

Szatai Zsolt József¹

GÉPPEL VAGY KÉZZEL?

**A MECHANIKAI (GÉPI) AKNAMENTESÍTŐ ESZKÖZÖK
ALKALMAZÁSÁNAK JELENE ÉS JÖVŐJE**

BY MACHINERY OR BY HAND?

**Present and future of the application of the mechanical demining
equipment**

<https://doi.org/10.30583/2021-1-2-203>

Absztrakt

A tanulmányban a gépi aknamentesítő eszközöket és azok alkalmazásának jellemzőit mutatom be. A humanitárius aknamentesítés megjelenése óta a gépi aknamentesítő eszközök fejlesztése a terület egyik kiemelt szegmensévé vált. Számos új technikai eszköz jelent meg, azonban a korábbi várakozásokkal ellentétben, ezen eszközök önálló alkalmazása nem váltotta fel a kézi aknamentesítést a területek megtisztítása során. Ennek megértéséhez az aknamentesítő gépek előnyeinek és hátrányainak megismerése szükséges.

Kulcsszavak: akna, aknamentesítés, aknamentesítő gép, aknaszenyvezettség, robbanószerkezet.

Abstract

In this study, I present mechanical demining tools and the characteristics of their application. Since the establishment of humanitarian demining, the development of demining machines has become a key segment of the field. A number of new technical tools has emerged, however, contrary to previous expectations, the application of these machines has not replaced manual demining during clearance. To understand this, it is necessary to know the advantages and disadvantages of demining machines.

Keywords: landmine, mine clearance, demining machines, mine contamination, explosive ordnance.

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi Doktori Iskola, doktorandusz, email: szataizsolt@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6963-0500>

Bevezetés

Az emberiség modern történelme során a szembenálló felek előszeretettel alkalmaztak aknákat a katonai műveletek támogatására. A műveletek során alkalmazott aknák nem csak a harcoló feleket veszélyeztetik, mivel azok jelentős része a katonai konfliktusok befejezése után is a területen marad. Így a hátrahagyott aknák és más robbanó háborús maradványok² közvetlen veszélyt jelentenek a polgári lakosság biztonságára³, hiszen azok jelenléte megnehezíti vagy lehetetlenné teszi a konfliktus utáni újramezést és a fenntartható fejlődést. Ezen robbanóeszközök az elmúlt 20 évben világszerte több mint 130 000 áldozatot követeltek.⁴

E területek megtisztítása a robbanószerkezetektől komoly kihívást jelent mind a helyi erők, mind a nemzetközi szervezetek számára, hiszen azok az idő múlásával egyre veszélyesebbek, instabilabbak lesznek, illetve az aknákkal szennyezett területek egyre megközelíthetlenebbé válnak.⁵ Különösen igaz ez az állítás a gyalogság elleni aknák egyes típusaira, amelyeket általában a köznyelvben csak „taposóaknának” neveznek, így azok megsemmisítése kiemelt jelentőségű. A jelentések szerint 2019-ben a humanitárius aknamentesítéssel foglalkozó szervezetek legalább 156 km² földterület aknamentesítését hajtották végre, és több mint 123 000 gyalogság elleni aknát távolítottak el és semmisítettek meg.

Ezek a számadatok elsőre talán kevésnek tűnnek, de az előző évhez képest jelentős növekedést mutatnak, hiszen 2018-ban 146 km²-t mentesítettek, és 98 000 aknát semmisítettek meg.⁶

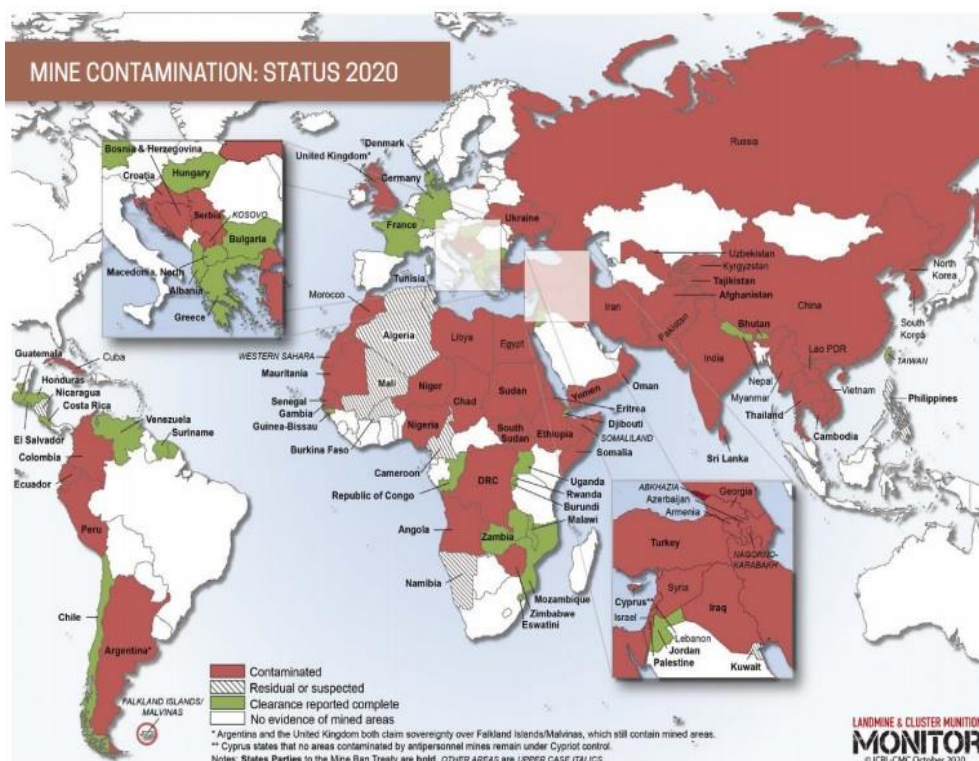
² A nemzetközi katonai terminológiában gyakran használt gyűjtőfogalom, angolul *Explosive Remnants of War*, angol rövidítése *ERW*; az aknák kivételével a háború olyan robbanómaradványait foglalja magába, amelyek a konfliktus lezárulása után a területen maradnak. Ide tartoznak a fel nem robbant tűzérségi lövedékek, aknavető gránátok, kézigránátok, rakéták, repülőbombák és kazettás lőszer. A nemzetközi jog meghatározásai szerint az ERW magába foglalja a fel nem robbant szerkezeteket, az elhagyott robbanószerkezeteket és robbanóanyagokat is.

³ Horváth Tibor: Magyarország akna- és lőszermentesítésének története. A kezdetek 1944-1948. Műszaki Katonai Közlöny, 28. évf. 1. szám., 68. o.

⁴ Landmine Monitor Report, 21. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2019, 2. o.

⁵ Szatai Zsolt József: Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évf., 4. szám, Budapest, 2019, 46. o.

⁶ Landmine Monitor Report, 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2020, 3. o.



1. számú ábra. A világ aknaszennyezettsége 2020-ban⁷

Az aknák felderítése és mentesítése rendkívül összetett és költséges tevékenység. Sok esetben a magas költségek miatt a legtöbb korszerű aknamentesítő vagy felderítő eszköz nem érhető el, míg a klaszikus aknamentesítő tevékenységek időigényesek és rendkívül veszélyesek. Példaként említhető, hogy Horvátországban 1992 és 1999 között a szennyezett területek csupán 10%-át sikerült mentesíteni.⁸ A humanitárius aknamentesítés célja a taposóaknák lehető legbiztonságosabb felderítése és megsemmisítése. A rendelkezésre álló módszerek többségét az alkalmazott eszközök érzékenysége és üzemeltetési bonyolultsága korlátozza.

A hosszú ideje a talajban lévő aknák nemcsak a tervezett működésükkel járó veszélyeket hordozzák magukban, hanem az idő múlásával az eltemetett aknákból a robbanóanyagok is szivárogni kezdenek,

⁷ Az ábra forrása: *Landmine Monitor Report, 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2020, 96. o.*

⁸ Padányi József: Az aknamentesítés problémái Horvátországban, *Műszaki Katonai Közlöny*, IX. évfolyam, 2. szám, 1999, 36. o.

amelyek a környező talajban és a növényzetben is kimutathatók. A talaj ilyen mértékű szennyezettsége komoly aggodalomra ad okot, mivel a robbanóanyagok feloldódása szennyezheti a talaj ivóvízellátását, és hosszú távon súlyos környezeti károkat is okozhat. Ezért az érintett országok és a nemzetközi aknamentesítési közösség folyamatosan törekszik a biztonság javítására, az aknamentesítési módszerek hatékonyságának és költséghatékonyságának növelésére. Az egyre modernebb aknamentesítő gépek hozzájárulhatnak ehhez a törekvéshez.

