

MATERIĀLS RADIĀCIJAS DROŠĪBĀ PERSONĀLAM, KAS PĀRBAUDA RADIOAKTIVITĀTI METĀLLŪŽŅU IEPIRKŠANAS VIETĀS

1. NORMATĪVO AKTU PRASĪBAS RADIĀCIJAS DROŠĪBĀ

Nosacījumi lūžņu radioaktivitātes līmeņa kontrolei noteikti Ministru kabineta 2011.gada 13.decembra noteikumos Nr.960 "Noteikumi par kārtību, kādā iepērk un realizē melno un krāsaino metālu atgriezumus un lūžņus un izsniedz licences metālu atgriezumam un lūžņu iepirkšanai Latvijā, kā arī par valsts nodevas likmi par licenci metālu atgriezumam un lūžņu iepirkšanai un valsts nodevas maksāšanas kārtību". Komersants, kas nodarbojas ar lūžņu iepirkšanu, nodrošina lūžņu radioaktivitātes līmeņa pārbaudi:

- izmantojot stacionārās radioaktivitātes līmeņa mēriekārtas un portatīvos radiometrus, ja kopējais iepērkamais melno un krāsaino metālu atgriezumam un lūžņu daudzums gadā pārsniedz 100 000 tonnu;

- izmantojot portatīvos radiometrus, katrai melno un krāsaino metālu atgriezumam un lūžņu kravai, kas iepirkta no cita komersanta, kurš nodarbojas ar lūžņu iepirkšanu.

Komersants, sagatavojot lūžņu kravu tālākajai realizācijai, veic lūžņu radioaktivitātes mērījumus un pievieno aktu, kas apliecina, ka attiecīgie lūžņi nav piesārņoti ar radioaktīvajām vielām un nesatur radioaktīvos atkritumus.

Darbiniekam, kurš pārbauda lūžņu radioaktivitātes līmeni, jābūt dokumentam, kas apliecina zināšanas radiācijas drošības jomā, un prasmei veikt kravu radioaktivitātes pārbaudi, kā arī noformēt aktu par pārbaudes rezultātiem. Komersants ne retāk **kā reizi piecos gados** nodrošina šo darbinieku apmācību radiācijas drošībā. Ārpuskārtas mācības veic, ja būtiski grozīti normatīvie akti radiācijas drošībā vai tiek ieviesta jauna mērīšanas aparatūra.

Ja, pārbaudot lūžņu radioaktivitāti, konstatē, ka lūžņi ir piesārņoti ar radioaktīvām vielām, paziņo par to lūžņu piegādātājam un arī Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centram (VVD RDC). Savukārt radioaktīvi piesārņotos lūžņus vai radioaktīvos atkritumus nodod radioaktīvo atkritumu apglabāšanas vai pārvaldības uzņēmumam. Latvijā ir viens šāds uzņēmums – Valsts SIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs".

2. JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS UN TĀ IESPĒJAMĀ IETEKME

• Jonizējošais starojums un tā veidi

Jonizējošais starojums ir enerģijas plūsma daļiņu vai elektromagnētisko viļņu veidā. Tas ir gamma starojums, rentgenstarojums, korpuskulārais (daļiņu) starojums un jebkāds cits starojums, kas spēj radīt jonizāciju tiešā vai netiešā veidā.

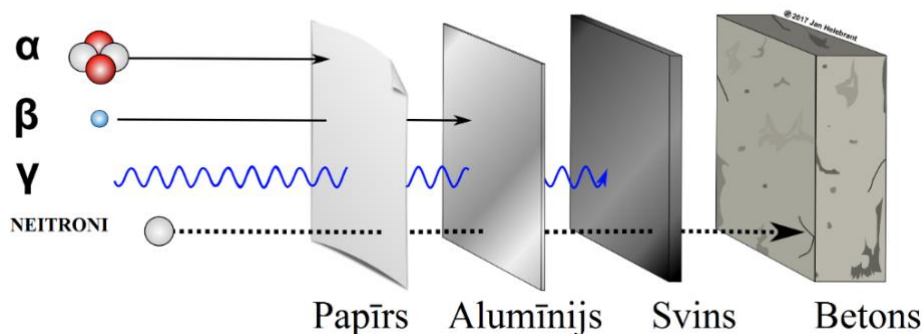
Radioaktīvajām vielām raksturīgie jonizējošā starojuma veidi ir:

