

AUTOMATIKUS IRÁNYÍTÁSÚ CÉLREPÜLŐGÉPEK PÁLYATERVEZÉSE

RESÜMÉ

A cikkből a “LENDÜLŐ KARD-2005” hadgyakorlat sorozat kapcsán a Meteor-3R automatikus irányítású célrepülőgép repülési pálya kialakításában szerzett tapasztalatokat ismerheti meg az olvasó. Ez a célanyag alapvetően a MISTRAL légvédelmi rakéta komplexum igényeit hivatott kielégíteni, de megfelelő egyéb kis-hatótávolságú, esetleg módosítással, nagyobb hatótávolságú légvédelmi rakéták célimitációs feladatának ellátására. A célanyag a gyakorlatokon jól bizonyított, de a pályatervezés során a jövőben bizonyos szempontokat figyelembe kell venni. A cikkben először a célanyag többéves alkalmazása során, a tapasztalatok gyarapodásával és a technológia változásával módosuló pályákat, azok tervezési szempontjait ismerhetjük meg, majd a jövőbeli alkalmazások során betartandó, felhasználóktól kapott és az alkalmazás során szerzett információkon alapuló irányelvek kerülnek ismertetésre.

BEVEZETÉS

Az Aero-Target Bt. és jogelődje az Aero-Meat Kft. 1999 óta fejleszti, üzemelteti és gyártja a Meteor-3 célgépet. A 2005-ös évben, a célgépek gyártása, üzemeltetése terén többéves tapasztalattal és referenciával rendelkező cég nyerte meg a Magyar Honvédség célgépeinek korszerűsítésére kiírt pályázatot. Így a 2005-ös év bővelkedett eseményekben az Aero-Target Bt. és a sokszorosan NATO számára felajánlott MISTRAL légvédelmi rakéta komplexumot üzemeltető győri 12. légvédelmi rakétadandár életében. A “LENDÜLŐ KARD-2005” válságkezelési légvédelmi művelet keretében, az eseménysorozat tetőpontjaként, 2005. június 16. és 22. közt került végrehajtásra a BALTI-2-2005 légvédelmirakéta-éleslövészettel egybekötött harcászati gyakorlat Ustka városában, Lengyelországban. A felkészülés már 2004 végétől elkezdődött, a hagyományos Meteor-3 célanyaggal végzett tesztekkel, kísérletekkel. A feladat bizonyos szempontból újdonságot és a feladatok újragondolását jelentette a nagyoroszi hagyományokat átvett győri szakembereknek és az Aero-Target Bt.-nek. A nagy jelentőségű és politikailag is érzékeny MISTRAL éleslövészet sikere érdekében, a győri rakétások professzionálisan szervezték a célgép teszteket, és aktívan közreműködtek azok végrehajtásában, valamint értékelésében. A tapasztalatok alapján teljesen új alapokra helyezték a célgép pályakialakításainak elveit, valamint kialakították az új, modernizált célgép technikai specifikációját és követelményrendszerét. A Meteor-3R robotrepülőgép kísérleti példányával 2004. december 28-án végzett sikeres tesztrepülés, lehetővé tette az Aero-Target Bt. számára az alacsony költségű, új kihívásoknak megfelelő teljesen magyar gyártású célanyag szolgáltatást. Az automatairányítású célgép rugalmasan megválasztott szakaszokból álló és meghosszabbított pályakialakítást tett lehetővé, így biztosítva a leghitelesebb és legkedvezőbb célimitációt. A “LENDÜLŐ KARD-2005” hadgyakorlat III. szakaszában Kecskemét repülőbázison a hagyományos és a modernizált Meteor-3 célgéppel történtek gyakorló repülések a légvédelmi rakétások felkészítésére. A gyakorlaton a pilóta nélküli repülőgépeken kívül valós repülőgépek is játszották a célpontok szerepét (MI-24 helikopter, MIG-29 vadászgép).

A BALTI-2-2005 hadgyakorlat volt az első légvédelmi rakéta éleslövészet, amit NATO (ACE DIRECTIVE 80-2) alapelvek szerint szerveztek és értékelték, a magyar TACEVAL ellenőrök közreműködésével.

