

„A szükség a legjobb tanító” – Az ABV (CBRN)- képességek fejlesztésének szükségessége a bűnügyi technikai területen

Napjainkban nem kuriózum a radioaktív anyagok jelenléte a bűnügyi helyszíneken. Ilyenek lehetnek a mérgező, biológiai vagy radioaktív/nukleáris (chemical, biological, radiological and nuclear, CBRN) anyagot szétszórni képes robbanószerkezetek, illetve mérgezésre/sugárbehatásra használt anyagok. Emellett jelen vannak a kémiai veszélyek is, amelyek száma a szintetikus droglaborok elterjedésével nő (például: fentanillaborok). Ilyen esetekben a felismerés is kihívás. Pontos azonosításuk, begyűjtésük és szakszerű vizsgálatuk speciális szakértelmet, továbbá képzést kíván. Ha a helyszíni tevékenység során a szakszemélyzet nem ismeri fel a CBRN-anyagot, úgy a jelenlévők egészségügyi károsodást szenvedhetnek, és/vagy nagy területet, tárgyakat szennyezhetnek el, így akumulálva az alapproblémát. Ez nem csupán a rendvédelmet érinti, mivel a helyszínelés alapvetően az atom-, biológiai és vegyi (ABV-) mintavételi műveleteket alkalmazza, azaz a radiológiai helyszínelés mintavételi elméleti és műveleti alapjait, amelyeket a NATO STANAG AEP-66 rögzít. Ez a NATO-szabvány nemcsak a katonai műveleti helyszínelésben alkalmazott alapvető mintavételi szabvány, hanem a rendőrségi bűnügyi helyszínelésben is az egyik vezérlő dokumentum. Ezenkívül amennyiben a helyszínelésbe bevonják az MH HAVÁRIA Laboratóriumot is (amit biztosra vehetünk), az említett szabvány az egyik alapvető szabályozója a laboratóriumnak. Jelen cikkben rávilágítok arra, hogy milyen okok vezettek a CBRN-képességek fejlesztésének szükségességéhez, és arra, hogy hogyan lehet a kockázatokat csökkenteni, amíg ezen képességek nem épülnek ki maradéktalanul. A témát érdemes körüljárni környezetterhelési, környezetvédelmi szempontból is, különös tekintettel a keletkező veszélyes anyagok kezelésére.

Kulcsszavak: radioaktív, bűnügyi helyszín, sugárveszély, radioaktív bűnjel, radioaktívan szennyezett bűnjel, rendőrségi és katonai helyszínelés, CBRN (ABV)-munkakörnyezet, veszélyes anyagok kezelése

¹ Kiemelt főelőadó, Készenléti Rendőrség Nemzeti Nyomozó Iroda Bűnügyi Technikai Főosztály; doktori hallgató, Nemzeti Közsolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; e-mail: csigus27@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1324-033X.

“Necessity Is the Greatest Teacher” – The Necessity to Increase ABV (CBRN) Capabilities in the Field of Forensic Technology

Today, the presence of radioactive materials at crime scenes is not a curiosity. These may include explosive devices capable of dispersing CBRN material or materials used for poisoning/radiation. There are also chemical threats, which are increasing with the proliferation of synthetic drug labs, for example: fentanyl laboratories. In such cases, detection is also a challenge. Their accurate identification, collection and professional testing require specialized expertise and training. If CBRN material is not detected by specialist personnel during the on-site activity, those present may suffer health damage and/or contaminate large areas and objects, thus accumulating the underlying problem. This is not only a law enforcement concern as forensics is based on ABV sampling operations, i.e., the sampling theory and operational basis for radiological crime scene investigation, as laid down in NATO STANAG AEP–66. It is not only the basic sampling standard used in military operational forensics but also one of the guiding documents in police crime scene investigation. In addition, if the MH HAVARIA laboratory is involved in the investigation (which can be taken for granted), this standard is one of its basic guiding principles. In this article I would like to report on the reasons that led to the need to increase CBRN capabilities and, until they are fully developed, how risks can be mitigated. It is also worth exploring the environmental aspects of the subject, with particular reference to the management of the hazardous materials generated.

Keywords: radioactive, crime scene, radiation hazard, radioactive evidence, radioactively contaminated evidence, police and military crime scene, CBRN (ABV) working environment, hazardous materials management

Bevezetés

Felmerül(het) a kérdés, hogy miért van szüksége CBRN-kapacitásra egy bűnügyi technikai egységnek. Röviden azért, mert ezek valós veszélyek.

A terrorfenyegetettség és a migráció egyre inkább növeli a CBRN-veszélyhelyzetek kialakulásának esélyét is. A helyszínelőket általánosságban érintő biológiai veszély nem sorolható a CBRN alá, hiszen ők a helyszíneken elsősorban a holttestek bomlása során keletkező veszélyekkel, valamint a fertőző betegségben elhunyt személyek kapcsán találkoznak vele. A másik biológiai jellegű veszély, amely érintheti a helyszínelőket, a nyilvántartásba vétel, ahol közvetlen kontaktusba kerülnek például illegálisan hazánkba érkezőkkel. Az a tapasztalat, hogy a személyi védőfelszerelések, a személyi higiénia termékek, valamint az esetleges kontamináció utáni fertőtlenítések, mentesítések az ilyen jellegű biológiai veszélyt minimalizálni tudják.

