



1. ÁBRA.  
M1126 Stryker páncélozott szállító harcjármű „teljes menetfelszerelésben” körkörös rácspáncézzal felszerelve [1]

OCSKAY ISTVÁN\*

# A PASSZÍV DRÓNVEDELEM HATÉKONYSÁGA PÁNCÉLOZOTT HARCJÁRMŰVEKEN

## VÉD, AVAGY VÉDTELEN?

**ÖSSZEFOGLALÁS:** Az elmúlt időszak konfliktusai is megmutatták, mennyire sebezhetőek a páncélozott harcjárművek az egyszerű, akár házi készítésű drónok hordozta kumulatív lövedékek ellen. Tanulmányomban szeretném feleleveníteni a kumulatív töltetű páncéltörő eszközök elleni védekezés lehetőségeit, és kitérni a modem hadviselés során megjelent drónok elleni passzív védekezés egyik – ha nem is annyira hatékony, mint elsőre tűnik – lehetőségére.

**ABSTRACT:** Recent conflicts have also shown the vulnerability of armoured combat vehicles against HEAT munitions carried by simple FPV (first-person view) drones or even homemade ones. In this article, I would like to review the possibilities of defending against shaped charge explosive anti-tank ammunition and to discuss one of the, if not as effective as it may first appear, passive possibilities of defending against drones in modem warfare.

**KULCSSZAVAK:** páncélozott harcjármű, passzív drónvédelem, kumulatív hatás, kiegészítő páncélvédelem

**KEYWORDS:** AFV, passive drone defence, shaped charge antitank, HEAT

### DRÓNBEVETÉSEK A FRONTON

Az orosz–ukrán háborúban mindeddig nagy mennyiségben alkalmaznak különféle robbanóanyagot, kumulatív gránátokat szállító drónokat és cirkáló rakétákat. A haditechnikát érintő tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy új védelmi igény jelentkezett az alkalmazott támadóeszközök miatt. Erre a védelmi igényre kell reagálnia a különféle ad hoc jellegű, vagy ipari védelmet növelő kialakításoknak. A háború első időszakából levonható tapasztalatok azt mutatták, hogy a nagy számban alkalmazott katonai és/vagy civil drónok szállította, jellemzően kumulatív hatású gránátokkal nagyobb sikereket értek el a páncélozott harcjárművek vékonyabb, sérülékenyebb tetőpáncézzal szemben, mint korábban bármely más konfliktus során. Igaz, már a 2020-as azeri–örmény konfliktus során meg tapasztalható volt

a drónok által szállított páncéltörő eszközök harcjárművek elleni hatékony alkalmazása [1], de akkor még, jellemzően a nagyobb magasságban repülő drónokról indított páncéltörő rakéták bevetése volt a jellemző. Itt a döntő előnyt a fegyvert szállító repülőeszköz nehezen felderíthető, illetve nehezen leküzdhető mivolta adta, a drón által hordozott fegyver jellegében megfelelt, vagy akár meg is egyezett egy hagyományos légi indítású páncéltörő eszköz tulajdonságaival.

A most is zajló orosz–ukrán háborúban azonban, részben a napi több százas nagyságrendű alkalmazásuk nyomán váltak igazán hatékonyná az egyutas, öngyilkos drónok<sup>2</sup>, avagy cirkáló löszerek<sup>3</sup> és az FPV (first-person view) kategóriájú civil drónok az általuk szállított fegyverekkel. Ezeket a drónokat jellemzően kumulatív töltetű harci résszel fel-

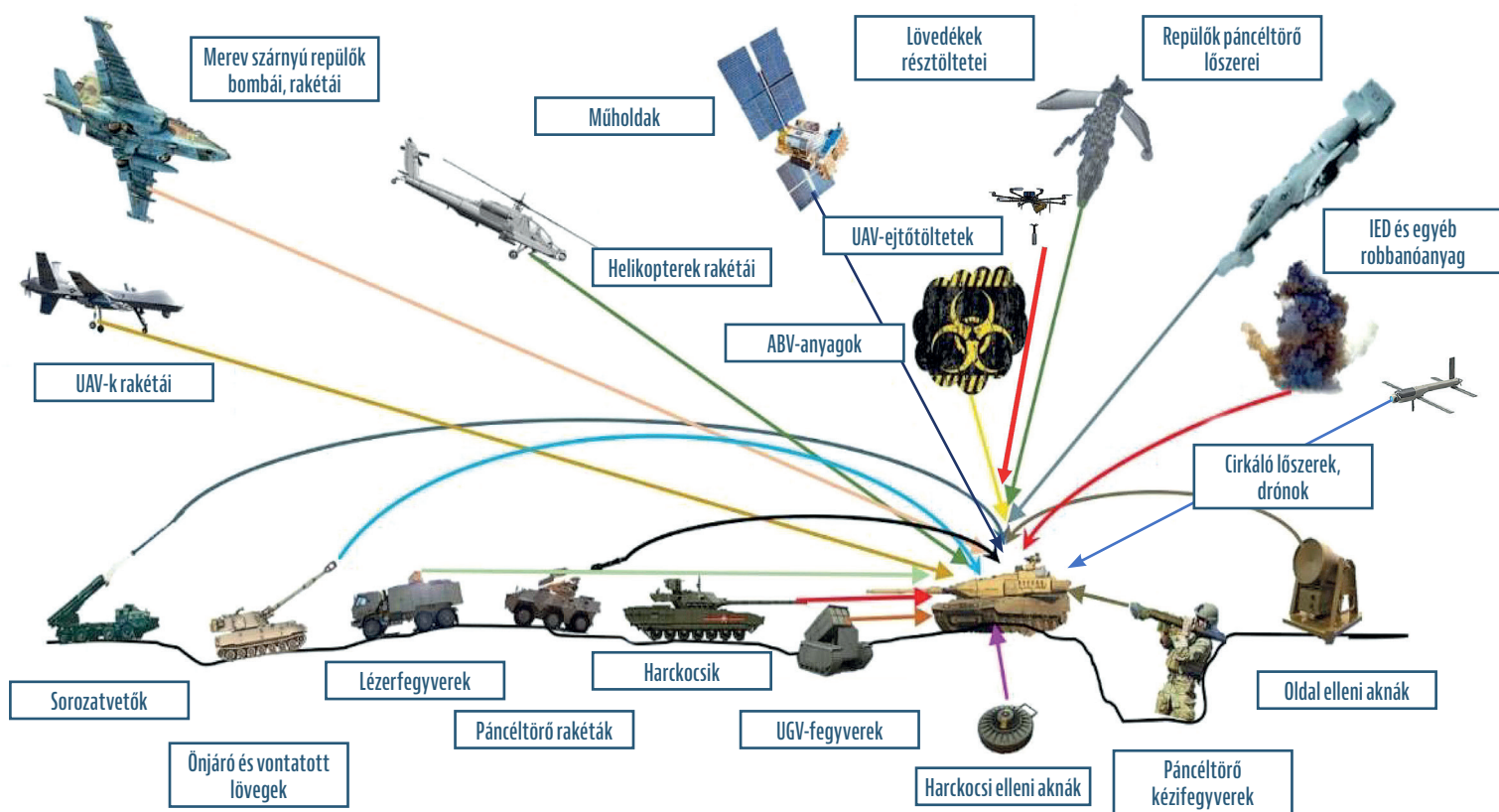
<sup>1</sup> Mint amilyen a török gyártású Bayraktar TB2 típusú pilóta nélküli harci légi járműről (Unmanned Combat Aerial Vehicle –UCAV) [2] indított MAM-C és MAM-L típusú páncéltörő rakéták.

