

Szepesi Viktor¹ 

Ukrajna humanitárius aknamentesítésének problémája a korszerű technológiák és lehetőségek tükrében

The Problem of Mine Clearance in Ukraine in the Light of Modern Technologies and Opportunities

Az Ukrajnában zajló háborús konfliktus következményeként kialakult aknaszennyezés messze túlmutat a katonai műveletek közvetlen hatásain. Az aknamezők jelenléte nemcsak az azonnali fizikai veszély szintjén jelent problémát, hanem hosszú távon is korlátozza a társadalmi és gazdasági helyreállítás lehetőségeit. A megszállt vagy visszafoglalt területeken a civil lakosság mozgása, a mezőgazdasági termelés újraindítása, valamint az infrastruktúra helyreállítása mind komoly akadályokba ütköznek.

Kulcsszavak: aknamentesítés, Ukrajna, humanitárius aknamentesítés, aknaharc

As a consequence of the ongoing armed conflict in Ukraine, the resulting mine contamination extends far beyond the immediate impacts of military operations. The presence of minefields poses not only an immediate physical danger but also severely limits the potential for long-term social and economic recovery. In the occupied or recaptured territories, the movement of civilians, the restart of agricultural production, and the restoration of infrastructure all face significant obstacles.

Keywords: demining, Ukraine, humanitarian demining, mine warfare

¹ Robbantástechnikai szakember, GCFA, e-mail: szepesi.viktor@protonmail.com

Bevezetés

Ukrajna jelenlegi helyzetében az aknamentesítés technológiai és szervezeti megoldásai kulcsszerepet játszanak. A humanitárius mentesítés nem csupán emberi életek megővését szolgálja, hanem az ország gazdasági újraindításának, területi integritásának és társadalmi stabilitásának is alapfeltétele. Az ukrán mezőgazdasági szektor, amely a globális gabonakereskedelem egyik meghatározó szereplője, különösen érzékeny a termőföldek aknaveszélyére.

A probléma nem tekinthető elszigeteltnek: az ukrainai aknaszennyezés kérdése szorosan összefonódik a globális geopolitikai és biztonságpolitikai folyamatokkal.

A helyzet súlyosságát jól jelzi, hogy Ukrajna területének több tízezer négyzetkilométere minősül jelenleg potenciálisan aknával szennyezett zónának. A mentesítés nemcsak pénzügyi és technikai kihívás, hanem komoly logisztikai és emberi erőforrásokat igénylő feladat is. Egyes becslések szerint az ország teljes megtisztítása – a jelenlegi tempóval – több évtizedet vehet igénybe. Ebben a kontextusban felértékelődik a modern technológiák szerepe: a gépesített aknamentesítő járművek, a szenzoralapú és robotrendszerek, valamint az új típusú detektálási eljárások számottevően képesek lehetnek gyorsítani és biztonságosabbá tenni a folyamatot.

A humanitárius aknamentesítés tehát nem csupán technikai feladat, hanem politikai és stratégiai jelentőségű kérdés. Megfelelő koordinációval, folyamatos nemzetközi együttműködéssel és a legkorszerűbb technológiai megoldások alkalmazásával valós esély mutatkozik arra, hogy Ukrajna a következő évtizedek során lépésről lépésre visszaszerezze lakható és biztonságosan hasznosítható területeit.

A modern aknahadviselés és az orosz–ukrán konfliktusban alkalmazott aknák

A modern aknahadviselés kialakulása szorosan összefügg a 20. század elejének technikai fejlődésével és a hadviselés iparosodásával. Bár az aknák előzményei – például puskaporos taposócsapdák – már korábban is ismertek voltak, az első világháború hozta el azt a léptéket és rendszerszintű alkalmazást, amely megalapozta a későbbi aknafejlesztések irányát. A lövészárók-harcászat állóháborús viszonyai között az aknák egyik elsődleges szerepe a csapatmozgások korlátozása, a védvonalak megerősítése lett.