- a. **Alfa starojums (α)** - veido alfa daļiņas, kuru enerģija ir ļoti liela, bet noskrējiena gaisā ir mazs - ~7 cm. Ļoti liela enerģijas nodošana notiek īsā laikā, nelielā attālumā. Tas nosaka alfa starojuma lielo kaitīguma koeficientu. Alfa radioaktīvie savienojumi, nokļūstot cilvēka organismā, ir ļoti kaitīgi. Ārpus ķermeņa esošie materiāli, kas emitē alfa starojumu, nav kaitīgi, jo to aptur āda, to var aizturēt papīra lapa. Alfa starojumu ir grūti detektēt mazā noskrējiena gaisā dēļ.
- b. **Beta starojums (β)** - rodas, sabrūkot vieglākiem radioaktīvo atomu kodoliem, un tās var būt negatīvi un pozitīvi lādētas. Beta starojums gaisā pārvietojas ~ 2 m attālumā. Starojums iespiežas cilvēka ādā līdz slānim, kur veidojas jaunās ādas šūnas. Beta starotāji ir viskaitīgākie, ja tie tiek ieelpoti vai norīti. No ārējā beta starojuma var pasargāt metāla plāksne, stikls vai pat biezs apģērbs.

- c. **Gamma starojums (γ)** - elektromagnētiskais starojums, raksturīgs ar lielu enerģiju un lielu caurspiešanās spēju. Lai to ievērojami vājinātu, ir nepieciešama bieza svina vai betona aizsargbarjera. Bez aizsardzības pasākumiem gamma starojums, ejot cauri ķermenim, ietekmē visus ķermeņa orgānus.
- d. **Neitronu starojums** - sastāv no neitroniem, kuri ir ar vēl lielāku caurspiešanās spēju nekā gamma stari. Tos var aizturēt tikai biezas aizsargbarjeras no materiāliem, kas satur elementus ar mazu atommasu, kuros labāk notiek neitronu izkliede – betons, ūdens vai parafīns.

1.attēls

Dažādu starojuma veidu caurspiešanās spējas



• **Jonizējošā starojuma avoti** ir ierīces, radioaktīvās vielas, kodolmateriāli, radioaktīvie atkritumi vai iekārtas, kas spēj ģenerēt jonizējošo starojumu vai no neradioaktīviem materiāliem radīt radioaktīvās vielas, tos apstarojot ar daļiņām vai augstas enerģijas gamma starojumu.

Apkārtējā vidē pastāv dabiskie jonizējošā starojuma avoti (kosmiskais starojums, radioaktīvais starojums no zemes (tai skaitā radioaktīvā radona gāze), dabiskie radionuklīdi pārtikā). Dabiskā starojuma līmenis jeb dabiskais gamma starojuma fona līmenis dažādās vietās ir atšķirīgs. Vidēji katrs iedzīvotājs gadā saņem 2,4 mSv apstarojumu no dabiskajiem jonizējošā starojuma avotiem.

Cilvēks tiek pakļauts arī speciāli izveidotu (mākslīgo) jonizējošā starojuma avotu ietekmei, piemēram, medicīniskās radiodiagnostikas vai ārstēšanas (radioterapijas) procesā, kā arī atrodies radioaktīvu vielu saturošu avotu tiešā tuvumā. Mākslīgos jonizējošā starojuma avotus izmanto medicīnā, enerģētikā, rūpniecībā, materiālu apstrādē, dažādu produktu un materiālu sterilizēšanā, u.c.

Cilvēki ar maņu orgāniem nevar noteikt radiāciju (jonizējošo starojumu), to nevar redzēt, saost vai sataustīt. Radiācijas detektēšanai ir nepieciešamas mēriekārtas.