<sup>2</sup> Szakcikkekben angolul One-Way Kinetic Attack Drones, kamikaze drones, loitering munitions.

<sup>3</sup> Az elfogadott magyar katonai szakterminológiai megfelelője a „loitering ammunition” angol kifejezésnek.

\* NKE, doktorandusz.  
ORCID: 0000-0003-0279-8215





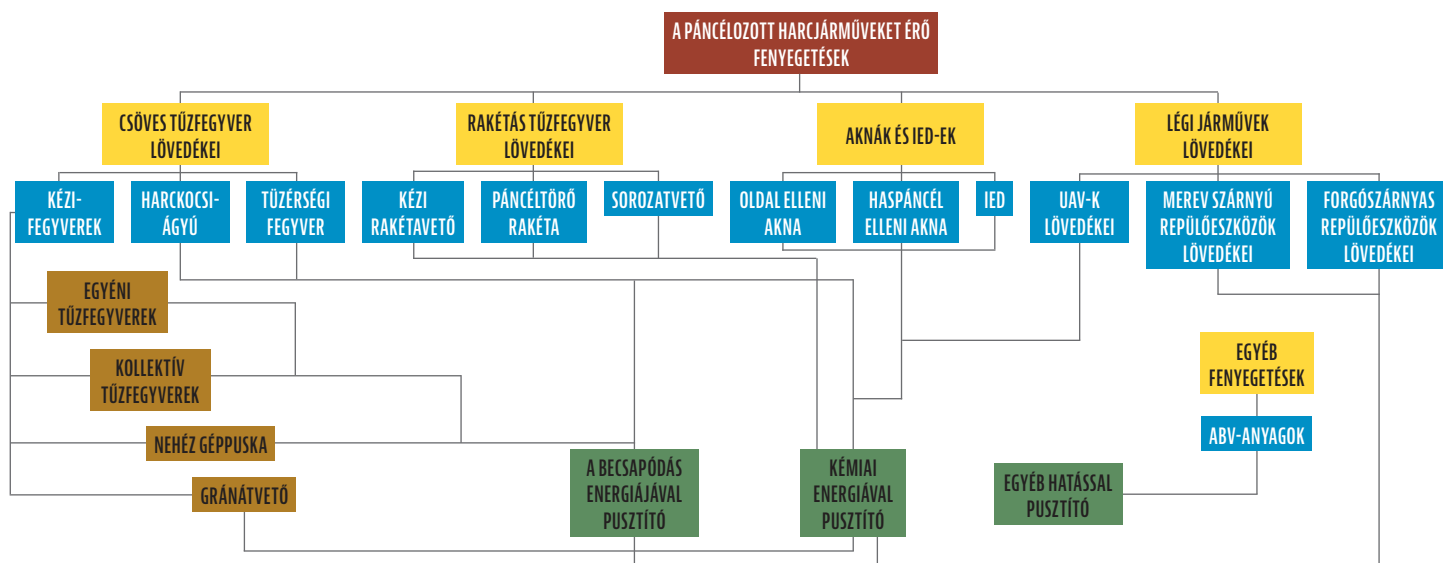
2. ÁBRA. A pánccélozott harcjárműveket érő fenyegetések összefoglalása (A szerző szerkesztése [3] alapján)

szerelve, vagy kumulatív töltettel szerelt pánccélozott fegyvert hordozva alkalmazzák az ellenséges pánccélozott harcjárművek leküzdésére. Megjegyzendő, hogy repesz-romboló vagy termobárikus fejrészrel szerelt drónok alkalmazására is jelentős mennyiségben találni példákat. A kumulatív töltet, lövedék, vagy gránát alkalmazása kézenfekvő volt mindkét fél számára, mivel a viszonylag kis tömege ellenére a korszerű pánccélozott harcjárművek sérülékenyebb felső pánccélozást is érdemben képes megromlani, átütni. További előnyként jelentkezik, hogy nem igényelnek nagy sebességű célba juttató eszközt, mert a kumulatív töltet átütő képessége nem függ annak becsapódási sebességétől, ezért a relatív – legalábbis