A fejlesztéseknek köszönhetően használatuk az utóbbi években megnőtt, azonban mégsem bővült drámai módon. Annak ellenére, hogy a gépek a manuális módszerekkel szemben képesek gyorsabban megtisztítani a földterületeket, ezáltal használatuk új megközelítéseket kínál az aknamentesítés terén, a mentesítőgépek önálló alkalmazása mégsem jelentős. Sok esetben azokat csak a kézi vagy az állatokkal támogatott felderítés kiegészítéseként alkalmazzák. A tanulmányban áttekintem a gépi aknamentesítő eszközök jellemzőit, alkalmazási lehetőségeit és területre gyakorolt hatását, továbbá megvizsgálom azok előnyeit és hátrányait, továbbá alkalmazásuk lehetséges fejlesztési irányait.

Az aknák

Az aknaprobléma jobb megértése érdekében szükséges megismerni annak „okozóját”, vagyis az aknákat. Az akna kifejezés, vagy angolul „mine” a latin mina szóból származik, melynek a jelentése „az érc vénája”, és eredetileg ásványok bányászata során használták.⁹ Vagyis elsődleges értelmezésében az akna az ércek, kőszén és más hasznosítható anyagok kibányászására készült kút vagy függőleges alagútszerűen a föld belsejébe vezető bányabejárat.¹⁰ Az akna kifejezés katonai alkalmazása kezdetekben nem egészen azt jelentette, mint napjainkban, hiszen ez a kifejezés is másokhoz hasonlóan tartalmában követte az adott eszköz technikai fejlettségét és annak alkalmazási lehetőségeit, módszereit. Kezdetben a szárazföldi akna kifejezés egy földüreget jelentett, amelyet robbanóanyaggal töltek meg azzal a céllal, hogy megfelelő időpontban működésbe hozva, személyeket, illetve eszközöket harcképtelenné tegyen.¹¹ Néha ezeket az aknákat a

⁹ Croll, Mike: *The History of Landmines, Pen and Sword*, Barnsley, 1998, 14 o.

¹⁰ Tolnai Új Világlexikona, első kötet A-BAD, Tolnai nyomdai műintézet és kiadó vállalat részvénytársaság, Budapest, 1926, 79.o.

¹¹ u.o. 79. o.

lőportölteten kívül még kődarabokkal is megtöltötték a repeszhatás és ezáltal a pusztító hatás megnövelése érdekében. Ezen eszközök indítása általában gyújtózsínor segítségével történt.¹² Későbbiekben a hadműveleti, harcászati eljárások megváltozása a technikai fejlődés nyújtotta lehetőségeket kihasználva olyan aknák kifejlesztését tette lehetővé, melyek már egyre hatékonyabban támogatták a mozgásgátló műveleteket, így alkalmazási lehetőségük vertikuma egyre inkább szélesedett. Ennek megfelelően az akna fogalma is megváltozott. Napjainkban az akna *a műszaki zárasi gyakorlatban alkalmazott, rendszerint burkolatba helyezett robbanószerkezetek gyújtóneve. Rendeltetése a működést kiváltó vagy célként megválasztott (megfigyelt) földi, vízi vagy légi járművek megsemmisítése, mozgásképtelenné tétele, az élőerő pusztítása, harcképtelenné tétele.*¹³ Az aknák megjelenési formája és működési mechanizmusa rendkívül változatos. Kialakításukat alapvetően az alkalmazás célja határozza meg, vagyis, hogy mi ellen szeretnék alkalmazni az adott robbanóeszközt.

Az elmúlt évtizedekben az aknagyártók a fejlesztési projektek során leginkább arra törekedtek, hogy a gyakorlati alkalmazás közben tapasztalt hátrányokat minél jobban kiküszöböljék, és az aknák egyre hatékonyabb, gazdaságosabban előállítható, „precíziós” fegyverekké váljanak. Az 1960-as évek elején elkezdődött gépi aknatelepítési eljárások¹⁴ fejlődését követően megjelentek a távaknásító eszközök, illetve egyre nagyobb igény jelentkezett az „intelligens”¹⁵ aknák létrehozására. De bármilyen szintű fejlődésen is mentek keresztül, alkalmazási alapelvük nem változott, és továbbra is leggyakrabban a gyalogság és a harcjárművek ellen alkalmazzák.¹⁶ A gyalogság elleni aknák alaprendeltetése a gyalog támadó ellenség pusztítása vagy harcképtelenné tétele. Hatásuk kifejtésének módja szerint lehetnek romboló- és repeszhatásúak.¹⁷ A rombolóhatású aknákat nevezik a köznyelvben „taposóaknáknak”, mivel működésük közvetlen kontaktus révén jön

¹² Révay Nagy Lexikona, I. kötet A-Arany, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest, 1911, 244.o.

¹³ Hadtudományi Lexikon, Új Kötet, Dialóg Campus, Budapest, 2019, 21. o.

¹⁴ Lukács László: Kis akna-történelem, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 6. évf. 3. szám.,2002, 34. o.

¹⁵ Az intelligens akna olyan robbanószerkezet, amelynek működési ideje programozható. A beállított idő letelte után az akna gyújtószerkezete kikapcsol és ezáltal működéképtelenné válik. A katonai művelet befejezését követően nem jelent veszélyt, továbbá biztonságosan visszatelepíthető.

¹⁶ Szatai Zsolt József: Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évf, 4. szám, 2019., 47.o.

¹⁷ Kender Antal-Mikó Lajos: Műszaki záruk telepítése és leküzdése, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1983. 29. o.

létre azért, hogy a célszemély az aknára lép. Az ilyen típusú aknák már 5-10 kg nagyságú tömeg nyomására is elműködnek, és ezáltal súlyos vagy halálos sérülést okoznak a működésbe hozó személynek. Tekintettel a működtetéséhez szükséges kis nyomásra, az ilyen aknákat a katonai konfliktusok befejezését követően kiemelt veszélyforrásként kell kezelni, melyek nagy veszteségeket okoznak a katonák, illetve a területen élő civil lakosság körében is. A gyalogság elleni aknák telepíthetők a földfelszín alá és a földfelszínre egyaránt. Alakjukat tekintve lehetnek hengeres- és hasábalakúak, de a szórással telepített aknák egészen kisméretűek és szabálytalan alakúak is lehetnek.



Belgian Mine, Antipersonnel, PRBM409, NR409, M409
 Height: 28.00mm (1.10in) Diameter: 82.00mm (3.23in) Filler: TNT or Comp B NEW: 80.00g (2.82oz) Fuze: Pressure



Iraqi Mine, Antipersonnel, SB33
 Height: 30.00mm (1.18in) Diameter: 85.00mm (3.35in) Filler: RDX & HMX (98/2) NEW: 35.00g (1.23oz) Fuze: Pressure



Former Yugoslavian Mine, Antipersonnel, PROM1
 Height: 260.00mm (10.24in) Diameter: 75.00mm (2.95in) Filler: TNT & RDX NEW: 425.00g (14.99oz) Fuze: Pressure, Pull, Tit, UPROM1 & UPMR3

2. számú ábra. Gyalogság elleni aknák egyes változatai¹⁸

¹⁸ A kép forrása: Handbook of ammunition used in Iraq and surrounding areas, U. S. Army Armament Research, Development and Engineering Center, New Jersey, 2003, 126. o.

A gyalogság elleni aknában lévő robbanóanyag mennyisége viszonylag kicsi, 30-200 gramm között változik.¹⁹ Hatásukat közvetlen rombolás útján fejtik ki, illetve általában a robbanás hatására az akna darabjai és a talaj részei is bekerülnek a sérült emberi szervezetbe, és ezzel súlyosbítják a sérülést. Az újabb aknák már fémmentesen készülnek, ezáltal megnehezítik azok fémkereső műszerekkel történő felderíthetőségét. A „taposóaknákkal” ellentétben a repeszhatású aknák működése már nem minden esetben követeli meg a közvetlen érintkezést a célszemély és az akna között.

Egyes esetekben elégséges a kapcsolat csupán a működést kiváltó eszközzel.²⁰ Sőt, megfigyelt aknaként történő alkalmazás esetén elégséges az akna hatókörébe érni, és a megfigyelést végző személy hajtja végre az akna aktiválását.

