

**A VADÁSZREPÜLŐGÉPEK AUTOMATIZÁLT
RÁVEZETÉSÉNEK ESZKÖZEI ÉS MÓDSZEREI**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

KÉSZÍTETTE: Palik Mátyás Csaba, honvéd tisztjelölt

ZMNE Hadtudományi Kar, Had- és Biztonságtechnikai Mérnöki alapszak

KONZULENS: Dr. Fekete László ny. okl. mk. ezredes, főiskolai tanár

BUDAPEST, 2011

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	2
BEVEZETÉS	3
1. A LÉGI TÁMADÓ– ÉS LÉGVÉDELMI ESZKÖZÖK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE A II. VILÁGHÁBORÚ VÉGÉTŐL A XXI. SZÁZAD HAJNALÁIG	5
2. HONI LÉGVÉDELMI VEZETÉSI ÉS IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK	11
3. A LÉGI CÉLOK ELFOGÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS HARCÁSZATI ALAPJAI	21
4. VADÁSZREPÜLŐGÉPEK LÉGI CÉLOKRA TÖRTÉNŐ AUTOMATIZÁLT RÁVEZETÉSE VP–11M RENDSZERREL.....	32
4.1 A VP–11M komplexum összetétele, rendeltetése és harci lehetőségei.....	32
4.2 Az APN–1M automatizált „műszeres” rávezető berendezés jellemzése.....	35
4.3 A harci munka jellegzetességei a vadászirányító ponton	37
4.4 Az elfogó vadászrepülőgépek műszeres rávezetésének végrehajtása	38
4.5 A rávezetés végrehajtása sztratoszférában repülő légi célra.....	45
4.6 Rávezetés kismagasságon repülő célra	45
4.7 A rávezetés megoldása manőverező célokra	45
4.8 Rávezetés nagy találkozó szögek esetén	46
4.9 Automatikus irányító rendszerrel felszerelt vadászrepülőgépek rávezetése.....	47
4.10 A műszeres rávezetés végrehajtásának különleges sajátosságai.....	48
5. A VP–11M KOMPLEXUM ALKALMAZÁSÁNAK TANULSÁGAI	50
6. VADÁSZIRÁNYÍTÁS A LÉGVÉDELMI RAKÉTA EZRED HARCÁLLÁSPONTJAIRÓL	53
6.1 Automatizált rávezetés a VEKTOR–2VE (5N35E) rendszer harcálláspontján.....	53
6.2. Automatizált rávezetés a SZENYEZS–ME rendszer harcálláspontján.....	58
7. A VADÁSZREPÜLŐGÉPEK IRÁNYÍTÁSÁNAK JELENLEG ALKALMAZOTT RENDSZEREI.....	62
ZÁRÓ GONDOLATOK.....	69
FELHASZNÁLT IRODALOM	71

ELŐSZÓ

Dolgozatomban arra vállalkoztam, hogy technika történeti és szakma történeti szempontokból megvizsgáljam és bemutassam a címben szereplő rendszereket, rámutassak azok akkori alkalmazási elveikre. Korábbi tanulmányaimban és olvasmányaimban már találkoztam ezekkel az eszközökkel és úgy gondoltam, hogy összegyűjtöm és egy csokorban hozzáférhetővé teszem az ezekkel kapcsolatos ismereteket. Mint Had- és biztonságtechnikai mérnöki szakos hallgató fontosnak tartom, hogy a jelenleg hasonló célból alkalmazott rendszereket a jövőben üzemeltető hallgatók számára megismerhetők legyenek a múlt ezen letűnt haditechnikai eszközei, melyek – tudomásom szerint – hasonlóan más társaikhoz sohasem kerültek éles bevetésre a Hidegháborús korszakban. Ettől eltekintve – megismerve a rendszerek képességeit – úgy gondolom, hogy abban a korban, amelyben alkalmazásra tervezték őket, nagymértékben elősegítették volna az eredményes légvédelmi harcot.

A dolgozat megírásához feldolgoztam a korabeli technikák üzemeltetésére kiadott szabályzatokat, utasításokat, melyeket elsősorban a ZMNE szolnoki és budapesti kampusainak könyvtáraiból kölcsönöztem. A légierő és légvédelem fejlődését tárgyaló részhez különböző szakirodalmi monográfiákat és internetes irodalmakat használtam fel. A bővebben ismertetett rendszerek mindennapi alkalmazásáról interjúkat készítettem a témában járatos, a rendszereket mindennapi felhasználás szintjén ismerő szakemberekkel.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megragadni az alkalmat arra, hogy köszönetemet fejezzem ki a Katonai Repülő és Légvédelmi Tanszék főiskolai tanárának és egyben konzulensemnek, Dr. Fekete László ny. okl. mk. ezredes úrnak, amiért szaktudásával, kitartásával és tanácsaival segített engem szakdolgozatom helyes elkészítésében.

Külön köszönöm Téczy Béla mk. alezredes úrnak a ZMNE EISZ központ vezetőjének a dolgozat elkészítéséhez nyújtott hasznos tanácsait, Hatos János ny. alezredes úrnak, a korábbi Repülésirányító Tanszék tanszékvezetőjének, valamint Barsánszki János úrnak és Tózsér György őrnagy uraknak — volt műszeres vadászirányító tiszteknek — számomra adott interjúkért, és az azokból kapott autentikus információkért, melyekkel nagymértékben növelték a dolgozat hitelességét. Köszönettel tartozom még az MH Légi Vezetési és Irányítási Központ, 1. számú Légi Irányító Központ vadászirányító állománya tagjainak az időszerű információk nyújtásáért.

Szolnok, 2011. november 1.

Palik Mátyás Csaba honvéd tisztjelölt

BEVEZETÉS

A tudományos és technikai fejlődés lehetővé tette, hogy az I. Világháborúban megjelenjen egy forradalmian új harceszköz – a repülőgép – amely, végérvényesen megváltoztatta a későbbi háborúk arculatát. A szárazföld és a vízfelszín mellett egy új dimenzió, a légtér is a harcok színhelyévé vált. Kezdetben, a légi harcászat a szárazföldi tevékenységek kiegészítéseként a földi műveleteknek alárendelve létezett. Majd, mint a XX. században több példa is mutatja, egyre jelentősebb szerepet töltött be, és egyre gyakrabban fordultak elő olyan katonai műveletek, amelyekben szinte csak a légierő vett részt a támadó és a légvédelem a védők oldaláról.¹ A csapásmérő fegyverek képességeinek gyarapodásával és a hordozó eszközök minőségi fejlődésével olyan korábban elképzelhetetlen szintre jutott egy korszerű repülőgépek pusztító képessége, hogy akár egy világvárost is képesek voltak a földdel egyenlővé tenni akár egyetlen bombával is.² Új kihívásokkal találták szembe magukat a repülőgépek támadásának elhárítására szerveződött szervezetek, valamint vezetési–irányítási módszereik. A légvédelmi harcban rendkívüli jelentőséggel bírt a fegyverrendszerek irányítására, illetve az egységek, alegységek vezetésére létrehozott rendszerek minőségi mutatóinak a megfelelő szinten tartása.³

A légvédelmi vadászipülőgépek harcát már a második világháborútól a földről irányították. Az alkalmazott taktikák és eljárások robbanásszerű fejlődése egyidős a repülőgépek generációváltásával. Precízen kidolgozott matematikai és geometriai elvek alapján, segédeszközök használatával a földi harcálláspontokról irányították az elfogó–vadászipülőgépek harcát a felderítő rádiólokátoroktól kapott adatok alapján.⁴

A tárgyalt időszakban, a hadügyben tudományos–technikai forradalom volt kibontakozóban. A harctevékenységek dinamikus lefolyása, a támadásban és védelemben használt eszközök hatékonyságának és harci lehetőségeinek fokozódása, a hadszínterek növekedése valamint a háborúban résztvevő eszközök mennyiségének megsokszorozódása olyan rendkívüli információ mennyiség feldolgozását kívánta meg, amelyet csak a „humán” személyzet nem volt képes maradéktalanul ellátni. Ekkor vette kezdetét az irányítórendszerek komplex automatizálásának időszaka, mely problémakör két további területre tagolódott: a harci technika és a harctevékenység irányítására^{5,6}

Mind a keleti, mind a nyugati katonai tömbben, már az '50-es évek vége felé megjelentek azok a berendezések, amelyekkel automatizálni igyekeztek a légvédelmi csapatok és a vezetési pontok munkáját. Az automatizálásra leginkább az információ áramlásának gyorsítása miatt volt szükség. Valamint azért, mert az egyre bonyolultabbá váló

¹ Például: El-Dorado Canyon és az Allied-Force hadművelet.
http://www.globalsecurity.org/military/ops/el_dorado_canyon.htm
http://www.globalsecurity.org/military/ops/allied_force.htm

² RE/227 Szakutatisítás, p6.

³ Petényi Sándor: A VP-1M rendszer komplexumai és a komplexumok alkalmazási lehetőségei a honi légvédelmi csapatoknál, p5.

⁴ RE/227 Szakutatisítás, p9.

⁵ Automatizált légvédelmi irányítási rendszerek felépítésének alapjai, p3.

⁶ Petényi: i. m. p5.

légvédelmi harc mind kevesebb hibázási lehetőséget engedett a résztvevőinek. A személyzet munkájában előforduló hibaszázalékot is igyekeztek kiküszöbölni velük. Ennek érdekében a különböző szinteken települt légvédelmi vezetési és irányítási pontokon automatizált eszközöket telepítettek, majd később a változó fenyegetettségre reagálva, azokat korszerűsítették, illetve továbbfejlesztették. A Szovjetunióban (továbbiakban SZU) és a Varsói Szerződés (továbbiakban VSZ) tagországaiban nagy hangsúlyt fektettek a honi vadászpilóta csapatok vezetési-irányítási módszereinek az eredményesebbé tételére. Ennek egyik speciális szegmense, a földről irányított elfogási repülések folyamata, annak is a legfontosabb részre a vadászpilóták légi célokra való rávezetése. Természetesen ennek a harcászati feladatnak az irányítását is igyekeztek automatizálni, és – véleményem szerint – a kor színvonalának megfelelő, sok esetben igen hasznos berendezésekkel látták el az irányítókat, így kibővíve a vadászpilóta csapatok harci lehetőségeit.

Dolgozatomban azoknak a rendszereknek a bemutatására és ismertetésére teszek kísérletet, melyekkel hazánkban az elfogó-vadászpilóták „műszeres” rávezetését oldották meg. A különböző komplexumokon végrehajtott harci munkát, kronologikus sorrendben tárgyalva összehasonlítom a rendszerek alkalmazhatóságának lehetőségeit. A vadászirányító-megfigyelők szemszögéből ismertetem a pozitív és negatív tulajdonságaikat. A hidegháborús években rendszerbe állított három honi légvédelmi vezetési és irányítási rendszer tárgyalása után, bizonyos szinten foglalkozok a rendszerváltást követően rendszeresítésre került légi-vezetési rendszerek ilyen irányú lehetőségeivel, és érintőlegesen kitérnék arra, hogy a jövőben milyen újításokkal kell számolni, technológiai és felhasználási szinteken. Azonban mielőtt az automatizált vadászirányítás témakörét görcső alá vennénk, elengedhetetlen foglalkozni annak a kornak a haditechnika történetével, amelyben megszülettek ezek a rendszerek. Ezen túl érintőleges ismertetés szintjén foglalkozom az automatizált légvédelmi rendszerekkel is, mint azzal az átfogó „dimenzióval”, amelynek szerves részét képezték a vadászirányító rendszerek. Nem tekinthetők el, a vadászpilóták elfogási feladatainak általános tárgyalása mellett sem, hiszen azokra a régebben kidolgozott harcászati elvekre épül a „műszeres” rávezetés is, amelyet korábban a hagyományos rávezetések során használtak.

1. A LÉGI TÁMADÓ– ÉS LÉGVÉDELMI ESZKÖZÖK FEJLŐDÉSÉNEK TÖRTÉNETE A II. VILÁGHÁBORÚ VÉGÉTŐL A XXI. SZÁZAD HAJNALÁIG

A múlt század elején, hónapról–hónapra jelentek meg az új technikai fejlesztések és a hozzájuk kapcsolódó új harcelfjárások, amelyek alapjaiban változtatták meg a katonai stratégiák gondolkodását. A légierő bevetése támadó műveletekben, jelentős mértékben képes befolyásolni a szárazföldi harcok kimenetelét, egyes elméletek szerint egész háborúkat képesek eldönteni⁷, ám ezekre nem szolgáltatott bizonyítékot a XX. század. Ennek ellenére a katonai és politikai vezetők felismerték a repülőgépekben rejlő páratlan lehetőségeket, és a légierők fejlesztésével egyidőben megindultak a támadásaik elhárítását célzó kezdeményezések és fejlesztések. A támadásra és védelemre kifejlesztett légi és szárazföldi telepítésű eszközök fejlődésének története nagyban hasonlít a régebbi korok „fegyverrendszereinek” küzdelmére. Sokan a kard és a páncélzat fejlődéséhez hasonlítják a repülőgép és a légvédelmi eszközök „vetélkedését”. A fejlődés töretlen, mely a mai napig sem állt meg, napjaink viszonyait a két világháború, majd azt követően a hidegháborús szembenállás határozta meg főképp.