A gyakorlatok során a légvédelmi eszközöket (KUB, MISTRAL, Igla) kluster szerűen telepítették, azok közösen oltalmaztak egy képzelte objektumot. A kecskeméti repülőbázison és az ustkai gyakorlaton összesen 60 sikeresen repült órát teljesítettek a célgépek. Az ustkai éleslövészetben sajnos 1 darab robotrepülő műszaki okok miatt meghibásodott, és azután a tengerbe zuhant. A repülőgépek közül hat darabot a MISTRAL légvédelmi rakéta direkt találattal, 1 darabot pedig az Igla típusú rakéták semmisítették meg [1]. Az Aero-Target Bt. látta el a Meteor-1-es típusú, az Igla légvédelmi rakéták célanyagának kiszolgálását, vezetését, azonban ez a repülőgép nem a Bt. gyártmánya. A hadgyakorlaton történt a MISTRAL rakétával valaha végrehajtott (és objektív kontroll eszközzel igazolt) legtávolabbi megsemmisítés [2]. Összességében a hadgyakorlatot eredményesnek értékelték, és ez volt az első olyan alkalom, amikor azt semmilyen politikai „ügy” sem követte.

A fenti sikereknek a következő összetevői voltak: a 12. győri rakétadandár szakmai hozzáértése, felkészültsége, a hadgyakorlat körülmények előkészítése, szervezése; az új, rugalmas pályakialakítást lehetővé tevő robotrepülőgép, valamint az új alapokra helyezett és a repülőgép képességeit kihasználó pályatervezés. Egy korábbi cikkben a repülőgép specifikációja már bemutatásra került, most a pályatervezéssel ismerkedhet meg az olvasó.

