

1. ÁBRA. Sugárfelderítés egy
CBRN-EOD gyakorlat során
(A szerző felvétele)

MARÁZ VIVIEN*

AZ ABV-VÉDELMI ÉS TŰZSZERÉSZ ERŐK EGYÜTTMŰKÖDÉSE SZEGÉNYÍTETTURÁN- LŐSZEREK ALKALMAZÁSA ESETÉN

Összefoglalás: A modern hadviselésben, a háborúk komplex és kiszámíthatatlan körülményei között egyre sürgetőbbé válik a CBRN- (ABV-) védelmi és az EOD- (tűzszerész) szakterületek szoros együttműködése. A harctéren ugyanis nem csupán konvencionális robbanóanyagokkal, hanem különböző, nem hagyományos fenyegetésekkel is számolni kell. A tanulmány elsősorban a szegényítetturán-lőszerek sajátosságait és ezek kapcsán a CBRN- és EOD-tevékenység közötti szinergia fontosságát vizsgálja, miközben a szerző rávilágít arra, hogy a jövő hadviselésében a többdimenziós fenyegetések kezelése már nem a különálló szakterületek feladata, hanem integrált megközelítést, valós idejű információmegosztást és szoros operatív együttműködést követel meg.

Kulcsszavak: szegényített urán, CBRN, EOD, fenyegetéskezelés, hadviselés

Abstract: In modern warfare, under the complex and unpredictable conditions of armed conflicts, the close cooperation between CBRN (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear) defence and EOD (Explosive Ordnance Disposal) capabilities has become increasingly urgent. On the battlefield, forces face not only conventional explosives but also a variety of unconventional threats. This study examines the characteristics of depleted uranium munitions and, in this context, the importance of synergy between CBRN and EOD operations. The aim is to highlight that in future warfare, addressing multidimensional threats will no longer fall within the remit of distinct specialities, but will require an integrated approach, real-time information sharing, and close operational cooperation.

Keywords: depleted uranium, CBRN, EOD, threat management, warfare

BEVEZETÉS

A 21. századi hadviselésben a gyorsan változó és gyakran kiszámíthatatlan harctéri körülmények fokozottan megkövetelik a CBRN- (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear: vegyi-, biológiai, sugárzás- és atom-) védelem és az EOD- (Explosive Ordnance Disposal: tűzszerész-) feladatok összehangolt végrehajtását. A műveleti térben a hagyományos robbanóanyagok mellett egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a nem hagyományos, sokszor előre nem látható fenyegetések is, amelyek kezelése integrált megközelítést igényel. Ennek az együttműködésnek a fontossága már a korábbi konfliktusok, így az öbölháború, a koszovói válság, valamint az iraki és afganisztáni hadműveletek során is világosan körvonalazódott. Jelen-tősége azonban a 2022-ben kirobbant orosz–ukrán háború

kapcsán vált ismét különösen aktuálissá. Ebben a rendkívül összetett környezetben a szegényítetturán-alapú (Depleted Uranium – DU) lőszerek különös figyelmet érdemelnek, mivel alkalmazásuk egyszerre biztosít rendkívüli páncéltörő képességet, ugyanakkor hosszú távú radiológiai, valamint toxikológiai kockázatot is hordoznak.

Az uránércet a világ legjelentősebb lelőhelyeiről bányásszák, többek között az Egyesült Államokban, Kana-dában, Ausztráliában, Dél-Afrikában, Kazahsztánban és Oroszországban, és ez képezi a dúsított és szegényített urán előállításának alapját. Az ércekből vegyi eljárásokkal úgynevezett yellow cake¹-et állítanak elő. Ezt követően gázalmazállapotban alakítják, amely alkalmassá válik a dúsítási folyamatokra. A dúsítás során növelik a hasadó ²³⁵U-izotóptartalmat, ami lehetővé teszi nukleáris célokra

* Törzsőrmester, MH
Sodró László 102.
Vegyiharc Ezred,
Hadműveleti Értékelő
Osztály, Kidalgozó
Altiszt. ORCID:
0009-0007-2236-6096

¹ Yellow cake: „sárga torta”, az uránércből vegyi úton kinyert és feldolgozott, sárgás színű por, melyet tovább finomítanak a dúsításhoz.