A második világhégés alatt a katonai repülőgépek harcászati–technikai paraméterei csúcsebesség, csúcsmagasság, hatótávolság, emelkedőképeség, fegyverzet stb. tekintetében elérték fejlődésük csúcspontjára. A vadász és bombázórepülőgépek csúcsebessége átlagosan elérte a 600–850 km/h–t, csúcsmagasságuk a 10–13000 m–t, hatótávolságuk pedig akár a 6000 km–t is. Forradalmian új változásnak kellett következnie, hogy e harceszközök generációs ugrást vigyenek véghez. Ezen két új eszköz fejlesztése elméletben már a háború előtt, gyakorlatban a háború alatt indult meg, majd mindkettőt alkalmazták 1945–ben. A németek elsőnek állítottak hadrendbe és vetettek harcba sugárhajtóműves vadászipülőgépet, az Egyesült Államok nukleáris fegyvereket dobott le Japánra. Habár a Messersmith Me–262–est túl későn, és túl kis számban vetette be a német hadvezetés, már akkor nyilvánvalóvá vált a stratégiák és a mérnökök számára, hogy a jövőben ezzel az erőforrással kell felszerelni a repülőgépeket. Az atombombák sokkoló hatása következtében a háborút követően mind a SZU mind az Amerikai Egyesült Államok (továbbiakban USA) megkezdte a nukleáris fegyverek gyártását, illetve előbbi még csak a kifejlesztését.⁸

A II. világháborút követő években a légierők és a légvédelmi csapatok jelentősége is ugrásszerűen megnövekedett. Az újabb doktrínákban a légierő – mint a legrugalmasabban bevethető haderőnem – bevetésével olyan körülmények között is számoltak, amikor a szárazföldi csapatok bevetésére fizikailag nem volt lehetőség. Pl. az USA kontinentális területét a SZU hatalmas szárazföldi hadserege nem veszélyeztette közvetlenül, csapásmérésre csak a levegőből kerülhetett sor. A harcászati szinten túl, hadászati–hadműveleti szinteken is sugárhajtású repülőgépek tervezésébe, illetve rendszerbe állításába kezdtek, a hagyományos bombafegyverzet mellett nukleáris fegyverekkel kívánták őket harcra indítani. A növekvő fenyegetettségre a légvédelemnek is reagálnia kellett. A koreai–

⁷ Giulio Douhet elmélete. (http://lemil.blog.hu/2008/04/10/elmelet_giulio_douhet)

⁸ Veres Mihály: Légvédelmi tüzerek és rakétások p63.

háborúban először kerültek szembe egymással sugárhajtású harci gépek, a kor legnagyobb „ásza” a MiG–15 és az F–86 Sabre csúcsebessége elérte az 1000 km/h-t, csúcsmagasságuk a 15 km-t. Az USA légierijében ugyanekkor jelent meg az első sugárhajtású bombázó a B–47-es, melynek magassági és sebességi paraméterei nem sokkal maradtak el a kor vadászgépeitől, viszont 6000 km-es távolságra tudta eljuttatni 2 db Mk–15-ös atombombáját.

Hogy a támadó eszközök pillanatnyi előnyét ellensúlyozzák a stratégiák és mérnökök új harceszköz rendszerbe állítását tervezték, a csöves légvédelmi tüzérség lehetőségein túl irányított föld–levegő rakétákkal akarták felvenni a versenyt a sugárhajtású atomhordozó repülőgépek ellen. Természetesen a vadászlégierő további fejlesztésére is nagy hangsúlyt fektettek. A fronton harcoló egységek légvédelmét továbbra is csöves légvédelmi tüzérségi fegyverekkel kívánták megoldani.⁹

A két szembenálló katonai tömb vezető nagyhatalmai a '40-es, '50-es évek fordulóján kezdtek légvédelmi rakéta fejlesztésekbe, majd az '50-es évek elejére–közepére állították csapatszogatba az első rakéta–rendszereket. A fejlesztők és az alkalmazók hamar rájöttek, hogy ezek az első generációs technikák pár év múlva már nem nyújtanak megfelelő védelmet az újabb fenyegetésekkel szemben. A hihetetlen pénzügyi áldozatok árán létrehozott Sz–25-ös Berkut rendszer csak Moszkva légvédelmét oldotta meg, az US Army Ajax rakétája sem terjedt el nagymértékben, néhány év múlva már megjelent a váltótípusa. A Hidegháború egészére jellemző, hogy a rohamtempóban – pénzt és emberanyagot nem sajnálva – kifejlesztett haditechnikai eszközök akár néhány év alatt elavultá válhattak és cserére vagy továbbfejlesztésre szorultak. Különösen igaz ez a légierőkben és a légvédelmi csapatoknál rendszeresített fegyverekre. A tudományos–technikai fejlődés az évek alatt csak hatványozódott, illetve a fegyverek alkalmazása is módosult a helyi háborúk tapasztalatai alapján. Sok az '50-es években csúcstechnológiának számító fegyverrendszert a '60-as években kivonásra ítélték, mint pl. Nike–Ajax rakéták vagy a B–58 Hustler hadászati bombázók. Ez a hirtelen vég, azonban nem minden típust érintett, sok repülőgép illetve rakétacsalád a folyamatos továbbfejlesztésnek köszönhetően, az eredeti élettartamuk sokszorosát végigszolgálták, gondoljunk csak az öreg B–52-esekre vagy a több mint 11 ezres darabszámban gyártott MiG–21-esekre.

A légierőkön belül az '50-es években igen egyszerű hadászati–harcászati elgondolások illetve doktrínák születtek. A stratégiai támadó repülőerők – közepes és nehézbombázók – a lehető legegyszerűbb módon igyekeztek megóvni magukat a légvédelmi erőkkel szemben. Igyekeztek a légvédelmi rakéták megsemmisítési zónájánál jóval magasabban illetve, a pontos és eredményes tűzvezetést megakadályozandó még elég gyorsan is repülni, ahol sem a rakéták sem az elfogóvadászok nem képesek őket elérni.¹⁰ Az egész évtizedre jellemző ez az egyszerű, – de egy ideig – eredményes koncepció. Mind a támadó bombázóerők, mind az ellenük küldött elfogóvadászok fejlesztésének ez volt a fő csapás iránya. A „klasszikus” nehézbombázók, mint az amerikai B–47, B–52 vagy a szovjet Tu–95 csúcsmagassági paramétereik kb. a velük egykorú vadászrepülőgépekével voltak azonosak szolgálatba lépésük pillanatában, ám rövidesen hátrányba kerültek. Mégis hadászati

⁹ Veres: i.m. p63-64.

¹⁰ RE/227 Szakutasítás, p7.

fontosságú fegyverek maradtak, köszönhetően hihetetlen hatótávolságuknak és komoly bombaterhelésüknek. Ezekben az években igen sok példány gördült ki a gyárakból még a legnagyobb típusokból is. A B-47-esből összesen kb. 2000 db-ot, a B-52-esből valamivel több mint 700-at gyártottak.

Ezen típusok mellett az igazán nagy magasságban nagy sebességgel repülni képes stratégiai támadó repülőgépek is megjelentek. Klasszikus képviselőjük a „rámenős” B-58-as Hustler¹¹, amely 1960-tól pontosan 1970-ig volt szolgálatban a SAC¹² kötelékében. Elődjével ellentétben „csupán” 116 db-ot gyártottak belőle, ennek ellenére komoly csapásmérő erővel bírt. Az tette igazán veszélyes fegyverré, hogy képes volt kétszeres hangsebességgel, 14–16 km magasan behatolni az ellenséges légterbe és ott nukleáris csapást mérni. Fejlett elektronikai és zavarórendszerével igencsak megnehezíthette volna légvédelmi rakétacsapatok dolgát, ahogy az ellenük küldött elfogó-vadászokét is, ám ez nem jelentette azt, hogy lehetetlen lett volna megsemmisíteni. A B-58-asok által jelentett fenyegetést a VSZ országok légvédelmében komolyan vették, a '60-as években a nagy magasságú, nagy sebességű célok elfogásakor jellemzően a Hustler ellen gyakoroltak a pilóták és a megfigyelők.

Hihetetlen képességei ellenére nem a B-58-asok lettek volna az USAF leggyorsabb bombázói, a '60-as évek elején megkezdtek a Hustler váltótípusának – a háromszoros hangsebesség elérésére képes – XB-70-es Valkyrie-nek gyártását. Az „ürbombázó” azonban nem jutott túl pár prototípuson és néhány évnyi tesztelésen. Rendszerbe állítására a csillagászati költségek és a felmerülő sorozatos technikai problémák miatt nem került sor. Továbbá azért sem mert egy igen figyelemreméltó változás kezdődött a légierők és a légvédelem harcászati fejlődésében. A helyi háborúk – jellemzően a vietnami és az 1967-es közel-keleti – tapasztalatai alapján, valamint az egyre jelentősebbé váló szovjet légvédelmi rakéta fejlesztések következtében a nyugati stratégiák jelentős változtatásokat eszközöltek a bombázórepülők bevetési profilján. Az a doktrína, miszerint a minél gyorsabban és magasabban repülő gépek sebezhetetlenek lennének, először 1960. május 1-én kezdett meginogni és az évtizedben ez a személet csak tovább gyengült, illetve értelmét veszítette¹³. Ezekben az években a szovjetek nagy mennyiségben és egyre javuló minőségben kezdték gyártani a Dvina-Deszna-Volhov rakétacsalád újabb változatait, majd a kis hatótávolságú Nyevát és a csapatlégvédelem legjelentősebb fegyverét a Krug-ot. A PVO¹⁴ tömegével állították hadrendbe a második generációs elfogóvadászokat: Szu-9/11 majd 15, Yak-28, Tu-128, a szövetséges országokba a MiG-21-esek különböző modifikációi kerültek. Ezen légvédelmi eszközök harcászati-technikai paramétereiket tekintve, illetve a fejlődő harcéljárásokból kifolyólag, nagy valószínűséggel képesek lettek volna leküzdeni a VSZ illetve a SZU légterébe behatoló amerikai és NATO bombázókat, még a nagy magasságú, nagy sebességű típusokat is. A bombázók további gyártásának egy másik fő ellenérve is volt, mégpedig a ballisztikus rakéták fejlesztésének a felgyorsulása, a '60-as évek végére az

¹¹ Hasonlóan veszélyes képességekkel, viszont sokkal rövidebb hatótávolsággal bírt az 1964-ben rendszerbe állított francia Mirage IV típus, melyből 62 db-ot rendszeresítettek.

http://en.wikipedia.org/wiki/Dassault_Mirage_IV

¹² Strategic Air Command – Stratégiai Légi Parancsnokság

¹³ Szverdlovsz után, a kommunista Kína fölött és a Kubai-rakétaválság idején is lőttek le U-2-eseket légvédelmi rakétával.

¹⁴ Противовоздушная Оборона – Légvédelem

interkontinentális és tengeralattjáróról indítható interkontinentális ballisztikus rakétákat helyezték előtérbe a stratégiai erőknél a bombázók rovására.

Pillanatnyilag úgy tűnt, hogy a védelmi célkora szánt fegyverek kerekedtek felül az '50-es években fejlesztett gépek és kigondolt eljárások fölött. A '60-as évtized végére nyilvánvalóvá vált, hogy még a nagy magasság vagy sebesség, de még a mennyiségi fölény mellett is öngyilkosság a korábbi elvek szerint alkalmazni a támadó eszközöket, az egyre veszélyesebbé váló integrált légvédelmi rendszerek ellenében. Nyilvánvaló vált, hogy a repülőgépek csúcsmagasságának és sebességének a növelése nem megoldás többé, a rakéták fejlődésével nem lehetett lépést tartani. A stratégiáknak meg kellett keresniük a légvédelmi eszközök újabb gyenge pontját, kézenfekvő volt, hogy a „minél magasabbra” elv ellentettjét kellene megpróbálni. Vagyis arra törekedni, hogy a repülőgépeknek minél alacsonyabban a földi domborzat „árnyékában” kellene repülniük, a lokátorok felderítési magassága alatt, ahol a rádiolokátorok kezelői nem tudják kiválasztani a céljeleket a földi zavarok közül. Emiatt sem a légvédelmi rakétákat sem a honi vadászokat nem lehet eredményesen célra vezetni, ráadásul azok fedélzeti lokátorai gyakorlatilag használhatatlanok voltak 1000 méteres terep feletti magasság alatt. Ezt a kismagasságú behatolást lehetőség szerint éjjel akarták alkalmazni megnehezítve az optikai eszközökkel történő felderítést is. Az első dedikáltan kis magasságon behatolni képes amerikai típus az F-111-es volt¹⁵.

