

|                 |                    |     |
|-----------------|--------------------|-----|
| SÚJCHBO, v.v.i. | Schválená metodika | C14 |
|-----------------|--------------------|-----|

Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i.

**Ochrana před účinky radioaktivních aerosolů**

Mgr. Petr Otáhal, Ph.D., Mgr. Michaela Kozlovská, Ing. Eliška Fialová,  
Ing. Josef Vošahlík, Ing. Hana Sýbková, Ladislav Němeček

Realizační výstup projektu MV ČR v rámci Programu bezpečnostního výzkumu pro potřeby státu  
2022-2027 (SecPro): Zvýšení ochrany a bezpečnosti osob před radioaktivními aerosoly kód,  
VC20232025005

Oponent: Ing. Max Fraenkl Ph.D.

Oponent: Ing. Jan Matzner

Interval, ve kterém bude řešitel ověřovat svou schopnost danou metodiku používat: 2 roky

Interval, ve kterém bude řešitel ověřovat platnost metodiky: 5 let

Uplatněno: 9. 10. 2025

Schválil:

.....

Mgr. Petr Otáhal, Ph.D.

vedoucí Odboru jaderné ochrany,

kulaté razítko

.....

Ing. Tomáš Dropa, MBA

ředitel SÚJCHBO, v.v.i.

SÚJCHBO, v.v.i.

## Obsah

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Seznam použitých symbolů a zkratk .....                                                          | 3  |
| Cíl metodiky .....                                                                               | 4  |
| Popis metodiky .....                                                                             | 5  |
| Úvod .....                                                                                       | 5  |
| Teoretické poznatky k problematice zachytu částic a filtrace .....                               | 6  |
| Mechanismy zachytu aerosolových částic .....                                                     | 6  |
| Klasifikace osobních ochranných prostředků dýchacích cest .....                                  | 6  |
| Klasifikace respirátorů FFP1, FFP2, FFP3 podle normy EN 149+A1 .....                             | 7  |
| Třídy filtrů pro masky a polomasky (EN 143, EN 14387) .....                                      | 8  |
| Třídy filtrů pro čističky vzduchu a kabinové filtry .....                                        | 9  |
| Osobní ochranné prostředky dýchacích cest .....                                                  | 10 |
| Improvizované ochranné prostředky dýchacích cest .....                                           | 10 |
| Osobní ochranné prostředky dýchacích cest .....                                                  | 11 |
| Možnosti ochrany pracovníků uvnitř vozidel .....                                                 | 14 |
| Využití čističek vzduchu uvnitř budov .....                                                      | 15 |
| Radiační bezpečnost při použití čističek vzduchu .....                                           | 16 |
| Nakládání s použitými filtry a ochrannými prostředky proti radioaktivním aerosolům .....         | 18 |
| Filtry z čističek vzduchu a kabinové filtry z vozidel .....                                      | 18 |
| Respirátory a filtrační polomasky .....                                                          | 18 |
| Obecná doporučení .....                                                                          | 19 |
| Improvizované stanovení přítomnosti radioaktivních aerosolových částic ve vnější atmosféře ..... | 20 |
| Závěr .....                                                                                      | 23 |
| Popis novosti .....                                                                              | 24 |
| Popis uplatnění schválené metodiky .....                                                         | 25 |
| Seznam použité související literatury .....                                                      | 27 |
| Seznam publikací souvisejících s vytvořením metodiky .....                                       | 28 |

## Seznam použitých symbolů a zkratek

|         |                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| SÚJCHBO | Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, veřejná výzkumná instituce.       |
| SÚJB    | Státní úřad pro jadernou bezpečnost.                                                   |
| MPPS    | Velikost částic s nejmenší filtrační účinností (z ang. Most Penetrating Particle Size) |
| OOP DC  | Osobní ochranné pomůcky dýchacích cest.                                                |
| ČSN     | Česká technická norma.                                                                 |
| EN      | Evropská norma.                                                                        |
| PPDE    | Příkon prostorového dávkového ekvivalentu.                                             |
| IZS     | Integrovaný záchranný systém.                                                          |

## Cíl metodiky

Cílem této metodiky je vytvoření prakticky využitelného návodu pro aplikaci výsledků dosažených v rámci výzkumného projektu Ministerstva vnitra ČR s názvem „Zvýšení ochrany a bezpečnosti osob před radioaktivními aerosoly“ (kód projektu: VC20232025005). Metodika se zaměřuje na tři klíčové oblasti, které jsou relevantní pro zvýšení bezpečnosti a ochrany pracovníků SÚJB při výkonu jejich činnosti v prostředí s potenciálním výskytem radioaktivních aerosolových částic:

### **1. Osobní ochranné prostředky dýchacích cest**

Posouzení efektivnosti nasazení různých typů OOP dýchacích cest, které byly experimentálně testovány z hlediska filtrační účinnosti, komfortu použití a vhodnosti nasazení v podmínkách SÚJB. Cílem je doporučit optimální typy prostředků pro specifické scénáře expozice.

### **2. Možnosti ochrany pracovníků uvnitř vozidel**

Vyhodnocení účinnosti ventilace a filtračních systémů vozidel jako prostředku ke snížení vnitřní koncentrace aerosolových částic. Tato část metodiky poskytne návod, jak optimalizovat podmínky v kabinách vozidel, aby byla zajištěna maximální ochrana osob během přesunů nebo činností v kontaminovaném prostředí.

### **3. Využití čističek vzduchu uvnitř budov**

Ověření efektivity komerčně dostupných čističek vzduchu pro snížení koncentrací radioaktivních aerosolů ve vnitřním prostředí budov. Výsledky jsou přetaveny do doporučení týkajících se výběru, umístění a provozních parametrů čističek při situacích spojených s průnikem radioaktivních aerosolových částic do vnitřní atmosféry budov.

Metodika má za úkol poskytnout jednotný rámec aplikace dosažených výsledků do praxe, a zároveň sloužit jako podklad pro standardizaci postupů při ochraně osob před radioaktivními aerosoly. Praktické uplatnění je směřováno především na potřeby SÚJB, ale závěry metodiky mohou být využitelné i dalšími složkami státní správy, zasahujícími v radiačně rizikových situacích.

