



ODBORNÉ USMERNENIE č. 3

**k monitorovaniu v dopravných uzloch a pri preprave
podľa zákona č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane**

Útvar vedúceho hygienika rezortu
Oddelenie radiačnej ochrany



Obsah

Skratky a definície	3
Normatívne zdroje	3
Legislatívny základ	3
1. Úvod	4
2. Základné členenie monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave.....	4
2.1 Monitorovanie osôb	6
2.2 Monitorovanie v cestnej doprave	6
2.3 Monitorovanie v železničnej doprave	6
2.4 Monitorovanie v leteckej doprave	6
2.5 Monitorovanie v lodnej doprave.....	6
2.6 Monitorovanie iného druhu dopravy	7
3. Podmienky na vydanie povolenia na poskytovanie služby monitorovania ionizujúceho žiarenia v dopravných uzloch a pri preprave.....	7
3.1 Charakteristika poskytovanej služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany a popis technického vybavenia	8
3.2 Špecifikácia a rozsah vykonávania monitorovania ionizujúceho žiarenia.....	8
3.3 Opis pracoviska a personálneho zabezpečenia, vrátane dokladov o absolvovaní odbornej prípravy pracovníkov vykonávajúcich meranie	9
3.4 Program monitorovania ionizujúceho žiarenia	9
3.5 Program zabezpečenia kvality na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia, vrátane spôsobu overovania a kalibrácie používaných prístrojov a meradiel	9
3.6 Prevádzkové predpisy.....	10
3.7 Metodika monitorovania, hodnotenie a interpretácia nameraných hodnôt	10
3.8 Systém evidencie a archivácie údajov	11
3.9 Zoznam prístrojov, meradiel a pomôcok potrebných na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia, doklady o metrologickom overení meradiel alebo kalibrácii.....	11
3.10 Vzor protokolu o monitorovaní.....	11
4. Všeobecné požiadavky na monitorovacie systémy.....	12
4.1. Technické požiadavky.....	12
4.2. Geometrická konfigurácia detekčnej zóny	12
4.3. Metrologické požiadavky	13
4.4. Referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia	13
5. Požiadavky na monitorovacie systémy na detekciu rádioaktívnych látok a špeciálnych jadrových materiálov.....	15
5.1. Požiadavky na detekčné a konštrukčné vlastnosti	15
5.1.1. Minimálna detekovateľná aktivita	15
5.1.2. Citlivosť portálového monitora	16



5.1.3. Meranie pozadia	16
5.1.4. Požiadavky na alarm.....	16
5.1.5. Falošné alarmy	16
5.1.6. Detekcia žiarenia gama	16
5.1.7. Detekcia neutrónového žiarenia.....	16
5.1.8. Prekročenie rozsahu.....	17
5.1.9. Ďalšie požiadavky	17
5.2. Požiadavky na spektrometrické vlastnosti	17
5.2.1. Spektrometrický režim	17
5.2.2. Identifikácia rádionuklidov.....	17
5.2.3. Falošné alarmy	17
5.2.4. Odozva na žiarenie gama	18
5.2.5. Odozva na neutrónové žiarenie	18
5.2.6. Ďalšie požiadavky	18
6. Prechodné ustanovenia.....	18



Skratky a definície

MDV SR	Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky
ORO	Oddelenie radiačnej ochrany
Zákon	Zákon č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane v znení neskorších predpisov
Vyhláška	Vyhláška č. 99/2018 Z. z. o zabezpečení radiačnej ochrany
Smernica	Smernica Rady č. 2013/59/EURATOM z 5. decembra 2013, ktorou sa stanovujú základné bezpečnostné normy ochrany pred nebezpečenstvami vznikajúcimi v dôsledku ionizujúceho žiarenia, a ktorou sa zrušujú smernice 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom a 2003/122/Euratom
RMNP	rádioaktívny materiál neznámeho pôvodu
ZRAM	zachytený rádioaktívny materiál
CBRNE	chemické, biologické, rádiologické, jadrové a explozívne materiály
MDA	minimálna detekovateľná aktivita
Monitor žiarenia	prístroj alebo technologické zariadenie slúžiace na detekciu ionizujúceho žiarenia
NORM	materiály s obsahom prirodzene sa vyskytujúcich rádioaktívnych materiálov
Žiarič	rádioaktívny žiarič, materiál emitujúci ionizujúce žiarenie
Sv	Sievert
mSv	miliSievert (tisícina Sievertu)
μSv	mikroSievert (milióntina Sievertu)
H*(10)	priestorový dávkový ekvivalent

Normatívne zdroje

STN IEC 60532	Prístroje na ochranu pred žiarením, stacionárne merače dávkového príkonu, výstražné zostavy a monitory, röntgenové žiarenie a žiarenie gama s energiami medzi 50 keV a 7 MeV
STN EN 62022	Pevne inštalované monitory na kontrolu a detekciu zdrojov žiarenia gama v recyklovateľných alebo nerecyklovateľných materiáloch dopravovaných vozidlami
STN EN 62244	Prístroje na ochranu pred žiarením, pevne inštalované monitory žiarenia na detekciu rádioaktívnych a špeciálnych jadrových látok na štátnych hraniciach
STN EN 62484	Prístroje na ochranu pred žiarením, portálové monitory založené na spektroskopii používané na detekciu a identifikáciu nedovoleného obchodu s rádioaktívnym materiálom

Legislatívny základ

Zákon č. 87/2018 Z. z. o radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Vyhláška č. 99/2018 Z. z. o zabezpečení radiačnej ochrany

Smernica Rady (EÚ) č. 2013/59/EURATOM, ktorou sa stanovujú základné bezpečnostné normy ochrany pred nebezpečenstvami vznikajúcimi v dôsledku ionizujúceho žiarenia