Vitathatatlan előnyei mellett e módszernek hátrányai is voltak. Kis magasságon történő repülés során megnő a hajtóművek fajlagos üzemanyag-fogyasztása, ezáltal csökken a repülőgép hatótávolsága. Földközeli magasságon éjjel és rossz időben csak speciális fedélzeti eszközökkel, jellemzően terepkövető radar alkalmazásával lehet csak biztonságosan repülni. A csapatlégvédelmi eszközök fejlesztői sem ültek tétlenül. A '60-as '70-es évek fordulójától kezdve intenzíven fejlesztették a lokátor vezérelt gépágyúkat, vállról indítható légvédelmi rakétákat és a kis magasságú honi-légvédelmi rakétákat. A szovjet elfogóvadászok fedélzetén megjelent újabb lokátorok már (korlátozottan) képesek voltak földhátterben repülő célok felderítésére és támadására is. Továbbá új felderítő eszközt kaptak az ún. „hőpellengátort”¹⁶, mely lehetővé tette, hogy radarkisugárzás nélkül derítsék fel a légi célokat, jellemzően a hátsó féllégtérből.

Érdeemes megemlíteni azonban, hogy nem minden „sztratoszféra-repülőgép” volt kivonásra ítélve ezekben az években. 1967-től kezdték el bevetni a valaha volt legfuturisztikusabb repülőgépet, az A-12-es leszármazottjaként rendszerbe állított SR-71 Blackbird hadászati felderítőt, amely a korábban rendszerben tartott U-2-es csúcsmagasságát jó pár kilométerrel, csúcsebességét több mint 2000 km/h-val múlta felül. Ezt a típust egészen a '90-es évek elejéig használták jellemzően a SZU és a VSZ államok határainak a közelében. Igaz szinte mindig nemzetközi vizek vagy baráti országok felett repültek, a szovjet légvédelem minden adandó alkalommal kísérletet tett a gépek elfogására, lelövésére, azonban sikert nem értek el. Az SR-71-esek hivatalosan egy alkalommal szereztek harci sérülést, a vietnami háború alatt, egy Dvina rakétából származó repesz ütötte nyomot találtak az egyik

¹⁵ Standard Aircraft Characteristics FB-111A

¹⁶ A MiG-23-astól kezdődően az összes újabb MiG-típus, majd a Szu-27-es is rendelkezett ilyen eszközzel.

hazatérő repülőgépen, ám ez komolyabb kárt nem okozott benne.¹⁷ Az SR-71-esek elleni védekezésben a legjelentősebb szerep a MiG-25-ös nagytávolságú elfogó repülőgépeknek, az Sz-200-as rakétarendszernek, később a MiG-31-nek és az Sz-300-as rendszereknek jutott. A már sokszor sok helyen hangoztatott „eredménytelenség” oka a légvédelmi eszközök részéről, szerintem nem a technikai vagy kiképzésbeli hátrányoknak tudhatók be, hanem annak az egyszerű ténynek, hogy a Blackbird-ök nem repültek be az ellenséges területek fölé, bevetési profiljukat úgy tervezték, hogy azzal esélyt sem adtak az elfogásukra. Ebben a témában, a későbbiekben mélyebb kutatásokat szeretnék folytatni, hiszen még évtizedek elteltével is tartja magát sok legenda és alaptalan feltételezés.

Néhány különleges esettől eltekintve kijelenthető, hogy a '70-es évektől a '90-es évek elejéig a légvédelmi rendszerek legveszélyesebb ellenfele mind keleten, mind nyugaton a kis- és földközeli magasságon repülő légi támadó eszközök voltak. A fejlesztéseknek köszönhetően ilyen jellegű behatolásra már nem csak a harcászati-hadműveleti szintű típusok voltak képesek. Az új harcéljárás alkalmazását kezdték alkalmazni a régebbi gyártású bombázók is. Az újabbakat, mint a B-1 bombázó, már úgy tervezték, hogy megfeleljenek az alacsony támadásoknál jelentkező speciális követelményeknek is.¹⁸

Hadászati-hadműveleti szinten a megsemmisítendő célok természetesen nem változtak, ám az ellenük bevetett arzenál jelentősen fejlődött. Az USA-ban a hetvenes évek elején állították szolgálatba az AGM-69 SRAM levegő-föld rakétákat, a nyolcvanas évek elején az új generációs csapásmérő manőverező robotrepülőgépeket (BGM-109 Tomahawk, AGM-86 ALCM) pár évvel később a még fejlettebb AGM-129 ACM-et is. E fegyverek új kihívásokat állítottak a keleti-típusú honi légvédelmi rendszerek számára, melyekre azoknak többnyire sikerült válaszolniuk. Szovjet részről is jelentős robotrepülőgép fejlesztés volt tapasztalható a két évtizedben, (Kh-22, Kh-55) melyekkel elsősorban az USA flottakötelégeit célozták meg. A legnagyobb prioritást ezen belül is a repülőgép-hordozók jelentették.

A mikroelektronika ugrásszerű fejlődésének köszönhetően a kisebb méretű – harcászati repülőgépekről is bevethető – fedélzeti fegyverek is minőségi változáson mentek át. Elterjedtek az „okos” fegyverek. A légvédelem szempontjából korábban kisebb jelentőséggel bíró harcászati vadászbombázó repülőgépek is képesek voltak precíziós csapásmérésre, így a légvédelmi csapatoknak velük is számolniuk kellett, jelentőségük felértékelődött. Ezt fokozta még, hogy a '60-as évektől mind a két szembenálló blokkban elkészültek az újabb generációs, kisebb méretű atombombák. Hordozásukra szinte az összes létező harcászati repülőgéptípust alkalmassá tették (F-104, MiG-21). Ebből következik, hogy a '60-as évek közepétől-végétől már minden egyes támadó légi eszközt potenciális atombomba hordozónak lehetett tekinteni, természetesen néhány kivétellel. Az általuk jelentett fenyegetés akkor teljesedett ki, amikor ezek a típusok áttértek a földközeli bevetésekre, néhányuk, pl. F-111, Tornado éjszaka, rossz időben is gond nélkül végre tudta hajtani az ilyen feladatokat. Később megjelentek a lokátor-romboló levegő-föld osztályú rakéták, melyeket több repülőgép típusra lehetett függeszteni a hozzájuk tartozó különleges elektronikus berendezésekkel együtt.

¹⁷ BX6734 (INCIDENT CONCERNING)

¹⁸ Standard Aircraft Characteristics: B-1

Megállapítható, hogy az '50-es '60-as években alapvetőnek számító nagymagasságú és sztratoszféra-bevetések helyett (vagy azok mellett), a '70-es években megjelent a földközeli magasságon történő bevetés lehetősége, ezzel az alkalmazott fegyverek veszélyesebbek lettek. Így a háborúban felhasználható légtér teljes egésze lehetőséget kínált a harcfeleladatok végrehajtására. Az újabb és újabb kihívásokra a nagy katonai tömbök légvédelmi csapatai minőségi fejlesztésekkel igyekeztek lépést tartani, pl. F-14, MiG-31, Patriot, Sz-300. Mindezeket túl a csapatok és a harceszközök számát is gyarapították.

Mindezek után azt hinnénk, hogy a támadó légi eszközök fejlődése már csak kis mértékben folytatódott. Azonban a nyilvánosságtól elzártan, teljes titoktartás közepette az USA egyik titkos fejlesztő intézetében a '80-as évek elejére elkészültek a várva-várt megoldással, amely egy újabb generációs ugrást jelentett a repülőgépek fejlődésében. Ez nem volt más, mint a „stealth” vagyis a csökkentett észlelhetőségű repülőgépek rendszerbe állítása. Ez a technológia a radarok – az egyetlen éjjel-nappal, bármilyen időjárási viszonyok között használható szenzor – általi felderíthetőséget rontja (ill. a felderítési távolság jelentős méretű csökkenését eredményezi). Első képviselőjük az F-117-es Nighthawk látványos sikereket ért el az Öböl-háborúban¹⁹. Nagytestvére a B-2-es pedig egy olyan időszakban született, amikor az is kérdésessé vált, hogy egyáltalán szükség van-e a rendszerbe állítására²⁰. Ez a két repülőgép azonban megkérdőjelezhetetlenül kijelölte a további fejlődés útját, azzal hogy napjaink (F-22 Raptor, PAK-FA) és jövő újabb harci repülőgépei már egytől-egyig ezen technológiák alkalmazásával születnek meg. Bár jó pár évig „láthatatlannak” hitték őket, hazánktól nem is olyan messze egy honfitársunk bebizonyította, hogy igen is van ellenszer ellenük, ezzel újra nyílttá téve a versenyt a támadó légierők és a légvédelmi fegyverek között.

¹⁹ Jolly-Shelton: A lopakadó F-117.

²⁰ Felbomlott a VSZ és a SZU, megszűnt a korábbi háborús veszély.

2. HONI LÉGVÉDELMI VEZETÉSI ÉS IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK

Tény, hogy az első katonai repülőgép megjelenésétől kezdve, egészen az '50-es évekig a repülőgépek úgy támadták az ellenséget, hogy azt a pilótáknak látniuk kellett.²¹ Ez a magától érthető eljárás akkor változott meg, amikor a repülőgépekre fedélzeti rádiólokátorokat telepítettek, és a fegyverek irányítását ezen új eszköz segítségével valósították meg. Ennek következtében (és amiatt, hogy a rakétatechnológia rohamtempóban fejlődött) a repülőgépek képessé váltak céljaik leküzdésére látótávolságon túlról is. A kezdeti néhány kilométeres hatótávolság után néhány évtized alatt lehetővé vált a több tíz vagy akár több száz kilométeres távolságból történő céllelküzdés (ilyen extrém lehetőségekkel túlnyomórészt a levegő–föld fegyverek rendelkeznek). A fejlődő rakétatechnika, az egyre korszerűbb irányító berendezések, és a nagy pusztító erejű (gyakran nukleáris) harci részek alkalmazása miatt a fegyverek és hordozóik egyre veszélyesebbekké váltak. Ilyen viszonyok között nyilvánvaló, hogy a támadó légi ellenséget minél nagyobb távolságon kívánatos felderíteni és megsemmisíteni. Az '50-es évektől kezdve a felderítési távolság fokozása volt a cél a földi (vízfelszíni), majd később a légi telepítésű rádiólokátor állomások fejlesztésénél is.

A hidegháborús fegyverkezés egyik legintenzívebb évtizedében, az '50-es években érdekes kihívásokkal találták szembe magukat a honi légvédelmi vadászrepülő erők. A támadó ellenséges repülőgépek sebességét képesek voltak elérni, illetve túlszárnyalni. Függőleges irányú manőverekkel sem tudtak előlük elmenekülni. Viszont bizonyos esetekben, (sőt az esetek túlnyomó többségében) képtelenek voltak önállóan célokat felderíteni (főleg nagyobb távolságokon) illetve megsemmisíteni.²² Egyszerűen fogalmazva a probléma az volt, hogy a repülőgépek olyan gyorsan és olyan magasan repültek, hogy képtelenek voltak egymást megtalálni. Ez annak tudható be, hogy a mikroelektronika fejlődése nem tartott lépést a hajtóművek és a sárkányszerkezetek fejlődésével, és ezekben az években még viszonylag kis felderítési távolságú fedélzeti lokátorok és kis hatótávolságú rakéták voltak rendszerben.²³ Természetesen ez a helyzet a támadónak kedvezett, ám a megoldás kézenfekvő volt és nem is váratott magára.²⁴

A második világháborút megelőző néhány évben egy merőben új technikai eszköz került a légvédelmi csapatok birtokába, mely nem volt más, mint a rádiólokátor (radar), amely a későbbi években, alapjaiban változtatta meg a légvédelem harcászátát. Az Angliai-csata előestéjén valamivel több, mint 20 radarállomás szolgáltatott adatokat légi célokról a szigetországban (Chain Home rendszer)²⁵. A radar-adatok alapján irányított védővadászokból és a légvédelmi tüzér csapatok kombinációjából megszületett – igaz kezdetleges formában –

²¹ A II. világháborúban gyakran előfordult, hogy a bombázógépek, a célpont felhővel való takartsága miatt a bombáikat „random” elszórták. Ezekkel az esetekkel, mint nem eredményes harctevékenységgel itt nem foglalkozom.