# Popis metodiky

## Úvod

Radioaktivní aerosolové částice představují závažné riziko pro lidské zdraví, zejména v prostředí, kde dochází k manipulaci s radioaktivními látkami nebo jadernými materiály nebo při událostech, jako jsou havárie v jaderných zařízeních či úniky radionuklidů do ovzduší. Tyto částice jsou tvořeny pevnými nebo kapalnými aerosoly o velikostech od jednotek nm do desítek  $\mu\text{m}$ , na které jsou navázány anebo samy obsahují radionuklidy. Chování radioaktivních aerosolových částic ve vzduchu i v lidském organismu je silně ovlivněno jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Díky své velikosti mají schopnost pronikat hluboko do dýchacích cest, kde mohou zůstat zachyceny a následně vyvolávat zdravotní následky v důsledku působení ionizujícího záření.

Z hlediska ochrany zdraví je vdechování považováno za nejvýznamnější cestu vstupu radioaktivních aerosolů do těla. Dlouhodobá expozice, zejména alfa-emitujícím radionuklidům, jako jsou isotopy uranu nebo plutonia, je spojována s výrazně zvýšeným rizikem vzniku plicních onemocnění, včetně rakoviny. Rozpustné formy radionuklidů se mohou navíc vstřebávat do krevního oběhu a dále redistribuovat do dalších orgánů, což zvyšuje riziko zdravotních účinků.

Ochrana před těmito částicemi musí být komplexní a promyšlená. V praxi se kombinuje využití technických prostředků, organizačních opatření a osobních ochranných pomůcek. Významnou roli hraje také schopnost zajištění čistého vnitřního prostředí pomocí vysoce účinných filtračních systémů, ať už ve vnitřních prostorech budov nebo v kabinách vozidel, kde se pracovníci pohybují. Účinnost těchto opatření je však nutné ověřovat na základě reálných podmínek a experimentálních dat.

Tato metodika vychází z výsledků výzkumného projektu Ministerstva vnitra ČR s názvem „*Zvýšení ochrany a bezpečnosti osob před radioaktivními aerosoly*“ (kód: VC20232025005). Jejím cílem je převést získané poznatky a experimentální výsledky do podoby konkrétních doporučení a praktických postupů, které mohou být bezprostředně využity především pracovníky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) při výkonu jejich činnosti. Metodika se zaměřuje na tři oblasti – osobní ochranné prostředky dýchacích cest, možnosti ochrany osob uvnitř automobilů a účinnost čističek vzduchu při snižování koncentrace radioaktivních aerosolových částic v budovách.

## Teoretické poznatky k problematice zachytu částic a filtrace

Cílem této kapitoly je poskytnout základní teoretický rámec, který je nezbytný pro správné pochopení principů ochrany dýchacích cest při výskytu radioaktivních aerosolových částic. Kapitola stručně popisuje hlavní fyzikální mechanismy, které se uplatňují při zachytu aerosolů ve filtračních materiálech, a zároveň přináší přehled osobních ochranných prostředků dýchacích cest včetně jejich klasifikace a základních technických parametrů. Uvedené informace vycházejí z platných technických norem a slouží jako výchozí bod pro praktickou aplikaci metodiky při činnosti pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

### Mechanismy zachytu aerosolových částic

Záchyt aerosolových částic ve filtračních materiálech vychází ze základních fyzikálních mechanismů, které jsou detailně popsány v publikaci *"Aerosol Technology – Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles"*<sup>1</sup>:

1. **Záchyt impakcí (impaction):** částice o vyšší hmotnosti narážejí na vlákna filtru díky své setrvačnosti.
2. **Intercepce (interception):** částice sledující proudnici jsou zachyceny při těsném kontaktu s vláknem.
3. **Difuze (Brownův pohyb):** účinná pro částice  $< 0,1 \mu\text{m}$ ; náhodný pohyb způsobující kolizi s vlákny.
4. **Gravitační sedimentace:** působení tíhové síly, významné jen pro větší částice.
5. **Elektrostatická přitažlivost:** nabití částic nebo vláken elektrostatickým nábojem může zvýšit účinnost zachytu.

Kombinací těchto jevů vzniká účinnostní křivka, jejímž minimem je tzv. *MPPS* (Most Penetrating Particle Size) – typicky  $0,1\text{--}0,3 \mu\text{m}$ . Filtrační účinnosti se běžně měří právě pro tuto velikost částic. *MPPS* je oblast velikosti aerosolových částic, které nejúčinněji procházejí filtračním materiálem a mají nejmenší účinnost zachytu aerosolových částic.

### Klasifikace osobních ochranných prostředků dýchacích cest

Osobní ochranné prostředky dýchacích cest jsou ochranné prostředky určené k ochraně nositele před vdechováním nebezpečných látek ve formě aerosolů, prachu, plynů nebo par. Podle konstrukce, míry ochrany a způsobu použití se dělí na tři základní typy: **filtrační polomasky (respirátory)**, **polomasky** a **celoobličejové masky**. Následující tabulka porovnává jejich klíčové vlastnosti podle příslušných technických norem.

---

<sup>1</sup> W. C. Hinds (1998): *Aerosol Technology – Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*; Willey, ISBN 978-0-471-19410-1.

Tabulka 1 Srovnání pomůcek k osobní ochraně dýchacích cest

| Vlastnost     | Filtrační polomaska (respirátor)       | Polomaska                                  | Obličejová maska                                            |
|---------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Norma         | ČSN EN 149+A1                          | ČSN EN 140                                 | ČSN EN 136                                                  |
| Filtr         | integrováný, nevyměnitelný             | výměnný                                    | výměnný                                                     |
| Ochrana očí   | ne                                     | ne                                         | ano – integrovaný průzor                                    |
| Těsnění       | textilní okraj                         | gumové, silikonové – ergonomicky tvarované | gumové, silikonové – ergonomicky tvarované                  |
| Použitelnost  | jednorázová, omezeně opakovatelná      | opakovatelná                               | opakovatelná                                                |
| Pohodlí       | lehká, méně pohodlná při delším nošení | lepší těsnost, pohodlnější                 | nejvyšší ochrana, ale těžší a méně pohodlná                 |
| Použití       | zdravotnictví, běžná ochrana           | průmysl, chemie, stavebnictví              | chemický průmysl, hasičství, extrémní podmínky              |
| Ochrana proti | pevným a kapalným částicím             | částicím, plynům, parám (dle filtru)       | částicím, plynům, parám, stříkajícím kapalinám (dle filtru) |