A helyszínen a kémiai veszélyek a szintetikus droglaborok megjelenésével és elterjedésével együtt váltak egyre jelentősebbé (például a fentanilt, carfentanilt vagy a szintetikus kábítószereket előállító laborok esetén az előállításához szükséges kémiai anyagok). Nem felejtkezhetünk meg azonban a környezetkárosító cselekményeknél használt mérgező vegyi anyagokról sem. Összességében a kémiai veszélyre azért kell kapacitást építeni, mert számos anyag belégzéssel vagy bőrön keresztüli felszívódással is képes komoly egészségkárosodást okozni. Ezekhez az évek során a bűnügyi technikusok mind képzés, mind védőeszköz tekintetében hozzáedződtek.

Saját tapasztalatom, hogy újabban hazánkban is egyre több bűnügyi helyszínen kerülnek szembe a helyszínelők CBRN-veszélyekkel. Ezen anyagok közül véleményem szerint a legnagyobb kihívást a radioaktív/nukleáris anyagokkal kapcsolatos eljárások jelentik. Ennek oka, hogy ezekből egyre több van, ráadásul a felismerés is nehézségekbe ütközik – ellentétben például a kémiai anyagokkal –, ha nincs megfelelő detektáló eszköz. Másik veszélye, hogy míg a biológiai, illetve kémiai anyagok esetében azonnal jelentkezik a hatás, addig a radioaktív/nukleáris anyagoknál ez akár több évig is rejtve maradhat, függően a sugárterhelés mértékétől.

A bűnözés átalakulása és a technikai fejlődés hatására ezekkel az új veszélyekkel számolni kell a bűnügyi helyszíneken. Ilyen veszély például a radioaktív anyagok megjelenése, amelyek egyre inkább célpontjává váltak a szervezett bűnözői és terrorszervezeteknek. További súlyos probléma a sugárzó anyagok csempészete, feketekereskedelme is. Ugyanakkor az úgynevezett atomtemetők állapota, azaz a tárolási követelményeknek való megfelelés is rendkívül fontos. Utóbbit számos nemzetközi szervezet kiemelten nyomon követi (mint például a Globális Kezdeményezés a Nukleáris Terrorizmus Elleni Küzdelemre [*Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism*, GCINT]; *The Nuclear Forensics International Technical Working Group* [NF-ITWG];² a Bűnügyi Rendőrség Nemzetközi Szervezete [*International Criminal Police Organization*, INTERPOL]; az Európai Rendőrségi Hivatal [*European Police Office*, EUROPOL]; az Európai Atomenergia Közösség [*European Atomic Energy Community*, EURATOM]), komoly hangsúlyt fektetve ezen terület rendszeres elemzésére.³ Az Egyesült Nemzetek Szervezete Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (ENSZ NAÜ) Esemény- és Tiltott Kereskedelmi Adatbázis (Incident and Trafficking Database, ITDB-UN IAEA) világszinten gyűjti össze a radioaktív anyagokhoz kapcsolódó szokatlan eseményeket, incidenseket, legyen szó csempészetéről, lopásról, elvesztésről vagy sugárzó anyaggal történő visszaélésről stb.⁴ Emellett több esetben alkalmaztak radioaktív anyagot olyan bűncselekmények elkövetésére is, mint mérgezés vagy sugárbehatás potenciális célszemélyek esetén.⁵ Példaként a nagy nyilvánosságot kapott *Litvinyenko-ügy* említhető 2006-ból.⁶ Sokan azt gondolhatják, hogy Magyarországon nincsenek ilyen ügyek. Hibás elképzelés; elég

² Szabad fordításban: Nemzetközi Nukleáris Törvényszéki Technikai Munkacsoport.

³ GARRETT et al. 2014.

⁴ KOVÁCS-SZÉLES et al. 2020.

⁵ IAEA [é. n.].

⁶ A polónium sötét története 2013; OWEN 2016.

csak a kaposvári vegyész esetére⁷ vagy a Fejér megyei ásványgyűjtő esetére gondolni.⁸ De itt említhetjük a Püspökszilágyon található Radioaktív hulladék-feldolgozó és -Tárolót (itt tárolják a hazánkban keletkező kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékokat), illetve az ott 2014-ben bekövetkezett balesetet is.⁹

Joggal merülhet fel: hogyan kerül egy üzemzavar vagy baleset helyszínére bűnügyi helyszínelő? A válasz a felelősség megállapításában keresendő, hiszen azt ilyen esetekben mindig meg kell tenni. Vagyis ha a baleset bekövetkeztéért emberi tevékenység vagy mulasztás felel, például ha a baleset munkaidőben, munkahelyen történik, mindig vizsgálni kell a Büntető Törvénykönyv (Btk.) 165. §-a (Foglalkozás körében elkövetett veszélyeztetés) szerinti felelősséget. Ilyen esetekben a helyszín bűnügyi helyszínné válik.

Radioaktív/nukleáris anyagok kezelése és annak veszélyei

Radioaktív anyagok esetében, akár a fent említett helyszín tekintetében is, kihívás az ilyen anyagok pontos azonosítása, begyűjtése, szakszerű vizsgálata. Egyaránt speciális szakértelmet és a helyszínelő szakszemélyzet részéről speciális képzési ismereteket kíván. Amennyiben a helyszíni tevékenység során a szemlét lefolytató szakszemélyzet nem észleli időben vagy nem is ismeri fel a CBRN-anyagot, úgy az ott jelenlévők komoly egészségügyi károsodást szenvedhetnek. A ruházatukon – például cipőn, bakancson, egyéni védőeszközön (EVE) – kihurcolva a helyszínről az ilyen anyagokat elszennyezhetnek nagy területeket, tárgyakat, gépjárműveket, így súlyosbítva a helyzetet. Azaz a helyszín határai kitolódnak, és újabb, másodlagos helyszíneket hoznak létre. Egy-egy helyszín, gépjármű- vagy eszközpark radioaktív anyagtól való mentesítése rendkívül magas költséggel jár. Ezek mellett a környezetterhelés is nagymértékben nő. Elég azt áttekintenünk, hogy a mentesítés során keletkezett dekontamináló oldatok vagy száraz mentesítés esetén az ahhoz felhasznált eszközök mekkora mennyiségű újabb radioaktív, vagyis veszélyes hulladékot hoznak létre. A mentesítés, a szállítás, a tárolás és a megsemmisítés pedig rendkívül nehéz és költséges.