2. ÁBRA.
Az M829-es
lőszercsalád

való felhasználását. A dúsítás mellékterméke az alacsony ^{235}U -tartalmú szegényített urán, amelyet további vegyi és fizikai folyamatokkal fém formájában dolgoznak fel. Ez a végtermék képezi a katonai alkalmazású szegényített urán-lőszerek alapanyagát. [1; 3–4.]

Az amerikai Nukleáris Biztonsági Hatóság² (Nuclear Regulatory Commission – NRC) a szegényített uránt olyan uránként határozza meg, amely kevesebb mint 0,711 tömegszázalék ^{235}U -t tartalmaz. [2] Az 1950-es évektől kezdve az amerikai Védelmi Minisztérium³ (Department of Defense – DoD) érdeklődése egyre inkább ráirányult a szegényített uránra, elsősorban különleges tulajdonsága miatt, melyet a nehézfém magas sűrűsége és az önéleződő⁴ képessége ad. Ezzel ugyanis a páncélatörő hatását növelésért biztosították, így ez stratégiai előnyt jelentett a hidegháborús korszak fegyverkezési versenyében. További felhasználási területei között említhetjük a repülőgépek ellensúlyait, a giroszkópokat is, ám mindezek alkalmazásánál kizárólag a nagy sűrűsége, mechanikai tulajdonságai és lőszerekben történő felhasználásánál a piroforicitása⁵ miatt, nem pedig a kémiai reaktivitásából fakadó előnyök okán használják.

SZEGÉNYÍTETTURÁN-TARTALMÚ LŐSZEREK ÉS ALKALMAZÁSUK A MODERN HADVISELÉSBEN

A szegényített uránnal ellátott páncéltörő lőszerek napjainkban is kiemelt szerepet töltenek be a modern harcjárművek elleni hatékony eszközök között. Az Egyesült Királyság által 2023-ban Ukrajnának adományozott Challenger 2

harckocsikhoz rendszeresített, szegényítetturán-maggal szerelt lőszerek stratégiai jelentőséggel bírnak. [3] A típus speciális lövegkialakítása nem kompatibilis más, 120 mm-es NATO-szabványú harckocsilőszerekkel, így alapos okkal feltételezhető ezek tényleges hadszíntéri alkalmazása. [4] Lényeges kiemelni, hogy a szegényítetturán-lőszerek nemcsak kilövésük során, hanem célba találáskor is jelentős kockázatot jelentenek, különösen harckocsik megsemmisítése esetén, amire Ukrajna területén is több alkalommal sor került. [5] A Challenger 2 harckocsi leszállítását követően Ukrajna amerikai gyártmányú M1 Abrams harckocsikat is kapott, amelyek szintén képesek szegényítetturán-maggal szerelt lőszerek alkalmazására, tovább növelve ezen fegyverrendszerek hadszíntéri relevanciáját.

A DU-lőszereknek rendkívüli a sűrűségük ($19,05 \text{ g/cm}^3$), ami megközelíti az aranyét és a volfrámét. Emellett kedvező mechanikai és ballisztikai tulajdonságokkal rendelkeznek. [6] Önmagukban gyengén radioaktívak – alacsony aktivitású alfa-sugárzó anyagok –, belelegezve vagy lenyelve viszont jelentős egészségügyi kockázatot hordoznak, főként a lövedék becsapódása utáni folyamatok lejátékozása miatt. Ezzel párhuzamosan a németek jelenleg olyan volfrámalapanyagú lőszereket gyártanak és fejlesztenek, amelyek kezelési szempontból biztonságosabbak, azonban átütőképességük elmarad a szegényített uránt tartalmazó lőszerek hatékonyságától, melyek hatásmechanizmusa nem csupán a kinetikai energia és a mechanikai rombolás révén érvényesül, hanem a becsapódás során keletkező hőhatás és a mikroszkopikus méretű aeroszol-részecskék képződése is kulcsszerepet játszik. Ütközéskor ugyanis a nagy sebességgel haladó szegényítetturán-lövedék az ekkor keletkező igen magas hőmérsékleten öngyulladásra képes, így a páncéltörő hatás mellett belső tüzet, illetve másodlagos szerkezeti károkat is képes okozni.

