

# **Dny radiční ochrany 2023**

## **Přehled příspěvků**

ID příspěvku: 1

Typ: **Přednáška**

# Připravenost HZS ČR na radiační události

*středa 8. listopadu 2023 9:50 (15 minut)*

Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS ČR) je jedinou složkou Integrovaného záchranného systému, která je plošně vybavena prostředky pro rozpoznání a řešení událostí s přítomností zdrojů ionizujícího záření nebo kontaminace radioaktivními látkami. Ročně pak HZS ČR na území České republiky řeší přibližně 2–4 události tohoto typu. K řešení těchto událostí je HZS ČR adekvátně materiálně i personálně vybaven.

Podle předurčenosti můžeme jednotky HZS rozdělit do čtyř základních skupin. Základní jednotky jsou schopné „pouze“ rozpoznat radiační událost a v případě nutnosti si na místo povolají vyšší jednotku. Ta je schopna měřit kontaminaci u lidí a věcných prostředků a v případě nutnosti provést jejich dekontaminaci. Při událostech velkého rozsahu jako, např. nehoda jaderné elektrárny jsou k dispozici ještě jednotky speciálně vybavené pro tyto události portálovými monitory gama záření a prostředky pro dekontaminaci většího množství osob a techniky, včetně zachytávání a možnosti bezpečného transportu odpadní vody po dekontaminaci. Při všech událostech s výskytem zdrojů ionizujícího záření či kontaminace radioaktivními látkami je na místě také vždy přítomna i jednotka chemické laboratoře, která je schopna detekovat všechny druhy záření i radioaktivní kontaminace, provádět spektrometrická měření, odebírat a analyzovat vzorky životního prostředí či stěrů nebo bezpečně transportovat zdroje IZ s aktivitou odpovídající až 1 TBq  $^{137}\text{Cs}$ . V neposlední řadě se odborníci z řad chemických laboratoří podílí na výcviku a přípravě nižších jednotek HZS ČR.

## Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SETNIČKA, Michal (MV - GŘ HZS ČR - Institut ochrany obyvatelstva)**Přednášející:** SETNIČKA, Michal (MV - GŘ HZS ČR - Institut ochrany obyvatelstva)**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 2

Typ: Přednáška

## Nedestruktivní testování alternativních materiálů pro ukládání radioaktivních odpadů, pomocí výpočetní 3D gama tomografie

*čtvrtek 9. listopadu 2023 16:15 (15 minut)*

V květnu 2021 prošlo zařízení SPE-CT pro výpočetní gama tomografii Centra výzkumu Řež v pořadí již třetí zásadní modernizací. Úprava umožnila dosud nebývalé zpřesnění metody a mimo jiné též rozšíření statického 3D zobrazení o časoběrný záznam, jenž může poskytnout informace například o kinematice migračních procesů podzemních vod v geologickém podloží lokalit vybraných pro výstavbu budoucího trvalého úložiště radioaktivních odpadů.

Jedním ze stanovených cílů bylo posouzení možností využití zařízení SPE-CT pro projekt TA ČR Program TREND ALMARA, o němž pojednává tato prezentace. V rámci tohoto projektu byla do studovaných fixačních matic zalita drobná jádra z ozářených kovů. Po vytvrnutí matic byla testována možnost stanovit nedestruktivní metodou přesnou polohu těchto kuponů v matici s pomocí našeho zařízení. Studována byla rovněž tvorba korozních produktů na kontaktu obou materiálů a následná migrace radioizotopů v matici.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Spoluautoři:** Dr. ZHÁŇAL, Pavel; Dr. PATRICIE, Halodová; Dr. VIERERBL, Ladislav; Dr. KOLROS, Antonín; DOBREV, David; Dr. VEČERNÍK, Petr**Přednášející:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 3

Typ: Přednáška

## In situ testování prototypu laserové dozimetrické sondy s bezdrátovým přenosem dat, pracující na principu radiochromického jevu v organickém detekčním elementu

*čtvrtek 9. listopadu 2023 16:00 (15 minut)*

Prezentace pojednává o vývoji dozimetrické sondy obsahující na hrotu polykarbonátový detekční prvek. Intenzivní laserový svazek, generovaný pevnolátkovým, diodami čerpaným laserem o výkonové stabilitě 3 %, s výstupním světelném výkonem 2 W na vlnové délce 532 nm, prochází sondou, na jejímž konci je směřován na polykarbonátový detekční element. Po průchodu detekčním prvkem se vrací zpět a dopadá na citlivý optický detektor firmy SONEL, který v reálném čase zaznamenává změny jeho intenzity a informace odesílá bezdrátově do vzdáleného počítače.

Sonda byla vyvinuta na základě předchozího dlouholetého výzkumu radiochromického jevu v polykarbonátu, který probíhal od roku 2015 v Centru výzkumu Řež. Díky konstrukčnímu řešení sondy, jež dovoluje mj. též teleskopické provedení, je možno dozimetrický člen umístit na konec velmi dlouhého a tenkého světlovodu, a provádět tak měření dávky a dávkového příkonu in situ i v úzkých a obtížně přístupných prostorách s nebezpečnou úrovní ionizujícího záření, jako je např. aktivní zóna jaderného reaktoru, kde již proběhla první pilotní měření.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Spoluautoři:** VODIČKOVÁ, Hana; BEINSTEIN, Jakub; KIŇOVIČ, Luděk**Přednášející:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 4

Typ: Přednáška

## Dozimetrie radiačního pole v okolí svářečky elektronovým svazkem ES3X

*středa 8. listopadu 2023 11:40 (15 minut)*

Elektronová svářečka je zařízení určené pro svařování kovových materiálů ve vakuu svazkem elektronů emitovaných do pracovní komory s vysokým vakuem z přímo žhavené katody uvnitř elektronové trysky. Svazek elektronů je v prostoru mezi katodou a anodou urychlen vysokým napětím a dále zaostřován pomocí systému fokusačních elektromagnetických cívek. Uvnitř pracovní vakuové komory se svazek elektronů pohybuje již jen setrvačností, a poté dopadá vysokou rychlostí na svařovaný díl (svařenec), kterému předává tepelnou energii.

Ačkoliv zařízení není primárně generátorem ionizujícího záření (brzdné a charakteristické záření vzniká sekundárně ve svařovaném materiálu –svařenci –na který dopadá elektronový svazek), zajímali jsme se o hodnoty radiačního pole v okolí přístroje po čas jeho činnosti, zejména z důvodu radiační ochrany obsluhujícího personálu. To nám umožnilo klasifikovat přístroj coby generátor ionizujícího záření v souladu s platnou legislativou.

V této prezentaci uvádíme výsledky podrobného dozimetrického mapování radiačního pole vně elektronové svářečky prostřednictvím několika různých dozimetrických metod. V závěru rovněž shrnujeme přijatá opatření radiační ochrany pracovníků vyplívající z výsledků těchto měření.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Spoluautoři:** DANÍČKOVÁ, Kateřina; Dr. HORALÍK, Ludvík; VISINGER, Robert; FALTER, Tomáš**Přednášející:** ZOUL, David (Centrum Výzkumu Řež)**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 6

Typ: Přednáška

## Upgrade solného detektoru

*středa 8. listopadu 2023 11:25 (15 minut)*

V předchozích letech byl v SÚRO vyvinut solný detektor založený na využití běžné kuchyňské soli v nezpracované formě. Od roku 2023 je v rámci projektu Bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra České republiky (VK01020204) vyvíjen inovovaný solný detektor ve formě odpovídající běžným komerčně dostupným luminiscenčním detektorům. Detektor byl vytvořen slisováním zrnec Alpské soli s jódem do formy disků o tloušťce 1mm a průměru 4.5 mm. V rámci projektu byly optimalizovány parametry lisování, které vedly ke zlepšení mechanických i dozimetrických vlastností oproti prvotně testovaným detektorům. Zároveň bylo zvoleno optimální rozmezí velikosti zrn NaCl 297- 840  $\mu\text{m}$  (mesh 20- 50) pro přípravu detektorů. K vyhodnocení dozimetrické odezvy byla využita metoda opticky stimulované luminiscence (OSL). Bylo zjištěno, že nový postup přípravy solných peletek vede k významnému zlepšení reprodukovatelnosti OSL signálu, což umožňuje zjednodušení analytického protokolu a zkrácení procesu vyhodnocení dávky. Příznivý vliv se projevil také v případě závislosti OSL signálu na dávce, která byla pozorována lineární v širším rozpětí dávek přesahujícím 100 mGy. Ověřen byl dále fading OSL signálu v závislosti na čase uplynulém od ozáření. Pro použité parametry měření byla pozorována stabilní odezva po dobu několik měsíců. V praxi byly detektory ověřeny při měření dávek v prostředí a výsledky porovnány s běžnými termoluminiscenčními dozimetry, kdy bylo dosaženo dobré vzájemné shody výsledků. Kromě studia vlastností samotných detektorů bude dále vyvíjen optimální obal dozimetru, který bude optimalizován vzhledem k energetické závislosti OSL signálu. Dozimetr na bázi soli je určen především pro mimořádné radiační situace, kdy mohou významně stoupnout nároky na kapacitu radiačního monitorování.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ČEMUSOVÁ, Zina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Spoluautoři:** EKENDAHL, Daniela (SÚRO, v.v.i.); SOFER, Zdeněk (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze)**Přednášející:** ČEMUSOVÁ, Zina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 8

Typ: Přednáška

## Měření funkce světelného výtěžku pro kapalně organické scintilátory PYR5/DIPN a THIO5/DIPN

*čtvrtek 9. listopadu 2023 13:45 (15 minut)*

Kapalně organické scintilátory jsou důležitými zařízeními pro měření neutronového záření. Tato práce si klade za cíl změřit odezvy dvou kapalných dvousložkových scintilátorů na monoenergetické neutronové záření a určit jejich funkci světelného výtěžku, která je nezbytná pro správné stanovení energetických spekter neutronů. Základem obou scintilátorů je rozpouštědlo složené ze směsných izomerů di-iso-propyl-naftalenu (DIPN). První scintilátor označený PYR5/DIPN obsahuje luminofor 1-fenyl-3-(2,4,6-trimethylfenyl)-2-pyrazolin o koncentraci 5 g/l. Druhý scintilátor označený THIO5/DIPN obsahuje luminofor 2,5-Bis(5-terc-butyl-benzoxazol-2-yl)thiofen rovněž o koncentraci 5 g/l. Odezvy na energie neutronů 1,5 MeV, 2,5 MeV a 19 MeV jsou měřené na PTB v Braunschweigu. Tyto odezvy jsou doplněny o odezvy na energie neutronů 2,45 MeV a 14 MeV měřené na ČVUT v Praze pomocí DD a DT reakce, a odezvy na paprsek prošlý křemíkovým filtrem měřené ve Výzkumném centru Řež. Je plánováno měření odezvy scintilátoru na neutrony v rozsahu 20-40 MeV.

K analýze energetických a diskriminačních charakteristik se používá dvouparametrový spektrometrický systém NGA-01. Radionuklidy Cs-137 a Co-60 se používají jako zdroje záření pro  $\gamma$  energetickou kalibraci pro nízké energie a neutronový zdroj AmBe ( $^{12}\text{C}^* = 4.44$  MeV) se používá pro kalibraci při vysokých energiích nad 10 MeV.

Funkce světelného výtěžku dobře připomínají standardní tvar a jsou si navzájem velmi podobné. To naznačuje slabý vliv luminoforu na funkci světelného výtěžku. Funkce světelného výtěžku jsou připraveny k začlenění do matice odezvy pro stanovení spekter energie neutronů.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** JÁNSKÝ, Jaroslav (University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mathematics and Physics, Brno, Czech Republic)

**Spoluautoři:** JANDA, Jiří (University of Defence, NBC Defence Institute, Vyškov, Czech Republic); KOŠTÁL, Michal (Research Centre Řež, Husinec-Řež, Czech Republic); MATĚJ, Zdeněk (Masaryk University, Faculty of Informatics, Brno, Czech Republic); BÍLÝ, Tomáš (Czech Technical University in Prague, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Department of Nuclear Reactors, Prague, Czech Republic); MAZÁNKOVÁ, Věra (University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mathematics and Physics, Brno, Czech Republic); MRAVEC, Filip (Masaryk University, Faculty of Informatics, Brno, Czech Republic); CVACHOVEC, František (University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mathematics and Physics, Brno, Czech Republic)

**Přednášející:** JÁNSKÝ, Jaroslav (University of Defence, Faculty of Military Technology, Department of Mathematics and Physics, Brno, Czech Republic)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace



ID příspěvku: 9

Typ: Přednáška

## Součinnost inhalace radonu a působení virů při indukci karcinomu plic

*úterý 7. listopadu 2023 12:00 (15 minut)*

Inhalace radonu a jeho dceřiných produktů je považována za jednu z příčin vzniku karcinomů plic u člověka. Není to ovšem příčina jediná. Kromě podstatného vlivu kouření, kterému jsme se podrobně věnovali dříve, přichází v úvahu též možný vliv některých virů, který zkusíme analyzovat nyní. K onkogenním virům, které jsou považovány za odpovědné pro vyvolání karcinomů plic u lidí, patří zejména viry označované zkratkami HPV, BKV, JCV, HCMV a SV40. Hlavní pozornost je věnována poslednímu z nich, viru SV40. Množení nádorových buněk v důsledku přítomnosti viru probíhá až do období, které je v zahraniční literatuře označováno jako "crisis". Předcházející období je logicky pre-crisis, konečné období je pak post-crisis. Microdozimetrický model, který byl k analýze těchto dat použit, je model hraniční měrné energie. Jeho výsledkem je stanovení hodnoty parametru, který je úměrný počáteční směrnici dávkové závislosti frekvence výskytu karcinomů plic. Jeho číselná hodnota vyšla 0,35 (bez přítomnosti viru), 0,46 (v období pre-crisis) a 0,78 (pro post-crisis). Z nárůstu těchto hodnot lze tedy soudit, že se přítomností viru SV40 riziko výskytu rakovin plic zvyšuje.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SEDLÁK, Antonín**Přednášející:** SEDLÁK, Antonín**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 10

Typ: Poster

## Modelování dopadů havarijních úniků z jaderné elektrárny

*středa 8. listopadu 2023 10:20 (5 minut)*

Pro zajištění připravenosti k odezvě na RMU v důsledku radiační havárie je potřeba mít k dispozici prostředky pro modelování radiačních dopadů předpokládaných úniků – aplikace pro modelování šíření radioaktivních látek atmosférou a případně i hydrosférou. V ČR se pro tyto účely používá aplikace ESTE (ABmerit, Slovensko), provozovaná na SÚJB, která umožňuje i automatické spouštění modelových výpočtů v závislosti na údajích telemetrického systému JE průběžně předávaných z obou českých JE na SÚJB. Jako další systém se v ČR používá aplikace JRODOS (KIT, SRN), instalovaná a provozovaná na SÚRO, která umožňuje kromě základních výpočtů se zdrojovým členem úniku poskytnutým provozovatelem JE i souběžné, uživateli plně řízené provádění výpočtů scénářů s alternativními zdrojovými členy a meteorologickými podmínkami pro odhad možných variací dopadů sledované události.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KUČA, Petr (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Spoluautoři:** osoba SELIVANOVA, Anna (SÚRO, v.v.i.); osoba MAREŠOVÁ, Barbora (SÚRO, v.v.i.)**Přednášející:** KUČA, Petr (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 11

Typ: Přednáška

## Novela atomového zákona

*pondělí 6. listopadu 2023 14:15 (15 minut)*

V roce 2017 nabyl účinnosti zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, který nově upravil režim mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Zákon zohledňuje mezinárodní doporučení (v oblasti radiační ochrany zejména doporučení ICRP č. 103) a implementuje evropské předpisy (především směrnici EURATOM/29/2013 stanovující základní standardy ochrany před nebezpečím vystavení ionizujícímu záření). Po více než pěti letech platnosti tohoto zákona začal Státní úřad pro jadernou bezpečnost na základě zkušeností s jeho aplikací připravovat novelu, která zároveň reaguje na aktuální trendy ve všech zákonem upravovaných oblastech. Především očekávaný vývoj v oblasti jaderné energetiky, využívání nových zdrojů - malých modulárních reaktorů, a také velmi rychlý rozvoj zdravotnických prostředků využívajících záření (radioterapeutické ozařovače a radiofarmaka). Očekávané přijetí novely je plánováno v příštím roce (2024) s účinností od 1.1.2025, včetně prováděcích předpisů, jejichž příprava bezprostředně navazuje na přípravu textu novely zákona. V prezentaci jsou shrnuty hlavní body novely důležité z hlediska radiační ochrany.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** POVOLNÁ, Jana (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**Přednášející:** POVOLNÁ, Jana (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 12

Typ: Poster

## Efektivní dávky na pracovišti se zvýšeným ozářením z přírodního zdroje záření

*pátek 10. listopadu 2023 10:30 (5 minut)*

Poster je zaměřen na problematiku ozáření pracovníků v podzemí bývalého rudného dolu ve Zlatých Horách při hornické činnosti (HČ) a při činnosti prováděné hornickým způsobem (ČPHZ) a na dodržování § 93 a § 94 zákona č. 263/2016 Sb., atomového zákona (AZ). Na příkladu firmy s. p. DI-AMO, o. z. GEAM, je prezentována povinnost organizace postupovat v souladu s § 88 vyhlášky č. 422/2016 Sb. Společnost obnovovala a sanovala podzemní prostory z důvodu zpřístupnění chodeb v podzemí na úroveň 3. patra pro provedení geologicko-průzkumných prací za účelem ověření a upřesnění zrudnění. Cílem průzkumu je získání informace o zásobách zlata, zinku a případně dalších kovů. Práce jsou v důlních chodbách bývalého dolu Zlaté Hory –západ.

V posteru budou uvedeny způsoby monitorování pracovního prostředí a výsledky osobních dávek v letech 2021 –2023.

Fotky z pracovišť

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** TOMÁŠEK, Oldřich

**Přednášející:** TOMÁŠEK, Oldřich

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 13

Typ: Poster

## Systémy luminiscenční dozimetrie pro monitorování externího ozáření v prostředí

středa 8. listopadu 2023 12:05 (5 minut)

Pro účely monitorování externího ozáření na území ČR disponuje Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. (SÚRO) třemi systémy luminiscenční dozimetrie. Dva systémy jsou založeny na termoluminiscenci (TL) a jeden na opticky stimulované luminiscenci (OSL). Hlavním dozimetrem prostředí je komplexní termoluminiscenční dozimetr (TLD) se 4 detektory  $\text{LiF:Mg,Cu,P}$  vestavěnými v kartě a obalem s různými filtry. K termální stimulaci detektorů a vyhodnocení odezvy je používána automatická čtečka TLD Harshaw 6600 (Thermo Scientific). Tento systém je používán jako základní v rámci provozu sítě pasivních dozimetrů, jež je jednou ze složek pro monitorování radiační situace (MRS) v ČR. Druhým systémem založeným na TL je měřicí systém Rados (Mirion), jehož hlavními součástmi jsou čtečka TLD a TLD se 3 detektory  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:C}$  v kartě a hliníkovém kontejneru. Tento měřicí systém je záložním systémem pro MRS, v případě potřeby rozšířit monitorovací síť. Vedle těchto konvenčních systémů TLD je k dispozici systém založený na využití OSL běžné soli ( $\text{NaCl}$ ), který byl vyvinut se záměrem zabezpečit monitorování externího ozáření při rozsáhlých mimořádných radiačních událostech, kdy kapacita existujících TL systémů nemusí být dostatečná. V rámci výzkumu byly vyvinuty různé varianty solného detektoru. Nejnovější verze vznikla slisováním potravinářské Alpské soli s jodem (Bad Reichenhaller) do formy disku o průměru 4.5 mm a tloušťce 1 mm. Tento detektor má tedy formu běžného luminiscenčního detektoru a může být vložen do běžných karet pro TLD, resp. jiného vhodného kontejneru. K OSL stimulaci solného detektoru a vyhodnocení naměřeného signálu je používán systém TL/OSL Risø DA-20 (Danmarks Tekniske Universitet). V rámci vývoje solného dozimetru bylo provedeno porovnání všech 3 luminiscenčních systémů. TLD byly zároveň se solným dozimetrem vystaveny stejným expozičním podmínkám realizovaným ve venkovním měřicím místě a v akreditované kalibrační laboratoři (AKL) SÚRO. Odezvy dozimetrů byly vyhodnoceny dle příslušných metodik, na jejichž základě byly stanoveny hodnoty  $H(10)$ , které byly vzájemně porovnány, a to i vzhledem k referenčním hodnotám  $H(10)$  aplikovaným v AKL. Výsledky luminiscenčních systémů byly ve velmi dobré shodě, a to jak pro dávky relevantní přírodnímu radiačnímu pozadí, tak i pro dávky vyšší. V rámci provedeného experimentu byla prokázána kompatibilita výsledků těchto systémů. Tato práce byla podpořena projektem (VK01020204) Bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra ČR.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KAPUCIÁNOVÁ, Michaela (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Spoluautoři:** EKENDAHL, Daniela (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); ČEMUSOVÁ, Zina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); VTELENSKÁ, Martina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** KAPUCIÁNOVÁ, Michaela (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 14

Typ: Přednáška

## Možnosti znižovania radiačnej záťaže intervenčných rádiológov prostredníctvom Zero-Gravity

*úterý 7. listopadu 2023 9:30 (15 minut)*

Výkony intervenčnej rádiológie postupne vytlačujú konvenčné chirurgické postupy. Pre pacienta, ale aj pre zdravotnícke zariadenie, prinášajú benefit kratšej rekonvalescencie a menšie množstvo komplikácií. Nevýhodou týchto postupov je, že sú realizované pod skiaskopickým vedením, čo predstavuje zvýšenú radiačnú záťaž pre pacienta, ako aj pre personál.

Pozornosť je potrebné upriamiť najmä na výskyt očnej katarakty indukovanej ionizujúcim žiarením (IŽ), pričom nemožno zabúdať aj na ďalšie zdravotné riziká, ako sú nádory mozgu, neurodegeneratívne ochorenia, či kardiovaskulárne ochorenia. Účinnou metódou predchádzania vzniku nepriaznivých účinkov IŽ na personál je používanie osobných ochranných pomôcok (OOPP), medzi ktoré štandardne patrí zástera a golier s ekvivalentom olova (Pbektiv). Štandardná hmotnosť zástery s Pbektiv 0,5 mm dosahuje častokrát 7 kg a viac. Napriek tomu, že tieto OOPP poskytujú ochranu pred IŽ, ich nadmerná hmotnosť je spojená s ergonomickým diskomfortom. Za účelom zvýšenia komfortu intervenčného rádiológa boli navrhnuté mnohé ochranné materiály a systémy. Jedným z nich je závesný ochranný systém Zero-Gravity (Zero-Gravity, TIDI Products, MI, USA) (ZG).

Cieľom príspevku je posúdiť rozdiel efektivity zoslabenia IŽ prostredníctvom štandardných OOPP oproti ochrannému závesnému systému ZG na pracovisku intervenčnej rádiológie v Slovenskej republike a poukázať na možnosti optimalizácie radiačnej záťaže intervenčných rádiológov.

Monitorovanie radiačnej záťaže bolo realizované prostredníctvom TLD, ktoré boli umiestnené v oblasti rádiosenzitívnych orgánov a na anatomických miestach, ktoré sú počas výkonu exponované najvyššou dávkou IŽ, vrátane očnej šošovky. Počet TLD pripadajúcich na jedného intervenčného rádiológa počas jednej série merania bol 48 kusov v prípade použitia ZG a 36 kusov v prípade použitia štandardných OOPP. TLD boli vyhodnotené prostredníctvom zariadenia Harshaw 3500 TLD reader.

Výsledky štúdie poukazujú na skutočnosť, že využívanie inovatívneho ochranného závesného systému ZG vedie k výraznému zníženiu dávky IŽ v jednotlivých anatomických oblastiach intervenčného rádiológa v porovnaní so štandardne používanými zásterami s Pbektiv. ZG má veľký potenciál najmä pri zoslabení IŽ v oblasti očnej šošovky (>95%), krku (98%), prednej časti hrudníka (99%) a ľavého ramena (90%). Zároveň, zariadenie ZG nezaťažuje muskuloskeletálny systém, čo vedie k zvýšenému komfortu lekára počas realizácie intervenčného výkonu.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** HORVÁTHOVÁ, Martina (Trnavská univerzita v Trnave, FZaSP); BÁRDYOVÁ, Zuzana (Trnavská univerzita v Trnave, FZaSP); GOMOLA, Igor (Slovenská zdravotnícka univerzita); BALÁZS, Tibor (CINRE, Bratislava); MIKULÁŠ, Juraj (CINRE, Bratislava); BUDOŠOVÁ, Darina (Trnavská univerzita v Trnave, FZaSP)

**Přednášející:** HORVÁTHOVÁ, Martina (Trnavská univerzita v Trnave, FZaSP)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína



ID příspěvku: 15

Typ: Zvaná přednáška

## Implementace metod biologické dozimetrie a ověření jejich aplikovatelnosti pro různá radiační pole

*úterý 7. listopadu 2023 10:45 (30 minut)*

Metody biologické dozimetrie umožňují prostřednictvím analýzy biologického materiálu (především krve) stanovit dávku ionizujícího záření či ověřit její hodnotu v případě suspektně ozářeného organismu. Analýza dicentrických chromosomů představuje tzv. zlatý standard biologické dozimetrie. Princip této metody spočívá ve stanovení četnosti výskytu specifických chromosomových aberací (tzv. dicentrických chromosomů) indukovaných v lymfocytech periferní krve v důsledku jejich ozáření. Hodnotu dávky lze poté kvantifikovat na základě předchozího odvození kalibrační křivky pro příslušné radiační pole. I přes možnou aplikovatelnost této metody pro většinu expozičních situací je příprava vzorků a jejich následná analýza časově náročná. Tyto nevýhody lze částečně kompenzovat využitím dalších metod biologické dozimetrie. Analýza mikrojadér se zaměřuje na stanovení četnosti výskytu patologických jaderných struktur (tzv. mikrojadér), které vznikly v důsledku tvorby chromosomových aberací v lymfocytech periferní krve po ozáření. Vyšší časovou náročnost přípravy vzorků kompenzuje relativně snadnější analýza dat získaných touto metodou. Analýza četnosti výskytu fosforylované formy histonového proteinu H2AX ( $\gamma$ H2AX) naproti tomu umožňuje rychlejší přípravu vzorků. Tvorba této formy proteinu je indukována v místě dvojnásobného zlomu DNA, který vznikl v důsledku expozice lymfocytů periferní krve ionizujícím zářením.

V rámci implementace analýzy dicentrických chromosomů byla v laboratoři biologické dozimetrie Státního ústavu radiační ochrany, v. v. i. odvozena kalibrační křivka pro vysokoenergetické záření X o střední energii 1.4 MeV a následně ověřena její aplikovatelnost pro případ akutního ozáření ve vybraných radiačních polích vysokoenergetických fotonů. V současnosti probíhá intenzivní zpracování dat za účelem odvození kalibrační křivky rovněž pro směsné pole záření gama a neutronů. Paralelně byly provedeny pilotní experimenty zaměřené na další vybrané metody biologické dozimetrie (analýza mikrojadér, analýza  $\gamma$ H2AX). V rámci tohoto příspěvku budou diskutovány principy zmíněných metod biologické dozimetrie s následným zaměřením na praktické aspekty jejich implementace.

Výzkum byl podpořen projektem Ministerstva vnitra ČR (VK01020052 „Komplex metod biologické a fyzikální retrospektivní dozimetrie pro radiační mimořádné události“).

