

Csuka Antal

## AZ IRÁNYÍTOTT ENERGIÁJÚ FEGYVEREK PERSPEKTIVIKUS ALKALMAZÁSA AZ AMERIKAI HADSEREGBEN

A cikkben az irányított energiájú fegyverek egyre bővülő palettájának egy szűk szegmensét érintve egy méltán csodálatosnak nevezett részterületet szeretnék bemutatni, a gyorsan fejlődő léghárítás legkorszerűbb képviselőjét, a **lézerfegyvert**. Az érintett szegmens nem egyéb, mint az egyik legdinamikusabban fejlődő, születésétől fogva mind a mai napig a jövő csúcstechnikáját egymagában képviselő, egyik legütőképesebb és legnehezebben kivédhető hadászati eszközökkel, a rakéta fegyverekkel foglalkozó szakterület. A hadászati rakéták erőfölénye és csapásmérő képessége évtizedek óta valódi kihívást jelent az elhárításával foglalkozó szakterületnek, következőképpen érdemes részletesebben áttekinteni az itt kibontakozó megoldásokat és újdonságokat. Ezek az újdonságok és fejlesztések biztosíthatják a jövőben azt az egyensúlyt, aminek hiányát a globális megsemmisítés veszélyének felismerésével-, csak hosszas egyeztetésekkel és nemzetközi leszerelési programokkal lehetett pótolni az utóbbi évtizedekben.

### BEVEZETÉS

„Földre szállt” csillagháborús tervek. Egy kicsit drámaibb megfogalmazásban; „A csillagok háborúja olyan ötlet, ami idővel megvalósul. Ez ellen senki sem tud semmit tenni”<sup>1</sup>

A hadászat új dimenziói. Nem csupán hangzatos frázisok, hanem maga a valóság. Ezek közül egyik sem új keletű elképzelés, hanem mind, mind visszatérő fogalmak egy megújuló versenyben, amely új távlatokat nyit az újkori hadászatnak. Nem csak minden dimenziót felölelő fejlesztésről van itt szó, hanem egy új fegyvernem, az **irányított energiájú fegyverek** alkalmazásáról.

Az irányított energiájú fegyverek egy különleges és méltán csillagháborús jelzővel illetett csoportjáról, a **lézerfegyverekről**<sup>2</sup> kívánok részletesebben szólni. A széles termékskálát felölelő fejlesztéseknek köszönhetően, a hadászat és rendvédelem eszköztárában ezek az eszközök ma egyaránt megtalálhatók

A lézerfegyver azért is különleges, mert a néhány évtizedet felölelő fejlődésével és jelenlegi eredményeivel, megcáfolt minden korábbi szkeptikus nézetet és elképzelést. Nincsen benne semmi túlzás, ha azt állítom, hogy a sci-fi és valóság közt húzódó határt egyhamar ledöntve valósággá vált. Nagyon sokan nehezen tudjuk elképzelni, elhinni. Az egyszerű halandó ismereteinek hiánya és tájékozatlansága érezhető a mindennapi életben, a köztudatban, amikor tiltakozásának ad hangot, ha ilyesmiről hall és saját maga küzd azért, hogy visszaépítse azt a falat, amit végeredményében civilizációs fejlődésével saját maga döntött le. Hogy ezt kárára, vagy éppen a hasznára tette, ezzel nem kívánok foglalkozni, mint ahogy az ellenszegülésnek a pszichológiai hátterét sem kívánom fejtegetni. Tudni kell azt, hogy a lézerfegyverek fejlesztése nem ma kezdődött, és noha a húsz-harminc évvel ezelőtti szakirodalma lassan elrongyolódott, a fejlesztés üteme töretlen és bámulatos eredményeket kínál az érdeklődők számára. Az ötletek időtállóságára és évtizedekre visszanyúló gyökereire szeretném felhívni egyrészt a figyelmet, abban a reményben, hogy az itt megjelölt forrásanyagok hasznos támpontot jelenthetnek az ismereteinek a bővítésében. Másrészt céloim bemutatni mindazokat a fejlesztéseket, amelyek a nyílt forrásadatoknak köszönhetően képet adnak arról a magas technikai színvonalról, amelyre az emberiség méltán lehet büszke. A forrásokat és a szakirodalmat kutatva szívet megdobbantó újdonságokra és alkalmazásokra bukkanok, amelyek megragadják a figyelmem és ösztönzően hatnak a megismerésvágy fokozásával. Sokunkban felmerül gondolom, és fájó szívvel

<sup>1</sup> „Star Wars is an idea whose time has come. No one can stop it now” Lt General Daniel O’Graham

<sup>2</sup> Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation,

nyugtázzuk a magyar kutatások lemaradását ezen a téren. Ezen a téren is. Itt is, mint oly sok más esetben sem a szellemi tőke hiányáról van szó, hanem a jól ismert pénzforrások és elsorvadt körülmények, aminek okán nem képes kibontakozni. Nem nehéz belátni, egy- egy nyilvánosságra hozott szerződésbe betekintést nyerve, de a szakirodalmi utalások alapján is egykönnyen lehet arra következtetni, hogy a továbbiakban bemutatásra kerülő, kifejlesztett lézertechnikai eszközök több százmillió dolláros kutatási programok eredményei. Így könnyű, mondhatnánk, jobban mondva csak így lehet. A szakirodalmi forrásokban szereplő leírások és képek is arról árulkodnak, hogy komoly technikai feltételek állnak a kutatók rendelkezésére, a Egyesült Államokban.