a pánccélozott harcjárművekhez és rakéta által hordozott kumulatív töltetekhez képest – kis sebességű (80–140 km/h), vagy akár lebegő drónokról is bevethető. Elemezve a pánccélozott harcjárművek ellen alkalmazott fegyverek hatásmechanizmusát (2. ábra) látható, hogy a harcjárművek ellen hatásos támadást elérni jellemzően kétféle módon lehet: kinetikus, vagy kumulatív módon.<sup>4</sup> A pánccélozott harcjárművekre veszélyt jelentő, kinetikus energiával pusztító pánccélozott lövedékeket jellemzően pánccélozott gyalogsági (PGYH) vagy pánccélozott szállító harcjárművek (PSZH), illetve harckocsik fő fegyverzetéből lövik ki.<sup>5</sup> A kumulatív elven pusztító harci részek célba juttatására azonban ezeken kívül még nagyon széles válasz-

ték áll rendelkezésre, amely a harckocsiaktól, a drónok és a cirkáló löszerek harci részén, a levegő–föld fegyvereken keresztül, a pánccélozott rakétákig terjedhet. A harctéri események megfigyelése alapján kijelenthető, hogy a harcjárművek ellen alkalmazott drónok kétféleképpen fejthetik ki hatásukat: jellemzően forgószárnyas drónokról ejtett gránátok, töltetek formájában, ahol a drón sértetlenül távozhat a harci cselekmény helyszínéről, illetve kifejezetten önmegsemmisítő drónok, cirkáló rakéták formájában, amikor a drón rakományát képező kumulatív töltet felrobbanásával maga a szállító eszköz is megsemmisül.<sup>6</sup> A kumulatív fegyverek<sup>7</sup> elleni védekezéshez érdemes megismerni azok hatásmechanizmusát, hogyan alakul

<sup>4</sup> Természetesen ABV- (atom, biológiai, vegyi), műhold- és lézerfegyverek generálta fenyegetésekkel is számolni kell, de a felsoroltakat a jelen írásban nem tárgyalom.  
<sup>5</sup> Nem elfeledkezve a harci helikopterek vagy a csatarepülőgépek hasonló aktív és reaktív tüzfegyvereiről.  
<sup>6</sup> Természetesen lehetséges a nagyobb méretű drónokról indítható pánccélozott irányított vagy nem irányított rakétákkal is harcjárművek ellen harcolni, azonban ez jellegében megegyezik a más repülőeszközök – helikopterek, csatarepülőgépek – által követett harceljárásokkal, ezért erre itt nem térek ki.  
<sup>7</sup> Az angol szakterminológiában HEAT (High Explosive Antitank) rövidítéssel illetik a kumulatív hatású gránátokat, tölteteket, fegyvereket.



ki a kumulatív hatás<sup>8</sup>, és melyek azok a lehetőségek, amelyekkel ezt a hatást – a harcjármű túlélőképességének növelése érdekében – csökkenteni lehet. [17] A kumulatív sugár kialakulásához lényegtelen, hogy milyen gyorsan halad a hordozó lövedék, ezért képes egy föld alá telepített kumulatív akna is olyan átütési értékeket elérni, mint például egy 800 m/s sebességgel repülő kumulatív harcrocigránát. A gyors forgás jelentősen rontja a kialakult kumulatív sugár képét, minőségét, ezért a huzagolt ágyúhoz alkalmazott kumulatív gránátokban a robbanófejet csapágyazni szokták, ezzel elválasztva azt a huzagolás megforgatta köpenytől, csökkentve ezzel a huzagolás által gerjesztett forgómozgás centrifugális elterítő erejét. Általánosságban elmondható, hogy a forgásstabilizált gránátok esetében a kumulatív töltet átütési mélysége 2-3-szor nagyobb, mint a forgó gránát esetében. [4] A kumulatív töltetek esetén az eltartási távolság szintén fontos mérőszám, amely az a távolság, ahol a kumulatív töltet béléanyaga – a maximális páncélatütési hatás érdekében – még optimálisan tudja megformálni a kumulatív sugarat<sup>9</sup>. Amennyiben ez az eltartási távolság lerövidül, akkor a jet még nem képes hatékonyan kialakulni, ám ami-

kor ez a távolság jelentősen megnő, akkor a jet már szétoszlik a levegőben. Mindkét esetben azonban csökken az átütési teljesítménye. [4]

Harcjárművek esetén, a kumulatív harci fejjel rendelkező fegyverek ellen számításba vehető passzív védekezési lehetőségek, védőelemek, illetve védőelem rendszerek:

- kompozit, vagy szendvicsszerkezetű ballisztikai védőelemek főpáncélként történő alkalmazása,
- robbanó és nem robbanó reaktív páncélok,
- nem robbanó reaktív páncélként<sup>10</sup> viselkedő kompozit lemezrendszerek (Cobham, Burlington, Dorchester fedőnévű brit NERA-páncélok),
- előtét páncélok, takarólemezek, kötényezések.

A kompozit vagy szendvicspáncélzat alkalmazása esetén a könnyebb fajsúlyú fémes, és/vagy nemfémes anyagokat vegyesen alkalmazva az acélpáncélok, jelentős átütéscsökkentési érték érhető el. [5] [6] Ebben az esetben a kialakuló kumulatív sugár a nemfémes, vagy alacsonyabb sűrűségű anyagokon sokkal gyorsabban elveszti az erejét, mint a homogén acélpáncél esetében. (4. ábra) A hidegháborús korszak legkorszerűbb harcrocijai is ilyen páncéllal

készültek, így ilyen a Magyar Honvédségben rendszerében lévő T-72A típusú alapharcocsi is.