### Klasifikace respirátorů FFP1, FFP2, FFP3 podle normy EN 149+A1

Evropská norma **EN 149+A1**<sup>2</sup> definuje respirátory jako ochranný prostředek proti částicím zakrývajícím nos, ústa a bradu, která může mít vdechovací a/nebo vydechovací ventil (ventily). Tato polomaska může být výhradně nebo z podstatné části zhotovena z filtračního materiálu nebo může mít lícnicovou část s hlavním filtrem (filtry), který tvoří její neoddělitelnou část. Tato kategorie je rozdělena na základě filtrační účinnosti na tři třídy:

Tabulka 2 Třídy filtrační účinnosti

| Označení | Minimální účinnost | Použití                                    |
|----------|--------------------|--------------------------------------------|
| FFP1     | ≥ 80 %             | prach, netoxické částice                   |
| FFP2     | ≥ 94 %             | pevné a kapalně částice s vyšším rizikem   |
| FFP3     | ≥ 99 %             | toxické, karcinogenní částice, bioaerosoly |

Tato klasifikace se vztahuje na jednorázové nebo limitovaně opakovatelně použitelné respirátory.

## Třídy filtrů pro masky a polomasky (EN 143, EN 14387)

Polomasky a masky definované dle norem EN 143 a EN 14387 jsou opakovatelně použitelné ochranné prostředky dýchacích cest, které jsou doplněny o specifický filtr určený k ochraně proti průniku definovaných látek. Pro kombinované a výměnné filtry používané s celoobličejovými maskami a polomaskami se používá označení dle:

- **EN 143<sup>3</sup>** pro částicové filtry (označení P1, P2, P3)
- **EN 14387<sup>4</sup>** pro filtry proti plynům a kombinované filtry

*Tabulka 3 Členění částicových filtrů*

| Označení | Minimální účinnost | Typ filtru       | Typické použití                        |
|----------|--------------------|------------------|----------------------------------------|
| P1       | ≥ 80 %             | nízká účinnost   | prach, pyl                             |
| P2       | ≥ 94 %             | střední účinnost | aerosoly, mlhy                         |
| P3       | ≥ 99,95 %          | vysoká účinnost  | toxické částice, radioaktivní aerosoly |

**Kombinované filtry** mají barevné označení podle typu zachytávaného plynu:

- A – hnědá – organické plyny a páry;
- B – šedá – anorganické plyny a páry;
- E – žlutá – kyselé plyny a páry;
- K – zelená – amoniak a jeho deriváty;
- P – bílá – aerosolové částice.

Každý protiplynový filtr může být dále označen třídou 1–3 podle kapacity:

- Třída 1 – filtry s malou sorpční kapacitou;
- Třída 2 – filtry se střední sorpční kapacitou;
- Třída 3 – filtry s velkou sorpční kapacitou.



## Třídy filtrů pro čističky vzduchu a kabinové filtry

Pro filtry, které se používají v čističkách vzduchu nebo jsou součástí kabinových filtrů v autech je používána norma **EN 1822-1:2019**<sup>5</sup>, která stanovuje klasifikaci vysoce účinných částicových filtrů dle jejich účinnosti pro částice MPPS:

*Tabulka 4 Třídy filtrů pro čističky vzduchu a kabinové filtry*

| Typ  | Třída | Účinnost při MPPS |
|------|-------|-------------------|
| EPA  | E10   | ≥ 85 %            |
|      | E11   | ≥ 95 %            |
|      | E12   | ≥ 99.5 %          |
| HEPA | H13   | ≥ 99.95 %         |
|      | H14   | ≥ 99.995 %        |
| ULPA | U15   | ≥ 99.9995 %       |
|      | U16   | ≥ 99.99995 %      |
|      | U17   | ≥ 99.999995 %     |

## Osobní ochranné prostředky dýchacích cest

### Improvizované ochranné prostředky dýchacích cest

V situacích, kdy nejsou okamžitě dostupné standardní osobní ochranné prostředky dýchacích cest, může i **improvizovaná ochrana** představovat důležitý krok ke snížení ozáření aerosolovými částicemi. Přestože tyto prostředky nedosahují účinnosti certifikovaných filtrů, platí, že **jakákoli mechanická bariéra je lepší než žádná ochrana**.

#### Příklady improvizovaných prostředků

- **Šátky, šály a vícevrstvé tkaniny:** Lze je přeložit přes nos a ústa ve více vrstvách. Vyšší efektivitu zachytu aerosolových částic mohou poskytovat materiály s jemnou vazbou, které částečně zachytávají větší aerosolové částice a kapénky.
- **Lyžařské kukly** nebo **nákrčníky:** Při vícenásobném přeložení mohou poskytnout základní úroveň ochrany před aerosolovými částicemi.
- **Textilní roušky** (např. domácí výroba): Pokud jsou vícevrstvé a těsně přiléhají k obličeji, mohou částečně snižovat množství vdechnutých částic.

#### Omezení a upozornění

Improvizované prostředky:

- neposkytují těsnění kolem obličeje, a tedy nezabraňují průniku vzduchu mimo filtrační materiál,
- nemají známou ani garantovanou filtrační účinnost,
- nejsou určeny pro dlouhodobé nebo vysoce rizikové prostředí s výskytem toxických nebo radioaktivních aerosolů.

#### Shrnutí

V krizových nebo nepředvídatelných situacích, kdy nejsou dostupné standardní prostředky, lze použít improvizovanou ochranu jako **dočasné a nouzové řešení**. Správně zvolený a vícenásobně přeložený textil může významně snížit počet vdechnutých částic a představuje důležitý první krok k ochraně dýchacích cest do doby, než je možné nasadit certifikovaný ochranný prostředek.

## Osobní ochranné prostředky dýchacích cest

V prostředí s rizikem výskytu radioaktivních aerosolů je správná volba osobních ochranných prostředků dýchacích cest (OOP DC) klíčová pro zajištění bezpečnosti pracovníků SÚJB. Každý typ OOP DC nabízí jinou úroveň ochrany a komfortu použití, a proto je nezbytné přizpůsobit jejich nasazení konkrétním podmínkám činnosti. Tato kapitola stanovuje praktická doporučení pro volbu vhodného typu prostředku v závislosti na úrovni známého rizika a charakteru prováděné činnosti.