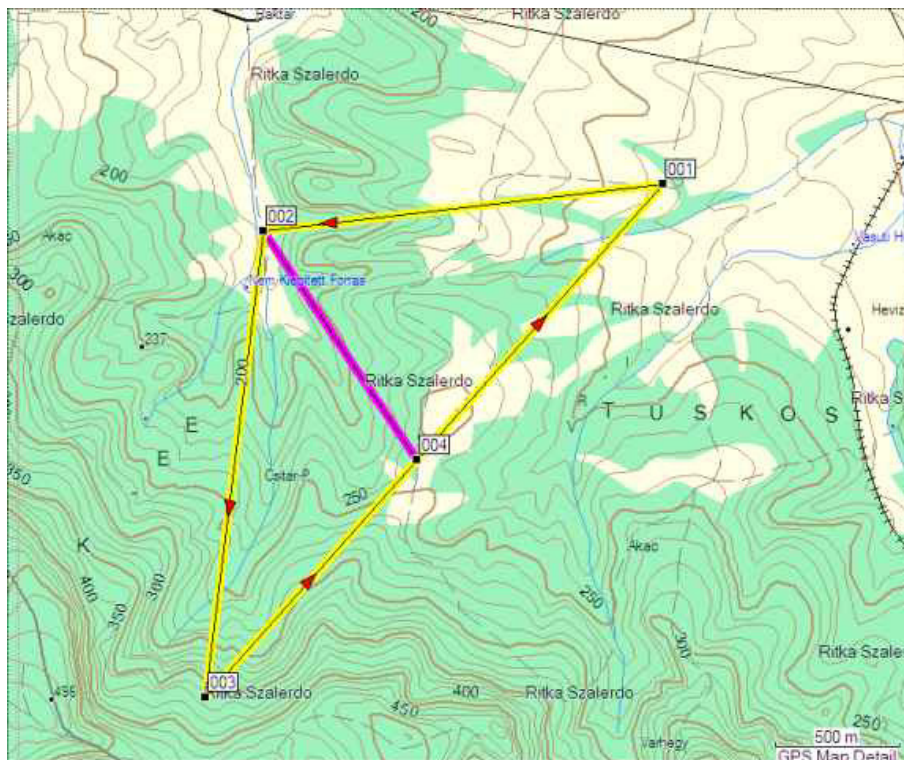
A DRÉGELYPALÁNKI GYAKORLATOK PÁLYA KIALAKÍTÁSA

Magyarországon a drégelypalánki (Nagyoroszi) lőtér szolgált a légvédelmi rakéta gyakorlatok helyszínül. Az 1999. június 3-án tartott nyilvános rendszerbe állító éleslövészetben a rakéták célanyagául a hagyományos Strela, Igla céljaira kifejlesztett Meteor-1 célrepülő, valamint az újabb fejlesztésű Meteor-2 szolgált. Az első rakétát a Meteor-1-re lötték ki, amely célt tévesztve megsemmisült. Az utólagos értékelés szerint, a Meteor-1 pályája túl közel volt a ATLASZ telepítési helyéhez, közelebb a rakéta legkisebb célmegfogási távolságánál (400m). A Meteor-1 alkalmatlan nagytávolságból való távirányításra, kicsi méretei miatt, csak 1 perces égési idejű piropatron szállítására alkalmas, valamint képtelen radarfelület növelő eszközöket szállítani. A második rakétát egy dombon elhelyezett infraforrásra lötték ki, amit a rakéta szintén eltévesztett, felette elrepülve ezt az imitált célt sem semmisítette meg, az tovább égett. A harmadik rakétát, radarfelületét növelő szögviszazaverővel ellátott Meteor-2 célgépre irányították, a célzás radarral segítve történt. A harmadik esetben a jobb paraméterekkel rendelkező Meteor-2-t a rakéta gond nélkül megsemmisítette. Látható, hogy a probléma számos összetevőből áll, de a célanyagának igen nagy szerepe van a sikerben. A 1999-es sikeresnek nem mondható éleslövészetkor fogalmazódott meg az igény, egy új fejlesztésű célanyagra. Ekkor született meg a Meteor-3 nevű, ugyancsak távirányítású célrepülőgép.

A 2002. október 9-én tartott nyilvános éleslövészetben már a Meteor-3 célgépet alkalmazták többkevesebb sikerrel. Az első kilőtt rakéta az önmegsemmisítő vagy közelségi gyújtó rendszer hibája miatt („madárhaj”[3]) megsemmisült, a célrepülőgéphez vezető út felénél felrobbant, a Meteor-3 pedig sértetlenül továbbrepült. A második rakétát a tápegység hibája miatt nem tudták kilőni, sajnos nehézkes a folyékony argont tartalmazó kriogén egység felhelyezése és cseréje az indító állványra. A harmadik és negyedik lövés telitalálattal semmisítette meg a célanyagot. A fenti eredmények mutatják, hogy a Meteor-3 megfelel célanyagának, de a problémák jelentős részében nem volt a célanyagának szerepe. Ezt bizonyítja, az is, hogy 2002-es év végéig, a Magyarországon tartott utolsó éleslövészettel bezárólag, 16 MISTRAL-t indítottak, ebből három darab nem semmisített meg célt. Ez a 81 százalékos arány megfelel a többi MISTRAL-t rendszeresítő ország éleslövészetein elért eredmények átlagának [4].

A MISTRAL légvédelmi rakéta célmegfogásához egy bizonyos minimális távolságot igényel, ezért a gyakorlat élethűsége, és eredményessége érdekében célszerű minél nagyobb távolságból megközelíteni a felállítási helyet. A magyarországi gyakorlatokon a célrepülőgép a 1. ábrán látható 001, 002, 004, 001 pontokhoz tartozó útvonalat repülte. A 001-004 pontok távolsága 1,5km. Csupán a vizuális vezetéssel, sem a magasság, sem a pálya nem tartható pontosan. A 1 perces égési idejű piropatronok (40-50s) a szakasz teljes hosszán égtek (egyszerre kettő, a jobb irányíthatóság és a nagyobb teljesítmény miatt) a 004 és 001 pályapontok közt (1200-1400m-es égési távolság). A rakéták

telepítési helye a 001-es pont közelében, a 002-es ponttal ellentétes oldalán a 001 és 004 pontokat összekötő szakasznak. Így az indító állvány felé a célgép balról-jobbra, megközelítőleg szemből közeledett, biztosítva a legnagyobb sugárirányú sebességet.



1. ábra. Távirányítású célgép pályakialakítása (Nagyoroszi)

A szemből közeledő pályát azért alkalmazták, hogy a radar nagyobb változást érzékeljen, és a célgép határolt sebessége nem tette lehetővé a nagyobb sebességű repülést. Sajnos a radarral, történő célkövetéssel is gondok voltak, ami nem a célgép hibája, de ez csak a későbbiekben igazolódott be.

Ezidőben készült el a repülést, GPS alapú telemetria adatokkal segítő elektronika, amelynek segítségével precízen követhető a kívánt útvonal, valamint a rakéták telepítési helyéhez közelítő útvonal szakaszt meg lehet nyújtani. Sajnos ennek alkalmazására nem került sor.