• Jonizējošā starojuma iespējamais veselības apdraudējums

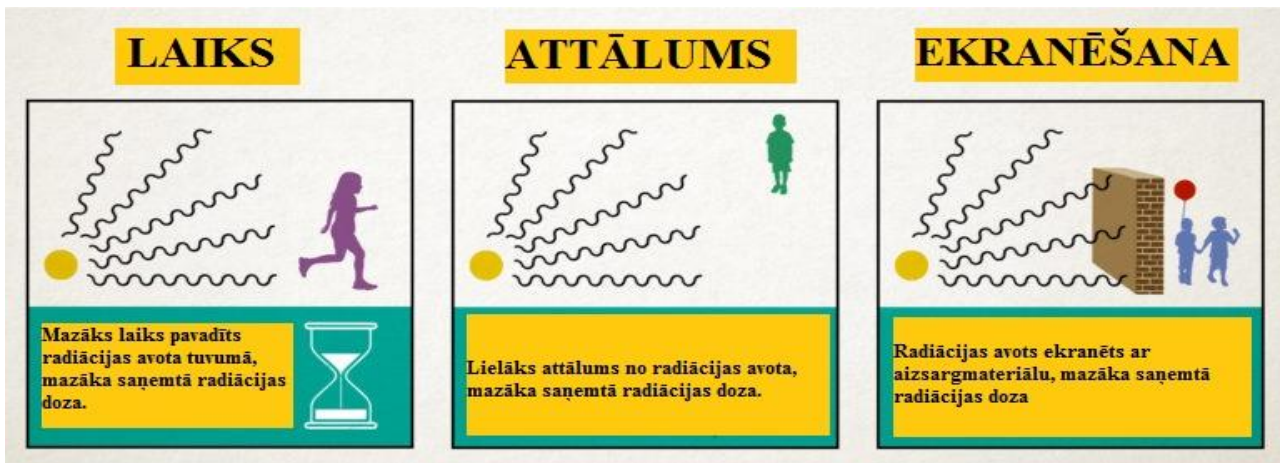
Jonizējošā starojuma izraisīto bojājumu daudzums ir atkarīgs no starojuma veida un starojumam pakļautiem audiem. Ja absorbētā doza ir lielāka par 0,5 Gy, kas saņemta īsā laika sprīdī, tad sekas ir tūlītēja radiācijas (deterministiska) iedarbība (3–5 Gy – 50% cilvēku ir nāvējoša). Mazākas dozas var palielināt varbūtību rasties vēlīnajam (stohastiskajam) efektam – izpaužas pēc daudziem gadiem pēc apstarošanas gadījuma.

3. PASĀKUMI AIZSARDZĪBAI PRET JONIZĒJOŠO STAROJUMU

Galvenie aizsardzības pamatprincipi, kas samazina saņemto jonizējošā starojuma dozu (2.attēls):

1. **attālums** – palielinoties attālumam no jonizējošā starojuma avota, samazinās dozas jauda, tātad arī saņemta doza;
2. **laiks** – ierobežojiet uzturēšanās laiku jonizējošā starojuma avota tuvumā;
3. **ekranēšana** – ja starp jonizējošā starojuma avotu un personu ir aizsargbarjera, tad persona saņem mazāku dozu. Materiāls samazina dozas jaudu atkarībā no biezuma, blīvuma un materiāla veida.

Noteicošs ir **cilvēciskais faktors**, t.i., lai darbinieks prastu pielietot aizsargājošos faktorus, saprastu darbu un risinātu neadekvātas situācijas, veicot metāllūžņu kontroli.



2.attēls Galvenie aizsardzības principi pret jonizējošā starojuma avotiem

4. JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA MĒRVENĪBAS

Radioaktivitātes mērvienība (1 kodola sabrukšana sekundē) ir **bekerels (Bq)**, kuru izmanto radioaktīvā piesārņojuma noteikšanai - visbiežāk Bq/l, Bq/kg, Bq/m², Bq/m³. Sākotnēji tika lietota cita radioaktivitātes mērvienība - **kirī (Ci)** (1 Ci atbilst 1g ²²⁶Ra radioaktivitātei), 1 Ci = 3,7×10¹⁰ Bq.

Mērvienība, kas norāda uz radioaktīvās sabrukšanas ātrumu, ir **pussabrukšanas periods** (T_{1/2}) - laiks, kurā sabrūk puse no radioaktīvā elementa kodolu skaita. Dažādu radioaktīvo elementu pussabrukšanas periods var būt ļoti dažāds; piemēram, radonam (²²²Rn) tas ir 3,8 dienas, rādiyam (²²⁶Ra) – 1622 gadi, bet urānam (²³⁸U) – 4,5×10⁹ gadi.

Doza ir enerģijas daudzums, kas tiek absorbēts cilvēka organismā vai vidē uz masas vienību, t.i. jonizējošā starojuma enerģijas daudzums, ko saņem cilvēka ķermeņa audi. Efektīvās dozas maksimāli pieļaujamo lielumu sauc **par pamatlimitu**. Uzmanība jāpievērš arī pakārtotajiem limitiem, kuri rāda maksimāli pieļaujamo ekvivalento dozu atsevišķām ķermeņa daļām, piemēram, acs lēcai vai viena kvadrātcimetra lielai ādas virsmai (skat. 2.tabulu).