Vyhláška č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole



Zákon č. 157/2018 o metrologii a o zmene a doplnení niektorých zákonov

1. Úvod

Odborné usmernenie je pripravené v súlade s pôsobnosťou MDV SR ustanovenou v § 4 ods. 1 písm. d) v súbehu s § 8 písm. g) bod 3 Zákona a slúži ako odborné usmernenie **pre poskytovanie služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany podľa 29 ods. 1 písm. d) Zákona – monitorovanie v dopravných uzloch a pri preprave.**

Hlavným účelom poskytovania takejto služby je:

- identifikovať opustené rádioaktívne žiariče a nedeklarované rádioaktívne materiály alebo rádioaktívnu kontamináciu pri preprave,
- odhaliť nelegálne obchodovanie s rádioaktívnymi látkami a jadrovými materiálmi s cieľom znižovania hrozieb zneužitia látok CBRNE na protiprávnu činnosť,
- vytvoriť technické a organizačné prostriedky na identifikáciu radiačnej záťaže z minulosti,
- získať kontrolu nad pohybom cestujúcich po aplikácii rádiofarmák,
- vytvoriť nástroj na predchádzanie alebo obmedzenie nežiadúceho ožiarenia pracovníkov a obyvateľstva,
- odhaliť prípady, kedy môže prísť k nežiadúcemu zavlečeniu rádioaktívnej kontaminácie do pracovného a životného prostredia,
- monitorovať rádioaktivitu zásielok kovového šrotu,
- vytvoriť nástroj na kontrolu dodržiavania ustanovení Zákona.

Tento dokument usmerňuje oblasti týkajúce sa systému monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave v rezorte dopravy a popisuje dôležité vlastnosti detekčných zariadení. Neznamená to však, že prevádzkovateľ monitorovacích systémov nemusí plniť ostatné požiadavky noriem, ktoré nie sú v tomto dokumente popísané.

2. Základné členenie monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave

Dopravným uzlom sa z pohľadu poskytovania služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany rozumie miesto, kde sa pretína niekoľko dopravných komunikácií rovnakého alebo odlišného typu, kde dochádza k spoločensky významnému pohybu osôb, alebo k spoločensky významnej výmene tovaru a služieb.

Vzhľadom na rôznu technickú a technologickú náročnosť vykonávania metrologicky správneho monitorovania v rôznych dopravných uzloch sa pre potreby tohto usmernenia rozlišujú nasledujúce **typy dopravných uzlov:**

- cestný dopravný uzol,
- železničný dopravný uzol,
- letecký dopravný uzol,
- dopravný uzol lodnej dopravy a
- poštový dopravný uzol.



Za účelom štandardizácie v oblasti posudzovania žiadostí o vydanie povolenia na poskytovanie služby monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave sa monitorovanie prítomnosti rádioaktívnych látok člení na nasledujúce typy:

- monitorovanie osôb,
- monitorovanie v cestnej doprave,
- monitorovanie v železničnej doprave,
- monitorovanie v leteckej doprave,
- monitorovanie v lodnej doprave,
- monitorovanie iného druhu dopravy.

Monitorovacie systémy môžu byť **stacionárne** alebo **mobilné**. Monitorovanie môže byť realizované prostredníctvom nasledujúcich možností:

- **nespektrometrický** detekčný systém (podľa STN EN 62444),
- **spektrometrický** detekčný systém (podľa STN EN 62484),
- **kombinácia** oboch systémov tak, že v bežnom móde monitorovania je systém nespektrometrický (podľa STN EN 62444), a po vzniku alarmu sa používa systém ako spektrometrický (podľa STN EN 62484),
- systém nemá zadefinované, ktorý režim je kedy zapnutý. V tomto prípade musia byť splnené detekčné vlastnosti tak pre nespektrometrický, ako aj spektrometrický detekčný systém.

Monitorovacie systémy pracujúce v **spektrometrickom režime** umožňujú kvalitatívnu identifikáciu rádionuklidov a ich použitie je žiaduce v prevádzkach, kde je nevyhnutné promptne stanoviť, aké rádionuklidy sú zdrojom ionizujúceho žiarenia, aby nedošlo k narušeniu plynulosti dopravy (napr. verejné dopravné komunikácie a frekventované dopravné uzly).

Nespektrometrické systémy na rozdiel od spektrometrických systémov nedokážu zdroj ionizujúceho žiarenia identifikovať alebo zaradiť do príslušnej skupiny (priemyselné, medicínske, prírodné, a pod). Takéto portálové systémy sú postačujúce na miestach a prevádzkach, kde časový interval medzi zistením prítomnosti ionizujúceho žiarenia a jeho identifikáciou nie je limitujúcim faktorom vykonávanej činnosti a je možno opakované meranie alebo manuálna kontrola bez výrazných zásahov do plynulosti prepravy.

Monitorovanie je zamerané na dve hlavné **skupiny materiálov**:

- detekcia rádioaktívnych materiálov,
- detekcia špeciálnych jadrových materiálov.

Detekcia rádioaktívnych materiálov vyžaduje monitorovanie žiarenia gama/X podľa typu dopravného uzla, detekcia špeciálnych jadrových materiálov navyše vyžaduje i monitorovanie neutrónového žiarenia.

Technické parametre detekčných zariadení pre jednotlivé typy monitorovania vychádzajú z požiadaviek noriem STN a ich splnenie je jednou z podmienok na vydanie povolenia na poskytovanie služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany.



2.1 Monitorovanie osôb

Monitorovanie osôb v dopravných uzloch sa vykonáva pomocou detekčných systémov umiestnených v tzv. kontrolných uzloch, ktorými musia osoby prechádzať, aby sa dostali ďalej do cieľa svojej cesty. Typickým príkladom je bezpečnostná kontrola osôb v leteckej doprave. Jedná sa zvyčajne o uzly s vysokou frekvenciou pohybu osôb, pričom detekčné systémy musia byť navrhnuté tak, aby bola doba merania čo najkratšia a meranie nespôsobovalo komplikácie v plynulosti pohybu. Zároveň však musí byť prekročené nastavené úrovne alarmu jednoznačne spojitelné s osobou, ktorá ho spustila.