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** VÁVRA, Jakub (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Spoluautoři:** SERGUNIN, Artur (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); EKENDAHL, Daniela (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); ALAVERDYAN, Johana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** VÁVRA, Jakub (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 16

Typ: Poster

## Využití strojového učení při rychlé screeningové analýze atmosférických radioaktivních aerosolů

*středa 8. listopadu 2023 14:15 (5 minut)*

Při monitorování radioaktivity v atmosféře je kladen důraz na dva protichůdné požadavky: citlivost a včasnost hlášených výsledků. Tento příspěvek popisuje aplikaci strojového učení na rychlá screeningová měření aerosolových filtrů pomocí HPGe detektoru.

Standardně jsou aerosolové filtry analyzovány až po ukončení odběru prostřednictvím velkoobjemového sampleru (900 m<sup>3</sup>/h), což může trvat několik dní. Před samotným laboratorním měřením jsou filtry na několik hodin odloženy, aby se aktivita deponovaných dceřiných produktů <sup>222</sup>Rn/<sup>220</sup>Rn dostatečně snížila; tyto produkty by jinak snižovaly citlivost analýzy. Tato doba může zabrat významnou část celkového času dostupného pro analýzu (cca. 8hodinová lhůta pro hlášení výsledků). Z tohoto důvodu byla zkoumána možnost měření čerstvých filtrů s tím, že vysoké pozadí bude spolehlivě odečteno metodami strojového učení.

Experimentální měření byla provedena pomocí 100% HPGe detektoru (FWHM 2 keV), jehož mrtvá doba s čerstvým filtrem dosahuje až 25 %.

Spektra vykazují bohatou korelační strukturu, kterou můžeme využít v náš prospěch pro spolehlivý odečet pozadí. Toho bylo dosaženo využitím algoritmů spadajících do rodiny metod založených na modelování latentních proměnných (LVM), jako je Principle Component Regression (PCR), metoda částečných nejmenších čtverců (PLSR) nebo neuronové sítě založené na architektuře autoenkodérů (AE). Odečet přírodního pozadí je pak následován odhadem aktivit sledovaných radionuklidů prostřednictvím standardní regresní analýzy.

Prezentovaná metoda je v porovnání s klasickým přístupem citlivější a navíc se úspěšně vyrovnává se spektrálními interferencemi, jako je například interference <sup>137</sup>Cs (661,6 keV) a <sup>214</sup>Bi (661,1 keV,  $\gamma=0,054$  %), případně s příspěvkem  $\beta+$  radionuklidů k anihilačnímu píku 511 keV. Výhodou je rovněž její přímočará automatizace, která šetří práci analytika díky nižší četnosti falešně pozitivních výsledků.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** pan HÝŽA, Miroslav (SÚRO, v.v.i.)

**Spoluautoři:** DRAGOUNOVÁ, Lenka (SÚRO, v.v.i.); KOŘISTKOVÁ, Mahulena (SÚRO, v.v.i.)

**Přednášející:** DRAGOUNOVÁ, Lenka (SÚRO, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 17

Typ: Poster

## Aplikace a optimalizace vybraných metod biologické dozimetrie se zaměřením na analýzu dicentrických chromozomů

*úterý 7. listopadu 2023 12:15 (5 minut)*

Biologická retrospektivní dozimetrie je obor zaměřující se na problematiku stanovení nebo upřesnění dávky osob, u nichž existuje podezření na závažnou expozici ionizujícímu záření. Jedná se o alternativu, případně doplněk k metodám fyzikální retrospektivní dozimetrie. V krizových situacích může biologická dozimetrie sama o sobě nebo v kombinaci s jinými metodami poskytnout důležité informace pro účely triáže. Nejvyužívanější metodou a zároveň „zlatým standardem“ biologické dozimetrie je analýza dicentrických chromozomů v lymfocytech periferní krve. Tato metoda je založená na principu stanovení četnosti výskytu chromozomových aberací (tzv. dicentrických chromozomů), v jádrech lymfocytů. Za účelem implementace analýzy dicentrických chromozomů ve Státním ústavu radiační ochrany, v. v. i. je prováděna optimalizace postupů zahrnutých v rámci této metody včetně sestavení vlastních kalibračních křivek pro vybraná radiační pole. K sestavení kalibračních křivek pro záření X o střední energii 1.4 MeV bylo využito vzorků krve odebraných celkem 13 dobrovolným dárcům. Tyto vzorky byly následně ozářeny in vitro dávkami v intervalu 0.1 –5 Gy. Získaná data byla analyzována na principu automatického, poloautomatického a manuálního vyhodnocení pomocí automatického skenovacího mikroskopického systému Metafer a programu Ikaros. Statistické zpracování dat a následné sestavení kalibračních křivek pro každý jednotlivý způsob vyhodnocení (automatický, poloautomatický a manuální) bylo provedeno v programu Biodose Tools (viz Hernández et al. 2023, Int. J. Radiat. Biol. 99, 1378–1390). Aplikovatelnost navržené metodiky byla ověřena prostřednictvím pilotního srovnávacího experimentu, kdy byly vzorky krve ozářeny vybranými zdroji vysoenergetických fotonů ( $^{60}\text{Co}$ , záření X), přičemž byly za referenčních podmínek aplikovány neznámé hodnoty dávky. Hodnoty dávek stanovené pomocí vypracované metodiky byly v dobrém souladu s referenčními aplikovanými hodnotami. Zároveň byla tímto ověřena použitelnost odvozené kalibrační křivky ve studovaném intervalu dávek. V současnosti probíhají navazující experimenty, sběr a analýza dat za účelem odvození a zpřesnění kalibračních křivek i pro jiná radiační pole. Výzkum byl podpořen projektem Ministerstva vnitra ČR (VK01020052 „Komplex metod biologické a fyzikální retrospektivní dozimetrie pro radiační mimořádné události“).

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ALAVERDYAN, Johana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Spoluautoři:** pan SERGUNIN, Artur (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); paní EKENDAHL, Daniela (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); Dr. VÁVRA, Jakub (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Přednášející:** ALAVERDYAN, Johana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 18

Typ: Přednáška

## První rok PIANOFORTE - Evropského partnerství pro výzkum v radiační ochraně

*pondělí 6. listopadu 2023 14:30 (15 minut)*

PIANOFORTE je 5letý projekt EU sdružující 58 partnerů zastupujících 22 zemí EU, Spojené království a Norsko (<https://pianoforte-partnership.eu>). Projekt koordinuje francouzský Institut for Radiation Protection and Nuclear Safety (IRSN, Fontenay aux Roses). Aktivita projektu PIANOFORTE začaly v červnu 2022 s cílem zlepšit ochranu veřejnosti, pracovníků, pacientů a životního prostředí před environmentální, pracovní a lékařskou expozicí ionizujícím zářením. Za tímto účelem PIANOFORTE organizuje otevřené výzvy k předkládání výzkumných projektů na témata určená šesti evropskými odbornými platformami ([www.meenas.eu](http://www.meenas.eu)) a konzultovanými s možnými zainteresovanými stranami. Celkový rozpočet na tři výzvy je 34 milionů EUR, přičemž míra spolufinancování EU činí 63 %.

PIANOFORTE má zvláštní rozpočet (0,9 milionu EUR) na vzdělávací a školicí aktivity zaměřené na vědce a odborníky na počátku kariéry. Ročně jsou vypsány čtyři výzvy na cestovní granty s maximální podporou 1000 EUR na grant a celkovým rozpočtem 20 tisíc EUR na rok. Podporovány jsou týdenní a dvoutýdenní školení na témata související s výzkumnými prioritami PIANOFORTE. K dispozici je také podpora pro rozvoj programu profesního rozvoje a vytváření nových kontaktů mezi mladými profesionály v oboru radiační ochrany.

Budou prezentovány aktivity projektu během prvního roku řešení a detailně popsán postup výběru témat do otevřených výzev na výzkumné projekty. Toto partnerství získalo finanční prostředky z výzkumného a inovačního programu Evropské unie „EURATOM“ v rámci grantové dohody 101061037.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** DAVÍDKOVÁ, Marie (Státní ústav radiační ochrany)**Přednášející:** DAVÍDKOVÁ, Marie (Státní ústav radiační ochrany)**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 19

Typ: Poster

## Teplotní závislosti a radiační stabilita nových kapalných organických scintilátorů pro n- $\gamma$ diskriminaci

*středa 8. listopadu 2023 14:20 (5 minut)*

Pro správné využití různých zařízení, včetně kapalinových scintilátorů, je nezbytné mít znalost a dostupnost provozních parametrů. Mezi mnoha dalšími faktory má zvláštní význam vliv teploty a radiační odolnosti. Byl proveden test stárnutí kapalných organických scintilátorů, konkrétně EJ301, EJ309 (oba od společnosti Eljen Technology), a nových vlastních směsí založených na 1-fenyl-3-(2,4,6-trimethylfenyl)-2-pyrazolinu –označený jako PYR a 2,5-Bis(5-terc-butyl-benzoxazol-2-yl)thiofenu –označený jako THIO. Tyto testy byly prováděny s ohledem na teplotní stálost a odolnost vůči záření. Bylo zjištěno, že vliv teploty na rozlišení neutronů a gama záření je relativně malý s teplotním koeficientem přibližně  $10^{-4}$  MeVee/°C. Pokud jde o odolnost vůči záření, THIO ukázalo konzistentní výsledky téměř nezávislé na absorbované dávce. EJ-301 dosáhl druhého nejlepšího výsledku. EJ-309 byl většinou srovnatelný s PYR, s výjimkou izomerizace, která byla pozorována při absorbované dávce vyšší než 10 kGy. Kromě toho byla pozorována změna barvy borosilikátového skla, které slouží jako plášť, což mělo za následek snížení světelného výstupu.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** MAZÁNKOVÁ, Věra (Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany)**Spoluautoři:** JANDA, Jiří (Ústav ochrany proti zbraním hromadného ničení, Univerzita obrany); JÁNSKÝ, Jaroslav (Univerzita Obrany, Brno, Česko); ROZSYPAL, Tomáš; ANDREJSOVÁ, Lenka**Přednášející:** MAZÁNKOVÁ, Věra (Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany)**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 20

Typ: Přednáška

## Problematika stanovení Pb-210 v pevných NORM

*pátek 10. listopadu 2023 9:45 (15 minut)*

Požadavek na stanovení Pb-210 v radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření podle § 95 odst. 1 písm. b) atomového zákona (zkráceně NORM) je formulován v Doporučení SÚJB DR-RO-5.3. Pb-210 je v pevných NORM stanovováno polovodičovou spektrometrií záření gama, ideálně za použití oknového HPGe detektoru. Vzhledem k nízké energii emitovaných fotonů (46,5 keV) je stanovení tohoto radionuklidu mimo jiné silně zatíženo efektem samoabsorpce záření ve vzorku, který je při výpočtu výsledných hmotnostních aktivit nezbytné zohlednit.

Příspěvek shrnuje výsledky testovacích stanovení Pb-210 v pevných NORM, které byly vybírány v širokém rozsahu hustot a složení. Cílem testů bylo navrhnout vhodný postup stanovení Pb-210 s důrazem na a) výběr nejvhodnější měřicí geometrie, b) stanovení korekčního faktoru na samoabsorpci a c) odhad výsledné nejistoty stanovovaných hmotnostních aktivit.

V rámci stanovování korekčního faktoru na samoabsorpci byly porovnávány dva přístupy. V prvním případě se jedná o výpočet korekčního faktoru pomocí softwaru EFFTRAN/MEFFTRAN na základě znalosti nebo odhadu složení matrice materiálu. V druhém případě se jedná o experimentální stanovení transmisní metodou.

Na základě výsledků testování stanovení Pb-210 v dodaných pevných NORM byl pro praxi v laboratoři Oddělení spektrometrie gama SÚRO učiněn závěr, že pro co nejpřesnější stanovení je nezbytné vzorky připravovat do válcové geometrie s přesně definovanou výškou vzorku (například Petriho misky o výšce 1,2 cm) a korekční faktor na samoabsorpci stanovat experimentálně transmisní metodou. V opačném případě dochází ke zkreslení výsledků o jednotky až stovky procent.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** DOKSANSKÁ, Tereza**Spoluautor:** DRAGOUNOVÁ, Lenka (SÚRO, v.v.i.)**Přednášející:** DOKSANSKÁ, Tereza**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 21

Typ: Poster

## Simulácia interakcie kozmického žiarenia s jednoduchým modelom ľudského oka v Geant4 a FLUKA

*úterý 7. listopadu 2023 12:25 (5 minut)*

V posledných desaťročiach astronauti na vesmírnych misiách pozorovali jav nazývaný Light flashes. Výsledky experimentov vykonaných Apollo misiami ako aj posádkami MIR a ISS ukázali, že jav je spôsobený interakciami kozmického žiarenia s ľudským okom. Prezentované výsledky boli získané pomocou simulácii interakcií vysoko-energetických protónov kozmického žiarenia s jednoduchým modelom ľudského oka. Na simulácie boli použité dva Monte Carlo simulačné balíky - konkrétne FLUKA a GEANT4.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** PASTIRČÁK, Blahoslav (Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej Akadémie Vied); ŠVECOVÁ, Dominika (Univerzita Pavla Jozefa Šafárika); BOBÍK, Pavol (Ústav experimentálnej fyziky Slovenskej Akadémie Vied)

**Přednášející:** ŠVECOVÁ, Dominika (Univerzita Pavla Jozefa Šafárika)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska



ID příspěvku: 22

Typ: Přednáška

## Realizace kalibračních svazků řady „Narrow-spectra series“ podle norem ISO 4037:1-3 s hodnotami příkonu kermy ve vzduchu méně než 200 $\mu\text{Gy}/\text{hod}$ v Kalibrační laboratoři SÚRO.

*čtvrtek 9. listopadu 2023 14:45 (15 minut)*

Pro kalibrace měřidel veličin  $H^*(d)$ ,  $H'(d)$  a  $Hp(d)$  v oblasti energií fotonů od 30 keV do 300 keV jsou často využívány normalizované rentgenové svazky řady „Narrow-spectra series“ (zkráceně „N-series“), jejichž požadované vlastnosti jsou detailně definovány v normách ISO 4037:1-3. Jedná se o vysoce filtrované rentgenové svazky s úzkými spektry, které se svým charakterem blíží svazkům monoenergetickým (koeficient homogenity  $h > 0,90$ ). V Kalibrační laboratoři SÚRO jsou od roku 2014 realizovány svazky N40 až N300, tedy svazky řady „N-series“ s napětím rentgenky od 40 kV do 300 kV. Kalibrace v těchto svazcích probíhají od roku 2017 jako kalibrace akreditované ČIA. Pro dlouhodobě udržované kalibrační svazky řady „N-series“ je v Kalibrační laboratoři SÚRO používána maximální nastavitelná hodnota anodového proudu, což je 19 mA pro svazky N40 až N150 a 13 mA pro svazky N200 až N300. Pro tyto hodnoty anodového proudu leží hodnoty příkonu kermy ve vzduchu v referenčním bodě svazků N40 až N300 v rozmezí od 9 mGy/hod do 80 mGy/hod. Tyto hodnoty příkonu kermy vyhovují jak pro kalibrace kompaktních měřidel z oblasti radiační ochrany, tak pro kalibrace běžných ionizačních komor.

V souvislosti se specifickým projektem řešeným v jiném útvaru SÚRO byla Kalibrační laboratoř SÚRO v roce 2021 požádána o zvážení možnosti realizace kalibračních svazků N80 až N300 s hodnotami příkonu kermy ve vzduchu méně než 200  $\mu\text{Gy}/\text{hod}$ . Snížení hodnoty příkonu kermy ve vzduchu je možno dosáhnout zvětšením ozařovací vzdálenosti, snížením hodnoty anodového proudu rentgenky, případně kombinací obou těchto vlivů. V našem příspěvku stručně popíšeme postupy, kterými bylo požadovaných hodnot kermového příkonu dosaženo, a zmíníme se rovněž o použitých metodách validace a verifikace.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** Dr. JUDAS, Libor**Spoluautoři:** KURKOVÁ, Dana (SÚRO v. v. i. Bartoškova 28 Praha 4); VTELENSKA, Martina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); DUFEK, Vladimír (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Přednášející:** KURKOVÁ, Dana (SÚRO v. v. i. Bartoškova 28 Praha 4)**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 23

Typ: Poster

## Měření fluence neutronů ve vertikálních kanálech výzkumného reaktoru LVR-15

*středa 8. listopadu 2023 14:25 (5 minut)*

Reaktor LVR-15 je výzkumný lehkovodní jaderný reaktor umístěný ve výzkumném areálu v Řeži u Prahy. Jeho nominální tepelný výkon je 10 MW. Je převážně využíván jako vysoce intenzivní zdroj neutronů. Jedná se o víceúčelové zařízení zaměřené hlavně na materiálový výzkum a výrobu radioizotopů, dále pak například na neutronovou radiografii a neutronovou aktivační analýzu. Hlavním parametrem ozařovacích experimentů je obdržená fluence neutronů. Pro účely ozařování jsou využívány horizontální a vertikální kanály. Příspěvek je zaměřený na stanovení fluence neutronů ve vertikálních ozařovacích kanálech na základě výpočtů a měření.

Vertikální kanály se používají k ozařovacím experimentům s požadovanou fluencí neutronů od  $10^{15} \text{ cm}^{-2}$  do  $10^{21} \text{ cm}^{-2}$ . Před experimentem je zpravidla proveden odhad fluence pomocí teoretického výpočtu a pro stanovení skutečné fluence slouží aktivační detektory ozářené během experimentu. Z měření indukovaných aktivit detektorů po ukončení experimentu se stanoví výsledná fluence neutronů. Aktivační detektory bývají ve formě fólie nebo drátu a využívá se jaderných reakcí na materiálech obsahujících některé z prvků Fe, Cu, Ti, Ni, Nb a Co.

Na reaktoru LVR-15 je k dispozici současně 5 až 8 ozařovacích vertikálních kanálů, v závislosti na aktuální konfiguraci aktivní zóny. Typické hodnoty příkonu fluence neutronů v jednotlivých ozařovacích pozicích jsou  $10^{12} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $2 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . V příspěvku jsou uvedeny typické hodnoty příkonu fluence v jednotlivých ozařovacích kanálech včetně výškového profilu, a také dávkové příkony záření gama, které neutronové záření vždy doprovází.

Z hlediska radiační ochrany je třeba posoudit jednotlivé kroky manipulace s aktivačními detektory od ukončení ozařování po jejich uskladnění, aby bylo minimalizováno ozáření pracovníků. Jednotlivými kroky jsou vyjmutí detektorů z nosiče, transport do spektrometrické laboratoře, příprava vzorků pro měření a jejich uskladnění. V případě vysoké aktivity je vyjmutí detektorů z nosičů prováděno v horkých komorách, k transportu jsou používány stínící kontejnery a příprava je prováděna v souladu s pracovními postupy. Zpravidla jsou ale aktivační detektory navrhovány volbou materiálu a rozměrů tak, aby aktivita jednotlivých detektorů byla nižší než 1 MBq.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** Dr. VIERERBL, Ladislav (Centrum výzkumu Řež)

**Spoluautoři:** paní ASSMANN VRATISLAVSKÁ, Hana (Centrum výzkumu Řež); Dr. ŠOLTÉS, Jaroslav (Centrum výzkumu Řež); pan VİNŠ, Miroslav (Centrum výzkumu Řež); pan KLUPÁK, Vít (Centrum výzkumu Řež)

**Přednášející:** Dr. VIERERBL, Ladislav (Centrum výzkumu Řež)

**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 24

Typ: Přednáška

## Aktualizace doporučení pro vyjadřování nejistot v klinické dozimetrii

*pondělí 6. listopadu 2023 17:30 (15 minut)*

Výsledek měření má zahrnovat odhad měřené veličiny, jemu příslušející rozšířenou nejistotu a koeficient rozšíření. V případě hodnocení vlastností zdrojů ionizujícího záření používaných v radioterapii (přejímací zkoušky, zkoušky dlouhodobé stability) to požaduje i Atomový zákon. SÚJB vydal v roce 2016 Doporučení pro vyjadřování nejistot v klinické dozimetrii a Vyjádření k požadavku stanovení nejistot dozimetrických veličin důležitých z hlediska účelu použití ZIZ v radioterapii. Přesto se v praxi lze setkat s nejasnostmi a s chybami ve vyjadřování nejistot. V aktualizaci tohoto doporučení je definována a sjednocena terminologie a symboly, jsou upraveny uvedené příklady se zohledněním všech veličin vstupujících do modelů uvedených v TRS 398 a TRS 483 pro radioterapii a v TRS 457 pro radiodiagnostiku. Je doplněna kapitola pro srovnání výsledků měření dvou subjektů na základě statistické interference, SPC analýza a příloha podávající přehled o matematickém aparátu, který stojí za vztahy použitými v doporučení. Tento přehled by měl napomoci hlubšímu porozumění a správnému vyjadřování nejistot v klinické dozimetrii. Cílem tohoto sdělení je seznámit s aktualizací doporučení a stručně uvést postup stanovení hodnoty výstupní měřené veličiny a její nejistoty, včetně základních vztahů, a způsoby posouzení shody výsledku měření se specifikací/požadavkem (tolerance, statistická interference, statisticky řízená kontrola procesu, ILAC).

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** HORÁKOVÁ, Ivana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Spoluautor:** KOTÍK, Lukáš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Přednášející:** HORÁKOVÁ, Ivana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 1. část**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína

ID příspěvku: 25

Typ: Přednáška

## Innovative method of CR-39 radon detector analysis for didactic purposes

*pondělí 6. listopadu 2023 15:00 (15 minut)*

Radon measurement as part of an educational process has proven to be a valuable experience for students. Large citizen-science educational projects have successfully used solid state nuclear track detectors (SSNTD) to measure radon in schools and homes. Radon concentration measurement with SSNTD is well established and widely used measurement technique. Automated turn-key systems are available with high level of automation required for routine analysis. On the contrary, in a didactic experiment, personal involvement in the entire analytical procedure is highly desirable.

This paper presents an innovative method of SSNTD detector analysis, to be used in education process, in order to maximise the didactic effect. The main innovation is the implementation of new digital microscope technology, which allows to create a composed digital image of the entire SSNTD detector element of standard 1 cm<sup>2</sup> size, with the 200x optical magnification, by digitally combining separate overlapping images. Final digital resolution of the image is approx. 34,000 dpi. Image is overlaid by calibrated square grid with 1 mm cell size, to allow area determination. Track density is determined by students by two methods. Firstly, by manually counting number of tracks in each 1 mm<sup>2</sup> grid cell. Secondly, using free ImageJ software, consisting of as few as possible steps. Calculation of radon concentration from track density is performed in standard way.

Main pedagogical advantage of this method is the hands-on experience with the track density analysis both by manually counting tracks and by software analysis. The image of the whole detector element in such a large resolution allows to get an idea of the actual scale of the tracks. Last but not least, students get their own results of the radon concentration analysis from their home.

Acknowledgement: The paper is based on work performed under research contract KEGA 009TU Z-4/2022.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** VANEK, Miroslav (Technická Univerzita vo Zvolene)

**Přednášející:** VANEK, Miroslav (Technická Univerzita vo Zvolene)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 26

Typ: Přednáška

## Radiačně odolné scintilátory s vysokou hustotou v kombinaci se SiPM pro nové aplikační možnosti

*čtvrtek 9. listopadu 2023 13:15 (15 minut)*

Řada detektorů záření (G4S) s velmi vysokou účinností detekce byla vyvinuta v CRYTUR využitím vynikající citlivosti a malých rozměrů nejnovějších polovodičových prvků SiPM v kombinaci se scintilátory s vysokou hustotou ( $6,56 \text{ g.cm}^{-3}$ ) s vysokým atomovým číslem ( $Z_{\text{eff}} = 54$ ) a s emisním spektrem, které odpovídá spektrální citlivosti SiPM. Ve srovnání s detektory využívajícími konvenční NaI:Tl scintilátory mohou být tyto nové detektory v některých aplikacích výrazně kompaktnější při zachování ekvivalentní účinnosti detekce. Zatímco vysoký index lomu SiPM činí integraci náročnou, CRYTUR vyvinul design světlovodu používaný k optimalizaci optického spojení krystalu se SiPM.

Detektory G4S byly použity k měření energií gama záření pod 3 MeV a jsou velmi vhodné pro aplikace sondování přírodních radioizotopů ve vzorcích hornin, stavebních materiálů, popela atd. Vysoké efektivní Z a velmi dobré energetické rozlišení ( $\text{FWHM} < 6\%$  při 662keV) činí tyto detektory vhodné pro aplikace detekce vyšších energií, jako je rozpadová řada přirozeně se vyskytujících izotopů  $^{40}\text{K}$  nebo  $^{232}\text{Th}$ , stejně jako pro rychlou gama neutronovou aktivační analýzu (PGNNA prompt gamma neutron activation analysis).

Tyto detektory jsou velmi odolné a najdou si proto své místo v mnoha aplikacích při udržení nákladů na tato pokročilá řešení v souladu se staršími technologiemi. Pro ilustraci výhod těchto pokročilých detektorů budou uvedeny dva přesvědčivé příklady.

**Příklad 1.** Detektory G4S umožnily vývoj kompaktního kvantitativního spektrometrického systému použitelného v terénu pro měření přirozených radioaktivních izotopů (K, U, Th) ve vrtných jádrech při inspekci hornin. Systém se skládá ze segmentů, z nichž jeden obsahuje detektory G4S zapouzdřené v kompaktním wolframovém stínícím kroužku. Velikost stínění je mnohem menší ve srovnání s konvenčním systémem používajícím velké NaI:Tl nebo BGO detektory a umožňuje snadnou montáž, demontáž a přepravu na požadované místo v terénu.

**Příklad 2.** Dalším příkladem je systém pro sledování a oddělování minerálních rud se zvýšenou radioaktivitou při pohybu na dopravním pásu vysokou rychlostí. Nízký profil a vysoká účinnost detekce detektorů G4S byly klíčem k výrobě senzorového pole. Systém je dostatečně citlivý, aby detekoval vzorky radioaktivní rudy pohybující se na pásu a spustil vzduchové trysky, které odfouknou kontaminované horniny z pásu do samostatné nádoby s mnohonásobně vyšší prostorovou rozlišovací schopností oproti řešení s NaI:Tl detektory.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** pan MAREK, Tomáš (CRYTUR, spol. s r.o.)**Spoluautoři:** TOUŠ, Jan (CRYTUR, spol. s r.o.); pan BLAŽEK, Karel (CRYTUR, spol. s r.o.); pan BRUNCLÍK, Tomáš (GEORADIS s.r.o.); pan VANĚK, Tomáš (CRYTUR, spol. s r.o.)**Přednášející:** TOUŠ, Jan (CRYTUR, spol. s r.o.)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 27

Typ: Přednáška

## Štúdium možnosti využitia exhalačnej rýchlosti radónu z pôdy pre predikciu tzv. „radon-prone areas“ na území Slovenska

pátek 10. listopadu 2023 11:35 (15 minut)

Problematika vyhľadávania oblastí so zvýšenou expozíciou radónom a produktmi jeho premeny vo vnútorných priestoroch budov, tzv. „radon-prone areas“ (RPAs) je v súčasnosti celosvetovo stále aktuálna. Mnoho vedeckých štúdií však navrhuje inovatívne prístupy, akými možno takéto oblasti identifikovať využitím nameraných pôdnych charakteristík (koncentrácia  $^{222}\text{Rn}$  v pôdnom vzduchu, koncentrácia  $^{226}\text{Ra}$  v pôdnych zrnách, plynopriepustnosť pôdy, vlhkosť pôdy a iné). Rozpracovaná metóda stanovenia máp pôdneho radónového potenciálu na území Slovenska bola v rámci pilotnej štúdie analyzovaná z hľadiska využitia exhalačnej rýchlosti radónu z pôdy pre predikciu RPAs vo vybranej lokalite Mochoveckého regiónu. Pre účely stanovenia exhalačnej rýchlosti  $^{222}\text{Rn}$  boli pritom použité viaceré teoretické a empirické vzťahy. K tomu boli využité merania koncentrácie terestriálnych rádionuklidov v pôde ( $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  a  $^{40}\text{K}$ ) dostupné na mapovom serveri Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v sieti  $\sim 0.6$  meraných bodov na  $\text{km}^2$  ( $^{222}\text{Rn}$  v pôdnom vzduchu) a  $\sim 2$  merané body na  $\text{km}^2$  ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  a  $^{40}\text{K}$ ). Hodnoty pre pôdne parametre vystupujúce vo vybraných vzťahoch, ako sú pórovitosť pôdy, emanačný koeficient, suchá objemová hmotnosť pôdy, ako aj pôdna vlhkosť boli priradené osobitne pre tri pôdne druhy –piesočnatý, hlinitý, ílovitý; resp. plynopriepustnosť pôdy –vysoká, stredná, nízka. Vypočítané hodnoty exhalačnej rýchlosti  $^{222}\text{Rn}$  boli porovnané s hodnotami radónového potenciálu, pričom v prípade prístupov, ktoré využívajú hodnoty koncentrácií terestriálnych rádionuklidov  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  a  $^{40}\text{K}$  v pôde bola nájdená nízka korelácia (korelačný koeficient  $r = 0.12$ ). Vysokú koreláciu vykazuje vzťah medzi hodnotami RP a hodnotami exhalačnej rýchlosti  $^{222}\text{Rn}$ , ktoré využívajú namerané hodnoty koncentrácie  $^{222}\text{Rn}$  v pôdnom vzduchu ( $r = 0.94$ ).