²² RE/227 Szakutasítás, p6.

²³ A '60-as évek végéig a szovjet gyártmányú repülőgép fedélzeti rádiólokátorok, legideálisabb körülmények között max. 30-40 km-es felderítési távolsággal rendelkeztek, a rakéták ennek kb. harmadával, negyedével bírtak.

²⁴ VOZDUH-1M I. p7.

²⁵ <http://www.radarpages.co.uk/mob/ch/chainhome.htm>

az első légvédelmi rendszer. Természetesen a radarállomások pontatlansága és sérülékenysége miatt a harcálláspontokon még túlnyomó részben az optikai figyelő és fűlő pontok által szolgáltatott adatokra támaszkodtak, ennek ellenére világosan látható volt, hogy a légi ellenséget nagy távolságon felderíteni és azokra eredményesen vadászrepülőket vezetni, csak rádiólokátorok birtokában lehet. A háború alatt, a hadban álló felek, sietve kezdtek saját radarfejlesztéseikbe, Oroszországtól kezdve az USA hajóhadáig megkezdődött a lokátorok katonai felhasználása.



1. ábra: A NORAD²⁶ egy harcálláspontja²⁷

A lokátorok által szolgáltatott információkat fel lehetett használni a légi helyzet értékelésére, elemzésére is. A nagyobb légtérben lejátszódó folyamatokat akkor lehet jól átlátni, ha több lokátor adatait gyűjtötték össze és egy helyen ábrázolták. Az információgyűjtés és összegzés helyszíne a légvédelmi harcálláspont, a megjelenítés legelső eszköze pedig a légihelyzet nyilvántartó térkép (tervtábla) volt. A katonai repülésirányítás kezdetén a felderítő és magasságmérő lokátorok adatait a harcálláspontokra élőszóban, rádió- vagy híradóvonalon juttatták el. Ott felírták és felrajzolták a légihelyzet információkat a tervtáblára, amelyről a parancsnokok elvégezték a helyzet elemzését, döntést hoztak, majd feladatot szabtak a megfelelő alegységeknek a harcfeladat lefolytatására.

A vadászrepülőgépek irányítása is beleilleszkedett ebbe a sémába, viszont a fentebb leírt folyamat folytatásaként a légvédelmi egység vagy magasabbegység harcálláspont parancsnoka utasításokat küldött a rádiótechnikai alegységeknél kihelyezett vadászirányító pontokra, ahonnan a lokátorok indikátorairól történt a vadászrepülőgépek irányítása illetve célravezetése.²⁸

Ez a harctevékenység merőben más, mint a szárazföldi alegységek irányítása. Egy lövésszakasz vagy harcokcsiraj parancsnoka, általában néhány száz tíz vagy száz méterre, de mindenképpen látótávolságon belül tartózkodik a közvetlenül irányítottakhoz képest. Ezzel szemben egy vadászirányító-megfigyelő több száz kilométerre is lehet az általa irányított

²⁶ North American Aerospace Defense Command - Észak-Amerikai Légvédelmi Parancsnokság

²⁷ Forrás: Internet

²⁸ Téczely Béla: Automatizált légi vezetés-irányítás, múlt, jelen, jövő (?) p4-5.

repülőgéptől, köteléktől. A magasabbegységek harcálláspontjának személyzete ennél is messzebbre, akár ezer km-nél is távolabbra lehet az alárendeltektől.

Ilyen speciális viszonyok mellett azonban a vezetés–irányítással szemben támasztott követelmények még megmaradtak. A parancsoknak, utasításoknak a lehető leggyorsabban és legpontosabban el kell jutni az alárendelt felé. Ez csak folyamatos, zavarmentes híradással oldható meg. A légi (és földi) helyzetről mindig kielégítő információ kell, hogy rendelkezésre álljon, vonatkozik ez a tágabb harctevékenységi körzetre. A fegyvernemek között megbízható és rutinszerű együttműködés szükséges. Meg kell szervezni az együttműködést a szomszédos, (akár más szövetséges országok területén található) légvédelmi csapatokkal is. A célokat el kell osztani az erők között. Azonosítani kell őket, kerülve a baráti tüzet.²⁹ A követelményeket lehetne még sorolni a végtelenségig, ám megállapítható, hogy ezek alapjaiban mit sem változtak napjainkban sem. Sőt a kétpólusú világrend megszűnése óta egyes különleges követelmények el is tűntek, ahogy pl. a tömeges légicsapások veszélye is.

Az ellenséges (tömeges) légicsapások visszaverése során a teljes légvédelmi rendszer vezetési folyamata olyan bonyolult és szerteágazó hogy, a teljes harctevékenység pontos matematikai–informatikai leírása soha nem volt lehetséges és nem is lesz az. Emiatt a mindenkori automatizált légvédelmi rendszerekben a legfontosabb vezetési művelet – a helyes stratégia kiválasztása és a közvetlen döntése – emberi kontroll alatt kell, hogy álljanak. Azoknál a légvédelmi csapatoknál melyek ilyen rendszereket használnak, az adott szinten beosztott parancsnok tölti be a vezetési folyamat kulcsszerepét, a technikai eszközök minden lehetőséget megadnak nekik a gyors és eredményes harcvezetéshez. A különböző szintű csapatok vezetésének automatizálása azonban soha nem fogja a parancsnok tevékenységét átvenni és kiszorítani, a helyzete annyiban változik, hogy az automatizálás különböző fokain más konkrét műveletet kell elvégeznie.³⁰

A légvédelmi erők harcának bonyolultsága és komplexitása miatt, a tervező mérnökök, a különböző légvédelmi alakulatoknál főleg a harcukat vezető–irányító harcálláspontokon olyan berendezések telepítésébe kezdtek, melyekkel a humán személyzet munkáját gyorsabbá, pontosabbá, könnyebbé tudják tenni, ezáltal szélesítve a lehetőségeiket és növelve a légvédelmi harc eredményességét.

A harctevékenység vezetés automatizálásánál alapvető követelményként jelent meg, hogy a vezetés minden szintje, – hadászatitól a konkrét fegyverekig – automatizált legyen. Ezek a szintek és a különböző fegyvernemi vezetési rendszerek kölcsönös és folyamatosan működő szoros kapcsolatban kellett, hogy legyenek egymással. Fontos, hogy vezetési szintek automatizálását egyidőben célszerű végezni, ha ez nem lehetséges, akkor is törekedni kell rá, hogy az automatizált eszközökkel való felszerelést alulról kell kezdeni.³¹ Valamint nem szabad kihagyni a vadászpilóta és légvédelmi rakétaegységek mellett az ő harcukat biztosító rádiótechnikai alegységek és harcálláspontok ellátását automatizált adattovábbító és irányító eszközökkel.³²

²⁹ Légvédelmi eszközök II. p183.

³⁰ Egységes jegyzet, p13.

³¹ Petényi: i.m. p5.

³² Egységes jegyzet, p66-67.

A fejlődés eredményeként az 1950-es években, a SZU-ban megjelentek a légvédelmi rakéta- és tüzércsapatok automatizált tűzvezető berendezései (automatizált harcálláspontok). A légvédelmi rakéta csoportosítások automatizált tűzvezető berendezéseinek első generációja az ASzURK (légvédelmi rakétakomplexumok automatizált vezetési rendszere).³³ Majd a következő évtizedekben, mind a VSZ-ben, mind a NATO-ban jól látható fejlődésen mentek keresztül az automatizált légvédelmi rendszerek. Harcászattól a hadászati szintig a különböző elvárásoknak megfelelően jelentek meg az újabb (al)típusok. Voltak specializáltan fegyvernemek és a légvédelmi haderőnem egészét átfogó hálózatok is. Túlnyomórészt a különböző egységek–alegységek harcának vezetését biztosító rendszerek készültek, (pl. VSZ–11M) ám a konkrét fegyverek irányításának a szintjéig is eljutott az automatizálás folyamata (pl. VP–11M).

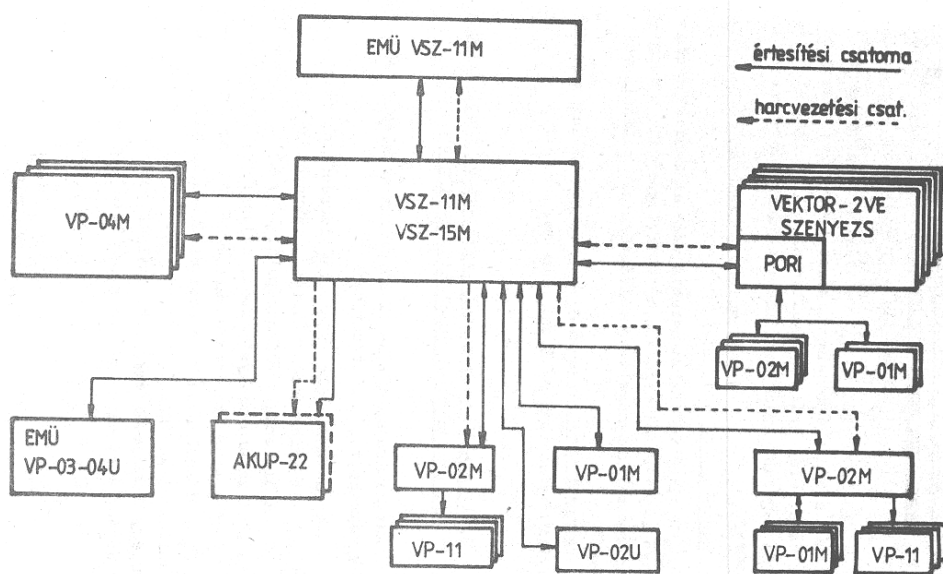
Dolgozatomban egy speciális kérdéskörnek, a honi légvédelmi vadászpülők automatizált rávezetésének a mélyebb kifejtésére teszek kísérletet. Ám előtte, hogy megértsük ennek a jellegzetes alrendszernek a működését, nem árt megismerni azt a környezetet, ahol ezeket az eszközöket működtették, használták. Konkrétan a hidegháborús években, hazánkban telepített légvédelmi rendszer érintőleges ismertetése következik.

A légvédelmi csapatok és eszközök harcának vezetéséhez–irányításához elsődleges fontosságú adatok, a légihelyzet információkról szóló jelentések. A célokról kapott adatok mellett alapvető, hogy a saját (illetve szövetséges) repülőgépek helyzetével is tisztában legyünk. A légvédelmi rendszerek kialakulásának hajnalától ezeket az információkat, a különböző szinteken lévő rádiótechnikai alegységektől viszonylag hosszú idő alatt tudták csak továbbítani az előljáró parancsnokságok felé. A rádiólokációs információkat élő szóban, vezetékes vagy vezeték nélküli híradó vonalakon küldték azokra a szintekre, ahol ezeket feldolgozták, összesítették. Ezeket az adatokat mindenképpen meg kellett jeleníteni vizuálisan, érzékelhető formában is, hiszen csak így lehet pontosan felmérni a légi helyzetet. A felület, amelyre az adatokat felvitték a tervtábla volt (anyaga üveg majd plexi volt), melyre a hírendszerből érkező légihelyzet–képet a kezelő állomány tükörrírással vitte föl. Kezdetben ez a módszer kielégítően működött, és még a számítógépek korában is egészen sokáig fennmaradt (hazánkban 1997–ig használták). Ám rövid idő elteltével világossá vált, hogy a katonai és polgári repülőgépek számának rohamos növekedésével ez a módszer nem tud lépést tartani. A „humán személyzet” elérte teljesítőképességének a határát. A másik probléma, amivel a hagyományos rendszer szembesült, az az időtényező volt. A rádiólokációs információk a felhasználókhöz jelentős késéssel jutottak el. A híradó rendszer bonyolultsága miatt egyes esetekben akár az 5–10 percet is elérte. Amennyiben beavatkozás vált szükségessé egy adott légi céllal kapcsolatban, még további időbe telt a parancsok eljuttatása az alárendelt egységekhez. A fejlesztés főiránya, mint már említettem, az automatizált vezetési és adattovábbító berendezések fejlesztésére irányult, amelyek jelentősen lerövidítették ezt a folyamatot, kezdetben néhány percre, másodpercre. Így a légvédelmi egységek, illetve magasabbegységek harcálláspontjain „kvázi” primer adatokkal dolgozhattak.³⁴

³³ Légvédelmi eszközök II. p181.

