

Ruttai László

Lézerekkel a rakéták ellen

Jelen írás szerzője – a ZMNE Stratégiai Védelmi Kutatóintézetének főmunkatársa – azt mutatja be, hol tart a ballisztikus rakéták elleni védelem egyik leghatékonyabb eszközének tekintett lézerfegyverek fejlesztése.

A hivatalos észak-koreai hírügynökség, a KCNA híradása szerint április elején mintegy százezer lelkes felvonuló ünnepelte Phenjanban, hogy országuk sikeresen föld körüli pályára állított egy távközlési műholdat. A tudósítás szerint a többlépcsős hordozórakéta kifogástalanul működött, így a hibátlanul végrehajtott indítás és a gyorsító hajtóművek kellő időben történő leválását követően a műhold pályára állt.

A már jó előre bejelentett művelet világszerte felborzolta a kedélyeket, és különösen éles reakciókat váltott ki az Amerikai Egyesült Államokban és Japánban. Washington és szövetségesei ugyanis úgy vélik, hogy április 5-én Phenjan valójában egy Taepodong-2 típusú, mintegy 6000 km hatótávolságú ballisztikus rakétát tesztelt, és ezzel megsértette az ENSZ BT 2006. október 14-ei 1718-as számú határozatát, amely eltiltotta az országot a további nukleáris kísérleti robbantásoktól és ballisztikus rakétával végrehajtott kísérletektől. Ezt a megállapítást látszanak alátámasztani azok az amerikai és orosz megfigyelések is, amelyek szerint már a rakéta röppályája és a gyorsító fokozatok korai leválása is azt igazolja, hogy Észak-Korea valójában semmilyen műholdat sem állított föld körüli pályára.

Az igazság kiderítése okán hosszan sorolhatnánk a rakétaindítás valódi céljának

alátámasztásával és cáfolatával foglalkozó cikkek és nyilatkozatok állításait, de ebben az esetben azonban valószínűleg éppen a legfontosabb tényről feledkezni meg. Arról nevezetesen, hogy *az április elején végrehajtott művelet egyértelműen igazolta: Észak-Korea olyan nagy hatótávolságú ballisztikus rakétával rendelkezik, amely már egyértelműen reális veszélyt jelent tágabb környezete számára is.* (Egy több mint 6000 kilométer hatótávolságú ballisztikus rakéta már képes elérni az Egyesült Államok alaszakai és hawaii területeit.) 2009. április 13-án pontosan így értékelte a helyzetet az ENSZ Biztonsági Tanácsa is. A BT elnöki nyilatkozat formájában megjelent állásfoglalása amellett, hogy felszólítja Észak-Koreát, tartózkodjon a további rakétakísérletektől, a kommunista állam elleni büntető intézkedésekről is rendelkezik.

A fenyegetés mértékének fokozódásával mind több publikáció foglalkozik a ballisztikus rakéták elleni védelem lehetőségeivel. Egyre nyilvánvalóbb, hogy a rakétavédelem funkcióinak megvalósítása az alkalmazott eszközök, illetve eszközrendszerek területén folyamatos kutatásokat, fejlesztéseket követel. Ebben a tekintetben bizonyos mértékig megnyugtató, hogy a ballisztikus rakéták megsemmisítése során alkalmazható új technológiák elterjedése

hatalatlanul gyors fejlődést eredményezett szinte minden téren. Jelentős előrelépések történtek a miniatürizálás, a számítási teljesítmény, a kommunikációs áteresztő képesség, valamint a szenzorok reakcióképességének, érzékenységének és felbontóképességének, valamint megkülönböztető képességének kifejlesztésében. Az elért eredmények természetesen nagy hatással voltak az ellenrakétákkal elérhető hatékonyságra is, ami elsősorban a kis méretű rakétahajtóműveknek köszönhetően látványosan nőtt. Az elmúlt időszakban jelentősen javult a tolóerő–súly arány, és erősen csökkent a megsemmisítő eszközök (a végfázisban a rakétáról leváló, a céllal ütköző eszköz) tömege is. A tömeg jelentős csökkentése, a végfázisban történő önirányítás, a sugárirányú miniatűr hajtóművekkel való kormányzás kifejlesztése a rávezetési pontosság jelentős javulását hozta: napjainkban a megsemmisítő elemek már centiméteres pontossággal képesek eltalálni a célt, illetve annak egy tetzőleges pontját.