Mielőtt azt gondolnánk, hogy ez csupán a rendvédelmet érinti: ugyanezek a katonai helyszínelést is jellemzik, mert a katonai helyszínelők is a rendvédelemben dolgozó bűnügyi technikai alapképzésen vesznek részt és szereznek tanúsítványt. Fontos már ott az alapokat elsajátítani.¹⁰ Ezekre a speciális helyszínelői feladatokra a Magyar Honvédségen belül is érdemes lenne kapacitást kiépíteni, mivel ott is, ahogy a radiológiai helyszínelésben alapvetően, az ABV-mintavételi műveleteket alkalmazzák, amelyeket a NATO STANAG AEP-66 dokumentum rögzít.¹¹

⁷ Radioaktív anyagot tartott otthonában egy kaposvári férfi 2019.

⁸ Radioaktív anyag miatt nyomoznak Pázmándon 2021.

⁹ Radioaktív anyagot tartott otthonában egy kaposvári férfi 2019.

¹⁰ *ORFK Tájékoztató (OT)*. 2015/17. szám, 1.3 pont. Az Országos Rendőr-főkapitányság és a Honvédelmi Minisztérium között kötött együttműködési megállapodás (2015. szeptember 14.).

¹¹ *AEP-66(A)(1) NATO Handbook for Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents*. (SIBCRA).

A kapacitások kiépítését érdemes a létszámhoz és a szervezeti elem feladatához igazítani. Alapvető CBRN-kapacitáson a védőeszközök, valamint a személyi védőfelszerelések meglétét és folyamatos utánpótlásának biztosítását értjük. Ennek alkalmasnak kell lennie a mindennapi munkavégzés biztosítására, vagyis a biztonságos munkakörnyezet megteremtésére és fenntartására. Ahhoz azonban, hogy a megfelelő védőruházatot, illetve a helyszínelést segítő technikai eszközöket gondosan válasszuk ki, szükséges az eljárásnak az ismerete. Véleményem és tapasztalatom szerint napjainkban megrendelhető bármilyen technikai eszköz, azonban a hatékony használat csak abban az esetben tud érvényesülni, ha az eszköz egy jól működő eljárás megkönnyítésére szolgál. Ezért is gondolom azt, hogy ahol a szükség megmutatkozik, ott mindig erősebben érvényesül a kreativitás és a fejlesztés, hiszen a hiányzó eszközt, felszerelést stb. valamilyen módon pótolni vagy helyettesíteni kell.

A fentiekre tekintettel alapított közös kutatócsoportot a Magyar Tudományos Akadémia, a mára már Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) az Energiatudományi Kutatóközpont (EK) és a Készenléti Rendőrség Nemzeti Nyomozó Iroda Bűnügyi Technikai Főosztály a sugárzó/nukleáris anyaggal szennyezett bűnügyi helyszínek kezelésére 2018-ban.



1. ábra: Helyszínel a közös csapat a bécsi ENSZ-székházban – bemutató

Forrás: Dean Calma, az ENSZ NAÜ munkatársa felvétele

Az együttműködés azóta is töretlen, és ennek a kis csapatnak sikerült nemzetközi szinten is a világ élvonalába kerülnie azáltal, hogy az eljárás kialakításakor figyelembe vette mindkét szakterület igényeit, a régóta bevált és használt módszerek előnyeit és hátrányait, majd ezeket igyekezett optimálisan ötvözni. Az eljárás kialakítása során meglévő jogszabályi kereten belül a szakmai szabályoknak megfelelően és a nemzetközi szabványokkal összhangban kellett meghatározni a helyszínelés lépéseit. (Magyarország

az atomenergia alkalmazásának kezdeteitől annak felhasználója volt, ezért a szabályozás ezen a területen megfelelő.¹² Ami új, az a radiológiai helyszínelés, erre nincs konkrét, egybefoglalt szabályozás, azonban a szabályok különböző jogszabályi helyeken ugyan, de léteznek). Ennek érdekében több szcenárió gyakorlati megoldásán keresztül végül egy jól működő képességet sikerült kialakítani, amelyhez a leginkább alkalmas technikai eszközök beszerzését hozzá lehetett társítani. Ezt az eljárásrendet először 2019-ben validálta az ENSZ NAÜ, és azóta többször volt lehetőség bemutatni az ügynökség rendezvényein. Ilyen alkalom volt 2020-ban az *International Conference on Nuclear Security: Sustaining and Strengthening Efforts (ICONS 2020)* konferencia, 2021-ben a *66th IAEA General Conference (GC)* és 2022-ben a *Technical Meeting on Nuclear Forensics: From National Foundations to Global Impact*.¹³ Ugyancsak 2022 tavaszán zajlott Bécsben a *First International Conference on Nuclear Law: The Global Debate* elnevezésű rendezvény is.