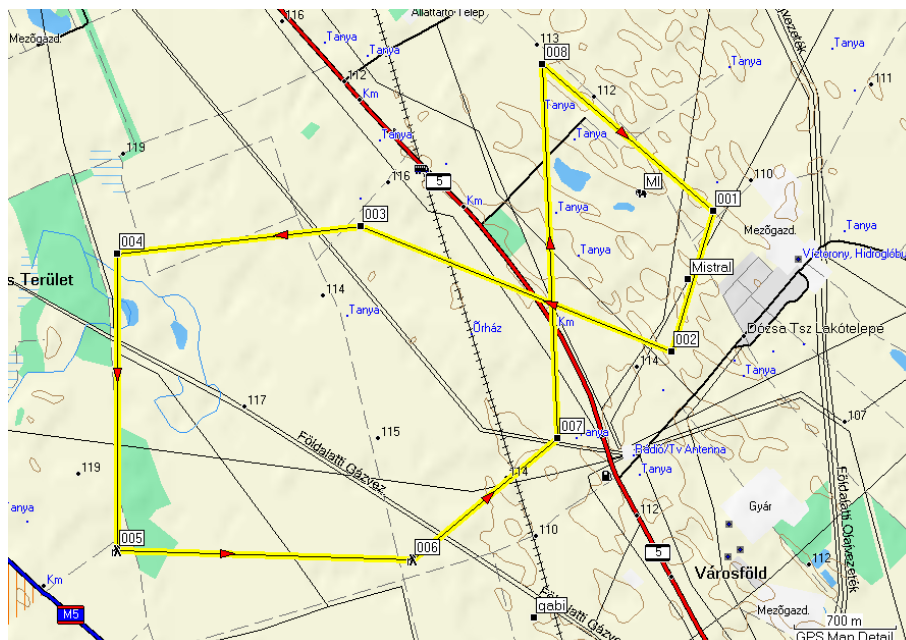
A pálya ilyen kötött elhelyezkedése, hossza és alakja betudható a távirányítású repülőgép sajátosságainak, másrészt a gyakorlatok, felkészülések kevés számának. Jobb célkövetés, hosszabb célzási idő, jobb radar észlelhetőség mind az elvárások közt szerepelt. A gyakorlatokat ily módon lehetett volna élethűbbé és megbízhatóbbá tenni. Az ehhez szükséges maximális pályahossz és a legtávolabbi fordulópont távolságának meghosszabbítása csakis automatikus irányítású célgéppel valósítható meg, amelynek fejlesztését az Aero-Target Bt. végezte.

KECSKEMÉTI ÉS USTKAI GYAKORLATOK PÁLYAKIALAKÍTÁSA

A "LENDÜLŐ KARD-2005" hadgyakorlat III. szakaszában Kecskemét repülőbázison, a hagyományos és a modernizált Meteor-3 célgépes gyakorlással, kezdődött a felkészülés az ustkai éleslövészetre. A gyakorlaton a pilóta nélküli repülőgépeken kívül valódi repülőgépek játszották az imitált célpont szerepét (MI-24 helikopter, MIG-29 vadászgép).

Az új, modernizált Meteor-3r robotrepülőgép egy folyamatosan tökéletesített és végső formájában a 2. ábrán látható, 14,5km hosszú pályán repült. A MISTRAL indítóállványok és MCP-k telepítési helye a 001 és 002 szakasz közelében helyezkedett el, a felszállás után felettük állt pályára a robotrepülőgép. A Meteor-3r két darab piropatront hordozott, az egyiket a 006-os (4,3km), a másikat a 007-es (2,7km) pontban gyújtotta. A keresztirányú pályatávolság 1,8km volt. A pálya ilyen kialakítása lehetővé tette a

kísérletezést, egy vagy két piropatron szükséges-e a stabil célmegfogáshoz, szemből vagy oldal irányú sebességgel rendelkező pályán haladó célt tud-e a radar felismerni. Sajnos az MCP-k a célgépeket nem mindig látták és nem lehetett eldönteni, kinyomozni a hiba okát. Később történtek kísérletek a Luneberg lencsén kívül szögviszazverőkkel, alumínium festéssel bevont repülőgéppel, de megnyugtató eredmény nélkül. A célanyag sebessége 28-39 m/s, ami körülbelül fele a franciák ajánlotta BANSHEE célgépenek. A szakértők a célgép alacsony sebességével magyarázták a bizonytalan célmegfogást (egy helikopter egyhelyben lebeghet is?).



2. ábra. Autonóm célgép pályakialakítása (Városhőd)

Szerencsére a MISTRAL rakéta saját hőkereső fejével önállóan is képes a célmegfogásra és céllökésre. A kecskeméti gyakorlaton kiderült, egyetlen piropatron is elegendő a célzáshoz, és a rendszer így is kiválóan működik. Legmegfelelőbb egy olyan pályát választani, ahol oldalirányú sebesség-összetevője van a pályán haladó repülőgépnak (kitérő pálya).