Másik jellemző különbség a rombolóhatású aknákhöz képest, hogy a repeszaknák a hatósugáron belül tartózkodó minden személyt képesek harcképtelenné tenni. Ezt a bordázott fém aknatest robbanás utáni szétszakadása következtében keletkező repeszek vagy a robbanóanyagba ágyazott repeszek segítségével érik el. Általában a földfelszín fölé, a rendszeresített állványára, cövekekre vagy tereptárgyakra rögzítve telepítik, de az ugró repeszaknák a föld alá is elhelyezhetők. Működésük közben a keletkezett repeszek körkörösén vagy irányított repeszaknák esetében a célzott iránynak megfelelő sávban fejtik ki pusztítóhatásukat. A keletkezett repeszek az akna típusától függően, akár 100-200 m távolsáig²¹ is kifejthetik hatásukat, azaz halált vagy súlyos sérülést okozhatnak.

Az ilyen aknák képesek a gyengén páncélozott vagy páncél nélküli járműveket és a benne tartózkodó kezelőszemélyzetet is harcképtelenné tenni.

Az aknák másik fő csoportját alkotó harcjármű vagy harckocsi elleni aknák lehetnek lánctalp és haspáncél elleniek, illetve oldal és torony elleniek. A lánctalp elleni aknák nyomásra működnek, működésükhöz közvetlen érintkezés szükséges, ami a gyújtószerkezetre ható minimum 150-200 kilogrammos nyomást jelent.

¹⁹ Lukács László: A föld akna-problémája és megoldási lehetőségei I., Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évfolyam, 1. szám, 1998, 13. o.

²⁰ Ilyen lehet például a botlódrot elhúzása vagy egyéb más elven működő érzékelő (pl. infra, szeizmikus érzékelő) aktiválása.

²¹ MON-100 (200) irányított repeszakna hatótávolsága 100 (200) m és a pusztítószélessége 8 (12) m.

Rombolóhatásukat alapvetően a nagy tömegű²² robbanóanyag erejét felhasználva fejtik ki.²³ Az akna felrobbanásakor a jármű futóművét rongálja meg és teszi azt ezáltal mozgásképtelenné és hadra foghatatlanná. Általában ebben az esetben az akna robbanása nem okoz közvetlenül veszteséget a kezelőszemélyzetnek, de mozgásképtelenségéből adódóan a harcjármű könnyen az ellenséges páncélelhárító erők célpontjává válhat. Ezzel szemben a haspáncél elleni aknák általában már kumulatív kialakításúak, azaz a robbanás erejét egy pontba fókuszálva átégetik a haspáncélt. Az így keletkezett nyíláson keresztül nagy mennyiségű és magas hőmérsékletű gázok jutnak be a harcjármű küzdőterébe, melynek következtében a kezelőszemélyzet nagy valószínűséggel életét veszti. Működésük döntőpálcás vagy közelségi gyújtószerkezettel valósul meg. A rombolóhatású aknákkal ellentétben, a kumulatív aknák működéséhez nem szükséges nagy nyomás az akna gyújtószerkezetére, mindösszesen döntőpálcás, néhány kilogramm tömegű oldalirányú nyomás elegendő annak működésbe hozásához. Közelségi gyújtószerkezet esetén az akna működése érintkezésmentesen valósul meg.

A harcjármű elleni aknák alakjukat és méretüket tekintve rendkívül változatosak. Lehetnek henger- vagy téglatestalakúak, de az aknaszóró berendezéssel telepített aknák lehetnek hasáb- vagy fél- és negyedhasáb-alakúak is. A szórt aknák mérete ugyan kisebb, de ezt ellensúlyozza, hogy azok fő töltete általában magas hatóerejű robbanóanyag²⁴, és a szórás következtében az adott területen nagyobb aknasűrűséget érnek el.

A két fő alkalmazási terület mellett az aknagyártók kínálatában megtalálhatók a különleges feladatokra és helyzetekre kifejlesztett aknák is. Ilyenek lehetnek például a deszant és a vízi úszóeszközök, illetve a helikopterek elleni aknák. Ezek az aknák megnehezítik a műveleteket, és alkalmasak személyi és technikai veszteségokozásra, azonban ezeket általában nem alkalmazzák olyan tömeges mértékben, mint a gyalogság vagy harcjármű elleni aknákat.

²² Például a II. Világháborúban nagy számban alkalmazott német Tellermine 42 harckocsi elleni akna 4,65 kg TNT és 0,35 kg nitropenta típusú robbanóanyagot tartalmazott.

²³ Hatala András- Kelemen Ferenc: Tankönyv a tűzszerész alegységek felkészüléséhez az osztályba soroló vizsgákhoz. III.-II. osztály kidolgozott tételsora. 2000-2001, magánkiadás, Budapest, 2002, 170. o.

²⁴ Például a több NATO tagállamban is rendszeresített 155 mm-es tüzérségi eszközökkel telepíthető M 73 harckocsi elleni akna 585 gramm RDX típusú robbanóanyagot tartalmaz.



Czech Mine, Anti-tank, PTMIBAIII
Overall Height: 101.00mm (3.98in)
Diameter: 330.00mm (12.99in) Filler: TNT
NEW: 7.20kg (15.84lbs) Fuze: Pressure, RO2 & RO7I



Italian Mine, Anti-tank, SB81
Height: 90.00mm (3.54in) Diameter: 230.00mm (9.06in) Filler: TNT / RDX / HMX (84/15/1)
NEW: 2.20kg (4.84lbs) Fuze: Pressure



Russian Mine, Anti-tank, TM62M
Overall Height: 128.00mm (5.04in)
Diameter: 320.00mm (12.60in)
Filler: TNT NEW: 7.50kg (16.50lbs)
Fuze: MVCh-62 Pressure, MVN-72
and MVN-80 Magnetic Influence Fuzes
Notes: The mine shown is a training mine.

3. számú ábra. Harcjármű elleni aknák egyes változatai²⁵

A napjainkban zajló műveletek során annak ellenére, hogy az aknák nagy mennyiségben olcsón gyárthatók és beszerezhetők, sok esetben alkalmaznak rögtönzött aknákat is. A rögtönzött aknák jellemzője, hogy házilag készülnek olyan anyagok felhasználásával, amelyek a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhetők, illetve olyan hadianyagokat is felhasználnak, amelyek eredeti rendeltetése nem az aknaként történő alkalmazás volt.

²⁵ A kép forrása: Handbook of ammunition used in Iraq and surrounding areas, U. S. Army Armament Research, Development and Engineering Center, New Jersey, 2003, 130. o.

A mechanikai (gépi) aknamezítés eszközei

Az aknamezítés a magyar katonai terminológia szerint az a *tevékenység, amely során egy terepszakasról vagy területről az ott található összes aknát eltávolítják.*²⁶ Az aknák megjelenése óta az aknamezítésen történő átjárónyitás és az aknamezítés komoly nehézséget okoz a harcoló feleknek, hiszen a csapatok szabad mozgásának biztosítása kiemelt jelentőséggel bír a katonai műveletek során. A szembenálló felek egyre nagyobb erőfeszítéseket tettek és egyre nagyobb összegeket fordítottak arra, hogy ezen tevékenységeket minél egyszerűbbé és gyorsabbá tegyék.²⁷

Ennek a folyamatnak az eredményeként megjelentek a gépi aknamezítés eszközei. Kezdetben a meglévő harceszközöket alakították át és látták el a szakfeladatnak megfelelő munkaszervvel, így a gépi aknamezítés eszközei mindegyikének alapját egy nagy tömegű, lánctalpas katonai harcjármű jelentette. Később az aknamezítés egyre újabb aknákat jelentettek meg, és ezt a fejlődést az aknamezítés gépei gyártói is próbálták követni, de az alapelvek évtizedeken keresztül alig változtak. Az igazán nagy áttörést az 1980-as évek végén megjelent humanitárius aknamezítés jelentette. A feladatban érintett civil szervezetek előszeretettel alkalmazták az önálló gépi mechanikus rendszereket az aknamezítés felszámolására, és ez a szakterület rohamos fejlődését eredményezte. A korábbi gyakorlattól eltérően az új eszközei könnyebbek, esetenként gumikerekesek voltak, hiszen a tervezésükkor már nem kellett figyelembe venni a katonai alkalmazás sajátosságait. Az új eszközei alkalmazása jó eredményekkel szolgált a műveletek során, így ezen eszközei fejlesztése lett a jövőbeni fejlesztés fő iránya.