2. ábra: Bűnjelbegyűjtés a Technical Meetingen tartott demonstráción

Forrás: Dean Calma, az ENSZ NAÜ munkatársa felvétele

A cikk írásakor már felkérte a csoportot az Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja (*European Commission [EC] Joint Research Centre [JRC]*), hogy a tagok oktatóként vegyenek részt a témában szervezett nemzetközi képzéseken. Ez mind azt mutatja, hogy a nukleáris biztonság megsértése, illetve radioaktív anyaggal kapcsolatos bűncselekmények bekövetkezése esetén a radiológiai helyszínelők és a nukleáris törvényszéki szakértők ismeretei rendkívül fontosak, hogy az ilyen anyagok, a bűnelkövetők, áldozatok, helyszínek és események közötti kapcsolatokat feltárják. Ezek a szakterületek egyre inkább elismertek, az évek során a nemzetközi nukleáris biztonság egyik központi

¹² CSURGAI–SEBESTYÉN 2016.

¹³ Technical Meeting on Nuclear Forensics: From National Foundations to Global Impact 2022.

témájává váltak.¹⁴ A fentieket a legtöbb ország hasonlóan látja, és egyre több energiát fektet abba, hogy a radiológiai helyszínelési és a nukleáris törvényszéki szakértői képességeit kiépítse, és ha már rendelkezik ilyennel, akkor továbbfejlessze azt.

Ahogy a világban, úgy Magyarországon is a hatékony eljárásrendek kidolgozása nehezíti, hogy a bűnügyi helyszínelést és a bűnjelek vizsgálatát hagyományosan végző szakszemélyzet nincs felkészülve radioaktív anyagok kezelésére és vizsgálatára, vagyis hiányzik a szakértelem, valamint az eszközpark. Ugyanígy a radiológiai szakemberek (nukleáris fizikusok, radiokémikusok) és az őket foglalkoztató intézetek, kutatóintézetek sem állnak készen bűnjelek begyűjtésére és vizsgálatára, mivel sem szaktudásuk, sem felhatalmazásuk nincs rá.

A helyszíni munkát tovább bonyolíthatja, ha a radioaktív anyag nem zárt konténerben található, hanem szennyezésként van jelen a különféle felületeken, mint például a padlón, a használati tárgyakon. Az ilyen helyeken akár kis mennyiségű, de jelentős sugárdózissal járó kiszóródott anyag is speciális mérőműszerek híján nem vagy nem könnyen észlelhető. Ami azt is jelenti, hogy a helyzet bonyolódni fog, hiszen a radioaktív anyag a begyűjtendő bűnjeleket és a helyszínelő személyzetet is elszennyezheti. Mindezekből az következik, hogy a radioaktív/nukleáris anyaggal érintett helyszínek feldolgozása speciális felkészültséget, szigorúbb szabályokat igényel.

A szabályokat érdemes eljárásrendbe rendezni, amely a sugárzó anyagok begyűjtésének módszereit és a tradicionális bűnjelbegyűjtési eljárásokat, közismertebb nevén a helyszínelést egy metodikává formálja. Esetünkben ennek az eljárásrendnek két fő törekvése volt: a szakszemélyzet egészségügyi védelme és a bűnjelek szakszerű begyűjtése.

Szakszemélyzet védelme

Egyik oldalról kiemelten fontos kérdés volt a helyszínelők személyi, egészségügyi biztonsága (sugárvédelme). Példaként az alábbiakban elemzek egy feltételezett eseményt, amelynek során radioaktív készítmény, konkrétan mesterséges alfaindukált neutronforrás ($^{241}\text{AmBe}$ és $^{239/241}\text{PuBe}$) kiszóródása okozott neutrontózsisteret. A szimuláció MCNP 4C típusú Monte-Carlo-metódussal történt, 1 m²-es felületi forrás esetére, valamint rá merőleges, az emberi test törzsének (a belső szervek tartalmazta) régióját szimuláló 20 cm sugarú és 50 cm magas hengergeometria esetére. Az elemösszetétel az ICRU-fantom analógiájára lett meghatározva.

A feltételezett $^{239/241}\text{PuBe}$ forrás ^{241}Pu frakciója önkényesen 0,15% tömegarányban volt megadva, ami mintegy 7%-kal megnöveli a „tisztá” ^{239}Pu forrásra számított értéket, valamint ez gyakorlatilag ugyanilyen arányban jelentkezik a számított forráserősségben és származtatott effektív dózisban is.¹⁵

¹⁴ *Radiological Crime Scene Management. Nuclear Security Series, Implementing Guide 2014.*

¹⁵ A neutrontózsiz-számításokat Csurgai József végezte.

Az effektív dózisegyenérték számítása az alábbi összefüggéssel történik:

$$H = \int_{t_0}^t \left(\int_{E_{\min}}^{E_{\max}} \Phi(E) \sigma(E) dE \right) dt \quad (1)$$

ahol:

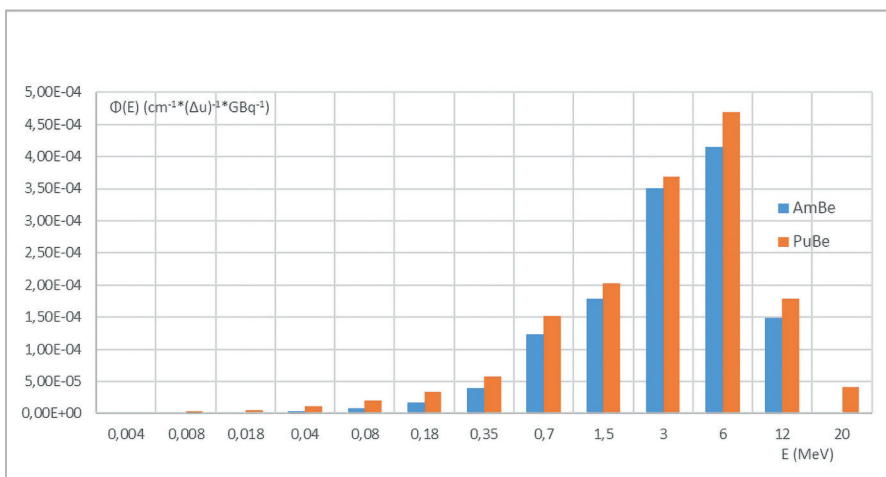
$\Phi(E)$ energiafüggő neutronfluens,

$\sigma(E)$ energiafüggő neutronbefogási hatáskeresztmetszet az ICRP103 kritérium szerint,

t_0, t az expozíciós idő intervalluma.