Megmaradva az információ morzsáknál, amiért még hálás is lehetek, lehetőségem volt felmérni és összehasonlítani a több évtizeddel ezelőtti, korábban említett megfakult lapokból álló szakirodalomban fellelhető- akkor még fantasztikumnak tűnő elképzeléseket -, a világhálón fellelhető mai eredményekkel. A hajdani álmoknak tűnő merész ötleteket a megvalósult alkalmazásokkal összevetve bátran, azt hiszem, megcáfolhatatlanul kijelenthetem, hogy nem beszélhetünk itt kontrasztról, sőt még csak árnyalatnyi különbségről sem. Azok az ötletek, elképzelések mindegyike, hangsúlyozom kivétel nélkül mindegyike megvalósult mára. Sőt a változatosságukkal és sokoldalúságával a mai lézergyverek bizonyos értelemben rövid időn belül akár túl is haladhatják a korábbi elképzeléseket, ha elvonatkoztatunk a tudományos fantasztikus szakirodalomból megismert ürtechnikai alkalmazások egy részétől. Azért fogadom időnként értetlenül a nagyfokú gyanakvást és tiltakozásra, fórumokban olvasható lebecsülő kifigurázásokra, mert nem nehéz belátni, hogy a több évtizedes folyamatos fejlesztés hozta ezt, és annak eredményeivel van dolgunk. A mai technikai színvonal, lásd más szakterületek, például az információtechnológia sokkal könnyebben csöpögtette bele a köztudatba a maga eredményeit, noha semmivel sem tekint vissza nagyobb múltra, mint a lézertechnika, ellenkezőleg. Igen, erre lehet azt lehet felhozni cáfolat gyanánt ez ellen, hogy a fegyvertechnikai alkalmazásokat nehéz párhuzamba állítani a széles társadalmi rétegeknek szánt informatikai alkalmazásokkal. Ez igaz, de akkor „sem dughatjuk a fejünket a homokba”, mert hozzávetőleg 27 évvel ezelőtt, amikor először olvastam a rubinlézer működéséről és felépítéséről, még ma is emlékszem, ahogy akkor rácsodálkoztam. Gondolta volna még akkor valaki, hogy mára lépten-nyomon belebotolhatunk a lézer legkülönbözőbb alkalmazásával a hétköznapi életben? Ennek egyik eklatáns példája, maga a félvezető szilárdtest lézer, amihez igazán nem nehéz hozzájutni. Na persze nem a hadászati célú nagy teljesítményű lézerekre gondolok, hanem arra amilyenrel oly gyakran gyerekek is játszanak anélkül, hogy tudnák azt, hogy a 600mW körüli teljesítményükkel tartós szemkárosodást idézhet elő, vagyis közvetlenül veszélyeztetik a testi épséget.

Ez a lézermutató, azaz pointer. A „Csillagok Háborújában” megismert lézerkard azért még várat magára. Vagy mégsem? A felsorakoztatott és ma megismerhető fejlesztések, arra figyelmeztetnek, hogy nem árt óvatosan fogalmazni. Járjunk nyitott szemmel az információs szupersztrádán, használjunk fel minden információt arra, hogy az objektív szemléletünket fejlesszük, és ami a legfontosabb, ne tegyünk elhamarkodott kijelentéseket! Ha mégis megtesszük a technikai fejlődés fokozódó üteme és eredményei, mind többször készíthetnek bennünket arra, hogy belássuk; *tévedtünk*. A lézereszközök közül is kiemelkedő tulajdonságú lézergyver legfőbb fejlesztési irányát képviselő nagy teljesítményű lézerre koncentrálna nem téveszthetjük szem elől a fejlődésének a múltját, és amennyire sejteni engedi, a jövőjét sem. Nem lenne teljes a kép, ha kihagynám a leglényegesebb elemet, magát a célt, a rakétát, a bombát, a lövedéket, hiszen ez határozza meg lényegében a lézergyver alkalmazásának a módját, műszaki jellemzőit. Mivel a megsemmisítés tárgyát képező célobjektum nagymértékben meghatározza a támadás, elhárítás **formáját és eszközeit**, fontosnak tartom ezzel kezdeni a rakéták ellen kifejlesztett lézergyverek bemutatását. A fejlesztés irányát meghatározó perspektivikus elképzelések is ezt veszik alapul az újabb és egyre hatékonyabb eszközeik kidolgozásához.

## FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI VISSZATEKINTÉS

### A régmúlt tűzérési eszközei

A történelmi visszatekintéssel érdemes néhány ezer évet időben visszalépni, és megemlíteni a kínai Chon és Chin kínai dinasztia időszakát, Shih Huang Ti uralkodását Kr.e. 221 körül. Ez azért nevezetes

korszak, mert ehhez köthető a lőpor feltalálása. Az 1.ábrán látható kínai harcos alakja talán a legkorábbi ábrázolás egy korabeli lőporral töltött tegez formájú „kézi indító állásról” az ebből kilőhető nyilakkal. Mivel ennél több technikai részletet maga a kép nem árul el, úgymint a kilövés indítása, begyűjtésének helye és módja, csak a tartásból és az íj hiányából tudunk erre következtetni, hacsak ehhez kapcsolódó írásos anyag ezt a feltételezést nem támasztja alá. Mielőtt bárki is megvádolna a történelmi bizonyítékok gyártásával, megjegyzem, komoly külföldi szakirodalom hivatkozik erre az ábrára az előbbieket szerint [1].



1. ábra

## A léghárítás fejlődése

Ha a történelmi forrásokra támaszkodunk, az előbbieket szerint, a lőpor felhasználása nem nyert



2. ábra

Ha a történelmi forrásokra támaszkodunk, az előbbieket szerint, a lőpor felhasználása nem nyert alkalmazást olyan gyorsan, mint ahogyan ebből következtetni lehetne. A népek és kultúrák közti különbség az elterjedését döntően meghatározta és hosszú évszázadoknak kellett eltelnie, amíg a lőpor használata széles körben elterjedt, forradalmasítva a hadászatot. Maradva a korai forrásoknál és a tüzérségi légvédelem kezdetét vizsgálva, azt az időszakot kell alaposabban megvizsgálni, amikor az ágyúcső valami miatt az égbolt felé fordult. A 19. század második felében és a 20. század elején járunk.