### Princip klasifikace a stupně ochrany

Klasické prostředky osobní ochrany dýchacích cest lze rozdělit do tří základních kategorií:

- **Filtrační polomasky (respirátory)** – jednorázové, integrovaný filtr, např. FFP2 nebo FFP3.
- **Polomasky s výměnným filtrem** – zajišťují lepší těsnost a vyšší komfort, opakovaně použitelné.
- **Celoobličejové masky** – poskytují nejvyšší stupeň ochrany, včetně ochrany očí a obličejové části, vybavené výměnnými filtry (např. P3).

Z hlediska filtrační účinnosti a ochranného potenciálu představuje **nejvyšší úroveň ochrany celoobličejová maska** s filtrem P3. Tato kombinace je schopna zachytit >99,95 % aerosolových částic, včetně radioaktivních a toxických.

### Doporučení k použití podle situace

V závislosti na stupni znalostí o prostředí a plánovaných aktivitách je možné navrhnout následující scénáře použití:

Tabulka 5 Použití ochrany dýchacích cest

| Situace / činnost                                                                                                                            | Doporučený prostředek           | Důvod                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Neznámé prostředí, potvrzen výskyt radioaktivních aerosolů.                                                                                  | Celoobličejová maska + filtr P3 | Maximální ochrana v neznámé situaci; zajišťuje ochranu očí a sliznic.                                                             |
| Práce v kontaminovaném prostoru, kde je riziko expozice, ale část podmínek je známá (např. dozimetrická data, detekce aerosolu v minulosti). | Polomaska + filtr P3            | Vysoká filtrační účinnost, nižší fyzická zátěž oproti celoobličejové masce, použití při sledování a měření v definovaném rozsahu. |
| Krátkodobé přesuny, přítomnost aerosolu je málo pravděpodobná nebo přechodné riziko.                                                         | Respirátor FFP3                 | Jednoduchá aplikace, vhodné pro přechodná rizika a činnosti v prostředí s potvrzenou nízkou koncentrací radioaktivních aerosolů.  |
| Inspekce v běžném provozu, bez indikace radioaktivních aerosolů, ale s potenciálem zhoršení situace.                                         | Respirátor FFP3                 | Základní ochrana pro případ neočekávaného výskytu aerosolu; lze kombinovat s rychlým přechodem na vyšší stupeň ochrany.           |

## Praktické zásady nasazení a používání

- Při nejasné situaci se vždy uplatňuje zásada **předběžné opatrnosti** – tj. použití **celoobličejové masky**.
- Při použití **polomasek a celoobličejových masek** je nezbytné ověřit správné těsnění a stav filtru (správnou těsnost ověříme tak, že při nádechu zakryjeme vstupní otvor filtru dlaní – pokud je maska správně nasazena a těsní, nebude možné se nadechnout a maska se mírně přisaje k obličeji, aniž by docházelo k proudění vzduchu dovnitř).
- Respirátory FFP3 jsou určeny pro omezený čas použití a při vyšší fyzické zátěži může dojít ke snížení těsnosti (u neoholené tváře dochází k snížení účinnosti – vousy narušují těsné přilnutí masky k pokožce, čímž vznikají netěsnosti, kterými může kontaminovaný vzduch pronikat do dýchací zóny uživatele. Z tohoto důvodu je před nasazením OOP DC doporučeno oholení oblasti styku masky s obličejem).
- OOP DC by měly být vždy používány v kombinaci s dalšími OOP (rukavice, oděv) v závislosti na prostředí.

## Shrnutí

Volba správného OOP DC je podmíněna především:

- mírou znalosti prostředí a úrovní rizika,
- typem prováděné činnosti,
- požadavkem na mobilitu a komfort.

**Celoobličejová maska s filtrem P3 je preferovaným prostředkem pro všechny situace s potvrzeným nebo neznámým výskytem radioaktivních aerosolů.** V ostatních případech je možné volit ekonomičtější nebo ergonomičtější varianty, vždy však s důrazem na zachování dostatečné úrovně ochrany.

## Možnosti ochrany pracovníků uvnitř vozidel

Bezpečnost pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) při jejich přesunech v terénu je zásadní, zejména při potenciálním výskytu radioaktivních aerosolových částic. K ověření účinnosti opatření uvnitř automobilů byly provedeny testy u vozidel typu Škoda Fabia, která jsou pro tyto účely nejčastěji využívána.

Testy ukázaly, že volba režimu ventilace a použití klimatizace mají významný vliv na koncentraci aerosolových částic uvnitř vozidla. Nejnižší hodnoty koncentrace byly zaznamenány při nastavení vnitřní cirkulace vzduchu se zapnutou klimatizací a ventilátorem nastaveným na 25% výkon. Naopak režim nasávání vzduchu z vnějšího prostředí, zejména při vyšších výkonech ventilátoru, vedl k výraznému zvýšení koncentrací uvnitř kabiny, což bylo způsobeno intenzivnějším přívodem znečištěného vnějšího vzduchu. Výsledky jednotlivých režimů nastavení ventilace a klimatizace byly mezi sebou vzájemně porovnávány. Testován byl i režim s vypnutou ventilací a uzavřeným okruhem cirkulace vzduchu.

Výsledky realizovaných experimentů konkrétně poukazují na to, že při nastavení cirkulace vzduchu uvnitř vozu s ventilátorem na nízkých úrovních výkonu dochází k omezení pronikání aerosolů dovnitř kabiny. Nastavení s vyšší intenzitou ventilátoru a vypnutou klimatizací vykazovala vyšší variabilitu koncentrací, což naznačuje větší citlivost vůči okolním podmínkám. Režimy s intenzivním přívodem vnějšího vzduchu dosahovaly až několikanásobně vyšších koncentrací uvnitř vozidla, což potvrzuje nezbytnost omezení nasávání z vnějšího prostředí v rizikových oblastech.

Pro optimální ochranu pracovníků SÚJB během jejich činnosti v kontaminovaném prostředí se proto doporučuje:

- Nastavit vnitřní cirkulaci vzduchu.
- Nastavit výkon ventilátoru na nižší výkon (25 %).
- Zapnout klimatizaci, která přispívá k redukci koncentrace aerosolových částic.
- Minimalizovat otevírání oken a dveří během činnosti v kontaminovaném prostředí.
- Pravidelně kontrolovat a vyměňovat kabinový filtr, aby byla zachována jeho účinnost.

