

A BALLISZTIKUS RAKÉTÁK ELLENI AKTÍV LÉGVÉDELEM LEHETŐSÉGEI

Az elmúlt közel tíz évben világunkban drasztikusan mérséklődött a globális háború kirobbanásának veszélye. A nemzetközi biztonságot mindenképpen kedvező irányba befolyásoló történések mellett ugyanakkor nem hagyhatók figyelmen kívül az atomfegyverek és legveszélyesebb hordozó célbajuttató eszközeik, a különböző hatótávolságú ballisztikus rakéták elterjedése. E fegyverek viszonylagos olcsóságuk, egyszerű gyárthatóságuk és várható gyors elterjedésük miatt kiemelt figyelmet érdemelnek. Mivel Magyarország ezen rakétatípusok némelyikének hatótávolságán belül van, jelentősen fokozódhat hazánk fenyegetettsége.

Az Öböl-háborúban a harcászati ballisztikus rakéták iraki részről történő alkalmazása felhívta a koalíciós erők figyelmét az ellenük való védekezés szükségességére és hiányosságaira¹. Miközben ezek a rakéták még mindig pontatlanok voltak, azért, hogy hadművelleti és harcászati jelentőségüket növeljék, geopolitikai célokat támadtak. A vegyi robbanófejek alkalmazásának lehetőségével pszichológiai fenyegetést jelentettek a szövetséges erők részére.

A [2] szakirodalom szerint manapság hozzávetőleg 10 ország gyárt és közel 20 ország arsenáljában található ballisztikus rakéta. Több ország egyre nagyobb hatótávolságú ballisztikus rakétára igyekszik szert tenni. Ezen országok közül számosan rendelkeznek nukleáris fegyverrel vagy törekednek kifejleszteni azt, ezért a fenyegetettség valószínűleg növekedni fog.

A ballisztikus rakéta elleni védelem szempontjából fontos, hogy az USA és a Szovjetunió közötti SALT szerződések a rakétaelhárító rendszereket 2500 km-nél nagyobb hatótávolságú rakéták ellen (akkor csak ezek estek a hadászati kategóriába) korlátozták. Az ilyen hatótávolságú rakétával ugyanis már képesek voltak egymás területét elérni². Az ennél kisebb hatótávolságú rakéták elleni védelem kiépítésére nincs korlátozás a SALT szerződésben. A közepes hatótávolságú rakéták hadászati jellege csak az 1980-as években, a nyugat-európai "rakétavita" után vált elfogadottá.

¹ Performance of the Patriot Missile System, Activities of the House Committee on Government Operations. <http://www.radix.net/~jeturner/patriot.htm>, 6 p.

² Dr. Szentesi György: A hadászati támadófegyver rendszerek és az ellenük való védekezés lehetőségei az ezredfordulón. Budapest, SVKI, 2000, p 37.

Ez a mindenidős, éjjel is alkalmazható fegyver a kilövőjármű mobilitásának köszönhetően jó túlélőképességgel rendelkezik, mivel magát az indítójárművet nehéz felderíteni és megsemmisíteni. Hatótávolságának köszönhetően nagy mélységben alkalmazható, főleg stratégiai célpontok ellen (nagyobb kiterjedésű területek, objektumok pusztítására, rongálására). Hagyományos robbanófejjel ellátva nem alkalmas jelentős katonai célkitűzések elérésére, azonban vegyi, biológiai, vagy netán nukleáris robbanófejjel felszerelve a fegyver veszélyessége, pusztító ereje lényegesen megnő.

Mint a „szegény államok légierije” alkalmas arra, hogy olyan ország, amely nem rendelkezik komoly anyagi lehetőségekkel légiflottája létrehozásához, rövid idő alatt szert tegyen olyan támadópotenciálra, melyet politikai fenyegetésre, zsarolásra használhat.

A BALLISZTIKUS RAKÉTA, MINT LÉGI CÉL SAJÁTÓSSÁGAI

A [3] szakirodalom szerint a ballisztikus rakéták lehetnek kis (500 km-ig), közepes (500 km és 5000 km között) és nagy hatótávolságúak. A ballisztikus rakétákat az elérendő célkitűzés szerint felosztják harcászati és hadászati rakétákra. A harcászati ballisztikus rakéták rendszerint kis hatótávolságúak, míg a hadászati ballisztikus rakéták ennél nagyobb hatótávolsággal bírnak.