A célobjektum maga a léghajó, a felderítést végző léggömb. A 2.ábrán egy korabeli ábrázoláson egy tüzérségi léghárító ágyú éppen egy ilyen feladatot lát el, amikor az öltözetből ítélhető brit tüzér

éppen német léggömbökre vadászik. E rövid haditechnikai történeti áttekintésben úgy vélem ezeknek az ábrázolásoknak mindenképpen helye van, mivel ez tekinthető a mai korszerű rakétatechnika bölcsőjének. A szakirodalom sem választja el a valamivel később fejlődésnek induló rakéta fejlődéstörténetet a tüzérségi eszközöktől, hiszen e kettő egymásra támaszkodva fejlődött az idő folyamán. A korai történelmi korszakokban nem beszélhettünk még a mai értelemben vett légelhárításról. A levegőbe kilőtt lövedék, nyílvesző, hacsak a szélből nem volt befolyásolva és eltérítve a célzás pontosságától függően célba is ért. Néhány ezer évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy ez a fegyvernem olyannyira átalakuljon, hogy ténylegesen alkalmazható és bevethető legyen egymás ellen, kialakuljon az a verseny, amelynek részletei csak néhány évtizede nyilvánvalóak. Ne feledjük azonban, még ha párhuzamosan nem is fejlődött a két terület; a lövedék, rakéta és a koncentrált irányított energiát alkalmazó támadó illetve védelmi oldal, hogy a hadviselés e formájának több ezer éves hagyománya van, és a technikai alapeszközöknek a fejlesztésének kezdete, bizony ide nyúlik vissza. Még akkor is, ha csak az utóbbi 60 év technikai vívmányai tették lehetővé azt, hogy levegőbe emelkedő célobjektumra röptében vadászni lehessen.

Ugorjunk hát időben, átlépve azt az időszakot, ami alatt az optikai támadóeszközök fejlődéséről, de még létezéséről sem beszélhetünk, ragaszkodva a korábban említett párhuzam menti vizsgálathoz. Vegyük tehát tüzetesebben szemügyre az újkori történelmünk vívmányait, fejlesztéseit, azt az időszakot, amikor az „üldözőből”, az ember életére veszélyt jelentő „nyílveszőből” üldözött lett azt követően, hogy a „tegezéből kilőtt nyílvesző” nem csak mellvérttel, pajzsos lett kivédhető képletesen szólva, hanem röptében is sebezhetővé vált.

## **Célobjektumok, ballisztikus rakéták**

A rakétafejlesztés kezdeti lépései az 1800-as évek közepére tehető. Hadászati alkalmazására bár az első világháború idején is tettek kísérletet, többnyire az ágyúk által kilőtt lövedékek játszottak nagyobb szerepet. A hadászati célú igazán eredményes rakétakísérletek a második világháború idején kezdtek kibontakozni. Ebben a német fejlesztésű V2 rakéták megjelenése új lendületet adott.

Nem célom sem a légelhárító ütegek, sem a rakétákkal részletekbe menően foglalkozni, mivel a rakétatechnika csak érintőlegesen képezi jelen cikkem tárgyát, mint lehetséges célpontot úgy említem a továbbiakban. Nem mehetünk el azonban mellette, mert egy integrált rendszer része.

A rakétatechnikai eszközök óriási tárháza messze meghaladná a cikkem terjedelmét., ezért csak néhány stratégiai szempontból fontos példányát fogom megemlíteni, amelyek célként szolgáltak a lézerfegyver kísérletekben. A negyvenes évek rakétatechnikai fejlesztései látványos eredményeket hoztak és csakhamar hatalmas jelentőséggel bíró iparág fejlődött köréje. Az ezt követő további húsz év rendkívüli jelentőségű az emberiség történelmében azért, mert a hatvanas évekre megvalósult az emberiség nagy álma a Holdra szállás, amivel az űrtechnikai szállítóeszközök meg lettek koronázva.

A légi támadóeszközök és a légvédelmi berendezések közt a történelem folyamán folyamatos verseny alakult ki. Egyik a másik dinamikus és gyors fejlődését vonta maga után, mivel csakhamar jelentkezett a rombolási erő növelésének szükségszerűsége mellett a gyorsaság, és a töltet minél pontosabb célba juttatásának a kérdése.

A sebesség növelési törekvések a legegyszerűbb fizikai törvényszerűség értelmében a végrehajtási idő csökkentését és a sebezhetőség kivédését tűzték ki célul. Az idő, mint repülési, célba jutási időtartam, mint kritikus időtartam úgy szerepel a légi-légi, légi-földi és föld-föld rakéták esetében. A feladat végrehajtási időnek mindinkább szerepe van, ha mozgó cél megsemmisítése a cél, legyen szó akár lövedékről, akár rakétáról. A légvédelmi tüzérségi lövegek, amelyek hajdanán még nem használhatták az irányított lövedékeket csakhamar lemaradtak a nagyobb hatótávolságú és nagyobb pontosságú rakétákkal való versenyben. A nehézségek és az alacsony hatásfok abból adódott, hogy a repülési idő csökkentését csak a lövedék kezdősebességének a növelésével lehetett elérni, ennek feltétele a szilárd hajtóanyag alkalmazása volt, aminek viszont a lövegszó szilárdsági korlátjai szabtak határt [2]. Emellett a tüzérségi lövedékek röppályája többé nem helyesbíthető, ha a lövedék elhagyta a csövet. Erre csak a valamilyen módon irányított rakéták jelentettek megoldást. A második világháború alatt Németország, az Egyesült Államok és Anglia is foglalkozott a föld- levegő osztályú rakéták kifejlesztésével, de bevetésükre akkor még nem igazán került sor. A rakétánál az autonóm irányítás,

ravezetés automatizálása és az irányítás kidolgozásának szükségessége legalább olyan fontosságú kérdéssé vált, mint a repülési idő csökkentése gyorsan mozgó célobjektumok esetében. Csak ennek révén volt remélhető a találati pontosság növelése. A sebesség növelése a tömegarányok változtatásával (hajtóanyag- hasznos teher) és a többfokozatú rakéták kidolgozásával volt megoldható. A katonai célú rakéták egy része éppen ezért szilárd hajtóanyagú. Felépítése döntően meghatározza az ellenük bevetett lézerfegyver eredményességét. Összességében a rakétafegyverek, légvédelmi, ballisztikus és egyéb rakéták kritikus műszaki szerkezeti paramétereit a fizika törvényei határozzák meg. Ennek következtében sérülékenyek és teljesen felkészületlenül várják a lézerfegyverek új generációját.