1. táblázat: Szimulált neutronenergia-spektrum

Neutron- energia (MeV)	²⁴¹ AmBe	^{239/241} PuBe
	$\Phi(E)(\text{cm}^{-1} \cdot (\Delta u)^{-1})$	
0,004	2,56E-08	2,32E-06
0,008	1,16E-06	3,48E-06
0,018	1,74E-06	5,81E-06
0,04	4,07E-06	1,10E-05
0,08	8,13E-06	2,09E-05
0,18	1,74E-05	3,31E-05
0,35	4,01E-05	5,75E-05
0,7	1,23E-04	1,52E-04
1,5	1,79E-04	2,03E-04
3	3,50E-04	3,69E-04
6	4,15E-04	4,69E-04
12	1,48E-04	1,78E-04
20	0,00	4,18E-05



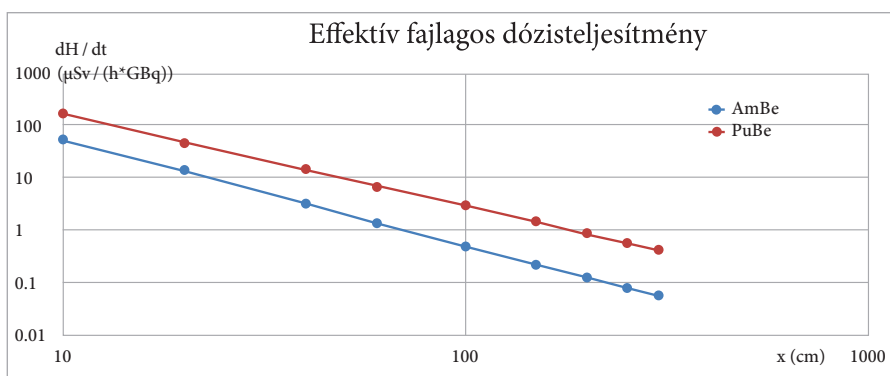
3. ábra: A neutronenergia-spektrum

Forrás: a szerző számítása alapján

2. táblázat: Számított neutron dózis-egyenértékek időderiváltja

x (cm)	²⁴¹ AmBe	^{239/241} PuBe
	dH/dt (μSv/(h*GBq))	dH/dt (μSv/(h*GBq))
10	50,77478	164,6665
20	12,7025	48,78626
40	3,177826	14,45406
60	1,41294	7,094956
100	0,508918	2,894711
150	0,226278	1,420905
200	0,127318	0,857625
250	0,081502	0,579723
300	0,056609	0,420976

Forrás: a szerző számítása



4. ábra: Számított fajlagos dózisteljesítmény a két neutronforrásra

Forrás: a szerző számítása

Feltételezett 0,185 TBq (5 Ci) forrásaktivitás esetén a forrásoktól kapott dózis kissé konzervatív becsléssel 1 h expozíciós idővel számítható:

$$H = A \int_{t_0}^t \dot{H}_t dt \quad (2)$$

ahol:

A forrásaktivitás (Bq),
 $\dot{H}_t$ neutron dózis-teljesítmény (μSv/[h*GBq]),
 t_0, t az expozíciós idő intervalluma.

A neutron dózis-teljesítmény számításánál a modell figyelembe veszi a testszöveti súlytényezővel súlyozott egyenértékű dózisok hatását, tehát ily módon lehetőség van egy, a sugárzási térben adott expozíciós idővel történő munkavégzés során elszenvedett effektív dózis számítására, amely az alábbi táblázatban látható. A feltételezett alapadatokat

a fentiek szerint határoztam meg, adott aktivitású összetett neutronforrás sugárzási terének becslésével.

3. táblázat: A vizsgált $^{241}\text{AmBe}$ és $^{239/241}\text{PuBe}$ forrásokra becsült effektív dózisértékek

x (cm)	AmBe	PuBe
	H (μSv)	
100	94,1	535,5
200	23,6	158,7
300	10,5	77,9

Forrás: a szerző számítása

Összefoglalva tehát ha az expozíció alá eső állomány a lakossági dóziskorláttal rendelkezik, ebben az esetben egyórás, átlagosan 1 m távolságban történő tevékenység a szennyezett felület mellett kimerítheti az éves dóziskorlát mintegy 10%-át AmBe, illetve több mint 50%-át PuBe forrás esetén. Márpedig a helyszínelő állomány dóziskorlátja a lakossági dóziskorlát. Vagyis ezt a dózist egy helyszínen is elérhetik, ebből viszont az következik, hogy mindig biztosítani kell a személyzet váltását.