### „Jak se chovat v automobilu“

- **Režim ventilace:** Vnitřní cirkulace
- **Ventilátor:** Nízký výkon (25 %)
- **Klimatizace:** Zapnutá
- **Okna a dveře:** Minimalizovat otevírání
- **Filtr kabiny:** Pravidelně kontrolovat a vyměňovat (doporučený interval 6 měsíců nebo dle pokynů výrobce)

## Využití čističek vzduchu uvnitř budov

Čističky vzduchu hrají významnou roli při snižování koncentrace aerosolových částic, včetně radioaktivních, ve vnitřních prostorách. Jejich efektivita závisí nejen na kvalitě filtrace, ale také na správném výběru, umístění a provozních podmínkách. Testy provedené v rámci projektu VC20232025005 prokázaly, že čističky mohou být účinným doplňkem komplexní ochrany osob při práci v prostředí s rizikem výskytu radionuklidů ve vzduchu.

### Rozdělení čističek vzduchu podle výkonu

Na základě reálného testování v prostorách o objemu 68 m<sup>3</sup> a 167 m<sup>3</sup> byly čističky vzduchu rozděleny do tří výkonnostních kategorií:

#### 1. Nízký výkon (do 100 m<sup>3</sup>/h)

Typicky kompaktní čističky určené pro malé místnosti. Jsou tiché a mohou využívat elektrostatického zachytu aerosolových částic. Příkladem je model Ionicare, který sice dosahuje nižší rychlosti čištění, ale je bezhlučný a bez filtračních nákladů. Pro vyčištění menší místnosti však potřebuje delší časový interval (až 60 minut).

#### 2. Střední výkon (100–300 m<sup>3</sup>/h)

Vhodné pro běžné kanceláře a místnosti střední velikosti. Kombinují HEPA filtry a ventilátor. Testy ukazují, že za 30 minut dokáží snížit koncentraci aerosolů na hodnoty mezi 12–20 % původní koncentrace.

#### 3. Vysoký výkon (nad 300 m<sup>3</sup>/h)

Určené pro větší prostory nebo kritické aplikace. Dosahují rychlého poklesu aerosolové koncentrace, např. až na 3–7 % původní hodnoty během půl hodiny provozu na maximální výkon.

### Hlavní zásady výběru čističky vzduchu

Při výběru čističky vzduchu je nutné zohlednit:

- **Objem prostoru:** Výkon čističky by měl odpovídat minimálně dvojnásobku objemu místnosti za hodinu.
- **Typ filtrace:** HEPA filtry jsou vhodné pro zachytávání aerosolových částic v širokém velikostním rozsahu, které jsou relevantní i pro radioaktivní aerosolové částice. Elektrostatické systémy (např. Ionicare) jsou vhodné tam, kde je kladen důraz na tichý provoz, ale je nutné počítat s delší dobou čištění.
- **Hlučnost:** Při provozu v kancelářích je důležitým parametrem hladina hluku. Některé čističky vydávají nad 50 dB při plném výkonu.
- **Náklady na provoz:** Zahrnují výměnu filtrů, spotřebu energie a údržbu.

- **Možnost volby intenzity:** Výhodou je více režimů výkonu (např. LOW/MED/MAX), které lze přizpůsobit momentální situaci.
- **Možnosti automatizace a senzory:** Detekce znečištění a automatické přepínání režimů zvyšují komfort a efektivitu provozu čističek vzduchu.

### Doporučení pro použití ve vnitřních prostorách

- **Umístění:** Čistička by měla být umístěna v centrální části místnosti, min. 30 cm od stěn a nábytku. Pokud máme k dispozici více čističek je vhodné je v místnosti rozložit rovnoměrně.
- **Provozní režim:** V kontaminovaném prostředí nebo při podezření na zvýšenou koncentraci aerosolů je doporučeno použít maximální režim filtrace alespoň po dobu 30 minut.
- **Údržba:** Pravidelná kontrola a výměna HEPA filtrů (obvykle po 3–6 měsících), čištění ionizačních jednotek dle doporučení výrobce.
- **Monitoring účinnosti:** Pokud je to možné, doporučuje se kontrolovat koncentraci aerosolů měřením, zejména při krizových událostech.
- **Větrání:** Při podezření na výskyt radioaktivních aerosolových částic ve vnějším prostředí nevětrejte a neotvírejte okna. Okna a další možné netěsnosti utěsněte pomocí ochranné pásky nebo jiného vhodného materiálu, abyste minimalizovali riziko pronikání kontaminovaného vzduchu. Pokud je budova vybavena rekuperační jednotkou, ventilačním systémem nebo jakýmkoli automatickým systémem výměny vzduchu, okamžitě jej vypněte, aby nedocházelo k aktivnímu nasávání znečištěného venkovního vzduchu do vnitřních prostor.

### Shrnutí

Čističky vzduchu jsou efektivním prostředkem ke snížení aerosolové zátěže ve vnitřním prostředí. Správným výběrem a použitím lze výrazně zvýšit ochranu osob před inhalací nebezpečných částic. Je důležité zvolit zařízení odpovídající výkonem velikosti prostoru a typu kontaminace. Testování prokázalo, že zejména HEPA filtrační systémy při vysokém výkonu jsou schopny snížit koncentrace radioaktivních aerosolů o více než 90 % během krátkého časového úseku.

### Radiační bezpečnost při použití čističek vzduchu

Jednou z častých obav spojených s použitím čističek vzduchu v prostředí kontaminovaném radioaktivními aerosoly je otázka, zda se samotné zařízení nemůže stát sekundárním zdrojem ionizujícího záření. Na základě experimentů realizovaných v rámci projektu bylo prokázáno, že čističky vzduchu – i při dlouhodobém provozu ve výrazně kontaminovaném prostředí – nepředstavují riziko z pohledu vnějšího ozáření osob.

Při experimentech provedených bezprostředně po zachycení vysokých koncentrací radioaktivních aerosolových částic (včetně modelových scénářů s vysokým stupněm kontaminace) byla hodnota příkonu prostorového dávkové ekvivalentu (PPDE) v okolí čističky nízká a zcela bezpečná pro přítomnost osob. Ani v případech, kdy čistička vyčistila značný objem vzduchu s výraznou koncentrací objemové aktivity testovaného radionuklidu, nedošlo k překročení úrovně, které by vyžadovaly radiační stínění nebo omezení pobytu v blízkosti zařízení.