A háború technikai csúcspontját a világ első harckocsijának megjelenése jelentette: a brit hadsereg 1916 szeptemberében vetette be először a Mark I nevű lánctalpas páncélozott járművet a somme-i csatában (1. ábra). A harckocsi – amelyet eredetileg azzal a céllal terveztek, hogy áttörje a lövészárkokat és leküzdje a géppuskaállásokat – új fejezetet nyitott a haditechnika történetében. Bár a korai típusok nehézkesek és technikailag megbízhatatlanok voltak, a Mark I és utódai egyértelműen jelezték: a hadszíntér háromdimenzióssá válik, ahol a mobilitás és a páncélvédelem stratégiai előnyt jelent.



1. ábra: A brit Mark I harckocsi a somme-i csatában
Forrás: IWM 2024

Az első tankok megjelenésére adott válaszként alakultak ki a kifejezetten harckocsiellenes aknák. Míg az első világháborúban még csak rögtönzött, robbanóanyaggal töltött gödröket és primitív nyomásérzékelő szerkezeteket használtak a páncélos járművek ellen, a második világháborúra már szabványosított páncéltörő aknák jelentek meg. A német Tellermine sorozat (például Tellermine 29, 42) és a szovjet TM–35 az akkori harckocsik láncfalpairok és alvázára céloztak, nagy robbanótöltetükkel súlyos károsodást vagy teljes megsemmisítést okozva.

A hidegháború idején az aknák technológiája tovább fejlődött. Megjelentek a távtelepítésű aknamezők, valamint a szenzoros, célfelismerésre képes eszközök, mint az amerikai M15 vagy a szovjet TM–62 variánsai. Ezek már nemcsak nyomásra, hanem mágneses vagy szeizmikus jelekre is reagáltak, és célzottan a harckocsik mozgását voltak hivatottak akadályozni.²

A 21. századi konfliktusokban, így az orosz–ukrán háborúban is új generációs harckocsiellenes aknák jelentek meg. Különösen figyelemre méltó az orosz PTKM–1R típus: intelligens, torony elleni irányított akna (2. ábra). A szerkezet érzékeli a közeledő páncélozott járművek hangját és rezgését, majd ballisztikus pályán robbanófejet lő ki, amely robbanással formált lövedékkel támadja a jármű torony részét – jellemzően ott a leggyengébb a páncélvédelem. Ez a fejlesztés már egyértelműen a precíziós hatású eszköz kategóriájába esik.³

² Lukács 2024: 25–53.

³ Rosoboronexport [é. n.].



2. ábra: Az orosz fejlesztésű PTKM-1R akna

Forrás: LEE 2021

A konfliktus során használt másik gyakori típus a többféle érzékelővel is ellátható, klasszikus TM-62M. Ez a fémházas akna képes harckocsik láncalpainak vagy alvázának megbontására, miközben olcsón és nagy számban telepíthető. A korábbi típusokkal ellentétben ezek egy része nehezen detektálható, vagy kifejezetten műanyag burkolattal készül a fémkeresők kijátszása érdekében.⁴

Az aknák tehát nem csupán statikus védekező eszközök: fejlődésük szorosan követte a haditechnika más területein – különösen a páncélozott járművek fejlesztésében – bekövetkező változásokat. A modern harckocsik, mint például a T-90 vagy a Leopard 2, már aktív védelmi rendszerekkel is rendelkeznek, amelyek képesek lehetnek egyes aknaindításokat vagy indított lövedékeket észlelni és semlegesíteni. Az aknaharc azonban ennek ellenére is hatékony

⁴ CAT-UXO [é. n.].

eszköz maradt: nem csupán fizikai kárt okoz, hanem mozgásra kényszeríti, megállítja vagy átirányítja az ellenséges járműveket – stratégiai szempontból ez a funkció gyakran fontosabb, mint maga a pusztítás.