Ez a tulajdonság járul hozzá a környezet szennyezéséhez is. A lövedék szétporladó részecskéi átalakulnak különböző urán-oxidokká, amelyek mintegy 50%-a mikroszkopikus méretű szemcsék formájában ülepedik le a környezetben. Ezek a szilárd, finom por állapotú részecskék hosszú időn át megmaradnak a levegőben, illetve a talajon, ami jelentős egészségügyi kockázatot eredményez. Pontosan ezek a tulajdonságok vezettek a szegényítetturán-tartalmú lőszerek körüli nemzetközi vitához, hiszen bár alkalmazásuk katonai szempontból hatékonyak bizonyul, a hosszútávú környezeti és egészségügyi hatások miatt jelentős kihívásokat jelentenek mind katonai szempontból, mind a civil lakosság számára. [1; 95–96.]

Napjaink legismertebb szegényített uránnal ellátott lőszerei közé tartoznak az amerikai M829 sorozat különböző generációi, az M829A1, M829A2 vagy az M829A3, amint a 2. ábrán látható. Ez a lőszercsalád az úgynevezett APFSDS (Armor-Piercing, Fin-Stabilized, Discarding Sabot) kategóri-

² Nukleáris Biztonsági Hatóság: az Egyesült Államok Nukleáris Szabályozó Bizottságát (NRC) a Kongresszus hozta létre 1974-ben független ügynökségként, hogy biztosítsa a radioaktív anyagok biztonságos, polgári célú felhasználását, miközben védi az embereket és a környezetet.

³ Az Amerikai Egyesült Államok kormányának megbízására, ügyvezető minisztériumként közvetlenül koordinálja és felügyeli valamennyi érintett kormányszerv és az Egyesült Államok fegyveres erőit.

⁴ A lövedék nem fizikailag élesedik, hanem a deformáció során az áthatoláshoz ideális, kúpos vagy hegyes forma megmarad.

⁵ Piroforicitás: a piroforos anyag érintkezik az oxigénnel, felületén gyors oxidációs reakció indul el, amely hőt termel, és ha elég intenzív az anyag, magától begyullad.

ába tartozik, ami szárnystabilizált, űrméret alatti nyíllövedéket jelent. Ezen típusok esetében a lövedék hosszú, keskeny „nyíl” formájú, leváló köpenyű, páncéltörő. Működését tekintve nagy sebességgel hatol át a páncélzaton, miközben a becsapódás során keletkező hő és súrlódás révén a szegényítetturán-lövedék részben szétporlad, piroforicitása miatt meggyullad, így okozva további belső pusztítást a járműben. Az első generációt, az M829A1-et („Silver Bullet”) nagy számban vetették be az 1991-es öbölháborúban. Az amerikai M1A1 és M1A2 Abrams harckocsik 120 mm-es M256 sima csövű lövegéből lőtték ki azokat. [7; 12–16.]

A levegőben alkalmazott legismertebb példája a PGU-14/B API (Armor-Piercing Incendiary), ami a páncéltörő-gyújtó kategóriába tartozik. Célba juttató eszköze az A-10 Thunderbolt II csatarepülőgép, melyet kifejezetten földi páncélozott célok és megerősített állások elleni bevetésekre terveztek. A 30 mm-es, GAU-8/A Avenger típusú, hétcsövű, forgó rendszerű, beépített gépágyú perccenként 3900 lövés leadására képes. [8]

Az ICBUW (International Coalition to Ban Uranium Weapons: Nemzetközi Koalíció az Uránfegyverek Betiltásáért)⁶ 2022-es helyzetjelentése alapján a világ számos állama hadrendben tart, fejleszt vagy legalábbis raktároz szegényített uránt tartalmazó lőszereket. Bár hivatalos megerősítés nem áll rendelkezésre, feltételezhető, hogy Oroszország a BM46 (BM-46) Szvinyec-1 és Szvinyec-2 típusokat modernizálja és rendszeresíti. A brit hadsereg továbbra is alkalmazza a CHARM 1 és CHARM 3 típusú szegényítetturán-lövedékeket, míg Franciaország a Leclerc harckocsijához fejleszti az APFSDS-T típusú lőszert. Pakisztán Naiza típusú, 125 mm-es szegényítetturán-maggal rendelkező páncéltörő lőszerre továbbra is hadrendben állnak, és számos más ország is visszaigazolta, hogy importáltak amerikai gyártmányú szegényítetturán-tartalmú lőszereket. Ugyanakkor ezek mennyiségéről, technikai állapotáról jelenleg pontos, nyilvánosan ellenőrizhető információk és adatok nem állnak a rendelkezésünkre, ezért a felsorolt országok és lőszertípusok listája nem tekinthető teljes körűnek. [9]