³⁴ Téczy: i.m. p4-5.

A SZU-ban kifejlesztett és gyártott automatizált vezetési és adattovábbító rendszer, – amely elterjedt az egész VSZ-en belül –, a VOZDUH (oroszul: levegő), elnevezést kapta. Elsőként a VOZDUH–1P majd az M (modernizált változat jelent meg). Hazánkban először a ’60-as évek közepén majd a ’70-es évek végén kerültek rendszeresítésre az alrendszerei. A VP–1U és M rendszer (így is emlegették a VOZDUH elnevezés helyett), a harcálláspontok, vezetési pontok automatizált vezetési eszközök, híreszközök és a harci váltások rendszere. A honi légvédelmi alegységek, egységek és magasabbegység harctevékenységeinek automatizált vezetésére szolgál. Lényege, hogy növelje a légvédelmi csapatok harci lehetőségeit. Ezt úgy éri el, hogy csökkenti az adatok átfutásának az idejét, növeli a vezetés hatékonyságát, időegység alatt több célról dolgoz fel információt, valamint csökkenti az időt, azzal szemben, mintha „humán személyzet” végezné az adott feladatokat. A légi helyzetről szóló információkat összegyűjti, feldolgozza, majd ábrázolja (nem minden alrendszer rendelkezik azonos harcászati–technikai képességekkel). Bizonyos esetekben képes megoldani a döntési feladatot a parancsnokok helyett, vagy legalább is lehetőségeket kínál nekik. Kiadja a harcfeladatokat az alárendelteknek, illetve veszi azok jelentéseit. Elosztja a célokat a légvédelmi alegységek között. Egyes komplexumok fegyverrendszerek irányítására is képesek.



2. ábra: A Vozduh-M rendszer elemei³⁵

Az egész VOZDUH rendszer a következő alrendszerekből épül fel: ASZPD–1 (információ továbbító és vevő berendezés), VK–1 „ARGON” (számítógép komplexum), AO–1 „XENON” (ábrázoló rendszer), APN–1 „KASZKÁD” (műszeres célravezető berendezés), ARL–1 „LAZUR” (automatizált rádióvonal), ASZ–1 „SZOSZNA” (hírrendszer).³⁶

Ezek az alrendszerek alkotják a továbbiakban ismertetésre kerülő komplexumokat. Ezek a következők: VP–01M, VP–02U/M, VP–03U/M, VP–04/M, VP–06M, VP–08, VP–11M, VP–15M, VSZ–11M, VSZ–12M, VSZ–15M.³⁷

³⁵ Forrás: VSZ–11M automatizált vezetési és adattovábbító komplexum (jegyzet): p6.

³⁶ Petényi: i.m. p7-10.

³⁷ Egységes jegyzet: p76-78.

A légvédelmi csapatok harcának kiinduló adatai, – mint már fentebb említettem – a rádiólokációs információk és a róluk tett jelentések. Az adatok útját végigkövetve lépésről-lépésre haladhatunk a légvédelmi csapatoknál telepített automatizált vezetési és adattovábbító rendszer egyes összetevőin.³⁸

A rádiótechnikai csapatok alapvető harcászati egysége a rádiótechnikai század, amely esetenként még tovább tagolható kisebb csapatokra, jellemzően rádiótechnikai őrsökre. Létezik egy altípusa, a kismagasságú célokra specializált rádiótechnikai század, ennek az automatizált vezetési és adattovábbító komplexuma a **VP-01M** volt. Rendeltetése, a légi célok követése, a rádiólokációs információk leszedése, feldolgozása és az előljáró vezetési pontokra, való továbbítás folyamatának automatizálása.³⁹ A komplexum összetevőit 2 URAL típusú gépkocsiban és 2 kéttengelyes utánfutóban helyezték el. Hozzákapcsolható egy időben kettő kis- és közepes magasságú távolságmérő és egy magasságmérő rádiólokátor. Az általuk közvetített légihelyzet információt 3 automatizált munkahelyen jelenítette meg, egy időben 12 cél adatainak automatizált leszedésére és továbbítására képes.⁴⁰

A fentebb említett rádiótechnikai századhoz futnak be az őrsöktől, illetve a kismagasságú célokat felderítő rádiótechnikai (későbbiekben: rt.) századtól érkező adatok és a **VP-02(U/M)** komplexummal kerülnek gyűjtésre, feldolgozásra és az előljáró parancsnokság felé továbbításra. Egy komplexumhoz maximálisan három, VP-01M-mel felszerelt, rt. század csatlakoztatható, továbbá közvetlenül kaphat adatokat 2-2 nagy hatótávolságú felderítő illetve magasságmérő rádiólokátortól.⁴¹ Ábrázolhatja a légi helyzetet, illetve az előljáró harcálláspontokról (későbbiekben H.) kapott parancsokat, információkat. Egy perc időtartam alatt, az alárendelt rt. egységektől kapott 15, a közvetlenül csatolt rádiólokátoroktól 16, ezen kívül az értesítési csatornán továbbított 62 cél adatait dolgozza fel. A koordinátákat 10 másodpercenként automatikusan továbbítja az rt. zászlóalj H.-ra vagy a vadászpilóta ezred H.-ra, vagy dandár automatizált harcálláspontokra.^{42 43}

A komplexum által automatizáltan továbbított adatok következő lehetséges állomása a honi vadászpilóta ezred és rt. zászlóalj közös harcálláspontjának részét képező **VP-04M** lett volna elméletben, látni fogjuk, hogy hazánkban ez kicsit másképp alakult.

Itt a légihelyzetre vonatkozó információk automatizált gyűjtése, feldolgozása, ábrázolása és értesítésre való kiadása; a honi vadászpilóta ezred harctevékenységének automatizált vezetése-irányítását történik. A komplexum további figyelemreméltó képességekkel rendelkezik és bonyolult harcfeladatok megoldását is lehetővé teszi:⁴⁴

- Egyidőben 60 db lokációs cél (40 db ellenséges és 20 db saját repülőgép, vagy kötelék) rádiólokációs adatainak vételét, feldolgozását és ábrázolását az automatizált munkahelyek indikátorain és elektronikus tablón.

³⁸ Természetesen a dolgozatban nincs lehetőség az összes VOZDUH komplexum bemutatására, csak azokkal foglalkozok amelyek a légvédelmi rendszer felépítése szempontjából elengedhetetlenek.

³⁹ Egységes jegyzet: p81.

⁴⁰ Szakutasítás a VP-01M-re: p8-9.

⁴¹ RT/113 Szakutasítás: p3-4.

⁴² Egységes jegyzet: p97.

⁴³ RT/113 Szakutasítás: p12.

⁴⁴ RT/118 Szakutasítás: p3-5.

- A honi vadászpilóta ezred harckészültségének helyzetére, harci lehetőségeire, a harctevékenység eredményeire vonatkozó jelentések és információk automatizált továbbítását az előjáró harcálláspontra, ábrázolását.
- Az előjáró harcálláspontról a honi vadászpilóta ezred részére kiadott harcfeladatok illetve az alárendelt vadászirányító pontoktól a harckészültségük helyzetére és a harctevékenységük eredményeire vonatkozó jelentések és információk automatikus vételét és ábrázolását.
- Az alárendelt vadászirányító pontok harctevékenységének automatizált irányítását, részükre harcfeladatok automatizált kiadását, az előzetes megfigyelői számítások automatizált végrehajtását. A VP–04M számítógépe a következő megoldható megfigyelői számításokat képes megoldani: felszállási idő meghatározása, kezdő repülési irányszög meghatározása, a magassággyűjtés programszáma, a távoli elfogási terepszakasz számítása, a legközelebbi elfogási terepszakasz számítása, az elfogási terepszakaszok kiemelése a légvédelmi rakéta csapatok megsemmisítési zónáiból, leszálló repülőterek meghatározása.⁴⁵
- A csatlakoztatható VP–11M komplexumokkal az ezred egyidőben elméletileg 34 vadászirányítást végezhet.
- VP–15M triangulációs berendezés alkalmazásával egy időben 10 aktív zavaró légi cél koordinátáit képes meghatározni.
- A komplexum működhet a honi légvédelmi hadosztály tartalék harcálláspontjaként is, ebben az esetben három honi vadászpilóta ezred harctevékenységét vezetheti automatizáltan, (ha azok is VP–04M komplexummal vannak felszerelve); öt honi légvédelmi rakéta ezred harctevékenységének vezetheti, (ha azok ASZURK–1ME automatizált vezetési komplexummal és VP–08M csatoló berendezésével vannak felszerelve)⁴⁶

A komplexum elemei 4 utánfutóban telepíthetők, de lehetőség van védett objektumokban való elhelyezésére is.⁴⁷

A VP–04M komplexum képességei ellenére nem került rendszeresítésre hazánkban, pénzügyi okokból. Tervek születtek a beszerzésére (elvileg a veszprémi „Sziklába” került volna) és még egy tisztekből álló csoportot is kiküldtek a SZU-ba, a Vlagyimir–i Központi Tisztképző Iskolába, hogy elvégezzék a szükséges tanfolyamot, ám végül megvételre nem került sor. A kint tanult tisztek, elismerően nyilatkoztak a komplexum képességeiről, szerettek rajta dolgozni. Az oktatás magas színvonalon folyt, mely közben több nagyszabású gyakorlatra is sor került. Ezekben szinte az összes hallgató részt vett, ki–ki a „saját” komplexumán dolgozva (Egy komplett épületet berendeztek a VOZDUH rendszer elemeivel). Igaz nem valós repülőgépekre dolgoztak, csak a számítógépek gyakorló programjai által generált céljelekre, mégis nagy sikerélményként élték meg az összetett feladatok megoldását.⁴⁸

⁴⁵ Egységes jegyzet: p110-113.

⁴⁶ RT/118 Szakutastás: p5-6.

⁴⁷ Egységes jegyzet: p.107.

⁴⁸ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

Mivel a VP-04M komplexum nem került hazánkban rendszeresítésre, ezért nem állt rendelkezésre, az elvileg a készletébe tartozó VP-15M komplexum sem, amely a zavarást alkalmazó légicélok koordinátáinak és sebesség-összetevőinek meghatározását végezte. Önállóan így nem volt képes dolgozni, a pelenginformációra (összesen max. 75) vonatkozó adatokat a VP-04M-től kapta. Igen, jelentős segítséget tudott nyújtani azzal, hogy egy időben 10 zavarforrás helyét volt képes meghatározni, kb. 2km-es pontossággal.⁴⁹

Mint fentebb említettem a VP-02M-től továbbított információk lehetséges iránya lehet a rt. zászlóalj harcálláspontja is, ennek az automatizált adattovábbító és vezetési rendszere a **PORI (5D91)** komplexum. Amely 5 rádiótechnikai század által szolgáltatott adatokat képes venni, feldolgozni, ábrázolni és továbbítani, vagy a légvédelmi rakétadandár vagy a hadosztály harcálláspontjára vagy egy szomszédos PORI komplexumra. Továbbá az alárendelt századoknak továbbít információt olyan célokról, amelyeket azok még nem derítettek fel. A komplexum számítógépe képes: koordináta átszámításra, mozgásparaméter számításra, célútvonal korrekcióra, illetve az alárendelt századok automatikus tehermentesítésére (célelosztás). Hatvan célról képes adatokat feldolgozni, ebből 40-et a PORI követ, (max. 6 zavaró cél lehet) 1200 km távolságig, 40 km magasságig és 4000 km/h célsebességig.⁵⁰

A PORI komplexumokkal felszerelt rt. zászlóaljtól, illetve a VP-04M-mel rendelkező honi vadászpilóta ezred H.-ról az információkat még továbbíthatják honi légvédelmi egységek, illetve magasabbegységek harcálláspontjára, amennyiben a vadászpilóta csapatok részéről beavatkozás nem történt illetve, a légi céllal kapcsolatos döntés várta magára.

1980-tól volt adott a lehetőség a **VEKTOR-2VE (5N35E)** automatizált vezetési rendszerrel felszerelt honi légvédelmi rakétadandár harcálláspontjára továbbítani az adatokat (Érd, 20-as védett harcálláspont). A rendszer alapvető rendeltetése, információk automatizált összegyűjtése, feldolgozása, továbbítása (kiadása) és a légvédelmi rakétadandár (ezred) tűzének vezetése, valamint az elfogó vadászpilótáknak műszeres rávezetése az ellenséges légi célokra a légvédelmi rakétadandár automatizált harcálláspontjával együtt települt vadászirányító pontról.⁵¹ A rendszer fő része az automatizált harcálláspont, ahol egy időben 40 légi cél adatainak vétele, feldolgozása zajlott. Innen irányították a dandár alárendeltségébe tartozó 14 légvédelmi rakétaosztály (Volhov, Nyeva, Vega) harctevékenységet, továbbá 6 elfogó-vadászpilótát irányítottak automatizáltan célra.⁵² Hazánkban mind a Vektor, mind a Szenyezs automatizált vezetési rendszer (AVR) fontos részét képezte a PORI rendszer, mint a rádiólokációs információkat feldolgozó központ.