A modern aknák sokfélesége jól tükrözi, hogy ezek az eszközök mennyire alkalmazkodtak a különböző harcászati célokhoz és környezetekhez. A korábban bemutatott példák mellett érdemes kiemelni további két jelentős típust gyalogság elleni, illetve harckocsi elleni kate-góriában is.

A gyalogsági aknák között kiemelkedik a szovjet eredetű OZM–52 ugró repeszakna. Ez a típus a földbe süllyesztve várja az aktiválást – rendszerint botlódrót által –, majd a robbanás előtt 1-1,5 m magasba ugrik, ahol a repeszrobbanás hatékonysága sokszorosára nő. Különösen nagy veszélyt jelent sűrű növényzetben és városi környezetben, ahol nehezebb észlelni és semlegesíteni.

Szintén említésre méltó a POMZ–2M, egy botlódrótos, fix telepítésű repeszakna, amelyet gyakran erdős vagy épített területeken helyeznek el. A kis töltetű, de körkörös repeszhatású eszköz célja nem feltétlenül a végzetes sérülés okozása, hanem a csapatmozgás akadályozása és a morál rombolása.

A harckocsi elleni aknák palettáján a TM–62M egy klasszikus, tömegesen alkalmazott, többféle gyújtószerkezettel ellátható típus. Fémburkolata, magas robbanóanyag-tartalma és egyszerű kezelhetősége miatt máig széles körben használják mind kézi, mind gépesített telepítéssel.

A másik kiemelt példa a német AT–2, a szórva telepíthető, kumulatív töltetű harckocsi elleni akna tüzéségi rakéták vagy aknatelepítő rendszerek révén juttatható célba. Az „érin-tődrótos” gyújtószerkezet és mágneses érzékelő együttesen biztosítják, hogy a jármű alá kerülve aktiválódjon, és a páncél leggyengébb pontját célozza.

Humanitárius aknamentesítés

A humanitárius aknamentesítés elsődleges célja az emberi élet védelme, valamint a lakosság biztonságos mozgásának és a gazdasági tevékenységek újraindításának biztosítása. A gyalogság elleni aknák és más háborús robbanóeszköz-maradványok (ERW/UXO)⁵ gyakran évtizedekkel a konfliktusok lezárulta után is súlyos fenyegetést jelentenek. A probléma súlyosságára reagálva született meg az 1997-es ottawai egyezmény, amely tilalmazza a gyalogsági aknák alkalmazását, gyártását, készletezését és kereskedelmét. Az egyezmény értelmében a csatlakozó államok vállalták a meglévő készleteik megsemmisítését, valamint a már telepített aknák feltérképezését és felszámolását.⁶

A hatékony és biztonságos mentesítési tevékenység szabályozását az ENSZ által kidolgozott IMAS (International Mine Action Standards) szabványrendszer biztosítja, amely nemcsak az operatív eljárásokat, hanem a minőségbiztosítást, a képzést, a biztonsági protokollokat és az információkezelést is részletesen szabályozza. Az IMAS egyúttal lehetőséget ad

⁵ *Explosive remnants of war/unexploded ordnances.*

⁶ KREJSA 2004.

a tagországoknak nemzeti szabványok kidolgozására is, és támogatja a mentesítési programok egységes végrehajtását.



3. ábra: Gyakorlati vizsgán az FSD leendő aknamentesítői

Forrás: FSD 2024

A mentesítés folyamata több, egymásra épülő szakaszból áll (3. ábra). Első lépés a nem műszaki felmérés (NTS⁷), amely térképekre, katonai jelentésekre, civil bejelentésekre és helyszíni megfigyelésekre támaszkodva határozza meg a feltételezetten szennyezett területeket (SHA⁸). Az NTS célja a veszélyes zónák behatárolása, valamint az információk összegyűjtése és dokumentálása annak érdekében, hogy megalapozott döntések születhessenek a további műszaki beavatkozás szükségességéről. Ezt követi a műszaki felmérés (TS⁹), amely során műszeres mérések¹⁰ – például fémdetektorok, talajradarok, kutyás egységek¹¹ – segítségével pontosítják a szennyezés mértékét és kiterjedését. A célzott TS előnyben részesül az általános, rendszerszintű megközelítéssel szemben, mivel így a veszélyes területek határai pontosabban meghatározhatók, és elkerülhető a felesleges mentesítés. A TS során gyűjtött információ visszacsatolható a korábbi szakaszokhoz, és folyamatosan alakíthatja a teljes műveleti tervet.

