



# Příklady podpořených projektů v Programu bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010–2015



[www.mvcz.cz/vyzkum](http://www.mvcz.cz/vyzkum)





# OBSAH

Úvodní slovo	4
Systém pro měření vnitřní kontaminace po havárii JEZ zaměřený na štítné žlázy u dětí a kontaminaci transurany	5
Zavedení techniky iontové mikroskopie (FIB) do kriminalisticko-technické a znalecké praxe Policie České republiky	9
Kybernetický polygon	13
Testovací zařízení nové generace MONTE-1 u školního jaderného reaktoru VR-1 umožňující pokročilé testování detekčního vybavení monitorujících a zasahujících skupin v případech jaderných havárií a vybavení sítě včasného zjištění	18
Výzkum detekce improvizovaných výbušnin psy	22
Osobní bezpečnostní dohledový systém pro podporu výcviku a zásahu jednotek IZS	26
Seznam zkratk	32
Kontakty	32

# Úvodní slovo

Vážené dámy a vážení pánové,

tato publikace, kterou právě držíte v ruce, obsahuje informace o vybraných ukončených projektech financovaných z Programu bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra.

Bezpečnostní výzkum představuje významnou roli v ochraně i prevenci vůči stále sofistikovanějším bezpečnostním hrozbám. Z tohoto důvodu je nezbytné i nadále vynakládat nemalé úsilí při zlepšování činnosti bezpečnostních složek státu, zejména Policie České republiky, Hasičského záchranného sboru a dalších bezpečnostních sborů ústředních orgánů státní správy. Je důležité rozvíjet konstruktivní partnerství a prohlubovat vzájemnou spolupráci mezi Ministerstvem vnitra jako poskytovatelem podpory, příjemcem podpory a konečným uživatelem výsledků.

Jsem velmi rád, že bezpečnostní výzkum se významnou měrou podílí na tvorbě vynikajících výsledků podpořených projektů, které byly realizovány v rámci programů bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra. S některými z nich se nyní prostřednictvím této publikace blíže seznámíme. Jedná se pouze o nepatrný vzorek financovaných projektů, protože byla podpořena celá řada zajímavých výsledků v oblasti bezpečnostního výzkumu. Jmenný seznam naleznete na webových stránkách bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra.

Závěrem bych rád poděkoval všem, kteří se podílejí na realizaci a tvorbě vynikajících výsledků v oblasti bezpečnostního výzkumu. Zvláště pak autorům příspěvků této publikace.

JUDr. Petr Novák, Ph.D.  
ředitel odboru bezpečnostního výzkumu  
a policejního vzdělávání

Od roku 2010 až 2015 bylo v rámci programů bezpečnostního výzkumu  
Ministerstva vnitra finančně podpořeno 185 projektů.

# System pro měření vnitřní kontaminace po havárii JEZ zaměřený na štítné žlázy u dětí a kontaminaci transurany

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Průmyslové havárie a selhání technologií

### **Příjemce**

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.

ENVINET a.s.

### **Doba realizace**

1. 1. 2012 – 31. 12. 2014

Předložený projekt měl za cíl vyvinout a zkonstruovat zařízení, která chybí složkám radiační ochrany pro zvládnutí měření vnitřní kontaminace velkého počtu osob (zejména dětí) po radiační mimořádné události.

Jedná se o zařízení pro hromadné monitorování radiojodu ve štítné žláze po havárii jaderné elektrárny a zařízení pro bezpečné a rychlé polohování polovodičových detektorů pro měření radionuklidů (transuranů) v plicích a kostře na celotělovém počítači.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 16 272 000 Kč.

## PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** Ing. Pavel Fojtík, Státní ústav radiační ochrany, v.v.i., Praha

### **Radioaktivní jod a jeho měření ve štítné žláze po jaderné havárii**

Zájem státu o bezpečnost občanů po případné radiační havárii se projeví i v tom, že občané obdrží včasné údaje o skutečné úrovni ozáření, kterému byli vystaveni po úniku radionuklidů do ovzduší. Ponechání občanů v informační nejistotě vede k negativním psychologickým účinkům, které by mohly převládnout nad radiačními účinky na zdraví, zejména při současné propracované strategii ochrany obyvatelstva před radiačními účinky havárie. Takové včasné údaje lze získat pouze správným a co nejrozsáhlejším měřením osob, které mohly být uvolněné radioaktivitě vystaveny. Výsledky měření také slouží orgánům krizového řízení k rozhodování o opatřeních na ochranu obyvatelstva.

Pokud dojde k úniku radioaktivity z havarované jaderné elektrárny, radioaktivní jod se uvolňuje do životního prostředí již mezi prvními radioaktivními produkty. Máme na mysli hlavně radioizotop jod 131. Do lidského těla se může pak dostat vdechnutím nebo konzumací potravin kontaminovaných radioaktivním spadem. Ozáříje zejména štítnou žlázu, ve které se akumuluje. Radiační dávky od radioaktivního jodu dominovaly dávkám, které obdrželo obyvatelstvo oblastí postižených haváriemi jaderných elektráren v minulosti. Účinky dávek záření radioaktivního jodu na štítnou žlázu jsou známy. Je jimi zejména zvýšení rizika rakoviny štítné žlázy. Epidemiologické studie provedené po havárii jaderného reaktoru v Černobylu v roce 1986 přesvědčivě prokázaly nárůst počtu případů rakoviny štítné žlázy u dětí ozářených v útlém věku radioaktivním jodem ve významně kontaminovaných oblastech Běloruska, Ukrajiny a Ruské federace.

Měření radioaktivního jodu 131 ve štítné žláze po uvolnění radionuklidů při radiační havárii jsou naplánována a řízena orgány krizového řízení a provádí je specializované týmy radiační ochrany. Musíme také očekávat spontánní zájem o měření ze strany obyvatel v oblastech zasažených i nezasazených radioaktivním spadem. Požadavků na měření z obou stran může být hodně a kvůli relativně krátkému poločasu jodu 131 (8 dní) se musí měření stihnout v řádu několika týdnů. Poté již spolehlivou informaci o úrovni ozáření z radioaktivního jodu nelze získat. Nevelký počet specialistů musí mít tedy k dispozici měřicí přístroj, se kterým by potřebná měření v krátkém čase provedl.

Tyto skutečnosti motivovaly Státní ústav radiační ochrany, v.v.i. v Praze (SÚRO) k vývoji a výrobě měřicího zařízení, se kterým dokáží specialisté Centrální laboratoře Radiační monitorovací sítě ze SÚRO změřit tisícovku osob za den. Například těch osob, které byly evakuovány ze zasažených oblastí, nebo obyvatel oblastí, které byly postiženy průchodem radioaktivního mraku nebo spadem. Speciální pozornost věnoval ústav a jeho partner z průmyslu vhodné úpravě měřicího zařízení pro měření dětí. Tento aplikovaný výzkum byl finančně podpořen Ministerstvem vnitra ČR v rámci Programu výzkumu, vývoje a inovací a Programu bezpečnostního výzkumu pro potřeby státu.