2.2 Monitorovanie v cestnej doprave

Monitorovanie rádioaktivity dopravných prostriedkov a nákladu v cestnej doprave možno zabezpečiť dvomi základnými spôsobmi:

- pomocou mobilných monitorovacích zariadení, alebo
- stacionárnymi monitorovacími bránami.

Je potrebné klásť dôraz na také technické riešenia a postupy, ktoré neobmedzia bezpečnosť cestnej premávky. Dôležité je tiež dôsledne zvážiť možnosti spolupráce s príslušnými orgánmi dozoru v súvislosti s postupmi nasledujúcimi po zaznamenaní alarmu, akými sú predovšetkým identifikácia vozidla a jeho zastavenie za účelom overenia príčiny, ktorá alarm vyvolala.

2.3 Monitorovanie v železničnej doprave

Monitorovanie rádioaktivity železničných vozňov vrátane kontajnerových vozňov v dopravnom uzle sa zvyčajne vykonáva prostredníctvom stacionárných monitorovacích brán. V dopravnom uzle s vysokou frekvenciou prechodu vozňov cez detekčnú zónu a následným automatickým vyhodnotením merania je žiadúce použiť detekčný systém so spektrometrickými vlastnosťami s vysokou citlivosťou na ionizujúce žiarenie a nízkym detekčným limitom.

2.4 Monitorovanie v leteckej doprave

Detekčné systémy použité na monitorovanie v leteckej doprave musia svojimi vlastnosťami vyhovovať monitorovaniu leteckého nákladu, alebo monitorovaniu osôb. Je potrebné klásť dôraz na také technické riešenia a postupy, ktoré neobmedzia rýchlosť vybavovania cestujúcich, kontrolu ich batožiny alebo prepravovaného nákladu, aby monitorovanie v dopravnom uzle nemalo negatívny dopad na plynulosť leteckej dopravy a stalo sa prínosom pre bezpečnostný štandard letiska.

2.5 Monitorovanie v lodnej doprave

Pri monitorovaní v lodnej doprave je potrebné brať do úvahy predovšetkým jej špecifiká, akými sú rozmery skenovaných objektov, ich rýchlosť pohybu, odolnosť detekčného systému voči nepriaznivým vplyvom prostredia a tiež spôsob odozvy na získanú informáciu z detektorov. Umiestnenie a veľkosť detektorov musí zabezpečiť predovšetkým dostatočnú citlivosť stacionárných monitorovacích brán a zabezpečiť odlíšenie skutočných alarmov od nevinných alebo falošných, napr. použitím spektrometrických systémov.



2.6 Monitorovanie iného druhu dopravy

Monitorovanie rádioaktivity malých predmetov ako napríklad cestovná batožina, menšie prepravné kontajnery, poštové zásielky (listy a balíky) a pod. sa vykonáva prostredníctvom stacionárnych monitorovacích systémov. Pohyb objektu cez detekčnú zónu je zabezpečený manuálne, alebo pevnými dopravnými zariadeniami, akými sú napríklad dopravníkové pásy.

3. Podmienky na vydanie povolenia na poskytovanie služby monitorovania ionizujúceho žiarenia v dopravných uzloch a pri preprave

Žiadateľ o vydanie povolenia na poskytovanie služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany podľa § 29 ods. 1 písm. d) Zákona **v žiadosti** na základe § 30 ods. 5 Zákona **uvedie**:

- a) obchodné meno, právnu formu, sídlo a identifikačné číslo, ak je žiadateľom právnická osoba,
- b) meno, priezvisko, obchodné meno, miesto podnikania a identifikačné číslo, ak je žiadateľom fyzická osoba – podnikateľ,
- c) službu dôležitú z hľadiska radiačnej ochrany, na ktorú žiada vydať povolenie,
- d) miesto poskytovania služby,
- e) meno, priezvisko a bydlisko osoby alebo osôb, ktoré sú štatutárnym orgánom, ak je žiadateľom právnická osoba,
- f) meno, priezvisko a bydlisko odborného garanta.

Ďalej **k žiadosti priloží** dokumenty podľa § 30 ods. 8 písm. a) Zákona a dokumentáciu podľa prílohy č. 6 časť 3 bod IV. Zákona:

- a) charakteristika poskytovanej služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany a popis technického vybavenia,
- b) špecifikácia a rozsah vykonávania monitorovania ionizujúceho žiarenia,
- c) opis pracoviska a personálneho zabezpečenia vrátane dokladov o absolvovaní odbornej prípravy pracovníkov vykonávajúcich meranie,
- d) program monitorovania ionizujúceho žiarenia,
- e) program zabezpečenia kvality na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia vrátane spôsobu overovania a kalibrácie používaných prístrojov a meradiel,
- f) prevádzkové predpisy,
- g) metodika monitorovania, hodnotenie a interpretácia nameraných hodnôt,
- h) systém evidencie a archivácie údajov,
- i) zoznam prístrojov, meradiel a pomôcok potrebných na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia, doklady o metrologickom overení meradiel alebo kalibrácii meradiel,
- j) vzor protokolu o monitorovaní.

Jednotlivé dokumenty môžu byť kapitolami jedného zlučeného dokumentu alebo môžu byť dodané samostatne. **Požiadavky na obsah jednotlivých dokumentov** sú popísané v nasledujúcich podkapitolách.