SZEGÉNYÍTETT URÁNNAL SZENNYEZETT HARCTÉRI KÖRNYEZET EGÉSZSÉGÜGYI ÉS SUGÁRVÉDELMI KIHÍVÁSAI

A szegényített urán alkalmazásából származó közvetlen és közvetett sugárterhelés⁷ kockázatai régóta generálnak vitákat a katonai, egészségügyi és környezetvédelmi szférában. Modellalapú vizsgálatok megállapították, hogy egy harctéri szituációban, ahol szegényítetturán-tartalmú lőszereket nagy arányban alkalmaztak, az expozíció rövid idő alatt is jelentős lehet. Konkrét számítások alapján egyetlen szegényített uránt tartalmazó lőszerrel végrehajtott harcjármű-megsemmisítést követően, 15 perces behatás során, maximális 26 mg szegényítetturán-részecske⁸ belégzése esetén akár 4,8–9,6 mSv effektív dózisterhe-

lés⁹ is bekövetkezhet. Ilyen mértékű expozíció elsősorban zárt térben végzett művelet során fordulhat elő. Amennyiben több lőszert alkalmaznak, a dózisterhelés arányosan növekszik és potenciálisan többszörös értékeket is elérhet. [10] Ez már meghaladja a természetes háttérsugárzás¹⁰ sokszorosát. Összehasonlításképpen: Magyarországon a civil lakosságra vonatkozó éves dóziskorlát 1 mSv, míg a sugárzásnak kitett foglalkozások esetén az öt év alatt elszennvedhető összdózis 100 mSv, ami évi átlagban 20 mSv-nek felel meg, ugyanakkor egyetlen évben sem haladhatja meg az 50 mSv-et. [11] Amennyiben nem közvetlenül érintkezünk a szegényítetturán-tartalmú lőszerrel, a környezetbe jutó mennyiség és az ebből adódó sugárterhelés nagyságrendekkel alacsonyabb lesz, bár így sem elhanyagolható.

Külön kockázati tényezőt jelentenek továbbá a fel nem robbant lőszer (UXO – Unexploded Ordnance), hiszen közvetlen érintkezés esetén lokálisan magas sugárzási szintet produkálnak. Egy szegényítetturán-tartalmú lövedék felületén mért ekvivalens dózisintenzitás elérheti a 2 mSv/óra szintet, amely huzamosabb munkavégzés esetén jelentős egészségügyi kockázatot hordoz. [8] A fel nem robbant lőszer mellett hasonlóan jelentős kockázatot jelentenek a harctéren kitért vagy súlyosan sérült páncélozott járművek, mivel belső tereikben a szegényített urán égéstermékei gyakran porszerű formában, nagy koncentrációban rakódnak le, fokozva a belégzéssel járó sugár- és toxikológiai terhelést. Az ilyen szituációk világosan rámutatnak arra, hogy a szegényített uránnal szennyezett



3. ÁBRA. 30 mm-es PGU-14/B Armor Piercing Incendiary [6]

⁶ ICBUW: egy 160 csoportból álló globális koalíció, amely 33 országban működik. Szegényített uránt tartalmazó fegyverek használatának, szállításának, gyártásának, értékesítésének és exportjának betiltásáért kampányol.

⁷ Sugárterhelés: egy élő szervezet vagy anyag milyen mértékben van kitéve ionizáló sugárzás hatásának, és ebből mennyi energiát nyel el.

⁸ 12–16 mg kb. 2-5 homokszemnyi tömeg, vagy fél szem kristálycukor tömege.