Az uszkai éleslövészet felkészülési időszakában az Aero-Target Bt. szakemberei a TACEVAL tisztekkel, a gyakorlat koordinátoraival és a helyszínen megjelent MBDA mérnökeivel együtt alakították ki az alkalmas pályát a kecskeméti tapasztalatok figyelembevételével.

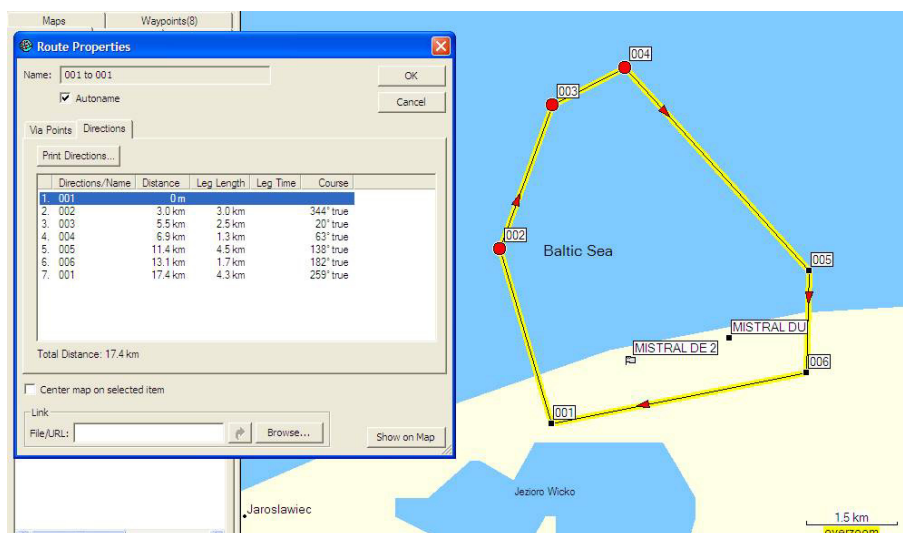
A MISTRAL rakéták telepítési helye az éleslövészet folyamán változott egy délelőtti és egy délutáni felállítási pozíció közt. Az áttelepülés a NATO direktíva ajánlása szerint történt [5]. Az összetett légi helyzet imitálása változó pályákkal, valamint azonos légtérben, de 1km magasságban repülő vadászgéppel történt (TS-11 Iskra). Az igen bonyolult, zavaró pályákat is tartalmazó pályatervekből a hadgyakorlat végére egy délelőtti és egy délutáni, mindenki számára megfelelő (a repülő fizikai tulajdonságait is figyelembe kellett venni), letisztult begyakorolt pályák maradtak. Ezek közül az éleslövészetben alkalmazott délutáni pálya tulajdonságai a következők voltak:

- típus: szemből közeledő pálya
- keresztirányú pálya távolság (CPA)¹: 1700m
- szabad tüzelési távolság: 3800m
- tiltott tüzelési távolság: 1500m
- repülési magasság: 350m
- füstgyertya gyújtási távolság: nincs
- piropatron gyújtási távolság: 5500m
- teljes pályahossz: 18km

¹ CPA, Cross Path Alignment

E pálya azért nevezetes, mert alkalmazásakor történt a MISTRAL rakétával végrehajtott, igazoltan legtávolabbi célmegsemmisítés. A piropatron gyújtása után rövid idővel kiadták a tűzparancsot és a rakéta a hatótávolsága szélén, semmisítette meg a repülőt. Ezen a problémán okulva a piropatron gyújtási távolságát kisebb értékre kell tervezni!

A pályák összes hossza 17-18 km volt, körülbelül 10-11 perces repülési idővel. A távoli felszállási helytől (manuálisan történt), a repülőgép a felszállás után a tenger feletti pályát automatikusan tette meg, majd visszatérve a repülőtérré, kézi vezetéssel szállt le (kivéve, amikor lelőtték).



3. ábra. Autonóm célgép pályakialakítása (Ustka, Balti-tenger, délelőtti pálya)

A célgép képes lett volna a gyakorlás során akár három kört is megtenni, de biztonsági okok miatt csak egy-egy kört repült. Az egy körből álló repülés mellett szól az is, hogy két perces piropatronok közül csak kettőt képes szállítani a repülőgép és az égő piropatronnak az ATLAS telepítési pontok irányába kell esnie [6, 7].

Az élethű légihelyzet modellezése több célpont, egyidejű légtérben tartózkodását és eltérő, vagy részben azonos pályán repülését követeli meg. A robotirányítású célgép képes ezt a feladatot teljesíteni, de a gyakorlat azt mutatja, hogy a felszállás és a leszállás több fős kiszolgáló személyzetet igényel (ami növeli a szolgáltatás költségét) [8].