⁷ NTS – non technical survey.

⁸ SHA – suspected hazardous area.

⁹ TS – technical survey.

¹⁰ DARUKA–KOVÁCS–EMBER 2024.

¹¹ DARUKA–CSURGÓ 2017.

A területfelszabadítás (*land release*) csak akkor kezdődhet meg, ha megbízható adatok állnak rendelkezésre az aknák vagy egyéb robbanóeszközök jelenlétéről. Ennek célja, hogy kizárólag olyan zónákat mentesítsenek, amelyek valóban veszélyt jelentenek, így optimalizálva az erőforrás-felhasználást.¹²

A mentesítési műveletekhez három alapvető technológiai megoldás áll rendelkezésre:

1. Kézi fémkeresők – olcsók, széles körben elérhetők, de fémmentes vagy alacsony fémtartalmú aknák esetén nem hatékonyak.
2. Talajradarok (GPR) – képesek érzékelni a nem fémtartalmú vagy sekélyen elhelyezett eszközöket, bár hatékonyságuk bizonyos talajtípusokban – például nedves agyagban – jelentősen csökkenhet.
3. Elektromos impedancia tomográfia (EIT) – újabb technológia; ígéretes lehetőségként jelenik meg a fémmentes robbanószerkezetek detektálásában. Hátránya, hogy érzékeny a talajnedvességre és a kontaktus minőségére.

A jövőben további áttörést hozhatnak az autonóm robotrendszerek, a mesterséges intelligencia által támogatott érzékelés, valamint a gépi tanulás segítségével végzett adatértelmezés. Ezek a technológiák nem csupán a felderítés gyorsaságát növelhetik, hanem csökkenthetik a human erőforrások kitettségét is veszélyes környezetben. Végül, a humanitárius aknamentesítés nem kizárólag technikai művelet, hanem összetett társadalmi és intézményi kihívás is, amelynek sikeressége nagymértékben függ a nemzetközi együttműködéstől, a politikai stabilitástól és a helyi lakosság aktív bevonásától.