A rakétafegyverek fejlesztésével és rendszerbe állításával párhuzamosan *rendkívül intenzív kutatások folynak az irányított energiájú fegyverek kategóriájába tartozó lézerfegyverek kifejlesztése, illetve alkalmazhatóságuk hatékonyságának fokozása területén is.* Ezek az eszközöknek a jelentősége – annak ellenére, hogy a rakétafegyverekhez viszonyítva lényegesen kisebb múlttal rendelkeznek – semmiben sem marad el az aktív védelem más fegyvereitől. Ennek elsődleges okaként mindenekelőtt azt célszerű kiemelni, hogy működési sajátosságaikból következően a lézerfegyverek lényegesen nagyobb hatékonysággal képesek megsemmisíteni a támadó ballisztikus rakétákat az indítást követő úgynevezett gyorsítási fázisban. Ez a képesség különösen hasznos lehet a tö-

megpusztító fejjel felszerelt ballisztikus rakéták alkalmazása esetén. Sikeres megsemmisítés után ugyanis a roncsok nem a saját csapatokra, illetve területekre, hanem az ellenségre hullnak vissza, és ott fejtik ki romboló, pusztító hatásukat. A ballisztikus rakéták gyorsítási szakaszon történő megsemmisítése további előnyökkel is jár. Ebben a repülési tartományban ugyanis a rakéta még „egyben” van, nem vált szét a rakétatorzs a fejrésztől, illetve a fejlettebb rakéták esetén a fejrész nem vált szét több harci részre. Ez pedig azt jelenti, hogy a gyorsítási fázisban történő sikeres megsemmisítéssel több, esetleg több tucat, a középső, illetve a végső fázisban szükséges tevékenységet is kiválthatunk.

A lézerfegyverek jelentőségét tovább növeli még az a tény is, hogy nemcsak a ballisztikus rakéták, hanem más célpontok ellen is alkalmazhatók, és tevékenységi idejük gyakorlatilag elhanyagolható. A lézerenergia terjedési sebessége következtében ugyanis a célpontok megsemmisítéséhez – felderítésük és elfogásuk után – mindössze néhány másodperces megvilágítási időre van szükség.

A gyorsítási fázisban történő megsemmisítés azonban az előnyök mellett komoly nehézségekkel is párosul. A legkritikusabb problémát talán az jelenti, hogy a ballisztikus rakétáknak ez a repülési szakasza igen rövid ideig, mindössze egy-két percig, interkontinentális ballisztikus rakéták esetén maximum négy percig tart. Ebből következően – a napjainkban rendelkezésre álló lézerfegyverek korlátozott hatótávolsága miatt – a feladatot nagy valószínűséggel az ellenség közelében kell végrehajtani.

A ballisztikus rakéták megsemmisítésére is képes lézerfegyverek fejlesztésében kézzel fogható eredményeket egyedül az Amerikai Egyesült Államokban értek el,

ahol alkalmazásukra hordozóikat tekintve több lehetőség is kínálkozik. A jelenleg is folyamatban lévő fejlesztések a repülőgép-fedélzeti lézereknek biztosítanak elsőbbséget, melyeknek a rendszerbe állítása a tervek szerint már néhány éven belül várható. A szakértők álláspontja szerint azonban – elsősorban az ilyen fegyvert hordozó repülőgépek alkalmazásának nehézségei miatt – a végső megoldást a műholdra telepített lézerefegyverek jelenhetik, ezért értelemszerűen ezen a területen is intenzív kutatások és fejlesztések folynak. Az első, a teljes rendszert (beleértve a szenzorokat, a vezetési eszközöket és a műholdra telepített lézerefegyvereket is) felölélő műholdas kísérletre már a következő évtizedben sor kerülhet.

A repülőgép-fedélzeti lézerefegyver (*Airborne Laser – ABL*) létrehozása az 1980-as évek közepe óta szerepel az Amerikai Egyesült Államok fegyverkezési tervei között, kezdetben a légierő fejlesztési programjában. Fontosságát jól mutatja, hogy az öbölháború után megváltozott szemléletmód következtében a projekt 1996 óta a nemzeti rakétavédelmi kutatások része. A már 2002-ben végrehajtott sikeres kísérletek bebizonyították, hogy a lézerefegyverek fejlesztése a végső szakaszba került. Ha a fejlesztés a továbbiakban is a tervek szerint halad, akkor az első repülőgép-fedélzeti lézer már a közeli jövőben hadműveleti szolgálatba léphet.