Összességében a gyakorlat eredményesen zárult és a magyar hiba felvetések alapján több nemzet is jelezte problémáit az MCP-k hibás működésével kapcsolatban, így a hadgyakorlat nyomán nemzetközi vizsgálat indult. Az eddigi tapasztalatok alapján valószínűsíthető, hogy nem a célgépek felelősek a rossz radarkövetés miatt.

Egyetlen robotrepülő műszaki okok miatt a tengerbe zuhant, szerencsére nem okozott kárt emberi életben vagy más vagyontárgyban. A pályatervezésnél figyelembe kell venni a műszaki hiba lehetőségét, a repülőgépet minél előbb tengerfeletti pályára kell állítani, a szükséges manővereket és visszatérést a leszállóhelyre nagy részben ott végrehajtani.

A RAKÉTA GYÁRTÓJÁNAK IRÁNYELVEI

A francia MBDA a rakéta gyártója hivatalosan a BANSHEE elnevezésű autonóm pilótanélküli repülőgépet ajánlja a MISTRAL-2 rakéta rendszer célanyagául. A célanyag a következő tulajdonságokkal és célzást javító kiegészítőkkel rendelkezik.

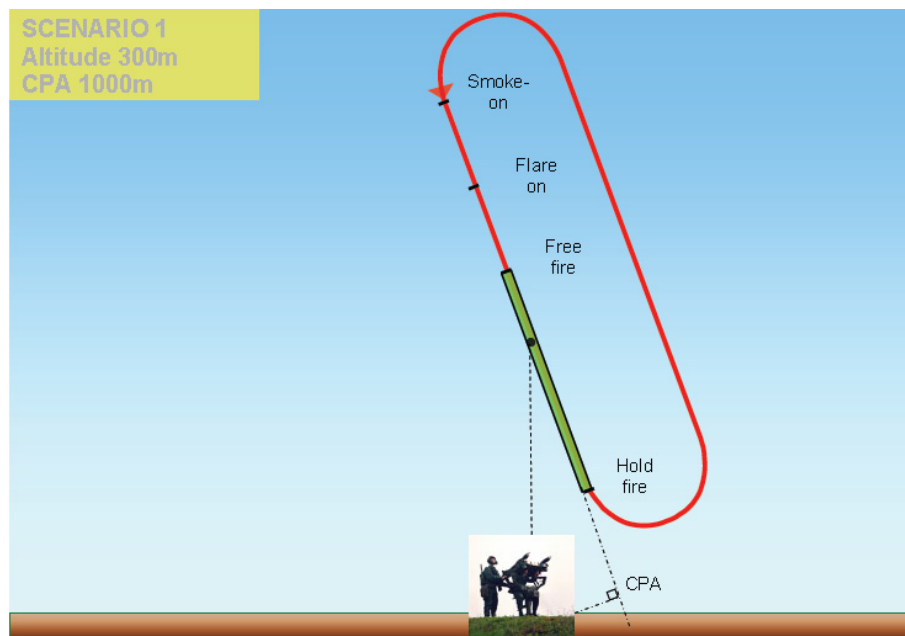
- sebesség: 50-80 m/s
- 3M lézer visszaverő fólia

- infravörös piropatron (200W álló helyzetben)
- füstpatron
- X sávós Luneberg lencse
- GPS alapú irányítási rendszer

A MISTRAL gyakorlatokon a következő három pályakialakítást javasolják a célrepülőeknek:

Első ajánlott változat:

- típus: szemből közeledő pálya
- keresztirányú pálya távolság (CPA)²: 1000m
- szabad tüzelési távolság: 3800m
- tiltott tüzelési távolság: 1500m
- repülési magasság: 300m
- füstgyertya gyújtási távolság: 5500m
- piropatron gyújtási távolság: 4500m