Azonban néhány évtizeddel később ezen elvárások nagymértékben csökkentek, és sok esetben a hagyományos kézi vagy állatok által támogatott aknamezítés kiegészítéseként alkalmazták az aknamezítés gépeket.²⁸ A gyártók és a kutatással - fejlesztéssel foglalkozó vállalatok, valamint a helyszíni üzemeltetők az önálló gép általi mecha-

²⁶ Hadtudományi Lexikon, Új Kötet, Dialóg Campus, Budapest, 2019, 23. o.

²⁷ Lukács László - Véghelyi Tibor: Az aknamezítésen történő átjárónyitás lehetséges módszereinek és eszközeinek értékelése, Műszaki Katonai Közlöny, 4. évf., 3-4. sz., Budapest, 1994, 22. o.

²⁸ A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004. 10.o.

nikus aknamentesítési eljárások mellett sok esetben a kombinált módszereket helyezték előtérbe. Hiszen egyes esetekben nem pusztán aknamentesítés történik, hanem a terület teljes megtisztítása szükséges, amely nemzetközi értelmezésben nem csak kizárólag az aknák, hanem az összes veszélyes robbanószerkezet és azok maradványainak eltávolítását is jelenti a meghatározott mélységig.²⁹

Az aknamentesítő gépek tömegük szerint lehetnek könnyű, közepes vagy nehéz gépek az alábbi határértékek szerint:

- a) Könnyű, amely könnyebb, mint 5 tonna, vagy azzal megegyező tömegű;
- b) Közepes, amely 5 tonnánál nehezebb, de könnyebb 20 tonnánál, vagy azzal megegyező tömegű;
- c) Nehéz, amely 20 tonnánál nehezebb.³⁰

Ezen eszközök, működési elvüket tekintve, az alábbi fő kategóriákba sorolhatók:

- a) ütőhatású aknamentesítő eszközök;
- b) talajmarók (kultivátorok);
- c) földmunkagépek (kotrók, buldózerek, homlokrakodók);
- d) aknataposó hengerek;
- e) aknakifordító ekék.

1. Ütőhatású aknamentesítő eszközök

Jelenleg a legelterjedtebb mechanikai aknamentesítő eszközök az ütőhatású vagy más néven láncos-kalapácsos aknamentesítő rendszerek. A 20. század végén bekövetkezett gyors fejlődés eredményeképpen napjainkban számos változatuk ismert. A gyártók kínálatában megtalálhatóak a hagyományos páncélozott katonai harcjármű alvázára épített eszközök, a kisebb és könnyebb páncélvédelem nélküli eszközök, de egyre elterjedtebbek a távirányított modellek is. Megjelenésükben ugyan különböznek egymástól, de mindegyik ugyanazon elv szerint működik: az aknamentesítő eszköz munkaszerve egy forgó tengely vagy dob, amelynek felületén kialakított tartórudakhoz adott hosszúságú lánc

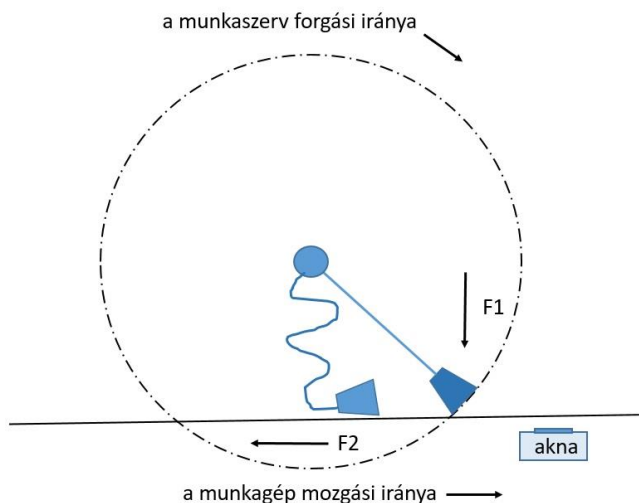
²⁹ International Mine Action Standards (IMAS) 09.10., Clearance Requirements, Second Edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020. 1. o.

³⁰ Test and Evaluation Protocol, Machines, Version 1.0, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2009, 9. o.

kapcsolódik. A láncok végén különböző tömegű és formájú ütőfejek találhatók, amelyek működés közben nagy sebességgel forognak, és a talajjal érintkezve arra heves ütést gyakorolnak, ezáltal működésbe hozva a talajszint alá elhelyezett aknákat.



4. számú ábra. A szlovák gyártmányú Bozena-5 ütőhatású aknamentesítő eszköz³¹



5. számú ábra. A munkaszerv működése közben fellépő erőhatások³²

³¹ A kép forrása: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=15528&tmplid=538> (Letöltés ideje: 2019. 03.28.)

³² Az ábrát szerkesztette a szerző a *A Study of Mechanical Application in Demining*, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004, 14. o. alapján.

Működése közben különböző erőhatások érik a munkaszervet, és ezek függvényében változik annak hatékonysága. A láncok a tengely nagy sebességű forgatása által létrejött centrifugális erő miatt kiegyenesednek, és a lánc végére rögzített kalapácsok tengely körüli forgást végeznek. Amikor a munkaszerv a talajjal érintkezik, a talaj megszakítja a lánc végének pályáját, és az azon lévő fejek (az F1 ütőerő hatására) a talajba ütköznek és arra hatást gyakorolnak.

A talajra gyakorolt hatás függ a talaj jellemzőitől - hiszen az ellenállást képez a láncos kalapács útjával szemben - és a lánc végére rögzített kalapács formájától, illetve annak tömegétől is. Amikor a munkaszerv a talajba hatol, megváltozik annak jellemző mozgása, hiszen a korábbi F1 ütőerő hatására a talajba mélyedt kalapács elveszíti ütőhatását és (az F2 erő hatására) vízszintes húzómozgást végez. Ennek következtében az ütőhatás csökken, és a kialakult hullámozgás a talajban rezgéseket kelt. Sok esetben ezek a rezgések által okozott szeizmikus hullámok okozzák az akna robbanását vagy széttörését.³³ Tervezéskor a munkaszerv paramétereit úgy határozzák meg, hogy ezen erőhatásokat optimálisan használják ki. A láncok távolsága és egymáshoz viszonyított helyzete biztosítja az eszköz jó hatékonyságát a munkaszerv teljes szélességében. A forgótengely és a lánc közötti távolságot biztosító tartórúd lehetővé teszi az akna robbanásakor keletkező energiák eloszlását, ezáltal megvédve az alapgép törzsét és a munkaszerv fő részeit a robbanás káros hatásaitól. Természetesen, amennyiben a forgóegységre rögzített lánc és kalapácsfej elhasználódik, azok cserélhetők. Az ütőhatású aknamentesítő alkalmazása olyan helyeken előnyös, ahol szükség van a terület gyors megtisztítására, és más módszerekkel ez rendkívül hosszadalmas lenne. Például olyan területen, amely lágyszárú növényekkel erősen benőtt, így a kézi aknafelderítési módszerek nem alkalmazhatóak kellő hatékonysággal, illetve biztonsággal.

Az ütőhatású aknamentesítő eszközök alkalmazását befolyásoló tényezők, előnyök, hátrányok

Az 1980-as évek vége óta vezetett aknamentesítő gép teljesítmény-nyilvántartása alapján az ütőhatású aknamentesítő gépek ott teljesítenek a legjobban, ahol a talaj száraz, porózus, azaz nincs telítve vízzel, illetve ahol a terep nem túl meredek. Gyakorlati tapasztalatok igazolják,

³³ A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004, 17.o.

hogyan az ilyen eszközök működtetésekor a nagy szintkülönbségek jelentik az egyik legjelentősebb korlátozó tényezőt.³⁴

Előnyök:

- a) A munkaszerv a mentesítő jármű teljes szélességében működik.
- b) Egyaránt biztosítja a talajfelszín alatt és a talajfelszínen elhelyezett aknák megsemmisítését is.
- c) Hatékonyan megsemmisíti vagy működésképtelenné teszi a különböző működési elvű (nyomásra működő, húzásra működő, közelségi³⁵) gyújtószerkezettel szerelt aknákat is.
- d) A különböző kialakítású és tömegű kalapácsok lehetővé teszik a mentesítést különböző talajtípusok esetén is.
- e) A robbanás hatásaitól károsodott munkaszerv egyes elemei gyorsan és viszonylag olcsón cserélhetők.
- f) Alkalmas aljnövényzettel erősen benőtt területeken, bozótosokban és cserjésekben is az aknamentesítésre.
- g) Mentés közben a kezelőfülke kialakítása szavatolja a kezelők biztonságát.
- h) A kisebb eszközök kialakításuk függvényében, távvezérléssel is működtethetők.