Z těchto důvodů lze potvrdit, že běžné čističky vzduchu s HEPA nebo kombinovanými filtry nepůsobí jako zdroj ionizujícího záření a jejich použití je z hlediska radiační ochrany bezpečné. Výměna filtračního média by však měla probíhat za předpokladu základních ochranných pravidel, zejména pokud je podezření na významnější akumulaci radionuklidů ve filtračním materiálu.

## Nakládání s použitými filtry a ochrannými prostředky proti radioaktivním aerosolům

Po použití filtračních prostředků v prostředí s možnou přítomností radioaktivních aerosolových částic je nezbytné dodržet zásady bezpečného nakládání a dekontaminace, aby nedošlo k druhotné kontaminaci osob, pracovního prostředí ani následnému ozáření jiných osob.

### Filtry z čističek vzduchu a kabinové filtry z vozidel

Po ukončení provozu čističky vzduchu ve znečištěném prostředí se doporučuje:

- vyčkat minimálně 1–2 hodiny na přirozený pokles aktivit způsobený krátkodobými radionuklidy na povrchu zařízení,
- filtr vyjmout v ochranných rukavicích a při použití osobního ochranného prostředku dýchacích cest (respirátor FFP3 nebo polomaska s filtrem P3),
- **uložit filtr do dvojitého až trojitého plastového obalu** (např. zipový sáček, poté neprodyšný pytel s páskou) a hermeticky uzavřít,
- označit balení datem a místem použití a uložit jej k dalšímu rozhodnutí o dalším zacházení (např. dočasné skladování nebo likvidace podle vnitřních předpisů organizace, možná pozdější identifikace radionuklidů).

Stejný postup platí i pro **výměnu kabinových HEPA filtrů ve vozidlech**, kde je nutné vyčkat na ochlazení motoru a zajistit minimalizaci kontaktu s okolím při manipulaci.

### Respirátory a filtrační polomasky

Jednorázové respirátory třídy FFP3:

- po použití vložit rovněž do dvou až tří obalů a uzavřít,
- nedoporučuje se opakované použití ani dekontaminace.

U filtračních polomasek s výměnnými filtry P3 se:

- filtry odebírají samostatně a balí obdobně jako u čističek,
- těleso polomasky (lícnice) se po každém použití **ošetřuje lihovými ubrousky** z vnější i vnitřní strany,
- po otření je nutné nechat masku **dostatečně odvětrat a vyschnout**, aby nedošlo k inhalaci alkoholových par – ty mohou způsobit podráždění sliznic a akutní účinky.

## Obecná doporučení

- **Veškeré činnosti spojené s manipulací s použitými filtry a maskami** provádíme v ochranných rukavicích a za použití odpovídající ochrany dýchacích cest.
- **Filtry a prostředky nelikvidujeme jako běžný odpad** – jejich další nakládání se řídí interními pravidly organizace a platnou legislativou v oblasti radiační ochrany.
- **Evidence:** Doporučuje se vést záznamy o manipulaci, označení filtru (typ, datum, použití), případně lokalitu a výsledek následného monitoringu.

Dodržování těchto zásad je klíčové pro zajištění bezpečnosti pracovníků i dalších osob, které se v daném prostředí mohou následně pohybovat. Minimalizace sekundární kontaminace a důsledná kontrola použitých prostředků jsou součástí každé odpovědné činnosti v prostředí s radiačním rizikem.

## Improvizované stanovení přítomnosti radioaktivních aerosolových částic ve vnější atmosféře

V krizových situacích nemusí být k dispozici standardní monitorovací stanice pro měření radioaktivních aerosolů. Níže uvedené postupy představují improvizované metody, jak relativně rychle stanovit přítomnost kontaminace ovzduší radioaktivními částicemi pomocí běžně dostupných prostředků. Je však třeba počítat s tím, že ve venkovním prostředí mohou být přítomny i vysoké koncentrace krátkodobých produktů přeměny radonu, které mohou dočasně zvýšit hodnoty PPDE nebo CPS naměřené na filtračních médiích. Tyto produkty mají krátký poločas rozpadu a po přibližně 210 minutách je jejich aktivita minimální – přestávají tedy přispívat k detekované odezvě filtru. Pokud to situace dovoluje, je proto vhodné vzorky měřit až po uplynutí této doby, aby nedošlo k potenciálnímu nadhodnocení skutečné kontaminace. Vždy platí zásada pracovat v rukavicích a s vhodnou ochranou dýchacích cest (minimálně polomaska + filtr P3).

Tabulka 6 Improvizované postupy kvantifikace koncentrace radioaktivních aerosolových částic

| Metoda                                               | Princip                                                                               | Praktický postup                                                                                                                                                                                                                                                             | Vyhodnocení                                                                                                                                                                                                                                                            | Výhody / Omezení                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Velkoobjemový odběr pomocí prosávací jednotky</b> | Vysokoobjemové vzduchové čerpadlo žene vzduch filtrem a akumuluje aerosolové částice. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Použijte přenosnou prosavačku (např. <b>VOPV-12<sup>6</sup></b> nebo obdobné zařízení). Nastavte maximální průtok.</li> <li>Osadte filtrem.</li> <li>Prosávejte 10–30 min podle intenzity průtoku a očekávané kontaminace.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ihned po odběru stanovte PPDE nebo povrchovou kontaminaci v cps filtru.</li> <li>Výsledky porovnejte s nekontaminovaným filtrem.</li> <li>Vysoký nárůst PPDE nebo cps = zvýšená koncentrace radionuklidů ve vzduchu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kvantifikovatelné údaje (znáte objem vzduchu).</li> <li>– Vyžaduje speciální čerpadlo a napájení.</li> </ul>                                                                                              |
| <b>Analýza kabinového filtru vozidla</b>             | Během jízdy vozidlo nasává venkovní vzduch, filtr jej akumuluje.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po příjezdu do bezpečné oblasti vyjměte kabinový filtr.</li> <li>V ochranných rukavicích filtr vyjměte a změřte povrchovou kontaminaci nebo PPDE.</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vyšší PPDE nebo cps oproti referenčnímu filtru z nekontaminované oblasti signalizuje přítomnost radioaktivních aerosolů ve venkovním ovzduší.</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Žádné speciální vybavení navíc.</li> <li>– Závislé na době jízdy a stavu filtru; kvantifikace jen orientační.</li> </ul>                                                                                  |
| <b>Externí prosávání čističkou vzduchu</b>           | Čistička s HEPA filtrem slouží jako improvizovaný vzorkovač.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Umístěte přenosnou čističku (HEPA H13/H14) ven mimo budovu, zapněte režim <b>TURBO</b> min. 30 min.</li> <li>Po vypnutí vyjměte HEPA filtr v rukavicích.</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Změřte PPDE nebo cps na povrchu filtru.</li> <li>PPDE, cps <math>\gg</math> pozadí = zvýšená kontaminace.</li> </ul>                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Běžně dostupná zařízení.</li> <li>– Nutno chránit čističku před deštěm; orientační výsledek (neznáte přesný objem vzduchu).</li> </ul>                                                                    |
| <b>Měření povrchu půdy po dešti</b>                  | Srážky deponují radioaktivní aerosol na zem.                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Po dešti změřte PPDE ve výšce 1 cm nad povrchem půdy (tráva, hlína).</li> <li>Porovnejte s předem zjištěnou <b>referenční hodnotou PPDE</b> pro danou lokalitu.</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Výrazné zvýšení (řádově <math>\times 5</math>) indikuje spád radionuklidů v dešti.</li> </ul>                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Velmi rychlé, bez vzorkování.</li> <li>– Závisí na intenzitě deště, typu podloží; není přímou mírou koncentrace ve vzduchu. Může být zaměněno s depozicí krátkodobých produktů přeměny radonu.</li> </ul> |