A ballisztikus rakéták lehetnek nem vezéreltek (ezek általában kis hatótávolságúak) és vezéreltek. A rakéta teljes röppályája aktív és passzív szakaszból tevődik össze. Az aktív szakaszon (az égésvégi pontig) a hajtómű működik. Az aktív szakasz — melyen a vezérlés történik — a röppálya kisebbik részét alkotja. A röppálya passzív szakaszán a rakéta, a hajtómű működése során nyert mozgási energia következtében repül tovább. A ballisztikus rakéta hasznos része (többnyire csak a rakéta robbanófeje) a hajtómű kiégése után ballisztikus röppályán mozog a célig. A fejlettebb ballisztikus rakéták fejrészét manőverezésre alkalmas hajtóművel is elláthatják, ekkor az eredeti ballisztikus pálya módosításának eredményeként a fejrész egy másik ballisztikus pályára térhet át.

A nem vezérelt ballisztikus rakéták indítása, a megsemmisítendő cél távolságából és a hajtómű égési ideje által meghatározott égésvégi sebességből kiszámított ballisztikus röppályának megfelelő indítási szögön történik.

A vezérelt ballisztikus rakétákat rendszerint függőlegesen indítják. Indítás előtt a rakéta fedélzeti vezérlő berendezésébe betáplálják a kiszámított ballisztikus röppálya adatait.

A rakéta feje a fegyver kulcsfontosságú része. A hasznos teher az ehhez kialakított, megfelelő méretű fejrészben helyezkedik el. A fejrésznek az ellenraké-

ták robbanó hatásával szemben nagy ellenállást kell tanúsítani a hasznos teher megvédése céljából.

Az 1. táblázatból jól kitűnik, hogy a ballisztikus rakéták hatótávolsága, csúcsmagassága és repülési sebessége között határozott összefüggés van.

A ballisztikus rakéták jellemzői

1. táblázat

Hatótávolság km	Pálya csúcsmagassága km	Sebesség célközvetben m/s	Repülési idő perc
300	100	1020	4
1000	260	3100	9
2000	460	4000	12
3000	650	4800	15
4000	820	5400	18
5000	970	5900	21

A BALLISZTIKUS RAKÉTA ELLENI AKTÍV VÉDELEM SAJÁTÓSSÁGAI

A [3] szakirodalom a ballisztikus rakéta elleni harc 4 fő elemét különbözteti meg:

- aktív légvédelem, mely a támadó ballisztikus rakéta megsemmisítését jelenti;
- passzív légvédelem, mely az időbeni riasztásnak köszönhetően megfelelő rendszabályok bevezetésével a támadó rakéta pusztító hatásának jelentős csökkentését eredményezheti;
- támadó hadműveletek, melyek célja az indítás megnehezítése, lehetetlen tétele a kilövő járművek megsemmisítésével, illetve a támadó rakéta infrastruktúrájának rongálásával;
- a tevékenységeket biztosító vezetés és irányítás rendszere³, melynek széleskörű alkalmazása a riasztásnál, (a rakétatámadás jelzésénél), az aktív légvédelem eszközeinek szóló információ biztosításánál (a támadó rakéta érzékelése, koordinátáinak meghatározása), a támadó hadműveletek során jelentősen csökkentheti a ballisztikus rakéta alkalmazásának hatásosságát.

Nem vitatva az összes elem fontosságát, a továbbiakban csak az aktív légvédelemmel kapcsolatos kérdéseket fogom részletesen vizsgálni. Az elhárító rendszerek terén a kutatások és fejlesztések főleg az Öböl-háború után gyorsultak fel. Jelenleg — bár világszerte folytatnak másfajta pusztító eszközökkel is kísérlete-

³ Battle Management Command Control, Communication, Computer and Intelligence (BMC4I) — Harctéri menedzselés, vezetés, irányítás, távközlés, számítógép és felderítés.

ket (pl. lézer-fegyverek, részecske fegyverek) — a nem, vagy csak igen nehezen ellenőrizhető ballisztikus rakéták ellen a közeljövőben, a gyakorlatban is használható, tömeggyártásra alkalmas megoldást a légvédelmi rakétafegyverek, pontosabban az irányítható légvédelmi rakétával a cél közelbe juttatott pusztító eszközök nyújtják.

A ballisztikus rakéták — mint az aktív légvédelem által megsemmisítendő légi célok — főbb sajátosságai az alábbiakban foglalhatók össze:

- robbanófejének pusztítási sugara függ a fej típusától;
- igen nagy, a hatótávolságtól is függő sebesség, főképp a végfázisban;
- kis hatásos visszaverő felület;
- alacsony szintű sebezhetőség (kevesebb, de ugyanakkor jobban védett, a továbbrepüléshez és pusztításhoz szükséges rész van a ballisztikus rakétán, mint a repülőgépen);
- a tüzelés eredménye nehezebben értékelhető, mivel megsemmisítése esetén maga a roncs is ballisztikus röppályán közeledik, és így nem változnak meg olyan jelentősen a cél mozgásparaméterei, mint hagyományos célok megsemmisítésekor.