Hátrányok:

- a) Sziklás talaj esetén az eszköz nem alkalmazható.
- b) Sérül a talaj felső termőrétege, így annak esetleges mezőgazdasági újrahasznosítása csak utólagos talajrekultiváció után lehetséges.
- c) Alkalmazása közben előfordulhat, hogy a mentés közben elműködött aknák robbanásának vagy éppen a kalapácsos rendszer működésének hatására robbanószerkezetek repülnek ki a mentesített sávhatáron kívülre, így az alkalmazás közben fokozottan kell ellenőrizni a mentés környezetét is.

³⁴ A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004, 9.o.

³⁵ A közelségi vagy más néven érintkezés nélküli gyújtószerkezettel szerelt akna esetében nem szükséges a fizikai kapcsolat az akna és a céltárgy között. Működési elvéből adódóan megfelelő közelség elegendő a robbanószerkezet elmozdításához.

- d) A működés jellegéből adódóan előfordulhat, hogy egy akna a mentesítés közben nem semmisül meg, hanem csak fizikailag károsodik, de még mindig működőképes, így veszélyesebb, mint az eredetileg volt.
- e) A megsemmisített eszközök darabjai gyakran nagyobb sugárban szóródnak ki, mint a mentesített terület. A kiszóródás mértéke függ a talaj típusától és a mentesítés mélységétől. Minél nagyobb a mélység, annál kevésbé szóródnak ki az anyagma-
radványok, viszont nagyobb mélység esetén az aknák megsemmisülési valószínűsége is csökken.
- f) A gépi és kézi aknamentesítő eljárás együttes alkalmazása esetén, a fémtestű aknákból kiszóródott fémszilánkok és repeszek szintén megnehezíthetik a gépalkalmazás utáni kézi utóellenőrzést, így a kombinált tevékenység jóval időigényesebb lehet, mint ha csak kézzel mentesítették volna. Ugyanez igaz aknakereső kutyák utóellenőrzése esetén, hiszen az aknarobbanásokból származó robbanóanyag-molekulák és -maradványok befolyásolhatják a kutyák eredményes munkáját és annak időtartamát.

2. Talajmarók (kultivátorok)

A talajmarók (kultivátorok) napjaink második leggyakrabban alkalmazott aknamentesítő gépei. A legtöbb ilyen eszköz nehéz erdészeti vagy bányaművelésre fejlesztett gép alvázára épül, de alkalmaznak katonai nehéz lánctalpas eszközöket is. Az aknamentesítéshez alkalmazott talajmarók többségükben nagy méretű és tömegű eszközök. Az alapgép és a munkaszerv együttes tömege kialakításuktól függően 15-50 tonna között lehet.

A talajmarók munkaszerve egy (esetenként több) nehéz acélötvözetű forgódob, amelyen fogak találhatóak. Működés közben a forgódob a talajba süllyed, és forgás közben „megőröli” a talajt és minden tárgyat, amelyek az adott mélységben találhatóak. Ennek hatására a gyalogság elleni aknák és a kisebb méretű egyéb robbanószerkezetek megsemmisülnek, azaz felrobbannak vagy darabokra törnek.

A gyártók által javasolt üzemeltetési mélység maximum 40 cm, ez biztosítja a talajszinten lévő és a talajszint alá telepített gyalogság elleni aknák megbízható megsemmisítését. A munkaszerv működési jellegéből adódóan különféle hatást gyakorolhat a robbanószerkezetre.



6. számú ábra. Távirányított kultivátor alkalmazása Szenegálban³⁶

Alapesetben az akna felrobban, de egyes esetekben csak fizikailag megrongálódik, illetve olyan eset is előfordulhat, hogy a munkaszerv kidobja az aknát, ez utóbbi ugyanakkor nem túl gyakori. Olyan eszközknél fordulhat elő, ahol a munkaszerv a gép haladási irányával ellentétesen forog. A haladási iránnyal azonos forgású munkaszervek esetén ez a jelenség minimális előfordulású.

A gyakorlati tapasztalatok azt bizonyítják, hogy az ütőhatású akna-mentesítőkkel ellentétben a kultivátorok működése közben a kidobott aknák nem kerülnek a mentesítendő területen kívülre, hanem minden esetben a gép elé dobódnak ki, így azok a mentesítés közben ismételtten kapcsolatba kerülnek a munkaszervvel és megsemmisülnek.

Az aknák kidobódásának valószínűsége csökkenthető a dob forgási sebességének mérséklésével, azonban ez a mentesítési teljesítmény csökkenését eredményezi, hiszen a gép előmeneti sebessége függ a munkaszerv forgási sebességétől. Ezért a kivetődés csökkentése és a mentesítési teljesítmény megtartása érdekében egyaránt fontos az optimális haladási sebesség megválasztása.

³⁶ A kép forrása: <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2013/04/24/demining-speeds-senegal-s-casamance-region> (Letöltés ideje: 2021. 03.07.)

A talajmarók (kultivátorok) alkalmazását befolyásoló tényezők, előnyök, hátrányok

A talajmarók alkalmazását a talaj és a terep dőlésszöge mellett számos egyéb tényező is befolyásolja. Az egyik ilyen tényező a munkaszerv talajba történő behatolásának mélysége, hiszen ez a paraméter szorosan összefügg a mentesítés hatékonyságával. Gyakorlati tapasztalatok alapján 20 centiméternél mélyebben a gépek teljesítménye romlik.

Előnyök:

- a) A munkaszerv a mentesítő jármű teljes szélességében működik.
- b) Az aknák megsemmisítési valószínűsége magas, míg azok kido-bódásának valószínűsége alacsony szintű.
- c) Hatékonyan alkalmazható a talajszint felett elhelyezett (szórt) aknákkal, illetve gyalogság elleni repeszaknákkal szennyezett területek mentesítésére is.
- d) A mentesítést követően laza, porhanyós talaj marad hátra.

Hátrányok:

- a) Sziklás talaj esetén az eszköz nem alkalmazható.
- b) Az alapgép és a munkaszerv nagy mérete és nagy tömege miatt, azok szállítását befolyásolja az alkalmazási terület infrastruktúrája.
- c) A nagy tömegű eszköz működtetése nagy teljesítményű erőforrást igényel.

3. Földmunkagépek (kotrók, buldózerek, homlokrakodók)

A gépi aknamentesítési eljárások közül a földmunkagépek alkalmazása talán a leginkább bevált módszer. A humanitárius aknamentesítéssel foglalkozó nagy szervezetek az 1990-es évek eleje óta sikeresen alkalmazták az eljárást Afganisztánban, Kambodzsában, Eritreában, Grúziában (Abházia), az Oroszországi Föderáció (Csecsenföld) és Kozovó területén, de számos más országban is. Az aknamentesítés ezen fajtáját különféle gépekkel hajtják végre, melyek alapját általában a kereskedelmi forgalomban is kapható exkavátorok, homlokrakodók, buldózerek vagy kotrógépek biztosítják. A gépeket az aknaszennyezett területeken történő munkavégzésre adaptálták. Ez azt jelenti, hogy néhány haszongépjárművet a speciális feladatvégrehajtásnak megfelelő

tartozékokkal látnak el, ami a legtöbb esetben egy védőlemez vagy kiegészítő páncélzat felhelyezését és az üvegek megerősítését jelenti, amely megfelelő védelmet biztosít a kezelőszemélyzet számára egy esetleges aknarobbanás esetén.³⁷

Ez különösen fontos olyan területeken, ahol harckocsi elleni aknák vagy nagyobb méretű ERW-k fordulhatnak elő.



7. számú ábra. Megerősített kezelőfülkével rendelkező kotrógép alkalmazása Irakban³⁸

A módszer lényege, hogy elsődlegesen - a rendelkezésre álló információk alapján - meghatározzák az aknásított terület kiterjedését, pontos paramétereit. Ez történhet a rendelkezésre álló aknamező-törzskönyvek/térképek vagy előzetes kézi, állatokkal támogatott vagy más mechanikai módszerrel végzett felderítés alapján.

Második lépésben a meghatározott területen megkezdik a talaj felső rétegének eltávolítását olyan mélységig, ameddig az előzetes felderítési adatok alapján valószínűsíthető aknák jelenléte. Ezt a folyamatot kizárólag gépekkel végzik.