A Vektor továbbfejlesztett változata a **SZENYEZS-ME (5SZ99ME)** 1988-ban került rendszeresítésre, a Szarvaspusztai 50-es védett harcállásponton. Ennek az AVR-nek a feladata ugyanaz volt, mint elődjének, viszont képességei gyarapodtak. Köszönhetően a számítógépének, melynek harci programja alapján történt a légvédelmi rakétaosztályok

⁴⁹ Petényi: i.m. p.25.

⁵⁰ Egységes jegyzet, p.128-130.

⁵¹ Szakutatis a VEKTOR-2VE rendszerre: p.4.

⁵² Honi légvédelmi vezetési rendszerek: p39.

harcának irányítása illetve az elfogóvadászok célravezetése.⁵³ A H. berendezései lehetővé teszik az információk automatizált forrástól való vételét és a vett információ feldolgozását maximum 50 egyes és csoportos légi objektumról (többek között aktív zavarokról a számozott pelengék feldolgozását). A dandár állományában 17 légvédelmi rakétaosztály tartozhatott (Sz-75, Sz-125, Sz-200, Sz-300), ezek összesen 24 tűzcsatornával rendelkezettek. Három repülőtéren települt, vagy 6 őrző- és vadászrepülőterbe kivezetett vadászrepülőket vezethettek automatizáltan célra 6 csatornán (mindegyikre 3 elfogóvadász). A vadászok típusai: MIG-21M (MF, PF, PFM, BISZ), MIG-23M (MF, ML, MLA), MIG-25P (PD, PDSz).⁵⁴

Hazánkban a honi légvédelmi rendszer legfelsőbb harcászati szintjén a **VSZ-11M** automatizált vezetési és adattovábbító rendszerrel felszerelt honi légvédelmi hadosztály (hadtest), illetve a rádiótechnikai dandár állt. A harcállásponton telepített rendszert speciálisan a légvédelmi magasabbegységek számára fejlesztették ki. Az automatizáltan továbbított rádiólokációs információknak „elvileg” ez a komplexum jelentette a végpontját. Innen hajtották végre az alárendeltségébe tartozó légvédelmi rakéta, vadászrepülő, rádiótechnikai, rádiófelderítő-zavaró magasabbegységek, egységek és alegységek harctevékenységének centralizált-automatizált vezetését.⁵⁵ A rendszer a különböző VOZDUH összetevők komplex egységét alkotta. A számítógépek algoritmusai által megjelenített információkat és kidolgozott utasításokat az automatizált munkahelyek indikátorain és elektronikus táblán/tervtábláin jelenítették meg. Biztosította egyidőben 60 db lokációs cél adatainak feldolgozását a következő megosztásban: 40 db idegen állami hovatartozású lokációs cél, vagy célcsoport; 20 db saját állami hovatartozású lokációs cél, vagy célcsoport. Képes volt összesen:

- három vadászrepülő ezred harctevékenységének automatizált vezetésére, amelyek VP-04M vagy RUBEZS-PORI komplexummal vannak felszerelve;
- öt légvédelmi rakétadandár, ezred harctevékenységének automatizált vezetésére, amelyek ASZURK-1ME-VP-08M, VEKTOR-2VE-PORI, SZENYEZS-PORI, SZENYEZS-ME-PORI komplexummal vannak felszerelve;
- hat vadászirányító pont harctevékenységének automatizált vezetésére, amelyek VP-11 automatizált műszeres vadászravezető komplexummal vannak felszerelve, és együtt vannak telepítve VP-02M automatizált vezetési és adattovábbító komplexummal felszerelt rádiótechnikai alegységgel, vagy VEKTOR-2VE, SZENYEZS, SZENYEZS-ME automatizált vezetési komplexum készletébe tartoznak;
- egy rádiófelderítő-zavaró zászlóalj harctevékenységének automatizált vezetésére, amelyik AKUP-22 automatizált vezetési és adattovábbító komplexummal van felszerelve.

Ennél a komplexumnál is megvolt a lehetőség az aktív zavarást létesítő célok felderítésének, a másodlagos rádiólokációs információkból a VSZ-15M komplexum, pelengálással határozta meg ezen célok koordinátáit, nagyon hasonlóan a VP-15M-hez.⁵⁶

⁵³ Honi légvédelmi vezetési rendszerek: p11.

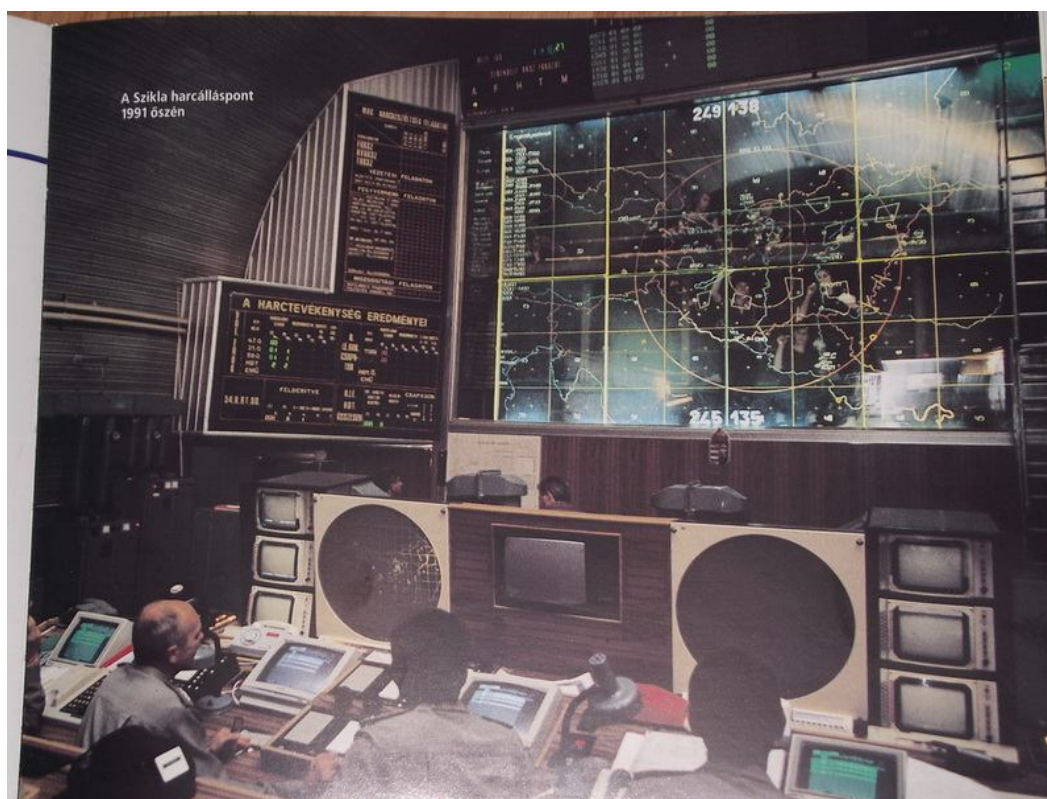
⁵⁴ Honi légvédelmi vezetési rendszerek: p14-16.

⁵⁵ VSZ-11M jegyzet: p5-6.

⁵⁶ Egységes jegyzet: p78.

Az előző komplexum tárgyalásával elérkeztünk a hazánkban telepített légvédelmi rendszer végső összetevőjéhez, ami harcászati szinten biztosította a csapatok vezetését.

Amikor a légihelyzet információk elértek a VSZ-11M-mel felszerelt harcálláspontra, – ha előbb még nem – ott megtörtént a légi célokkal kapcsolatos döntések meghozatala, majd a parancsok automatizált (vagy hagyományos) eljuttatása az alárendelt egységek felé. A konkrét fegyverrendszerek irányítása azonban nem történt meg ezen a szinten, mert bár légihelyzet információk késési ideje jelentősen csökkent a VOZDUH-1M rendszer alkalmazásával, de a pontosságban ez sem adott jelentős mértékű áttörést. Az információáramlás „visszafelé” tartó útja, ugyanazokat az állomásokat érintette, mint a fentebb tárgyaltaknál. Tehát, a légvédelmi hadtesttől (hadosztálytól) a dandárokon/ezredekén keresztül a rádiótechnikai századokig, vagy a rakétaosztályokig juthattak el a harcvezetési parancsok. Ezekről a helyekről történt meg a légvédelmi fegyverrendszerek irányítása, hiszen itt már elsődleges radaradatokról dolgozhattak.



3. ábra: A VSZ-11M rendszerrel felszerelt veszprémi harcálláspont⁵⁷

A dolgozatom további részében az elfogó–vadászpilóták automatizált „műszeres” rávezetésével kívánok részletesebben foglalkozni, előzetesen viszont érdemes tisztázni azokat a fogalmakat illetve harcászati elveket, amelyek mentén megvalósul a légi célok elfogása.

⁵⁷ Kép forrása: Internet.

3. A LÉGI CÉLOK ELFOGÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS HARCÁSZATI ALAPJAI

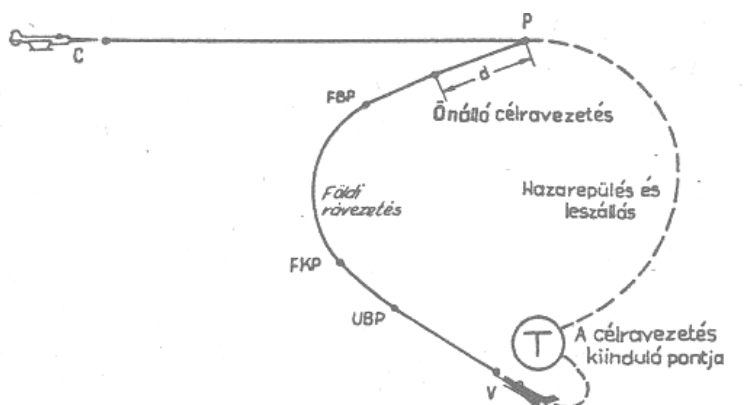
A honi vadászpilóták feladata: Az ellenséges repülőgépek és pilótanélküli légi támadó eszközök, elsősorban bombázórepülőgépek (rakétahordozók), valamint vadászbombázók és szárnyasrakéták (manőverező robotrepülőgépek) megsemmisítése, elsősorban az oltalmazott csapatokhoz, valamint a front mögötti és az ország területén lévő objektumokhoz vezető távoli megközelítési útvonalakon.⁵⁸

A vadászpilóta csapatok vezetése-irányítása: A honi vadászpilóta csapatoknál célravezetés alatt egy tevékenységsort értünk, amely a légi cél felderítésével veszi kezdetét és tart a légi cél repülőgépvezető által történő felderítéséig; az irányítás pedig a célravezetés tényleges megvalósítása, a vadászirányító-megfigyelő munkafolyamata, híradó eszközökön történő parancsok, tájékoztató adatok eljuttatása a repülőgépvezetők számára a célravezetés és elfogás, végső soron a harc feladat sikeres végrehajtása érdekében.⁵⁹

Az elfogás fogalma: A légi célok elfogása a vadászpilóta csapatok olyan irányú tevékenysége, amely a légi célokkal való harcérintkezés felvételéből és ezt követően azok megsemmisítéséből áll.

A légi cél elfogása akkor tekinthető végrehajtottnak, ha a vadászpilóták a légiharc (támadás) közben megsemmisítették a célt vagy arra kényszerítették az ellenséget, hogy lemondjon harc feladatának végrehajtásáról.⁶⁰

A rávezetés fogalma: A vadászpilóták légi célokra történő rávezetése a vadászpilóta csapatok irányításának szerves része. Lényege, hogy a vadászpilótákat olyan helyzetbe vezessék rá a légi célokra, amely biztosítja a cél felderítését és hatásos támadásának végrehajtását (a légiharc harcászati előnyös feltételek mellett való megvívását).



4. ábra: A célravezetés szakaszai⁶¹

⁵⁸ Harcászati-megfigyelői számítások: p5.

⁵⁹ Célravezetés különböző harcászati viszonyok között: p3-4.

⁶⁰ RE/227 Szakutatisítás: p5-7.

⁶¹ Re/657 Szakutatisítás: p8.