A szakirodalom a megsemmisítés kifejezést használja, minden esetben, ami önmagában nem helytelen, mégis pontosításra szorul véleményem szerint. Főként azért, mert a lézerfegyver képességeit, teljesítményét ezzel túlbecsüli. Ez csak részben fedi a valóságot, mivel nagyobb részt önmegsemmisítésről beszélhetünk. Azért önmegsemmisítés, mert a rakéták saját robbanótöltete és gyúlékony hajtóanyaga vezet oda, hogy megsemmisüljön még azelőtt, hogy célba ér. A folyamat beindításában tehát az üzemanyagot tartalmazó sérülékeny tartályok játszanak szerepet. A még meglévő üzemanyag-tartaléka használható fel arra, hogy az önpusztítás folyamata beinduljon.

A célként megjelölt rakétáknak az befogása és megsemmisítése minél előbb az indítást követően, lehetőség szerint a röppálya emelkedő szakaszában kell megtörténjen, mert akkor még jelentős üzemanyag-tartalékkal rendelkeznek. A ballisztikus rakéták esetében a hajtóanyag és robbanótöltet arány különösen nagy, ami a rakétatestet is ilyen arányban osztja meg.

A ballisztikus rakéták esetében beszélhetünk:

**-kis és rövid hatótávolságú**

**-nagy hatótávolságú [3]**

rakétákról.

A rövid hatótávolságú rakéták jellemzője, hogy nem lépnek ki a föld légköréből és üzemanyag-tartalékuk az elérendő cél távolságának megfelelően van meghatározva. Következésképpen nem irányított rakéták, pontosságuk 100m körüli, hagyományos töltettel vannak ellátva, és röppályájuk rendelkezik, mint említettem egy passzív szakasszal azok után, hogy elfogyott a hajtóanyaguk. A nagy hatótávolságú ballisztikus (interkontinentális) rakéták hatótávolsága a jelentős mennyiségű üzemanyagnak köszönhetően elérheti a 3000 km-t is, pályájának a magassága a 650 km-t. Önmagában a sebessége, irányíthatósága, radarral történő felszerelése olyan tulajdonsággal ruházza fel, amely leküzdése komoly kihívást jelent a támadó eszközök számára. A lézerfegyver kifejlesztéséig az ellene való küzdelem egyedüli eszköze a levegő-levegő vagy a föld-levegő rakéták voltak.[4]

A ballisztikus rakéták fejegységének a köpenye úgy lett kialakítva, hogy kellő védelmet biztosítson a támadó rakétával szemben, amennyire lehet. Ennek sebzése még a több MW teljesítményű lézereknek is komoly feladat. Következésképpen marad az arányában is nagyobb hányadot kitevő hajtómű, illetve annak az üzemanyag-tartaléka. Az ismertetésre kerülő lézerfegyver alkalmas hozzávetőleg 2mm vastagságú páncél átolvasztására és ennek következtében az üzemanyagtartály felrobbantására. Ez elegendő a rakéta teljes megsemmisítéséhez. A 3.ábrán egy teljes ballisztikus rakéta védelmi rendszer látható.



3.ábra

## A lézerfegyver őse az ókori hadászatban

A koncentrált fénynyaláb alkalmazására vonatkozóan, csaknem ugyanennyire régi történelmi forrásra bukkanhatunk a hadászatban, mint a rakétafejlődés esetében. Arra a legendaként fennmaradt megoldásra gondolok, amelyet görögök és egyiptomiak használtak a korabeli leírások alapján az emberi beavatkozás nélküli tűz előidézésére kultikus események alkalmával gömbfelületű tükör alkalmazásával. Egyes források szerint, Archimedes és Euklidész feljegyzései tartalmaznak olyan utalásokat miszerint ilyen módszert használtak a görög perzsa tengeri ütközetben, az ókori hadászatban az ellenséges hajók felgyújtására.<sup>3</sup> A leírások tartalmát vizsgáló Pierre Eugène Marcellin Berthelot (1827-1907), francia szerves és fizikai kémikus, tudománytörténész és kormánytisztviselő nagy gondot fordított a tükrökkel összegyűjtött napsugarakkal foglalkozó leírások vizsgálatára. Akár a lézertechnika őseinek is tekinthető tükrökkel fókuszált napfény koncentrált hőenergiáját felhasználva elképzelhető, hogy sikerült lángra lobbantani a gyúlékony fa alkalmazhatóságokat hajdanán, azonban akadnak, akik ezt cáfolják és mindössze legendának tartják. Csupán csak az különös, hogy ez a megoldás, ami még ma is megdöbbentő ötletnek bizonyul, miért merült feledésbe a későbbiekben, miért nem tudunk semmit a továbbfejlesztéséről, és tökéletesítéséről a későbbi időszakokban.

Következésképpen a koncentrált irányított energia fegyvercélú felhasználásának fejlődéstörténetében éppolyan törés mutatkozik, mint a lőpor hadászati célú alkalmazásának több évszázados történelmében. Ez utóbbi esetben azonban a „szakadékot” nincs mivel betönni, mivel csak ókori leírásokra lehet alapozni.

## A lézer fejlődésének újkori történelme

Az 1960-as évektől kezdődően a lézer több tudományág eredményeit felhasználva, gyökeres és jelentős fejlődésen ment át. De elevenítsük fel, hogy milyen sugárnyalábot is állít elő a lézer. Sejthető, hogy valamivel bonyolultabb jelenségről van szó, mint a tükörrel összegyűjtött napsugarak. A lézer azonos fázisban rezgő (koherens) öngerjesztett elektromágneses hullám kibocsátására alkalmas eszköz. Jellemző rá, hogy a az általa előállított sugár szórása nagyon kicsi, lencsével jól fókuszálható és a napsugarakat összegyűjtő tükörrel hasonlóképpen koncentrált energiát lehet előállítani belőle.