³⁷ A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004, 33. o.

³⁸ A kép forrása: https://fsd.ch/en/armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq (Letöltés ideje: 2021. 03.08.)

Ezt követően a felmárt talajt elszállítják egy átvizsgáló területre, ahol a talajt és a robbanószerkezeteket egymástól szétválasztják. A szétválasztási folyamat függ a rendelkezésre álló eszközöktől. Ennek megfelelően történhet tűzszerész szakállomány által kézi erővel vagy a talajt a szilárd részekről elválasztó gép alkalmazásával.

Kézi szétválogatás esetén a kitermelt földet egy egyenes, sima, kemény felületen szétterítik, és kézi detektorok, illetve átrostálás segítségével kiválogatják a robbanószerkezeteket.

Gépi szétválogatás esetén ezt a folyamatot az ipari kőfejtésben is használatos, speciálisan kialakított eszközzel végzik. Az aknaszennyezett talajt a gép közúzóján keresztül adagolják, és a gép a rostáló mechanizmusa révén szétválogatja a talajt az aknáktól. A szerkezetben található zúzókamra elég robusztus ahhoz, hogy ellenálljon a gyakoriság elleni aknák robbanásakor keletkező káros hatásoknak, így a folyamat közben sem az eszköz, sem az azt kezelő személyzet nem sérül.

Egyes területeken olyan eszközöket is alkalmaznak, amelyek a szétválogatást menet közben elvégzik. A folyamat eredményeképpen aknáktól megtisztított, laza talaj keletkezik, melyet a feldolgozás helyéről az eredeti helyére visszaszállítanak, és ott elterítik. A kiválogatott robbanószerkezeteket vagy azok maradványait a későbbiekben a tűzszerészek megsemmisítik.

A földmunkagépek alkalmazását befolyásoló tényezők, előnyök, hátrányok

Előnyök:

- a) A mentesítés közben nem sérül a talaj felső termőrétege, ennek megfelelően a visszaterítés után rekultiváció nélkül megkezdhető a földterület mezőgazdasági célú hasznosítása.
- b) A módszer jól alkalmazható városi környezetben.
- c) Az alkalmazott eljárásnak köszönhetően a mentesítés után a földterület mentes a robbanószerkezet-maradványoktól (repe-szek, robbanóanyag-maradványok).
- d) Az alkalmazott gépek nem igényelnek különleges tervezést, hiszen azok a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhetőek, és így az esetleges átalakításuk ellenére is jelentős költség takarítható meg.

Hátrányok:

- a) Előzetes felderítést igényel.
- b) Többségében gyalogság elleni aknamezők mentesítésére alkalmazható kellő biztonsággal. A harckocsi elleni aknákkal, illetve nagyobb méretű egyéb robbanószerkezetekkel szennyezett területen történő ilyen irányú munkavégzés, a mentesítés jellegéből adódóan, fokozottan veszélyes.
- c) A mentesítendő terület és az átvizsgáló hely közötti távolság miatt a talaj oda- és visszaszállítása időigényes.
- d) A szállítás útvonalán fokozott figyelemmel kell eljárni a szállított talaj esetleges kiömlése miatt.

4. Aknataposó hengerek

Az aknataposó hengerek elsősorban a katonai műveletek támogató eszközei. A páncélozott harcjárművek saját önvédelmi felszerelése, amelynek alaprendeltetése az ellenség által telepített aknamezők felderítése, az abban található aknák megsemmisítése, de esetenként alkalmazzák humanitárius aknamentesítés során is.



8. számú ábra. Aknataposó hengerrel felszerelt Leopard 2A4 harckocsi finnországi gyakorlaton³⁹

³⁹ A kép forrása: https://www.reddit.com/r/MilitaryPorn/comments/4ia0o7/a_leopard_2a4_clearing_the_way_with_mine_rollers/ (Letöltés ideje: 2021. 03.01.)

A harckocsikra szerelt aknataposók jól igazodnak a terep egyenetlenségeihez⁴⁰, így a telepített aknákat még biztonságosabban derítik fel és semmisítik meg. Ezt úgy érik el, hogy a nagy tömegű, fémből készült hengerek mindegyike egy központi tengelyen fordul el. Ahogy az azokat mozgató jármű halad előre, a hengerek felülete, kialakításának köszönhetően, illeszkedik a talajra, és tömegéből adódóan nyomást gyakorol az ott lévő aknákra. Ezzel a módszerrel az aknataposó hengerek a felszín alatt vagy a felszínen lévő, nyomásra működő aknák mentesítését hajtják végre úgy, hogy működésbe hozzák azok gyújtószerkezetét. Ezért a hengerek nem alkalmasak teljes körű aknamentesítésre, mivel csak a működő aknákat pusztíthatják el, és a bármilyen okból működésképtelen aknák a területen maradnak.

A katonai alkalmazás mellett, a humanitárius aknamentesítés során is egyre gyakrabban használnak aknataposó hengereket. Azokat általában robusztusabb járművekre, munkagépekre szerelik, és alapvetően területcsökkentő szerepben alkalmazzák. Ez azt jelenti, hogy a görgők segítségével átjárót, biztonságos útvonalat létesítenek a mentesítendő aknamezőhöz, illetve lecsökkentik a tényleges mentesítendő területet, és behatárolják annak széleit. Ezáltal felgyorsítják azt a folyamatot, amellyel a kézi vagy állatokkal támogatott mentesítő csapatok eljutnak a ténylegesen mentesítendő területre. A területcsökkentés mellett a hengerek alkalmazhatók az utólagos ellenőrzés során az éles aknák hiányának szemléltetésére, ezzel pedig erősíthető a helyi lakosság bizalma a mentesítők iránt.

A legjobb eredmény elérése érdekében az aknamentesítő szervezetek különböző módszereket dolgoztak ki az aknataposó hengerek hatékonyságának növelésére. Az egyik ilyen módszer, hogy a mentesítendő területet több irányból is ismételten „meghengerelik”, így kiküszöbölve az egyszeri alkalmazás hiányosságait. A másik módszer, hogy az aknataposó hengereket a nagyobb hatásfok érdekében kombinálják aknakifordító ekékkel vagy más rendszerekkel. Például Bosznia-Hercegovinában és Horvátországban az aknataposó hengerek és az ütőhatású aknamentesítő rendszerek egészen egyedi kombinációjával nagyon jó hatékonyságot értek el az aknamentesítés során.⁴¹

⁴⁰ Kender Antal-Mikó Lajos: Műszaki záruk telepítése és leküzdése, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1983, 147.o.

⁴¹ Ashish Juneja: Flail technology in demining, The Journal of Conventional Weapons Destruction, 20.2, Harrisonburg, 2016, 55. o.



9. számú ábra. M-ATV járműre szerelt aknataposó henger útfelderítés közben⁴²

De talán az egyik legjobb megoldás a teljes szélességében ható hengerek alkalmazása az aknamentesítés során. Az ilyen eszközök szorosan egymás mellé helyezett, egyenként is nagy nyomásra képes görgők összességéből épülnek fel, így biztosítva a hatékonyságot a jármű teljes szélességében. Az ilyen eszközök alkalmazása a humanitárius aknamentesítés során egyre elterjedtebb, mivel sokkal jobban igazodik a terep egyenetlenségeihez, mint a hagyományos hengerek.

A műveleti területeken növekvő számban megjelenő rögtönzött robbanószerkezetek⁴³ hatására az ellenük való védekezés is új irányt vett. Ennek a folyamatnak a részeként a fejlesztők a korábbiakhoz képest kisebb, könnyebb aknataposó hengereket alakítottak ki, amelyeket általában a személyi állomány védeltségét megfelelő szinten biztosító gumikerekes járművekre⁴⁴ rögzítettek. Az átalakítás eredményeként

⁴² A kép forrása: <https://www.asdnews.com/news/defense/2016/05/02/oshkosh-features-terramax-ugv-technology-route-clearance-reconnaissance-convoy-operations> (Letöltés ideje: 2021. 03.01.)

⁴³ Rögtönzött robbanószerkezet, angol megnevezése *Improvised Explosive Device*, angol rövidítése *IED*, a továbbiakban *IED*.