Fentiekből következik, hogy a hatásos védelem csak a ballisztikus rakéta robbanófejének megsemmisítésével, annak hatósugaránál nagyobb távolságon és magasságon történő leküzdésével lehetséges. A fokozottabb pusztító hatás elérésére az alábbi lehetőségek vannak:

- kis rakétarávezetési hiba mellett megsemmisítés inhomogén repeszösszetételű, körkörös irányított repeszhatású pusztító résszel;
- kis rakétarávezetési hiba mellett a pusztító rész repeszűrűségének fokozása szűkített, szektorba fókuszált repeszhatással;
- közvetlen találat során a ballisztikus rakéta pusztítása a közvetlen találkozás energiájával, valamint repeszhatású, esetleg más elven működő pusztító résszel;
- nagy valószínűségű közvetlen találat során a ballisztikus rakéta harcizsége megsemmisítése csupán a hiper-sebességű pusztító résszel való ütközés energiájával⁴.

Az egyre gyorsuló technikai fejlődésre, a csúcstechnológiára támaszkodva a fejlesztési tervek a korábbi maximum 40 km-es hatótávolságnál jóval nagyobb hatótávolságú és hatómagasságú elhárító eszközökre fogalmazódnak meg.

A ballisztikus rakéta elleni tevékenységre röppályája különböző szakaszain adódik lehetőség⁵.

⁴ A nyugati szakirodalom ezt az újszerű pusztító részt „Kill Vehicle” néven említi, míg magára a közvetlen találkozás módszerére a „Body to Body” kifejezést alkalmazza.

⁵ Richard L. Garwin . Technical Aspects of Ballistic Missile Defence.

A gyorsítás szakaszán a támadó rakéta főleg infra sávban működő eszközökkel igen jól követhető, és az indítási hely közelében elhelyezett, gyors reagálású fegyverekkel (hajófedélzeti, vagy repülőgép fedélzeti lézerrel viszonylag jó hatásfokkal megsemmisíthető). Erre a megoldásra lehetősége jelenleg csak az Egyesült Államoknak van.

A röppálya középső szakaszán a gyorsító fokozat(ok) leválása után rendszerint csak a támadó rakéta pusztító feje repül tovább. A légkörön kívül (exo rétegben) mozgó rakéta érzékelésére földi bázisú, igen nagy hatótávolságú radarok alkalmazhatóak, mint felderítő és célmegjelölő eszközök. A támadó rakéta röppályáját a radaron a passzív zavarhoz hasonló jelenségek jelzik, melyek az űrbe telepített eszközökkel a látható fény sávjában is érzékelhetőek. Egy további lehetőség az űrbázisú infra szenzorok alkalmazása, mivel a támadó rakéta még mindig meglévő hőkisugárzása a „hideg” űrháttérben jól érzékelhető. A szintén érzékelt csillagoktól azok mozgásparaméterei alapján különböztethető meg. Két vagy három infra érzékelő segítségével a támadó eszköz helye meghatározható, és ezzel a megsemmisítő eszköznek célmegjelölés biztosítható.

A megsemmisítő eszköz földi bázisú követő és irányító radarjának igen nagy pontossággal kell biztosítani a légi cél koordinátáinak meghatározását, mivel ez alapján kell az elhárító rakétát a több száz kilométer távolságon és magasságon levő cél közelébe irányítani, majd annak önirányító fejét a célra vezetni. Ezt a követelményt X sávú (10 GHz) radarral lehet kielégíteni. Az elhárító eszköz önirányító feje többsávú (radar, infra, optikai) szenzor rendszerrel rendelkezik. Ezen a magasságon csak az űrtechnológiából adaptált, ún. gázdinamikus kormányzással, sugárirányban elhelyezett mini hajtóművek segítségével történhet az elhárító eszköz manővereztetése. A speciális, helyzet és sebesség szerinti önirányító eszköz segítségével biztosítható a légi céllal, pontosabban a támadó rakéta harci részével történő közvetlen ütközés. Az elhárító rakétával a cél közelébe juttatott és hiper sebességre felgyorsított pusztító eszköz nagy mechanikus energiája garantálja a megbízható megsemmisítést.