Štítná žláza se nachází na přední straně krku po stranách průdušnice. Při měření radioaktivního jodu se tedy k tomuto místu přiloží detektor, který je součástí měřicího zařízení, a po několika minutách měření je aktivita radioaktivního jodu ve štítné žláze známa. Aktivita se přepočte na dávku záření, kterou štítná žláza od radioaktivního jodu obdrží, a změřená osoba dostane stručné vysvětlení, co může naměřená hodnota znamenat pro zdraví a jak se má změřená osoba dále zachovat.

Nestačilo však měřicí zařízení vyvinout a vyrobit. Jeho vlastnosti musí být otestovány a obsluha musí se zařízením pravidelně pracovat, cvičit se v jeho obsluze a vylepšovat ho.

Tým SÚRO se účastnil již dvou cvičení, ve kterých si ověřil kapacitu měřicího zařízení a vyzkoušel si jeho obsluhu na desítkách „měřených“ laických figurantů. Partnerem při cvičeních byl vždy Hasičský záchranný sbor ČR vzhledem k jeho roli při řešení krizových situací a díky jeho kompetenci v realizaci cvičení.



*Dětem pomáhají při měření rodiče. Sami se také změří.*

## System pro měření aktivity transuranů v plicích

Transurany jsou radioaktivní chemické prvky těžší než uran. Nejznámější z nich jsou amerícium a plutonium, jež vznikají v jaderném reaktoru při jiných (konkurenčních) procesech, než je štěpení uranu. V jaderné energetice jsou nebezpečným odpadem ve vyhořelém jaderném palivu. Amerícium však má významné použití i v nejaderném průmyslu. V obou těchto oblastech může dojít ke kontaminaci pracovníků těmito radionuklidy. Při haváriích mohou být zasaženy i osoby, které se účastní zásahu tam, kde došlo k uvolnění těchto radionuklidů do prostředí.

Vnitřní kontaminace organismu těmito radionuklidy se měří s obtížemi. Přitom relativně nízké aktivity plutonia nebo americia v těle vedou k dávkám, které překračují limity ozáření stanovené pro bezpečnou práci s radioizotopy.

SÚRO má ve výzkumu měření a hodnocení rizik vnitřní kontaminace radionuklidy dlouholetou tradici. Je také jedinou institucí v ČR, která vybudovala měřicí komoru umožňující přímé měření aktivity radioizotopů americia 241 a plutonia 239 v plicích a kostře kontaminované osoby. Měření v tomto zařízení je k dispozici všem oborům, v nichž může dojít ke kontaminaci těmito radionuklidy. Podporu tomuto unikátnímu zařízení ve státě poskytlo Ministerstvo vnitra prostřednictvím Programu výzkumu, vývoje a inovací a Programu bezpečnostního výzkumu.

Měření se provádí v komoře na pracovišti celotělového počítače SÚRO. Zařízení sestává ze tří až čtyř detektorů, které po půlhodinovém měření dokáží detekovat kolem deseti becquerelů americia 241 v plicích. V případě plutonia 239 je však citlivost až tisíckrát nižší kvůli nepříznivým vlastnostem tohoto radionuklidu pro detekci. Tato měření podají rychlou informaci o aktivitě radionuklidu, která byla vdechnuta. Významně tak zkrátí dobu prvního odhadu závažnosti kontaminace.



*Figurant v pohodlné poloze při měření aktivity americia 241 v plicích*



# Zavedení techniky iontové mikroskopie (FIB) do kriminalisticko-technické a znalecké praxe Policie ČR

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Kriminalita

### **Příjemce**

Policie České republiky - Kriminalistický ústav

TESCAN, a. s.

Univerzita Karlova v Praze

### **Doba realizace**

1. 11. 2010 – 31. 10. 2015

Hlavním cílem projektu bylo zavedení techniky iontové mikroskopie (FIB) do znalecké praxe Policie ČR a vytvořit certifikované pracovní metodiky pro analýzu stop v oblasti grafických fyzikálně-chemických a technických expertiz. Obsah vycházel z aktuálních potřeb orgánů činných v trestním řízení na provádění řady expertiz, pro které nebyly do té doby dostupné instrumentace ani metodiky.

Jedná se zejména o určování pravosti materiálů, posloupnost vyhotovení listin a dokumentů, originality ochranných prvků, nejasné identifikace povýstřelových, povýbuchových a dalších termogetických částic, deformační změny mikrostruktur a zrn v defektoskopii.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 25 642 000 Kč.

# PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** RNDr. Marek Kotrlý, Kriminalistický ústav, Policie České republiky

## **Zavedení techniky iontové mikroskopie (FIB) do kriminalisticko-technické a znalecké praxe Policie ČR**

Prokázat něco, co zůstává skryto a může vést k objasnění činu, je snahou kriminalistů od počátku nástupu prvních specializovaných metod a využívání kriminalistických laboratoří. V současné době se používají stále dokonalejší metody a jednou ze základních technik, kterými se zpracovává široké spektrum nejrůznějších materiálů, je i elektronová mikroskopie (SEM). Technický vývoj se ale nezastavil a nastupuje další inovace v této oblasti - iontová mikroskopie (technika fokusovaného iontového svazku, FIB). Technologie FIB je technickou inovací, která opustila průmyslové haly výrobců elektronických prvků s vysokou integrací a začíná se ve zmenšené formě dostávat i do specializovaných laboratoří. Pro praktické aplikace je integrována s elektronovou mikroskopií, takže komplet dovoluje nejen klasické pozorování s vysokým rozlišením, ale zejména využívat možnosti iontového svazku. Moderní systémy umožňují, kromě zpracování klasických signálů i získání řady dalších informací, které mají velký potenciál ve forenzní oblasti. Např. zobrazování v iontech, které umožňuje, na rozdíl od klasických zobrazení výrazně lepší možnosti rozlišování mikrostruktur (hranic zrn) a možnost přesné redepozice materiálů („řezání“) v mikroobjemech. Tyto vlastnosti nacházejí významné uplatnění i ve forenzní oblasti, kde s jejich pomocí je možné provádět dříve nerealizovatelné analýzy. Lze využívat i prostorové rekonstrukce na základě morfologických vlastností a chemických map.

Cílem projektu bylo zavedení techniky iontové mikroskopie do praxe Znalecké služby Policie ČR (PČR).