⁴⁴ Napjainkban a műveleti területeken nagy számban találhatóak meg a *Mine Resistant Ambush Protected (MRAP)* járművek, amelyek kialakításuknak köszönhetően megfelelő védelmet biztosítanak a benne ülő kezelőszemélyzet részére az esetleges aknarobbanások ellen is.

ezen eszközök hatékonyan alkalmazhatóak az útfelderítő- és mentesítő csoportokban⁴⁵, az út alá rejtett aknák vagy nyomólappal működtetett IED-k felderítésére és megsemmisítésére, önállóan vagy kutyás egységekkel kiegészítve.⁴⁶

A rögtönzött aknák⁴⁷ alkalmazására egyre nagyobb számban kerül sor. Több országból is a legnagyobb számú⁴⁸ IED-sérülést jelentették⁴⁹ 2019-ben, és ez a probléma egyre nagyobb kihívás elé állítja a mentesítésben érintett szervezeteket.

Az aknataposó hengerek alkalmazását befolyásoló tényezők, előnyök, hátrányok

Előnyök:

- a) Jól alkalmazható a nyomásra működő aknákkal szemben.
- b) Egyaránt alkalmas gyalogság és harckocsi elleni aknákkal szennyezett területek mentesítésére.
- c) A sérült részelemei cserélhetők.

Hátrányok:

- a) Sziklás talaj esetén az eszköz nem alkalmazható.
- b) Az aknataposó henger (a teljes szélességében ható hengerek kivételével) kizárólag a hordozóeszköz, illetve a közvetlenül mögötte ugyanazon a nyomvonalon haladó járművek számára létesít nyomsávot, így a nyomsávok közötti hézag további mentesítése szükséges.
- c) Nem hatásos a nyomsávok között telepített érintkezés nélküli gyújtószerkezettel szerelt aknák ellen, így a hordozójármű és annak kezelőszemélyzete veszélynek van kitéve.

⁴⁵ A katonai terminológiában alkalmazott kifejezés, az angol *Route Clearance Team* kifejezés magyar megfelelője.

⁴⁶ Horváth Tibor: Emergency cases at countering improvised explosive devices, and their potential management. *Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review*, XXIV., No 2., 2019, 96. o.

⁴⁷ Az Egyesült Nemzetek Szervezete (a továbbiakban ENSZ) elfogadott terminológiája szerint, rögtönzött aknának tekinthető minden áldozat által működtetett IED, angolul *Victim Operated IED*.

⁴⁸ Például Kolumbiában 10 532 fő, Afganisztánban 9 272 fő.

⁴⁹ Landmine Monitor Report, 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2020, 63. o.

- d) Az alapgép és a hengerek nagy tömeg miatt azok szállítása nehézgép-szállító eszközhöz kötött.
- e) Nem semmisíti meg azokat az aknákat, amelyek bármely okból nem működnek rendeltetésszerűen, így azok továbbra is a területen maradnak.
- f) A terep egyenetlenségeiből következő mélyedésekben lévő kisebb aknák fölött a hengerek, azok elműködtetése nélkül átmenhetnek.
- g) Csak meghatározott mennyiségig alkalmazhatók harckocsi elleni aknák mentesítésére, ugyanis az aknák robbanásának hatására a görgők sérülnek, így azokat cserélni kell.
- h) A felszerelt aknataposó henger mozgásában akadályozza a harcjárművet, így annak manőverező képessége csökken.

5. Aknakifordító ekék

Az aknakifordító ekék alkalmazása a humanitárius aknamentesítés során nem jellemző, azok a klasszikus katonai alkalmazás eszközei. A legtöbb esetben, harchelyzetben az ekéket együtt alkalmazzák az aknataposó hengerekkel.⁵⁰ A párhuzamos késekkel felszerelt eszközt páncélozott harcjárművek elejére szerelik fel, közvetlenül a futóművekkel egyvonalban.

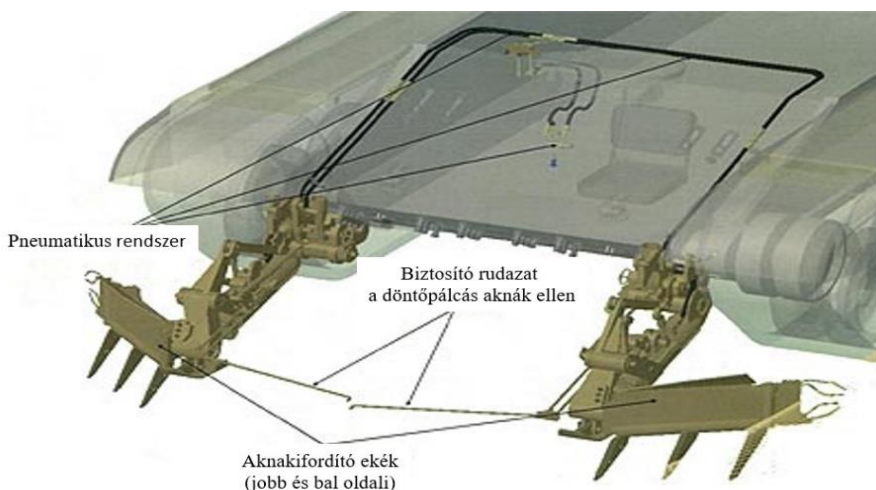
Ahogy arra az elnevezésük is utal, az ekék közvetlenül a lánctalp nyomvonalában lévő aknákat kifordítják az aknaágyból, így azok kikerülnek a jármű nyomvonalából és láthatóvá válnak, azonban nem semmisítik meg azokat. Kivételt képez, ha az akna felszedés ellen biztosítva van, mert ebben az esetben az aknaágyból történő kifordítás a robbanószerkezet működését idézi elő.⁵¹

A hagyományos ekék hiányosságainak kiküszöbölése érdekében kifejlesztették a teljes szélességben ható ekéket, amelyek már nem csak a nyomsávban, hanem a jármű teljes szélességében eltávolítják az aknákat. Az egyenletes működési mélységet a munkaszerv előtt elhelyezett támasztószánokkal biztosítják.⁵²

⁵⁰ Lukács László: A föld akna-problémája és megoldási lehetőségei II., Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évfolyam, 2. szám, 1998, 5. o.

⁵¹ Szatai Zsolt József: Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évf., 4. szám, Budapest, 2019, 60. o.

⁵² Track Width Mine Plough (TWMP), <https://www.army-technology.com/products/track-width-mine-plough/> (Letöltés ideje: 2021. 04. 22.)



10. számú ábra. A KMT-8 szovjet aknakifordító eke elvi felépítése⁵³

Az aknakifordító ekék alkalmazását befolyásoló tényezők, előnyök, hátrányok

Előnyök:

- a) Alkalmas minden típusú akna nyomsávból történő eltávolítására.
- b) A többi gépi aknamentesítő eszközhöz képest viszonylag kis tömegű és olcsó eszközök.
- c) Különböző méretben elérhetőek, kialakításuk igazodik a páncélozott hordozóeszköz paramétereire.

Hátrányok:

- a) Sziklás talaj esetén az eszköz nem alkalmazható;
- b) Az aknakifordító eke - a teljes szélességében ható ekék (tolólapok) kivételével - kizárólag a hordozóeszköz, illetve a közvetlenül mögötte ugyanazon nyomvonalon haladó lánctalpas járművek számára létesít nyomsávot, így a nyomsávok közötti hézag további mentesítése szükséges.
- c) Nem hatásos a nyomsávok között telepített érintkezés nélküli gyújtószerkezettel szerelt aknák ellen, így a hordozójármű és annak kezelőszemélyzete veszélynek van kitéve.
- d) A kisebb aknák az ekék fogazatai között átcsúszhatnak, így azok továbbra is a területen maradnak.

⁵³ Az ábrát szerkesztette a szerző a <http://saper.isnet.ru/textnica/kmt-8.html> alapján (Letöltés ideje: 2021. 02.27.)

Összegzés, következtetések

Az elmúlt évtizedekben az aknamentesítésre használt gépek óriási fejlődésen mentek keresztül. A korábban alkalmazott nehéz, páncélozott katonai járműveket felváltották a kereskedelmi forgalomban is beszerezhető munkagépek vagy a kifejezetten erre a célra fejlesztett, egyszerűbben és hatékonyabban alkalmazható eszközök. Az új eszközök megjelenésével a mentesítési folyamat is lényegesen költség-hatékonyabb lett. Ugyan a mentesítő gépek beszerzési ára viszonylag magas, hosszútávon a kezdeti költségek megtérülése érzékelhető, hiszen szemben a kézi vagy állatokkal támogatott mentesítéssel, a gépek alkalmazásával a végrehajtás ideje jelentősen lerövidül.