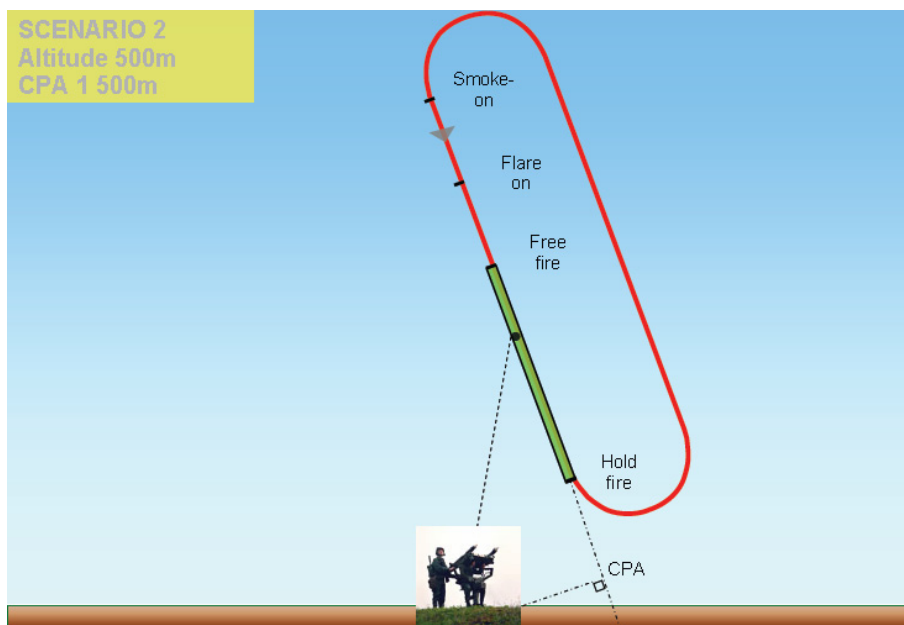


4. ábra. MBDA által javasolt automatikus irányítású célgép pályakialakítása (első változat)

Második ajánlott változat:

- típus: szemből közeledő pálya
- keresztirányú pálya távolság (CPA): 1500m
- szabad tüzelési távolság: 3500m
- tiltott tüzelési távolság: 1800m
- repülési magasság: 500m
- füstgyertya gyújtási távolság: 5000m
- piropatron gyújtási távolság: 4200m

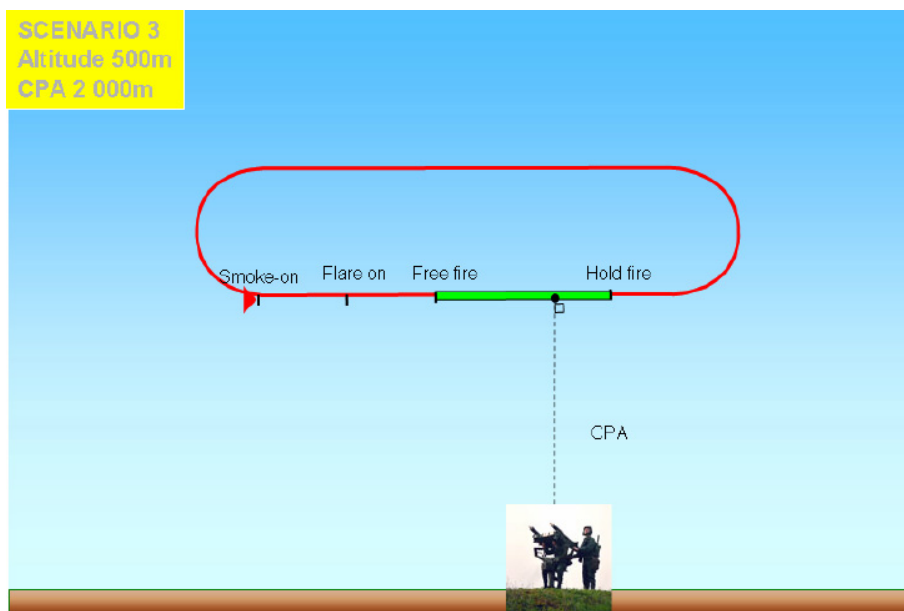
² CPA, Cross Path Alignment



5. ábra. MBDA által javasolt automatikus irányítású célgép pályakialakítása (második változat)

Harmadik ajánlott változat:

- típus: keresztirányú pálya
- keresztirányú pálya távolság (CPA): 2000m
- szabad tüzelési távolság: 2800m balról
- tiltott tüzelési távolság: 2200m jobbról
- repülési magasság: 500m
- füstgyertya gyújtási távolság: 3600m
- piropatron gyújtási távolság: 3300m



6. ábra. MBDA által javasolt automatikus irányítású célgép pályakialakítása (harmadik változat)

A jelzett távolságokat a MISTRAL ATLAS indítóállványtól kell érteni! A fent javasolt pályakialakítások közül a második felel meg legjobban az ustkai elrendezésnek, azonban a távolságokat és a pálya alakját megfelelően módosítani kell.