Hlavní cíl byl splněn, techniky iontové mikroskopie SEM/FIB s katodovou luminescencí a TE/STEM detektorem byly zavedeny. Byly vypracovány certifikované pracovní metodiky pro jeho plnou implementaci do praxe Znalecké služby PČR, vytvořeny 4 specializované softwary, patent a řada vedlejších výsledků.

### **Využití systému SEM/FIB je zejména v oblastech:**

1) Studium termogenetických částic, které vznikají za fyzikálně-chemických procesů, kdy nastane okamžité zvýšení teploty a tlaku (povýbuchové zplodiny, povýstřelové zplodiny, částice airbagů, apod.). Ve forenzní praxi se jedná především o částice mikroskopické, na základě jejich detekce je možné prokázat způsob spáchání

trestného činu. Chemické komponenty vnitřní stavby částic není možné v řadě případů identifikovat jednoznačně z povrchu a často jsou významné i fáze, které krystalizují v dutinách částic. Významná je i morfologie stavby stěn částic, která je rovněž v řadě případů charakteristická. Všechny tyto informace jsou důležité pro jednoznačné zařazení částice do příslušné druhové kategorie. Jejich detailní studium je možné právě s využitím iontové mikroskopie, zejména v případech, kdy není zcela jasný jejich zdroj, který může být pro vyšetřovatele rozhodující.

- 2) Studium nanokompozitních materiálů a nanočástic. Ve forenzní praxi se nejčastěji setkáváme s nanokompozity v rámci pigmentů s proměnlivou barevností - ochranné prvky (např. bankovek), automobilové laky, spotřební elektronika apod., a ve funkčních vrstvách skel (termoskla, automobilová skla atd.), přičemž je předpoklad, že množství těchto materiálů bude ve forenzní praxi narůstat.

Cílem je využití detailních strukturních informací ke komparaci s předkládanými porovnávacími vzorky. Přímá analýza z povrchu neposkytuje dostatek informací, je potřebné studovat přímo jednotlivé vrstvy. Technika SEM/FIB je jediná, která toto detailní studium umožňuje.

- 3) Studium holografických ochranných prvků - hologramy, holografické plomby a pečeti se stále více využívají k autorizaci tiskovin, deklarování originality produktů, a též i k pečeti těchto částí výrobků, u kterých je nutné rozpoznat neautorizované vniknutí. Obraz samotný vzniká díky lomům a interferencím světla na jednotlivých strukturách holografické vrstvy. Je možné vyrobit hologram, který bude vizuálně dobře napodobovat originál, ale který se bude lišit svým vnitřním složením.

Cílem analýzy hologramů ve forenzní praxi je využití detailních strukturních a dalších informací ke komparaci s předkládanými porovnávacími originálními vzorky.

- 4) Oblast mechanoskopie, defektoskopie, metalografie a technická diagnostiky - cílem zkoumání v této oblasti je vizualizace deformačních změn, jejich dokumentace a popis, a případné zjištění vlivů, které deformace způsobily (únavové lomy, působení tlaků a teplot apod.). Zobrazení v iontech umožňuje na rozdíl od elektronů dobré odlišení zrn (obdobně jako u optického mikroskopu) a jejich mikro-morfologie, ale s řádově vyšším zvětšením a rozlišením.

- 5) Analýza superpozice toner/psací pasta - kombinace psaných a tištěných dokumentů se nejčastěji vyskytuje v souvislosti se závětí, směnkou, smlouvou atd., v případech pozměňování dokumentů, kdy dochází k nežádoucím „úpravám“, či „vyrobení“ nových dokumentů/písemností. Zjištění superpozic tahů v případech „dotisků“ na již podepsaných písemnostech je signifikantní pro zjištění, zda byl

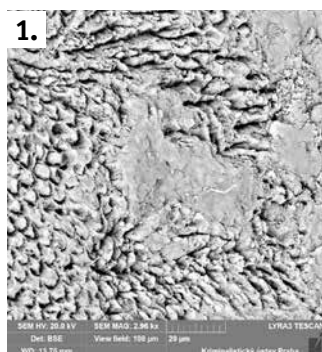
dříve na dokumentu/písemnosti podpis a poté proběhl dotisk ostatních údajů, či zda podpis následoval po tisku. Zobrazení superpozic tonerových částic a psací pasty je v těchto případech jednou z rozhodujících skutečností.

- 6) Využití katodové luminiscence (CL) pro komparaci stop, studium a vizualizace interních textur vzorku. CL umožňuje studovat drobné rozdíly ve vnitřní stavbě materiálů, které jsou jinými technikami obtížně identifikovatelné. Slouží pro vizualizaci interních textur látek, např. růstová zonálnost, korozní textury, přerušení růstu, skryté mikrofraktury, z nichž jen některé lze současně zobrazit jinými metodami. Luminiscence, její barva, intenzita a spektrální charakteristika, v kombinaci s přítomností specifických primárních či sekundárních textur tak může vést k jednoznačnému určení původu materiálu.

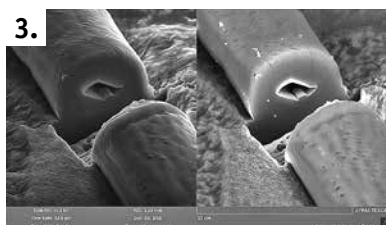
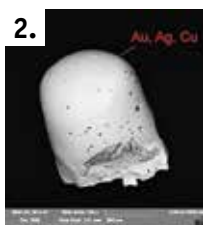
### **Ze zajímavějších analýz, při kterých byl systém použit v poslední době lze např. uvést:**

- působení kyselin na dentin zubů
- polymerace na povrchu daktyloskopických otisků
- případ loupeže ve zlatnictví – analýza mikrofragmentů granátů a mikrootěrů zlata
- analýzy pro Českou obchodní inspekci – podvody se šperky a drahými kameny
- případ „Balamuta“ – útok kyselinou
- falza obrazů - pigmenty kauza „Kotík“
- případ omítkových směsí, které neobsahovaly deklarované složení - hospodářská kriminalita
- analýzy pro Generální ředitelství cel – podvody s falšovaným zbožím

V roce 2017 získal řešitelský tým Cenu ministra vnitra za mimořádné výsledky v oblasti bezpečnostního výzkumu.



1. analýzy povrchu zubů – působení kyselin na zubní dentin  
2. analýzy fragmentů drahých kovů  
3. studium vnitřní stavby vláken - řez iontových svazkem



# Kybernetický polygon

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Terorismus

### **Příjemce**

Masarykova univerzita

### **Doba realizace**

1. 4. 2013 – 30. 9. 2015

Projekt bezpečnostního výzkumu Kybernetický polygon (KYPO) měl za cíl vytvořit unikátní prostředí pro výzkum a vývoj metod na ochranu proti útokům na kritické infrastruktury.