<sup>6</sup> <https://www.vfnuclear.com/cs/produkty/73/vzorkovac-aerosolu-a-jodu>

### Doporučení k interpretaci výsledků

1. **Porovnávejte s pozadím** – vždy mějte referenční měření z nekontaminovaného dne nebo oblasti.
2. **Kombinujte metody** – použití dvou nezávislých improvizovaných technik (např. kabinový filtr + půda po dešti) zvyšuje spolehlivost odhadu.
3. **Bezpečnost práce** – odebrané filtry uložte do dvojitého obalu, označte a dočasně skladujte dle interních pravidel radiační ochrany.

Tyto improvizované postupy nenahrazují standardní monitoring, ale poskytují rychlou orientační informaci o úrovni kontaminace ovzduší v případech, kdy nelze nasadit plnohodnotnou aerosolovou stanici.

## Závěr

Radioaktivní aerosolové částice představují jedno z nejzávažnějších zdravotních rizik v prostředí, kde dochází k manipulaci s radionuklidy nebo kde hrozí jejich uvolnění do ovzduší. Vzhledem k jejich schopnosti pronikat hluboko do dýchacích cest a případně přecházet do krevního oběhu, je ochrana pracovníků v těchto podmínkách klíčová pro zajištění jejich bezpečnosti a prevenci dlouhodobých zdravotních následků.

Tato metodika, jako výstup výzkumného projektu Ministerstva vnitra ČR (VC20232025005), poskytuje komplexní a prakticky orientovaný rámec pro nasazení dostupných technických a osobních prostředků s cílem snížit ozáření radioaktivními aerosoly. Byly analyzovány a experimentálně ověřeny tři hlavní oblasti ochrany:

- **Volba a použití osobních ochranných prostředků dýchacích cest (OOP DC)**, přičemž důraz je kladen na vhodné nasazení prostředků podle míry rizika. Celoobličejová maska s filtrem P3 je doporučena jako nejvyšší stupeň ochrany v situacích s potvrzenou kontaminací nebo při nedostatku informací o prostředí.
- **Možnosti technické ochrany uvnitř vozidel**, kde se ukázalo, že správně nastavená ventilace a vnitřní cirkulace vzduchu zásadně snižují koncentraci škodlivin uvnitř kabiny.
- **Využití čističek vzduchu v budovách**, jejichž efektivita byla ověřena v reálných podmínkách a jejichž použití může výrazně přispět ke snížení inhalace radioaktivních částic pracovníky během pobytu v kontaminovaném prostředí.

Metodika rovněž zahrnuje doporučení pro bezpečné nakládání s použitými prostředky a improvizované postupy pro orientační stanovení přítomnosti radioaktivních aerosolů, které mohou být využitelné v mimořádných nebo krizových situacích.

**Jednotlivé typy OOP DC, popsané v metodice, je zároveň možné využít i ve vztahu k ochraně civilního obyvatelstva.** V případě potvrzené nebo potenciální přítomnosti radioaktivních aerosolových částic může metodika sloužit jako základní nástroj pro informování veřejnosti a pro navržení vhodných ochranných opatření v rámci systému civilní ochrany. V situacích, kdy není dostatek celoobličejových masek nebo polomasek, může SÚJB doporučit použití respirátorů třídy FFP3 jako účinné a dostupné alternativy, zejména pro krátkodobou nebo přechodnou expozici.

Díky ucelenému a ověřenému přístupu představuje metodika efektivní nástroj nejen pro pracovníky SÚJB při výkonu jejich činnosti, ale může být využita i dalšími složkami státní správy a záchranného systému při ochraně osob v prostředí s potenciální radiologickou zátěží. Její implementace do praxe umožní zvýšení úrovně bezpečnosti, standardizaci postupů a lepší připravenost na mimořádné události s výskytem radioaktivních aerosolových částic.

## Popis novosti

Předkládaná metodika představuje **komplexní a ucelený návod** pro praktickou ochranu osob před radioaktivními aerosolovými částicemi v prostředí běžné i krizové činnosti, a to zejména z pohledu výkonu inspekci a dozoru pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Novost metodiky spočívá v několika klíčových prvcích, které ji odlišují od dosavadních přístupů a dostupných postupů:

### 1. Praktické propojení výzkumných dat s aplikací v terénu

Metodika vychází z reálných experimentálních měření a testování, která byla prováděna v autentických podmínkách (např. uvnitř vozidel, v budovách, při simulaci kontaminace aerosolovými částicemi). Na základě těchto dat vznikla konkrétní doporučení použitelná v praxi inspektorů SÚJB a dalších pracovníků vystavených riziku inhalace radionuklidů.