Rozhodnutie, ktorým sa povoľuje poskytovanie monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave **platí v rozsahu predloženej dokumentácie**. Povolenie sa vydáva na neurčitý čas. Držiteľ povolenia je povinný oznámiť MDV SR, ako príslušnému orgánu radiačnej ochrany, každú zmenu podmienok a skutočností, na základe ktorých bolo povolenie vydané, a to do 15 dní odo dňa, keď k tejto zmene došlo. Za zmenu podmienok a skutočností podľa sa považuje zmena:

- a) odborného garanta,
- b) obchodného mena, právnej formy alebo sídla, ak ide o právnickú osobu, alebo obchodného mena alebo miesta podnikania, ak ide o fyzickú osobu – podnikateľa,
- c) miesta vykonávania činnosti vedúcej k ožiareniu,
- d) povoleného predmetu alebo rozsahu poskytovanej služby,
- e) typu alebo počtu používaných zdrojov ionizujúceho žiarenia alebo technologického zariadenia pracoviska,
- f) spôsobu alebo úrovne poskytovania služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany.

V prípade zmeny podľa písm. a) až d) je držiteľ povolenia zároveň povinný požiadať o zmenu povolenia. V prípade zmeny počtu monitorovacích bodov držiteľ povolenia túto skutočnosť oznámi a zároveň doplní schválenú dokumentáciu o relevantné skutočnosti. V prípade zmeny spôsobu alebo úrovne poskytovania služby MDV SR rozhodne o tom, či oznámená zmena vyžaduje aj zmenu rozhodnutia.

3.1 Charakteristika poskytovanej služby dôležitej z hľadiska radiačnej ochrany a popis technického vybavenia

Dokument obsahuje všeobecný výstižný popis služby, pričom detailný opis je uvedený v príslušných častiach ďalších dokumentov z prílohy č. 6 Zákona. Dokument objasňuje ako sa služba vykonáva a ako je pri jednotlivých činnostiach zabezpečené plnenie Zákona. Mal by obsahovať minimálne:

- popis vykonávanej činnosti,
- zdôvodnenie poskytovania služby,
- akým spôsobom sa služba realizuje,
- aké technické prostriedky sú nutné nato, aby mohla byť vykonávaná,
- ak sú pri výkone služby použité zdroje ionizujúceho žiarenia, tak akým spôsobom je zabezpečená radiačná ochrana pracovníkov.

3.2 Špecifikácia a rozsah vykonávania monitorovania ionizujúceho žiarenia

Pri výbere detekčného zariadenia je potrebné zobrať do úvahy, či monitorovanie zdrojov ionizujúceho žiarenia bude realizované pasívne, alebo aj aktívne, a to hlavne v prípadoch, keď sa dá predpokladať, že zdroj ionizujúceho žiarenia je prepravovaný protiprávne a nachádza sa v tieniacom kontajneri.

Ak nie sú za účelom monitorovania a odhaľovania prítomnosti rádioaktívnych a jadrových materiálov používané zdroje ionizujúceho žiarenia, odporúča sa, aby dokumentácia obsahovala:

- popis detekčného systému ionizujúceho žiarenia,
- špecifikácia detekovaných typov ionizujúceho žiarenia a príslušné detekčné limity pre jednotlivé geometrie merania,



- popis ďalších informácií, ktoré sú počas monitorovania získavané, napr. snímky meraných objektov, identifikácia osôb atď.,
- popis vyhodnocovania meraní,
- popis archivácie záznamov o meraní,
- postupy v prípade záchytu zdrojov ionizujúceho žiarenia (ak sú súčasťou prevádzkového poriadku, stačí len odkaz na prevádzkový poriadok).

Ak sú za účelom monitorovania použité zdroje ionizujúceho žiarenia, ako napr. röntgenové zariadenie, je nutné do dokumentu pridať:

- informácie o parametroch zdroja ionizujúceho žiarenia,
- informácie o obsluhu zdroja ionizujúceho žiarenia,
- informácie o zaradení pracovníkov do príslušnej kategórie podľa Zákona.

3.3 Opis pracoviska a personálneho zabezpečenia, vrátane dokladov o absolvovaní odbornej prípravy pracovníkov vykonávajúcich meranie

Dokument obsahuje:

- krátky popis pracoviska, kde sa vykonáva činnosť alebo poskytuje služba doplnený o schematický plán alebo fotografie pracoviska,
- popis jednotlivých priestorov, kde sa služba vykonáva, napr. vstupná brána s detektorom, popis miestnosti na ovládanie systému, prípadne archiváciu údajov, uloženie kalibračných zdrojov ionizujúceho žiarenia, atď.,
- popis systému vzdelávania pracovníkov a ich odbornej prípravy na výkon činnosti,
- kópie potvrdení o odbornej príprave jednotlivých pracovníkov podľa Zákona.

3.4 Program monitorovania ionizujúceho žiarenia

Dokument obsahuje popis:

- spôsobu monitorovania objektov a tiež osôb a následné postupy vedúce k identifikácii zachytených zdrojov,
- spôsob monitorovania ionizujúceho žiarenia v pracovnom prostredí,
- spôsob monitorovania radiačnej záťaže pracovníkov, ak sú na pracovisku používané zdroje ionizujúceho žiarenia,
- postupy na zabezpečenie radiačnej ochrany v prípade záchytu zdroja ionizujúceho žiarenia.

3.5 Program zabezpečenia kvality na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia, vrátane spôsobu overovania a kalibrácie používaných prístrojov a meradiel

Program zabezpečenia kvality je garantom kvality poskytovanej služby alebo vykonávanej činnosti. Program by mal obsahovať podrobný popis procesov a činností, ktorých výsledkom je zistenie prítomnosti ionizujúceho žiarenia.