Ve virtualizovaném prostředí je možno provádět komplexní scénáře útoků vedených proti kritickým infrastrukturám a analyzovat jejich průběh.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 10 455 000 Kč.

# PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** Kyberbezpečnostní tým Masarykovy univerzity

## **Kybernetický polygon (KYPO)**

KYPO je jedinečné virtuální prostředí pro výzkum a vývoj metod na ochranu proti útokům na kritické informační struktury. Mezi základní vlastnosti prostředí patří flexibilita, škálovatelnost a efektivita využití zdrojů. V unikátním zázemí KYPO laboratoře lze realizovat komplexní bezpečnostní školení a cvičení.

## **Smysl projektu**

Pouze ve specializovaném virtuálním prostředí lze provádět kvalitní výzkum a cvičení spojená s ochranou kybernetických infrastruktur. Prostředí Kybernetického polygonu našemu týmu umožňuje zabývat se výzkumem nových bezpečnostních metod, potenciálními hrozbami a jejich dopady. Vyjma toho se věnujeme pořádání školení a cvičení pro bezpečnostní týmy i studenty. Dlouhodobě tak přispíváme ke zvyšování standardů kybernetické bezpečnosti v České republice a ve světě.

## **Technologie a specifika**

### **Komplexní prostředí, které je možné opakovat a upravovat**

Jednotlivá prostředí mohou obsahovat rozsáhlé počítačové sítě, a to včetně v nich běžících aplikací a služeb. Realistické podmínky nabízejí řadu možností pro výzkum a vývoj forenzních metod. Připravujeme také interaktivní školení a cvičení bezpečnostních profesionálů (například školení administrátorů či bezpečnostní cvičení, kde spolupracuje několik bezpečnostních týmů).

### **Cloudová infrastruktura umožňuje škálovat velikost experimentů**

Výpočetní zdroje cloudu jsou poskytovány projektem CERIT Scientific Cloud a Meta-Centrum, největší česká virtuální organizace pro akademickou obec, zajišťuje výpočetní kapacitu cloudu.

### **KYPO podporuje variabilitu operačních systémů**

V prostředí laboratoře jsou k dispozici různé typy operačních systémů, příkladem Linux, Windows, Android. Snažíme se o maximální míru konfigurovatelnosti strojů, topologie sítě i jednotlivých linek. Pro všechny stroje dokážeme zajistit jak připojení k internetu, tak úplnou izolaci.

## **Sběr informací o strojích a síťovém provozu v prostředí probíhá automaticky**

Součástí každého prostředí jsou vestavěné měřicí infrastruktury s předdefinovanou sadou měřených veličin a možností jejího rozšíření. Vizualizace veškerých dějů a událostí probíhajících v počítačové síti a na jednotlivých strojích pomáhá přesněji ukázat průběh jakékoliv akce v daném prostředí.

## **Úspěchy projektu**

Týmu projektu Kybernetický polygon byla v roce 2016 udělena Cena ministra vnitra za mimořádné výsledky v oblasti bezpečnostního výzkumu.

Prostředí Kybernetického polygonu je od roku 2015 přístupné také v KYPO laboratoři v prostorách CERIT Science Park na Masarykově univerzitě. Laboratoř využíváme jako výzkumné i výukové prostředí. Pravidelně v ní pořádáme bezpečnostní školení a cvičení vedená odborníky převážně z našeho týmu.

## **Využití výsledků v praxi**

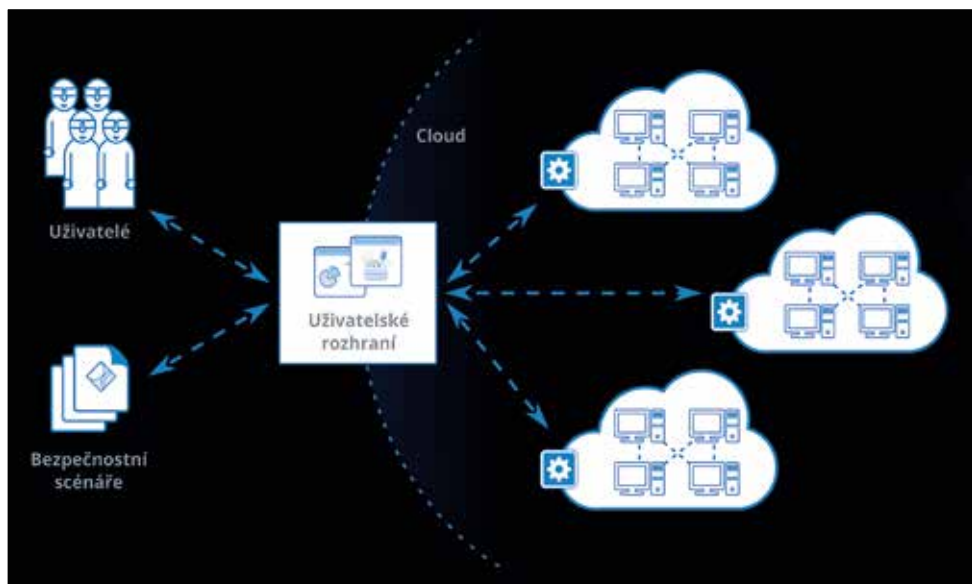
V prostředí KYPO se pravidelně pořádají bezpečnostní školení a cvičení s celosvětovou účastí, a to nejenom pro složky státu, ale i odbornou veřejnost, firmy apod. Také jsou zde nabízeny kurzy studentům magisterského i bakalářského studia Masarykovy univerzity.

Další činností v rámci vzdělávacích aktivit byla např. příprava vítězů Středoškolské soutěže České republiky v kybernetické bezpečnosti na finále European Cyber Security Challenge 2017 nebo Letní školy KYPO jako odměna pro vítěze středoškolské Kybersoutěže. Studenti zde absolvují přednášky a praktická cvičení zaměřená na kyberbezpečnost.

Výsledky projektu jsou mimo jiné využívány Národním úřadem pro kybernetickou a informační bezpečnost, kde se realizují pravidelná bezpečnostní cvičení Cyber Czech. Cílem je procvičovat obranu vůči simulovanému kyberútoku.

## **Další informace**

Na počátku roku 2016 na projekt KYPO navázal projekt Simulace, detekce a potlačení kybernetických hrozeb ohrožujících kritickou infrastrukturu opět podpořený Ministerstvem vnitra ČR v Programu bezpečnostního výzkumu České republiky 2015-2020.