⁹ Effektív dózisterhelés: a teljes testre, szervekre gyakorolt hatás súlyozott összege.

¹⁰ A természetes háttérsugárzás a környezetünkben lévő természetes anyagokból származó folyamatosan jelen lévő sugárterhelés.

területek felkutatása, biztosítása, veszélyes maradványok eltávolítása olyan komplex műszaki feladat, amely a tűzserészek és a CBRN-szakemberek szoros együttműködését igényli. A tűzserészek elsődleges feladata a fel nem robbant lőszer lokalizálása és semlegesítése, hatástalanítása, ugyanakkor a szegényített uránt tartalmazó lőszer esetében ez önmagában nem elegendő. Az ilyen beavatkozások során egyéni védőeszköz viselése, mérési adatok begyűjtése, a terület izolálása, valamint személyi és területi mentesítés koordinálása szükséges.

Az amerikai műveleti protokoll tartalmazza, hogy szennyezett területen a személyi állomány pozícióját úgy kell meghatározni, hogy az uralkodó szélirány következtében a por vagy egyéb szennyeződés ne juthasson az irányukba. A mentésben, biztosításban és kárelhárításban részt vevő állománynak legalább egy 400 m sugarú biztonsági kört kell kijelölni a szennyezett harcjármű körül, melyben csak a megfelelő védelemmel ellátott katonák tartózkodhatnak – a szakmai szabályzók alapján ebben az esetben MOPP 4-es szintű¹¹ védelmet alkalmaznak. A jármű belső terének mentesítését kizárólag tűzserészek végezhetik a megfelelő, teljes védelmet biztosító ruházatban, a felhalmozódott finom szemcsésű urán-oxid belégzése ugyanis súlyos veszélyt jelenthet. A feladat végrehajtását követően minden használt ruházatot, védőeszközt és felszerelést kis aktivitású radioaktív hulladékként kell kezelni, szakszerű begyűjtéséről és elszállításáról gondoskodni kell. Nem utolsósorban pedig biztosítani kell az állomány részére a szigorú, hozzáértő személyi mentesítést, minimalizálva ezzel a környezetszennyezés és a másodlagos sugárterhelés kockázatát. [12; 13–14.]

A nemzetközi – különösen amerikai – előírásokkal szemben a magyar tapasztalatok és környezeti viszonyok alapján a MOPP 4-es szintű teljes vegyvédelmi felszerelés alkalmazása (mely magában foglalja a védőruha alsó és felső részének viselését, a védőcsizmát, a védőkesztyűt és a gázálcot) nem indokolt szennyezett területeken. A beavatkozók számára jelentős többletterhelést, hőstresszt és munkabírás-csökkenést eredményez, ami éppen a biztonságos feladatvégrehajtást veszélyezteti. Ehelyett a teljes testet fedő, porszűrős védőoverall, zárt lábbeli, kesztyű és olyan légzésvédő alkalmazása szükséges, amely a 10 mikrométer alatti aeroszolatokat is képes kiszűrni. [13; 9–10.]

Fontos megjegyezni, hogy a jelenlegi kézi sugármérők nem alkalmasak az alfa-sugárzás terepi detektálására, azt kizárólag felületi mintavétellel lehetséges azonosítani. A standard doziméterek sem nyújtanak megbízható információt a tényleges sugárterhelésről. Mindazonáltal a gyenge kísértő gamma-sugárzás kimutatása alapján következtethetünk a szegényített urán jelenlétére. Ilyen komplex műveletek jól mutatják, hogy bizonyos harctéri szituációk kezelése nem kizárólag tűzserész feladat, hanem szoros, összehangolt szakmai együttműködést igényel a CBRN-szakembereivel. Ezen kompetenciák fejlesztése, az eljárások egységesítése és a technológiai innovációk bevezetése a CBRN–EOD-tan-

folymok, valamint az MH Sodró László 102. Vegyiarc Ezred, MH Katasztrófavédelmi Osztály, MH Vegyi-, Nukleáris-, Balesetelhárítási Operatív Alosztály továbbképzéseinek keretében a jövőben is biztosított lehet.