A fentiek miatt a fejlesztés legfőbb iránya az elsődleges reagáló egységek személyi és egészségvédelme (sugárvédelem), számukra a biztonságos munkavégzés követelményeinek megteremtése (ideértve a radioaktív anyagok, valamint a szennyezett bűnjelek begyűjtése, szállítása, vizsgálata szakaszokat). Vannak azonban olyan esetek, ahol a biztonságos munkakörülmények megteremtése nem lehetséges. Ilyen esetekben elsődleges annak vizsgálata, hogy hogyan lehet a szennyezett környezetben az egészségkárosító tényezőket kiküszöbölni és a szakszemélyzet egészségvédelmét biztosítani, mindezt természetesen úgy, hogy a legtöbb bűnjelet tudják begyűjteni. Ezzel meg is érkeztünk a második fő szemponthoz, a lehető legtöbb bizonyíték, bűnjel begyűjtéséhez és vizsgálatához.

Bűnjelek begyűjtése és vizsgálata

Nem minden bűnjel vizsgálható a helyszínen: vannak olyanok, amelyek csak laborkörülmények közt, speciális berendezéssel elemezhetők. Azonban a radioaktívan szennyezett bűnjelek vizsgálata Magyarországon – sok más országhoz hasonlóan – nem megoldható, mert a Nemzeti Szakértői és Kutató Intézet nem vállalja azt, tekintve hogy a műszerek elszennyezésével jár, és azok dekontaminálása nem megoldott.

Azaz ha szükséges a bűnjelek laboratóriumi körülmények közti analizálása, akkor meg kell tisztítanunk őket a szennyezéstől. Ez az akadály szintén, nemzetközi szinten is, gátat szab a vizsgálatok lefolytatásának. Tény, hogy vannak törekvések a probléma megoldására. Éppen ezért kutatócsoportunk is rendszeresen végez kísérleteket. Például különféle szennyezett felületeket alakítottunk ki, kismértékben radioaktív oldat alkalmazásával, amelyekre olyan bűnjeleket telepítettünk, mint például ujjnyom, mikroanyagmaradványok, illetve DNS-anyagmaradvány. Ezután szakszerűen begyűjtöttük ezeket,

majd azt vizsgáltuk, hogy mikortól mondhatók radioaktívnak, vagyis hol van az az aktívítási pont, amelynél már a helyszínelő személyzet, illetve a Nemzeti Szakértő és Kutató Központ nem kezelheti azokat. A fent leírtak miatt át kellett gondolni, hogy ezek helyszíni vizsgálata mennyiben lehetséges, ha jelen van a radiológiai szakértő, és őt bevonjuk, illetve hogy milyen speciális szabályokra van szükség helyszíni vizsgálatkor. Az egyik eredmény, hogy az egységünk képessé vált a helyszínről kiadott bűnjelek kesztyűzsákban, úgynevezett *glovebagben* történő párhuzamos vizsgálatára, például a DNS-anyagmaradvány-törlet rögzítésével egyidejűleg mobiltelefonból való adatkinyerésre *universal forensics extraction device* (UFED-) technológia alkalmazásával.



5. ábra: Mintavétel-bemutató radioaktív anyagból

Forrás: Dean Calma, az ENSZ NAÜ munkatársa felvétele

Ezzel egy időben a bűnjeleknél a bűnjeltasak felületéről vett dörzsmintákkal és radioaktív anyag esetén gamma-spektrometriával az izotópok pontosabb azonosításához, illetve nukleáris anyagok esetén az azok kategorizálásához (például dúsított urán, fegyver minőségű vagy természetes, esetleg szegényített urán, plutónium stb.) szükséges mérést is meg lehet ismételni. Így időt is lehet spórolni.

A helyszíni munka kialakítása előtt kísérletsorozatban tanulmányoztuk a „radioaktivitás átterülését” is, azaz a kontamináció menetét gyűjtött bűnjeleken, illetve begyűjtéshez használt eszközökön (például helyszínelő ecsetek, mintavevő eszközök). Ennek során folyékony radioaktív anyagot szárítottunk különböző felületekre, amelyekre előzetesen nyomokat telepítettünk. Az eredetileg a felületekre felhordott aktivitásból a nyomrögzítő eszközre körülbelül 3–10% került át. Ez meglepően sok ahhoz képest, hogy a szennyezés rászáradt állapotban volt a felületen. Ez azt is jelenti, hogy por állagú szennyezés esetén ettől jóval nagyobb kontaminációval kell számolnunk, különösen, ha légmozgásra is számítunk. A DNS-anyagmaradvány-törlet esetében a felületről a DNS-pálcára való áthordás nagyjából megfelel a pálcával letörölt elszennyezett terület arányának.



6. ábra: Helyszíni vizsgálat kesztyűszsákban

Forrás: Dean Calma, az ENSZ NAÜ munkatársa felvétele

Ennek eredményeként megállapítható, hogy nagyon kis mennyiségű radioaktív anyag is kimutatható a mintákon, de a sugárvédelmi szabályokat figyelembe véve ezek nem minősülnek radioaktívnak, azaz kezelhetők. Mégis célszerűnek tartjuk speciális szabályok alkalmazását és előzetes egyeztetések lefolytatását a vizsgálatra való megküldés előtt. Mindenképpen levonható az a konzekvencia, hogy az az általános szabály, miszerint a minták radioaktívnak tekintendők, ha a felületi aktivitás koncentrációja meghaladja a $0,5 \text{ Bq/cm}^2$ -t alfa-sugárzó, illetve az 5 Bq/cm^2 -t béta-sugárzó anyagok esetében, továbbá ha a felülettől 10 cm-re mért, nem letisztítható (rögzült) szennyezés gamma-dózisteljesítménye több mint $0,7 \mu\text{Sv/h}$. Ilyen minták feldolgozása csak C-szintű izotóplaboratóriumban, lehetőség szerint kesztyűszűlkében megengedett. Tehát ezek nem vizsgálhatóak a helyszínen.