### 2. Inovativní přístup ke klasifikaci a použití OOP dýchacích cest

Metodika systematizuje výběr a použití prostředků osobní ochrany dýchacích cest podle míry rizika a typu činnosti. Zavádí rozhodovací schéma založené na zásadě předběžné opatrnosti a doporučuje nejvyšší stupeň ochrany (celoobličejová maska + P3 filtr) v neznámém nebo potvrzeně kontaminovaném prostředí.

### 3. Hodnocení účinnosti technických prostředků v prostředí vozidel a budov

Součástí metodiky jsou výsledky měření účinnosti filtračních režimů v kabinách automobilů (včetně specifického doporučení na konfiguraci ventilace a klimatizace) a praktické testy různých typů čističek vzduchu ve vnitřním prostředí. Výsledky jsou interpretovány do formy konkrétních pokynů pro použití zařízení v reálných podmínkách.

### 4. Přenositelnost na ochranu civilní populace

Metodika má nejen interní aplikační hodnotu pro potřeby SÚJB, ale přináší i **přímou využitelnost pro potřeby civilní ochrany**. Umožňuje efektivní komunikaci směrem k veřejnosti v případě radiačních mimořádných událostí – například doporučením použití respirátorů FFP3 jako dostupného prostředku ochrany v situacích, kdy není k dispozici vyšší stupeň ochranných pomůcek.

### 5. Improvizované stanovení kontaminace a dekontaminace prostředků

Součástí metodiky je také přehled improvizovaných metod pro indikaci výskytu aerosolové kontaminace (např. pomocí kabinových filtrů, čističek vzduchu nebo měření půdy po dešti), což dosud v takto ucelené a prakticky využitelné podobě nebylo metodicky zpracováno. Zároveň obsahuje jasná pravidla pro bezpečnou manipulaci s použitými filtry a prostředky.

---

Tato metodika tak představuje **nový standard v oblasti ochrany osob při výskytu radioaktivních aerosolů**, který propojuje vědecké poznatky s praktickými potřebami výkonu státního dozoru, zásahových složek i krizového řízení.



# Popis uplatnění schválené metodiky

Schválená metodika „Ochrana před účinky radioaktivních aerosolů“ je určena především k využití při **činnosti pracovníků SÚJB** v prostředí s potenciálním nebo potvrzeným výskytem radioaktivních aerosolových částic. Jejím hlavním přínosem je poskytnutí uceleného a prakticky využitelného rámce, který propojuje výzkumné poznatky s provozní realitou a umožňuje standardizaci postupů při ochraně zdraví osob.

## 1. Primární uplatnění v rámci činností SÚJB

Metodika bude uplatněna:

- **při plánované i mimořádné činnosti** inspektorů SÚJB v lokalitách s rizikem uvolnění radioaktivních aerosolů do ovzduší,
- **v rámci radiačního monitoringu a šetření událostí** spojených s podezřením na kontaminaci radioaktivními aerosolovými částicemi,
- **při hodnocení vhodnosti a účinnosti používaných ochranných prostředků dýchacích cest** (např. při výběru OOP podle typu a doby zásahu a dostupnosti prostředků),
- **v rámci školení, výcviku a metodického vedení pracovníků**, včetně zařazení do vnitřních postupů SÚJB a interních metodických pokynů.

Závěry metodiky jsou navíc využitelné při zadávání požadavků na nákup OOP a technických prostředků (čističky, kabinové filtry, měřicí zařízení).

## 2. Možnost meziresortního a mezioborového využití

S ohledem na univerzální charakter doporučení a na skutečnost, že se metodika opírá o ověřená a experimentálně podložená data, je možné její využití i dalšími subjekty, zejména:

- **orgány krizového řízení a složkami integrovaného záchranného systému (IZS)** při přípravě a realizaci zásahů v radiačně rizikovém prostředí,
- **zdravotnickými a civilními orgány ochrany obyvatelstva** při plánování opatření pro ochranu veřejnosti v případě havárie s únikem radioaktivních aerosolů,
- **odbornými institucemi a provozovateli radiačních zařízení**, kteří se mohou řídit doporučenými principy pro výběr a nasazení osobních a technických ochranných prostředků.

## 3. Využití pro komunikaci s veřejností

Metodika má rovněž významný potenciál v oblasti **kommunikace s veřejností v mimořádných situacích**. V případě výskytu radioaktivních aerosolů umožňuje:

- **rychlé doporučení vhodné formy ochrany obyvatelstva** (např. použití respirátorů FFP3 při nedostupnosti pokročilejších OOP),
- **poskytnutí věcných a srozumitelných informací** o opatřeních na ochranu zdraví,
- **podporu rozhodování krizových štábů a komunikaci prostřednictvím médií**, na základě vědecky podložených doporučení.

Metodika tak nachází své uplatnění jak ve vnitřním prostředí odborných činností SÚJB, tak jako **podklad pro systémová opatření v oblasti civilní ochrany, krizového řízení a ochrany zdraví osob v podmínkách radiační zátěže**. Její implementace přispívá ke zvýšení úrovně připravenosti, standardizaci postupů a snížení zdravotních rizik v prostorech, ve kterých se vyskytují radioaktivní aerosolové částice.

## Seznam použité související literatury

W. C. Hinds (1998): Aerosol Technology – Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles; Willey, ISBN 978-0-471-19410-1.

ČSN EN 149+A1 – Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtrační polomasky k ochraně proti částicím – Požadavky, zkoušení a značení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

ČSN EN 143 – Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtry proti částicím – Požadavky, zkoušení, značení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2022.

ČSN EN 14387 – Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Protiplýnové a kombinované filtry – Požadavky, zkoušení, značení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2022.

ČSN EN 1822-1 – Vysoce účinné filtry vzduchu (EPA, HEPA a ULPA) – Část 1: Klasifikace, ověřování vlastností, označování. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2021.

## Seznam publikací souvisejících s vytvořením metodiky

Adam, T., Otáhal, P., Vošahlík, J., Němeček, L., Sýbková, H.: Vliv čističek vzduchu na snížení efektivní dávky z inhalace radioaktivních aerosolových částic, In: XLV. Dny radiační ochrany 2024, Tábor, 4. – 7. 11. 2024.

Kozlovská, M., Otáhal, P.: Monte Carlo simulace PPDE v okolí čističky vzduchu po záchytu radioaktivního aerosolu, In: XLV. Dny radiační ochrany 2024, Tábor, 4. – 7. 11. 2024.