Odporúčaný obsah programu:

- vymedzenie zodpovedností a kompetencií pracovníkov riadiacich a vykonávajúcich službu alebo činnosť so zdrojmi ionizujúceho žiarenia,
- popis:
 - managementu ľudských zdrojov,
 - managementu vzdelávania a odbornej prípravy v oblasti radiačnej ochrany,
 - managementu zabezpečenia správnej funkčnosti všetkých technologických celkov vstupujúcich do služby,
 - managementu metrologického zabezpečenia poskytovanej služby,
 - managementu riešenia situácií v prípade zistenia podozrivého objektu vrátane nasledujúcich postupov,
 - management komunikácie s príslušnými orgánmi radiačnej ochrany,
 - managementu tvorby, spracovania a archivácie údajov spojených s monitorovaním,
 - managementu ochrany osobných údajov.

3.6 Prevádzkové predpisy

Prevádzkové predpisy sú dokument, ktorý v stručnej forme obsahuje postupy, ktorými sa zabezpečuje samostatný výkon činností v rámci procesov popísaných v programe zabezpečenia kvality. Dokument obsahuje napr. postup, ktorým sa:

- pracovník riadi pri výkone monitorovania,
- vykonáva monitorovanie,
- zabezpečuje údržbu, testovanie a kalibrácia zariadení na monitorovanie,

a tiež postupy

- nasledujúce po zistení prítomnosti žiarenia,
- týkajúce sa nakladania s výsledkami meraní.

3.7 Metodika monitorovania, hodnotenie a interpretácia nameraných hodnôt

Dokument obsahuje podrobný popis výkonu všetkých činností spojených so samotným monitorovaním:

- popis testovania funkčnosti zariadení na monitorovanie,
- popis zaistenia metrologickej správnosti meraní,
- popis postupov zabezpečujúcich reprodukovateľnosť meraní,
- popis postupov zabezpečujúcich metrologicky správny výsledok monitorovania,
- popis postupov pre zabezpečenie identifikácie meraného subjektu/osoby,
- popis postupov pre spracovanie a archiváciu dát vrátane tvorby protokolov,
- popis zabezpečenia radiačnej ochrany pri výkone monitorovaní,
- popis zabezpečenia radiačnej ochrany pri náleze rádioaktívneho alebo jadrového materiálu.



3.8 Systém evidencie a archivácie údajov

Dokument obsahuje popis

- evidencie údajov a výsledkov vytvorených na základe monitorovania,
- archivácie údajov,
- zabezpečenia osobných dát a ďalších citlivých dát.

3.9 Zoznam prístrojov, meradiel a pomôcok potrebných na vykonávanie monitorovania ionizujúceho žiarenia, doklady o metrologickom overení meradiel alebo kalibrácii meradiel

Dokument obsahuje:

- zoznam prístrojov, ktoré sú za účelom monitorovania použité,
- popis týchto technických prístrojov, vrátane fotodokumentácie, náčrtov a technických dát s dôrazom na veličiny spojené s ionizujúcim žiarením a radiačnou ochranou,
- zoznam zdrojov ionizujúceho žiarenia nutných na zabezpečenie testov zariadení a metrologicky správneho monitorovania,
- popis kalibrácie zariadení alebo potvrdenie o ich metrologickej kalibrácii.

3.10 Vzor protokolu o monitorovaní

Protokol o monitorovaní je výsledný dokument, ktorý slúži ako doklad o výsledkoch monitorovania objektu. Obsahuje informácie minimálne v rozsahu:

- dátum a čas merania,
- identifikačné údaje monitorovacieho systému,
- číslo metrologického overenia/kalibrácie a dobu jeho/jej platnosti,
- počet impulzov vyvolaných žiarením gama na jednotlivých detektoroch,
- počet impulzov vyvolaných neutrónovým žiarením na jednotlivých detektoroch, ak je k dispozícii,
- počet impulzov od radiačného pozadia pre jednotlivé detektory pred meraním,
- nastavenia alarmov pre dané meranie,
- hodnotu priemernej rýchlosti pohybu objektu/osoby, alebo dobu merania v prípade stacionárneho merania,
- údaje spoľahlivo identifikujúce meraný objekt,
- platný podpis subjektu s povolením na vykonávanie merania.



4. Všeobecné požiadavky na monitorovacie systémy

4.1. Technické požiadavky

Technické riešenie, ktorým bude realizované monitorovanie v dopravných uzloch a pri preprave musí byť najmä:

- **autonómne**, tzn. že v prípade výpadku napájania elektrickou energiou, alebo niektorého z funkčných celkov monitorovacieho systému nedôjde k strate informácie z meraní,
- **umožňujúce retrospektívny náhľad na výsledky merania**, vrátane výsledkov merania pozadia a identifikovaného objektu, a to po dobu minimálne 7 pracovných dní,
- **umožňujúci bezpečne interne uložiť informácie o posledných 100 alarmoch** (tzn. so zálohou),
- **kontinuálne monitorujúce úroveň radiačného pozadia** (okrem doby, kedy prebieha meranie objektu),
- **spektrometrické na verejných dopravných komunikáciách alebo v dopravných uzloch**, ktoré nie sú určené výhradne na monitorovacie účely, kde by prípady nedostatočného odlíšenia nevinných a falošných alarmov od tých skutočných mohli viesť k narušeniu plynulosti dopravy a kde nie je možné bezproblémové opakovanie merania alebo bezprostredná manuálna spektrometrická kontrola,
- **vybavené alarmom** a najmenej **jedným indikačným zariadením meranej dozimetrickej veličiny** (svetelný indikátor, displej zobrazujúci hodnoty meraných veličín a výstražné značky),
- **vybavené zariadením indikujúcim prekročenie rýchlosti** pohybu skenovaného objektu (napr. na základe merania priemernej rýchlosti objektu v monitorovacom zariadení),
- **vybavené alarmom indikujúcim poruchu zariadenia** a najmenej jedným indikačným zariadením poruchy zariadenia,
- **schopné zastaviť meranie** v prípade poruchy, ktorá by mohla mať vplyv na detekčné vlastnosti zariadenia,
- **schopné označiť alebo iným spôsobom indikovať objekt, v ktorom bola nameraná zvýšená hodnota príkonu dozimetrickej veličiny**,
- **schopné vygenerovať protokol z merania** alebo odoslať výsledky merania,
- **optimalizované pre merané objekty** (v súlade s STN EN 62022, kapitola 5.1.6).