*Táto práca bola finančne podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR a SAV (VEGA projekt č. 1/0019/22 a č. 1/0086/22), Agentúrou na podporu výskumu a vývoja (projekt č. APVV-21-0356) a Grantom Mladých UK č. G-23-252-00.*

### Prihlásiť do súťaže

Prihlasuji príspevek do súťaže o najlepšiu prednášku

**Hlavní autoři:** BRANDÝSOVÁ, Alžbeta (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave); HOLÝ, Karol (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave); Dr. BULKO, Martin (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave); MÜLLEROVÁ, Monika (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave); Dr. ECKERTO VÁ, Terézia (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave)

**Přednášející:** BRANDÝSOVÁ, Alžbeta (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření



ID příspěvku: 28

Typ: Přednáška

## Kalibrace sekundárního Time-over-Threshold spektra detektorů Georadis RT-56

*čtvrtek 9. listopadu 2023 16:45 (15 minut)*

Firma Georadis, s.r.o. pro naši skupinu CRREAT zabývající se ionizujícím zářením generovaným bouřkami vytvořila na míru upravený spektrometr RT-56. Na jeho základní spektrum o 1500 kanálech navazuje sekundární spektrum vysokých energií v módu Time-over-Threshold. Když energie uvolněná ve scintilačním krystalu přesáhne hranici nastaveného DAC, začne spektrometr počítat počet vzorků nad touto hranicí s vzorkovací frekvencí 40 MHz. Ke stanovení závislosti počtu vzorků nad hranicí na energii jsme použili tvary pulzů ze zesilovače pro různé neznámé energie, jejich proklad odhadnutou funkcí pulzů a následný fit výsledné závislosti. Výsledek byl ověřen odhadem tvaru spektra mionů metodou Monte Carlo v programu PHITS. Na závěr představíme výsledná spektra vysokoenergetického záření z bouřek naměřených na Milešovce (3"x3" BGO) a Lomnickém štítě (4"x4"x16"NaI(Tl)).

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autoři:** ŠLEGL, Jakub (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); ŠLEGL, Jakub (Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská České vysoké učení technické v Praze)

**Spoluautoři:** AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR)

**Přednášející:** ŠLEGL, Jakub (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 29

Typ: Poster

## Výběr a kalibrace detektorů pro letecké monitorování v časně fázi havárie

*středa 8. listopadu 2023 10:25 (5 minut)*

Poster je věnován vybraným detektorům, které by byly využity pro letecké monitorování a rychlé vyhodnocení dat v případě mimořádné radiační situace. Pro takové situace byly vybrány detektory, které jsou využívány na odboru havarijní připravenosti, obvykle pro monitorování in-situ, a které lze použít jako měřidlo na palubě vrtulníku ke stanovení vyššího dávkového příkonu ve vzduchu a přepočítat na dávkové příkony v 1 m nad zemí. Některé z těchto detektorů lze použít pro lokální měření pomocí UAV. U jednotlivých detektorů jsou pak uvedeny jejich kalibrační rovnice a předpokládané rozsahy dávkových příkonů. Možnosti uvedených detektorů jsou porovnány v kontextu s daty největších havárií jaderných elektráren (Černobyl 1986 a Fukušima 2011). Pro vyhodnocení dat na základě uvedených postupů bude možné použít především programy AGAMA (scintilační a plastové detektory) a AirHPGeSpec (HPGe detektory).

Obsah tohoto posteru byl vytvořen v rámci podpory institucionálního výzkumu.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** OHERA, Marcel (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Spoluautoři:** ČEŠPÍROVÁ, Irena (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); GRYC, Lubomír (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Přednášející:** OHERA, Marcel (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 30

Typ: Přednáška

## Sledovanie možného vzniku tkanivových reakcií pri výkonoch intervenčnej rádiológie

*úterý 7. listopadu 2023 13:45 (15 minut)*

Neustály nárast počtu čoraz zložitejších a časovo náročnejších výkonov intervenčnej rádiológie (IR) so sebou prináša aj vzrastajúce riziko vzniku nežiadúcich tkanivových reakcií pacientov. Medzi ťažko rozpoznateľné tkanivové reakcie patrí radiačná dermatitída, ktorá zároveň predstavuje pomerne závažnú komplikáciu v rámci výkonov IR. Napriek technickému pokroku a modernizácii rádiologických modalít, dochádza počas výkonov IR k prekročeniu prahových hodnôt pre vznik potenciálnych tkanivových reakcií. Práve kvôli tejto skutočnosti je nevyhnutné monitorovať radiačnú záťaž pacientov počas výkonov IR a taktiež udržiavať expozície na čo najnižšej možnej úrovni. Následne, v snahe identifikovať tkanivové reakcie sa všeobecne odporúča odborné sledovanie pacientov, u ktorých došlo k prekročeniu stanovených prahových hodnôt.

Cieľom príspevku je poukázať na problematiku vzniku nežiadúcich tkanivových reakcií (najmä radiačnej dermatitídy) u pacientov podstupujúcich vybrané výkony IR. Druhým cieľom je priblíženie doteraz zistených skutočností na základe doterajších výsledkov prospektívnej štúdie, realizovanej na dvoch pracoviskách Slovenskej republiky. Nami zistené výsledky sú konfrontované so štúdiami, ktoré sa zaoberali tkanivovými reakciami vyskytujúcimi sa po vybraných výkonoch IR.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** BERDISOVÁ, Radoslava**Spoluautoři:** HORVÁTHOVÁ, Martina (Trnavská univerzita FZaSP); BÁRDYOVÁ, Zuzana (Trnavská univerzita v Trnave)**Přednášející:** BERDISOVÁ, Radoslava**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 31

Typ: Přednáška

## Problematika přijatelnosti radioaktivního odpadu do úložiště RAO

*středa 8. listopadu 2023 9:00 (15 minut)*

Důležitou oblastí řešenou v rámci programu nakládání s radioaktivním odpadem (RAO) je zavedení podmínek jejich přijímání k ukládání do úložišť RAO. Systém těchto podmínek je vytvořen z (i) procesu kvalifikace formy odpadu, který je chápán jako důkaz, že forma RAO k ukládání je kompatibilní s daným/plánovaným úložným systémem, a z (ii) podmínek přijatelnosti, což je soubor požadavků stanovených na základě podmínek bezpečnosti příslušného úložiště RAO (ÚRAO). Proces kvalifikace RAO ověřuje vhodnost způsobu zpracování a úpravy RAO, aby splňoval limity a podmínky bezpečného provozu úložiště a požadavky na jeho bezpečnost i po ukončení provozu ÚRAO a jeho uzavření. Rámec systému přijímání odpadů k uložení zahrnuje charakterizaci vznikajících odpadů (druh, hmotnost, aktivita a forma odpadu), stanovení vhodné technologie zpracování a úpravy RAO, a podmínky systému zneškodnění odpadů včetně naplnění legislativních požadavků. Systém ukládání je pak reprezentován úložištěm (konečná forma RAO, inženýrské bariéry a provozní systémy) přírodní bariérou (hostitelská hornina), a okolním životním prostředím (biosféra). V povolovacím řízení se stanoví limitní podmínky, které zajišťují, že budou naplněny podmínky radiační ochrany a jaderné bezpečnosti během provozu a po uzavření ÚRAO, jakož i podmínky technické bezpečnosti, havarijní připravenosti, monitorování a zabezpečení. Vývoj a zavedení procesu přijímání odpadů vede k definici podmínek přijatelnosti RAO a dalších podmínek bezpečného provozu.

Příspěvek představuje výsledky aktivit realizovaných v rámci mezinárodních EC projektů EURAD (HORIZON 2020, ID: 84759) a PREDIS (HORIZON 2020, ID: 945098).

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** VOJTĚCHOVÁ, Hana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); MIKŠOVÁ, Jitka (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); KONOPÁSKOVÁ, Soňa (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** VOJTĚCHOVÁ, Hana (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu

**Tematická klasifikace:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu

## Radonová stezka

*pátek 10. listopadu 2023 10:25 (5 minut)*

Radonová stezka vznikla za účelem zvýšení informovanosti široké veřejnosti o problematice radonu. Stezka se skládá ze 2 velkých a 8 menších tabulí. Na tabulích se čtenář zejména dozví, co je to radon a proč se měří. Nová Radonová stezka se nachází v Jáchymově, kde nahradila starší stezku, která již byla v nevyhovujícím technickém stavu. Radonová stezka vznikla za finanční podpory Ministerstva průmyslu a obchodu.

Každá tabule připomene významného vědce. Na každé tabuli je také umístěn QR kód, který nás zavede na virtuální stránky Radonové stezky (zatím v přípravě). Aby stezka zaujala i děti, mohou hledat na tabulích postavičku Radoníka.

Úvodní tabule představuje Radonovou stezku. Najdeme tam také plánek s rozmístěním jednotlivých tabulí. Druhá tabule „Záření“ pojednává o různých druzích záření a vysvětluje pojem radioaktivita. Na třetí tabuli „Radon“ se dozvíme, co je to radon a proč se o něj máme zajímat. Na čtvrté tabuli „Zdroje radonu“ jsou vysvětleny zdroje, které mohou způsobovat zvýšenou koncentraci radonu v budově. Na páté tabuli „Měření v teorii“ zjistíme, jak a čím se radon měří. Šestá tabule „Měření v praxi“ vysvětluje praktické aspekty měření radonu. Sedmá tabule „Proti radonu“ pojednává o ochraně proti radonu. Osmá tabule „RANAP“ nám přiblíží Národní akční plán pro regulaci ozáření obyvatel z radonu. Poslední dvě tabule se věnují Jáchymovu, a to jak jeho historii, tak i lázeňství.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ADAMOVI, Marcela (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Spoluautoři:** BERČÍKOVÁ, Marcela (Státní úřad pro jadernou bezpečnost); SLOVÁK, Jaroslav (Státní úřad pro jadernou bezpečnost); NOVÁK, Hynek (Státní úřad pro jadernou bezpečnost); FOJTÍKOVÁ, Ivana (Státní ústav radiační ochrany)

**Přednášející:** ADAMOVI, Marcela (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 33

Typ: Poster

## Možnosti SÚRO při dohledávání zdrojů ionizujícího záření

*středa 8. listopadu 2023 10:30 (5 minut)*

Vzhledem k aktuální situaci na Ukrajině se na tomto území ocitlo velké množství umělých zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) o různých aktivitách mimo systém zavedených kontrol. Je možné, že v blízké budoucnosti budou některé zdroje nelegálně převáženy přes naše území popř. „ztraceny“ v ČR. ČR musí být na takovéto situace připravena – ZIZ dohledat a zajistit. Jasnou úlohu zde hrají nejen policie a hasiči, ale díky svému vybavení a zkušenostem i SÚRO.

Poster popisuje přístrojové a metodické vybavení SÚRO pro případné dohledávání „ztracených“ či nelegálně přepravovaných ZIZ.

*Poster je vypracován na základě projektu Ministerstva vnitra ČR ID: VK01020184*

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ČEŠPÍROVÁ, Irena

**Spoluautoři:** NOVÁKOVÁ, Martina (SÚRO, v.v.i.); OHERA, MARCEL (Státní ústav radiační ochrany); GRYC, Lubomír (Státní ústav radiační ochrany); HELEBRANT, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Přednášející:** ČEŠPÍROVÁ, Irena

**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 34

Typ: Přednáška

## Ověřování podmínek vzniku nemoci z povolání - Nový metodický postup

*úterý 7. listopadu 2023 11:15 (15 minut)*

Vystavení zaměstnanců na pracovišti ionizujícím záření je považováno za rizikový faktor dle § 61, odst. 5, zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Dle zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, spadá ověřování podmínek při podezření na vznik nemoci z povolání do kompetencí Státního Úřadu pro jadernou bezpečnost (dále jen „SÚJB“). Posuzování je v případě stochastických účinků založeno na stanovení podílu příčinné souvislosti (dále jen „PPS“) ozáření na vzniku onemocnění. SÚJB spolu se Státním ústavem radiační ochrany (dále jen „SÚRO“) v nynější době pro daného pracovníka spočítá hodnotu PPS, podle které pak rozhodne o tom, zda byly podmínky splněny či ne. Platný metodický postup Ministerstva zdravotnictví České republiky, který popisuje postup při uznávání vzniku nemoci z povolání v souvislosti s prací v podmínkách ionizujícího záření, byl naposledy aktualizován v roce 1998. V tomto postupu nejsou ale jednoznačně vymezeni pracovníci, u kterých by se měl tento způsob používat. Metoda stanovení PPS je popsána pouze pro onemocnění rakovinou plic u pracovníků uranových dolů a ostatní zhoubné nádory ani profese nejsou ve věstníku zmiňovány. V poslední době přibývá atypických případů žádostí o uznání nemoci z povolání, které odhalily nedostatky současného systému. SÚJB proto ve spolupráci se SÚRO v současné době dokončuje nový metodický postup pro ověřování podmínek vzniku nemoci z povolání v souvislosti s prací v podmínkách ionizujícího záření, který mimo jiné jednoznačně vymezí, kterých pracovníků se tento rutinní postup bude týkat, a stanoví postup pro všechny potenciální onemocnění způsobená IZ a zjednoduší celý proces.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ČIHÁKOVÁ, Pavlína (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**Spoluautoři:** TOMÁŠEK, Ladislav (Státní ústav radiační ochrany); KOTÍK, Lukáš (Státní ústav radiační ochrany); pan PAPÍRNÍK, Petr (Státní úřad pro jadernou bezpečnost); MÜLLER, Tomáš (Státní ústav radiační ochrany); PODŠKUBKOVÁ, Hana (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**Přednášející:** ČIHÁKOVÁ, Pavlína (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 35

Typ: Poster

## Vliv nových dokumentů ICRP Occupational Intake of Radionuclides na stanovení dávky z vnitřní kontaminace

*středa 8. listopadu 2023 12:00 (5 minut)*

Komise ICRP revidovala v sérii zpráv ICRP Publication 131, 134, 137, 141 a 151 (souhrnně Occupation Intake of Radionuclides series, dále OIR) dávkové konverzní faktory pro výpočet úvazku efektivní dávky z profesního příjmu radionuklidů. Faktory jsou vypočteny za použití nových nebo revidovaných biokinetických modelů, dozimetrických modelů a váhových faktorů a metodologie doporučení ICRP 103.

U některých radionuklidů nebo jejich forem došlo k výrazným změnám v hodnotách konverzních faktorů pro příjem inhalací nebo požitím, mj. i v důsledku změn retenčních a exkretčních funkcí. Tyto změny mají společně vliv na dosažení referenčních úrovní, nadhodnocení nebo podhodnocení dávky při rutinních monitorovacích intervalech, případné změny nejmenších úvazků detekovatelných určitou technikou monitorování.

Porovnání bylo zaměřeno na změny u radionuklidů vybraných z hlediska služby osobní dozimetrie. Na rozboru dat pro  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{125}\text{I}$  a  $^{241}\text{Am}$  je demonstrován i vliv změny biokinetického modelu na průběhy retenčních a exkretčních funkcí.

Také byla posuzována změna konverzních faktorů pro příjem inhalací u radionuklidů z uranové, thoriové a aktiniové řady vyskytujících se v materiálech NORM. Velikost změny se bude lišit pro různá složení NORM materiálů v závislosti na nerovnováze členů přírodních přeměnových řad v materiálu a na jejich fyzikálně-chemických vlastnostech.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ROVENSKÁ, Vendula (Státní ústav radiační ochrany)**Spoluautor:** FOJTÍK, Pavel (Státní ústav radiační ochrany)**Přednášející:** ROVENSKÁ, Vendula (Státní ústav radiační ochrany)**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření



ID příspěvku: 36

Typ: Poster

## Testování radiačně odolných materiálů na bázi organických polymerů pro zdravotnické a kosmické aplikace

*pátek 10. listopadu 2023 10:00 (5 minut)*

V současné době organické polymery používané v medicínských aplikacích, jako jsou vodní fantomy a obalové materiály k mechanické ochraně detektorů, a v kosmických aplikacích pro krytí solárních panelů poměrně rychle degradují pod vlivem ionizujícího záření. Cílem projektu RAMAT (akronym pro RADiačně odolné MATeriály) je inovace polovodičových pixelových detektorů formou nových obalových materiálů pro rozšíření jejich funkčnosti a možnosti jejich využití v dalších aplikacích vyžadujících vysoké nároky na radiační odolnost, vodě odolnost, tkáňovou ekvivalenci a dlouhodobou stabilitu v nestandardních podmínkách provozu elektronických prvků. Řešením jsou nové organické polymerní materiály, které budou využity v především medicínské dozimetrii. Dalším cílem je výzkum nových polymerů s nižšími nároky na radiační odolnost, avšak s trvalou stálostí pro propustnost světelných paprsků, které budou moci být použity jako vnější ochrana fotovoltaických panelů satelitních systémů.

Úkolem naší dozimetrické skupiny bylo radiační testování nově vyvinutých materiálů v širokém spektru částic a energií, které se vyskytují v kosmickém záření. Za tímto účelem byly použity různé urychlovače, včetně Tandetronu, PTC (Protonové centrum Praha), HIMACu a Mikrotronu. Testování byla prováděna na vzorcích organických polymerů za různých podmínek a různých dávkových příkonů ionizujícího záření. Následně byly zkoumány mechanické a optické vlastnosti těchto materiálů po ozáření.

V příspěvku představíme projekt RAMAT a naše experimenty na urychlovačích. Ukážeme, k jakým poškozením a degradacím na některých vzorcích docházelo a které působením záření své vlastnosti nezměnily.

Výsledky projektu RAMAT mají potenciál zlepšit radiační odolnost a stabilitu organických polymerů, což by mohlo pozitivně ovlivnit medicínské a kosmické aplikace, a přispět k rozvoji technologií v oblasti radiační ochrany.

Tato práce byla podpořena projektem TAČR TREND (Technologická Agentura České Republiky, projektové číslo FW01010564). Děkujeme za poskytnutí finanční podpory, která umožnila realizaci tohoto výzkumu v rámci projektu RAMAT.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR)

**Spoluautoři:** AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); ŠLEGL, Jakub (ÚJF AV ČR); Dr. PÁNEK, Jiří (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.); Dr. HRUBÝ, Martin (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.)

**Přednášející:** PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 37

Typ: Přednáška

## Interakce kouření a expozice radonu

*úterý 7. listopadu 2023 11:45 (15 minut)*

Cílem prezentace je hodnocení interakcí účinků expozice radonu a kouření v epidemiologických studiích rakoviny plic, a to jak ve studiích horníků, tak ve studiích rezidenčních. Prezentace zahrnuje původní rezidenční case-control studie v ČR, Francii a Itálii (celkem 1240 případů ca plic). Hornické studie zahrnují původní kohortové studie Dr Josefa Ševce (1029 případů ca plic) a studii Dr Vladimíra Řeřichy horníků z Příbramské oblasti (826 případů ca plic). Hodnocení interakcí bylo založeno na vnořených studiích.

V současné studii jsou separátní modely relativního rizika pro expozici radonu a kouření kombinovány jako aditivní nebo multiplikativní. Výsledky potvrzují spíše aditivní model, zejména ve spojených studiích, které mají větší statistickou sílu potřebnou k rozlišení aditivního a multiplikativního modelu.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** TOMÁŠEK, Ladislav (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Spoluautoři:** ŘEŘICHA, Robert; MÜLLER, Tomáš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** TOMÁŠEK, Ladislav (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 38

Typ: Přednáška

## Absolute and relative risk models in cohort studies of uranium miners

*úterý 7. listopadu 2023 11:30 (15 minut)*

The risk of lung cancer from radon exposure is studied in occupational studies by cohort studies. Such studies allow to express the risk from exposure (X) by additive (EAR) risk model

$$R = R_0 + a X$$

or by relative (ERR) risk model

$$R = R_0 (1 + b X)$$

In both the models  $R_0$  is the background risk in hypothetical non-exposed population per person-year.

The term  $a$  in the first model represents the excess absolute risk (EAR) per unit exposure and person-year, whereas the term  $b$  is the excess relative risk (ERR) per unit exposure. Both terms depend on modifying factors like attained age (AA), time since exposure (TSE), age at exposure (AE) or exposure rate (XR).

The presentation will include results from cohort studies of uranium miners with modifying effects as they were reported in

BEIR IV (four cohort studies, 1988, modifying AA, TSE),

ICRP Publ 65 (7 cohort studies, 1994, modifying TSE, AE)

NIH Publ 94-3644 (11 cohort studies, 1994, modifying AA,TSE,XR),

and BEIR VI (11 cohort studies, 1999, modifying AA,TSE,XR).

The reported models included modifying effect of attained age, time since exposure, age at exposure, and exposure rate. The corresponding results in terms of lifetime risk will also be derived. The EAR models in the above studies were not reported, but could be obtained if the background rates ( $R_0$ ) are reported.

The presentation will include results in terms of ERR and EAR. The two models are important for lung cancer lifetime risk calculations as mentioned in ICRP Publ 115 (2007).

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** TOMÁŠEK, Ladislav (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** TOMÁŠEK, Ladislav (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 39

Typ: Přednáška

## Harmonická analýza objemovej aktivity radónu vo vnútornom ovzduší

pátek 10. listopadu 2023 11:50 (15 minut)

Podľa Vyhlášky MZ SR č. 98/2018 sa meranie objemovej aktivity radónu pre stanovenie efektívnej dávky ožiarením z radónu uskutočňuje nepretržite počas obdobia najmenej troch mesiacov. Podľa zákona 87/2018 je dôležité, aby objemové aktivity radónu v bytových priestoroch a na pracoviskách neprekročili referenčnú úroveň 300 Bq.m<sup>-3</sup> za kalendárny rok. Na ohodnotenie priemernej ročnej dávky od radónu v dôsledku jeho inhalácie je teda potrebné poznať priemernú ročnú objemovú aktivitu radónu v bytovom priestore. Objemová aktivita radónu v domoch sa mení s časom, spravidla vykazuje sezónne variácie s maximom v zimných a minimom v letných mesiacoch. Toto správanie je ovplyvnené meteorologickými podmienkami (vonkajšia teplota, vietor) a správaním sa obyvateľov domu (vetranie, kúrenie). Z praktických a časových dôvodov meranie objemovej aktivity radónu v bytových priestoroch býva vykonávané spravidla po dobu jedného týždňa až troch mesiacov, na základe ktorého by mala byť stanovená priemerná ročná objemová aktivita radónu v bytovom priestore. K tomuto prepočtu sa vo svete využívajú sezónne korekčné faktory, pomocou ktorých je možné konvertovať výsledky krátkodobého merania na priemernú ročnú objemovú aktivitu radónu.

Ako niekoľko našich predchádzajúcich prác ukázalo, objemová aktivita radónu v bytovom priestore je v antikorelácii s vonkajšou teplotou. Využitie týchto poznatkov umožňuje nový prístup stanovenia sezónnych korekčných faktorov. Tento príspevok sa zaoberá určením priemernej ročnej objemovej aktivity radónu na základe harmonickej analýzy priebehu vonkajšej teploty a vnútornej objemovej aktivity radónu. Takto získané výsledky sú v dobrom súhlase s priemernou ročnou objemovou aktivitou radónu, určenou pomocou sezónnych korekčných faktorov. Metóda bola realizovaná na integrálnom monitorovaní radónu s využitím detektorov RADUET v domoch na 7 rozličných miestach: Studienka, Bratislava, Záhorská Bystrica, Mariánka, Pataš, Čifáre a Nevídzany.

*Táto práca bola finančne podporená Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva SR a SAV (VEGA projekt č. 1/0019/22 a VEGA projekt č. 1/0086/22, APVV projekt č. APVV-21-0356) a Medzinárodným vyšehradským fondom (projekt č. 21510153).*

### Prihlásiť do súťaže

Ne

**Hlavní autoři:** MÜLLEROVÁ, Monika (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave); BENKOVA, Viktoria; HOLÝ, Karol (FMFI UK)

**Přednášející:** BENKOVA, Viktoria

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 40

Typ: Poster

## Radiochemické stanovení hmotnostních aktivit vybraných přírodních radionuklidů v pevných NORM

*pátek 10. listopadu 2023 10:05 (5 minut)*

Požadavky na stanovení přírodních radionuklidů v *radioaktivní látce uvolňované z pracoviště s možností zvýšeného ozáření z přírodního zdroje záření podle § 95 odst. 1 písm. b) atomového zákona* (zkráceně NORM) jsou formulovány v *Doporučení SÚJB DR-RO-5.3*. V pevných NORM se jedná o stanovení 10ti radionuklidů:  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ . Toto stanovení se standardně provádí pomocí polovodičové spektrometrie gama s vysokým rozlišením. Obsah radionuklidů, které nelze spektrometrií gama stanovit, je odhadován. Pro získání doplňujících informací o rovnováhách v uranové a thoriové přeměnové řadě byly na Oddělení radiochemie SÚRO vypracovány metodiky pro stanovení jednotlivých izotopů radiochemickými metodami. Metodiky vycházejí z publikací IAEA i z vlastních zkušeností a možností laboratoře. Stanovení se provádí po chemické separaci spektrometrií alfa ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$  a  $^{210}\text{Po}$ ) a měřením na porporcionálním detektoru ( $^{210}\text{Pb}$ ). Účinnost separace je vypočítána pomocí monitorů výtěžku  $^{232}\text{U}$ ,  $^{229}\text{Th}$  a  $^{209}\text{Po}$ .

Příspěvek představuje pracovní postupy radiochemického stanovení zmíněných radionuklidů a porovnává takto získané výsledky s výsledky měření na Oddělení spektrometrie gama SÚRO a může přispět ke specifikaci koeficientů charakterizujících míru nerovnováhy, které mohou sloužit ke zvýšení exaktnosti odhadu obsahu radionuklidů, které nelze stanovit spektrometrií gama.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KELNAROVÁ, Alena**Spoluautor:** HUPKA, Ivan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)**Přednášející:** KELNAROVÁ, Alena**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 41

Typ: Přednáška

## Mimořádné případy nálezů a záchytů radioaktivních látek

*pondělí 6. listopadu 2023 16:30 (15 minut)*

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) řeší a eviduje ročně několik desítek případů nálezů nebo záchytů radioaktivních látek.

SÚJB zajišťuje tuto činnost od doby svého vzniku, nicméně přístup k těmto situacím se časem vyvíjel a měnil. V návaznosti na legislativní požadavky jsou nastaveny interní postupy pro příjem a zpracování prvotní informace, rozhodovací proces pro řešení situace a případné vyžádání součinnosti složek integrovaného záchranného systému, SÚRO, v.v.i. nebo dalších odborných společností.