Az atomok szintjén lejátszódó jelenség megértéséhez bőven áll rendelkezésre szakirodalom.[5]

A lehetőségek felismerése nyomán csakhamar megszületett a hadászati célú lézerfegyver ötlete, lehetősége, amelyet kísérletek igazoltak. Az ezt követő további húsz évben történt fejlesztés valós alapokra helyezte a későbbi Ronald Reagan nevéhez kapcsolódó, 1983. március 23.-án kidolgozott „csillagháborús terveket”. De ne ugorjunk ekkorát időben, vizsgáljuk meg folyamatában a lézereszközök fejlődését.

Ezt megelőzően azonban ismerkedjünk meg egy neves amerikai vállalattal, amelynek a fő profilját éppen a lézer berendezések kutatása, fejlesztése alkotja.

A **Northrop Grumman** amerikai vállalat több mint 30 éve a teljes műveleti lézer palettát átfogó kutatást és fejlesztést végez a nagy energiájú kémiai lézerektől egészen a szilárdtest lézerekig bezáróan. Fejlesztéseivel kiterjesztette a lézerek alkalmazását a haditechnikától a kereskedelmi célú felhasználásokig.[6]

A Northrop Grumman az alábbi támadó lézerrendszereket és alrendszereket fejleszt:

- lézer alrendszereket, amely a nagy teljesítményű sugarat állítja elő
- sugár ellenőrző és vezérlő alrendszereket, amely optikai úton érzékeli és követi a célt, valamint a sugár irányzó és mutató szenzort
- irányító és ellenőrző alrendszert, amely tartalmazza az észleléshez szükséges radarrendszert
- a lézerfegyvert a művelet körülményeihez igazító alrendszert.

A cég világszerte állította elő az első nagy energiájú megawatt teljesítményű kémiai lézert a MIRACL és ALPHA-t.

Fejleszt továbbá sokféle kémiai lézert, mint például (deutérium- fluorid, oxigén - fluorid, oxigén – jód) gázlézereket és szilárdtest lézereket. Időrendi sorrendben vizsgálva a lézerek fejlődését az 1.táblázat alapján nyomon követhető az utóbbi 37 év kiemelkedő jelentőségű eredményei. A teljes

<sup>3</sup> <http://www.kfki.hu/chemonet/hun/teazo/gyujt/csoda.html>

termékpalettában folyó párhuzamosan kutatásokat és fejlesztéseket csak többdimenziós táblázatokkal lehetne bemutatni. Ennek hiányában az előbbi, kronológiai sorrendbe szedett eredményeket további adatokkal lehetne kiegészíteni, de én azt hiszem, hogy a cikk további részében bemutatásra kerülő képek önmagukért beszélnek.

1977-ben a Philips Lab. Műveknél sikerült kifejleszteni a mai gázlézer elődjét. Ebben az évben kifejlesztett lézer egy vegyi lézer, az emberi szem által nem érzékelhető infravörös hullámhossz tartományban működött [7]. Az utóbbi időszak óriási előrelépést jelentett a lézer eszközök kutatásában és fejlesztésében. Eddig soha nem remélt fejlődést sikerült elérni, nevezetesen a lézerek teljesítménye az utóbbi 5 évben 400 szorosára nőtt. Ilyen ütemű fejlődést talán még az élen járó mikroelektronika sem tudhat magának. A hajdani néhány KW teljesítményű MIRACL mára a több tíz MW teljesítményű társai mellett valósággal eltörpül.

A lézerek fejlődésének története

1. táblázat

1970	A nagy teljesítményű lézerprogram indítása
1973	Az első alapkiépítésű demonstrációs nagyteljesítményű(>100kW) kémiai lézer megépítése
1978	Az első sikeres rakétamegsemmisítés lézerrel a Navy ARPA projekt keretében
1980	Az első megawatt teljesítményű kémiai lézer megszületése (MIRACL)
1991	Az első megawatt osztályú űrhadászati célú lézerfegyver (Alpha)
1992	Rekordnak számító leadott teljesítmény elérése a szilárdtest infra lézerrel.
1995	Világszenzációnak számító nagy hatékonyságú oxigén- jód kémiai lézer kísérletek (COIL)
1996	Első rövidhatótávolságú Nautilus rakétalöveg megsemmisítése a levegőben
1999	Rekord nagyságú kimeneti teljesítmény elérése a középinfra lézer tartományban (DARPA/Tri-Service Mid IR II Laser)
2000	A THEL tesztelése, az első középhatótávolságú rakéta sorozat röptében való megsemmisítése
2001	Az első repülőgép fedélzetére (ABL) telepíthető COIL kompakt lézer megépítése
2002	THEL által tüzéségi lövedék megsemmisítése a levegőben
2003	Kilowatt teljesítményosztályú fedélzeti (ABL) szilárdtest Beacon megvilágító szilárdtest lézer átadása
2003	A Northrop Grumman lett megbízva a Stratégiai célú Megvilágító Lézerek (SILL) fejlesztésével a Rakéta Védelmi Hivatal (MDA) által, döntően fontos alkatrészek előállításával ABL és a jövő űrhadászati programja által.
2004	A mindenkor leggyorsabb, legnagyobb hatótávolságú és legnagyobb magasságot elért éles robbanótöltetet hordozó rakéta megsemmisítése THEL tesztpad nagy energiájú lézerrel.
2004	THEL tesztpad nagy energiájú lézerrel megsemmisít egyenként és egyszerre kilőtt aknasorozatot igazolva azt, hogy a irányított energia alkalmazható a csatateren
2004	A Rakétavédelmi Hivatal (MDA) megbízta a Northrop Gruman vállalatot (COIL) kémiai oxigén-jód első megawatt teljesítményű fedélzet lézer (ABL) építésével
2005	Az első támadás bemutatása folyamatos üzemi (> 350mp) és több mint 27kW teljesítményű szilárdtest lézerrel, ami eddig legnagyobb fényerejű lézereknek számít.
2006	A Stratégiai Megvilágító Lézer (SILL) fejlesztés ötvözi az eddigi tesztek eredményeit és bebizonyítja, hogy ez a valaha kifejlesztett legnagyobb teljesítményű szilárdtest lézer.
2006	A VESTA bemutatkozása- a kompakt, nagy teljesítményű, hosszú folyamatos üzemi szilárdtest lézer, kiváló sugár teljesítménnyel, a legkülönbözőbb katonai alkalmazásra (telepített védelemtől a precíziós csapásmérésig)
2007	A Kaliforniai Redondo Beach-ben a Northrop Grumman's Space Park létrehozása, ahol a szilárdtest lézerek ipari méretű termelése kezdődhet meg.