2. tabula Jonizējošā starojuma dozu limiti iedzīvotājiem un darbiniekiem ar jonizējošā starojuma avotiem

Dozas limits	Iedzīvotājiem mSv/gadā	Nodarbinātajiem mSv/gadā	Mācekļiem vai studentiem mSv/gadā
Efektīvās dozas ¹ pamatlimits	1	20	6
Ekvivalentā doza ² acs lēcai	15	150 ³	50
Ekvivalentā doza jebkurai 1cm ² lielai ādas virsmai	50	500	150
Ekvivalentā doza plaukstām, apakšdelmiem, pēdām un potītēm	50	500	150

¹ Visu ķermeņa audu un orgānu ārējās un iekšējās apstarošanas ekvivalento dozu summa, ņemot vērā jonizējošā starojuma ietekmes faktoru uz audiem.

² Absorbētā doza kādā atsevišķā orgānā vai audos atbilstoši jonizējošā starojuma veidam un enerģijas diapazonam.

³ Atbilstoši Eiropas Savienības prasībām acs lēcas dozas limits tiks pārskatīts un samazināts līdz 20 mSv/gadā.

Efektīvo dozas jaudu izsaka kā efektīvo dozu uz laika vienību Sv/h vai Sv/s.

- **Mērījumu mērvienības, to pārvēršana no vienas otrā**

Jonizējošā starojuma dozas jaudu SI sistēmā mēra **zīvertos stundā (Sv/h)**, ārpus sistēmas mērvienība ir **rentgens stundā (R/h)**. Dozas jaudas mērījumu mērvienība var būt arī **impulsu skaits sekundē (cps)** vai impulsu skaits minūtē (*cpm*), tas norāda, cik daudz gamma staru saskaita gamma staru sensors laika vienībā (sekundē vai minūtē). Šis skaitlis ir atkarīgs no mērierīces jutības. Jāpārlicinās, ka, veicot mērījumus, tiek pierakstītas atbilstošās mērvienības.

- Informācija, kā pārvērst mērvienības, kuras biežāk tiek izmantotas mērījumos:

Lai pārvērstu no	Uz	
R (rentgens)	Sv (zīverti)	Reizina ar 0,01
μ R (mikrorentgens)	μ Sv (mikrozīverts)	Dala ar 100

- Mērinstrumentos biežāk sastopamas dozas jaudas mērvienībās doza izteikta daļās:

mSv/h	– milizīverts, kas ir tūkstošā (10^{-3}) daļa no 1 zīverta Sv
μSv/h	– mikrozīverts, kas ir miljonā (10^{-6}) daļa no 1 zīverta Sv
nSv/h	– nanozīverts, kas ir miljardā (10^{-9}) daļa no 1 zīverta Sv

$$1 \text{ Sv} = 1000 \text{ mSv} = 1\,000\,000 \mu\text{Sv}$$

- Piemērs rezultātiem dažādās mērvienībās:

Mērvienības	μ R/h	μ Sv/h	nSv/h
Vidējais radioaktīvā fona līmenis Latvijā	10 ± 5	$0,10 \pm 0,05$	100 ± 50
Mērinstrumenta rādījums radioaktīvā piesārņojuma apstākļos (piemērs)	30	0,30	300

5. JONIZĒJOŠĀ STAROJUMA MĒRĪŠANA METĀLLŪŽŅU LAUKUMĀ

• Mēriekārtas

Lai konstatētu jonizējošā starojuma klātbūtni un to izmērītu, ir nepieciešami mērinstrumenti. Pie ieejas lūžņu savākšanas laukumos bieži vien ir uzstādītas stacionārās radioaktivitātes līmeņa mēriekārtas (3.attēls). Darbinieku rīcībā ir arī rokas radiācijas kontroles ierīces (portatīvie radiometri) (4.attēls).



3.attēls Stacionārās radioaktivitātes līmeņa mēriekārtas (nosaka gamma vai gamma-neitronu starojumu)



RadEye G20-10: 4250687
RadEye G20-ER10: 42506710



4.attēls Portatīvās radiācijas mēriekārtas

• Mērīšanas veikšana

Ja stacionārā radioaktivitātes līmeņa mēriekārta dod trauksmes signālu, tas nozīmē, ka konstatēts paaugstināts jonizējošais starojums (*ja vien tā nav iekārtas kļūda*). Tādā gadījumā darbiniekiem jāveic lūžņu papildus izpēti ar rokas mēriekārtu (portatīviem radiometriem).