Příspěvek uvádí dlouhodobý statistický přehled mimořádných případů, jejich rozdělení podle místa vzniku a předmětného nálezu. Dále budou uvedeny a komentovány poslední případy spojené s nálezy a záchyty radioaktivních látek pocházející z činností v rámci lékařského ozáření.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ŠTĚDROVÁ, Veronika**Spoluautoři:** SVOBODOVÁ, Andrea (Státní úřad pro jadernou bezpečnost); VOSTŘÁKOVÁ, Michaela**Přednášející:** ŠTĚDROVÁ, Veronika**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 42

Typ: Zvaná přednáška

## Důsledky kosmického záření a slunečního UV záření pro zemskou biosféru

*pátek 10. listopadu 2023 8:30 (30 minut)*

Kosmické záření hraje důležitou roli v atmosférických procesech. Účinky kosmického záření a slunečního UV záření, posílené antropogenními emisemi, mohou mít významný vliv na oslabování ozónové vrstvy a v důsledku toho i na biosféru a naše zdraví. Pro kvantifikaci vztahu mezi kosmickým zářením, poškozováním ozónové vrstvy a antropogenními emisemi a pro posouzení dopadu kombinovaného sekundárního kosmického záření a UV záření na lidské zdraví je třeba vyvinout potřebné nástroje, metodiky a metrologický rámec. Toto si klade za cíl i EPM projekt 21GRD02 BIOSPHERE (Metrology for Earth Biosphere: Cosmic rays, UV radiation and fragility of ozone shield), který kombinuje pozorování pomocí moderních družicových technologií a měření pomocí pozemních monitorovacích systémů s vědeckými znalostmi v oblasti biologie, chemie, životního prostředí a radiační ochrany.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.)**Přednášející:** AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.)**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření



ID příspěvku: 43

Typ: Poster

## Rozklad pevných vzorků pro radiochemickou separaci pomocí automatické tavičky Katanax

*pátek 10. listopadu 2023 10:10 (5 minut)*

Potřeba vyvíjet rychlé analytické metody pro stanovení radionuklidů v případě vzniku radiační mimořádné události (RMU) v dnešní době roste. Jedním z časově nejnáročnějších kroků analýzy je v případě složitějších matic předúpravu vzorků. Tento krok je možné významně urychlit při zapojení vhodného rozkladu tavením, dalšího urychlení je možné dosáhnout při využití automatické tavičky, ideálně s vícero tavicími pozicemi. Vhodné používání takového zařízení ve srovnání s klasickou muflovou pecí umožňuje také snížení energetických nároků na mineralizaci.

Proto byla Státním ústavem radiační ochrany pořízena automatická tavička Katanax osazené třemi tavicími pozicemi a možností automatického převodu taveniny do roztoku. Tím odpadá krok rozpouštění taveniny, který je při manuálním provedení (po vytažení a vychladnutí taveniny z pece) velmi pracný a časově náročný. Předběžné testy byly provedeny s certifikovaným referenčním materiálem od IAEA-412 (Pacific ocean sediment). Byla sestavena rychlá tavicí metoda, která trvá přibližně 20 min a lze tavit tři vzorky zároveň v navážkách 0,5 až 1,5 g. Jako tavidlo byla použita směs tetraboritanu a metaboritanu lithného. Vzorek lze dále chemicky separovat postupem jako v případě alkalického tavení v muflové peci. Chemické výtěžky separace po alkalickém tavení a boritanovém tavení se zásadně neliší. Dalším tématem výzkumu bude tavení více druhů matic v různých poměrech vzorku a tavidla a tavení pomocí tavidla tetraboritanu lithného. Pro jednotlivé radionuklidy bude stanovena výtěžnost metody.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** PAŘÍZEK, Ondřej**Spoluautor:** FEJGL, Michal (SÚRO)**Přednášející:** PAŘÍZEK, Ondřej**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 44

Typ: Přednáška

## CzechRad - nový detektor s GPS pro občanské mapování radiace

*čtvrtek 9. listopadu 2023 15:45 (15 minut)*

Vznik detektoru CzechRad je spojen s dlouholetými zkušenostmi SÚRO s provozem a zpracováním dat z občanských detektorů SAFECAST bGeigie Nano. Ty vyvinula nezisková organizace SAFECAST v Japonsku po havárii v jaderné elektrárně Fukushima.

SÚRO těchto detektorů postupně pořídil přibližně 60 kusů a jsou používány v rámci spolupráci s veřejností - tzv. občanské vědy (citizen science). Zkušenosti s provozem a servisováním detektorů SAFECAST a jisté problematické aspekty jeho konstrukce a distribuce vedly nakonec k vývoji přístroje vlastní konstrukce, který je nicméně plně kompatibilní jak s online službami Safecast tak s dříve vyvinutými softwarovými nástroji.

CzechRad je kompletně vyráběn v České Republice, je osazen citlivou Geiger-Müller trubicí typu pancake firmy LND a přesným GPS přijímačem s podporou všech hlavních světových navigačních systémů, záznam dat je ukládán na standardní SD kartu. V rámci projektu bude vyrobeno 1000 kusů. Přístroje budou zapůjčovány vybraným zástupcům místní samosprávy, dobrovolným hasičům a zájemcům z řad veřejnosti podobně jako přístroje Safecast. Získaná data budou opět veřejně k dispozici prostřednictvím online služeb organizace Safecast, k dispozici budou i postupy pro lokální zpracování a zobrazení dat.

Tento příspěvek byl vypracován v rámci projektu "Centrum pro podporu obyvatelstva pro případ skutečného nebo domnělého vzniku mimořádných jaderných a radiačních událostí"(ID: VJ01010116), jehož poskytovatelem je Ministerstvo vnitra České republiky.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** HELEBRANT, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); HELEBRANT, Marek (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); HŮLKA, Jiří (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** HELEBRANT, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 45

Typ: Přednáška

## Chemické metody pre upresnenie radiačnej záťaže spôsobenej inhaláciou členov urán-rádiového rozpadového radu

*pátek 10. listopadu 2023 11:05 (15 minut)*

Radiační zátěž z inhalace radionuklidů sorbovaných na aerosólu může být významná jako z pohledu profesijního ožáření, hlavně na pracovištích s možností zvýšeného ožáření z přírodního zdroje žiření (tzv. NORM pracoviště), tak z hlediska ožáření obyvatelů, konkrétně z radonu. Regulace ožáření ve formě limitů v rámci plánované a existující expoziční situace je popsána ve Vyhlášce č. 422/2016 Sb. Podstata výzkumu je založena na dvou studiích.

První studie je zaměřena na obyvatelstvo a radiační zátěž z inhalace radonu v běžných obydlích v rámci České republiky na místech, kde je možná zvýšená objemová aktivita radonu nad referenční úroveň v objektech jako jsou např. byt, nemocnice, mateřská škola, úřad, prostřednictvím stanovení výměny vzduchu pomocí systému organických stopovačů a sorpčních rour. Stopovače, které jsou umístěny na různých místech v měřené objektu, obsahují různé druhy perfluoroalkylcykloalkánů, které jsou postupem času vyvíjeny a zachytávány na sorpčních rourkách naplněných vhodným sorbentem. Jedná se o citlivou metodu nenáročnou na aplikaci, která umožňuje přizpůsobit dobu expozice obyvatelům objektu. Druhá část pojednává o pronikání inhalovatelných částic se zvýšeným obsahem olova do spodních partií dýchacího traktu (hlavně alveol) a o jejich následné rozpustnosti a přechodu do krevního řečiště. To je dosaženo *in vitro* pokusy v simulacích plicního roztoku s použitím materiálů vyskytujících se na pracovištích NORM (např. elektrárnský popoček, murivo z kotla, troska), které figurují v procesu stanovení rozpustnosti jako vstupní matrice.

V rámci prezentace budou zveřejněny výsledky stanovení rozpustnosti prvků uranu, olova a polonia prostřednictvím jejich radionuklidů ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  a  $^{210}\text{Po}$ ) v simulacích plicního roztoku a jejich začlenění do skupin rozpustnosti podle ICRP 130. Taktéž bude prezentován vývoj metodiky pro stanovení množství stopovačů plynů sorbovaných v sorpčních rourkách metodou TD-GC jako nedělitelná součást stanovení výměny vzduchu v obytných budovách.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** HUPKA, Ivan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Spoluautoři:** KOTÍK, Lukáš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); pan JÍLEK, Karel (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); pan LENK, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Přednášející:** HUPKA, Ivan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 46

Typ: Přednáška

## Zajištění radiační ochrany v ELI Beamlines

*pondělí 6. listopadu 2023 16:00 (15 minut)*

V mezinárodním výzkumném centru ELI Beamlines v Dolních Břežanech jsou využívány vysokoenergetické lasery mimo jiné ke generování a urychlování svazků fotonů a nabitých částic, do stovek MeV až desítek GeV. Tyto svazky se pak využívají v základním i aplikovaném výzkumu mezioborových aplikací ve fyzice, medicíně, biologii a materiálových vědách.

V posledním desetiletí probíhala výstavba centra a postupné uvádění do provozu jednotlivých technologických systémů a pracovních stanic. Příspěvek seznamuje s aktuálním stavem technologie, dosažených parametrů a dále představuje realizovaná bezpečnostní opatření a provozované bezpečnostní systémy zajišťující bezpečný provoz tohoto unikátního pracoviště III. kategorie.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** Dr. CIMMINO, Anna (ELI Beamlines, ELI ERIC); LEFEBVRE, Benoit (ELI Beamlines); pan HORVÁTH, David (ELI Beamlines, ELI ERIC); ŠESTÁK, Michal (ELI Beamlines); Dr. VERSACI, Roberto (ELI Beamlines, ELI ERIC); pan TRUNEČEK, Roman (ELI Beamlines, ELI ERIC); OLŠOVCOVÁ, Veronika (ELI Beamlines, Institute of Physics, CAS, Czech Republic); Dr. TRUNEČKOVÁ, Zuzana (ELI Beamlines, ELI ERIC)

**Přednášející:** OLŠOVCOVÁ, Veronika (ELI Beamlines, Institute of Physics, CAS, Czech Republic)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 47

Typ: Přednáška

## Některé matematické metody pro zpracování dat z detektorů při detekci vysokoenergetických jevů

*pátek 10. listopadu 2023 9:15 (15 minut)*

Jedním z přírodních zdrojů záření v atmosféře je gama záření vznikající při bouřkách a vyznačující se vysokými energiemi až několik desítek MeV. Tyto vysokoenergetické jevy jsou charakterizovány zvýšením úrovně radiačního pozadí trvajícím od několika stovek mikrosekund (tzv. Terrestrial Gamma-ray Flashes - TGFs) až po minuty (tzv. Thunderstorm Ground Enhancements TGEs). Studium těchto jevů může vést k lepšímu pochopení bouří a zpřesnění odhadu možné radiační zátěže posádek letadel. Za tímto účelem se náš tým podílel na vývoji speciálních spektrometrů, které každou událost zaznamenají s vysokým časovým rozlišením, a umístil je ve vysokohorských pásmech v Evropě, čímž byla vytvořena síť detektorů GASTRON (Gamma Spectrometry of Thunderstorm Radiation Observatory Network). V současné době jsou naše detektory v České republice (Milešovka, Poledník, Košetice), Slovensku (Lomnický štít), Švýcarsku (Santis, Jungfrauoch), Německu (Zugspitze), Bulharsku (Musala). Detektory kosmického záření jsou v horách umístěny z několika důvodů. Zaprvé, horské vrcholy jsou ve vysokých nadmořských výškách, kde je atmosféra řidší. To znamená, že záření může procházet atmosférou a dosáhnout zemského povrchu s menším počtem interakcí s atmosférou, což zvyšuje šance na detekci záření. Zadruhé, hory jsou blíže bouřkovému mraku. Při vysokoenergetických jevech v atmosféře se dočasně zvyšuje počet částic, které detektor zaregistruje. Přednáška prozkoumá způsoby zpracování dat z detektorů pomocí statistických metod k identifikaci časových intervalů, během kterých dochází ke zvýšení počtu detekovaných částic. Vytvořili jsme software, který byl testován jak na námi simulovaných časových řadách, tak na reálných datech z několika nezávislých detektorů zaznamenávajících stejnou událost. K dispozici je také verze programu, která umožňuje v reálném čase určit začátek události, což se může hodit pro předpovídání různých anomálií.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** VELYCHKO, Olena (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); KÁKONA, Martin (ÚJF); AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); ŠLEGL, Jakub (ÚJF AV ČR); PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR)

**Přednášející:** VELYCHKO, Olena (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 48

Typ: Přednáška

## Tkáňově ekvivalentní LET spektrometr SPRM - testování různými ionty na zařízení HIMAC

*středa 8. listopadu 2023 11:10 (15 minut)*

SPRM (Scintillator with PH32 chips Radiation Monitor) je pokročilý hybridní LET spektrometr sestavený společností esc Aerospace Company ve spolupráci s FJFI ČVUT a ÚJF AV ČR. Detektor byl vyvinut pro měření na palubě družice s podporou života, či ISS, a tvoří ho sendvič tkáňově ekvivalentního plastického scintilátoru obklopeného z obou stran dvěma vrstvami křemíkových stripových detektorů na bázi čipů PH32. Vlastnosti SPRM byly testovány několika svazky vysokoenergetických iontů na zařízení HIMAC (Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba) v Japonsku.

Plastickým scintilátorem lze změřit energii, kterou v něm iont zanechá, a stripové detektory zjistí úhel, pod kterým částice do sendviče přiletěla, a tedy délku dráhy, kterou iont ve scintilátoru urazil. Bude srovnána odezva detektorů pro ionty Si, Ar a N přicházející z různých úhlů. Z dat získaných na zařízení HIMAC lze hodnotit energetickou úměrnost odezvy scintilátoru, úhlovou přesnost stripových detektorů i časovou synchronizaci obou detekčních prvků. Navíc lze pomocí SPRM pro každou jednotlivou částici porovnat LET v tkáňově ekvivalentním materiálu s LET v křemíku (z velikosti odezvy v samostatném stripovém detektoru) a určit tak experimentálně převodní koeficient pro různé ionty a energie.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** LUŽOVÁ, Martina (NUVIA Dosimetry, s.r.o., ÚJF AV ČR, FJFI ČVUT)

**Spoluautoři:** KITAMURA, Hisashi (National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, Chiba, Japan); SOMMER, Marek (Oddělení dozimetrie záření, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.); KÁKONA, Martin (ÚJF); MARČIŠOVSKÝ, Michal (FJFI ČVUT); PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR); BROŽ, Pavel (evolving systems consulting Aerospace s.r.o., Čs. armády 554/14, Praha, ČR); SUCHÁNEK, Petr (evolving systems consulting Aerospace s.r.o., Čs. armády 554/14, Praha, ČR); KODAIRA, Satoshi (National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, Chiba, Japan)

**Přednášející:** LUŽOVÁ, Martina (NUVIA Dosimetry, s.r.o., ÚJF AV ČR, FJFI ČVUT)

**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 49

Typ: Poster

## Analýza dat z centrálního registru profesních ozáření

*středa 8. listopadu 2023 11:55 (5 minut)*

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) dlouhodobě shromažďuje a uchovává údaje o radiační zátěži radiačních pracovníků. K tomuto účelu byl vytvořen Centrální registr profesních ozáření (CRPO), který je dlouhodobě využíván jako efektivní nástroj při státním dozoru v oblasti využívání jaderné energie a ionizujícího záření.

Statistické výstupy této databáze poskytují cenné informace o účinnosti opatření přijatých v souvislosti s radiační ochranou pracovníků v různých průmyslových oborech, lékařství, výzkumu, vzdělávání, jaderné energetice i poskytování služeb.

Pro sledování vývoje a nových směrů při využívání jaderné energie a zdrojů ionizujícího záření je vedle CRPO ve velké míře využíván i registr zdrojů ionizujícího záření.

Analýza různých ukazatelů, kterými jsou např. efektivní dávka radiačních pracovníků a počty zdrojů ionizujícího záření, tak můžou poukázat na významný pokrok nebo útlum činnosti v dané oblasti. Nejzajímavější výstupy jsou již dlouhodobě pozorovány v lékařských oborech.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** BUDAYOVÁ, Miluše (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Přednášející:** BUDAYOVÁ, Miluše (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 50

Typ: Poster

## Rozšíření národního etalónu dozimetrických veličin gama žiarenia o beta dozimetriu

*streda 8. listopadu 2023 14:30 (5 minut)*

Národní etalóny dozimetrických veličin gama a rtg. žiarenia, ktoré uchováva Slovenský metrologický ústav, sa doteraz zameriavali na veličiny charakterizujúce biologické účinky gama a rtg. žiarenia. Pre dozimetrické veličiny žiarenia beta (osobný dávkový ekvivalent v hĺbke 0,07 mm  $Hp(0,07)$ ) a osobný dávkový ekvivalent v očnej šošovke v hĺbke 3 mm  $Hp(3)$ ) nebola doteraz v Slovenskej republike zabezpečená metrologická nadväznosť. Na ich meranie sa používajú meradlá, napr. elektronické osobné dozimetre, ktoré v zmysle platnej legislatívy podliehajú metrologickej kontrole. Slovenský metrologický ústav preto v spolupráci s firmou VF s.r.o. v marci 2023 rozšíril meracie parametre etalónov dozimetrických veličín aj pre beta žiarenie. Základom je meracia lavica obsahujúca tri beta zdroje, a to  $^{147}Pm$ ;  $^{85}Kr$  a  $^{90}Sr$  pokrývajúce energie žiarenia beta od 100 keV do 2,2 MeV. Pre beta zväzky boli realizované výpočty príkonu osobných dávkových ekvivalentov v hĺbke 0,07 mm a 3 mm v závislosti od typu filtrácie, vzdialenosti od zdroja, dátumu merania, teploty a tlaku. V rámci prvotných meraní pomocou elektronických osobných dozimetrov obsahujúcich detektor beta žiarenia ukazovali výsledky zhodu s výpočtami. Súčasťou beta lavice sú filtrácie a doskový a valcový fantóm v súlade s normou ISO 6980:2022, ktorá sa zaoberá referenčnými beta zväzkami. V ďalšom kroku bude výskum zameraný na aplikovanie primárnej metódy merania dozimetrických veličín žiarenia beta pomocou Böhmovej extrapoláčnej komory.

### Referencie:

J. Böhm, U. Schneider (INVITED), Review of Extrapolation Chamber Measurements of Beta Rays and Low Energy X Rays, Radiation Protection Dosimetry, Volume 14, Issue 2, 1 February 1986, Pages 193–198, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a079646>

Reynaldo, S. R., Benavente, J. A., & Da Silva, T. A. (2013). Characterization of an extrapolation chamber as a primary standard dosimeter for beta radiation. Scientia Plena, 9(8(b)). <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/artic>

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SANDTNER, Stanislav**Spoluautoři:** SLUČIAK, Jarmila (Slovenský metrologický ústav); paní BUZINKAYOVÁ, Katarína**Přednášející:** SANDTNER, Stanislav**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace



ID příspěvku: 51

Typ: Poster

## Aproximácia transmisnej krivky žiarenia beta v rovinnej geometrii

*středa 8. listopadu 2023 14:35 (5 minut)*

Pre meranie aktivity rádionuklidov plošných zdrojov s emisiou žiarenia beta je potrebné poznať správanie sa beta častíc, ktoré prechádzajú absorpčným prostredím - transmisíu. V literatúre je tento proces často popísaný exponenciálnou závislosťou, čo však na popis priebehu celej transmisnej krivky v  $2\pi$  planárnej geometrii pre rovinný zdroj žiarenia nie je dostatočný. Preto úsilím SMU bolo nájsť model a spôsob, ktorý by rešpektoval fyzikálny proces absorbovania (zoslabovania) beta častíc, ktorý by nebol nutne závislý na kalibrácii a zložitých korekciách a viacerých parametroch. Základ výskumu bol realizovaný na dátach z literatúry publikovaných Stangom (Stanga, 2015) ktorý namodeloval pomocou Monte Carlo simulácií transmisíu beta častíc cez hliníkovú absorpčnú (zoslabujúcu) vrstvu a získané priebehy aproximoval 6-parametrovou polynomicou funkciou. Stanga modeloval pre koncept rovinnej geometrie zdroja žiarenia a detektora, ktorý zodpovedá situácii merania plošného etalónu veľkoplošným detektorom.

Vychádzajúc z práce (Švec, 2015), kde bol navrhnutý spôsob určenia lineárneho absorpčného koeficienta z transmisných kriviek semi-empirickou rovnicou v tvare:  $\mu x(T) = T - \ln T - 1$ . Nový model popisu transmisnej krivky je založený na inverznej funkcii k uvedenej rovnici v tvare:  $T(x) = -W(-\exp(-\mu x - 1))$ , kde symbol  $W$  je Lambert  $W$  funkcia.

Výhodou tejto funkcie je, že poskytuje interpretovateľný parameter  $\mu$  - lineárny absorpčný (zoslabovací) koeficient, ktorý je charakteristický pre danú energiu žiarenia a absorpčné (zoslabujúce) prostredie. Prvé experimenty ukázali, že parametre novej funkcie získane z aproximácie Stangových numerických dát je možné priamo aplikovať pri meraní reálneho plošného zdroja a stanoviť jeho aktivitu.

Referencie:

Stanga D., DeFelice P., Keightley J., Capogni M., Ionescu E., 2016. Modeling the transmission of beta rays through thin foils in planar geometry. *Applied Rad. Isot.* 107, 206-213.

Švec A., 2015. New analytical solution to calculate linear absorption coefficients of beta radiations. *Applied Rad. Isot.* 102, 63–69

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** JAVORNÍK, Andrej (Slovenský Metrologický Ústav)

**Přednášející:** JAVORNÍK, Andrej (Slovenský Metrologický Ústav)

**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 52

Typ: Poster

## Zpřesnění odhadu míry zeslabení při průchodu záření gama podvozkem vozidla

*pátek 10. listopadu 2023 10:20 (5 minut)*

V návaznosti na obecnou snahu omezit skládkování materiálů, které by bylo možné za určitých podmínek vrátit zpět do oběhu v režimu reuse&recycle, se v posledních letech stále častěji na mezinárodním poli diskutují i možnosti opětovného použití vedlejších produktů, případně i odpadů, z pracovišť NORM. Použití takového materiálu může být v řadě případů podmíněno odhadem efektivní dávky pro jednotlivce z obyvatelstva spojené s touto činností. Řada parametrů vstupujících do odhadu efektivní dávky byla historicky stanovena pomocí modelů různých typů. V případě odhadů efektivní dávky spojené s použitím materiálu z pracovišť NORM se často používají hodnoty parametrů uvedené v (1).

Cílem provedeného experimentu a následného modelování Monte Carlo bylo zpřesnit odhad míry zeslabení záření gama emitovaného materiálem se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů při průchodu podvozkem vozidla. Práce je zaměřena na geometrie odpovídající situaci, kdy bude materiál použit v tělese silnice.

Experiment byl zrealizován v květnu 2023. Na vytyčené ploše byl vytvořen pás materiálu o délce 4 m, šířce 1,3 m a výšce cca 10 cm. Při realizaci experimentu byl využit použitý filtrační písek z úpravny vody. Celkem bylo proměřeno 10 geometrií, z čehož 5 bylo bez vozidla, 2 byly provedeny s vozidly VW Golf a Dacia Dokker a jedna s vozidlem Ford Tranzit. Pro měření byly použity scintilační spektrometry firmy Georadis: RT30 v počtu 3 ks a 1 ks GT-40. Při vyhodnocení dat byla posuzována jak veličina příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) tak i celá spektra záření gama.

Součástí vyhodnocení experimentu byly i pomocné výpočty Monte Carlo, které sloužily k odhadu některých důležitých opravných koeficientů pro odchylky experimentu a reálné situace (například vliv omezených rozměrů zdroje v experimentu).

1. EUROPEAN COMMISSION, Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption (Part II), RP-122, EC, Belgium (2002)

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** NAVRÁTILOVÁ ROVENSKÁ, Kateřina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); NOVÁKOVÁ, Martina (SÚRO, v.v.i.); JOHNNOVÁ, Kamila (SÚRO, v.v.i.)

**Přednášející:** NAVRÁTILOVÁ ROVENSKÁ, Kateřina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 53

Typ: Poster

## Pokračovanie projektu APVV-21-0170 v oblasti rozšírenia národného etalónu dozimetrických veličín neutrónov

*streda 8. listopadu 2023 14:40 (5 minut)*

Slovenský metrologický ústav pokračoval v roku 2023 v činnostiach na projekte APVV s názvom „Rozšírenie národného etalónu v kľúčovej oblasti pre hospodárstvo SR“, čím nadviazal na prvotné činnosti z predošlého roka. Hlavným prínosom projektu je vybudovanie primárneho etalónu dozimetrických veličín žiarenia neutrónov, čím sa zabezpečí realizácia jednotky na najvyššej úrovni a súčasne bude možné merať ďalšiu veličinu, anizotropiu, na dostatočnej metrologickej úrovni. Doposiaľ sa podarilo zabezpečiť všetky kľúčové položky vybavenia pre primárnu metódu stanovenia emisie neutrónov od neutrónových žiaričov v neutrónovom laboratóriu SMÚ. Technická kompletizácia, prvotné testy zostavy a úzka spolupráca s kolegami z ÚJFI FEI STU a ÚM SAV prispeli k získaniu niektorých ďalších predbežných výsledkov. Popri dobrým predpokladom k realizácii aktivácie mangánu prostredníctvom reakcie  $^{55}\text{Mn}(n,\gamma)^{56}\text{Mn}$  v mangánovej guli a presnejšiemu vypočítaniu účinnosti záchytu neutrónov na atómových jadrách mangánu pomocou Monte Carlo metód (MCNP6, SCALE) sa podarilo vyrobiť aj zariadenie na automatické meranie anizotropie  $F_0$ , ktorá popisuje smerovú závislosť neutrónových žiaričov. Získanie informácie o emisiách, resp. anizotropii neutrónových žiaričov na dostatočnej metrologickej úrovni a začlenenie metodiky stanovovania týchto veličín prostredníctvom vypracovania pracovných postupov na SMÚ sú hlavnými cieľmi prebiehajúceho projektu APVV-21-0170.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** BLAHUŠIAK, Pavol (Slovenský metrologický ústav); SLUČIAK, Jarmila (Slovenský metrologický ústav); JAVORNÍK, Andrej (Slovenský Metrologický Ústav); KRIVOŠÍK, Matej (Slovenský metrologický ústav); LULEY, Jakub (Slovak University of Technology in Bratislava); VRBAN, Branislav (Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia); FILOVÁ, Vendula (Institute of Nuclear and Physical Engineering, Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology in Bratislava); ČERBA, Štefan (Slovenská technická univerzita v Bratislave)

**Přednášející:** JAVORNÍK, Andrej (Slovenský Metrologický Ústav)

**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 54

Typ: Poster

## Aparatura pro měření kinetiky scintilační odezvy s ps rozlišením

*středa 8. listopadu 2023 14:45 (5 minut)*

V rámci projektu CAAS Centrum pokročilých aplikovaných věd byla na KDAIZ FJFI ČVUT v Praze sestavena, zprovozněna a otestována aparatura pro měření scintilačních dosvitů vybuzených velmi krátkými záblesky záření X, založená na metodě TCSPC (Časově korelované čítání jednotlivých fotonů). Aparatura se skládá z temného boxu, v němž je umístěna světlem buzená rentgenka Hamamatsu N5084, laserová dioda s optickým systémem a detektor scintilačních fotonů MCP-PMT (fotonásobič s mikrokanálovými destičkami). Mimo temný box se pak nachází řídicí jednotka laseru, zdroje napětí pro detektor a rentgenku a časově spektrometrická elektronika (převodník času na amplitudu, rychlý zesilovač/diskriminátor a mnohokanálový analyzátor).