Ukrajna területének aknamentesítése

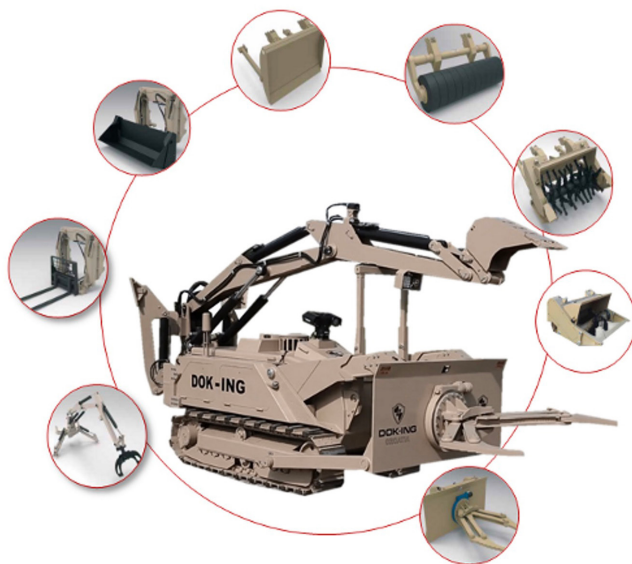
Ukrajna a 2022-ben eszkalálódó háború óta a világ egyik legnagyobb mértékben elaknásított országa. A 2024-es Ukraine Mine Action Conference adatai szerint mintegy 174 000 km² földterületet érint potenciálisan valamilyen típusú akna vagy fel nem robbant robbanóeszköz (UXO), ami az ország területének közel egyharmadát teszi ki. A szennyezett zónák nemcsak katonai jelentőségűek, hanem a mezőgazdasági, ipari, lakó- és természetvédelmi területeket is érintik, súlyos humanitárius és ökológiai következményeket vonva maguk után. Az aknamentesítési feladatok mérete és komplexitása példátlan Európában. Ennek kezelése érdekében Ukrajna tízéves határidő-hosszabbítást kapott az ottawai egyezmény 5. cikke szerinti kötelezettségek teljesítésére, így a teljes humanitárius mentesítés jogi határideje jelen állás szerint 2033. december 1. Ez a haladék azonban nem jelenti a probléma elodázását, sokkal inkább elismeri annak fizikai és szervezeti realitásait. 2023-ban az ukrán hatóságok több mint 40 szervezetet akkreditáltak, amelyek közvetlenül vesznek részt az aknamentesítési feladatok végrehajtásában. Ezek között nemcsak állami és katonai szervek (például SESU, Ukrán Fegyveres Erők, Nemzeti Gárda), hanem nemzetközi szervezetek is szerepelnek, köztük a HALO Trust, a GICHD, az FSD, a MAG és a Norwegian People's Aid. A nemzetközi támogatás volumene 2024-re meghaladta az 1,07 milliárd amerikai dollárt, és olyan államok járultak

¹² GICHD 2008.

hozzá, mint az Egyesült Államok, Norvégia, Hollandia, Svájc, Kanada vagy Luxemburg. E támogatások részben technikai berendezésekben (például aknamentesítő gépek), részben pénzügyi és képzési formában érkeztek. A svájci kormány például három darab GCS-200 típusú aknamentesítő gépet bocsátott Ukrajna rendelkezésére, míg a HALO Trust több régióban végzett műszaki felméréseket. Ugyanakkor az operatív nehézségek súlyosak. A 2023. júniusi kahovkai gátrobbantás következtében elárasztott területeken a víz több ezer aknát mosott el, és ezek pontos helye ismeretlen, ami újratерemti a szennyezés földrajzi kockázatát. A HALO Trust például csak 2022 májusának végén tudta újraindítani a munkát a megszállt területekről való visszavonulás után.

A mentesítési folyamatban a gépesített aknamentesítő eszközök központi szerepet játszanak. Ezek alkalmazása gyorsítja a munkavégzést, és csökkenti az emberi személyzet közvetlen veszélyeztetettségét.¹³

DOK-ING MV-4



4. ábra: DOK-ING MV-4 típusú aknamentesítő

Forrás: DOK-ING 2023

A horvát fejlesztésű MV-4 könnyű lánctalpas robot városi és domborzatban tagolt környezetben egyaránt bevethető (4. ábra). A gép fő munkaszerkezete flail rendszerű, amely 34 darab láncolt kalapácsból áll. A kalapácsok forgási sebessége 350–390 fordulat/perc,

¹³ GICHD 2008; BAKER 2024; Human Rights Watch 2023.

munkamélyisége pedig eléri a 24–32 cm-t. A rendszer képes akár 5 kg TNT-nek megfelelő robbanóanyagot semlegesíteni, miközben a kezelő biztonságos távolságból irányítja a járművet.

2023 végéig az MV-4-típusú gépekkel több mint 12 millió m² területet mentesítettek Ukrajnában, és több ezer robbanótestet hatástalanítottak. A gép előnye, hogy gyorsan mozgósítható, joystickkal vezérelhető, és Hardox páncélatának köszönhetően túléli a robbanásokat anélkül, hogy károsodna.¹⁴

ScanJack 3500



5. ábra: ScanJack 3500 típusú aknamentesítő

Forrás: ScanJack [é. n.]