4.2. Geometrická konfigurácia detekčnej zóny

Monitorovacie systémy v dopravných uzloch a pri preprave sú zvyčajne koncipované ako **portálové detekčné systémy**. V závislosti od geometrickej konfigurácie rozlišujú normatívne dokumenty štyri základné typy portálovej geometrie:

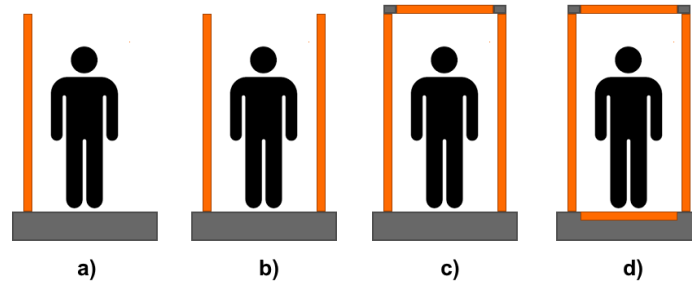
- a) jednostrannú,
- b) obojstrannú,
- c) obojstrannú s horným detektorom a
- d) obojstrannú s horným a dolným detektorom.

Vyššie popísané geometrické konfigurácie sú ilustrované na príklade monitoru pre osoby na obr. 1.



Detekčné časti zariadenia sú na obrázku ilustrované oranžovou farbou. Každá detekčná časť môže pozostávať z viacerých detektorov vrátane detektorov rôzneho typu žiarenia.

Požadované detekčné limity a typy meraného ionizujúceho žiarenia sú dané normami, legislatívnou úpravou a účelom použitia monitorovacieho systému.



Obr. 1 – Najbežnejšie typy geometrie portálových monitorov

4.3. Metrologické požiadavky

Zariadenia a detekčné systémy, ktoré sa používajú na monitorovanie v dopravných uzloch a pri preprave, sú zaradené na základe § 11 zákona č. 257/2018 Z. z. o metrológii a o zmene a doplnení niektorých zákonov do kategórie podľa § 8 ods. 1 písm. c), tzn. do kategórie **určené meradlá a povinne kalibrované meradlá**.

Vyhláška Úradu pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky č. 161/2019 Z. z. o meradlách a metrologickej kontrole podľa § 1 písm. c) upravuje druhy určených meradiel a oblasti ich použitia. Monitorovacie systémy používané pri monitorovaní v dopravných uzloch sú podľa bodu 1.1 písm. f) prílohy č. 65 k tejto vyhláške zaradené ako portálové meradlá určené na vyhľadávanie skrytej rádioaktivity. Podľa bodu 1.4 prílohy č. 65 k uvedenej vyhláške tieto meradlá podliehajú **prvotnému overeniu**. Metrologické overenie alebo povinnú kalibráciu je nutné opakovať a to najneskôr v posledný deň platnosti pôvodného metrologického overenia/kalibrácie.

4.4. Referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia

Referenčným zdrojom ionizujúceho žiarenia sa rozumie zdroj alebo žiarič, ktorý musí detekčné zariadenie pri meraní detekovať za daných podmienok s definovanou úspešnosťou.

Požiadavky na referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia vychádzajú zo štandardov STN uvedených v kapitole 2 tohto dokumentu. Prehľad základných typov referenčných zdrojov je uvedený v tab. 1 (nespektrometrické systémy) a tab. 2 (spektrometrické systémy). Pre zdroje žiarenia γ/X sa v tabuľke uvádza aktivita (A) žiariča, alebo pre neutrónové zdroje je to emisia žiariča.

Pre referenčné zdroje podľa tab. 1 a 2 všeobecne platí, že systém musí objekt so zdrojom ionizujúceho žiarenia detekovať v 49 prípadoch z 50 meraní. Podmienky merania sú ďalej špecifikované pre jednotlivé modely a geometrie merania v príslušných normatívnych dokumentoch.



Referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia pre nespektrometrické systémy				
Typ	A [MBq]	Emisia zdroja	Energia / spektrum najvýznamnejších zložiek rad. poľa	Poznámka
^{241}Am	17 MBq \pm 20%	-	$E_{\gamma} = 59,5 \text{ keV}$	A = 1,7 MBq \pm 20% v prípade otvoreného žiariča
^{137}Cs	0,6 MBq \pm 20%	-	$E_{\gamma} = 661,7 \text{ keV}$	
^{60}Co	0,15 MBq \pm 20%	-	$E_{\gamma 1} = 1 173,2 \text{ keV}$ $E_{\gamma 2} = 1 332,5 \text{ keV}$	
^{252}Cf	-	20 000 n/s	Štiepne spektrum $\langle E_n \rangle \approx 2 \text{ MeV}$	

Tab. 1 – Prehľad referenčných zdrojov ionizujúceho žiarenia – nespektrometrické systémy. Tienenie zdrojov prostredníctvom zapuzdrujúceho materiálu musí byť tak nízke, ako je to len možné. Štandard predpokladá hrúbku oceľových stien obalu rovnú 0,25 mm.

Referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia pre spektrometrické systémy		
Typ	A [Bq]	Poznámka
^{241}Am	$1,7 \times 10^6$	Aktivita je uvedená pre otvorený rádioaktívny žiarič
^{133}Ba	$3,2 \times 10^5$	
^{57}Co	$5,5 \times 10^5$	
^{60}Co	$2,5 \times 10^5$	
^{137}Cs	$5,8 \times 10^5$	
DU	4,5 kg (46 cm^2)	Ochudobnený urán
^{67}Ga	$6,0 \times 10^5$	
HEU	237 g ($6,5 \text{ cm}^2$)	Vysoko obohatený urán
^{131}I	$3,6 \times 10^5$	
^{192}Ir	$2,2 \times 10^5$	
^{40}K	$4,7 \times 10^6$	
^{237}Np	90 mg a 1 cm Fe tienenia	
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$5,9 \times 10^5$	



Referenčné zdroje ionizujúceho žiarenia pre spektrometrické systémy		
^{201}Tl	$3,6 \times 10^5$	
^{226}Ra	$2,9 \times 10^5$	
^{232}Th	$5,0 \times 10^5$	
RGPu	1,4 g a 1 cm Fe tienenia	Plutónium – stupeň čistoty pre reaktory
WGPu	15 g a 1 cm Fe tienenia	Plutónium – stupeň čistoty pre výrobu zbraní
^{252}Cf	$20\,000 \text{ n/s} \pm 20\%$	

Tab. 2 – Prehľad referenčných zdrojov ionizujúceho žiarenia – spektrometrické systémy

5. Požiadavky na monitorovacie systémy na detekciu rádioaktívnych látok a špeciálnych jadrových materiálov

Požiadavky na systémy na detekciu rádioaktívnych a špeciálnych jadrových materiálov sú dané normou STN EN 62244:2011. Pokiaľ monitorovací systém nie je určený na detekciu jadrových materiálov, je možné vynechať príslušné časti zamerané na detekciu neutrónového žiarenia.

Požiadavky na spektrometrické monitorovacie systémy určené na monitorovanie v dopravných uzloch a pri preprave vychádzajú z normy STN EN 62484:2010. Pokiaľ monitorovací systém nie je určený na detekciu jadrových materiálov, je možné vynechať príslušné časti zamerané na detekciu neutrónového žiarenia.

5.1. Požiadavky na detekčné a konštrukčné vlastnosti

5.1.1. Minimálna detekovateľná aktivita

Minimálna detekovateľná aktivita multidetektorového monitorovacieho systému sa stanovuje pre 95% hladinu významnosti a pre 1 sekundové meracie intervaly podľa vzťahu

$$MDA = \frac{2,71 + 3,29\sqrt{2 \cdot k \cdot B}}{k \cdot \eta \cdot \varepsilon} \frac{r^2}{R^2}$$

kde

MDA je minimálna detekovateľná aktivita (Bq) bodového zdroja vo vzdialenosti r

k je počet detekčných jednotiek

η je výťažnosť fotónov na jeden rozpad

ε je detekčná účinnosť detekčnej jednotky v referenčnom bode

B je početnosť impulzov pozadia detekčnej jednotky (imp/s)

r je vzdialenosť detekčných jednotiek od stredu detekčného priestoru

R je vzdialenosť detekčnej jednotky od referenčného zdroja



5.1.2. Citlivosť portálového monitora

Pre bodový zdroj ^{137}Cs umiestnený v strede detekčného priestoru, resp. pri nesymetrických systémoch v mieste stredu monitorovaného dopravného prostriedku, monitorovacie zariadenie musí dokázať detekovať minimálnu detekovateľnú aktivitu na úrovni 580 kBq stanovenú podľa vzťahu uvedeného v kap. 5.1.1.

5.1.3. Meranie pozadia

Monitorovací systém musí byť schopný rozpoznať skokovú ale i kontinuálnu zmenu radiačného pozadia. V prípade 10-násobného skokového zvýšenia pozadia po dobu 5 sekúnd musí byť detekčný systém schopný indikovať túto zmenu. Ak monitor indikuje, že je pri tomto radiačnom pozadí prevádzkyschopný, musí byť schopný detekovať referenčný zdroj ^{137}Cs podľa postupov popísaných ďalej v tomto dokumente. Ak referenčný zdroj nie je detekovaný, je nutné pozadie znížiť pod úroveň alarmu a test zopakovať. Zníženie pozadia nesmie byť menšie ako 20% maximálnej hodnoty pozadia udávanej výrobcom, pri ktorej monitorovací systém funguje.

Monitor v procese identifikácie alarmov musí zohľadňovať zníženie pozadia spôsobené tienением prírodného pozadia samotným monitorovaným dopravným prostriedkom.

5.1.4. Požiadavky na alarm

Monitorovací systém musí indikovať stav alarmu prostredníctvom signálnych hlásení, na základe ktorých je možné klasifikovať jednotlivé udalosti tak, aby sa nenarušila plynulosť prepravy a účel monitorovania v dopravnom uzle a pri preprave. Úroveň na spustenie alarmu každej detekčnej jednotky sa stanovuje na 10 % alebo na úrovni 5σ (kde $\sigma = \sqrt{B}$, B je počet impulzov pozadia detekčnej jednotky za sekundu) nad pozadím s prítomnosťou dopravného prostriedku.

5.1.5. Falošné alarmy

Monitorovací systém nesmie za podmienok stáleho radiačného pozadia spustiť falošný alarm po dobu dlhšiu ako 100 h.

Systém monitorovania a jeho vyhodnocovania musí mať zabezpečenú odozvu na falošné alarmy v takom rozsahu, aby neboli prekážkou kontinuálneho monitorovania a zároveň, aby bolo možné jasne rozoznať falošné alarmy od reálnych. Pravdepodobnosť falošného alarmu nesmie byť väčšia ako 1 na 10 000 meracích intervalov.

5.1.6. Detekcia žiarenia gama

Monitorovací systém musí byť schopný detekovať zdroje ^{241}Am , ^{137}Cs a ^{60}Co podľa tab. 1 s uvedenými alebo nižšími aktivitami. Zdroje musia byť detekované pri jeho stacionárnom umiestnení v monitore po dobu 1 s. Monitor musí detekovať žiarič v ľubovoľnom bode detekčnej zóny s úspešnosťou 49 detekcií na 50 celkových meraní.