Aparatura byla sestavena s cílem dosáhnout vynikajícího časového rozlišení, které umožní měřit nejenom odpadové, ale i náběžné hrany scintilační odezvy. Takový cíl vyžaduje aplikaci velmi rychlého zdroje a podobně rychlého detektoru. Instrumentální odezvoivá funkce (IRF) MCP-PMT má pološířku asi 45 ps. Rentgenka N5084 se odlišuje od klasických rentgenek tím, že elektrony nejsou produkovány žhavením katody, ale dopadem fotonů na fotokatodu rentgenky. Při použití laserového pulzu s pološířkou 48 ps lze získat krátké rentgenové záblesky s trváním asi 70-80 ps. Při podstatně užší IRF MCP-PMT je tak IRF celé aparatury určeno především průběhem rentgenového záblesku.

Po optimalizaci geometrie měření, nastavení elektroniky a celkového uspořádání experimentu bylo skutečně dosaženo IRF s pološířkou přibližně 80 ps. Následně byly pro účely ověření změřeny odezvy super-rychlých scintilátorů  $\text{Cs}_{2}\text{ZnCl}_{4}$ ,  $\text{Cs}_{3}\text{ZnCl}_{5}$  (cross-luminiscenční scintilátory) a  $\text{ZnO:Ga}$ . Krom toho byla měřena odezva scintilátorů  $\text{GGAG:Ce}$  ( $\text{Gd}_{3}\text{Ga}_{3}\text{Al}_{2}\text{O}_{12}\text{:Ce}$ ), který sice nemá extrémně rychlý dosvit, vykazuje nicméně náběh v řádu jednotek ns, tedy vhodný k otestování aparatury. Všechna měření demonstrovala schopnost aparatury plnit úkoly, pro něž byla určena.

Závěrem autoři děkují za zapůjčení vzorků cross-luminiscenčních scintilátorů Vojtovi Vaněčkovi (FzÚ AV ČR),  $\text{ZnO:Ga}$  vzorků Lence Procházkové-Prouzové (KJCH FJFI ČVUT v Praze) a Pavlu Boháčkovi (FzÚ AV ČR) za přípravu vzorku  $\text{GGAG:Ce}$ .

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** PRŮŠA, Petr (FJFI ČVUT v Praze)**Spoluautoři:** Prof. NIKL, Martin (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.); slečna KOTYKOVÁ, Monika (KDAIZ FJFI ČVUT v Praze); Dr. BABIN, Vladimír (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.)**Přednášející:** PRŮŠA, Petr (FJFI ČVUT v Praze)**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 55

Typ: Poster

## Uvolnění cyklotronu PET do životního prostředí

*středa 8. listopadu 2023 9:30 (5 minut)*

V květnu 2022 proběhla v PET Centru ÚJV Řež v areálu Nemocnice Na Homolce unikátní modernizace zázemí pro výrobu radiofarmak –cyklotron IBA, který si tu odsloužil 23 let, nahradil nejnovější Cyclone KIUBE. Vyřazený cyklotron byl převezen do Řeže a uložen ve skladu Centra nakládání s radioaktivními odpady, kde byl ovzorkován. Výsledky měření byly porovnány s relevantními studii, a došlo ke kvalifikovanému odhadu doby nutného skladování cyklotronu před uvolněním do životního prostředí.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** pan PRCHAL, Karel**Spoluautoři:** paní ROSÁKOVÁ, Alena; ZÁRUBA, Jakub**Přednášející:** ZÁRUBA, Jakub**Zařazení sekce:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu**Tematická klasifikace:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu

ID příspěvku: 56

Typ: Přednáška

## Nový postup při ověřování bránových měřidel radioaktivity

*čtvrtek 9. listopadu 2023 15:30 (15 minut)*

Měřicí sestavy používané pro zjišťování přítomnosti zdrojů ionizujícího záření při nelegálním či nežádoucím transportu (vyhláška č. 345/2002 Sb. v platném znění), zkráceně označované jako „bránová měřidla radioaktivity“, jsou dle legislativy ČR stanovenými měřidly a podléhají periodickému metrologickému ověření. Při uvádění do oběhu musí být typově schválená.

Požadavky na stanovená měřidla byly po schválení zákona č. 505/1990 Sb. (Zákon o metrologii) určeny vyhláškou, případně technickou normou, pokud vyhláška nebyla pro daná měřidla vydána. V současnosti jsou tyto požadavky určeny Opatřením obecné povahy. Původní postup, stanovení detekčního limitu pro spuštění výstrahy, byl aplikován v roce 1996 na měřidlo firmy Chirana, později byl precizován při schvalování typu měřidel v roce 1997 a formalizován po dalších zkušenostech v roce 2004 v metodickém předpisu 9001-MP-C006-05 „Zkoušky pro schvalování typu a ověřování rámových monitorů“. Po změnách legislativy byl stejný princip zkoušek formalizován v Opatření obecné povahy číslo: 0111-OOP-C044-14, kterým se „stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod zkoušení pro schvalování typu a ověřování stanovených měřidel:

„sestavy používané pro zjišťování přítomnosti zdrojů ionizujícího záření při nelegálním či nežádoucím transportu –monitory pro silniční nebo železniční vozidla“.

Úpravu tohoto dokumentu si vyžádal požadavek orgánu státní správy pro kontrolu letecké přepravy (doplňný dokument OOP je v současné době v legislativním řízení). Výchozím zdrojem doplňku je požadavek technické normy IEC 62244-2006, který vyžaduje stanovení pravděpodobnosti záchytu přesně definovaných radionuklidových zdrojů. Kromě zdrojů záření gama vyžaduje i záchyt zdrojů s emisí neutronů. Pravděpodobnostní princip je zásadní změnou proti stanovování minimální zachycené aktivity v definovaných podmínkách. V současné době ČMI provádí zkoušky podle obou principů, v závislosti na účelu použití bránových měřidel.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SOUKUP, Tomáš**Přednášející:** SOUKUP, Tomáš**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 57

Typ: Přednáška

## Metody zpracování a analýzy dat z letecké spektrometrie s využitím BLP

*pátek 10. listopadu 2023 9:30 (15 minut)*

Gama spektra ze scintilačního spektrometru obsahují jak kvalitativní (danou polohou identifikovatelných piků), tak kvantitativní informaci o zastoupení radionuklidů, generujících fotonové pole v místě měření. Vzhledem k složitému charakteru interakce a depozice energie fotonů gama v detektoru nelze kvantitativní informace odečíst z experimentálních spekter přímo, ale je nutná jejich matematická analýza. Příspěvek se zabývá metodami analýzy spekter ze scintilačních spektrometrů na základě výpočtů jejich modelových odezev a problematikou interpretace takto stanovených dozimetrických veličin se zaměřením na leteckou spektrometrii s využitím BLP. Diskutovány jsou metody analýzy experimentálních spekter pro stanovení příkonu kermy ve vzduchu, resp.  $H^*(10)$  a jejich přepočtu na referenční výšku 1 metr jak pro geometrie plošné kontaminace tak geometrii lokalizovaného (bodového) zdroje, odhad aktivity identifikovaného bodového zdroje a odhad plošné kontaminace  $^{137}\text{Cs}$  a koncentrací přírodních radionuklidů K, U, Th v povrchové vrstvě půdy. Uvedeny jsou příklady zpracování a interpretace dat z leteckého, resp. pozemního spektrometru D230A, resp. GT-40 fy Georadis.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KLUSOŇ, Jaroslav (KDAIZ FJFI ČVUT v Praze)**Přednášející:** KLUSOŇ, Jaroslav (KDAIZ FJFI ČVUT v Praze)**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 58

Typ: Přednáška

## Reakce buněčných linií derivovaných z glioblastomů na protonové a fotonové ozáření v přítomnosti sloučenin bóru

*úterý 7. listopadu 2023 14:00 (15 minut)*

U rakovinných buněk kultivovaných in vitro byla již dříve pozorována zvýšená účinnost jejich zabíjení díky přítomnosti bóru při ozařování protony. Mechanismus tohoto pozorovaného účinku však není doteď jasný. Vhled a pochopení toho, co se děje s buňkami dopovanými sloučeninami boru po ozáření protonovým svazkem by mohlo přinést zefektivnění radioterapie agresivních nádorů. V této studii jsme použili buněčné linie derivované z glioblastomů a to U-251 MG, U-87 MG, A172 a T98G. Buňky jsme pěstovali v monovrstvě v přítomnosti merkaptododekaborátu sodného (BSH) buď s přírodním zastoupením bóru (80 % B-11 a 20 % B-10) nebo čistě jen s izotopem B-10 (100nbsp;%). BSH bylo k buňkám přidáváno 24 hodin před ozářením a konečná koncentrace bóru byla 40 ppm. Vzorky buněk byly ozařovány na urychlovači IBA Proteus Plus tužkovým svazkem protonů o energii 190,6 MeV v polohách plató a Braggově vrcholu a fotonovým zářením o energiích 6 a 18 MV na urychlovači Linac. Jako základní metody pro sledování radiačního poškození buněk v přítomnosti/nepřítomnosti bóru byl použit klonogenní test přežití buněk, metoda kvantifikace dvojných zlomů DNA za použití imunodetekce proteinů gama H2AX a 53BP1, a sledování množství lysozómů v buňkách. Dosavadní výsledky experimentů nejsou jednoznačné a jsou nadále předmětem dalšího zkoumání.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ZAHRADNÍČEK, Oldřich (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.)**Spoluautoři:** DANILOVA, Irina (ÚJF CAS CZ); PACHNEROVÁ BRABCOVÁ, Kateřina; paní VACHELOVÁ, Jana (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.); JAMBOROVÁ, Zuzana (ODZ, ÚJF AV ČR); KUNDRÁT, Pavel (ÚJF); BLÁHA, Pavel; pan DAVID, Miroslav (Fakultní Thomayerova nemocnice v Praze); pan NAVRÁTIL, Matěj (Protonové centrum Praha); pan VONDRÁČEK, Vladimír (Protonové centrum Praha); Dr. JELINEK MICHAELIDESOVA\*, Anna (ODZ ÚJF AV ČR); DAVÍDKOVÁ\*, Marie (ODZ, ÚJF AV ČR, v.v.i.)**Přednášející:** ZAHRADNÍČEK, Oldřich (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska



ID příspěvku: 59

Typ: Přednáška

## Zvýšení účinnosti protonové terapie s použitím velmi vysokých dávkových příkonů a metody proton-borové fúze

*úterý 7. listopadu 2023 14:15 (15 minut)*

Použití velmi vysokých dávkových příkonů (FLASH) se ukazuje jako slibný nástroj ke zvýšení ochrany zdravé tkáně nacházející se před nádorem při zachování stejné účinnosti zabití rakovinných buněk. Vzhledem k technickým problémům se získáním urychlených iontů o požadovaném dávkovém příkonu byla většina současného výzkumu provedena na urychlených elektronech. Použití FLASH protonů je však zajímavou možností, jak zkombinovat balistickou přesnost protonů s ochranou buněk díky vysokým dávkovým příkonům. Z důvodu zvýšení nízké biologické účinnosti protonů vůči radiorezistentním nádorům byla studována metoda zachytu protonu na boru (Proton Boron Capture Therapy, PBCT). Během binární PBCT reakce dochází k fúzi protonu s jádrem boru-11 za takřka okamžitého uvolnění tří vysoce poškozujících alfa částic v oblasti nádoru.

Pro studium kombinace těchto přístupů byly v Orsay Proton Therapy Center (Institut Curie, Francie) ozářeny buněčné kultury plic jak v SOBP (Spread Out Bragg Peak) tak i v plató před SOBP –v přítomnosti i bez  $^{11}\text{B}$  ve formě sloučeniny BSH (merkaptododekaborát sodný). Pro výzkum vlivu PBCT na klonogenní přežití rakovinných buněk po ozáření byla použita buněčná linie A549 derivovaná z nádoru plic, častého cíle protonové terapie. Ke studiu snížení poškození zdravých buněk díky FLASH protonům ( $> 100 \text{ Gy/s}$ ) byly použity plicní fibroblasty MRC-5 a radičně vyvolaná předčasná senescence jako zkoumaný dlouhodobý efekt záření.

Předběžná zjištění naznačují srovnatelný nárůst účinnosti zabíjení A549 buněk v přítomnosti  $^{11}\text{B}$  po ozáření FLASH i konvenčními ( $\sim 1 \text{ Gy/s}$ ) dávkovými příkony při ozáření v SOBP. Zdravé fibroblasty MRC-5 ozářené v plató vykazují nižší procento buněk v senescenci při FLASH ozáření dávkami 8 Gy a vyššími a přibližně od 14 dní po expozici. To poukazuje na zvýšení ochrany normálních buněk při použití urychlených FLASH protonů ve srovnání s konvenčními. Dalším krokem výzkumu by mělo být použití laserem urychlených protonů, u kterých lze dosáhnout dávkových příkonů až  $\sim 10^9 \text{ Gy/s}$  –řádově vyšších než u konvenčních protonových urychlovačů. To by mohlo přinést nové poznatky ohledně radiačně-biologických účinků extrémně vysokých dávkových příkonů. Pokud by tento probíhající, inovativní, výzkum potvrdil výhody propojení PBCT se snížením poškození zdravé tkáně díky FLASH dávkovým příkonům, mohlo by to vést k rozšíření terapeutického okna protonové terapie s významnými benefity pro pacienty.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** BLÁHA, Pavel (Nuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic; National Institute for Nuclear Physics (INFN) –Naples section, Naples, Italy)

**Spoluautoři:** Dr. DE MARZI, Ludovic (Institut Curie, Radiation Oncology Department, Orsay Proton Therapy Center, Orsay, France; Institut Curie, PSL Research University, University Paris Saclay, Inserm LITO, Orsay, France); pan ELIA, Valerio Cosimo (National Institute for Nuclear Physics (INFN) – Naples section, Naples, Italy; University of Naples Federico II, Department of Physics, Naples, Italy); Dr.

MÉGNIN-CHANET, Frederique (Institut Curie-Recherche, CNRS UMR9187/INSERM U1196, CMBC, Orsay, France); Dr. MICHALIČKOVÁ, Katarína (National Institute for Nuclear Physics (INFN) –Naples section, Naples, Italy; University of Naples Federico II, Department of Physics, Naples, Italy); slečna LEITE, Amelia Maia (Institut Curie, Radiation Oncology Department, Orsay Proton Therapy Center, Orsay, France); Dr. PATRIARCA, Annalisa (Institut Curie, Radiation Oncology Department, Orsay Proton Therapy Center, Orsay, France); Dr. POUZOULET, Frederique (Institut Curie, Translational Research Department, Experimental Radiotherapy Platform, University Paris Saclay, Orsay, France); Dr. RICCIARDI, Valerio (National Institute for Nuclear Physics (INFN) –Naples section, Naples, Italy); pan ROULIN, Christophe (Institut Curie, Translational Research Department, Experimental Radiotherapy Platform, University Paris Saclay, Orsay, France); Prof. MANTI, Lorenzo (National Institute for Nuclear Physics (INFN) –Naples section, Naples, Italy; University of Naples Federico II, Department of Physics, Naples, Italy)

**Přednášející:** BLÁHA, Pavel (Nuclear Physics Institute, Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic; National Institute for Nuclear Physics (INFN) –Naples section, Naples, Italy)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 61

Typ: Přednáška

## Vliv K a Ca na přestup radionuklidů Cs-134 a Sr-85 do vybraných zemědělských plodin

*středa 8. listopadu 2023 10:05 (15 minut)*

V roce 2020-22 byla uskutečněna řada experimentů zaměřených na studium vlivu draslíku a vápníku na transferový koeficient půda-rostlina (TK) radionuklidů Cs-134 a Sr-85.

Rostliny byly pěstovány v podmínkách simulujících polní pěstování v květináčích o objemu 25 l. V prvním roce byly vytvořeny tři skupiny vzorků - kontrolní, kontaminované Cs-134 a Sr-85 a kontaminované Cs a Sr s přídatkem roztoku K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. V dalším roce byly nádoby z kontrolní skupiny rovněž kontaminovány Cs a Sr a ošetřeny buď roztokem K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, nebo dolomitickým vápencem. Do nádob kontaminovaných radionuklidy v předchozím roce bylo doplněno Sr-85, do těch dříve ošetřených K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> byl přidán dolomitický vápeneč. V roce 2022 byl do všech nádob doplněn roztok Sr-85. Nádoby byly zalévány běžným způsobem. Vypěstované plodiny byly po sklizni důkladně omyty a usušeny v sušárně při 40 °C do stálé hmotnosti. Aktivita radionuklidů v plodinách byla stanovena pomocí polovodičové (HPGe) spektrometrie gama.

Průměrné hodnoty TK Cs-134 skupině bez treatmentu resp. s treatmentem K, v uvedeném pořadí, jsou pro salát 3,7E-4 resp. 2,9E-4, ředkvičku 1,9E-3 resp. 1,5E-3, cibuli 3,4E-3 resp. 4,0E-3, rozdíly nejsou statisticky významné. Průměrné hodnoty TK Sr-85 jsou pro salát 1,9E-2 resp. 1,5E-2, ředkvičku 8,1E-2 resp. 6,9E-2, cibuli 3,2E-2 resp. 3,8E-2. Rozdíl u salátu a ředkvičky je statisticky významný,  $p < 0.0005$ .

Průměrné hodnoty TK Cs-134 ve skupině bez treatmentu resp. s treatmentem K a Ca pro zrno ječmene jsou 4,3E-5 resp. 2,13E-5, slámu ječmene 1,3E-4 resp. 6,1E-5, řepu 2,0E-4 resp. 1,1E-4 a pro hlízy brambor 1,6E-4 resp. 2,8E-5. Všechny rozdíly jsou statisticky významné,  $p < 0.001$ . Průměrné hodnoty TK Sr-85 jsou pro zrno ječmene 1,0E-3 resp. 8,2E-4, slámu ječmene 7,8E-3 resp. 6,1E-3, řepu 1,2E-2 resp. 9,9E-3 a pro hlízy brambor 5,2E-4 resp. 6,9E-4. Rozdíly jsou statisticky významné v případě ječmene a řepy,  $p < 0.005$ .

Dodání K, případně kombinace K a Ca, vedlo ve většině případů ke snížení TK Cs-134 i Sr-85. Výjimkou jsou v případě Cs cibule, v případě Sr cibule a brambory.

Při porovnání vlivu K a Ca bylo v případě řepy a brambor TK Cs-134 statisticky významně nižší ve skupině s K,  $p < 0.01$ , u slámy ječmene ve skupině s Ca,  $p = 0,003$ . TK Sr-85 bylo ve všech případech nižší ve skupinách s K, přičemž v případě slámy ječmene a brambor byl rozdíl statisticky významný,  $p < 0.008$ .

Práce vznikla v rámci projektu BV MV ČR "Optimalizace postupů pro realizaci rostlinné výroby na území zasaženém jadernou havárií (VI20192022153)".

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** ŠKRKAL, Jan; ZÁHOROVÁ, Věra**Přednášející:** ZÁHOROVÁ, Věra**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 62

Typ: Přednáška

## Spektrální a scintilační vlastnosti nového scintilátoru (Gd,Y)AlO<sub>3</sub>:Ce

*čtvrtek 9. listopadu 2023 13:30 (15 minut)*

Scintilační materiály na bázi monokrystalických hlinitých perovskitů vykazují jednu z nejlepších energetických rozlišovacích schopností mezi kyslíkatými scintilátory. Již mnoho let známý YAlO<sub>3</sub>:Ce (YAP:Ce) dosahuje energetického rozlišení (FWHM) až 4 % pro 662 keV a světelného výtěžku přesahujícího 20 000 fotonů/MeV. Tento materiál je známý vynikající linearitou scintilační odezvy, avšak jeho nevýhodou pro aplikace detekce ionizujícího záření o vyšších energiích může být jeho nižší efektivní atomové číslo a nízká hustota, která činí 5,37 g/cm<sup>3</sup>.

V příspěvku bude představen nový scintilátor (Gd,Y)AlO<sub>3</sub>:Ce (GYAP:Ce) vyvinutý v CRYTUR, který vykazuje hustotu 6,2 g/cm<sup>3</sup>. Z krystalů pěstovaných Czochralského metodou o průměru přibližně 45 mm byly vyrobeny vzorky o tloušťce 1 mm a průměru 10 mm, které byly dále charakterizovány. Kromě malých destiček byly zhotoveny také objemové válce o průměru až 1". Na sadě tenkých vzorků byla měřena absorpční spektra, fotoluminiscenční a radioluminiscenční emisní spektra a excitační spektra. Z amplitudových spekter <sup>137</sup>Cs byly stanoveny hodnoty světelného výtěžku a energetické rozlišovací schopnosti. Nejlepší vzorky dosahují světelného výtěžku 24 000 fotonů/MeV a energetického rozlišení pod 5 % (662 keV), což jsou hodnoty srovnatelné nebo lepší než hodnoty komerčně dostupných kvalitních krystalů YAP:Ce. Vynikající energetické rozlišení vypovídá o výborné linearitě scintilační odezvy měřených vzorků. Tzv. 1/e doba scintilačního dosvitu buzeného <sup>137</sup>Cs se pohybuje pod 100 ns a jeho pomalejší komponenta je v řádu nižších stovek ns, a tedy při nastavení časové konstanty zesilovače na 1 μs je bez problémů integrován celý světelný pulz.

V příspěvku budou detailně prezentovány spektrální a scintilační vlastnosti tohoto nového materiálu, spolu s diskusí o jeho možných aplikacích v oblasti stanovení aktivity přírodních radionuklidů.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KOTYKOVÁ, Monika (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., CRYTUR, spol. s r.o.)

**Spoluautoři:** NIKL, Martin (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.); paní BEITLEROVÁ, Alena (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.); paní KUČERKOVÁ, Romana (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.); pan MAREK, Tomáš (CRYTUR, spol. s r.o.); pan POLÁK, Jan (CRYTUR, spol. s r.o.); pan BARTOŠ, Karel (CRYTUR, spol. s r.o.); BLAŽEK, Karel (CRYTUR, spol. s r.o.); TOUŠ, Jan (CRYTUR, spol. s r.o.)

**Přednášející:** KOTYKOVÁ, Monika (Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., CRYTUR, spol. s r.o.)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 63

Typ: Přednáška

## Radiačný preukaz pacienta –máme sa radovať, alebo plakať ?

*úterý 7. listopadu 2023 9:15 (15 minut)*

### Úvod

Uplynulo už takmer 10 rokov od doby kedy bola publikovaná Smernica rady Európy 59/2013, ktorá stanovila základné bezpečnostné normy ochrany pred nebezpečenstvami vznikajúcimi v dôsledku ionizujúceho žiarenia, vrátane lekárskeho ožiarenia. Smernica zdôrazňuje, že je potrebné posilniť požiadavky týkajúce sa zaznamenávania dávok pacientov a používania diagnostických referenčných úrovní.

### Metóda

Aplikovať tieto požiadavky do praxe si vyžiadalo dlhý čas a veľké úsilie, ktoré umožnilo vytvoriť automatizovaný systém na sledovanie ožiarenia pacientov v SR a v niektorých zdravotníckych zariadeniach v ČR. Tento systém je centralizovaný a jeho veľkou výhodou je sledovať ožiarenie pacientov v ktoromkoľvek zdravotníckom zariadení a hodnotiť jeho kumulatívne ožiarenie prostredníctvom tzv. radiačného preukazu pacienta. Radiačný preukaz umožňuje hodnotiť nielen veľkosť ožiarenia pacienta, dodržiavanie diagnostických referenčných úrovní, ale môže slúžiť aj ako vhodný nástroj pri odôvodnení lekárskeho ožiarenia.

### Výsledky

Analýza dát z radiačných preukazov pacientov deteguje tisíce pacientov u ktorých kumulatívne efektívne dávky z diagnostického lekárskeho ožiarenia prevyšujú 100 mSv, čo vyvoláva znepokojenie z dôvodu možného pôsobenia nežiadúcich, najmä stochastických účinkov ionizujúceho žiarenia.

Ukazuje sa, že najväčším zdrojom ožiarenia pacientov sú najmä viacfázové (kontrastné) CT vyšetrenia u onkologických pacientov a pacientov pri diagnostikovaní pankreatitídy. Mnohé zdravotnícke zariadenia používajú všetky štyri CT fázy ( natív, arteriálna fáza, venózna fáza a fáza s oneskorením ), čo nemusí byť vždy optimálne z hľadiska veľkosti ožiarenia pacienta.

### Záver

Využívanie informácií z radiačných preukazov umožňuje odborníkom v oblasti radiačnej ochrany, indikujúcim lekárom, alebo pracovníkom vykonávajúcim lekárske ožiarenie odhaľovať mnohé nedostatky pri odôvodnení a optimalizácii radiačnej ochrany. Naše poznatky potvrdzujú to, čo je uvedené v Smernici 59/2013 , že významný technologický a vedecký pokrok v lekárskej oblasti vedie za posledné desaťročia k významnému zvýšeniu ožiarenia pacientov.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ŠALÁT, Dušan (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)

**Spoluautoři:** LACKO, Michal (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.); ŠALÁTOVÁ, Anna (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)

**Přednášející:** ŠALÁT, Dušan (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína

ID příspěvku: 64

Typ: Přednáška

## Rádiobiologická analýza BRCA pacientov

*úterý 7. listopadu 2023 13:30 (15 minut)*

### Ciel

Cielom našej štúdie je analyzovať výskyt chromozómových aberácií u vysokorizikovej populácie pacientov s geneticky potvrdeným potenciálne patogénnym variantom v génoch BRCA. U týchto pacientov je riziko vzniku niektorých onkologických ochorení (napr. karcinóm prsníka) výrazne zvýšené v porovnaní s bežnou populáciou a vyžaduje si špecifický prístup pri ich diagnostike (mamografia, NM, CT) a liečbe (chemoterapia, rádioterapia) s využitím ionizujúceho žiarenia (IŽ).

### Metóda

Je všeobecne známe, že ionizujúce žiarenie spôsobuje poškodenie DNA a môže vyvolať smrť bunky (deterministický účinok IŽ), čo využívame aj pri liečbe takýchto pacientov (rádioterapia). Zároveň však IŽ môže spôsobiť aj vznik genetických mutácií (stochastický účinok IŽ), ktoré môžu iniciovať vznik nádorových ochorení, leukémiu, alebo dedičné ochorenia. Aby sme mohli analyzovať mieru takýchto poškodení vyvolaných IŽ, využívame najmodernejšiu metódu cytogenetickej analýzy poškodenia buniek v periférnej krvi pacienta. Pomocou fluorescenčných metód (FISH) mikroskopického zobrazenia poškodených chromozómov dokážeme nájsť nielen známe poškodenia, ktoré IŽ vyvoláva (dicentrické a prstencové chromozómy), ale aj trvalé zmeny genetickej informácie tzv. translokácie génov, ktoré môžu naštartovať mutagénne procesy v organizme.

### Výsledky

Predbežné analýzy ukazujú zvýšený výskyt translokácii u BRCA pacientov v porovnaní s bežnou populáciou (kontrolná skupina), čo sme aj očakávali, pretože sa práve BRCA gény podieľajú na oprave dvojvláknových zlomov v štruktúre DNA. Skúmanie miery týchto genetických poškodení a získané vedecké poznatky môžu napomôcť pri optimalizácii diagnostiky a liečby týchto pacientov.

### Závery

Ukazuje sa, že analýza translokácii v génoch pomocou FISH metódy je optimálnym indikátorom genetických poškodení. Rozšírenie štúdie o analýzu ďalších BRCA pacientov nám umožní získať vedecké poznatky, ktoré môžu napomôcť pri optimalizácii diagnostiky (skrining) a liečby pacientov s vysokým rizikom vzniku onkologických ochorení.

## Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ŠALÁT, Dušan (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)**Spoluautoři:** slečna GULAŠOVÁ, Ivana (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.); Dr. MARTINKA, Karol (FN Trenčín); Dr. BELLA, Vladimír (OUSA s.r.o. Bratislava)**Přednášející:** ŠALÁT, Dušan (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska



ID příspěvku: 65

Typ: Poster

## Referenční etalon veličiny emise

*středa 8. listopadu 2023 14:50 (5 minut)*

V první polovině roku 2023 byl vyhlášen referenční etalon emise plošných radionuklidových zdrojů záření alfa a beta vyráběných v Českém metrologickém institutu, který se bude používat ke stanovení hodnoty emise v souladu s normou ISO 8769 (ČSN EN ISO 8769). Tyto emise se měří na velkoplošném bezokénkovém proporcionalním počítači, který se v ČMI používá k výstupní kontrole vyráběných plošných radionuklidových zdrojů aktivity. Realizace referenčního etalonu probíhala v rámci projektu TAČR.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** GREXOVÁ, Karolína**Spoluautor:** SOSNOVÁ, Dominika**Přednášející:** GREXOVÁ, Karolína**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 66

Typ: Poster

## Rádiologické aspekty kontaminácie ochudobneným uránom

*úterý 7. listopadu 2023 12:20 (5 minut)*

V súvislosti s používaním munície s ochudobneným uránom sa vedú spoločenské diskusie ohľadne dopadu na zdravie ľudí a následkov kontaminácie prostredia. V mediálnom prostredí sa objavuje celé spektrum názorov, ktoré na jednej strane neberú rádiologické následky vôbec do úvahy a na druhej strane s použitím tejto munície spájajú zdravotné komplikácie a zvýšený výskyt rakoviny u vojakov a civilistov z krajín, kde došlo k použitiu uránovej munície v minulosti. Média sa snažia vysvetľovať, či sa jedná o jadrovú zbraň, špinavú nálož (dirty bomb), alebo o konvenčnú vysoko-prieraznú muníciu, porovnateľnú s nábojmi s obsahom volfrámu, bez akýchkoľvek pridaných rizík. V príspevku sa uvádzajú informácie o prístupe k hodnoteniu rizika vydaných medzinárodnými organizáciami WHO (World Health Organization) a UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) doplnenú o názory a hodnotenia z odborných publikácií. Sú uvedené rozdiely medzi ochudobneným uránom a prírodným uránom ako zdrojov ožiarenia. Sú analyzované možné situácie ožiarenia s následnou vnútornou kontamináciou vdychovaním aerosólov vytvorených následkom výbuchu.

Tento príspevok vznikol vďaka podpore projektu EU DELISA-LTO (No.101061201).

### Prihlásiť do súťaže

Ne

**Hlavní autor:** HINCA, Róbert (Slovenská technická univerzita v Bratislave)

**Spoluautoři:** STRÍBRNSKÝ, Branislav (Ústav Jadrového a Fyzikálneho Inžinierstva FEI STUBA); Prof. SLUGENĚ, Vladimír (Ústav Jadrového a Fyzikálneho Inžinierstva FEI STUBA)

**Přednášející:** HINCA, Róbert (Slovenská technická univerzita v Bratislave)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 67

Typ: Přednáška

## Spektrometer rychlych neutronov založený na reakcii (n,p)

*čtvrtek 9. listopadu 2023 16:30 (15 minut)*

Neutronový spektrometer založený na konverzi neutrons-protón je určený na podrobnejšie, až bodové mapovanie spektier energií intenzívnejších zdrojov rychlych neutronov (energia nad 1 MeV). Na konverziu neutrons-protón sa použila jadrová reakcia (n,p). Monte Carlo metódou (MC-NPX kód) sa simulovala závislosť účinnosti konverzie monoenergetických rychlych neutronov na spektrá energií protónov. Spektrá energií konverzných protónov tvoria maticu odpovedí potrebnú na výpočet spektier energií neutronov dopadajúcich na filter z materiálov s dostatočne vysokými účinnými prierezmi, ako je napríklad Ni. Integrálne toky protónov sa na spektrum energií neutronov dekonvolovali pomocou iteračného postupu, kód SAND-II.

Navrhovaný spektrometer bol testovaný Monte Carlo simuláciami na spektrách rychlych neutronov izotopického zdroja Am(Be) a neutronového generáto T(d,n).

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** pan FÜLÖP, Marko (ABRS s.r.o.)

**Spoluautoři:** ŠAGÁTOVÁ, Andrea (Slovenská Technická Univerzita, Bratislava, SR); BENKOVSKÝ, Ivan (Univerzita Komenského, Bratislava); RAGAN, Pavol (Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava); GOMOLA, Igor (Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave); FOLTÍNOVÁ, L. (Ekonomická univerzita, Bratislava)

**Přednášející:** RAGAN, Pavol (Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 68

Typ: Přednáška

## Meranie profilov radiačného poľa lineárných urýchľovačov

*pondělí 6. listopadu 2023 17:15 (15 minut)*

Ústav radiačnej ochrany, s. r. o., je organizáciou pre zabezpečovanie radiačnej ochrany a kontroly kvality v zdravotníckych zariadeniach Slovenskej republiky. Jednou z najdôležitejších činností v rámci širokého spektra ponúkaných služieb je vykonávanie preberacích skúšok (PS) a pravidelných skúšok dlhodobej stability (SDS) zdrojov ionizujúceho žiarenia v súlade s povolením Úradu verejného zdravotníctva SR a platnou legislatívou (zákon č. 87/2018 Z. z. a vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 101/2018 Z. z.). Základným predpokladom vykonávania skúšok zdrojov ionizujúceho žiarenia je dostupnosť špecializovaného vybavenia (meracie prístroje, fantómy a príslušenstvo), ktoré zodpovedá národným aj európskym normám a štandardom. V oblasti rádioterapie tvorí podstatnú časť skúšok zariadení na lekárske ožiarenie meranie profilov a hĺbkových kriviek radiačného poľa pomocou vodného fantómu, ktoré je spravidla časovo náročné. V súčasnosti sa na trhu vyskytujú detektory na kontrolu kvality lineárných urýchľovačov vo forme dvojrozmerných platní a tzv. umelej vody, ktoré predstavujú možnosť efektívneho alternatívneho riešenia bez použitia vodného fantómu. Cieľom našej práce je porovnanie merania profilov radiačného poľa lineárných urýchľovačov pomocou vodného fantómu a detektorov IC PROFILER™ a SRS MapCHECK® od spoločnosti Sun Nuclear na základe relatívnych dávkových profilov nameraných na lineárnom urýchľovači Elekta Harmony Pro v Nemocnici Bory, a. s. (Bratislava, 8. 3. 2023). Definujeme a vyhodnotíme najdôležitejšie parametre radiačného poľa získané pomocou uvedených troch metód: stred zväzku, veľkosť poľa, polotieň, homogenita a symetria, a diskutujeme o presnosti, rýchlosti, výhodách aj obmedzeniach merania v kontexte skúšok zdrojov ionizujúceho žiarenia. Na záver uvedieme prehľad a porovnanie ďalších relevantných meracích zariadení od firiem Sun Nuclear, PTW a IBA Dosimetry.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** Dr. BABIČ, Andrej (Ústav radiačnej ochrany, s. r. o.)

**Spoluautoři:** Dr. KAMAS, Dušan (Ústav radiačnej ochrany, s. r. o.); pan VANKO, Erik (Ústav radiačnej ochrany, s. r. o.); ŠALÁT, Dušan (Ústav radiačnej ochrany s.r.o.)

**Přednášející:** Dr. BABIČ, Andrej (Ústav radiačnej ochrany, s. r. o.)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 1. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína

ID příspěvku: 69

Typ: Přednáška

## Validation and development of the G4SEE radiation effect simulation toolkit

*čtvrtek 9. listopadu 2023 14:15 (15 minut)*

G4SEE –Geant4 based Single Event Effect (SEE) simulation toolkit - is being developed at CERN within the Radiation to Electronics (R2E) activity for the whole radiation effects community for a wide range of practical applications. The G4SEE toolkit is a free and open-source code available for all the users. This talk will present the toolkit and mainly its newly implemented features, which are: (a) Dose scoring –it computes the dose for a number of primary particles, enabling the user to score either the Total Dose, or discriminate between Total Non-Ionizing Dose (TNID) and Total Ionizing Dose (TID), (b) Linear Energy Transfer (LET) scoring –for which three different options were implemented based on the function from which the LET is computed and the point (G4Step vs. G4Event) of the simulation run at which the LET is computed, and (c) Energy deposition scoring of different nuclear reactions –this scoring enables to see which interactions are being created during the simulation run and therefore helps the user with better understanding of individual particle (species and energy) contribution. These features were implemented in past year and will be part of

upcoming G4SEE v6.0 release.

Simultaneously, validation efforts with experimental data for the toolkit are carried out, for which dedicated Monte Carlo simulations are being performed. In particular, the toolkit has been validated experimentally by measurements of inelastic energy deposition events of monoenergetic neutrons below 20 MeV. In this talk simulations of diamond detector irradiated with 14.04 MeV and 2.5 MeV neutrons and simulations of SONY CMOS image sensor irradiated with 190 MeV protons will be presented. Simulations of diamond detector has been compared with experimental data measured at PTB and also with results of FLUKA simulations. Simulations for the CMOS image sensor are currently ongoing, performed for the purpose of a proton test campaign which will happen in following year.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** FIALOVÁ, Eva (Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze)

**Spoluautor:** LUCSÁNYI, Dávid (CERN)

**Přednášející:** FIALOVÁ, Eva (Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 70

Typ: Přednáška

## Národní radonová databáze ČR

*pátek 10. listopadu 2023 12:20 (15 minut)*

Národní akční plán pro regulaci ozáření obyvatel z radonu –RANAP, který vstoupil v platnost 1. ledna 2020, je zaměřen na regulaci ozáření obyvatel z radonu v budovách s obytnými nebo pobytovými místnostmi, školských zařízeních, budovách sloužících k zajištění sociálních nebo zdravotních služeb a na pracovištích se zvýšeným ozářením z radonu.

Jedním z dlouhodobých cílů RANAP je „Informovaná a komunikující státní správa, zapojená veřejnost a vzdělání profesionálové“. Dílčím prostředkem je pak i původní a ambiciózní projekt SÚJB na vytvoření národní radonové databáze (NRD), která poskytne prostřednictvím shromážděných dat možnost sledovat a hodnotit vývoj ozáření osob z radonu v budovách, na pracovištích a také údaje o stanovení radonových indexů na pozemcích, radonu ve vodách a stavebních materiálech. Výsledky a data, která byla SÚJB v předchozích letech shromážděna a archivována budou importována do nově vytvořené databáze.

NRD, kromě jiných funkcí, bude skrze automatické procesy, workflow a reporty hodnotit výsledky měření, zpracovávat podání a informovat určené pracovníky a povinné osoby v oblasti radiační ochrany o termínech, úkolech a povinnostech. SÚJB umožní vyváženě plánovat kontrolní činnost, hodnotit a nastavovat procedury, které budou přispívat k regulaci ozáření z radonu. Výsledky bude možné promítat do ucelených celků a propojovat jednotlivé oblasti. V oblasti vod dojde ke změně struktury evidence tak, aby se co nejvíce přiblížila evidenci MZE a ČHMI.

Povinné osoby specifikované Atomovým zákonem musely doposud zasílat různá oznámení či hlášení o měření analogově nebo formou e-mailu. Obrovské množství takto zaslanych dat vedlo posléze k nutnosti jejich zpracování (archivaci) pracovníky SÚJB a SÚRO. NRD umožní a bude vyžadovat průběžné vkládání výsledků a informací prostřednictvím portálu IREG, do kterého se nově budou povinné osoby přihlašovat prostřednictvím NIA ID, což je identifikační prostředek umožňující zaručené prokazování totožnosti při přihlašování k online službám.

Databáze bude spuštěna v roce 2024.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SLOVÁK, Jaroslav

**Přednášející:** SLOVÁK, Jaroslav

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 71

Typ: Přednáška

## Neutronový detektor pro měření kosmického záření a radiačních jevů v bouřích

*čtvrtek 9. listopadu 2023 14:00 (15 minut)*

Kosmické záření v atmosféře generuje velké množství neutronů s energiemi až několik stovek MeV. Neutronová složka kosmického záření je silně ovlivněna kosmickým počasím. Neutrony mohou být také generovány bouřkami. Velký rozdíl v elektrostatickém náboji v bouřkových mracích může vytvořit velký urychlovač částic, který mění intenzitu sekundárního kosmického záření v atmosféře a urychluje elektrony a pozitrony na energie až do desítek MeV. Navíc existují vzácné události spojené s blesky, které generují velké množství urychlených elektronů a pozitronů. Brzdné záření vyvolané těmito vysokoenergetickými elektrony a pozitrony lze často měřit na zemi a dokonce i na satelitech ve vesmíru. Počet generovaných vysokoenergetických fotonů je odhadován na 1017. Brzdné záření může interagovat s vzduchem a půdou fotojadernými reakcemi a generovat neutrony.

Navrhli jsme detektor neutronů schopný měřit rychlé a termální neutrony generované kosmickým zářením a jevy spojenými s bouřkami. Detektor je založen na dvou kapalných scintilátorech, které podporují tvarování impulzů a jsou také obohaceny přírodním bórem. Detektor byl úspěšně nasazen na vysokohorské observatoři na Lomnickém štítu a při měřicí kampani v Athénách.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SOMMER, Marek (Oddělení dozimetrie záření, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.)

**Spoluautoři:** AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); ŠLEGL, Jakub (Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská České vysoké učení technické v Praze); PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR)

**Přednášející:** SOMMER, Marek (Oddělení dozimetrie záření, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 72

Typ: Přednáška

## Problematika stanovení přepočtových koeficientů v oční dozimetrii

*úterý 7. listopadu 2023 9:45 (15 minut)*

Dosavadní konzervativní odhad dávky na oční čočku z celotělového dozimetru je pro vybrané radiační pracovníky již vnímán jako nedostatečný a tak jsou dovybavováni očními dozimetry. Primárně se jedná o lékaře účastnící se delších operací s využitím ZIZ (intervenční radiolog, intervenční kardiolog). Nošení dalšího dozimetru se ukazuje pro řadu lékařů jako nekomfortní a na základě již provedených měření je zřejmé, že nemusí být zaručen ani přesnější odhad dávky na oční čočku a proto jsme se v rámci této studie zaměřily na hledání metody, jak získat takový odhad, který by lépe korespondoval se skutečnou radiační zátěží oční čočky uvažovaných radiačních pracovníků. K měření byly použity termoluminiscenční dozimetry umístěné přímo v místě oční čočky v antropomorfním fantomu (ATOM typ 701 -D). Současně s měřením dávky na oční čočku byl fantom vybaven i standartním celotělovým dozimetrem umístěným na referenčním místě. Zpřesnění odhadu by mělo být realizováno tím, že hodnoty dávky byly měřeny pro 7 klinicky nejpoužívanějších geometrií, které se skutečně využívají při intervenčních výkonech. Pak z poměru změřených hodnot dávky na oční čočku a celotělového dozimetru a uvážením zastoupení jednotlivých geometrií by mělo být možné v klinické praxi stanovit dávku na oční čočku přepočtem z osobního dávkového ekvivalentu  $H_p(10)$  z celotělového dozimetru.

Financováno z IG204701 Nemocnice Na Homolce.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** TAMÁŠOVÁ, Jana (Nemocnice Na Homolce); paní BOROVIČKOVÁ, Lenka (Nemocnice Na Homolce); BALOGOVÁ, Zdenka

**Přednášející:** BALOGOVÁ, Zdenka

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína



ID příspěvku: 73

Typ: Přednáška

## Proč (ne)zrušit přijímací zkoušky a zkoušky dlouhodobé stability zdrojů ionizujícího záření ve zdravotnictví

*pondělí 6. listopadu 2023 17:00 (15 minut)*

“Acceptance”, “commissioning” a periodické kontroly kvality jsou normálně jednou z hlavních odpovědností radiologických fyziků (RF) a tedy kvalifikovaný (klinický) RF by neměl mít vůbec problém tyto činnosti zvládnout. Kvalifikaci získává “atestací”. Aktuální systém, minimálně v případě zkoušek dlouhodobé stability (ZDS), dubluje tento “standardní” koncept “odpovědnosti RF”, což m.j. vede minimálně ke složitostem jako např., že “ZDS se doporučuje provádět v polovině času mezi ročními zkouškami provozní stálosti (ZPS)”. Trendem (dílčích změn) relevantní legislativy posledních let je určitě posilování role lokálních RF a to i v rámci systému PZ a ZDS, což dále zpochybňuje smysl udržování paralelní kvalifikace (zvláštní odborná způsobilost –ZOZ) a tří kategorií zkoušek zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) ve zdravotnictví. Toto jsou základní argumenty pro revizi celého systému včetně zvážení kompletního zrušení PZ, ZDS a příslušné ZOZ. V případě pochybností (zejména SÚJB jako gestora legislativy) o dostatečné úrovni “atestace” lze určitě zvážit a prosadit revizi specializačního vzdělávání (vedoucího k “atestaci”) včetně (zavedení praktické) zkoušky jako efektivnější systém –bez duplicitní kvalifikace (ZOZ). Navíc stávající systém kontrol/inspekci včetně povinnosti předkládat dokumentaci k ZPS dává víc než dostatečné možnosti ohlídat kvalitu pracoviště včetně reálné kompetence pracovníků i provedených ZPS. Související systém kategorizace odbornosti pro ZOZ resp. zkoušky ZIZ, definovaný nad rámec právních předpisů, vykazující snahu o hlubokou diferenciaci, navíc s častými změnami, které přirozeně mohou zpochybňovat odbornosti dosavadních osvědčení, také nepřispívá k robustnosti a důvěryhodnosti celého systému. Pokud má být systém ZOZ zachován, tak jednodušší a robustnější systém kategorizace odborností by byl přínosem. Motivací tohoto příspěvku je otevření širší diskuze se zvážením revize systému, která by mohla/měla vést k vyšší efektivitě, jednoduchosti, robustnosti a důvěryhodnosti a to bez újmy na šířce i hloubce pokrytí kontrol kvality ZIZ ve zdravotnictví.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** DVOŘÁK, Pavel (KDAIZ, ČVUT FJFI)**Přednášející:** DVOŘÁK, Pavel (KDAIZ, ČVUT FJFI)**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 74

Typ: Přednáška

## Nové možnosti monitoringu nanopartikulí kyseliny hyaluronové v radiobiologii

*úterý 7. listopadu 2023 14:30 (15 minut)*

Cílem naší práce je objasnit mechanismy interakce modifikovaných nanočástic vyrobených z kyseliny hyalurové v organismu a popsat jejich účinnost při radiačně indukovaném poškození. Cílenější zaměření naší práce je především na radiační poškození plic, protože expozice plic ionizujícímu záření vede k nevratné fibrotizaci plicní tkáně – radiační fibróze, která je často vedlejší komplikací po radioterapii v oblasti hrudníku.

Kyselina hyaluronová je polysacharid, který je hlavní složkou extracelulární matrix. V organismu se účastní regulací různých biologických buněčných a reparačních procesů. Jedním z jejich možných uplatnění v biomedicině je oblast radioprotekce, kdy využíváme aplikace čistých nebo funkcionalizovaných nanočástic (např. s mitigátory nebo radioprotektivními látkami) pro zmírnění / eliminaci radiačního poškození.

Byla provedena rozsáhlá in vitro studie odpovídající na otázky bezpečnosti nanopartikulí kyseliny hyaluronové a jejich stability po interakci s ionizujícím zářením. Po slibných výsledcích jsme přešli na studie na experimentálním myším modelu, kde byly ustanoveny jednotlivé techniky pro monitoring interakce nanopartikulí kyseliny hyaluronové se savčím organismem.

Kromě změn v hlavních lymfocytárních populacích jsme se zaměřili na vizualizaci vazby nanopartikulí s buňkou pomocí fluorescenční mikroskopie, dále jejich detekci pomocí metody průtokové cytometrie a v neposlední řadě na optické zobrazení pomocí in vivo celotělového imaging přístroje IVIS® Spectrum System. Sdělení se zaměří na ukázky detekce nanopartikulí výše uvedenými metodami.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** ŠINKOROVÁ, Zuzana (Univerzita obrany)

**Spoluautoři:** Dr. ŠINKORA, Jiří (Becton Dickinson Czechia, s.r.o.); Dr. JANDOVÁ, Lenka (Lékařská fakulta UK, Hradec Králové); Dr. ČÍŽKOVÁ, Jana (Univerzita obrany); BÍLKOVÁ, Zuzana (Univerzita Pardubice); KORECKÁ, Lucie (Univerzita Pardubice); MATĚJKOVÁ, Nikola (Univerzita Pardubice); Dr. CARRILLO, Anna (Univerzita Pardubice)

**Přednášející:** ŠINKOROVÁ, Zuzana (Univerzita obrany)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 75

Typ: Poster

## Rizika a nejistoty detekce gamma-H2AX pro účely biodozimetrie

*středa 8. listopadu 2023 12:10 (5 minut)*

Fosforylace jaderného histonu H2AX reprezentuje jeden z klíčových procesů reparace poškození DNA účinkem ionizujícího záření (IZ), který nastává v průběhu několika minut a přetrvává až několik hodin po ozáření. Účinkem absorpce určitého množství energie IZ dochází ke zvýšení počtu indukovaných dvojitých zlomů na DNA a tím i ke zvýšení exprese histonu gamma-H2AX. Díky dostupnosti specifických monoklonálních protilátek proti fosforylované formě histonu je možné stanovit míru exprese v závislosti na čase či absorbované dávce IZ. Lineární dávková závislost fosforylace histonu H2AX byla u lidských periferních krevních lymfocytů prokázána *in vitro* i *in vivo*. Histon gamma-H2AX byl s úspěchem použit nejen v případě homogenního celotělového, ale také k průkazu parciálního ozáření u potkanů. Vysoké senzitivity stanovení míry fosforylace H2AX dosahuje metoda konfokální mikroskopie. Tato metoda je ovšem náročná jak na čas (více jak 24 hodin), tak také na vybavení laboratoří a odborné zkušenosti personálu. Alternativou je stanovení gamma-H2AX metodou průtokové cytometrie, kterou lze realizovat v jakémkoliv hematologické laboratoři s běžným i jedno-laserovým průtokovým cytometrem a výsledky lze získat do tří hodin po odběru krve. Tato technika však s sebou nese svá úskalí, která je nutno v případě využití gamma-H2AX jako biodozimetrického ukazatele absorbované dávky IZ zohlednit. Důležitým parametrem, který významně ovlivňuje výsledky analýz, je čas odběru krve, protože gamma-H2AX dosahuje maxima v rozsahu 10-30 minut po ozáření. S tím souvisí i způsob uchovávání vzorků po odběru. Vzhledem k tomu, že průtoková cytometrie je metodou relativní, která neumožňuje stanovení počtu lézí DNA, ale poskytuje výhradně informaci o intenzitě fluorescence, jsou exaktní výstupní data ovlivněna nejen nastavením přístroje, ale také použitým fluorochromem i šarží specifické monoklonální protilátky. Naše data dále prokázala, že fosforylace H2AX vykazuje signifikantní rozdíly v případě ozáření rozdílnými dávkovými příkony. Cílem této práce bylo zhodnotit výhody i nevýhody metody detekce gamma-H2AX metodou průtokové cytometrie a navrhnout řešení případných sporných oblastí, které ovlivňují kvalitu a možnosti využití gamma H2AX jako biodozimetrického ukazatele.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** paní UTTENDORFSKÁ, Kateřina (Univerzita Pardubice); ANDREJSOVÁ, Lenka (Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Hradec Králové)

**Spoluautoři:** LIEROVÁ, Anna (Katedra radiobiologie, Fakulta vojenského zdravotnictví, UO); ČÍŽKOVÁ, Jana; paní BACÍLKOVÁ, Karolína (Univerzita Pardubice); ŠINKOROVÁ, Zuzana (Univerzita obrany)

**Přednášející:** ANDREJSOVÁ, Lenka (Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Hradec Králové)

**Zařazení sekce:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

**Tematická klasifikace:** Dozimetrie zevního a vnitřního ozáření

ID příspěvku: 76

Typ: Přednáška

## Problematika monitorování rodinných příslušníků pacientů po podané terapii Lu-177

*úterý 7. listopadu 2023 10:00 (15 minut)*

Pro stanovení osobních dávek z hlediska veličiny  $H_p(10)$  slouží osobní dozimetry, které jsou rutinně nošeny na referenčním místě (levá horní část hrudníku). Při určitých geometriích pacienta po luteciové terapii a jeho ošetřující osoby může být však maximální ozáření této ošetřující osoby i na jiných částech těla. Z tohoto důvodu je vhodná optimalizace radiační ochrany ozáření osob, které přijdou do kontaktu s naaplikovaným pacientem, a to na základě dozimetrického monitorování ozáření nejen celého těla, u něhož se zohlední dominantní směr ozáření, ale také rukou.

V pilotních experimentech byly proto použity laboratorní pláště, na kterých byly ve 29 pozicích (hrud, břicho, rukávy, záda) našity dvojice termoluminiscenčních dozimetrů (TLD) typu MCP-7 a MCP-Ns. Těmito plášti spolu s elektronickými dozimetry byli vybaveni rodinní příslušníci, kteří doprovázeli pacienta na terapii pomocí radiofarmaka značeného Lu-177 či byli jeho ošetřující osobou po dobu 1 týdne, která se zdržovala ve vzdálenosti menší než 1-2 metry od pacienta.

Na základě monitorování pomocí pláště s TLD lze detailněji zjistit, které části ošetřující osoby pacienta jsou vystaveny větší expozici. Díky této znalosti je případně možné navrhnout vhodnější kroky, které by mohly vést ke snížené expozice ošetřující osoby.

Poděkování: Příspěvek byl částečně podpořen z grantu SGS23/086/OHK4/1T/17

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** HUDZIETZOVÁ, Jana (FBMI ČVUT v Praze)

**Spoluautoři:** FÜLÖP, Marko (ABRS, s.r.o); GOMOLA, Igor (Slovenská zdravotnícka univerzita); NEMČEK, Peter (Izotopcestrum.s.r.o); MRÁZ, Milan (FBMI ČVUT v Praze); SABOL, Jozef (PAČR); RAGAN, Pavol (Slovenská zdravotnícka univerzita)

**Přednášející:** HUDZIETZOVÁ, Jana (FBMI ČVUT v Praze)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

ID příspěvku: 77

Typ: Poster

## Metrologický projekt TraMeXI: Návaznost v dozimetrii rentgenového zobrazování v medicíně

*pondělí 6. listopadu 2023 17:45 (5 minut)*

Rentgenové zobrazování v medicíně tvoří největší složku ozáření z umělých zdrojů ionizujícího záření. Důsledná kvantifikace dávky pomocí kalibrovaného dozimetrického zařízení je nezbytná pro zajištění bezpečnosti pacientů. Současné postupy používané kalibračními laboratořemi, založené na příslušných standardech a mezinárodních protokolech, plně nezohledňují nejnovější technický vývoj v oblasti rentgenového zobrazování.