A svéd fejlesztésű ScanJack 3500 egy mélyakna-mentesítésre specializált nehézgép, amelyet a finn John Deere 1710D erdészeti jármű alapjaira építettek (5. ábra). Tömege közel 40 t, munkaszélessége 2,5 m, a láncos rotoros rendszer akár 40 cm mélyen fekvő eszközöket is képes semlegesíteni. A meghajtásról egy 215 LE hathengeres dízelmotor gondoskodik, amelyet egy Scania V8 motor egészít ki. A gép óránként 60–80 l gázolajat fogyaszt, és páncélozott fülkéje védi a kezelőt az esetleges robbanásoktól.

¹⁴ DOK-ING 2023.

A svéd kormány 2023-ban adományozta az első példányokat Ukrajnának, válaszul a mélyen fekvő harcokcseliellenes aknák eltávolításához szükséges technológia hiányára. A ScanJack 3500 alkalmazásával főként sík, laza vagy agyagos talajokon dolgoznak, ahol hagyományos módszerekkel nem lehetne biztonságosan mentesíteni.¹⁵

Összefoglalás

A modern aknahadviselés fejlődése, a humanitárius aknamentesítés nemzetközi rendszere és Ukrajna jelenlegi helyzete összetett, egymásra épülő összefüggésrendszert alkotnak. A gazdasági és harcokcseli elleni aknák történeti és technológiai fejlődése megmutatta, hogy ezek az eszközök nem csupán harctéri felhasználásra alkalmasak, hanem hosszú távon is mély társadalmi, gazdasági és környezeti hatásokat generálnak. A haditechnika iparosodásával párhuzamosan az aknák egyre precízebbek, ugyanakkor nehezebben detektálhatók lettek, így a konfliktusok után is tartós fenyegetést jelentenek a civil lakosságra nézve.

A humanitárius aknamentesítés az elmúlt évtizedekben önálló, szabványosított tevékenységgé vált, amelyet az ENSZ által kidolgozott IMAS szabványrendszer, valamint az ottawai egyezmény előírásai szabályoznak. A mentesítési folyamat lépései – nem műszaki és műszaki felmérés, területfelszabadtítás, minőségbiztosítás – mind a nemzetközi protokollokhoz illeszkednek, de alkalmazásuk gyakran helyspecifikus nehézségekbe ütközik. A technológiai háttér folyamatosan fejlődik: az elektromos impedancia tomográfia, a GPR, a drónalapú felmérés és a mesterséges intelligencia mind új lehetőségeket nyitnak meg a hatékonyság növelése irányába.

Ukrajna esete különösen összetett, hiszen itt egy jelenleg is zajló konfliktus során keletkezett szennyezésről van szó, amelynek kiterjedése és típusösszetétele is rendkívül változatos. A több tízezer négyzetkilométernyi fertőzött terület nemcsak a mezőgazdaságot bénítja meg, hanem akadályozza a lakosság visszatelepülését, az infrastruktúra újjáépítését és az ökoszisztémák regenerációját. A rekonstrukciós munkák egyik legfőbb feltétele éppen az aknamentesítés, amely nem valósulhat meg nemzetközi támogatás és technológiai innováció nélkül.

A hatékonyság és fenntarthatóság érdekében a jövőben fokozott figyelmet kell fordítani a helyi kapacitásépítésre: a helyi közösségek, szakemberek, önkéntesek képzése és bevonása a folyamatba éppoly fontos, mint a gépek rendelkezésre állása. Emellett a magánszektor megjelenése újabb lehetőségeket, ugyanakkor szabályozási kockázatokat is magában hordoz. Az ukrajnai korrupciós gyakorlatok miatt külön figyelmet érdemel az átláthatóság és a forrásfelhasználás nyomon követése is.