5.1.7. Detekcia neutrónového žiarenia

Monitorovací systém musí byť schopný detekovať neutrónový žiarič ^{252}Cf podľa tab. 1 s uvedenými alebo nižšími aktivitami. Žiariče musia byť detekované pri jeho stacionárnom umiestnení v monitore



po dobu 1 s. Monitor musí detekovať žiarič v ľubovoľnom bode detekčnej zóny s úspešnosťou 49 detekcií na 50 celkových meraní.

5.1.8. Prekročenie rozsahu

Pri zahľtení monitora vysokou úrovňou žiarenia musí byť indikovaný alarm prekročenia rozsahu. Čas návratu do nealarmového stavu nesmie byť väčší ako 1 minúta.

5.1.9. Ďalšie požiadavky

Ďalšie požiadavky týkajúce sa elektrotechnických, mechanických a iných parametrov sú mimo rozsah tohto dokumentu a pre ich detailný pohľad poslúži norma STN EN 62444.

5.2. Požiadavky na spektrometrické vlastnosti

5.2.1. Spektrometrický režim

V prípade verejných dopravných komunikácií a frekventovaných dopravných uzlov musí monitorovací systém - minimálne po prekročení alarmovej úrovne - dokázať pracovať v spektrometrickom režime, ktorého účelom je preveriť tzv. nevinné alarmy, spôsobené predovšetkým nárastom žiarenia z prirodzených rádionuklidov (NORM), rádionuklidov deklarovaných pri preprave alebo medicínskych rádionuklidov in-vivo (pacienti nukleárnej medicíny).

5.2.2. Identifikácia rádionuklidov

Spektrometrický monitorovací systém musí byť schopný správne jednotlivo identifikovať na základe statického merania minimálne nasledujúce rádionuklidy alebo aj ich kombinácie

- ^{60}Co , ^{133}Ba a ^{137}Cs pre prepravné kontajnery,
- ^{67}Ga , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{201}Tl pre monitorovanie osôb.

Monitorovací systém by mal upozorniť, ak sa detekuje rádionuklid, ktorý svojimi emisnými vlastnosťami môže fungovať ako takzvaný „maskovací nuklid“ pre vysoko obohatený urán alebo plutónium stupňa čistoty pre reaktory alebo zbrane. Takými rádionuklidmi sú zvyčajne prírodné rádionuklidy alebo rádionuklidy používané v nukleárnej medicíne napr. ^{40}K , ^{226}Ra , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ a mnohé iné. Monitorovací systém musí spoľahlivo rozlíšiť nevinné alarmy, predovšetkým prítomnosť tzv. NORM materiálov (prirodzene sa vyskytujúcich rádioaktívnych materiálov).

5.2.3. Falošné alarmy

Monitorovací systém nesmie za podmienok stáleho radiačného pozadia (príkon $H^*(10) < 0,1 \mu\text{Gy/h}$) spustiť falošný alarm viac, ako 1 krát za 1000 meraní (ak je monitorovací systém vybavený senzorom prítomnosti meraného objektu) alebo 1 krát za dve hodiny (ak monitorovací systém nie je vybavený senzorom prítomnosti meraného objektu).



5.2.4. Odozva na žiarenie gama

Monitorovací systém založený na spektrometrii musí detekovať referenčné žiariče typu ^{133}Ba a ^{57}Co s aktivitami podľa tab. 2 a to v ľubovoľnom bode detekčnej zóny. Monitorovací systém musí žiarenie detekovať v 49 prípadoch z 50 meraní.

5.2.5. Odozva na neutrónové žiarenie

Monitorovací systém musí detekovať referenčný žiarič typu ^{252}Cf s aktivitou podľa tab. 2 a to v ľubovoľnom bode detekčnej zóny. Monitorovací systém musí žiarenie detekovať v 49 prípadoch z 50 meraní.

Referenčný neutrónový žiarič musí byť detekovaný aj v prípade, že sa jedná o meranie v zmiešanom poli neutrónového žiarenia a žiarenia gama/X. Je požadované, aby žiarenie gama/X nespustilo neutrónový alarm a to až do úrovne pozadia $100 \mu\text{Sv/h}$.

5.2.6. Ďalšie požiadavky

Ďalšie požiadavky, týkajúce sa elektrotechnických, mechanických a iných parametrov sú mimo rozsah tohto dokumentu a pre ich detailný prehľad odkazujeme na normu STN EN 62484.

6. Prechodné ustanovenia

Všeobecne platí, že ak subjekt poskytujúci službu podľa § 29 ods. 1 písm. d) zákona používa spektrometrický monitorovací systém, musí zariadenie spĺňať normatívne požiadavky pre spektrometrický systém. Analogická požiadavka platí pre nespektrometrické systémy. Ak nie je monitorovací systém určený na detekciu jadrových materiálov, nevzťahujú sa na neho časti týkajúce sa detekcie neutrónového žiarenia.

Porušenie zákona č. 157/2018 Z. z. o metrológii sa považuje za závažné porušenie všeobecne záväzných právnych predpisov súvisiacich s poskytovanou službou monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave podľa § 29 ods. 1 písm. d) zákona, v dôsledku čoho MDV SR ako príslušný orgán radiačnej ochrany v súlade s § 31 ods. 4 písm. e) zákona môže toto povolenie zrušiť.

UPOZORNENIE:

Tento dokument usmerňuje oblasti týkajúce sa systému monitorovania v dopravných uzloch a pri preprave v rezorte dopravy a popisuje dôležité vlastnosti detekčných zariadení. Neznamená to však, že prevádzkovateľ monitorovacích systémov nemusí plniť ostatné požiadavky noriem, ktoré nie sú v tomto dokumente popísané.