A fejlesztés során a szakértőknek három kulcsfontosságú probléma megoldásában sikerült jelentős előrehaladást elérniük. Az *első probléma* megoldásaként mára már rendelkezésre áll a repülőgép fedélzetére telepíthető, megfelelő teljesítményű, méretű és tömegű lézer. A több megawattos energiát kémiai lézerrel állították elő. A *második problémát* az energia atmoszférában való terjedési jellemzői, vagyis a lé-

zersugár ennek következtében fellépő torzulása, illetve az energia szóródása okozta, ami jelentősen befolyásolta a fegyver hatótávolságát. A megoldást egy számítógéppel vezérelt, sok ezer mozgatható mechanikai elemből álló speciális tükörrendszer létrehozása jelentette. E berendezés segítségével – ami lehetővé teszi a tükör alakjának változtatását – a lézersugár fókuszálása a célzó pont és a célpont közötti közeg jellemzőitől függően változtatható. A *harmadik problémát* a lézersugár rendkívüli pontosságot igénylő célon tartása jelentette. Aligha igényel külön magyarázatot, hogy milyen nehéz feladat egy repülőgép fedélzetéről egy esetleg több száz kilométer távolságban és igen nagy sebességgel mozgó cél követése. A problémát egy speciális követőrendszer létrehozásával sikerült megoldani.

A repülőgép-fedélzeti lézerefegyver hatótávolságát illetően a szakirodalomban egymástól eltérő adatok jelennek meg. Egyes publikációk ezt 200, mások 300 kilométerre teszik. Az eltérő adatoktól függetlenül azonban a ballisztikus rakéták sikeres megsemmisítése érdekében a hordozó repülőgép – ami a Boeing 747-es repülőgép speciálisan erre a célra létrehozott, szélesebb testű, 747–400 Freighter elnevezésű változata – repülési útvonalát úgy kell kijelölni, hogy a támadó rakéták várható indítási helye a lézerefegyver hatótávolságán belül legyen. Az elgondolások szerint a tízezer méteres repülési magasságon vagy a felett őrzőrepülőgép kezelőállománya négy fő (parancsnok, főpilóta, másodpilóta és fegyverkezelő).

A lézerrel felszerelt, YAL–1A repülőgép jelenleg prototípus stádiumban van. A típusjelben az Y a prototípus, az AL pedig a lézerefegyver légi bázisának (*airborne laser*) megjelölésére szolgál. Bár a fejlesztők már 2008 júliusában megoldották a nagy ener-



giájú lézer fedélzetre történő telepítését, a kísérletek egyelőre a földön folynak. A repülőgép fedélzetére telepített fegyvernek saját felderítő eszköze van, de képes külső információforrások célmegjelölési adatait is fogadni. Ha a fedélzeti érzékelő rakétaindítást észlel, meghatározza a cél helyét, majd a koordinátákat átadja fedélzeti követőrendszernek. Ez a rendkívül összetett berendezés a szükséges pontossággal biztosítja a repülőgép orrában elhelyezett nagy energiájú lézer sugárnyalábjának célon tartását. A lézernyaláb szükséges mértékű fókuszálásáról a számítógép által vezérelt adaptív optikai tükörrendszer gondoskodik. A lézernyaláb által a termelt hő a néhány másodpercig tartó megvilágítás alatt szétrozcsoncsolja a támadó ballisztikus rakéta burkolatát, ami mindenképpen a rakéta megsemmisülését vagy repülésképtelenné válását eredményezi.

A lézerfegyverek repülőgép fedélzetén történő elhelyezésének azonban az előnyei mellett – elsősorban a hordozóeszköz sajátos alkalmazási lehetőségeiből adódó – hátrányai is vannak. Az egyik legjelentősebb, hogy a hordozó repülőgép repüléséhez levegőre van szükség, ami viszont károsan befolyásolja a lézersugár terjedését. Ugyancsak hátrányt jelent, hogy a hordozó repülőgépet folyamatosan el kell látni üzemanyaggal, ami csak légi utántöltéssel biztosítható, valamint az, hogy a hordozóeszköz viszonylag könnyen megsemmisíthető.

Az elért eredmények ellenére tehát – nem utolsó sorban e hátrányok ismeretében – a lézerfegyverek jövőjét a szakemberek az űrbázisú lézerekben látják. A ballisztikus rakéták elleni védelem új generációját képező űrbázisú lézerfegyverek (*Space-based Laser – SBL*) tényleges szolgálatba állításáig azonban még számos problémát kell megoldaniuk a fejleszt-

tőknek, annak ellenére is, hogy az Amerikai Egyesült Államokban folyó fejlesztési projektek keretében végrehajtott kísérletek már egyértelműen igazolták az elképzelések helyességét. A nehézségek természetesen nagyban megegyeznek a repülőgép-fedélzeti lézerek fejlesztésénél tapasztaltakkal. Az egyik legnagyobb problémát ebben az esetben is a szükséges teljesítmény biztosítása jelenti, amit ráadásul a lézer súlyának, illetve tömegének csökkentését szem előtt tartva kell megvalósítani. Hasonlóan jelentős gondot jelent a lézernyaláb megfelelő fókuszáltságának biztosítása, amit a nagy távolságok és az űrbeli körülmények is nehezítenek. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a lézernyalábnak nemcsak az atmoszférán kívüli, hanem az atmoszférában történő szétszóródását is kompenzálni kell. Végül meg kell oldani a célkövetés, a célra irányzás, illetve a sugárnyaláb megfelelő pontosságú célon tartásának problémáját is, ami a nagy távolságon, igen nagy sebességgel mozgó ballisztikus rakéta esetén egyáltalán nem könnyű feladat.