Különösnek tűnhet, de a hosszú láncú szénhidrogének is ilyen – a jet hatékonyságát csökkentő – anyagok, így mint a harcjárműveket egyeduralkodóan meghajtó erőforrások hajtóanyaga, a gázolaj<sup>11</sup> is alkalmas a kumulatív jet átütési energiájának csökkentésére. Ilyeneket alkalmaznak példaként az izraeli Merkava harcrocik páncélatütésében is, ahol a kísérletek megállapították, hogy egy 7 cm rétegvastagságú üzemanyag védőképessége megfelel 1 cm homogén acél hasonló értékének. [9] Természetesen az előbb említett páncélkialakításokat jellemzően a harcjárművek tervezésénél, gyártásánál építik be a harcjárművekbe, azonban utólagos alkalmazásukra is találunk példákat, jellemzően kompozit páncélok esetében. Ezeknek az utólagos felpáncélozásoknak a közös ismérve, hogy jelentősen megnövelik a harcjárművek tömegét, azok külső dimenzióit akár oly mértékben is, hogy a drasztikus tömegnövekedés azon felül, hogy jelentősen csökkenti a harcjármű fajlagos teljesítményét, elérheti már azt a határt is, ahol a teljes motor- és erőátviteli, vagy akár a futóműrendszerek áttervezését is szükségessé teszi. Ezért az ilyen pán-

3. ÁBRA. A páncélozott harcjárműveket érő fenyegetések osztályozása (A szerző szerkesztése)

<sup>8</sup> A szakirodalom, a kumulatív hatás felfedezőjéről, Charles Edward Munroe amerikai kémikusról és robbantásszakértőről Munroe-effektusnak is hívják ezt a jelenséget.

<sup>9</sup> A kumulatív sugár angol elnevezése: jet.

<sup>10</sup> NERA – non explosive reactive armour.

<sup>11</sup> A NATO-ban meghonosodott „Single Fuel Concept” (SFC) alapján ezek természetesen lehetnek az F40-en kívül a JP-5 vagy JP-8 gázturbina-hajtóanyagok is, amelyek a szárazföldi harceszközök belső égésű motorjaiban is használatosak.



**4. ÁBRA.**  
A „0”-ponti lőtérén céltárgyként „meggyötört” egyik hazai T-72A harckocsi homlokpáncéljának szendvicsszerkezete, bal oldalt a homlokpáncél belső és külső fémrétegei között kitüremkedő textílbakelit rétegekkel (A szerző felvétele)

célpáncélzatok alkalmazását ritkán szokták külön elvégezni, inkább magasabb szintű technikai kiszolgálások, nagyjavítások, átalakítások során, jellemzően ipari bázisok igénybevételével szerelik fel azokat. A Magyar Honvédség állományába 2023 decemberében megérkezett Leopard 2A7HU harckocsi ún. urban kit védelmi elemeinek tömege – az alapváltozat amúgy sem alacsony harci tömegét – 72 tonnára növeli. (5. ábra)

Másik lehetőség a robbanó, azaz reaktív páncélok alkalmazása, amelyre a keleti és a nyugati államok esetében is találhatunk példákat, akár az orosz T-64BV, akár az izraeli M60 Sabra képviselőiben. Jellemzően ezeket is utólag építik fel a harcjárművekre, amelyhez szintén ipari háttérkapacitás megléte szükséges. Hatékonyságuk 30–50% közötti, és csak egy köz-

vetlen találatot bírnak ki ugyanazon a területen, azonban megjelenésükkel – a kard- és-pajzs örök dilemmájára – elterjedtek a tandem robbanófejű el-látott páncéltörő fegyverek, amelyek képesek a felrobbanó ERA (Explosive Reactive Armour) -panelek mögötti páncélzat átütésére is. A nyugati államok hadseregeiben azonban jellemzőbb a NERA, tehát a nem robbanó reaktív páncélzatok terjedtek el nagyobb számban, akár kiegészítő páncélzat formájában is (6. ábra), így például a Leopard 2A7HU harckocsi 360°-ban védő páncélrendszerének elemeiként.

Harmadik védekezési lehetőségként kínálkozik az előtétpáncélok alkalmazása, amelyek alkalmazása a II. világháború idején kezdődött a harcjárművek oldalvédelmének fokozása érdekében. (7. ábra) A közhiedelemmel ellentétben ezek az ún. kötényezések nem az éppen akkortájt nagy számban megjelenő kumulatív páncéltörő rakétafegyverek (Pl.: Bazooka, Panzerfaust, Panzerschreck) hatásait voltak hivatva csökkenteni, hanem jellemzően a kis űrméretű páncéltörő puszkák hatásai ellen védtek azáltal, hogy destabilizálták a lövedékek mozgását, vagy/és megromogálták az acélmagvas lövedékeket annyira, hogy utána már nem voltak képesek a harcjármű oldalpáncélzatát átütni. Mint az előzőekben említettem, a kumulatív hatású lövedékeknek

megvan az a „hiányossága”, hogy a kumulatív sugár optimális kialakulásához, a páncéltól bizonyos távolságra meg kell kezdeni annak kialakítását, azonban a kísérletek azt mutatták, hogy ennek a sugárnak a hatékonysága még 1–1,5 méter eltartási távolságnál is jelentős marad. Ha csak a kötényezésekre, és az oldalpáncélzatra bízunk a harcjárműveink védelmét, az méretében 2–3 méterrel növelné meg annak dimenzióit minden irányban. Azt azonban már a hazai kísérletek is bemutatták, hogy a hagyományos kötényezés – pl. a T-55AM harckocsi futóművédő gumi kötényezése – nem csökkenti érdemben a korszerű páncéltörő rakéták hatékonyságát. [5] [6]