*Celkový pohled na KYPO laboratoř*

Testovací zařízení nové generace MONTE-1 u školního jaderného reaktoru VR-1 umožňující pokročilé testování detekčního vybavení monitorujících a zasahujících skupin v případě jaderných havárií a vybavení sítě včasného zjištění

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Průmyslové havárie a selhání technologií

### **Příjemce**

České vysoké učení technické v Praze  
Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.

### **Doba realizace**

1. 5. 2013 – 31. 12. 2015

Cílem bylo vyvinout u školního jaderného reaktoru ČVUT VR-1 unikátní a dosud v Evropě neexistující testovací zařízení nové generace MONTE- 1 umožňující pokročilé testování detekčních systémů a čidel sítě včasného zjištění v reálném směsném poli štěpných radionuklidů v případě havárií jaderných zařízení.

Směsné pole, které by simulovalo skutečné štěpné spektrum v případě havárie jaderného zařízení nelze vytvořit komerčně dostupnými radionuklidy a proto bude vytvořeno ozářením malého množství jaderného paliva v experimentálním reaktoru.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 19 416 000 Kč.

## PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** doc. Ing. Ľubomír Sklenka, Ph.D. a Ing. Ondřej Huml, Ph.D., Katedra jaderných reaktorů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze

### **MONTE-1 testuje detekční systémy pro případ jaderné havárie a pomáhá i hasičům**

V letech 2013 až 2015 bylo ve spolupráci pracovníků Katedry jaderných reaktorů Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v Praze, Státního ústavu radiační ochrany, v. v. i. a firmy Lynax s.r.o. vyvinuto a zkonstruováno unikátní experimentální zařízení. Celý projekt probíhal v rámci Bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra.

Testovací zařízení, nazvané MONTE-1, umožňuje pokročilé testování detektorů, které používají odborníci ze Státního ústavu radiační ochrany pro monitorování radiační situace v okolí českých jaderných elektráren. V případě jaderné havárie by zasahující týmy Státního ústavu radiační ochrany s využitím vlastních dopravních prostředků (automobily, vrtulník, drony) podrobně monitorovaly složitá směsná pole gama záření a neutronů v areálu jaderné elektrárny a v okolí elektrárny. I když dnes lze vznik a migraci gama záření a neutronů dobře modelovat různými výpočetními programy, experimentální ověření je nezbytnou součástí testování a ověřování všech detekčních systémů používaných v současné jaderné energetice. A právě pro experimentální ověření a testování detekčních systémů bylo vyvinuto a uvedeno do provozu experimentální zařízení MONTE-1.

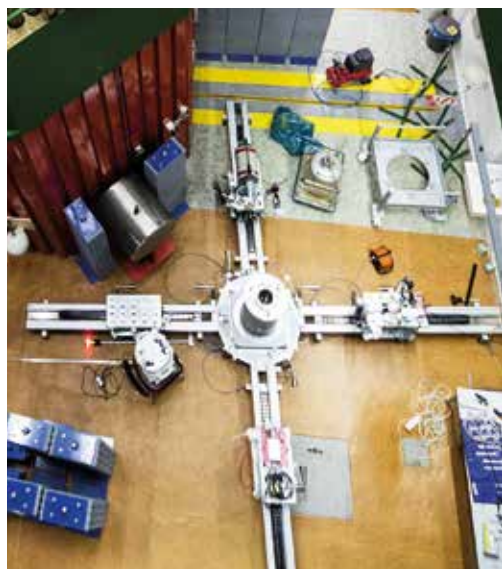
Zařízení MONTE-1 je součástí školního reaktoru VR-1, který provozuje Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT. A právě v reaktoru VR-1 se „vyrábí“ přesně definovaná směsná pole neutronů a gama záření, která lze potom jednoduše měřit pomocí zařízení MONTE-1. V reaktoru se ozáří např. palivové peletky (stejně jaké se používají v jaderných elektrárnách) nebo palivový proutek nebo článek (používaný ve výzkumných jaderných reaktorech). V ozařovaném palivu začne probíhat štěpení uranu, vznikají štěpné produkty a také neutrony a gama záření. Ve speciálním stínicím kontejneru se ozářené palivo přesune do zařízení MONTE-1. I tady je ozářené palivo umístěno ve stínicím kontejneru v přesně definované poloze s přesně definovanými otvory, kterými může směsné záření vycházet do předem definovaného směru nebo směrů. Detektory, které je nutné testovat, se umísťují na speciální „lavice“ s kolejnicemi. Testované detektory lze na lavicích pohybovat s využitím dálkového ovládání a přes počítačovou síť, ke které je MONTE-1 připojeno, lze dálkově snímat veškerá data z měření. Toto řešení umožňuje vytvářet i silná směsná pole neutronů

a gama, která by při ruční obsluze u detektorů nebyla možná. Volbou z několika typů jaderných paliv (peletka, proutek, článek) a různého způsobu a délky jeho ozáření v reaktoru lze vytvářet různá dobře definovaná směsná pole záření.

Celé zařízení MONTE-1 je modulární a značně variabilní, což poskytuje široké spektrum možných konfigurací pro testování rozličných detekčních systémů či studium parametrů radiačních polí různých typů zdrojů ionizujícího záření jak pro účely výzkumu a vývoje, tak pro výuku studentů.

Kromě původního účelu, tj. testování detekčních systémů pro případ jaderné havárie experimentální zařízení MONTE-1 využívají od roku 2016 i hasiči - specializované jednotky Hasičského záchranného sboru ČR určené pro zásahy v prostorách s radioaktivními látkami. Tyto specializované jednotky, podobně jako odborníci se Státního ústavu radiační ochrany, využívají MONTE-1 pro testování svých detekčních systémů, které používají při zásazích. Experimentální zařízení MONTE-1 příležitostně využívají i výrobci detektorů a detekčních systémů, např. z firmy NUVIA a.s

Více než tři roky provozu experimentálního zařízení MONTE-1 ukazují, že i velmi specializovaná experimentální zařízení, která by bez podpory Bezpečnostního výzkumu Ministerstva vnitra vznikala velmi obtížně, dokáží nalézt své uplatnění v České republice.



*Experimentální zařízení MONTE-1 instalované u Školního reaktoru VR-1 a Testovaná detekční zařízení na měřicích lavicích zařízení MONTE-1*





*Specializované jednotky Hasičského záchranného sboru ČR využívající MONTE-1*

# Výzkum detekce improvizovaných výbušnin psy

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Požáry, výbuchy, havárie

### **Příjemce**

Univerzita Pardubice

### **Doba realizace**

1. 10. 2010 – 31. 12. 2014

Služební psi jsou využíváni k řadě úkonů, ke kterým patří vyhledávání osob, odhalování drog, vojenských výbušnin či dalších látek. Problematika detekce improvizovaných (podomácku vyráběných) výbušnin s využitím schopností speciálně vycvičených psů nebyla doposud komplexně řešena navzdory tomu, že je tato skupina výbušnin stále častěji používána při teroristických útocích.