Ja lūžņu pieņemšanas vietā nav stacionārās radioaktivitātes līmeņa mēriekārtas, ar rokas mēriekārtu ir jānodrošina jonizējošā starojuma mērīšana pirms kravas tālākas realizācijas.

1) Sagatavošanās mērīšanai:

- jāpārlicinās, vai instruments ir kalibrēts, vai nav beidzies kalibrēšanas termiņš. Mērinstrumentam jābūt kalibrētam reizi divos gados saskaņā ar MK 25.08.2008 noteikumiem Nr.693 “Noteikumi par mērīšanas līdzekļu kalibrēšanu”,
- jāpārbauda baterijas uzlādes līmeņa pietiekamība veicamā darba apjomam,
- vizuāli un atbilstoši tehniskais dokumentācijai jānovērtē mērinstrumenta darba spējas un iespējamie bojājumi,
- veicot mērījumus, jālieto cimdi.

2) Mērīšana:

- Sākotnēji jāizmēra dabīgā fona dozas jauda vairāku metru attālumā no tās lūžņu kravas, kurai konstatēta paaugstināta radiācija.
- Jāpārbauda, vai mēraparatūra darbojas pareizi, vai nav automātiski pārslēgusies uz citu skalu, vai mērvienības ir pierakstītas.
- Jāveic radioaktīvā priekšmeta meklēšana metāllūžņu kravā, izmantojot portatīvo radiācijas mēriekārtu. Vispirms jāatrod vieta, kur ir vislielākā dozas jauda, pēc tam, ja iespējams, jāatrod radioaktīvais priekšmets. Vēlams sadalīt kravu vairākās daļās, lai pakāpeniski izslēgtu tos metāllūžņu apjomus, kas nav radioaktīvi.
- Jāievēro, ka 90% moderno mērierīču rezultātu ticamību nosaka ieprogrammētie rezultātu kļūdas aprēķini, kas notiek apmēram 3 sekunžu laikā, tādēļ katrs uz displeja redzamais dozas jaudas skaitlis rezultāts parāda pirms 3 sekundēm bijušo līmeni. Tas nosaka, ka objekta pārbaudes **mērījumi jāveic lēnām, katram nolasījumam konkrētā punktā veltot vismaz 7-10 sekundes.**

3) Rīcība pēc radioaktīvā objekta atrašanas:

- ja jonizējošā starojuma dozas jauda uz priekšmeta virsmas nepārsniedz 100 $\mu\text{Sv/h}$ (10 mR/h), priekšmetu pārvieto un norobežo 3-5 m rādiusā, cimdus novieto kopā ar objektu;
- ja jonizējošā starojuma dozas jauda uz priekšmeta virsmas pārsniedz 100 $\mu\text{Sv/h}$ (10 mR/h), priekšmetu nepārvieto un norobežo 10 m rādiusā, ja avots aiztikts, cimdus atstāj pie avota.
- Jāizmēra dozas jauda noteiktā attālumā (piem., 1 m attālumā) no priekšmeta / konteinera.
- Radiācijas mērījumi jāreģistrē uzskaites žurnālā, norādot mērinstrumentu, ar kādu tie veikti.
- Par radioaktīvo priekšmetu **jāpaziņo Valsts vides dienesta Radiācijas drošības centra Operatīvās brīdināšanas grupai (OBG)**, kas strādā 24 h diennaktī - nosaucot adresi, aprakstot atrasto priekšmetu, norādot dozas jaudas mērījumu, mērvienību un attālumu no priekšmeta, kādā mērījums veikts: **67084306, mob. 26565626, fakss 67084291**, OBG e-pasts: rdc@rdc.vvd.gov.lv Pēc tam jāgaida speciālistu ierašanās.
- Radioaktīvi piesārņotie metāllūžņi un radioaktīvie atkritumi jānodod apglabāšanai Valsts SIA “Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs” (LVĢMC) **67032620, 67032665**, fakss **67144390**, e-pasts: klientu.serviss@lvģmc.lv

Dažādi atrastie jonizējošā starojuma avoti

a) attēls Indikatori ar luminiscentām krāsām (sastāvs ar rādiju Ra-226)



b) attēls Bez aizsardzības atrasti radioaktīvie avoti



c) attēls Atrastās ierīces ar radioaktīvo avotu