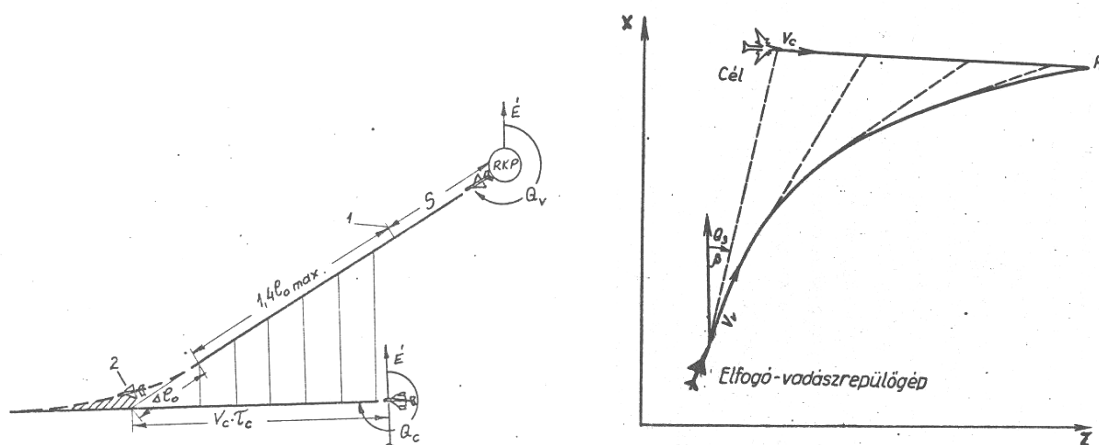
A rávezetés jellemzői: A rávezetés végcélja olyan helyzet megteremtése, amely a vadászpilóta részére biztosítja a cél felderítését és hatásos támadásának azonnali végrehajtását (a légi harc megkezdése harcászati előnyös feltételek mellett). A támadást váratlanul kell végrehajtani, ezért a vadászpilótáknak optimális megközelítési sebességgel kell elérniük a hatásos tüzelési távolságot, gyorsan és pontosan kell felderíteniük a célt, megsemmisítését lehetőleg az első támadással be kell fejezniük.⁶²

A rávezetést a harcálláspontok, és rávezetési pontok személyzete végzi, műszaki irányító és rávezető eszközökkel: földi (gyakran repülőgépre telepített) rádiólokátor állomások, fedélzeti rádiólokátor állomások, rádió és vezetékes hírszerek, automatizált értesítő és rávezető berendezések, számítástechnikai eszközök stb.

A légicélra való rávezetés akkor tekinthető végrehajottnak, ha a vadászpilóta olyan helyzetbe kerülnek, amely biztosítja a cél felderítését és a hatásos támadás azonnali végrehajtását (a légi harc megkezdését harcászati előnyös feltételek mellett).⁶³

A vadászpilóták célrávezetését különböző módszerekkel lehet megvalósítani, amelyek közül alapvetők a következők:

- megközelítés manőverrel (forduló);
- megközelítés üldözéssel;
- megközelítés „elfogás” módszerrel: párhuzamos megközelítés illetve egyenes megközelítés;
- megközelítés hárompontos módszerrel (rávezetés sugar alapján).

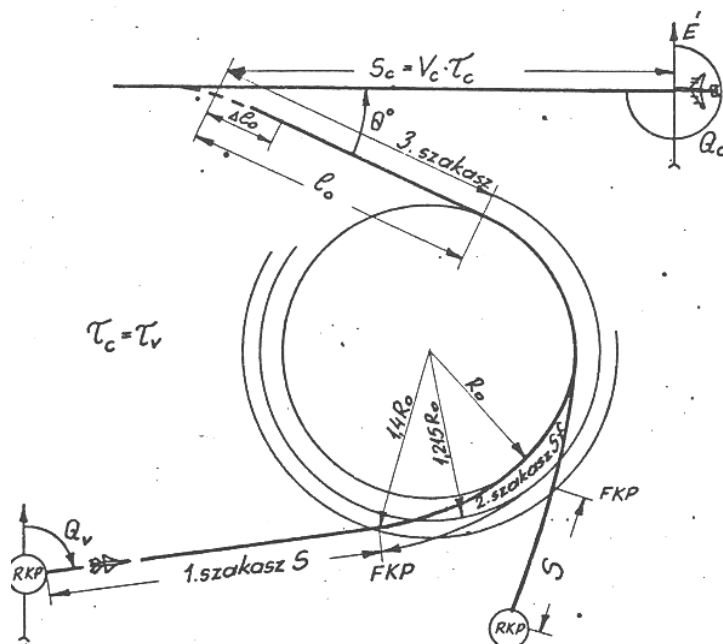


5. ábra: Az elfogás és az üldözés célrávezetési módszerek⁶⁴

⁶² RE/227 Szakutasítás: p14.

⁶³ RE/227 Szakutasítás: p8-10.

⁶⁴ RE/657 Szakutasítás: p65.



6. ábra: „Manőver” A leggyakrabban alkalmazott célravezetési módszer⁶⁵

A felsorolt öt célravezetési módszer egymástól csak a mozgás törvényszerűségeiben különbözik, vagyis a vadászpilóta repülési mozgásának meghatározott jellegében és repülési irányának meghatározási módszerében. Más szóval, a célravezetés módszerei a légi célra vezetett vadászpilóta irányának meghatározásában különböznek egymástól. Ugyancsak a célravezetés módszere szabja meg a szükséges számítások elvégzésének sorrendjét és azok tartalmát. Valamint ettől függ, hogy a repülőgépvezető milyen helyzetbe kerül az elfogási repülés első szakaszának végén, vagyis az önálló megközelítésre való áttérés pillanatában.⁶⁶

Az elfogás biztosítása: A légi céllal való harcérintkezés felvétele nem minden esetben biztosítja a cél megsemmisítésének lehetőségét, még mielőtt az eléri a védendő objektumokat/csapatokat, mivel a vadászpilótáknak meghatározott időre van szükségük a légiharc megvívásához. Ezen kívül a légi ellenség (légi cél) megsemmisítéséhez, a vadászpilótáknak előnyben kell lenniük a repülési sebesség és magasságban, a támadások irányának megválasztása tekintetében, ha pedig ezek a feltételek egyenlők, akkor bizonyos számú mennyiségi fölényben kell lenniük.

Az idő, döntő szerepet játszik az irányítás megtervezésében és végrehajtásában. A harctevékenység irányítása folyamán az elhatározásokat gyorsan kell meghozni, a légi helyzetre vonatkozó utolsó adatok alapos elemzése alapján és a lehető legrövidebb idő alatt kell azokat eljuttatni a végrehajtókhoz.

Az elfogási repülés üzemmódját, a cél helyzetére és repülési üzemmódjára vonatkozó tájékoztatást a gépszemélyzet a harcállásponttól is kaphatja a földi rádiólokátor állomások és más felderítő eszközök adatai alapján, vagy a vadászpilóta fedélzeti rádiólokátorának indikátora segítségével.

⁶⁵ RE/657 Szakutatisítás: p87.

⁶⁶ RE/657 Szakutatisítás: p9-10.

Ennek megfelelően a vadászpülőgépek légi célokkal való harcérntkezésbe lépésének biztosítása terén két szakaszt különböztetünk meg:

- a földi felderítő (illetve légi harcálláspont) és irányító eszközök segítségével történő rávezetést;
- a cél felkutatását és megközelítését a fedélzeti felderítő és irányító eszközök segítségével (önálló célkutatás).⁶⁷

A fedélzeti rádiólokátorok, és egyéb eszközök hatásos működési távolságának növelésével a földről történő célrávezetési szakasza egyre inkább csökken (rövidebb lesz). A célrávezető megfigyelő munkája ennek ellenére nem lesz kevesebb, mivel neki állandó készenlétben kell lennie, hogy szükség esetén segítséget tudjon nyújtani a vadászpülőgép vezetőnek az önálló megközelítési szakaszán is, egészen a támadásból való kiválási parancs kiadásáig és a leszállási repülőtér körzetében történő hazavezetéséig.⁶⁸

Az elfogási feladat tartalma: A légi cél elfogásának pontja az a pont, ahol a vadászpülőgépek tartózkodnak abban a pillanatban, amikor a céllal harcérntkezésbe kerülnek (a támadás megkezdésének pillanatában). A repülési üzemmód a következőket foglalja magába: a repülés irányászögét, a sebességet és magasságot, az irányított forduló bedöntését és a függőleges sebességet. Az elfogó vadászpülőgépek légi célokra történő rávezetése folyamán az elfogási feladat különböző feltételek mellett kerül megoldásra:

- első esetben a feltételt, a vadászpülőgépek és a cél kölcsönös helyzete, azok repülési üzemmódjai adják meg és a megoldás eredménye az elfogási pont lesz;
- második esetben megadják az elfogási pont helyét, valamint a vadászpülőgépek és a cél kölcsönös helyzetét és a megoldás eredménye a vadászpülőgépek repülési üzemmódja lesz, amely a légi cél megadott pontban történő elfogásával végződik;
- harmadik esetben megadják az elfogás pont helyét, a vadászpülőgépek és a légi cél repülési üzemmódját és a megoldás eredménye a cél, valamint a vadászpülőgépek kölcsönös helyzete lesz; amely biztosítja az elfogást a megadott pontban.⁶⁹

Az elfogási feladat repülőtéri készségből: Az elfogási feladat megoldását a vadászpülőgépek találkozással és utoléréssel történő repülése esetén repülőtéri készségből megnehezíti az, hogy ebben az esetben egy egész sor tényezőt kell figyelembe venni (a vadászpülőgépek megfelelő harckészségből történő felszállásának idejét, a felszállás, gyülekezés és a megadott magasságra történő felemelkedés idejét). Valamint azt, hogy a vadászpülőgépek sebessége ebben az esetben nem állandó, mivel az út egy részét emelkedési, másikat pedig vízszintes repülési üzemmódon teszik meg.⁷⁰ A vadászpülőgépeknek a repülőtéri készségből történő célrávezetése csak akkor lehet sikeres, ha a földi lokátorállomások a légi célokat elég nagy távolságon derítik fel, a felszállási parancsot időben hozzák meg, és ha a vadászpülőgépek a szükséges magasságra való felemelkedését a legoptimálisabb üzemmódon hajtják végre.

⁶⁷ RE/227 Szakutasítás: p9.

⁶⁸ RE/657 Szakutasítás: p7.

⁶⁹ RE/227 Szakutasítás: p29.

⁷⁰ RE/227 Szakutasítás: p41-42.

Az elfogási őrjáratozásból: A földi csapatok és objektumok megbízható oltalmazása –a légi célok ellen– csak őrjáratozásból történő elfogással biztosítható. Lényege, hogy a vadászrepülő kötelékek egy előre meghatározott őrjáratozási légterben várják a harcbevétési parancsokat. Ezt a területet a várható fenyegetés irányának és jellegének megfelelően alakítják ki. Ez a legmegbízhatóbb módszer, azonban sok erő és eszközráfordítást igényel. Éppen ezért csak akkor alkalmazzák, ha a repülőtéri készségből történő elfogás nem biztosítja a légi célok időbeni megsemmisítését.⁷¹

Az elfogási feladat megoldása a cél hátsó légterébe történő repüléssel (manőver vagy forduló módszer): A manőver módszer lényege abban rejlik, hogy a vadászrepülőgépet a földről kapott parancsok alapján a forduló kezdőpontjába vezetik, majd a továbbiakban harcászatiilag olyan előnyös helyzetet foglaltatnak el vele, amely biztosítja a légi cél felderítését és a hátsó légteréből történő támadását. Ez a legelterjedtebb légi célravezetési módszer, mivel e módszernél a vadászrepülőgépek kivezetése a cél hátsó légterébe történik, ahonnan a legelőnyösebb a támadás végrehajtása.

A hagyományos gépágyú fegyverzettel illetve kevésbé fejlett rakétákkal ellátott vadászrepülőgépek esetében a támadást legkedvezőbb a cél hátsó légteréből végrehajtani. Az elfogást azonban legtöbb esetben találkozó vagy találkozó–keresztelő irányszögeken kell végrehajtani, ezért a rávezetés folyamán biztosítani kell a vadászrepülőgépeknek a cél hátsó légterébe való repülését. Ezért az elfogásnál figyelembe kell venni a cél hátsó légterébe való repüléshez szükséges manőver végrehajtását.