Obsahem projektu byl proto vývin komplexní metodiky detekce improvizovaných výbušnin s využitím služebních psů, s ohledem na potenciální vysokou rizikovitost a citlivost zmiňovaných výbušnin.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 25 648 000 Kč.

## PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** doc. Ing. Robert Matyáš, Ph.D., Univerzita Pardubice

### Výzkum detekce improvizovaných výbušnin psy

Cílem projektu bylo vyvinutí výcvikové sady, s jejíž pomocí by bylo možné vtisknout do paměti psa pachové stopy improvizovaných výbušnin.

Improvizované, neboli podomácky vyráběné výbuštiny, jsou výbuštiny, které jsou nelegálně vyráběny pachateli trestné činnosti a teroristy. Řada z těchto výbuštin je ale velmi citlivá k mechanickým podnětům a tedy i nebezpečná při manipulaci. Pro potřeby výcviku psů je tedy vhodnější je znečítlivit zapracováním do nevýbušného „nosiče.“ S tímto materiálem by pak mohl pracovat pouze psovod bez nutnosti asistence další osoby, která by byla vyškolená pro manipulaci s výbuštinami. Samotný materiál nosiče musí splnit řadu parametrů, především musí být s výbuštinou kompatibilní a stabilní, musí výbuštinu znečítlivovat, musí být porézní (pro usnadnění odparu výbuštiny), jeho pach by neměl být pro psa neznámý (aby pes snadněji zaměřil svou pozornost na pachově neznámou výbuštinu) a musí umožnit snadné zapracování výbuštiny bez rizika kontaminace cizorodými pachy.

Vhodný materiál nevýbušného nosiče, který by uvedené parametry splnil, jsme proto hledali poměrně dlouhou dobu. Po otestování několika perspektivních materiálů byl vhodný materiál nakonec nalezen a my jsme mohli naši pozornost zaměřit na nalezení vhodných koncentračních rozmezí výbuštin v nosiči. Zde jsme se zejména potýkali se dvěma proti sobě působícími faktory – na citlivost výcvikového materiálu ke vnějším podnětům (aby byl výcvikový materiál nevýbušný a bezpečný k manipulaci, musí být koncentrace ostré výbuštiny v nosiči nízká) a na dostatečnou koncentraci pachu výbuštiny (aby pes spolehlivě vnímal zápach výbuštiny nad výcvikovým materiálem, musí být koncentrace výbuštiny v nosiči dostatečně vysoká). Ne u všech výbuštin se nám podařilo najít průnik obou faktorů, ale u těch nejčastěji zneužívaných ano. Po nalezení vhodných koncentrací výbuštiny v nosiči následovala optimalizace výroby finálního výcvikového materiálu a reálné testování se psy.

S využitím našeho výcvikového materiálu byla psům po dobu několika týdnů vtiskávána pachová stopa výbušiny do jeho paměti. Poté následovala kontrola v terénu a v kynologickém areálu České zemědělské univerzity v Praze. Na závěr pak proběhla reálná detekce ostré (čisté) výbušiny, kdy se psi snažili ostrou výbušinu najít a označit.



*Pes při práci na řadě plechovek při hledání a označení cílového pachu*

Při vývoji výcvikového materiálu jsme svou pozornost museli zaměřit i na výzkum vlastností samotných výbušin. Velká část improvizovaných výbušin nebyla nikdy průmyslově vyráběna z důvodů svých nevyhovujících vlastností, čehož důsledkem je i omezené množství informací o jejich vlastnostech v literatuře.

Během čtyř let trvání projektu bylo získáno velké množství nových poznatků jak z oblasti vlastností výbušin samotných, tak z oblasti výcviku psů. Tyto informace byly řešiteli projektu publikovány jak formou článků v odborných časopisech (celkem 20), tak formou konferenčních příspěvků (celkem 17). Hlavní výsledek projektu – samotný výcvikový materiál – byl pak ochráněn patentem (CZ patent 305 617, 2015) a metodika výroby sady samotné a její využití při následném výcviku psů byla certifikována policejním prezidentem v roce 2014 (ev. č. 03/2014).

Po ukončení projektu si výcvikovou sadu nejprve „vyzkoušeli“ policejní psovodi. Po úspěšném otestování bylo v roce 2017 Univerzitou Pardubice dodáno Policii ČR prvních 400 ks balení výcvikového materiálu pro vtisknutí pachové stopy TATP. V roce 2018 si výcvikový materiál „otestovali“ i armádní psovodi z Chotyně, kdy Univerzita Pardubice dodala Ministerstvu obrany výcvikový materiál pro vtisknutí pachové stopy TATP a HMTD.



V roce 2016 byla, na základě poznatků, které vznikly během výzkumu improvizovaných výbušnin, zahájena spolupráce s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze.

Výsledky byly také zahrnuty do přednášek kurzu pro pyrotechniky na Vyšší policejní škole Ministerstva vnitra pro kriminální policii (kurz improvizované výbušiny).

Nabyté znalosti v oblasti studia improvizovaných výbušnin jsou částečně i využívány během výuky specialistů členských států NATO v kurzech Home-made explosives basic a Home-made explosives advanced, realizovaných Centrem of excellence NATO v Trenčíně.

# Osobní bezpečnostní dohledový systém pro podporu výcviku a zásahu jednotek IZS

## STRUČNĚ O PROJEKTU

### **Bezpečnostní hrozba**

Požáry, výbuchy, havárie

### **Příjemce**

České vysoké učení technické v Praze

### **Doba realizace**

1. 10. 2010 – 31. 8. 2015

Projekt byl zaměřen na zvýšení bezpečnosti zasahujících jednotek Integrovaného záchranného systému (IZS) a zachraňovaných osob při řešení krizové situace (požár, povodeň, hromadné neštěstí) a na podporu výcviku.

Výsledkem projektu jsou ověřené funkční vzorky systému, který umožní v reálném čase lokalizaci, sledování zdravotně-fyziologických parametrů a signalizaci rizikového stavu (stres, přehřátí aj.), sledování environmentálních parametrů (teplota, kouř aj.) a zpětnou analýzu průběhu zásahu či výcviku.

Projekt byl podpořen dotací ve výši 29 509 000 Kč.