A harcjárművek páncélozása nem egyenletesen oszlik meg egy harcjármű páncéltestén: a homlok, vagy frontpáncélozás a legerősebb, hiszen – konvencionális hadviselés esetén – ez találkozik az ellenség páncéltörő fegyvereinek tüzével. A haspáncél, illetve az oldalpáncélok ennél sokkal vékonyabb kialakításúak, így védelmi képességük is csekélyebb. Azonban az aszimmetrikus, városi hadviselés korában már nemcsak a szemből érkező fenyegetésekre kell adekvát választ adni a tervezőknek, hanem gyakorlatilag a harcjármű 360°-os környezetéből érkező fenyegetések, így a legsérülékenyebb, felső térfélrészből is. Az is



**5. ÁBRA.**  
A Leopard 2A4CAN harckocsihoz rendszeresített urban kit kísérleti elrendezése, kiegészítő páncélelemekkel. E pótpáncélzat alapján fejlesztették a magyar Leopard 2A7HU fel- és leszerelhető pótpáncélzatát (Forrás: KMW)

könnyen belátható, hogy egyenszilárdra sem lehet méretezni a harcjárművek páncélatát, mert akkor egy olyan tömegű és térfogatú járművet hoznánk létre, amely alkalmatlan mindennemű hadműveleti feladat végrehajtására. Ezért kell a hatékony páncélvédelmet eltérő kialakítású és feladatú elemekből összeállítani. A Leopard 2A7HU harckocsi esetében például az urban kit kiegészítő elem kompozit védőpaneleket tartalmaz a harckocsi azon felületén, ahol az élőerő védelme ezt szükségessé teszi, valamint NERA üreges páncélatot a torony homlok részén, és rácspáncélatot a harckocsi kevésbé fontos, élőerőt nem védő részein (pl.: motortér).

Korábban a harcjárművek tetőpáncélját érő fő fenyegetésnek a kazetás bombák résztölteteit tekintették, amelyek páncélatütő képessége 50–150 mm-ben maximalizálódott. Később megjelentek a sorozatvető rakéták résztöltetei is, amelyek már nagyobb páncélatütési értékekkel rendelkeztek, de azok sem változtatták meg a harcjármű-tetőpáncélatok kialakítását, mivel a harcjárművek ellen csak a proxy jellegű háborúk esetén, és ott is csak kis mennyiségben feltételezték azok

alkalmazását, és amelyre az elmúlt időszakban valóban igen kevés példa volt. Az orosz–ukrán háborúban már megnövekedett a különböző fegyverek által, felülről indított támadások száma. A nagy páncéltörő képességű, kézi rakétavetők (RPG–7, –9, –15, SZPG–9, LAW) elterjedésével a harcjárművek körkörös védelmének kérdése az 1980-as évek elejére napi szintű problémává vált, ezért erre a fenyegetésre adott válaszként jelentek meg a különféle rács-, hálós és előtétpáncélatok, illetve az aktív védelmi rendszerek a harcjárművek védelmi arzenáljában. [6]

Az aktív védelmi rendszerek nagyon jól teljesítenek napjainkban, de ez – ahogy a nevében is szerepel – egy aktív rendszer, amely elektronikai, vegyi és akár mozgó elemeket is tartalmazhat [7]. Kizárólag ezek folyamatos és pontos együttműködése képes a rendszer hatékony működésének garantálására, amely azonban zavarható, kijátszható vagy akár túl is terhelhető. Egy passzív rendszer, mint például a rácspáncélat ezzel szemben mindenféle viszonyok között működőképes, nem igényel magas szintű karbantartást sem, amit akár tábori viszonyok közepette is könnyedén meg lehet oldani.



6. ÁBRA.  
A Leopard 2A5 harckocsitorony mellső NERA-elemei [10]

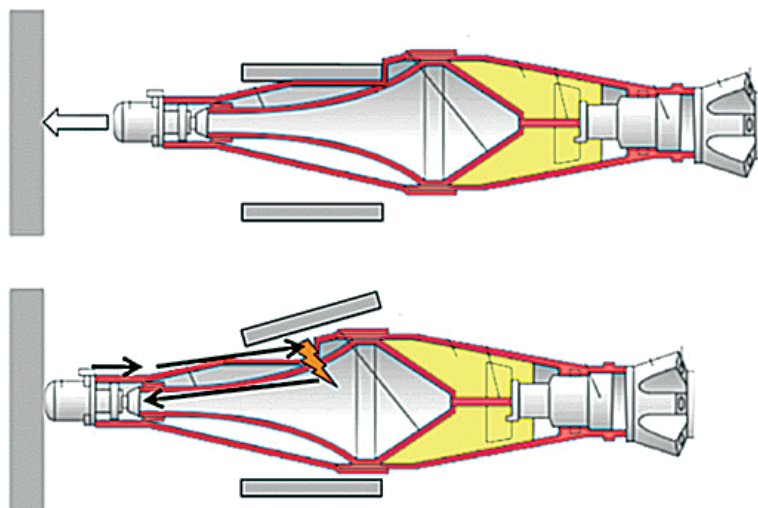
A rácsokat alkalmazó pótpáncélatok megjelenése nem újkeletű dolog [8], de a szélesebb körű elterjedésére a 2000-es évek elején, az afganisztáni, illetve az iraki háború során került sor, ahol először a harcoló majd a harcbiztosító, és a kiszolgáló csapatok járműveit védték jellemzően – a könnyen beszerezhető – RPG-rakéta páncéltörő fegyverek hatásai ellen. (1. ábra)

Az alkalmazott rácsok lehetnek merevek vagy laza kialakításúak. A merev rácsok eleinte lapos téglalap vagy cső keresztmetszetű, illetve tömör acélrudakból készültek, később az acélt felváltotta az alumínium, amellyel a kiegészítő védőelem tömegét a felére lehetett csökkenteni. Az elsődleges cél az, hogy a kifejezetten piezoelekt-