Az aknamentesítés jövője nem csupán technológiai kérdés. Egyúttal politikai akarat, intézményi stabilitás és nemzetközi szolidaritás függvénye is. A stratégiai cél nemcsak a fizikai fenyegetettség csökkentése, hanem a bizalom újjáépítése és a háború utáni társadalmi konszolidáció elősegítése. Az emberi tényező – a helyi lakosság tudatossága, a túlélők rehabilitációja, a gyermekek oktatása – kulcsszerepet játszik abban, hogy az aknamentesítés ne csupán technikai projekt, hanem hosszú távon is fenntartható társadalmi újrakezdeményezése legyen.

¹⁵ ScanJack [é. n.].

Felhasznált irodalom

- BAKER, Sinéad (2023): Ukrainian Soldier Says They Find Bodies of Dead Russian Soldiers Booby-Trapped. *Business Insider*, 2023. szeptember 25. Online: <https://www.businessinsider.com/ukraine-soldier-say-find-bodies-dead-russia-soldiers-booby-trapped-2023-9>
- CAT-UXO [é. n.]: *TM-62M Landmine*. Online: <https://cat-uxo.com/explosive-hazards/landmines/tm-62m-landmine>
- DARUKA, Norbert – CSURGÓ, Attila (2017): The Use of Animals in Military Operations. In BEŇOVSKÝ, M. (szerk.): *Trhacia technika 2017. Zborník prednášok z 29. medzinárodnej konferencie na počesť 390. výročia prvého použitia výbušnín na svete v podzemí*. Banská Bystrica: Slovenska spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce, 32–43.
- DARUKA, Norbert – KOVÁCS, Zoltán – EMBER, István (2024): Using Search Tools to Detect Military and Improvised Explosive Devices. In *Trhacia Technika 2024*. Banská Bystrica: Slovenská spoločnosť pre trhacie a vrtacie práce Prezídium spoločnosti, 15–32.
- DOK-ING (2023): MV-4. Online: <https://dok-ing.hr/defence-security/mv-4/>
- FSD (Fondation Suisse de Déminage) (2024): *Ukraine – Humanitarian Mine Action Operations*. Online: <https://fsd.ch/en/operations/ukraine/>
- GICHD (Geneva International Centre for Humanitarian Demining) (2008): *Implementation of CCW Protocol V on Explosive Remnants of War – Background and Status*. Online: <https://www.gichd.org/fileadmin/uploads/gichd/Publications/CCW-Protocol-V-2008.pdf>
- Human Rights Watch (2023): *Ukraine: Banned Landmines Harm Civilians*. Online: <https://www.hrw.org/news/2023/06/13/landmine-use-ukraine>
- IWM (Imperial War Museums) (2024): *The Battle of the Somme, July–November 1916*. Online: <https://www.iwm.org.uk/collections/item/object/205078852>
- KREJSA, P. (2004): *EC Project for the Destruction of PFM-1 Stockpiles in Ukraine*. Standing Committees Meetings, Stockpile Destruction, Geneva, 2004. február 12. Online: https://old.apminebanconvention.org/fileadmin/APMBC/IWP/SC_feb04/speeches_sd/EC_12Feb04_text.pdf
- LEE, Rob (2021): Twitter-bejegyzés, 2021. március 6. Online: <https://x.com/RALee85/status/1379580121003220994/photo/1>
- LUKÁCS László (2024): Szemelvények a hagyományos szárazföldi aknák fejlődésének történetéből. In *III. Fúrás – Robbantástechnika Nemzetközi Szimpózium 2024 – Szimpózium kiadvány*. Magyar Robbantástechnikai Egyesület, 10–56. Online: <https://mhht.eu/bazisadatok/TUDASTAR/III.FURASROBBANTASTECHNIKA.pdf>
- ScanJack [é. n.]: *ScanJack – Deep Demining Solutions*. Online: http://scanjack.com/en/?page_id=300
- Rosoboronexport [é. n.]: *Russian Defence Export – PTKM-1R*. Online: <https://roe.ru/en/production/land-forces/engineer-equipment/ptkm-1r/>