Egy kicsit előrelépve az időben, 1985. szeptember 6.-án a MIRACL közép-infra kémiai lézer megsemmisített egy kísérleti Titan rakétát. Ettől az évtől tekintjük a nagyteljesítményű lézereket a fegyverkísérletek aktív és ígéretes résztvevőinek. A kor kiemelkedő vívmányának tekinthető a több tíz MW teljesítményű vegyi Oxigén –Jód lézer (COIL)<sup>4</sup>, amely az 1977-ben kifejlesztett lézerhez

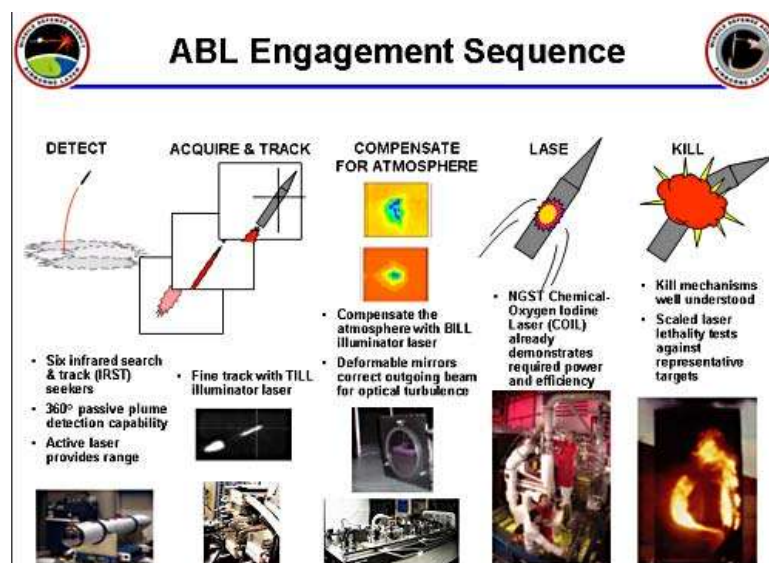
<sup>4</sup> Chemical Oxigene Iodine Laser

hasonlóan a szem által nem érzékelhető infra tartományban sugároz. Különlegesnek tekinthető annak a tulajdonságának köszönhetően, hogy a hatótávolsága gyakorlatilag több száz km.

## A lézer hatékonyságát befolyásoló tényezők

A lézer minden korábban vázolt rendkívüli tulajdonságai mellett, mint amilyen a koherencia, fókuszálhatóság és rendkívül nagy elméleti hatótáv, földi körülmények közt nem teljesíti mindegyiket maradéktalanul. Beszélhetünk itt bizonyos mértékű szóródásról, energiaveszteségről, azonban a legnagyobb problémát mégiscsak a levegőt alkotó gázalmaz okozta törésmutató és annak változása idézi elő. A határfokát kedvezőtlenül befolyásolják a légkör és a légköri termikus jelenségek. Mint minden közeg optikai tulajdonságaival torzítást idéz elő, ami nagymértékben megnehezíti az infra követő rendszer működését és a fókuszának leromlását, határfokának a csökkenését idézi elő.

1995-ben a jelenség felismerését követően Russell Butts az Philips Lab. Légierő analitikusa elméleti vizsgálatokat végzett a légköri terjedés és jelenségekkel kapcsolatban, amely az ABLEX (Airborn Laser Experiment)<sup>5</sup> elnevezést kapta.[8] A kutatás során vizsgálta a lézer fény terjedését két repülőgép között, és célja az adaptív optikák fejlesztése és használatuk során felmerülő problémák kiküszöbölése volt. A Reagen féle csillagháborús elképzeléseknek éppen azért van realitása, mert az űrbe telepített berendezéseknél ez a határfokromlás amely a Lamb hatással jellemezhető kevésbé van jelen. A légkör által okozott zavarokat automatizált kompenzációs technikával tudják csökkenteni. A 4.ábrán a rakéta megsemmisítésének fázisai követhetőek nyomon a kompenzáció alkalmazásával.



4. ábra

A csillagháborús elképzelések szerint a légkört elhagyva jóval kedvezőbb körülményeket teremtődnek a lézer fegyverek alkalmazásának. A lézerfegyver a többi irányított energiájú fegyverrel ellentétben többnyire repülőgép fedélzeti eszközként vált ismerté az utóbbi időben, ami nyilvánvalóan egyrészt összefügg a hullám terjedési tulajdonságaival. A nagyobb magasságban a csökkenő légnyomás és a légkört képező gázoknak a sűrűsége csökken. A lézer sugár a fényhez hasonlóan egyenes vonalban terjed, tárgyakon való áthatoló képessége függ a test fizikai tulajdonságaitól, általában nem számottevő, mivel az energiája jórészt elnyelődik, hővé alakul. A hatása következésképpen a továbbított teljesítmény alapján becsülhető meg.

A lézer eszközök fejlesztése több évtizedes múltra tekint vissza. Mint fegyver, viszont csak az utóbbi két évtizedben került be a köztudatba. A lézerfény előállításának technológiája mindig az adott időszakra volt jellemző. A kezdeti időszak szilárdtest (pl. rubin) kristály lézereit csakhamar felváltották a gázlézerek. Ezt követte a félvezető lézer, ami szintén szilárdtest lézerek tekinthető.

<sup>5</sup> Fedélzeti Lézer Kísérlet



A kutatások ezt követően ismételten irányt váltottak, mert az ígéretes eredmények a figyelmet ismételten a gázlézerekre irányították. Ma viszont, amint a fejlődéstörténeti ismertetés alapján kitűnik, a gázlézerek vált vetve küzdenek a pozíciójuk megtartásáért. Tulajdonképpen, mindamelllett, hogy a félvezető lézerek is rohamosan fejlődnek szemléletes eredményeket egyenlőre mégiscsak a gázlézerekkel sikerült elérni. Mindkettőnek megvan a maga előnye és kialakulófélben van az egyik és a másik felhasználásának is a helye, szerepe.