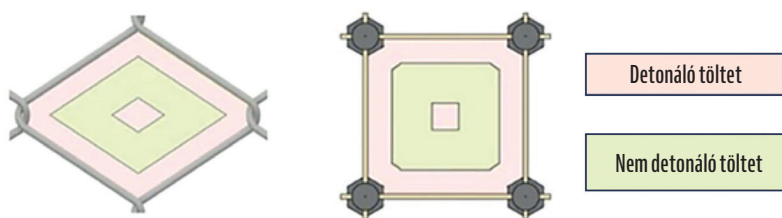


7. ÁBRA.  
A II. világháborús magyar 41M Turán 2 harckocsi, a torony és a páncéltest oldalát védő lyukacsos kiegészítő otdalpancellal (A szerző felvétele)

8. ÁBRA.  
Az RPG-rakéta kumulatív  
harcis fejének roncsolódása  
a rácspáncéltal való  
találkozáskor (felső ábra),  
illetve a páncéltestet  
elérő gyújtó rövidzárlat  
kialakulása (alsó ábra) [12]



9. ÁBRA.  
Kétféle hálópáncél-  
kialakításnál a detonálási  
és nem detonálási zónák  
alakulása [12]



romos gyújtással működő RPG-rakétafejekben rövidzárlatot hozzanak létre a gyújtási láncban, ezáltal ellehetetlenítik annak megfelelő elműködését, amikor a gyújtó kapcsolatba lép az oldalpáncéllal. Másodlagos hatásként, a megfelelő hézaggal kialakított védőelemek felszakítják, deformálják a fegyverek kumulatív harcis fejét. Ezáltal az – még abban az esetben is, ha az a harcjármű páncéltestén detonál – nem tudja a kumulatív sugarat megfelelően megformálni, ami által csökken, vagy akár teljes mértékben megszűnik a töltet páncéltütő hatása. Ha a gyújtó azonban, a rácspáncéltal érintkezve működik el – aminek kisebb az esélye, mint azok elemei mellé lőni – akkor az eddigi kutatások alapján a kumulatív fej hatásossága nem csökken oly mértékben, hogy az a robbanófej átütési mélységét radikálisan megváltoztatná.<sup>12</sup> A 8. ábrán látható, ahogy a rácspáncélok közé behatoló rakétafejbe belevágnak a laposvas elemek, ezáltal fémes érintkezést hozva létre a külső és a belső fémelemek között, így ami-

kor a rakéta továbbhalad a harcjármű páncélteste felé, a gyújtó áramkörében elektromos rövidzárlat keletkezik, amely miatt az nem gyújtja be a kumulatív töltet detonátorát<sup>13</sup>.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy a statisztikai páncélok kifejezetten csak az olyan, RPG jellegű kézi páncéltörő rakétavetőkre ellen fejlesztették ki, amelyekben a kumulatív töltet gyújtását piezoelektromos elven működő gyújtó biztosítja. Ezen páncéltörő rakéták hatékonysága azonban – a végrehajtott kísérletek és összegyűjtött tapasztalatok alapján – alacsony, ha páncéltörő rakéták (Antitank Guided Weapon – ATGW) vagy az azoknál is nagyobb sebességű és átmérőjű páncéltörő harcokcsi, vagy tüzérségi lövedékek (HEAT) ellen kellene védelmet nyújtaniuk. A rácspáncélok úgy méretezték, hogy azok, a leggyakrabban előforduló fenyegetés – akkortájt az RPG páncéltörő rakétavető – ellen védjen a legnagyobb mértékben. A jellemzően alkalmazott páncéltörő gránát, a PG-7, PG-7V(VL), amelynek átmérője 90–95 mm közé esik attól

függően, hogy melyik ország szabványa szerint gyártották. Ennek megfelelően a rácspáncélok, vagy a hálópáncélok egymástól mért távolságának ennél kisebbnek kell lennie, de mindenképpen nagyobbak, mint a gyújtó mérete, amely 20–22 mm közé esik. (9. ábra)

Amennyiben ennél nagyobb a távolság a rácselemek között, akkor a rakétagránát deformáció nélkül át tud haladni a hézagon, ha ennél sokkal kisebb, akkor a rácselemek között detonál. Ezért történhet meg, hogy a páncéltörő rakéták – amelyek egy része már inkább közelségi gyújtóval, mint csapódó gyújtóval szerelt, és nagyobb átmérővel<sup>14</sup> rendelkezik, mint a vállról indítható társaik – szinte hatásfokcsökkenés nélkül semmisítik meg azokat a harcjárműveket, amelyeket ilyen rácspáncéltal szereltek fel. Szintén fontos a rácspáncéltal és hálópáncéltal anyagának megválasztása, hiszen a kumulatív robbanófej roncsolásának elősegítése érdekében a nagyobb fajtsúlyú, nehezebb anyagok alkalmazása az előnyösebb. A hálópáncéltal alkalmazása is nagyobb hatásfokú, amennyiben a hálópáncélok kereszteződéseibe fém kapcsolótesteket integráltak. A Magyar Honvédség is alkalmazott ilyen utólagos hálópáncélok felszerelt harcjárműveket, igaz csak műveleti területen, ahol a hálópáncélok találkozási pontjaiban – 12 mm laptávolságú, 20 mm hosszú – hatszögletű fémhasábokat sajtoltak. Az afganisztáni háború során katonáink ilyen M-ATV (MRAP All-Terrain Vehicle) növelt aknavédelemmel rendelkező harcjárműveket (Mine-Resistant Ambush Protected – MRAP) használtak. (10. ábra)

A napjainkban is zajló konfliktusokban százasaival megjelenő támadó drónok már szükségessé tettek egy rendszerszintű, a harcjárművek tetőpáncéltal védő képesség kialakítását, amelyre egyre több példát találhatunk az orosz–ukrán háború során is, mindkét fél részéről. Először, 2021-ben a felülről támadó páncéltörő rakéták elleni, alakulatszinten zárt-szelvényekből barkácsolt védőrácsok

<sup>12</sup> A szakirodalomban ezek alapján nevezik ezeket a páncéltípusokat „statisztikai páncélnak” (Statistical Armour), mert statisztikailag kicsi az esélye annak, hogy a rácspáncéltal alkotó fémelemek detonáljon a rakéta gyújtója. [5]

<sup>13</sup> Ezért fontos, hogy a harcjármű oldalpáncélja és a rácspáncéltal közötti térbe ne kerüljön hátizsák, vízespalack, egyéb felszerelés, mert, ha abban az esetben, ahogy a gyújtó áthalad a rácspáncélok között, azonnal akadályba ütközik és detonál, akkor a rácspáncélok nem képesek kifejteni roncsoló hatásukat.