Ugyanakkor annak ellenére, hogy hatalmas potenciál van a gépek önálló alkalmazásában, az aknamentesítést végzők körében a kézi mentesítés még mindig elfogadottabb, és a gépeket sok esetben csak a kézi módszerekkel kombinálva, azok kiegészítéseként alkalmazzák. Ennek oka valószínűleg a gépek részletes ismeretének hiánya, azok képességeinek félreértése és a mentesítés közbeni negatív tapasztalatok. Ilyen negatív tapasztalat például, hogy az ütőhatású aknamentesítő gépek működésük közben az aknákat kidobják a munkaterületen kívülre vagy azokat megsemmisítés nélkül mélyebbre temetik, és így veszélyesebb helyzetet idéznek elő a későbbi kézi mentesítők számára. Ezek a kezdeti negatív tapasztalatok gyakran párosultak balesetekkel, melyek halált vagy súlyos sérülést okoztak, mely a gépekkel szembeni magas szintű bizalomhiányhoz vezetett. Ezen hiányosságok a technológiai fejlődés miatt napjainkra minimálisra csökkentek, továbbá a gépek vonatkozásában megjelent nemzetközileg elfogadott tesztelési és akkreditációs rendszer⁵⁴ is garanciát jelent azok megbízhatóságára.⁵⁵

Megbízhatóságuknak és működési sebességüknek köszönhetően a gépek önálló alkalmazása a legalkalmasabb eljárás az aknamentesítés gyors és biztonságos elvégzésére. Alkalmazásukat a kézi vagy az állatokkal támogatott mentesítési módszerekkel szemben kevésbé befolyásolja az időjárás, ellenben a terep vagy az aljnövényzet jelentősen befolyásolja azt. Hiszen az idő múlásával az aknásított területeken egyre inkább elburjánzó növényzet sok esetben lehetetlenné teszi az

⁵⁴ Az ENSZ által 2009-ben elfogadott minősítési rendszer, angolul *Test and Evaluation Protocol*.

⁵⁵ Az ENSZ által elfogadott hatékonysági érték 200 mm mélységig 99,6%.

aknamentesítő gépek alkalmazását, így ezeken a területeken a mentesítési módszerek a hagyományos kézi mentesítésre korlátozódnak.

Az aknamentesítő gépek előnyeinek megértése talán növelheti ezen eszközök alkalmazásába vetett bizalmat, hiszen a mechanikai (gépi) mentesítési eljárások nagyobb számú alkalmazása felgyorsíthatja a világ aknaszennyezett területeinek fájdalmasan lassú mentesítési folyamatát. Azonban ez nem jár egyértelműen a mentesítő gépek alkalmazásának azonnali növekedésével, hiszen a körülmények miatt sok esetben továbbra sem lesznek használhatóak ezen eszközök.

Mindezek mellett az aknaprobléma jövőbeli valódi megoldása az lehetne, ha a katonai cselekmények befejezését követően nem maradna veszélyes robbanószerkezet a területen. Ennek érdekében megoldást jelenthet a nemzetközi közösség által is szorgalmazott, az aknába épített „önsemlegesítő” vagy „önhatástalanító” mechanizmus kialakítása. Ez azt jelenti, *hogy a harcanyag automatikusan működésképtelen állapotba kerül valamely alkotórészében végbemenő megfordíthatatlan folyamat eredményeként, például elektromos tápegysége lemerül, amely nélkülözhetetlen jelentőségű a harcanyag működése szempontjából.*⁵⁶

Felhasznált irodalom

1. 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozónak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről, (1997. XII. 10.).
2. Ashish Juneja: Flail technology in demining, The Jurnal of Conventional Weapons Destruction, 20.2, Harrisonburg, 2016.
3. A Study of Mechanical Application in Demining, Geneva International Centre for Humanitarian Demining (GICHD), Geneva, 2004.
4. Croll, Mike: The History of Landmines, Pen and Sword, Barnsley, 1998.

⁵⁶ 1997. évi CXXXIII. törvény a „Mértéktelen sérülést okozónak vagy megkülönböztetés nélkül hatónak tekinthető egyes hagyományos fegyverek alkalmazásának betiltásáról, illetőleg korlátozásáról” szóló egyezmény és a hozzá csatolt jegyzőkönyvek kihirdetéséről rendelkező 1984. évi 2. törvényerejű rendelet módosításáról és kiegészítéséről, (1997. XII. 10.), 2. cikk. 12.

5. Hadtudományi Lexikon, Új Kötet, Dialóg Campus, Budapest, 2019.
6. Hatala András - Kelemen Ferenc: Tankönyv a tűzszerész alegységek felkészüléséhez az osztályba soroló vizsgákhoz. III.-II. osztály kidolgozott tételsora. 2000-2001, magánkiadás, Budapest, 2002.
7. Horváth Tibor: Magyarország akna- és lőszermentesítésének története. A kezdetek 1944-1948. Műszaki Katonai Közlöny, 28. évf. 1. szám., 68-75.
8. Horváth Tibor: Emergency cases at countering improvised explosive devices, and their potential management. Revista Academiei Fortelor Terestre / Land Forces Academy Review, XXIV., No 2., 2019, 95-106.
9. International Mine Action Standards (IMAS) 09.10. , Clearance Requirements, Second Edition, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2020.
10. Kender Antal-Mikó Lajos: Műszaki záruk telepítése és leküzdése, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1983.
11. Landmine Monitor Report, 21. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2019.
12. Landmine Monitor Report, 22. Annual Edition, International Campaign to Ban Landmines – Cluster Munition Coalition (ICBL-CMC), 2020.
13. Lukács László: Kis akna-történelem, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, 6. évf. 3. szám., 2002, 29- 37. o.
14. Lukács László: A föld akna-problémája és megoldási lehetőségei I., Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évfolyam, 1. szám, 1998, 3-19. o.
15. Lukács László: A föld akna-problémája és megoldási lehetőségei II., Műszaki Katonai Közlöny, VIII. évfolyam, 2. szám, 1998, 3-16. o.
16. Lukács László-Véghelyi Tibor: Az aknamezőn történő átjárónyitás lehetséges módszereinek és eszközeinek értékelése, Műszaki Katonai Közlöny, 4. évf., 3-4. sz., Budapest, 1994, 21-43. o.
17. Padányi József: Az aknamezítés problémái Horvátországban, Műszaki Katonai Közlöny, IX. évfolyam, 2. szám, 1999, 33-36. o.
18. Révay Nagy Lexikona, I. kötet A-Arany, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest, 1911.

19. Szatai Zsolt József: Aknák, aknamezők felderítési lehetőségei, Műszaki Katonai Közlöny, 29. évf., 4. szám, Budapest, 2019, 43-63. o.
20. Test and Evaluation Protocol, Machines, Version 1.0, United Nations Mine Action Service (UNMAS), New York, 2009.
21. Tolnai Új Világlexikona, első kötet A-BAD, Tolnai nyomdai műintézet és kiadó vállalat részvénytársaság, Budapest, 1926.

Internetes hivatkozások

1. A szlovák gyártmányú Bozena 5 ütőhatású aknamentesítő eszköz <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=15528&tmplid=538> (Letöltés ideje: 2019. 03.28.)
2. Távirányított kultivátor alkalmazása Szenegálban <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2013/04/24/demining-speeds-senegal-s-casamance-region> (Letöltés ideje: 2021. 03.07.)
3. Megerősített kezelőfülkével rendelkező kotrógép alkalmazása Irakban https://fsd.ch/en/armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=armoured-machines-accelerate-demining-in-iraq (Letöltés ideje: 2021. 03.08.)
4. Aknataposó hengerrel felszerelt Leopard 2A4 harckocsi finnországi gyakorlaton https://www.reddit.com/r/MilitaryPorn/comments/4ia0o7/a_leopard_2a4_clearing_the_way_with_mine_rollers/ (Letöltés ideje: 2021. 03.01.)
5. M-ATV járműre szerelt aknataposó henger útfelderítés közben <https://www.asdnews.com/news/defense/2016/05/02/oshkosh-features-terramax-ugv-technology-route-clearance-reconnaissance-convoy-operations> (Letöltés ideje: 2021. 03.01.)
6. A KMT-8 szovjet aknakifordító eke elvi felépítése <http://saper.is-net.ru/texnica/kmt-8.html> (Letöltés ideje: 2021. 02.27.)
7. Track Width Mine Plough (TWMP), <https://www.army-technology.com/products/track-width-mine-plough/> (Letöltés ideje: 2021. 04. 22.)