Az eddigi fejlesztések eredményeképpen napjainkban már rendelkezésre áll a lézernyaláb szükséges mértékű fókuszálását, illetve mozgathatóságát is biztosító, megfelelő méretű (mintegy négy méter átmérőjű) és felületi minőségű tükör. Több kísérlet bizonyította a precíziós célmegjelölés, a gyors célra irányzás és a lézersugár vibrációmentes célon tartásának lehetőségét is. Az amerikai számítások szerint az Amerikai Egyesült Államok ballisztikus rakéták elleni védelmét húsz műholdon elhelyezett lézerfegyverrendszer lenne képes a megfelelő hatékonysággal biztosítani. Ez a rendszer – a gyors tűzáthelyezés lehetősége mellett – a támadó rakétákat azok hatótávolságától függően 1–10 másodperc alatt semmisítené meg.

Természetesen az eredmények ellenére még mindig vannak megoldandó problémák, így az Amerikai Egyesült Államokban folyó fejlesztési projektek előirányzatai szerint az első, a teljes rendszert (szenzorokat, vezetési eszközöket és a műholdra telepített lézergyvereket) átfogó orbitális kísérletek csak 2014–2015 körül várhatók.

A lézergyverekkel folytatott kutatások kapcsán persze nem feledkezhetünk meg az egykori Szovjetunió az amerikai terveknel sokkal nagyra törőbb lézerfejlesztési programjáról sem. A Szovjetunióban a földi telepítésű, illetve az űrbázisú lézergyverekkel kapcsolatos kutatások már az 1960-as évek elején megkezdődtek, és a rakétagyverek feltétlenül eredményesnek tekinthető fejlesztésével párhuzamosan folytak. Az impozáns programban több mint tízezer tudós és mérnök dolgozott. Munkájuk során számos kísérletet is végrehajtottak.

A szovjet kutatók valójában igen rövid idő alatt megoldották a lézergyverek gyakorlatban történő alkalmazhatóságát akadályozó problémákat. Kutatásaik eredményeként már néhány éven belül képesek voltak a megfelelő kimenő teljesítmény, valamint nagyon hamar a célok követéséhez, illetve a lézernyaláb célon tartásához szükséges optikai lézer biztosítására is. Az amerikaiakat megelőzve oldották meg a lézer energiával történő ellátásának kérdését. Az általuk kifejlesztett, több mint 15 MW energia előállítására képes generátor világviszonylatban is páratlanul számított.

A rendelkezésre álló információk alapján a világűrbe telepíthető lézergyverekkel kapcsolatos kutatásaik is eredményesek voltak. A műholdak és az interkontinentális

ballisztikus rakéták megsemmisítésére is képes űrbázisú lézergyver kiépítése már az 1980-as években körvonalazódni látszott. Az évtized végére elkészült az a több mint egy méter átmérőjű szegmentált asztrofizikai tükörtávcső is, ami az űrbázisú lézergyverekhez tervezett nagy átmérőjű tükör prototípusát jelentette.

Az 1987. május 5-én azonban a lézergyvert hordozó műhold föld körüli pályára történő állítására tett kísérlet kudarcba fulladt, ami gyakorlatilag véget vetett az űrbázisú lézerekkel folytatott kutatásoknak. Bár a műhold a tervek szerinti időben vált le a hordozórakétáról, az irányítórendszer hibája miatt a Csendes-óceánba zuhant.

Nagyon valószínű, hogy ez a kudarc is hozzájárult ahhoz, hogy napjainkban Oroszország a szovjet hagyományokat folytatja, és a lézergyverekkel kapcsolatos technológiai kutatások során az Egyesült Államokkal ellentétben a földi bázisú lézereket preferálja, és ezen a téren meg is előzte az amerikaiakat. Hírek szerint már olyan hadi használható földi telepítésű lézergyverekkel is rendelkezik, amelyek repülőgépek és műholdak zavarására, illetve megrongálására egyaránt képesek.

A lézerek katonai célú felhasználásával, a lézerek fegyverként való alkalmazásával kapcsolatban persze az Amerikai Egyesült Államok és Oroszország mellett a világ számos országában folytak és folynak kísérletek. A ballisztikus rakéták ellen is alkalmazható lézergyverek kifejlesztésére azonban nem sokan lehetnek képesek. A próbálkozások azonban az igényelt fejlett technológiák, illetve a finanszírozási nehézségek következtében rendre megmaradnak a kutatóintézetek falain belül. ■