<sup>14</sup> A 9M133 Kornet rakéta átmérője 152 mm, amely majdnem 60 mm-rel nagyobb, mint a PG-7VL rakétagránát 93 mm-es átmérője. [9]

jelentek meg, amelyek hatékonysága elég kétséges volt, és igazoltan nem csökkentette a harckocsikat ért találatok pusztító hatását. A barkácsolt ráncpáncélatok azonban a drónok által hordozott ejtőlőszerkek ellen nyújthatnak védelmet azáltal, hogy az alacsonyról ejtett gránátokat megfogják, nem engedik elműködni, vagy olyan nagy eltartási távolságot képeznek a rácsok és a tetőpáncél között, hogy a kumulatív sugár már nem tud ekkora távolságon egyben maradni. Jó példák ezekre a fejlesztési irányokra a nagyjavításon átesett T-72B3M, illetve a T-90M harckocsikra gyári átalakítás során felszerelt, „fűrészfogas” kialakítású védőrácsok. (10. ábra)

A tábori körülmények között barkácsolt, szögvasból készített kezdeti rácsok helyett már szofisztikáltabb kivitelű láthatunk ezeken az eszközökön, ahol a parancsnok és az irányzó beszállását elősegítő, felhajtható rácsos ajtókat alakítottak ki. Vélhetően ezen rácsok háromszögű kialakítása akadályozza a löszerek gyújtóinak aktiválását, illetve detonáció esetén megfelelő távolságot tart a torony tetőpáncéljától, csökkentve a kialakuló kumulatív sugár hatását. Mint sok rögzített felvétel is bizonyítja, a cirkáló löszerek és egyutas, öngyilkos drónok képesek a kialakított tetőpáncél védő ráncpáncélozás alá is bejutni, és találatot elérni a tornyon, ezzel sok esetben megsemmisítve a harckocsit és annak kezelőszemélyzetét. Az oroszok ezért olyan körkörös védelmet is biztosító hibrid páncélat alkalmazásába kezdtek, amellyel az ejtőtöltetek ellen ráncpáncélat, míg az oldalról érkező – jellemzően merevszárnyú – drónok ellen hálópáncélatot védekeznek.

Közös hiányossága ezeknek a páncélokaknak, hogy bár elméleti védőképességük is csak 25–45% közöttire tehető, mindegyik növeli a harcjárművek sziluettjét, vele annak felderíthetőségét, illetve gátolja a személyzet gyors harcjárműre, valamint arról történő szállását. Ezeket a kiegészítő páncélatokat nem gyakran alkalmazzák a harcjármű egésze körül, mert ezáltal ellehetetlenítenék annak átszeg-



10. ÁBRA.  
A Mazár-e Sharifban (Afganisztán) használt egyik magyar felségjelű M-ATV hálópáncélozása (A szerző felvétele)

delt terepen történő közlekedését, szállítását. Azonban alkalmazásának sikerét mutatja, hogy már nemcsak a páncélozott harcjárműveken, hanem sorozatvetőkön, szállító és ellátó járműveken is megkezdődött az alkalmazásuk. A háború jelenlegi (2024. január) szakaszában már az ukránok is előszeretettel szerelik fel eszközeiket ilyen védőpáncélok, így láthatók voltak ráncpáncélatokkal felszerelt Leopard 2A6 típusú harckocsik is, és az izraeli Merkava Mk 4 harckocsikon is megjelentek ezek a páncélatok a Gázába bevonuló csapatok eszközein. (12. ábra)

### ÖSSZEFOGLALÁS

A több évtizede tetszalott állapotban lévő harckocsi harcászati és had-

viselés a szemünk láttára változik meg az orosz–ukrán háború során, és egyre jobban abba az irányba mozdul el, hogy egyesek megkérdőjelezzék a harckocsik jövőjét is. Hasonlóan az 1973-as jom kippuri háborúhoz, ahol a könnyen áttelepíthető, nagy hatótávolságú, irányított páncéltörő rakéták okoztak addig soha nem látott veszteségeket az izraeli páncélos erőknek, jelenleg a kis méretű drónokkal mért csapások tizedelik meg mindkét harcoló fél páncélozott technikai eszközeit. Ahogy a harckocsi, és az azzal a páncélozott harcjárművek is átvészelték az 1973-as krízist, és ezek az eszközök még napjainkban is majd minden ország eszközpalletájában kisebb-nagyobb mennyiségben megtalálhatóak, úgy

11. ÁBRA.  
Az ARMY-2023 haditechnikai kiállításon bemutatott drónvédelmi ránc T-72B3M harckocsi tornyára szerelve<sup>15</sup> [13]



<sup>15</sup> A torony mellső részén és a két búvónyílás közötti tartón a „Triton” elnevezésű, célzottan drónok elleni védelemre kifejlesztett elektronikai rendszer antennáit védő takarókúpok láthatók.