A gázlézerek előnye abban rejlik, hogy lényegesen olcsóbbak a gázkeveréket alkalmazó lézerek és mindemelllett jelentős teljesítménynövelést is ezekkel lehetett megvalósítani. Persze ez igen jól hangzik, akkor is hangzatos terveknek bizonyultak, de számtalan akadályt és nehézséget még le kell küzdeni addig. Méretei azonban döntően meghatározzák a jelenlegi alkalmazásának a korlátjait, mint ahogy a feljuttatásának költségei is meghatározóak az űrtechnikai alkalmazásukban.

A méretei ellenére, nem földi telepítésű eszközként, hanem légi járműn és műholdakon telepített formában kerül alkalmazásra a jövőben. Ennek oka a berendezés műszaki paramétereiben, a lézerefény terjedésének tulajdonságában és hatékonyságának a növelésében keresendő.

A másik említésre érdemes, repülőgépekre telepíthető hadászati célú eszköz az **impulzusfegyver** és a **mikrohullámú** fegyver. A címben szereplő utalással, az amerikai hadsereg, egyébként is gazdag és korszerű fegyvertárának további és nyilvánvaló bővülését vetítem előre. Ugyanakkor nem egy egyeduralmi erőfölényt és helyzetet kívánok kiemelni, hanem bizonyos esetekben éppen a többnemzeti, transz-atlanti alapokon formálódó, szoros nemzetközi szövetségen belüli, együttműködésen alapuló kutatási eredményeket.

Ettől függetlenül a fegyverkorszerűsítésben és kutatásban továbbra is jelen van az elszigeteltség, főként azok az országok esetében, amelyek mint „értékes múltbéli hagyományokat” az ellenségképet tovább cipelik magukkal. Az irányított energiájú fegyverek kutatási eredményei lenyűgözők.

A részletek minden bizonnyal megragadják a szakemberek, de még a kevésbé hozzáértők fantáziáját is. A fegyverkísérleti és kutatási eredmények felhasználása és hadrendbe állítása terén az amerikai és általa az izraeli hadsereg vitathatatlan előnyöket élvez, aminek gazdasági oka éppoly nyilvánvaló, mint egyéb politikai szempontok, amelyek ezt vezérlik.

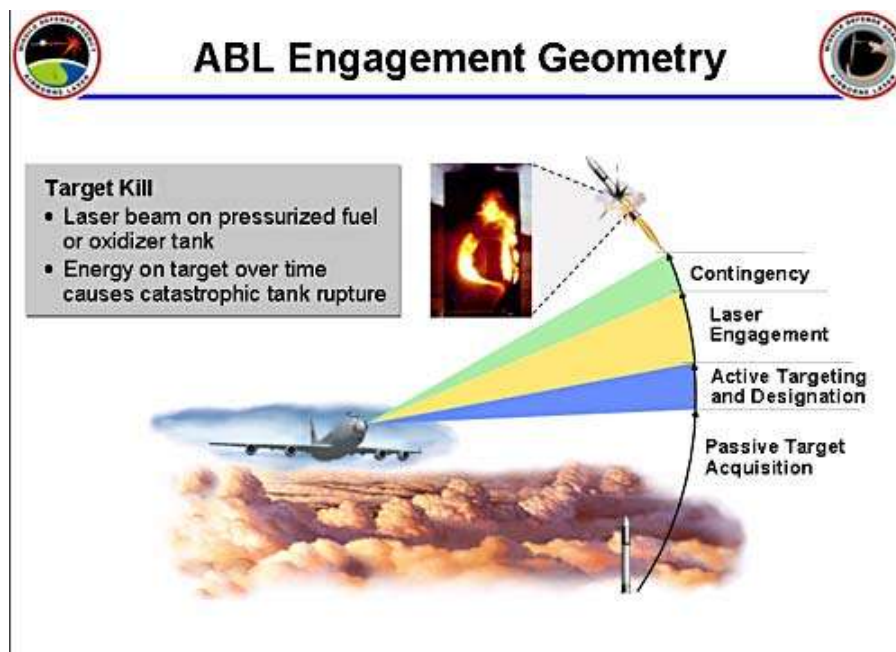
Világosan látszik az is, hogy a korszerű hadviselés, fegyverzettechnológiai szempontból, gyökeres átalakulás előtt áll. Ezt az átalakulást maga a fegyverzetkorszerűsítés gerjeszti azáltal, hogy a kutatás és technológiai fejlesztés a 21. századhoz méltó és korábban remélt színvonalú eredményeket állít elő. Az eredmények értékelését, minősítését csak megfelelő és a témában kellőképpen alapos, széleskörű ismeretek birtokában érdemes megkockáztatni, hiszen ha felszínesen vizsgáljuk ismételten a tudományos-fantasztikum világába, csöppenünk vissza. A reális és objektív vizsgálathoz szeretnék hozzájárulni azáltal, hogy a sajtótól megszokott kissé felületes és eredmény centrikus, valóban szenzációs és fantáziát, megmozgató adathalmazt kiegészítem azokkal a technikai részletekkel, amelyek ott minden esetben hiányolok, és amelyek ugyan csökkentik a hír szenzációtartalmát, de ugyanakkor valós értékéből remélem, nem vesz el semmit. Ha vesszük a fáradtságot, és egy kicsit visszatekintünk a közelmúltba fény, derül arra, hogy miért haladnak a megszokott ütemben, de még mindig a vártnál lassabban az irányított energiájú fegyverek fejlesztése. A lassú szó talán nem a legmegfelelőbb, de alkalmas arra, hogy megpróbáljam hangsúlyozni, hogy nem egyik napról a másikra megszülető eredményekről, végkifejletről van itt szó. A fejlesztések üteme talán most vagy ezután lépik be a fejlődés exponenciális szakaszába. A közlemények ennél gyorsabb ütemű fejlődést sugallnak, ami egy kissé hamis képet festhet, de ne feledjük, hogy az irányított energiájú fegyverek és tervek reális igénye a 80-as évek utáni időszakban született meg. Ha a technikai részletekre is kíváncsiak vagyunk, akkor a múlt század elején vagy közepén megszülető felfedezések és nagy eredmények időszakát sem hagyhatjuk figyelmen kívül. A fizikai alapokhoz részleteiben nem kívánok visszatérni, sokkal inkább érdemesnek tartom kiemelni azokat az összefüggéseket és technikai részleteket, amelyek birtokában talán egy kicsit más szemmel fogjuk vizsgálni az eredményeket.

