainīta rentgena iekārta slēgtā, nodrošinātā telpā. Šajā laikā tika atvienots durvis bloķējošs drošības slēdzis, kurš tā arī netika pievienots atpakaļ. Gadu vēlāk, defektoskopists ieslēdza rentgena iekārtu, lai to uzsildītu, pirms veikt pirmo ekspozīciju. Brīdī vēlāk viņš iegāja šajā telpā, lai uzliktu rentgena filmu un veiktu gala pielāgojumus, lai nopozicionētu testējamo objektu. Lai noteiktu rentgena staru centru, viņš izmantoja svārstu, kuru defektoskopists turēja piespiestu pie rentgena staru izejas loga ar savu labo īkšķi. Iekšā šajā telpā nebija nekādu brīdinājuma signālu, kuri norādītu, ka rentgena iekārta jau darbojas un emitē rentgena starus.

Defektoskopists atskārta, ka viņš ir bijis pakļauts rentgena ekspozīcijai, atgriežoties pie vadības pults, lai sāktu ekspozīciju, bet tad pamanīja, ka rentgena staru ekspozīcija jau bija ieslēgta. Tika pieņemts, ka defektoskopista labais īkšķis atradās uz rentgena staru izejas loga aptuveni 5 sekundes, un rezultātā saņēma 3,4 Sv dozu īkšķim un 29 mSv visam ķermenim. Īkšķa apstarošanas rezultātā radās eritēma (radiācijas apdegums) un čūlas.

Šajā gadījumā, nododot jauno rentgena iekārtu ekspluatācijā un veicot pārbaudes, netika pārbaudīts, vai drošības sistēmas slēdži ir savienoti atpakaļ. Ir jāievieš procedūras, lai pārliecinātos, ka visas drošības sistēmas darbojas pēc remonta vai maiņas. Defektoskopists nebija veicis ikdienas pārbaudi drošības slēdžiem, pirms izmantoja telpu. Šāda pārbaude būtu brīdinājusi defektoskopistu par to, ka drošības slēdzis nedarbojas. Defektoskopistam arī nebija līdz radiometrs, un viņš neveica radiācijas līmeņa mērījumus. Šādi mērījumi būtu norādījuši uz augstu radiācijas līmeni un varētu izvairīties no sevis apstarošanas. Defektoskopists ignorēja brīdinājuma signālu uz vadības pults. (Avots: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety reports Series No. 7, IAEA, Vienna 1998).

PERSONU APSTAROŠANA CAURUĻVADĀ

Defektoskopists bija saņēmis atļauju veikt testēšanu ar rentgena iekārtu cauruļvadā gāzes kompresijas stacijā. Darba zona tika norobežota atbilstoši visām prasībām un tika doti brīdinājumi pirms ekspozīcijas uzsākšanas un ekspozīcijas laikā. Kad jau vairākas ekspozīcijas bija veiktas un tika veikta kārtējā ekspozīcija, defektoskopists pamanīja, ka no cauruļvada atvērtā gala iznāk divi cilvēki. Apstādinot nekavējoties ekspozīciju un noskaidrojot apstākļus, izrādījās, ka šiem cilvēkiem arī tika dota atļauja strādāt šajā vietā. Viņi inspicēja cauruļvadu no iekšpuses un bija divas reizes šķērsojuši ekspozīcijas zonu, ekspozīcijas laikā veicot savu darbu. Izmeklējot notikušo un aprēķinot saņemtās dozas, tika konstatēts, ka abi šie cilvēki ir saņēmuši dozu aptuveni 0,2 mSv.

Skaidrs, ka šajā gadījumā trūka komunikācijas ar pasūtītāju, kurš bija devis atļauju strādāt vairākām brigādēm vienlaicīgi. Kā arī defektoskopisti, pirms norobežoja teritoriju, nepārliecinājās, ka teritorija ir brīva no citām personām, neielūkojās cauruļvadā (Avots: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety reports Series No. 7, IAEA, Vienna 1998).