12. ÁBRA. Merkava Mk 4 izraeli harckocsik drónvédelmi rácspáncéllal felszerelve a gázai hadművelet elején [14]

### HIVATKOZÁSOK

- [1] Hennel S., Hegedűs E., Végvári Zs. A Bayraktar drónok 1. rész Haditechnika 57. évf. 1. szám pp. 35-39. <https://doi.org/10.23713/HT.57.1.06>;
- [2] Hennel S., Hegedűs E., Végvári Zs. A Bayraktar drónok 2. rész Haditechnika 57. évf. 3. szám pp. 33-36. <https://doi.org/10.23713/HT.57.3.06>;
- [3] Ocskay I. A harckocsifegyverzettel rendelkező lánctalpas harcjárművek megjelenése a világ hadseregeiben és ezek lehetséges logisztikai illeszthetőségi problémái az MH jelenlegi rendszerében Katonai Logisztika 2020. évi 1-2. szám, <https://doi.org/10.30583/2020/1-2/007>;
- [4] Lukács L. A kumulatív töltetek kialakulása, hatásmechanizmusok elmélete, MH Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Műszaki tanszék Műszaki Katonai Közlöny 6. Évf. 3. szám (1996) pp. 8-32.;
- [5] Végvári Zs. A harckocsik védelmének fejlődése a páncélelhárítás fejlődésének tükrében és az aktív védelmi rendszerek (APS) megjelenése 1. rész Haditechnika 2018. 52. évf. 3. szám pp. 20-24. <https://doi.org/10.23713/HT.52.3.05>;
- [6] Gávay György. Kerekes harcjárművek védettségének vizsgálata és összehasonlító elemzése az elmúlt évtizedek katonai tapasztalatainak és követelményeinek felhasználásával In: Pohl Árpád (szerk.) Biztonság és honvédelem: Fenntartható biztonság és társadalmi környezettanulmányok 2. Budapest, Ludovika Egyetemi Kiadó (2020) 2, 114 p. pp. 533-552., 20 p.;
- [7] Végvári Zs. A harckocsik védelmének fejlődése a páncélelhárítás fejlődésének tükrében és az aktív védelmi rendszerek (APS) megjelenése 2. rész Haditechnika 2018. 52. évf. 4. szám pp. 35-38. <https://doi.org/10.23713/HT.52.4.07>;
- [8] Gávay György. A Piranha járművek fejlődése a védelmi és alkalmazói igények tükrében Hadmérnök 11: 2 pp. 28-40., 13 p. (2016) 36. oldal. <https://doi.org/10.1038/ndigest.2016.160336>;
- [9] Israeli Armour Myth, <https://aw.my.games/en/news/general/israeli-armor-myths-part-2> (Letöltve: 2023.11.12.);
- [10] Prime Portal: Leopard 2A5 (NL) Dismantled Walk Around [https://data3.primeportal.net/tanks/ulrich\\_wrede/leopard\\_2a5\\_nl/images/leopard\\_2a5\\_nl\\_01\\_of\\_87.jpg](https://data3.primeportal.net/tanks/ulrich_wrede/leopard_2a5_nl/images/leopard_2a5_nl_01_of_87.jpg) (Letöltve: 2023.11.21.);
- [11] Forrás: Primer: Statistical Armour, <https://www.tanknology.co.uk/post/statistical-armour> (Letöltve: 2023.10.22.);
- [12] Coghe, Frederik. Efficiency of different Cage Armour Systems, MDPI Applied Sciences 2022. 10. évf., <https://doi.org/10.3390/app12105064>;
- [13] Mojsejev A. Максимально защищенные танки Т-80БВМ и Т-72Б3М показали на „Армии-2023”, rg.ru, <https://rg.ru/2023/08/14/maksimalno-zashchishchennye-tanki-t-80bvm-i-t-72b3m-pokazali-na-armii-2023.html> (Letöltve: 2023.11.23.);
- [14] [https://www.reddit.com/r/TankPorn/comments/17avf5a/another\\_photo\\_of\\_merkavas\\_with\\_antidrone\\_slats/?rdt=55736](https://www.reddit.com/r/TankPorn/comments/17avf5a/another_photo_of_merkavas_with_antidrone_slats/?rdt=55736) (Letöltve: 2023.11.23.);
- [15] Tóth András. Az orosz-ukrán háború páncélos tapasztalatai I. rész Haditechnika 2023. 57. évf. 4. szám pp. 23-27. <https://doi.org/10.23713/HT.57.4.05>;
- [16] Tóth András. Az orosz-ukrán háború páncélos tapasztalatai II. rész Haditechnika 2023. 57. évf. 5. szám pp. 30-35. <https://doi.org/10.23713/HT.57.5.07>;
- [17] Tábi Levente. Az üreges töltetek fejlődése, alkalmazásuk a XXI. századi IED-támadások során I. rész Haditechnika 2019. 58. évf. 4. szám pp. 23-26. <https://doi.org/10.23713/HT.53.4.04>.

vélhetően most is így lesz: a páncélozott harcjárművekre – ha változó szerepkörben is –, de még sokáig szükség lesz. Előfordulhat, hogy az eszközök a jövőben másképp fognak kinézni, mint napjainkban, de a szerepüket, feladatrendszerüket más harcjármű nem fogja tudni átvenni.

A most megszerzett tapasztalatok alapján azonban [15] [16] egyre nagyobb jelentőségűvé válik a drónok elleni védelem kialakításának fontossága, legyen az kollektív védelem, vagy az egyes harcjárművek önálló védelme. A leghatékonyabb védelem kialakítása érdekében, mind a kinetikus (hagyományos kézi-, csöves- és rakétás légvédelmi fegyverek), mind a nem kinetikus (zavarás, lefogás stb.) drónvédelmi eszközöket, a maguk szintjén, alkalmazni szükséges, és ebbe a körbe beletartoznak a passzív védelmi eszközök is. A közeljövőben nagyobb mennyiségben érkeznek a Magyar Honvédséghez a korábban megrendelt Leopard 2A7HU és Lynx KF41HU harcjárművek, amelyek drónok elleni védelmét feltétlenül biztosítani kell.