7. ábra: Dózismérés a helyszínen

Forrás: Dean Calma, az ENSZ NAÜ munkatársa felvétele

A védőfelszerelések megválasztása, fel-, illetve levételének mechanizmusa

Először is meg kell vizsgálnunk, hogy mit nevezhetünk személyi védőfelszerelésnek vagy más néven egyéni védőeszköznek.¹⁶ A személyi védőfelszerelések megfelelő felvétele, viselése és levétele nem tűnik nagy vagy nehéz dolognak, ugyanakkor ezen emberi életek múlhatnak. A nem megfelelően felvett védőfelszerelés egyáltalán nem vagy csak korlátozottan véd. Ez pedig növeli az egészségkárosodás kockázatát, hiszen a káros anyagok be tudnak jutni a védőruházat alá, ahol már közvetlenül érintkezhetnek az emberrel.

Vagyis a védőfelszerelések optimális alkalmazásának kidolgozása és ennek oktatása azt a célt szolgálja, hogy a gyakorló szakembereket megfelelően felkészítsük a radioaktív munkakörnyezetben való munkavégzésre, ezzel is minimalizálva a szaktudás hiányából adódó biztonsági és egészségügyi kockázatokat. Tehát az EVE-k megfelelő viselése az egész eljárási cselekmény alatt létfontosságú, azonban annak végeztével szükséges a helyszínelő/eljáró szakszemélyzetről eltávolítani a védőfelszerelést. Ennek egyik elfogadott módszere a dekontaminálás. Ez a művelet azonban jelentősen környezetterhelő, hiszen úgynevezett nedves dekontaminálásnál nagy mennyiségű vizet szennyezzük el. Véleményem szerint ezzel a problémát nem megoldjuk, hanem még több környezetkárosító anyagot keletkeztetünk, azaz a szennyezett EVE-ről lemosással szennyezett vizet, vagyis veszélyes hulladékot hozunk létre. Röviden: a ruházatról áthelyezzük a szennyezést a lemosóoldatba. Ha ezt a szennyezett oldatot van lehetőségünk összegyűjteni, akkor azt kezelni kell. Ez azonban igen költséges és körülményes, mivel a lemosott folyadéknak jól záródó badellák kellenek, ráadásul ezeknek lesz szállítási és tisztítási költsége is. Ha ezt a szennyezett folyadékot nem tudjuk összegyűjteni, akkor ez komoly hatással lesz az ökoszisztémára. A nedves dekontaminálásnál környezetterhelési szempontból talán jobb az úgynevezett száraz dekontaminálás (például letörlés), amely esetén a törlésre használt anyagra kerül a szennyezés, és így valójában ugyanúgy egyik helyről a másikra helyezzük át azt, mint a nedves dekontaminálásnál, csak kevesebb veszélyes hulladékot keletkeztetünk.

A csapat igyekezett kidolgozni egy olyan módszert, amely a dekontamináció kihagyásával, de a szakszemélyzet biztonságának maximális garantálása mellett végzi ezt a tevékenységet, így csökkentve a környezetterhelést. Vagyis olyan dekontamináció nélküli vetkőzési metodika készült, ahol nem termelünk extra szemetet a szennyezett környezetben viselt EVE-ken kívül. A módszer kidolgozásának célja a környezet védelme, a veszélyes hulladékok keletkezésének csökkentése, a költséghatékonyság elősegítése volt, a szakszemélyzet maximális sugárvédelme mellett. A módszer jelenleg publikálás előtt áll.

¹⁶ Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/425 rendelete (2016. március 9.) az egyéni védőeszközökről és a 89/686/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről.



8. ábra: Vetkőztetési folyamat egyik mozzanata

Forrás: a szerző felvétele

A következő nagyobb kísérletsorozat a szennyezett bűnjelek szakértői vizsgálatra alkalmassá tétele lesz, hogy majd ezen képesség birtokában a radioaktívan szennyezett, de helyszíni vizsgálatra nem alkalmas bűnjelek ne vesszenek el a büntetőeljárás szempontjából.

Hipotézisünk szerint ha ezen begyűjtött bűnjeleket meg tudjuk tisztítani, mentesíteni tudjuk, és ezek mellett még szakértői vizsgálatra is alkalmasak maradnak, úgy lehetőség nyílna a hatékonyabb bűnüldözésre, ugyanis ezen minták elemzésével azonosíthatók a bűnözői minták, vagy adott esetben kizárhatók az ártatlan, illetve az érintett személyek. Így a felderítés és nyomüldözés felgyorsulna, hiszen több nyom-, illetve anyagmaradványt lehetne elemezni, amelyből több információ lenne kinyerhető az elkövetőkre nézve. Ez azonban csak az első lépés lenne, hiszen ha mindezt helyszíni, úgynevezett mozgólaborban végzi a helyszínelő személyzet, akkor ez még hatékonyabbá, gyorsabbá és költségkímélővé tudna válni. Ehhez azonban a metodika kialakítása, majd az ehhez elengedhetetlen speciális technikai felszerelésű mozgólabor szükséges. Ezzel az adatbázisba feltöltési, továbbá adattovábbítási lehetőséggel a felderítés rendkívül lerövidülhetne, mivel nem kellene a laboreredményekre napokat várni, és a laborba szállítási idő is kiesne mint hátráltató tényező, amely egy terrortámadás esetén rendkívül fontos, mert az idő emberi élet.