## PODROBNĚ O PROJEKTU

**Autor:** Ing. Pavel Smrčka, Ph.D., ČVUT v Praze

### **Osobní bezpečnostní dohledový systém pro podporu výcviku a zásahu jednotek IZS**

FlexiGuard je biotelemetrický systém pro monitorování fyziologického stavu záchranářů, hasičů a vojáků. Smyslem systému je zvýšit osobní zdravotní bezpečnost monitorovaných osob během výcviku a zásahu u exponovaných profesí; na každém členovi týmu (až 30 osob najednou) lze pomocí senzorů umístěných ve výstroji měřit řadu biologických a technických parametrů a přes bezdrátové rozhraní tyto údaje přenášet do vizualizační jednotky velitele, kde probíhá jejich vyhodnocení a signalizace rizikových stavů. Návrh systému proběhl kompletně podle potřeb koncových uživatelů z řad hasičů a vojáků a v přímé spolupráci s nimi. V rámci realizovaného projektu bezpečnostního výzkumu došlo k vytvoření funkčních vzorků osobního bezpečnostního dohledového systému, vytvořená platforma byla v následném období konstrukčně rozvinuta do několika produktových variant a ty byly prakticky uplatněny při bezpečnostním monitoringu a při výzkumu.

Systém FlexiGuard umožňuje dlouhodobé telemetrické sledování zdravotně-fyziologických parametrů a environmentálních parametrů člověka v reálném čase. Umožňuje individuální i hromadný monitoring v reálném čase, všechny snímané parametry ukládá pro zpětnou analýzu trendů, reakcí i stavu probanda a to jak lokálně na osobní snímací jednotce na paměťovou kartu u každého monitorovaného jedince, tak i centrálně na vizualizační jednotce. Pracuje s osobními profily jednotlivých probandů, meze jednotlivých parametrů lze individuálně nastavovat a sledovat vývoj během jednotlivých fází tréningu, akce, výcviku, zásahu apod. a individuální reakce na jednotlivé podněty psychické a fyzické zátěže; všechny parametry lze snímat z více probandů najednou a zobrazit je ve stejné časové ose. Základními monitorovanými parametry jsou: tepová frekvence, fyzická aktivita, teplota těla, teplota a vlhkost okolí (zpravidla pod oděvem) a dechová křivka. Volitelně je možné doplnit snímač GPS polohy. Zákaznické přidání dalších připravených senzorů (např. multisenzoru vybraných výbušných a jedovatých látek, detektoru ionizujícího záření apod.) je otázkou několika kliknutí myši. Rovněž je možná synchronizace signálů se záznamem z digitální kamery připojené k velitelské vizualizační jednotce. Z těchto údajů je automaticky vypočítávána informace o fyziologickém stavu probanda, jako např. odhad energetického výdeje, anaerob-

ního prahu, polohy těla, detekce přehřátí atd., parametry prostředí (přítomnost nebezpečných látek atd.). Tato informace je prezentována v uživatelsky přívětivé formě na velitelské vizualizační jednotce a lze ji bezprostředně využít např. pro účely podpory rozhodování, pro optimální profilování výcvikového procesu apod. V praxi se osvědčilo souhrnné zobrazení výsledné informace ve formě "semaforu" – zelená znamená "vše v pořádku", oranžová signalizuje lehké překročení individuálně nastavitelných mezí, případně technickou závadu, podobně "červená" značí výraznější překročení individuálních mezí. Kromě této souhrnné signalizace se samozřejmě uchovává kompletní záznam signalů monitorovaných osob – ten lze kdykoliv (přímo během akce, případně později v klidu kanceláře) prohlédnout a stanovit příčinu alarmu a srovnat individuální reakce jednotlivých osob na zátěžové situace. Uvnitř každé osobní měřicí jednotky je rovněž zabudovaná paměťová karta, na které zůstanou (podobně jako v "černé skříňce" u letadla) uloženy veškeré signály i v případě náhodného výpadku datového radiového spojení s velitelskou vizualizační jednotkou.

Původní funkční vzorky, vytvořené v rámci projektu bezpečnostního výzkumu, byly technicky dopracovány a rozvinuty v několik produktových variant, které jsou nyní k dispozici. Zde podrobněji uvedeme několik příkladů v praxi uplatněných realizací systému.

**Základní aplikační varianta.** Tato varianta obsahuje rovněž GPS lokalizaci a bezdrátové komunikační rozhraní se zvýšeným dosahem v terénu a zjednodušeným plně automatickým vyhodnocením. Referenčním příkladem nasazení této varianty je využití v CASRI, příspěvkové organizací Ministerstva obrany. V CASRI bylo uplatněno celkem 30 kusů základní aplikační varianty systému FlexiGuard. Proběhlo zde intenzivní otestování v terénních podmínkách při výcviku vojáků, praktické uplatnění zde FlexiGuard nalézá zejména jako podpůrný prostředek při bezpečnostním sledování zdravotně-fyziologických parametrů při speciálních vojenských cvičeních ve výcvikovém prostoru ve Vyškově u Brna, kde byl již mnohokrát prakticky nasazen jako podpora zdravotního dohledu při extrémních zátěžích v koncové fázi cvičení. Základní aplikační varianta je dále využívána například při výzkumu na Letecké fakultě Technické univerzity v Košicích, během roku 2019 je předmětem zakázky „Meranie psychofyziologických parametrov počas výskumných letov na letových simulátoroch a na reálnych lietadlách“. Jedná se o další ostré nasazení systému v reálných podmínkách.

**Aplikační varianta s rozšířenou sadou externích senzorů.** Podporuje až 8 externích senzorů, které komunikují s osobní měřicí jednotkou pomocí krátkodosahového radiového rozhraní. Varianta plně využívá možností WBAN (wireless body area network) a byla vyvinuta ve spolupráci se SÚJCHBO (Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany), kde je rovněž uplatněna. Varianta je vyvinutá podle zákaznických požadavků a podporuje připojení několika externích senzorů teploty, vlhkosti a fyzické aktivity. V této konkrétní aplikaci je určená zejména pro práci v klimatické komoře SÚJCHBO v Příbrami při zátěžových testech, je ale zachována i možnost kontinuálního monitoringu na delší vzdálenosti při pohybu probanda v terénu.

**Aplikační varianta FlexiBag.** Nově byla platforma FlexiGuard použita pro vytvoření aplikační varianty FlexiBag, která umožňuje bezpečnou a spolehlivou bezdrátovou telemonitoraci zdravotně-fyziologických parametrů a environmentálních parametrů pacienta přepravovaného v transportním biovaku nebo bioboxu. Umožňuje rovněž hromadný monitoring více pacientů v reálném čase. Zařízení bylo prezentováno na výstavě Future Forces 2018. Na toto nové řešení byla podána patentová přihláška ÚPV ČR (dosud v řízení); u této nové aplikační varianty systému v současné době probíhají jednání s potenciálními uživateli.