A föld régműrébe (endo rétegbe) visszatérő támadó rakéta érzékelése elvileg nem okoz nagy gondot, viszont nagy sebessége miatt igen gyors reagálású, integrált rendszerre van szükség a felderítéstől a megsemmisítésig. A támadó eszköz mind radarral, mind infra, illetve optikai eszközzel érzékelhető. Ezen a magasságon a támadó eszköznek elvileg van lehetősége agresszív manőverek végrehajtására, ami bonyolítja mind az érzékelő, mind a megsemmisítő eszközök felépítését. A föld légkörében az elhárító rakéta, aerodinamikai kormányzásának köszönhetően jó manőverező képességgel rendelkezik. A legkorszerűbb eszközöknél ez még kiegészül a végfázisban történő gázdinamikus kormányzással is. A föld légkörében az elhárító eszközt erősen védeni kell a hőhatásoktól, az infra sávban történő érzékelés is, a korábbiaknál lényegesen nagyobb háttérzaj mellett történik.

AZ USA ILLETVE A NATO BALLISZTIKUS RAKÉTA ELLENI VÉDELMI KONCEPCIÓJA ÉS ESZKÖZEI

Az Amerikai Egyesült Államok — a ballisztikus rakéták észlelése, felderítése terén széleskörű szenzor-rendszerrel, információs infrastruktúrával rendelkezve — a feladatot komplex módon, a Nemzeti Rakéta Védelmi program keretében (NMD) tervezi megoldani. Az Egyesült Államok a már meglévő, illetve a közeljövőben rendelkezésre álló erőforrásai egy részét tervezi megosztani a NATO országokkal. Az együttes haditevékenység során azonban - mivel az ország területén kívül is kell hogy biztosítsa az erők, eszközök, csapatok oltalmazását - a ballisztikus rakéták támadása elleni védelmet a Hadszíntéri Rakéta Védelem (TMD) program keretén belül tervezi megvalósítani, a NATO országokkal karöltve.

A TMD programon belüli elképzelések szerint a „hézag nélküli” elhárítás — az integrált felderítő és kommunikációs rendszerrel együtt — egy többretegű megsemmisítő eszközrendszer segítségével valósítható meg. Minimum kettő, maximum három típusú rakétarendszert terveznek alkalmazni:

- a THAAD⁶ rendszert a felső, légkörön kívüli (exo) rétegben közvetlen találattal megsemmisítéssel, egy rakétával történő tüzeléssel tervezik alkalmazni. Ez a rendszer alkalmas lenne a hadszíntér védelmére a támadó rakéták teljes skálája ellen maximum 200 km-es hatótávolságon 150 km-es hatómagasságig. Mobilitásának, légi szállíthatóságának köszönhetően képes reagálni a regionális háborúk körülményeinek változásaira;
- A PATRIOT PAC-3 rendszert az alacsony légköri (Low Endo) rétegben, a kismagasságú, kis hatótávolságú támadó rakéták megsemmisítésére, valamint a cirkáló rakéták, és egyéb repülőeszközök közvetlen találattal történő megsemmisítésére tervezik⁷.

Az első lépcsőben a hadszíntéri, nagy hatótávolságú és nagy magasságú THAAD rendszer szállna szembe a támadó rakétákkal, egy, esetleg ha szükséges még egy tüzelést (ismételt tüzelést) leadva. A védelmen átjutott rakétákat együttműködve a THAAD rendszerrel a Patriot PAC-3 változatával semmisítenék meg. A Patriotok számára a célmegjelölést a THAAD földi radarjának adatai alapján a THAAD rendszer harcászati, hadműveleti központja adná. A védelemnek ez a többretegű módja megfelelő telepítési sűrűség esetén megbízható védelmet jelent a támadó rakétákkal szemben.

⁶ THAAD — Theatre High Altitude Air Defence.

⁷ Az USA és több NATO ország együttműködésével terveznek létrehozni egy elsősorban a csapatokat oltalmazó, nagy mobilitással rendelkező MEADS (Medium Extended Air Defence System) nevű légvédelmi rendszert is, mely az elképzelések szerint a Patriotot váltaná le hosszabb távon.

Egy másik változat szerint az elhárító rendszer háromlépcsős is lehet, amennyiben beválik az izraeli és amerikai szakemberek által Izrael állam számára kifejlesztett ARROW rakétaelhárító rendszer. Az ARROW rendszert a magas légköri (az 50 km-es, ún. High Endo) rétegben közvetlen találattal és nagyhatásfokú robbanótöltettel kombinálva az első védőrétegen átjutott támadó eszközök ellen tervezik alkalmazni.