Český metrologický institut (ČMI) se účastní evropského metrologického výzkumného projektu TraMeXI (Traceability in medical X-ray imaging dosimetry; 2023-2026), který se zabývá posouzením stávajících podmínek pro kalibraci dozimetrů a návrhem aktualizovaných měřicích postupů. Hlavními cíli projektu jsou a) řešení polí rentgenového záření v současnosti používaných v lékařském zobrazování a návrh aktualizace referenčních kvalit rentgenového záření pro budoucí revizi relevantních norem, např. IAEA TRS-457, a b) testování několika vybraných rentgenových multimetrů a návrh harmonizovaného postupu jejich kalibrace. ČMI se v projektu zabývá zejména měřeními a Monte Carlo výpočty rentgenových spekter a přípravou normativních dokumentů.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ŠOLC, Jaroslav (Český metrologický institut)

**Spoluautoři:** ŠMOLDASOVÁ, Jana (Český metrologický institut); pan SOCHOR, Vladimír (Český metrologický institut)

**Přednášející:** ŠMOLDASOVÁ, Jana (Český metrologický institut)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 1. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína

ID příspěvku: 78

Typ: Poster

## Metrologický projekt GuideRadPROS: Implementace norem pro dozimetry pro radiační ochranu

*středa 8. listopadu 2023 14:55 (5 minut)*

Nedávná aktualizace normy ISO 4037 pro fotonová referenční radiační pole určená pro radiační ochranu představuje ve spojení s novými veličinami radiační ochrany definovanými v ICRU 95 významné výzvy pro kalibrační laboratoře a průmysl. Již při prvotní implementaci se objevily závažné problémy, které je nutné vyřešit, jako například vyjmutí konverzních koeficientů pro radionuklid Am-241. Český metrologický institut (ČMI) se účastní evropského metrologického výzkumného projektu GuideRadPROS (Harmonisation, update and implementation of standards related to radiation protection dosimeters for photon radiation; 2023-2026), jehož cílem je poskytnout pokyny a protokoly pro konzistentní a harmonizovaný přístup k měřením a kalibracím pro účely radiační ochrany podle normy ISO 4037. Dílčími úkoly projektu jsou vyhodnocení nesrovnalostí ve stanovení polotloušťky (HVL) různými přístupy, vývoj validovaných postupů a návodů pro typové zkoušky a pro kalibraci dozimetrů a stanovení jejich odezvy jako funkce energie fotonů, vytvoření návodu pro implementaci nových operačních veličin ICRU 95 do norem a harmonizace spektrometrických technik mezi metrologickými instituty za účelem stanovení charakteristických referenčních polí používaných pro kalibrace v radiační ochraně. ČMI do projektu přispívá primárně měřeními a Monte Carlo výpočty rentgenových spekter a přípravou normativních dokumentů.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** ŠMOLDASOVÁ, Jana (Český metrologický institut)**Spoluautoři:** ŠOLC, Jaroslav (Český metrologický institut); SOCHOR, Vladimír (Český metrologický institut)**Přednášející:** ŠMOLDASOVÁ, Jana (Český metrologický institut)**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 79

Typ: Přednáška

## Skutočné nebezpečnostvo v dôsledku vypúšťania odpadových vôd z Fukušimy do oceánu

*pondělí 6. listopadu 2023 16:15 (15 minut)*

K riadenému vypúšťaniu odpadových vôd s malým množstvom rádioaktívneho trícia dochádza pravidelne v jadrových lokalitách po celom svete. Odpadová voda vo Fukušime bola upravená, aby sa znížili ďalšie nebezpečnejšie rádioaktívne prvky na takmer nezistiteľne nízku úroveň. Ale trícium vo forme „tritiovej vody“ je extrémne ťažké a nákladné oddeliť od bežnej nerádioaktívnej vody. Takže jadrové zariadenia po celom svete – vrátane Veľkej Británie, Číny a Južnej Kórey, vypúšťajú zriadenú odpadovú vodu do morí, riek a jazier. To sa deje desiatky rokov bez výraznejších vplyvov. Napríklad prepracovacie zariadenie v La Hague uvoľňuje do Lamanšského prielivu ročne asi 10 000 TBq trícia. Dávky žiarenia z toho sú veľmi nízke a neexistujú žiadne dôkazy o významných dopadoch na ekosystém. Plánované vypúšťanie z Fukušimy 22 TBq ročne do Tichého oceánu je asi 450-krát nižšie ako vypúšťanie z La Haagu a 50-krát nižšie ako vypúšťanie z britského jadrového komplexu v Sellafield. Boli vznesené tvrdenia o významných rizikách pre ekosystém Tichého oceánu z plánovaného vypustenia z Fukušimy. Tie však nie sú založené na vedeckých dôkazoch. Koncentrácia trícia v odpadovej vode bude okolo 1500 Bq/l, čo je asi 7-krát menej, než je odporúčaný limit pre trícium v pitnej vode Svetovou zdravotníckou organizáciou.

V referáte sú diskutované potenciálne dopady triciovej vody do oceánu v súvislosti s názormi, ktoré bez príslušných analýz varujú pred nebezpečím a dosledkami takéhoto riešenia likvidácie odpadových vod z poškodených jadrových elektrární vo Fukušime. Na tomto mieste je na mieste zdorazniť dopad ďalších zdrojov ožiarovania obyvateľstva, proti ktorým je príspevok z „fukušimskej“ vody kontaminovanej triciom v zásade zanedbateľný a nepredstavuje žiadne nebezpečie. Tieto závery však niektorí spochybňujú hlavne preto, že neuvažujú skutočné príslušné procesy, ktoré sa musia brať v úvahu pri odhade reálnej koncentrácie zriadenej vody trícia v oceáne a jeho zložitej cesty do organizmu človeka, kde sa nakoniec realizuje ožiarovanie kvantifikované úvazkom efektívnej dávky. Jej hodnota je smerodajným parametrom určenia miery poškodenia ľudského organizmu v dôsledku ožiarovania.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** FÜLÖP, Marko (ABRS s.r.o.); GOMOLA, Igor (Slovenská zdravotnícka univerzita); HUDZILETOVÁ, Jana (ČVUT v Praze, FBMI); RAGAN, Pavol (Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava); Dr. SABOL, Jozef (Policejní akademie ČR v Praze)

**Přednášející:** RAGAN, Pavol (Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání



ID příspěvku: 80

Typ: Poster

## Aktivace detektorů v klinickém protonovém svazku

*středa 8. listopadu 2023 15:00 (5 minut)*

Aktivace materiálů v okolí protonových urychlovačů přispívá k ozáření pracovníků. Radionuklidy vzniklé tímto procesem lze zkoumat pomocí gama spektrometrie, pokud se nepřeměňují pouze beta přeměnou. Tato práce se zabývá teoretickým rozborem radionuklidů vznikajících v okolí protonových urychlovačů v důsledku aktivace a spektrometrickým měřením neozářených ionizačních komor cylindrického typu Exradin A12 ion chamber a PTW Farmer type 30012 ion chamber pomocí polovodičového HPGe detektoru.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KROUPAROVÁ, Andrea**Přednášející:** KROUPAROVÁ, Andrea**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 81

Typ: Zvaná přednáška

## SúčasnÉ trendy v radiačnej ochrane pri lekárskych ožiareniah

*úterý 7. listopadu 2023 8:30 (30 minut)*

System radiačnej ochrany zakotvený v odporúčaniah ICRP, IAEA, a v Direktívah EU je založený predovšetkým na vylúčení deterministických účinkov ožiarenia a udržiavani stochastických účinkov na čo najnižšej dosiahnuteľnej úrovni, ale súčasne sa extrémne usiluje o vývoj stratégie zohľadňujúcej ďalšie aspekty zlepšenia bezpečnosti zdravotnej starostlivosti o pacienta. V tejto stratégii je jednou z kľúčových úloh aj zapojenie pacienta a jeho rodiny do diskusie o výhodách a rizikách lekárskeho ožiarenia a poskytnúť im informácie o podstate potenciálneho poškodenia, ako aj ich možností podporiť efektívnejšie riešenia radiačnej ochrany. V prednáške bude prezentovaný Globálny akčný plán pre bezpečnosť pacientov, iniciovaný Svetovou Zdravotníckou Organizáciou v roku 2021 a podporený šiestimi mimovládnyimi organizáciami, ktoré sa zaviazali posilniť úsilie o zvýšenie bezpečnosti ožiareného pacienta. Ďalším aktuálnym trendom v radiačnej ochrane je povinnosť zabezpečiť, aby pacienti mali prístup k informáciám o veľkosti nimi obdržanej dávky žiarenia a tiež aby sa im umožnilo pochopiť čo znamená údaj o ožiarení v ich zdravotnom zázname, podobne ako majú prístup k popisu predpísaných liekov, vyšetrovacím postupom a informáciám o zdravotnej starostlivosti (ICRP TG 109 Ethics in Radiological Protection for Medical Diagnosis and Treatment).

Pacienti sa stávajú súčasťou rozhodovacieho procesu o svojej starostlivosti tým, že sú im poskytnuté jasné informácie, ktoré im umožnia participovať a zapojiť sa do skutočných rozhodnutí. Poskytovanie včasných a vhodných informácií je tiež prostriedok k vytvoreniu primeraného vzťah u dôvery medzi pacientom a personálom rádiologického oddelenia. V prezentácii poukážeme na nedávno publikovaný materiál (IAEA Safety Report Series No.112 Patient Radiation Exposure Monitoring in Medical Imaging), ktorý pomáha získať jednotný odhad celkového rizika v rámci procesu vychádzajúceho z diagnostického alebo intervenčného cieľa . Pri riešení radiačného rizika aj klinického rizika je optimalizácia charakterizovaná spôsobom zameraným na pacienta. Monitorovanie radiačnej expozície pacienta zahŕňa komponenty, mechanizmy a prevádzkové procesy súvisiace so zaznamenávaním, zhromažďovaním a analýzou údajov o radiačnej záťaži pacienta spojených s operáciou klinického zobrazovania. Na slovenských rádiologických pracoviskách je potrebné vyzdvihnúť že informácie o veľkosti ožiarenia pacientov sa zaznamenávajú v elektronickom systéme, ktorý eviduje vek, pohlavie a hmotnosť pacienta, ako aj potrebné expozičné údaje z každého vyšetrenia, realizuje výpočet dávky ožiarenia pacienta a okrem zabezpečenia možnosti ustanovenia DRÚ a ich dodržiavanie, ako aj dlhodobej histórie ožiarenia pacienta , čo môže významne prispieť k jeho rýchlejšiemu zapojeniu do spoluúčasti na zvýšení bezpečnosti zdravotnej starostlivosti o pacienta.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** NIKODEMOVÁ, Denisa (Komisia MZ SR pre zabezpečenie kvality v rádiológii , radiačnej onkológii a v nukleárnej medicíne)

**Přednášející:** NIKODEMOVÁ, Denisa (Komisia MZ SR pre zabezpečenie kvality v rádiológii , radiačnej onkológii a v nukleárnej medicíne)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína

ID příspěvku: 82

Typ: Přednáška

## Zajištění lidských zdrojů v návaznosti na plánovaný rozvoj jaderné energetiky v ČR

*pondělí 6. listopadu 2023 14:45 (15 minut)*

ČEZ výrazně zrychluje přechod k budoucí bezemisní energetice. Akcelerovaná strategie „VIZE 2030 – Čistá Energie Zitřka“ definuje strategické cíle Skupiny ČEZ do roku 2030 zohledňující dekarbonizační vizi Evropské unie a stanovuje konkrétní postupy v oblasti společenské odpovědnosti a udržitelného rozvoje. Intenzivní rozvoj jaderné energetiky patří mezi důležité nástroje k naplnění těchto ambiciózních snah. Skupina ČEZ v této souvislosti plánuje realizaci řady konkrétních projektů obsahující dostavbu nového jaderného bloku v Dukovanech, výstavbu malých modulárních reaktorů (SMR), nebo navýšení bezpečné výroby ze stávajících jaderných zdrojů, průměrně nad 32 TWh a dosažení šedesátileté životnosti.

Klíčovým předpokladem rozvoje bezpečné a udržitelné jaderné energetiky je i zajištění dostatečných lidských zdrojů, zahrnující vysoce kvalifikované odborníky nejrůznějších technických oborů, včetně expertů jaderné bezpečnosti nebo radiační ochrany. Společnost ČEZ si je této podmínky velice dobře vědoma a prostřednictvím svých strategických náborových aktivit i vzdělávacích akcí se výchově odborníků věnuje dlouhodobě. Nicméně, k dosažení výše definovaných cílů v oblasti lidských zdrojů bude, vedle dosavadních dobrých praxí, nadále velmi důležité hledat další nová inovativní řešení. Při hledání těchto řešení bude nezbytné rozvíjet a prohlubovat dosavadní úspěšnou spolupráci všech klíčových aktérů, a to nejen z oblasti školství a energetického průmyslu, ale i například z pohledu stání energetické koncepce nebo národního jaderného regulátora.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KAŇKOVSKÝ, Josef (ČEZ, a.s.)**Spoluautor:** MÁCA, Martin**Přednášející:** KAŇKOVSKÝ, Josef (ČEZ, a.s.)**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 83

Typ: Zvaná přednáška

## Radiační ochrana od 19.do 21. století.

*pondělí 6. listopadu 2023 13:30 (30 minut)*

Radiační ochrana se vyvíjela v závislost na objevech a vynálezech, které lidstvu přinesly pokrok, ale které také způsobily lidem vážné poškození zdraví. Koncem 19. a začátkem 20. století šlo zejména o rentgen , kdy se velmi záhy objevila radiační dermatitida a další poškození zejména prstů. Záhy po objevu radia byla objevena možnost ozařování nádorů, ale objevily se též příznaky akutního poškození, zejména při nadměrném a někdy nezdůvodněném použití. Typickým a tragickým příkladem jsou ženy, které malovaly číselníky přístrojů luminiscenčními barvami. Tyto případy vedly již od samotných začátků k určitým regulacím, které již před 2.světovou válkou byly předmětem jednání a vydávaných doporučení nevládních organizací jako ICRP a předchůdců ICRU. S objevem štěpení a později s vývojem jaderných zbraní se radiační ochrana musela zaměřovat na mnohem širší oblast jak pracovníků, tak obyvatelstva, zatímco dříve se týkala převážně pracovníků ve zdravotnictví. Významnou změnou v šedesátých a sedmdesátých letech byl objev stochastických účinků. Do této doby šlo o ochranu před akutními účinky, ochrana před stochastickými účinky sebou přinesla zcela novou filosofii –principy jako ALARA. Postupně pak došlo k základním principům, používaným dodnes –zdůvodnění každé praxe (justification), optimalizace a limitování). Významné role ve vývoji přístupů k ochraně před zářením má kromě ICRP (Mezinárodní výbor pro radiační ochranu) UNSCEAR (Vědecký výbor pro účinky atomového záření při OSN) a Mezinárodní atomová agentura.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** MALÁTOVÁ, Irena (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Přednášející:** MALÁTOVÁ, Irena (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 84

Typ: Poster

## Monitorování radionuklidů v okolí JE Temelín v letech 2000–2022

*středa 8. listopadu 2023 10:35 (5 minut)*

Zajímavý soubor dat hmotnostních koncentrací Cs-137 ve vzorcích lesního humusu, kůry borovice, mechu, borůvek a hub za více než 20 let monitorování umožňuje spolu s měřením polí fotonového záření na vybraných bodech monitorovací sítě sledovat nezávisle radiační situaci v okolí JE Temelín. Celkem bylo za dobu monitorování odebráno a změřeno více než 3700 vzorků a provedeny stovky měření gama spektrometrie in situ. Měřené a kontinuálně klesající koncentrace Cs-137 pocházejí z doby po havárii v černobylské jaderné elektrárně a sledování poklesu koncentrací odpovídá úbytku radioaktivity v životním prostředí s časem v závislosti na podmínkách v daném monitorovacím bodě.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** THINOVÁ, Lenka (FJFI ČVUT v Praze)**Spoluautoři:** KLUSOŇ, Jaroslav (KDAIZ FJFI ČVUT v Praze); JOHNOVÁ, Kamila (KDAIZ FJFI ČVUT v Praze); KORÍSTKA, Ondřej; MOŽNAR, Radim (FJFI ČVUT v Praze)**Přednášející:** THINOVÁ, Lenka (FJFI ČVUT v Praze)**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

ID příspěvku: 85

Typ: Přednáška

## Prehľad počtu vykonaných vyšetrení v jednotlivých rádiologických modalitách na Slovensku, v rokoch 2019-2022

*úterý 7. listopadu 2023 9:00 (15 minut)*

Lekárske ožiarenie najvýznamnejšie prispieva k ožiareniu obyvateľstva. V súlade so základnými princípmi radiačnej ochrany je nevyhnutné lekárske ožiarenia obmedzovať prostredníctvom dôslednejšieho odôvodnenia vyšetrení a radiačnú záťaž znižovať pomocou optimalizácie ožiarenia. Tento účel je možné splniť iba na základe štatisticky spracovaných údajov o počte výkonov, preto v príspevku poskytujeme prehľad spracovaných dát zhromaždených zo všetkých dostupných zdrojov na území SR so zvláštnym dôrazom na narastajúci počet vyšetrení výpočtovou tomografiou. V našom príspevku budeme ako najvýznamnejšie hodnotiť počítačovú tomografiu a mamografiu vrátane skrínigovej mamografie za obdobie 2015 - 2022. Dáta boli publikované v UNCSEAR. **POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIA** je neodmysliteľnou súčasťou moderných diagnostických metód. Z údajov vyplýva, že aplikácia počítačovej tomografie v oblasti diagnostiky má stúpajúcu tendenciu. V roku **2022** sa vykonalo **724 976** oproti roku 2015 kedy sa vykonalo o **133 035** menej vyšetrení. Podľa najnovších údajov OECD sa vo svete využíva cca. 30 CT prístrojov na 1 milión obyvateľov, čo predstavuje v priebehu posledných 10 rokov nárast, o viac ako 43%. Od roku **2015** do **2022** stúpol v SR počet využívaných CT prístrojov z 90 na 114. Dôležité údaje sú aj z oblasti mamografického skrínigingu, kde sa môžu vyšetrenia uskutočniť iba na pracoviskách overených klinickým auditom. V roku **2022** podstúpilo mamografické vyšetrenie **255 954** pacientov čo je oproti roku **2015** pokles o **10 641** pacientov. Napriek tejto skutočnosti v oblasti mamografického skrínigingu nastal skoro dvojnásobný nárast. V roku **2021** podstúpilo vyšetrenie mamografického skrínigingu iba **13 948** pacientiek a v roku **2022** s **26 964**. Podľa dostupných údajov v roku 2022 podstúpilo vyšetrenie pomocou metód využívaných v rádiológii **3 613 486** pacientov. Z pohľadu stúpajúcej tendencie v počte aplikácií rádiologických modalít a požiadaviek radiačnej ochrany pre tieto aplikácie je veľmi dôležité, aby indikujúci lekár dôsledne zvažil indikáciu daného vyšetrenia, najmä ak ide o ženu vo fertilnom veku. Dôležité je aj optimalizovať vyšetrenia a dodržiavať diagnostické referenčné úrovne. Údaje o počte vyšetrení s využitím počítačovej tomografie poukazujú na nevyhnutnosť významného obmedzovania prípadných neodôvodnených indikácií. Z daných skutočností vyplýva aj dôležitosť sústavného vzdelávania zdravotníckeho personálu v oblasti radiačnej ochrany.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** paní ZUBÁKOVÁ, Anita (Odbor zdravotnej starostlivosti, Sekcia zdravia, Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky Limbová 2, P.O. BOX 52, 837 52 Bratislava, SR); Dr. NIKODEMOVÁ, Denisa (Komisia pre zabezpečenie kvality v rádiodiagnostike, radiačnej onkológii a v nukleárnej medicíne Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky Limbová 2, P.O. BOX 52, 837 52 Bratislava, SR); Dr. HORVÁTHOVÁ, Martina (Fakulta zdravotníctva a sociálnej práce, Trnavská univerzita v Trnave, Univerzitné námestie 1, 918 43 Trnava, SR); Dr. GOMOLA, Igor (Fakulta verejného zdravotníctva, Oddelenie radiačnej hygieny, Slovenská zdravotnícka

univerzita v Bratislave, Limbová 12, Bratislava, 833 03, SR)

**Přednášející:** Dr. NIKODEMOVÁ, Denisa (Komisia pre zabezpečenie kvality v rádiodiagnostike, radiačnej onkológii a v nukleárnej medicíne Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky Limbová 2, P.O. BOX 52, 837 52 Bratislava, SR)

**Zařazení sekce:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína 2. část

**Tematická klasifikace:** Rentgenová diagnostika, radioterapie a nukleární medicína



ID příspěvku: 86

Typ: Přednáška

## Radiouhlíkové datování v boji proti kriminalitě páchané na chráněných živočišných druzích

*čtvrtek 9. listopadu 2023 13:00 (15 minut)*

Pytláctví a nelegální obchod s ohroženými živočichy a rostlinami je závažný trestný čin, který nahrává riziku přenosu zoonóz, má ničivé dopady na legální ekonomiku států a v krajním případě je příčinou vymírání některých druhů. Příslušná legislativa většinou stanoví přelomový rok původu artefaktů z tkání ohrožených druhů, který rozhoduje, zda je takový artefakt obchodovatelný, tedy dostatečně starý, nebo ne. Jako nástroj k získání evidence je často jedinou možností radiouhlíkové datování.

Vlivem atmosférických testů jaderných zbraní došlo v polovině 20. století k prudkému zvýšení aktivity  $^{14}\text{C}$ , které se na radiouhlíkové kalibrační křivce projevuje výrazným maximem, tzv. bombovým píkem. Strmé části kalibrační křivky znamenají pro radiouhlíkové datování příslušných vzorků možnost velkého časového rozlišení. Na druhou stranu datování takových vzorků poskytuje téměř vždy dvojznačný výsledek, neboť dojde k průmětu výsledku stanovení  $^{14}\text{C}$  na rostoucí i klesající část kalibračního bombového píku.

V případě zkoumání tkání zvláště chráněných druhů je možným řešením analýza alespoň dvou vzorků ve známém relativním chronologickém vztahu (mladší/starší), což většinou umožňuje vyloučit jeden z průmětových intervalů a zúžit výsledek datování. Příspěvek představí možnosti relativní chronologie různých tkání i druhů.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** PACHNEROVÁ BRABCOVÁ, Kateřina; KUFNEROVÁ, Jitka (Ústav jaderné fyziky AV ČR); PETROVÁ, Markéta (Ústav jaderné fyziky AV ČR); JOHN, David (Ústav jaderné fyziky AV ČR); VALÁŠEK, Vojtěch (UJF AV ČR); SVĚTLÍK, Ivo (ÚJF AV ČR, v.v.i.)

**Přednášející:** PACHNEROVÁ BRABCOVÁ, Kateřina

**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 89

Typ: Přednáška

## Predikce odpovědi nádorové tkáně na radioterapii na základě hladiny proteinu p53 v ozářených buňkách

*úterý 7. listopadu 2023 14:45 (15 minut)*

Protein p53 je významným supresorem nádorů a hraje roli jako transkripční faktor, který řídí expresi asi 60 genů. Mutace genu tohoto proteinu jsou přítomny u více než poloviny nádorů a vedou ke změně normálních buněčných procesů, ovlivňují pohyblivost a invazi buněk. Tento důležitý protein reguluje v živých buňkách řadu klíčových procesů, jako například zastavení buněčného cyklu, opravy poškození DNA, indukci apoptózy, stárnutí a nebo přežití buněk. Mnoho, ale ne všechny buněčné linie vykazují po ozáření oscilační dynamiku proteinu p53.

V této studii jsme zkoumali vliv nízkých dávek záření na oscilační dynamiku proteinu p53. Buněčná linie rakoviny prsu MCF7 byla ozářena Co-60 gama zářením. Hladiny proteinu v ozářených buňkách byly detekovány Western blot analýzou. Rovněž byly stanoveny hladiny exprese vybraných genů citlivých na p53 pomocí metody kvantitativní polymerázové řetězové reakce.

Oscilační dynamiku proteinu p53 po ozáření lze pozorovat ještě při dávce 250 mGy. Výsledky byly potvrzeny měřením změn v expresi p53-regulovaných genů p21, GADD45A a MDM2. V budoucnu se budou experimenty zaměřovat na možné využití oscilací p53 pro predikci úspěšnosti radioterapie.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autoři:** DANILOVA, Irina (UJF CAS CZ); ZÍKOVÁ, Martina (Ústav molekulární genetiky AV ČR, Praha, Česká Republika); KLEMENTOVÁ, Jana (Ústav jaderné fyziky AV ČR); DAVIDKOVÁ, Marie (ODZ, ÚJF AV ČR, v.v.i.)

**Přednášející:** DANILOVA, Irina (UJF CAS CZ)

**Zařazení sekce:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

**Tematická klasifikace:** Biologické účinky a zdravotní hlediska

ID příspěvku: 90

Typ: Přednáška

## Exhalace radonu z odvalu: Paralela s prouděním vzduchu v přírodních suťových polích

*pátek 10. listopadu 2023 11:20 (15 minut)*

U odvalů obsahujících zbytkovou uranovou rudu je pozorován výrazný sezónní trend exhalace radonu. Náš výzkum se zabývá některými dosud nesanovanými odvaly na Příbramsku, které mohou být zdrojem radonu s výraznou sezónní a denní fluktuací objemové aktivity radonu v jeho okolí, způsobenou změnami proudění plynu uvnitř odvalu. Zejména v letním období je v blízkosti odvalů možné naměřit velmi vysoké hodnoty objemové aktivity radonu. Dynamika proudění vzduchu skrze odvaly je podobná dynamice proudění vzduchu u přirozeně vznikajících kamených suťových polí (např. Dreveneuse d'en Bass ve Švýcarských Alpách, nebo přírodní rezervaci Klíč v Lužických horách), kde proudění vzduchu způsobuje vznik mikroklimat, která umožňují výskyt vzácných druhů rostlin a živočichů v místech, kde by za běžných klimatických podmínek žít nemohli. Díky tomu jsou přírodní suťová pole zájmem biologů, geologů a glaciologů, kteří se snaží vysvětlit fyzikální princip vzniku mikroklimat, zjistit, zda-li se uvnitř suťových polí nachází permafrost a vysvětlit mechanismus jeho vzniku. Většina studií se zabývá zejména měřením teploty povrchu (měřena 10-20 cm pod povrchem), teploty spodní vrstvy sněhové pokrývky během roku a hledáním anomálií v těchto měřeních, které jsou způsobeny proudícím vzduchem skrze přírodní suťová pole. Měřením elektrického odporu suťových svahů byla dokázána přítomnost permafrostu uvnitř. Podobnost v režimech proudění vzduchu v suťových polích s odvaly vzniká díky jejich podobné struktuře a vlastnostem materiálu, ze kterého jsou tvořeny: nachází se zde velké množství sypké horniny s vysokou permeabilitou plynu, velkou tepelnou kapacitou a výrazným vertikálním profilem, přičemž vnitřní část je postupně zanášena deště se zvětralým materiálem. Studium přirozeného proudění plynu v suťových polích může pomoci našemu porozumění mechanismům ovlivňujících pozorované vzory exhalace radonu z odvalů a jejich popisu za různých atmosférických podmínek.

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** KASCHNER, Martin (KDAIZ, FJFI, ČVUT v Praze)

**Spoluautoři:** THINOVÁ, Lenka (FJFI ČVUT v Praze); Dr. ŠTĚPÁN, Václav (KDAIZ, FJFI, ČVUT v Praze)

**Přednášející:** KASCHNER, Martin (KDAIZ, FJFI, ČVUT v Praze)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 91

Typ: Přednáška

## Optimalizace při snižování koncentrace radonu ve školách - případové studie

*pátek 10. listopadu 2023 12:05 (15 minut)*

Optimalizace je jeden ze základních principů radiační ochrany. Spoléháme na ni zejména v oblasti existujících expozičních situací, kde nejsou stanoveny limity, ale pouze referenční úrovně. Takovou situací je například ozáření od radonu ve stavebních k bydlení a na pracovištích, kde je optimalizace podle legislativy povinná vždy při překročení referenční úrovně 300 Bq/m<sup>3</sup>.

V příspěvku budou představeny vybrané případové studie postupu optimalizace ozáření od radonu po realizaci protiradonových opatření při výstavbě nebo ve stávajících objektech. Případy byly řešeny v uplynulých letech na odboru přírodních zdrojů SÚRO a ve všech přetrvávala po provedení opatření situace nadměrného ozařování obyvatel a pracovníků od radonu.