## **Repülőgép fedélzeti lézer fegyverek**

2002-re a kutatás és fejlesztés eljutott abba a szakaszába, amikor az első lézer fegyvert prototípusként tesztelhetők. A továbbiakban repülőgép fedélzeten elhelyezett lézerefegyverrel szeretnék foglalkozni.

A repülőgép, amelyen elhelyezésre került a berendezés szerződéses pályázat alapján került kiválasztására. A győztes a Boeing cég lett, amelynek a 747-400F típusú repülőgépébe építették be a nagy teljesítményű lézert. Az eredeti koncepció alapján a repülőgép járőrözés közben teljesít szolgálatot. A lézer teljesítményére jellemző, hogy akár néhány száz km távolságra levő rakétát is képes megsemmisíteni. A gép 6 db passzív infra érzékelőjével alkalmas arra, hogy az ellenséges rakétát érzékelje, és adatokat szolgáltatson a kilövés kezdeti szakaszában. A begyűjtött adatokat a fedélzeti számítógép elemzi és képes arra, hogy meghatározza a rakéta távolságát, sebességét. Ennyi elegendő is a fénysebességgel haladó lézernyalábnak, hogy kövesse a rakétát. Ennek szakaszai a 5. ábrán láthatók.

A lézer több fokozatból áll, sorba kapcsolt kisebb egységekből épül fel, ami lehetővé teszi a lézer nyaláb teljesítményének kívánt mértékű növelését. A repülőgép fedélzetén mindössze négy fő kezelőszemélyzetet igényel.



5. ábra

A lézerfegyver elsődlegesen a különféle cirkáló és ballisztikus rakéták megsemmisítésére lett kitalálva és kifejlesztve, azonban a nagyarányú fejlesztése lehetővé teszi, hogy a bámulatos képességeit a felszínre hozza. A megsemmisítés az előbbi fejezetekben leírt módon történik, kihasználva azt a tény, mint már volt szó róla, hogy a rakéták felépítésüknél fogva debezhetőek.

A lézerfegyverek hasonlóképpen alkalmasak irányított robbanótöltettel ellátott tüzérségi lövedékek megsemmisítésére éppúgy mint bombák a levegőben történő felrobbantására, de a levegő-levegő rakéták megtévesztésére, eltérítésére, vagy éppen megsemmisítésére. Sokoldalú alkalmazása további távlatokat nyit, aminek talán csak a képzelet szab határt.

Ezek után vegyük szemügyre a továbbiakban bemutatásra kerülő képgalériát, amivel szemléltetni szeretném lézerfegyvert hordozó repülőgép orr részében elhelyezett, nagyenergiájú lézernyaláb kibocsátására alkalmas hatalmas gömb, vagy félgömb alakzatú lencsét. Ez a lencse, amelynek méretei a 6. ábrán megbecsülhetők a mellette álló emberalak méretéhez viszonyítva, két tengely mentén forgatható, vagyis képes befogni a repülőgép előtti teljes fél gömb térrészt. Az egyik forgástengely a repülőgép törzsének a szimmetriatengelye, vagy forgástengelye, a másik pedig arra merőleges.



6.ábra

Nem csak ötletes megoldás, mint valami küklopsz, a görög mitológia rémületet keltő egyszemű óriása fordítja a tekintetét, optikai ágyúját a cél irányába. Az orr rész kiképzése a beépített óriás „szemgolyóval”, lencsével a 7.ábrán látható.



7.ábra

## Befejezés

A repülőgép fedélzeti lézerek alkalmazásával remélhetőleg megteremtődik az, az egyensúly, amit a rakétafegyverek dominanciája jelentett több évtizeden keresztül a kibővült légi hadviselésben.

A hadszíntéri rakéták komoly fenyegetése azáltal, hogy nem csak a hagyományos robbanótöltetek, hanem a biológiai és vegyi tömegpusztító fegyverek szállítására és célba juttatására is alkalmasak,

régóta ösztönzőleg hat a légi védelmi és támadó eszközök fejlesztésében, amit most már a lézerefegyver, méltó ellenfél jelenthet.

A lézerek tovább fejlesztése további lehetőségeket tartogat, és ezúttal határozottan kijelenthetjük, hogy az első lépés megtörtént a hadviselési eszközök perspektivikus fejlesztése és reformja terén.

## Szakirodalom

1. David Baker: The Rocket, The History and Development of Rocket & Missile Technology, New Cavendish Book, London 1978
2. Öveges József: A fegyverek fizikája, Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest 1972, 105-144pp
3. Kalmár István: Hadszintéri ballisztikus rakéták és az ellenük vívott harc lehetőségei a NATO-ban <http://www.zmne.hu/tanszekek/kvt/digitgy/20022/hadtud/kalmar.html>
4. Ruttai László–Krajnc Zoltán–Kalmár István: A ballisztikus rakéták elleni védelem, Új Honvédségi Szemle 2003/7. sz. p. 23–41 [www.honvedelem.hu/hirek/kiadvanyok/uj\\_honvedsesegi\\_szemle/magyarorszag](http://www.honvedelem.hu/hirek/kiadvanyok/uj_honvedsesegi_szemle/magyarorszag)
5. George Gamov- John M. Cleveland: Fizika, Gondolat, Budapest 1973
6. <http://www.st.northropgrumman.com>
7. Maj. Gerald W. Wirsig: The Airborne Laser and the Future of Theater Missile Defense, March 1997 <http://www.fas.org/spp/starwars/program/docs/97-0581.pdf>
8. Airborn Experiment (ABLEX) <http://www.fas.org/spp/starwars/program/abl.htm>