OROSZORSZÁG BALLISZTIKUS RAKÉTA ELLENI VÉDELMI KONCEPCIÓJA ÉS ESZKÖZEI

Oroszország ballisztikus rakéták elleni védelmének koncepciójáról a szakirodalom alapján [7,10] állítható, hogy kisebb szerepet szánnak a műholdas rendszerek szenzorainak és az érzékelés, felderítés feladatát főleg földi bázisú, elsősorban az adott légvédelmi rakétarendszerhez rendszeresített, vagy azzal összekapcsolt más, nagy hatótávolságú felderítő radarokkal tervezik megoldani. Jelenleg a következő légvédelmi rakétafegyverek képesek ballisztikus rakéták megsemmisítésére, melyeket integrált rendszerben terveznek alkalmazni:

- a BUK–M2 (SA–13) rendszer a kisebb hatótávolságú, és így kisebb repülési magasságú (maximum 20 km) rakétákat képes megsemmisíteni hagyományos, repeszhatású harci részével;
- az SZ–300V (SA–12) család továbbfejlesztett, SZ–300V2 kódú, Antey-2500 néven ismert tagja a ballisztikus rakétákat szektorba sűrített, inhomogén repeszhatású harci résszel képes megsemmisíteni, megcélozván a támadó rakéta orr részét. A név második tagja arra utal, hogy meg tudja megsemmisíteni a maximum 2500 km-es hatótávolságú ballisztikus rakétákat is. Ez a kompakt rendszer teljesen önállóan, a felderítéstől a megsemmisítésig képes tevékenykedni a támadó rakéták ellen;
- az SZ–300PMU (SA–10) család továbbfejlesztett SZ–300PMU2 tagja, mely Favorit néven ismert, a rakéta repeszhatású harci részének segítségével már képes a ballisztikus rakéták megsemmisítésére 30 km-es magasságig;
- a folyamatos fejlődés jele, hogy a sikeres lőtéri próbát követően hamarosan megkezdődik az SZ–400-as (SA–20), Triumf névre keresztelt légvédelmi rakétarendszer sorozatgyártása és szolgálatba állítása. Ez a rendszer — az orosz szakemberek véleménye szerint — az elkövetkező 20 év fejlesztési koncepcióinak alapját képezi. Ez a fegyver már közvetlen találattal képes a ballisztikus rakétákat megsemmisíteni maximum 35 km-es magasságon.

A ballisztikus rakéta az egyik legkomolyabb fenyegetés, melyre a kor technikai fejlettségi szintje mellett is csak az eszközök széles körét igénybe véve lehet választ adni. A témával foglalkozó kutatók, szakértők azonban felvetik, hogy bonyolultabb rakétafenyegetésre a légvédelmi rakéta segítségével már nem lehet megfelelő választ adni. Így fokozottan előtérbe kerül majd a légi, illetve a földi bázisú lézer fegyver, valamint a részecskefegyver alkalmazása.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dr. Robert RUDNEY: GPALS Tempts Israel to Abandon Offensive Stance. *Armed Forces Journal International* February 1992, p 42–44.
- [2] Duncan LENNOX: The Rise and Rise of the ATBM. *Janes's Defence Weekly* 24 April 1993, p 20–21.
- [3] Field Manual No. 44-100 US Army Air Defense Operations. Washington DC: Headquarters of the Army. 1995. Chapter 2: Theatre, Chapter 3: Joint Counterair and Theatre Missile Defense Doctrine, p 37–39.
- [4] Frank SAFFEN–Dave YANCEY: How Urgent is TMD? *ADA YEARBOOK* 1996, p 50–52.
- [5] Gordon R. SULIVAN: Air and Missile Threat. *ADA YEARBOOK* 1996, p 25–28.
- [6] Anatoly BASISTOV: Antiballistic Missile System Strategic and International Legal Aspect. *Military Parade* 1/1997, p 76–77.
- [7] Boris BUNKIN: Fighting non-strategic missiles is a reality of today. *Military Parade* 3/1997, p 130–133.
- [8] Dr. BALAJTI István: Korszerű katonai radarok és radaradat-feldolgozó rendszerek. Tankönyv, Budapest, ZMNE, 1998. 275 p.
- [9] Richard L. GARWIN: Technical Aspects of Ballistic Missile Defence. Presented at Arms Control and National Security Session, APS, Atlanta, March 1999.
- [10] Dr. SZENTESI György: A hadászati támadófegyver rendszerek és az ellenük való védekezés lehetőségei az ezredfordulón. Budapest, SVKI, 2000. 378 p.
- [11] Performance of the Patriot Missile System, Activities of the House Committee on Government Operations. <http://www.radix.net/~jeturner/patriot.html>, 6 p.