ÖSSZEGZÉS

A több részből álló hadgyakorlat kapcsán a szervezők, a 12. győri légvédelmi rakétadandár és az Aero-Target Bt. tapasztalatokban gazdagodott és megfogalmazhatóak a további sikerek érdekében elvégzendő feladatok, valamint kialakultak a pályatervezési szempontok.

A pályatervezés során a következő biztonságtechnikai és a rakéta specifikációjából eredő kritériumokat kell figyelembe venni:

- a pálya aktív közelítő szakasza legyen a gyártó 2-es ajánlása szerinti,
- a pálya legyen kitérő jellegű,
- a célgépeket fel kell szerelni füstgéppel a jobb láthatóság érdekében, a füstgépet a pálya megfelelő szakaszán a piropatron gyújtása előtt kell aktiválni (1km),
- a piropatron legalább 1km-rel a rakéta maximális hatótávolsága előtt kell gyújtani (önmegsemmisítő időzítő működése előtt)
- a célgépnek a lehető legrövidebb ideig szabad a szárazföld feletti pályán tartózkodni, ha műszaki hiba következik be, a lezuhanó repülőgép ne veszélyeztesse a szárazföldön tartózkodókat.

A repülőgép fizikai tulajdonságait (sebesség, manőverező képesség, stb.) a következő ajánlásokkal kell figyelembe venni:

- az egymáshoz közeli fordulópontok távolsága legyen nagyobb, mint 500m,
- a fordulópontok lehetőleg ne hegyes szögűek legyenek,
- legyen egy alkalmas fel- és leszállóhely a pálya közelében, a hatótávolságon belül.

Az elektronikával szemben a következő pályával kapcsolatos igények fogalmazódtak meg:

- gyors, felhasználóbarát fordulópont és pályaadat bevitele térképészeti szoftverből,
- több pálya egyidejű tárolása, egyszerű váltás köztük annak érdekében, hogy a rakéta kezelők számára kiszámíthatatlan és változatos pályákat biztosíthasson.

Ha egyszerre több repülőgépet kell a levegőben tartani, a megtévesztő manőverek miatt, akkor megfelelő számú kezelőszemélyzetet kell biztosítani a párhuzamos kiszolgáláshoz (legalább két független személyzet, két készlet felszereléssel).

A hadgyakorlat és az éleslövészet sikeresen fejeződött be, 6 rakétából 6 direkt találattal semmisítette meg a Meteor-3r célrepülőgépet. Ezzel az eredménnyel a Magyar Honvédségnél rendszeresített MISTRAL légvédelmi rendszer találati pontossága 81-ről 86 százalékra nőtt! Elmondható, a fegyverrendszer a nemzetközi elvárásoknak megfelelően teljesít Magyarországon is, a szakszerű alkalmazásnak köszönhetően. Sajnos 2006-ban ennek ellenére az Aero-Target Bt. nem kapott megrendelést gyakorlatokon való részvételre, a NATO ACE DIRECTIVE 80-2, pedig csak kétévente írja elő éleslövészetek rendezését. Reméljük 2007-ben, megismételhetjük e sikersorozatot!

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁSOK

A szerző köszönetet mond Maurice Benoit Úrnak, Jean Centofante Úrnak (MBDA) a hadgyakorlaton nyújtott baráti segítségéért és Alain Quiquampoix Úrnak (MBDA) a pályatervezési segédletekért, Atkári Győző őrnagy Úrnak (TACEVAL) a lelkiismeretes munkáért, együttműködésért, valamint a bőséges információ szolgáltatásért, Kovács János őrnagy Úrnak a technikai segítségért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Magyar Légierő, Részletes beszámoló a lengyelországi rakéta lövészetéről, <http://www.huaf.hu/modules.php?name=News&file=article&sid=55>
- [2] Honvédelem Online, Bizonyított a MISTRAL, http://www.honvedelem.hu/hirek/kiadvanyok/magyar_honved/bizonyitott_a_mistral
- [3] Nem madárraj miatt tévesztett célt a Mistral rakéta, <http://www.origo.hu/itthon/20021018nemmadarraj.html>,
- [4] Korlátozottan NATO-kompatibilis a Mistral, <https://secure.magyarorszag.hu/hirek/kozelet/mistral20030325.html>, MTI 2003. március 25., kedd
- [5] ACE DIRECTIVE 80-2, NATO
- [6] Scenarios for BANSHEE Target Drone, MBDA
- [7] JELENTÉS, METEOR célrepülés tapasztalatairól, I. Győr, 2004. október 13.
- [8] ACE DIRECTIVE 80-2, NATO