NEJAUŠA DEFEKTOSKOPISTU APSTAROŠANA

Divas radiogrāfijas brigādes strādāja vienlaicīgi lielā darbnīcā, katra savā pusē. Viena brigāde sagatavoja panorāmas rentgena iekārtu, lai veiktu rentģenu cirkulāram metinātajam savienojumam cilindriskai mucai. Otrai brigādei prasīja vairāk laika, lai iestatītu identisku rentģena iekārtu, lai veiktu rentģenu vairākiem metinātajiem savienojumiem. Abas vadības pultis un brīdinājuma signāli atradās darbnīcas vidū, ārpus tieša redzes loka. Kā papildus drošību, brigādes bija atvienojušas kabeļus, kas savieno rentģena iekārtu ar vadības pulti, no pielietojamās vadības pults.

Kad sagatavošanās bija pabeigta, defektoskopists no pirmās brigādes instruēja savu palīgu, lai viņš pievieno vajadzīgo kabeli, iestata ekspozīciju uz 7 minūtēm un sāk ekspozīciju. Pirms ekspozīcijas atskanēja brīdinājuma skaņa un pultī iedegās brīdinājums, ka notiek ekspozīcija. Brigāde pameta darbnīcu uz ekspozīcijas laiku, un pēc atgriešanās defektoskopists uzreiz pamanīja, ka pie vadības pults ir pievienots nepareizais kabelis, no otras rentģena iekārtas.

Apstarotās brigādes dozimetri piefiksēja dozas 39 mSv un 19 mSv, kas bija daudz zemākas, nekā to paredzēja aprēķini. Situācijas skaidrojums no apstarotās brigādes un izmeklējumi izskaidroja, kādēļ dozimetri rādīja daudz mazāku dozu. Brigāde strādāja ar pagrieztu muguru pret rentģena iekārtu un bija noliekušies cetrāpus. Tādējādi dozimetri bija tālāk no rentģena iekārtas un, tā kā dozimetri bija novietoti krūšu rajonā, tie tika aizsargāti no rentģena stariem ar visu ķermeni. Tieši radiācijas mērījumi un aprēķini norādīja, ka viss ķermenis saņēmis attiecīgi dozas 600 mSv un 160 mSv.

Galvenais cēlonis šim atgadījumam ir nepareizi pievienots kabelis. Bet iemesls nav tikai viens, tā ir virkne kļūdu, kuras varētu tikt novērstas. Defektoskopistam bija jāpārbauda, vai ir pievienots pareizais kabelis. Brigādei nevajadzēja atstāt darbnīcu, uzsākot ekspozīciju. Vadības pultīm vajadzētu būt veidotām tā, ka nav iespējams pieslēgt nepareizo kabeli. Kad vairāk par vienu brigādi strādā vienā vietā, komunikācija starp brigādēm ir vitāli svarīga (Avots: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety reports Series No. 7, IAEA, Vienna 1998).

Izmantotie avoti

1. Ministru kabineta 09.04.2002. noteikumi Nr.149 [“Noteikumi par aizsardzību pret jonizējošo starojumu”](#)
2. Ministru kabineta 12.11.2013. noteikumi Nr.1284 [“Darbinieku apstarošanas kontroles un uzskaites kārtība”](#)
3. Ministru kabineta 28.01.2021. noteikumi Nr. 65 [“Darbību ar jonizējošā starojuma avotiem paziņošanas, reģistrēšanas un licencēšanas noteikumi”](#)
4. Ministru kabineta 18.07.2006. noteikumi Nr. 588 [“Metālmateriālu metinātāju un defektoskopistu sertificēšanas kārtība reglamentētajā sfērā”](#)
5. Starptautiskās atomenerģijas aģentūras vadlīnijas SSG-11 [“Radiation Safety in Industrial Radiography”](#), 2011
6. Apvienotās Karalistes vadlīnijas [“Industrial radiography – managing radiation risks”](#), 2018
7. Starptautiskās atomenerģijas aģentūras ziņojums Safety reports Series No 7 [“Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography”](#), 1998
8. VVD RDC vadlīnijas Nr.3 [“Darba vietas monitorings un tā rezultātu noformēšana”](#), 2017