Összegzés

A képességek megalapozásának és folyamatos fejlesztésének a célkitűzése olyan új módszerek és eljárásrendek megteremtése, amelyek biztonságossá és hatékonná teszik

a sugárzó anyaggal szennyezett helyszínek kezelését, ugyanakkor biztosítják a bűnjelek integritását a büntetőeljárás számára. A bűnjelek integritását az *MSZ EN ISO 21043/2018 Forenzikus tudományok* jelölésű szabványsorozat folyamatos alkalmazásával lehet elérni. A fenti számú szabvány alapján a kutatás alatt a kísérletek előkészítésétől azok befejezéséig alkalmazva célszerű kialakítani eljárásokat azért, hogy a bűnügyi technikai munkába zökkenőmentesen be lehessen illeszteni azokat.¹⁷ Hiszen ezen szabványsorozat bevezetése Magyarországon már elkezdődött. Az eredményeknek mindenképp gyakorlatban alkalmazhatónak kell lenniük, hogy mindenki számára elérhetőek és használhatóak legyenek. Véleményem szerint egy kialakított eljárásrendet folyamatosan felül kell vizsgálni és hozzáigazítani a mindennapi technikai fejlődéshez. Ezzel az is elérhető, hogy egyre magasabb minőségű képességgel rendelkezünk, mert egyik fejlesztés hozza a másikat. Mindig újabb és újabb problémákat kell megoldani, áthidalni. Teljes mértékben egyetértek azzal a – szakmai berkekben sűrűn hangoztatott – nézettel, hogy a fejlesztés mindig kifizetődik. Az ELKH EK-val folytatott közös munka egyik legnagyobb tapasztalata, hogy a radiológus szakértelem ötvözve a bűnügyi helyszínelői szakértelemmel unikális, világszínvonalú eredményt, eljárást tudott létrehozni. Vagyis a különböző kompetenciák párhuzamos beépítése egy eljárásba rendkívül eredményes.

Igaz ez a katonai gyakorlatra is, hiszen a szennyezés ebből a szempontból sem válogat. A had- és katonai műszaki tudományi kutatások és kutatók a bemutatott tapasztalatokra ugyanúgy támaszkodhatnak, ami megint csak rámutat a tudományágak együttműködésének szinergiájára.¹⁸

Felhasznált irodalom

- 65/1999. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalók munkahelyen történő egyéni védőeszköz használatának minimális biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről. Online: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=99900065.eum>
- AEP–66(A)(1) NATO Handbook for Sampling and Identification of Biological, Chemical and Radiological Agents. (SIBCRA)
- A polónium sötét története (2013). *Múlt-Kor*, 2013. október 17. Online: https://mult-kor.hu/20131017_a_polonium_sotet_tortenete
- Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/425 rendelete (2016. március 9.) az egyéni védőeszközökről és a 89/686/EGK tanácsi irányelv hatályon kívül helyezéséről. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0425>
- CSURGAI József – SEBESTYÉN Zsolt (2016): Nukleáris létesítmények telephelyvizsgálatának és radiológiai értékelésének módszertana korszerűsítési lehetőségének kutatása fejlesztése. *Hadmérnök*, 11(3), 44–56.
- GARRETT, Benjamin et al. (2014): *Advances in Nuclear Forensics: Countering the Evolving Threat of Nuclear and Other Radioactive Material out of Regulatory Control*. Vienna: International Atomic Energy Agency. Online: <https://bit.ly/3YXjwzg>

¹⁷ MSZ EN ISO 21043: *Forensics Sciences szabványsorozat*. 1, 2. rész.

¹⁸ HALÁSZ–FÖLDI–PADÁNYI 2012; PADÁNYI–HALÁSZ–FÖLDI 2013.

- HALÁSZ László – FÖLDI László – PADÁNYI József (2012): Climate Change and CBRN Defense. *Hadmérnök*, 7(3), 42–49.
- IAEA, [é. n.]: *Incident and Trafficking Database*. Online: www.iaea.org/resources/databases/itdb
- KOVÁCS-SZÉLES Éva et al. (2020): Hogyan kezeljük egy radioaktív anyaggal szennyezett bűnügyi helyszínt? *Belügyi Szemle*, 68(12), 43–62. Online: <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.12.2>
- MSZ EN ISO 21043: *Forensics Sciences szabványsorozat*. 1., 2. rész.
- ORFK *Tájékoztató (OT)*. 2015/17. szám, 1.3 pont. Az Országos Rendőr-főkapitányság és a Honvédelmi Minisztérium között kötött együttműködési megállapodás (2015. szeptember 14.).
- OWEN, Robert (2016): *The Litvinenko Inquiry*. [H. n.]: Williams Lea Group on behalf of the Controller of Her Majesty's Stationery Office.
- PADÁNYI József – HALÁSZ László – FÖLDI László (2013): Improving the CBRN Defence of Combat Vehicles as a Response to the Challenges of Climate Change. *Economics and Management*, 3, 31–38. Online: <https://bit.ly/3I7XWkv>
- Radioaktív anyag miatt nyomoznak Pázmádon (2021). *Origo.hu*, 2021. március 25. Online: www.origo.hu/itthon/20210325-radioaktiv-anyaggal-visszaeles-gyanuja-miatt-nyomoznak-paz-mandon.html
- Radioaktív anyagot tartott otthonában egy kaposvári férfi (2019). *Kaposvarmost.hu*, 2019. május 14. Online: <https://kaposvarmost.hu/hirek/kaposvari-hirek/2019/05/14/radioaktiv-kaposvar.html>
- Tríciumszivárgás és nejlonba csomagolt hulladék: kérdések a püspökszilágyi atomtemető körül (2019). *Atlatszo.hu*, 2019. február 18. Online: <https://bit.ly/3SyrVqO>