Jednotlivé typové případy demonstrují různé přístupy a technické nástroje využitelné při snižování ozáření od radonu v budovách. Ve všech se podařilo za únosné náklady snížit objemovou aktivitu radonu pod referenční úroveň.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** FOJTÍKOVÁ, Ivana (Státní ústav radiační ochrany)

**Spoluautoři:** FROŇKA, Aleš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); pan HRADECKÝ, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); LENK, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); JÍLEK, Karel (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); PAŘÍZEK, Ondřej; MOŽNAR, Radim (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); FROŇKA, Štěpán (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** FOJTÍKOVÁ, Ivana (Státní ústav radiační ochrany)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 92

Typ: Poster

## Stanovení efektivní dávky od radonu a jeho produktů přeměny na podzemních pracovištích - poznatky z praxe

*pátek 10. listopadu 2023 10:35 (5 minut)*

V ČR se při měření a hodnocení ozáření na pracovištích s možným zvýšeným ozářením z radonu postupuje podle Doporučení DR-RO-5.5 vydaným SÚJB. Metodiky pro měření objemové aktivity radonu na pracovišti jsou, dle zjištění pracovní skupiny WP2 projektu RadoNorm, rozpracovány ve většině členských států EU. Zatímco Doporučení SÚJB podrobně popisuje postup měření na pracovištích jak v budovách, tak i v podzemí, metodiky v mnoha členských státech EU jsou často obecné a nepostihují specifika některých typů pracovišť či režimu pracovníků.

Cílem experimentální práce bylo prověřit vliv různých přístupů k měření objemové aktivity radonu a objemové aktivity produktů přeměny radonu na podzemním pracovišti na stanovení efektivní dávky pro pracovníka, který zde vykonává práci. Měření proběhla ve dvou historických dolech, které jsou zpřístupněny pro veřejnost. Vybraná podzemní pracoviště se liší typem větrání, jedno je větráno přirozeně, druhé je větráno v době pobytu pracovníků nuceným větráním v přetlakovém režimu.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** NAVRÁTILOVÁ ROVENSKÁ, Kateřina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Spoluautoři:** HRADECKÝ, Jan (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); JÍLEK, Karel (Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.); MOŽNAR, Radim (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); FROŇKA, Štěpán (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Přednášející:** NAVRÁTILOVÁ ROVENSKÁ, Kateřina (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 93

Typ: Poster

## Přehled vybraných vlastností souboru vzorků potrubních usazenin se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů

*pátek 10. listopadu 2023 10:15 (5 minut)*

Poster prezentuje výsledky stanovení vybraných vlastností souboru vzorků pevných odpadů se zvýšeným obsahem přírodních radionuklidů - usazenin z kovových potrubí, armatur a čerpadel, které byly využívány k čerpání a dopravě vod z podzemních zdrojů a důlních vod z těžby jiných surovin než radioaktivních nerostů. V těchto potrubních systémech může docházet při dlouhodobém provozu ke vzniku pevných úsad, které mohou v závislosti na chemismu vod, koncentraci radia a dalších faktorech vykazovat významně zvýšenou hmotnostní aktivitu izotopů radia z přírodních přeměnových řad a produktů jejich přeměny. Po ukončení životnosti a demontáži potrubí je na vznikající odpad nutné nahlížet jako na radioaktivní látku uvolňovanou z pracoviště s materiálem se zvýšeným obsahem přírodního radionuklidu (pracoviště „NORM“ – Naturally occurring radioactive material). V souladu s požadavky Směrnice Rady 2013/59/Euratom je v České republice uvolňování radioaktivních látek z uvedeného typu pracovišť regulováno zákonem č. 263/2016 Sb. atomový zákon. Vedle měření a hodnocení obsahu přírodních radionuklidů jsou možnosti zneškodňování těchto radioaktivních látek dále podmíněny možnostmi jejich následného odstraňování jako odpadu, regulovanými zejména podle zákona č. 541/2020 Sb. zákon o odpadech, případně i podle jiných právních předpisů.

Prezentované výsledky zahrnují stanovení hmotnostních aktivit přírodních radionuklidů metodou spektrometrie záření gama s vysokým rozlišením, doplněné stanovením hmotnostních aktivit radionuklidu  $^{232}\text{Th}$  pomocí metody ICP-MS. Dále byly u některých vzorků sledovány i vybrané „neradiační“ vlastnosti, které by mohly mít vliv na možnosti odstraňování předmětných odpadů po jejich uvolnění z regulace podle atomového zákona, např. z hlediska podmínek uložení na skládku odpadu. Provedena byla XRD analýza – stanovení fází, dále stanovení chemického složení v pevné fázi a stanovení chemického složení ve výluhu. Jednotlivé vzorky pochází jednak z řešených případů uvolňování radioaktivních látek z pracovišť „NORM“, jednak z řešení případů dohledání, identifikace a zajištění opuštěného zdroje při nálezech a záchytech v zařízeních určených k tavbě, shromažďování a zpracování kovového šrotu. Vzorky byly odebrány v období posledních 10 let v rámci území České republiky.

Realizace stanovení vybraných vlastností souboru vzorků potrubních usazenin byla možná díky poskytnutí finančních prostředků z rozpočtu spolku RadPro Team, z.s.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** SUD, Jaromír (Správa úložišť radioaktivních odpadů); pan BITTNER, Vladimír (RadPro Team, z.s.)

**Spoluautor:** Dr. GABOR, Roman (Vysoká škola báňská - Technická univerzita ostrava)

**Přednášející:** SUD, Jaromír (Správa úložišť radioaktivních odpadů)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 94

Typ: Poster

## Spectrophotometric evaluation of turbidity of N-vinylpyrrolidone-containing 3D polymer gel dosimeters

*středa 8. listopadu 2023 15:05 (5 minut)*

Polymer gel dosimeters, due to ability of performing 3D spatial resolution, have a wide range of applications in radiotherapy. In this research we have investigated on how individual parameters, related to production, irradiation and readings, influence on gel dosimeters. Multiple series of gels, with small modifications, were fabricated and irradiated for various amount of time in order to achieve various levels of polymerisation. Level of polymerisation, depending on absorbed dose, leads to an increased optical turbidity. Optical measurements of turbidity were performed on Shimadzu spectrophotometer in the 450-550nm wavelength interval. It was shown that measured turbidity values can be strongly affected by parameters such as workflow, volume of gel, irradiation-reading time interval, spectrophotometer performance and presence of oxygen within the polymer gel. Investigating on these parameters and oxygen scavengers was first necessary step in order to minimize potential errors and eliminate fabrication mistakes before utilization in practise.

Keywords: Polymer gel dosimeter, turbidity, parameters affecting evaluation, spectrophotometry

### Přihlásit do soutěže

Přihlašuji příspěvek do soutěže o nejlepší přednášku

**Hlavní autor:** DESPOTOVIĆ, Marija (FJFI ČVUT)

**Spoluautor:** PILAŘOVÁ, Kateřina (FJFI, ČVUT)

**Přednášející:** DESPOTOVIĆ, Marija (FJFI ČVUT)

**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery

**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace



ID příspěvku: 95

Typ: Přednáška

## Rozšířené měření elektrického pole a ionizujícího záření během bouřek v letní sezóně 2023 na Lomnickém štítu

*pátek 10. listopadu 2023 9:00 (15 minut)*

Přestože od vynálezu hromosvodu uplynulo již 269 let, bouřky zůstávají jednou z největších přírodních záhad. Nejasný je nejen mechanismus vzniku blesků, ale také ionizující záření, které bouřky často doprovází. V roce 2023 jsme v rámci našeho výzkumu na observatoři na Lomnickém štítu implementovali novou sestavu detektorů ionizujícího záření. Současně jsme rozšířili experimentální aparaturu pro měření elektrického pole a provedli jsme pokusy na změření náboje hydrometeorů během bouřkových aktivit. Ačkoli tato měření přinesla nové poznatky, vyvolala také řadu dalších otázek. V přednášce budou prezentována data z vybraných bouřek a budou diskutovány další možnosti výzkumu v této oblasti.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** KÁKONA, Martin (Ústav jaderné fyziky AV ČR, Ústav experimentální fyziky SAV)

**Spoluautoři:** STRHARSKY, Igor (Ústav experimentální fyziky SAV); AMBROŽOVÁ, Iva (Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.); ŠLEGL, Jakub (ÚJF AV ČR); CHUM, Jaroslav (Ústav fyziky atmosféry AV ČR); SOMMER, Marek (Oddělení dozimetrie záření, Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.); LUŽOVÁ, Martina (ÚJF AV ČR); VELICHKO, Olena (Nuclear Physics Institute of the Czech Academy of Sciences); PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR); DVOŘÁK, Roman (Ústav jaderné fyziky AV ČR); LANGER, Ronald (Ústav experimentální fyziky SAV); ŠTEFÁNIK, Samuel (Ústav experimentální fyziky SAV); HANOUSEK, Vít (Ústav teorie informace a automatizace, AV ČR)

**Přednášející:** KÁKONA, Martin (Ústav jaderné fyziky AV ČR, Ústav experimentální fyziky SAV)

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 96

Typ: Poster

## Zpětné trasování radioaktivních atmosférických aerosolů s vysokým časovým rozlišením

*středa 8. listopadu 2023 15:10 (5 minut)*

Monitorování radioaktivních aerosolů je běžně prováděno v rámci různých monitorovacích sítí po světě. Ačkoli výzkum atmosféry není primárním důvodem proč tyto sítě vznikly, mohou data z tohoto monitorování sloužit k popisu mnoha atmosférických procesů. V posledních letech byla provedena řada studií meteorologických faktorů ovlivňujících koncentrace radionuklidů v atmosférických aerosolech za využití modelů příslušných zpětných trajektorií. Tyto studie jsou však často limitovány nízkým časovým rozlišením dostupných dat - obvykle v řádu dnů až týdnů, což je doba během níž se faktory jako směr větru mohou významně měnit. Z toho důvodu SÚRO vyvinulo online monitorovací systém, který dokáže měřit vzdušnou radioaktivitu řádu až  $\text{mBq/m}^3$ . Měření je prováděno s využitím HPGe detektoru umístěného přímo nad aerosolovým filtrem. Vysoká citlivost této metody umožňuje snížení časového rozlišení průběhu koncentrace aerosolu asociovaného s  ${}^7\text{Be}$  na pouze několik hodin.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autoři:** ŠVAMBEROVÁ, Lucie; HÝŽA, Miroslav (SÚRO, v.v.i.)**Přednášející:** ŠVAMBEROVÁ, Lucie**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 97

Typ: Přednáška

## Současný stav a perspektivy využívání úložišť nízko a středněaktivních odpadů v České republice

*středa 8. listopadu 2023 9:15 (15 minut)*

System nakládání s nízko a středně aktivními radioaktivními odpady je v České republice dobře zavedený a fungující, a to včetně finální fáze, tj. ukládání. Ukládáním radioaktivních odpadů podle terminologie dle zákona č. 263/2016 Sb. atomový zákon rozumíme trvalé umístění radioaktivního odpadu do prostoru, objektu nebo zařízení bez úmyslu jej vyjmout. K ukládání uvedených druhů radioaktivních odpadů jsou v České republice v současnosti využívána tři úložiště radioaktivních odpadů (ÚRAO) – ÚRAO Richard v Litoměřicích, ÚRAO Bratrství v Jáchymově a ÚRAO Dukovany, umístěné uvnitř areálu jaderné elektrárny Dukovany. Čtvrté úložiště – ÚRAO Hostim již bylo v 90. letech minulého století uzavřeno a v současnosti probíhá monitorování jeho okolí v rámci tzv. institucionální kontroly.

V příspěvku je stručně popsán systém nakládání s radioaktivními odpady v České republice, legislativní rámec a role Správy úložišť radioaktivních odpadů. Dále jsou podrobněji popsána jednotlivá provozovaná úložiště nízko a středně aktivních odpadů, jejich umístění, určení, režimy jejich provozu a další specifika. Závěrem je popsána perspektiva jejich dalšího využívání v souladu s platnou Konceptí nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem a v návaznosti na plánovanou výstavbu hlubinného úložiště V ČR.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SUD, Jaromír (Správa úložišť radioaktivních odpadů)**Spoluautor:** pan KAŠTÁNEK, Josef (Správa úložišť radioaktivních odpadů)**Přednášející:** SUD, Jaromír (Správa úložišť radioaktivních odpadů)**Zařazení sekce:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu**Tematická klasifikace:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu

ID příspěvku: 98

Typ: Zvaná přednáška

## Koncepční otázky nakládání s RAO v ČR

*středa 8. listopadu 2023 8:30 (30 minut)*

Přednáška shrnuje aktuální koncepční otázky nakládání s RAO v ČR v kontextu předpokládané výstavby nových jaderných zdrojů včetně malých modulárních reaktorů (SMR), urychleného vývoje hlubinného úložiště (HÚ) a evropských zkušeností s vyřazováním jaderných elektráren. Jednou z nich je dispozice ukládacích kapacit úložišť RAO a jejich dostupnost v čase včetně vazby na zahájení provozu HÚ. S tím souvisí otázka, zda rozšiřovat kapacitu stávajících přípovrchových úložišť a zda řešit ukládání velmi nízko aktivních odpadů (VLLW) z vyřazování samostatně. Související zamyšlení se týká změny přístupu k vyřazování: jaké jsou argumenty pro upřednostnění okamžitého vyřazování před postupným. Společně pak všechna tato témata mají klíčový vliv na délku provozování HÚ jako jaderného zařízení. Samostatnou záležitostí k posouzení je volba a uplatnění pokročilých technologií pro zpracování provozních RAO z nových bloků. Cílem přednášky není dát na tyto otázky odpovědi, ale ukázat souvislosti jejich řešení.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** TRTÍLEK, Radek (ÚJV)**Přednášející:** TRTÍLEK, Radek (ÚJV)**Zařazení sekce:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu**Tematická klasifikace:** Nakládání s radioaktivními odpady, vyřazování jaderných zařízení z provozu

ID příspěvku: 99

Typ: Přednáška

## Development of two reference materials within project MetroPOEM

*čtvrtek 9. listopadu 2023 14:30 (15 minut)*

MetroPOEM will enable and harmonise measurement methods for the detection and characterisation, of both radioactive isotopes and stable polluting elements, in support of the EU Green Deal's aim toward a zero pollution, toxic-free environment. The new reference materials (RMs) developed in this project will address the ongoing need to produce suitable and relevant RMs that can validate measurement capabilities. The scientific outcome of the proposed research will deliver validated and traceable analytical approaches for the analysis of the concentration of pollutants, as well as determining the source and monitoring any contamination of pollutants through isotope ratio measurements. This will close existing metrological gaps and will lead to a harmonisation of methods. MetroPOEM will deliver an improved system of metrology and will establish an infrastructure that directly supports the application of EU regulations or EU directives. By implementing new traceability chains, different methods will be combined in the field of pollution monitoring, which will then lower the detection limits. This will result in better protection of the environment, provide new tools for complex studies in climate observation, support validated data collection. Additionally, accurate waste classification engenders public confidence and ensures inventories are correct for future infrastructure planning, such as the scale and design of pollutant remediation programmes. The aims and objectives of MetroPOEM will be delivered through 4 technical work packages, supported by project and impact management activities. CMI is involved in the development of two radioactive reference materials with the sample matrix containing radioactive pollutants (e.g., U, Np, Pu, Am) for use in an interlaboratory comparison employing techniques, which will demonstrate the variations in parameters including detection limits, sample preparation, sample introduction methods, total procedural time, and uncertainty budgets.

This project, 21GRD09 MetroPOEM, has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed by the European Union's Horizon Europe Research and Innovation Programme and from the Participating States.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** MAZÁNOVÁ, Monika**Přednášející:** MAZÁNOVÁ, Monika**Zařazení sekce:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 100

Typ: Poster

## Graded array for the measurements of radioactive aerosol size distribution

*středa 8. listopadu 2023 15:15 (5 minut)*

Indoor air pollution caused by various aerosol sources poses significant concerns regarding toxic and radiological hazards, making it a crucial issue in the field of environmental pollution. Knowledge about the size distribution of radioactive aerosols plays a crucial role in evaluating the potential internal exposure resulting from inhalation into the respiratory system. The size range of radioactive aerosols typically spans from 1 nm to 10-20  $\mu\text{m}$ . The measurement of aerosol size distribution across such a broad range cannot be accomplished using a single instrument. This is because the deposition of radioactive aerosols of different sizes involves various physical mechanisms, such as diffusion deposition, inertial deposition, impact, and more. The concept of a single-channel device for obtaining a complete size distribution of aerosols has been developed. The analysis of various methods for obtaining the size distribution of aerosols based on their physical properties has been carried out: cascade impactors, diffusion batteries and aerosol filters. The equipment comprises a diffusion battery with 4 meshes, a cascade impactor with five stages, and a collection of three aerosol filters that possess known permeability functions. The diffusion battery enables the acquisition of aerosol distribution within the range of 1-12 nm, while the cascade impactor covers the range of 0.8-20  $\mu\text{m}$ . Additionally, the multilayer fiber filters are capable of capturing aerosols within the range of 0.01-0.5  $\mu\text{m}$ . The inclusion of a diffusion battery prior to the cascade impactor prevents the diffusion deposition of ultrafine aerosols at the initial stages of the impactor. This precautionary measure helps to avoid misleading indications of the presence of larger aerosols in the atmosphere. The radon equivalent equilibrium activity concentration used to be determined by Kuznets method. This method allows for measurements to be conducted over an extended period of time following sampling and enables the restoration of the original activity concentration. The advantage of this method is the ability to measure a larger number of elements with fewer radiometers without losing dosimetry information. Using this device and inverse problem-solving methods, it is possible to reconstruct the size distribution of radioactive aerosols by performing a single sampling on filtering materials.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** SEMIANNIKOV, Vladislav (ČVUT v Praze, FJFI)**Přednášející:** SEMIANNIKOV, Vladislav (ČVUT v Praze, FJFI)**Zařazení sekce:** Presentace firem a postery**Tematická klasifikace:** Metrologie, měření, přístrojová technika a její aplikace

ID příspěvku: 101

Typ: Přednáška

## Aktuální mezinárodní aktivity v oblasti radiační ochrany

*pondělí 6. listopadu 2023 14:00 (15 minut)*

Příspěvek navazuje na obdobné příspěvky z předchozích let a je jeho cílem informovat o aktuálním dění v oblasti radiační ochrany na mezinárodním poli se zaměřením na činnost UNSCEAR, NEA/OECD, IAEA, ICRP, HERCA,IRPA na jejichž činnosti se autorka podílí.

Prezentace se bude zabývat také připravovaným novým doporučením ICRP, které by mělo nahradit stávající doporučení č. 103 –tedy základní doporučení v oblasti radiační ochrany. V roce 2020 proběhl k tématu speciální seminář organizovaný IAEA ve spolupráci s ICRP, kterému autorka předsedala, v roce 2022 ICRP organizovalo konferenci ve Vancouveru, kde byly naznačeny hlavní oblasti a směry, kterými se budou změny obecných doporučení ubírat. Závěry těchto akcí budou prezentovány.

Zmíněny budou také mezinárodní aktivity v oblasti radiační ochrany, které iniciovala válka na Ukrajině. V souvislosti s touto událostí se objevila nová témata jako je vojenský útok na jaderné zařízení nebo použití jaderných zbraní a hodnocení radiačních důsledků takových aktů, nebo se oživila témata, která takové události pravidelně vracejí –jako je např. efektivita a vůbec smysl jódové profylaxe v případě takové nebo více či méně distanční události od hranic ČR.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** PETROVÁ, Karla (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Přednášející:** PETROVÁ, Karla (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 102

Typ: Přednáška

## Národní radiační havarijný plán a jeho ověřování

*středa 8. listopadu 2023 9:35 (15 minut)*

Národní radiační havarijný plán (NRHP) byl zpracován Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a Ministerstvem vnitra ČR (MV ČR), dle požadavku § 234 odst. 2 zákona č. 263/2016 Sb. (atomový zákon). Garantem plánu je podle § 209 písm. d) atomového zákona SÚJB. NRHP byl vládou ČR schválen dne 7. 12. 2020, a to Usnesením vlády ČR č. 1276 a je k dispozici na webových stránkách SÚJB: [www.sujb.cz/nrhp](http://www.sujb.cz/nrhp). Implementace NRHP byla požadována do 2 let od jeho vydání, tj. do konce roku 2022. Ověřování NRHP bude probíhat v rámci havarijních cvičení, a to minimálně jednou za čtyři roky (dle ustanovení § 18 vyhlášky č. 359/2016 Sb.).

Úvodní část NRHP popisuje vymezené zóny havarijního plánování (ZHP) v ČR a oblasti v zahraničí, které mohou mít vliv na území ČR. Pro tyto oblasti jsou řešena ochranná opatření, která lze aplikovat jak na území s vymezenou ZHP, tak i mimo ni. NRHP v této části dále popisuje organizaci krizového řízení ústředních správních úřadů a dalších orgánů veřejné správy, včetně jejich stanovených kompetencí v oblasti zvládnutí RH.

Druhá část NRHP je věnována následným ochranným opatřením – způsobu vymezení kontaminovaných oblastí, stanovení strategie optimalizované radiační ochrany pro správu kontaminované oblasti, stanovení referenčních úrovní, regulaci ozáření zasahujících osob, podmínkám režimových opatření, příznakům přechodu z nehodové expoziční situace (NES) do existující expoziční situace (EES).

Přílohou část pak obsahuje zejména diagramy důležité pro upřesnění předávání informací v rámci systému krizového řízení a osob podílejících se na odezvě.

V roce 2023 byla poprvé procvičena opatření s dopadem do ZHP, mimo ZHP a na území vedlejšího kraje národním havarijním cvičením ZÓNA 2023. Cvičení bylo zaměřeno jak na zavádění neodkladných ochranných opatření, tak i těch následných. Jedním z cílů cvičení bylo i vydávání tzv. opatření obecné povahy, projednání situace v rámci ústředního krizového štábu a navrhování zavedení opatření vládě ČR. V roce 2024 proběhne národní cvičení INEX-6, které bude zaměřeno čistě na následná ochranná opatření. V rámci cvičení se počítá se širokým zastoupením dotčených ústředních správních úřadů. Z pohledu řešení situace se bude jednat o období 1 rok po ukončení RH a cílem bude bezpečnost potravin a ověření způsobu a provádění dekontaminace a obnovy území.

Příspěvek se bude věnovat vybraným aspektům ověřování NRHP.

### Přihlásit do soutěže

Ne

**Hlavní autor:** PETROVÁ, Karla (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Přednášející:** PETROVÁ, Karla (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)

**Zařazení sekce:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost

**Tematická klasifikace:** Radiační ochrana v jaderně-palivovém cyklu, havarijní připravenost



ID příspěvku: 103

Typ: Přednáška

## Dávkové koeficienty pro profesní ozáření z příjmu radionuklidů (ICRP OIR series) - obecné úvahy a praktické aspekty zajištění radiační ochrany

*pondělí 6. listopadu 2023 16:45 (15 minut)*

### **Přihlásit do soutěže**

**Hlavní autoři:** FROŇKA, Aleš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.); FOJTÍK, Pavel (Státní ústav radiační ochrany)

**Přednášející:** FROŇKA, Aleš (Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

ID příspěvku: 104

Typ: Není specifikováno

## Prezentace firem

*středa 8. listopadu 2023 13:30 (45 minut)*

**Zařazení sekce:** Prezentace firem a postery

ID příspěvku: 105

Typ: Poster

## Modeling the impact of thunderstorm radiation on soil with Monte Carlo transport simulation

*pátek 10. listopadu 2023 10:40 (5 minut)*

Thunderclouds act as giant natural generators and, due to electromagnetic processes, can reach energies up to megaelectronvolts (MeV), initiating Relativistic Runaway Electron Avalanches (RREA). These accelerated electrons pass through the atmosphere matter, emitting gamma rays via bremsstrahlung. These high-energy gamma rays can induce photonuclear reactions and interact with airborne and terrestrial nuclei. While the impact of thunderstorm radiation on the atmosphere and other materials has been widely explored, understanding its interaction with soil remains a challenge.

Finding and analyzing thunderbolt impact sites gives limited data, making simulations an excellent option to provide dose evaluations and explore potential processes per event. Transport code applications with various particle behavior models resolve the data generation issue. Similar methodologies are used in calculating particle events from cosmic radiation exposure for aircraft crew. This study uses a simplified model to assess the impact of lightning strikes on a patch of soil. A point source with an energy of approximately 20 MeV is placed 1 meter above the ground, irradiating soil with a relative density of 2.1 g/cm<sup>3</sup>. We used the general-purpose Monte Carlo particle transport simulation code, PHITS version 3.280, to perform these simulations, estimating three key parameters: deposition, track, and interactions. The results from the Monte Carlo simulations indicate that particles penetrate only a few centimeters deep into the soil. Additionally, the injection depth affects the spread, with deeper lightning strikes (beyond 2 cm) leading to a more extensive distribution.

The deposition energy tally data shows similar findings, with a significant portion of energy deposited near the surface (1-2 cm). However, when lightning penetrates the soil beyond 2 cm, an increase in dose is observed at the top surface, possibly due to secondary particle production from photonuclear reactions and neutron generation.

The interaction tally corroborates the previously discussed information, demonstrating that injecting the source at a depth of 5 cm results in increased interactions and the generation of more secondary particles.

### Přihlásit do soutěže

**Hlavní autoři:** RUBAN, Juliia; PLOC, Ondřej (Ústav jaderné fyziky AV ČR); ŠLEGL, Jakub (ÚJF AV ČR); SIHVER, Lembit (Nuclear Physics Institute of the CAS)

**Přednášející:** RUBAN, Juliia

**Zařazení sekce:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

**Tematická klasifikace:** Radon a další přírodní zdroje ionizujícího záření

ID příspěvku: 106

Typ: Přednáška

## Blended learning –vzdělávací kurzy pro studenty evropských universit skupiny Cherne, zaměřené na radiační a radiologickou fyziku

*pondělí 6. listopadu 2023 15:15 (15 minut)*

FJFI ČVUT v Praze je od roku 2003 členem skupiny evropských univerzit Cherne. Spolu s kolegy z Itálie, Belgie, Španělka, Portugalska a Německa jsou každé dva až tři roky připravovány projekty ERASMUS+, které nám umožňují pokrýt náklady na přípravu a realizaci intenzivních vzdělávacích kurzů. Kurzy byly historicky zaměřené převážně na částicovou fyziku, přírodní radioaktivitu, radiologickou fyziku a vyřazování. KDAIZ ve spolupráci s DIAMO, s. p., ČEZ, a. s., ÚJV Řež, a. s., SÚRO, v. v. i., a SUJCHBO v. v. i. pořádá nyní kurzy NIRM (hlavní zaměření na vyřazování) a ECUMIA (hlavní zaměření na řešení starých ekologických zátěží). Díky finanční podpoře ERASMUS+ a KDAIZ vyjelo do zahraničí každoročně 5- 10 studentů katedry dozimetrie, kterým je umožněno získat první mezinárodní kontakty a zkušenosti. Zároveň jsme mohli uspořádat ročně až dva kurzy pro 15-20 zahraničních studentů. Posledním řešeným projektem je BRAVER (Blended and Remote teaching Activities supported by Virtual rEality for Radiation sciences), jehož cílem bylo kromě kurzů vytvořit vzdělávací programy pro studenty středních škol s využitím moderních vzdělávacích prostředků. Skupina Cherne nyní zvažuje podání projektu se zaměřením na vyřazování, neboť každá ze spolupracujících univerzit pokrývá část této problematiky a vytvořením souboru kurzů by studenti mohli poznat komplexně řadu aspektů tohoto oboru s velkou budoucností. Účast a spolupráce se subjekty v oblasti vyřazování v ČR je vítaná.

### Přihlásit do soutěže

**Hlavní autoři:** THINOVÁ, Lenka (FJFI ČVUT v Praze); Dr. NOVOTNÝ, Pavel; KOŘISTKA, Ondřej (ČVUT v Praze, FJFI); ŠTĚPÁN, Václav (České vysoké učení technické v Praze, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská)

**Přednášející:** THINOVÁ, Lenka (FJFI ČVUT v Praze)

**Zařazení sekce:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání

**Tematická klasifikace:** Všeobecné aspekty radiační ochrany a vzdělávání