ÖSSZEGZÉS

A jövő műveleteiben a kombinált, aszimmetrikus fenyegetések kezelése kizárólag összehangolt rendszerrel lehetséges. A cikk rámutat a két szakterület közötti egységes katonai terminológia és világos eljárásrend kiemelt fontosságára, hiszen ezek hiánya veszélyezteti a műveleti sikert és a személyi állomány biztonságát. A közös szabályzók megalkotása mellett elengedhetetlen a célzott, összevont kiképzési rendszer kiépítése, amely biztosítja a CBRN- és EOD-erők valós helyzetekre történő közös felkészítését. A vegyes fenyegetések, mint a szegényített urán alkalmazása vagy a nem konvencionális eszközök terjedése egyértelműen megmutatja, hogy széttagolt képességekkel a jövő hadszínterén nem lehet eredményt elérni. ■

HIVATKOZÁSOK

- [1] Pázmándi Tamás – Bodor Károly: Az urániac helyzete és kilátásai. Nuklearis.hu https://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/nukleon1_1_pazmandi.pdf (Letöltve: 2025.08.13.)
- [2] § 40.4 Definitions. NRC.gov <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part040/part040-0004.html> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [3] British Challenger 2 tank hit in Ukraine. Bbc.com, 2023.09.05. <https://www.bbc.com/news/world-europe-66716788> (Letöltve: 2025.06.21.)
- [4] Challenger 2. Royaltankregiment.com <https://royaltankregiment.com/vehicle/cr2/> (Letöltve: 2025.06.22.)
- [5] Footage Shows British Challenger 2 Tank's Destruction By Russian Ka-52 Helicopter in Kursk. Force Index, 2024.08.18. <https://militarywatchmagazine.com/article/challenger2-destruction-ka52-kursk> (Letöltve: 2025.08.15.)
- [6] Aszódi Attila: A szegényített urán lövedékek működése és hatása. <http://www.jm.bme.hu/archiv/aktual/uranhatasai.html> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [7] Ragheb, Magdi: Depleted Uranium and its health physics. <https://mrageb.com/NPRE%20402%20ME%20405%20Nuclear%20Power%20Engineering/Depleted%20Uranium%20and%20its%20Health%20Physics.pdf> (Letöltve: 2025.06.21.)
- [8] A Fairchild-Republic A-10 csatarepülőgép, 3. rész Modernwartech. blog.hu https://modernwartech.blog.hu/2020/04/03/a_fairchild-republic_a-10_csatarepulogep_3_resz (Letöltve: 2025.06.22.)
- [9] Depleted Uranium Weapons – State of Affairs 2022. ICBUW.eu 2022.07.03. https://www.icbuw.eu/depleted-uranium-weapons-state-of-affairs-2022/?utm_source=chatgpt.com (Letöltve: 2025.06.21.)
- [10] Kovács Tibor – Pellérdi Rezső: Az elszegényített urán katonai alkalmazása és annak egészségügyi következményei. Zmne.hu <http://www.zmne.hu/tanszekek/vegyl/doc/fiatkut/ducikk.htm> (Letöltve: 2025.08.15)
- [11] 2/2022. (IV. 29.) OAH rendelet az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről. Net.jogtar.hu <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a2200002.oah> (Letöltve: 2025.06.20.)
- [12] Handling Procedures for Equipment Contaminated with Depleted Uranium or Radioactive Commodities. Department of the Army Pamphlet 700–48. 2002.09.27. irp.fas.org/doddir/milmed/duquip.pdf (Letöltve: 2025.08.15.)
- [13] Berek Tamás: Védőruha élettani hatásának egyes jellemzői az ABV (CBRN) tűzserész csoport műveletei során. Műszaki Katonai Közlöny, 2017/3, 239–250. https://mkk.uni-nke.hu/document/mkk-uni-nke-hu/2017_3_017_CBRN%20EOD%20IPE_Berek.pdf (Letöltve: 2025.08.15.)

¹¹ MOPP 4-es szint: Mission Oriented Protective Posture; olyan védelmi intézkedésrendszer, amelyet katonai erők alkalmaznak a CBRN-fenyegetések elleni védekezés céljából. Ezek különböző védelmi szintek, melyek szabályozzák a személyi védőfelszerelések viselésének mértékét a fenyegetettség szintnek megfelelően.