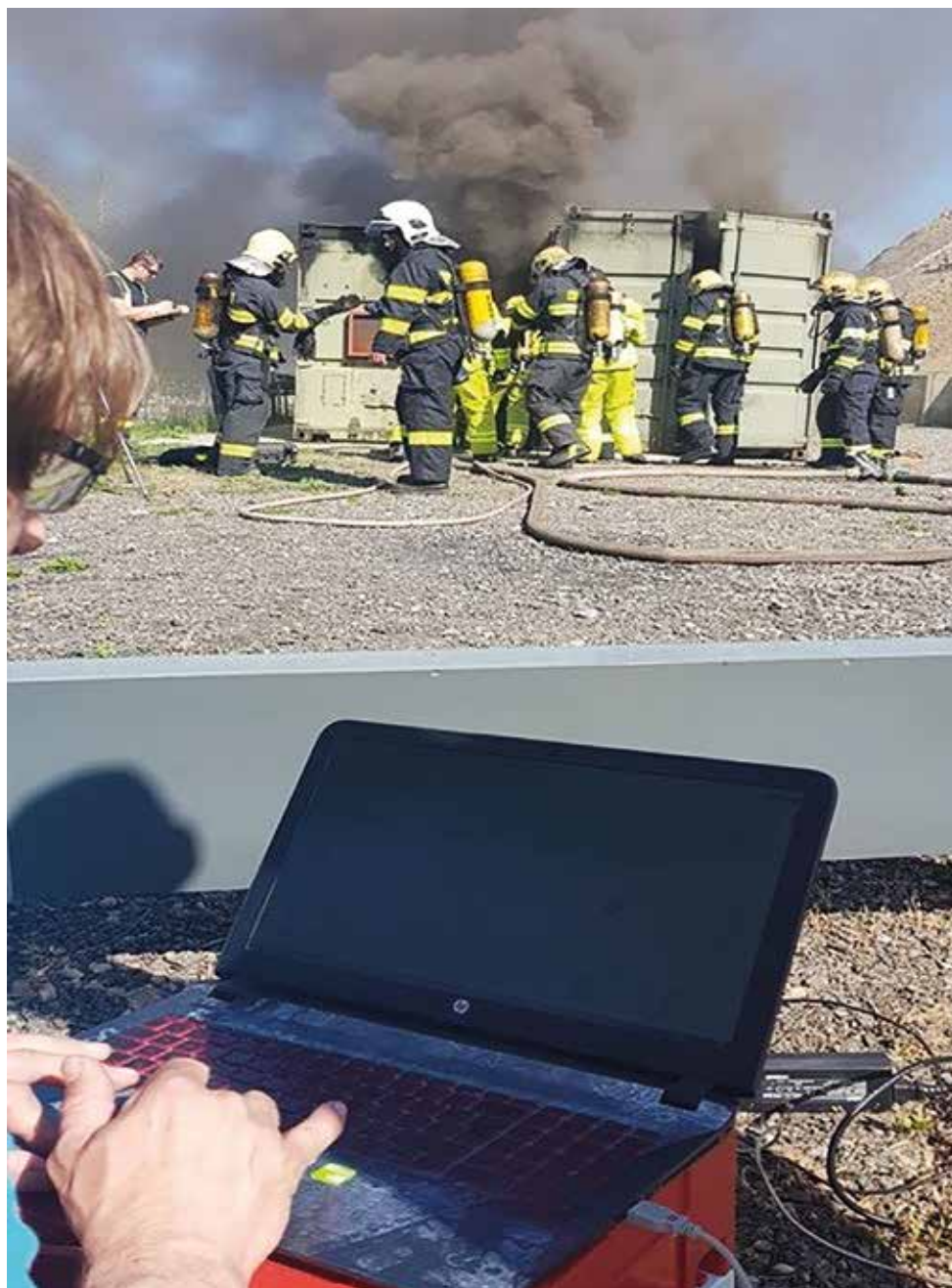
Na řešení použité v systému FlexiGuard byl v roce 2017 udělen patent ÚPV ČR číslo 306895 s názvem „Biotelemetrický systém pro podporu monitorování psychofyziologického stavu člověka“. Produkt je v současnosti dále rozvíjen podle požadavků nových uživatelů a jedná se již o ověřené zařízení, které si svojí roli našlo zejména při bezpečnostní zdravotní monitoraci v terénu a při podpoře výzkumu zátěžových stavů u hasičů a vojáků.



*Záběr vizualizační jednotky s detailním pohledem na fyziologické parametry probandů*



*Umístění systému na těle probanda ve výstroji*



*Příklad nasazení systému FlexiGuard při experimentech ve Vysokém Mýtě (duben 2019, jako součást širšího výzkumu zaměřeného na hodnocení expozice hasičů zplodinami hoření)*



# Seznam zkratek

<b>CL</b>	Katodová luminiscence
<b>ČVUT</b>	České vysoké učení technické
<b>FIB</b>	Fokusovaný iontový svazek (Focused Ion Beam)
<b>GPS</b>	Globální systém pro určení polohy (Global Position System)
<b>HMTD</b>	Hexamethylentriperoxodiamin
<b>HZS</b>	Hasičský záchrany sbor
<b>IZS</b>	Integrovaný záchranný systém
<b>JEZ</b>	Jaderné energetické zařízení
<b>MONTE-1</b>	Experimentální zařízení
<b>NATO</b>	Severoatlantská aliance (North Atlantic Treaty Organisation)
<b>PČR</b>	Policie České republiky
<b>SEM</b>	Elektronová mikroskopie (Scanning Electron Microscope)
<b>SÚJCHBO</b>	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
<b>SÚRO</b>	Státní ústav radiační ochrany
<b>KYPO</b>	Kybernetický polygon
<b>TATP</b>	Peroxid acetonu (Tri-Aceton-Tri-Peroxid)
<b>ÚPV</b>	Úřad patentového vlastnictví
<b>VR-1</b>	Experimentální reaktor Vrabec
<b>WBAN</b>	Wireless Body Area Network

Vydavatel:

Odbor bezpečnostního výzkumu  
a policejního vzdělávání  
Ministerstvo vnitra  
Nad Štolou 936/3  
170 34 Praha 7

tel.: 974 832 746 (sekretariát)  
e-mail: [obv@mvcv.cz](mailto:obv@mvcv.cz)  
[www.mvcv.cz/vyzkum](http://www.mvcv.cz/vyzkum)

Vydání první  
Praha 2019

Bezplatná distribuce  
Autoři foto: příjemci projektu

Všechny údaje jsou i přes důsledné zpracování bez záruky.