A forduló, a manőver célravezetési módszer legfelelősségteljesebb szakasza. A forduló kezdőpillanatának megállapításánál elkövetett hiba, még abban az esetben is, ha az csak tized másodperceket tesz ki, oda vezethet, hogy a vadászrepülőgép vagy a cél elé kerül vagy nagyobb távolságra, mint tervezett a cél mögé, ez a tény viszont a célravezetés nagyarányú pontatlanságát eredményezi, ami a cél támadásának a megghiúsulásához vezethet. A forduló szakaszon a forduló ívének a változtatásával ki lehet javítani a célravezető megfigyelő vagy a repülőgépvezető által az egyenes szakaszon vagy a forduló kezdetén elkövetett hibát.⁷²

Az elfogási feladat megoldása üldözéssel: A cél, üldözéssel történő megközelítéskor az elfogó vadászrepülőgép állandóan azt az irányt tartja, ahol a cél az adott pillanatban tartózkodik. Ebben az esetben a cél irányszöge állandó (nulla), a vadászrepülőgépek irányszöge, pedig állandóan változik. Ezzel az eljárással történő megközelítéskor a vadászrepülőgépek egy görbe vonalon fognak haladni, amelyet üldözési görbének nevezünk.

A cél keresztelő és megegyező–keresztelő irányszögeken történő megközelítése nagyon gyakran azzal végződik, hogy a vadászrepülőgépek áttérnek üldözésre. Az üldözési görbe jól kapcsolódik a támadási és célzási görbéhez, és megfelelően biztosítja a cél figyelését a fedélzeti rádiólokátor állomás ernyőjén. Egyes esetekben az üldözéssel történő megközelítés

⁷¹ RE/657 Szakutasítás: p4.

⁷² RE/657 Szakutasítás: p155-156.

biztosítja a vadászpülőgépek rávezetését a cél hátsó légterébe kis rákúzzsal találkozó–keresztelő irányzógekről.

A cél hátsó légterébe való kirepülést az üldözési görbén csak akkor alkalmazzuk, ha a vadászpülőgépek sebessége nagyobb a cél sebességénél és a vadászpülőgépek vízszintes manőverezőképessége ezt biztosítja. Figyelembe kell venni, hogy az üldözéssel történő megközelítéskor a találkozóhoz közeli irányzógeken az üldözési görbe hajlása először jelentéktelenül kicsi, majd a célhoz való közeledés arányában hirtelen növekszik, ennek mértékében a vadászpülőgépeknek a helyesbítő fordulokat megfelelő bedöntésekkel kell végrehajtani.⁷³

Az üldözés módszer azonban nem biztosítja az elfogás végrehajtását a megadott terepszakaszon, és a szükséges találkozósi szög alatt (rákúzzsal), mivel ehhez ismerni kellené a cél mozgási paramétereit. Ezen kívül a rávezetés folyamán a bedöntés állandóan változik és a rávezetés utolsó szakaszában a szükséges bedöntés, a cél és a vadászpülőgép helyzetétől függően meghaladhatja a maximálisan megengedett értéket. A többi módszerhez viszonyítva az üldözés” módszer alkalmazása esetén növekszik a vadászpülőgép által megtett út és a repülés ideje. Ezért az üldözést általában a rávezetés kezdetén alkalmazzák, amikor csak a célkoordináták vannak meghatározva és a céltávolság nagy. Alkalmazható még a rávezetés végén, megegyező–keresztelő irányzógeken történő találkozásakor, amikor az üldözési irányzóg a legstabilabb, ami megkönnyíti a célkutatót és biztosítja a vadászpülőgép egyenletes áttérését az álcázás végrehajtására.

Az „elfogás” módszerrel történő rávezetés: Az elfogás ilyen módszerrel történő végrehajtásakor a vadászpülőgép egyenes pályán mozog az előretartási találkozósi pontba, amelynek kiszámításához a cél és a vadászpülőgép koordinátáin kívül a harcálláspont megfigyelőnek ismernie kell a cél irányzógét és sebességét, valamint a vadászpülőgép sebességét. Az „elfogás” módszer a vadászpülőgép számított sebessége esetén minimális idő alatt biztosítja a rávezetést a számított terepszakaszon. Ez a módszer azonban nem teszi lehetővé a vadászpülőgép rávezetését a szükséges találkozósi szög alatt. Nagy szögek alatt végrehajtott rávezetés esetén, kiegészítő manőver végrehajtása szükséges. Ilyen esetben a szükséges bedöntés meghaladhatja a maximálisan megengedett értéket, ami nem biztosítja a vadászpülőgép rákétaindítási zónába történő bejutását. Ezért az „elfogás” módszert ugyanúgy, mint az „üldözés” módszert nagy céltávolság esetén a rávezetés első szakaszában, a vadászpülőgépnek a cél körzetébe történő kivezetésére alkalmazzák,⁷⁴

Az elfogás előzetes megfigyelői számításai: Előzetes megfigyelői számításokat kell végrehajtani egyrészt a harctevékenységre való felkészülés időszakában, másrészt a harctevékenység folyamán (amikor a légi célra vonatkozó első adatok beérkeznek a harcálláspontra). Az előzetes megfigyelői számítások rendeltetése azon szükséges kiinduló adatok biztosítása, amelyek a parancsnok számára az egyes légi célok elfogására vonatkozó elhatározás meghozatalát elősegítik.⁷⁵

⁷³ RE/227 Szakutatósítás: p86-88.

⁷⁴ RE/348 Szakutatósítás: p12-15.

⁷⁵ RE/227 Szakutatósítás: p90.

Az elfogással kapcsolatos előzetes megfigyelői számítások képezik az elfogási feladat megoldásának alapjait. Az előzetes megfigyelői számítások eredményeképpen értékelhető az elfogási repülés jellege és ez alapján számítható ki az elfogás terepszakasza, a cél és a vadászrepülőgépek kölcsönös helyzetének és azok repülési üzemmódjának figyelembevételével. A számítások elvégzésekor a cél repülési üzemmódja nem vehető állandónak, ezért a gyakorlati számításokat nem elegendő csak egy elfogási terepszakaszra meghatározni. A várható légi célok jellegének figyelembevételével különböző üzemmódon történő repülésekre előre ki kell számítani az elfogási terepszakaszokat, vagyis az előzetes megfigyelői számítás végrehajtása során nem egy, hanem számos elfogási pontot (elfogási vonalat vagy terepszakaszt) kell meghatározni. Ennek megfelelően a vadászrepülőgépek részére nemcsak egy, hanem különböző lehetséges helyzet alapján kell meghatározni a riasztási vonalat, illetve az elfogási terepszakaszt.

A vadászrepülőgépek rávezetése légi célokra a sztratoszférában (gyakorlati, harci és dinamikus csúcsmagasságon): A repülőgép gyakorlati csúcsmagasságához közeli magasságokon, a sztratoszférában végrehajtott repülés során sajátságosan megváltozik a repülőgépvezetési technika, a légi tájékozódás, a hajtóművek és berendezések üzemeltetése és a hajózó állomány fiziológiai munkaviszonya. Ezeket a sajátosságokat, valamint a rávezetés rádiólokációs biztosításának sajátosságait gondosan számításba kell venni a légi célok sztratoszférában történő elfogásának megszervezésekor és végrehajtásakor.

A légi célok sztratoszférában történő elfogásának legfőbb problémái:

- A gyakorlati csúcsmagasság közelében való repüléskor lecsökken a vadászrepülőgépek sebességi tartománya és manőverezési lehetősége, ami megnehezíti a vadászrepülőgépek rávezetését és manőverezését légiharc közben;
- nagy a légi célok repülési sebessége, néhány repülőgép típusnak huzamos idő szükséges az emelkedéshez, ebből pedig az következik, hogy lényegesen ki kell tolni a légi célok felderítési terepszakaszát.

A sugárhajtóművel felszerelt repülőgép **gyakorlati csúcsmagasságának** általában azt a magasságot nevezzük, ahol a maximális függőleges sebesség (emelkedés) már nem haladja meg a 2—3 m/mp-et. A vadászrepülőgép a gyakorlati csúcsmagasságon nem képes bizonyos manővereket végrehajtani, következésképpen harctevékenységet csak ennél kisebb magasságokon tud folytatni. Ezért vált szükségessé a harci csúcsmagasság fogalma. Az elfogó vadászrepülőgépek (kötelék) **harci csúcsmagasságának** azt a legnagyobb repülési magasságot nevezzük, amelyen végre lehet hajtani a cél elfogását és a légiharcot. (A harci csúcsmagasságot általában az a magasság határozza meg, amelyen a vadászrepülőgép a hajtómű maximális tolóerejének felhasználása mellett 15—20°-os bedöntésű manővert és a légi cél elleni támadást végre tudja hajtani magasság- és sebességvesztés nélkül).

A cél elleni támadást a harci csúcsmagasságnál nagyobb magasságokon is végre lehet hajtani, ha a vadászrepülőgépet a légi célhoz viszonyítva olyan helyzetbe vezetjük, amely biztosítja a cél megközelítését és célzott tüzelés végrehajtását jelentősebb helyesbítő forduló végrehajtása nélkül. A vadászrepülőgépek emelkedőképességének és magasságának teljes jellemzése céljából használjuk a **dinamikus csúcsmagasság** fogalmát is. A repülőgép

dinamikus csúcsmagassága az a maximális repülési magasság, amelyre a repülőgép nem állandósult függőleges manőver (ugrás) végrehajtásával képes felemelkedni. A gyakorlati csúcsmagasságnál nagyobb magasságok elérése céljából ugrást kell végrehajtani, amelyhez a kiinduló helyzetet a gyakorlati csúcsmagasságnál kisebb magasságon kell elfoglalni olyan sebesség mellett, amely megközelíti az erre a magasságra megállapított maximális sebességet.⁷⁶

A vadászipülőgépek rávezetése kis magasságon repülő célokra: A vadászipülőgépek harctevékenységének és harctevékenységük biztosításának sajátosságait alacsonyan repülő légi célok elfogása esetén a következők jellemzik:

- kis magasságokon lecsökken a sugárhajtású repülőgépek repülési távolsága és időtartama;
- nehéz a légi ellenség felkutatása, különösen éjjel és bonyolult időjárási viszonyok között;
- a kismagasságokon tevékenykedő légi célok felderítő és rávezető rádiólokátor állomásokkal való felderítési távolsága lecsökken.

A vadászipülőgépek kismagasságokon folytatott tevékenysége esetén a repülési távolság és időtartam megnövelése érdekében célszerű közepes magasságon kirepülni az elfogási terepszakaszra és csak a harctevékenység körzetében lesülyedni. A leszálló repülőterre való visszatérést ugyancsak célszerű nagymagasságon végrehajtani, mert ez biztosítja a leszállást úgy a saját repülőtéren, mint más, együttműködő repülőtéren.

Kismagasságokon nehéz a célkutatás, melynek oka egyrészt az, hogy jelentősen lecsökken az a szektor, amelyen belül a repülőgépvezető fel tudja kutatni a légi ellenséget, másrészt lecsökken egyik vagy másik légtér rész folyamatos figyelésének ideje, mivel a repülőgépvezetőnek a légi ellenség keresése mellett figyelemmel kell kísérnie saját repülőgépének helyzetét és tájékozódnia is kell. Kismagasságon a közeli földfelület és annak háttere kedvező álcázási feltételeket biztosít az ellenség számára, így a látás utáni célfelderítés távolsága jelentősen lecsökken.⁷⁷ A legnagyobb problémát évtizedekig mégis az jelentette, hogy a fedélzeti rádiólokátorok aló működési határa viszonylag magas volt (kb. 800–1000 méter). Ez azt jelentette, hogy a repülőgépvezető az ennél alacsonyabban repülő cél jelét képtelen volt kiválasztani az indikátoron a földfelszínről érkező zavarok miatt. Ezek a zavarok a domborzat magassági változásával és átszegedtségével egyenes arányban növekedtek, számos esetben lehetetlenné téve a rádiólokációs célkutatást. A '70-es években a fejlesztések egyik fontos iránya volt olyan radarok kifejlesztése, amelyek földhátterben is eredményesen tudták a célokat felderíteni.

A fejezet további részében sort kerítünk a katonai repülésirányítás alapvető struktúrájának a bemutatására az '50-es évektől az automatizált vezetési és adattovábbító rendszerek megjelenéséig. Úgy gondolom ezen előzmények rövid tárgyalására mindenképpen

⁷⁶ RE/227 Szakutastás: p169-171.

⁷⁷ RE/227 Szakutastás: p208-209.

szükséges, hiszen csak ezek ismeretében tudjuk átlátni az automatizált rávezetési komplexumokkal végrehajtott harci munka sajátosságait.⁷⁸

A katonai repülésirányítás az 50-es évek közepétől egyre bonyolultabbá vált, egyrészt az eszközrendszer fejlődése, a technikai eszközök tökéletesedése, a repülőgépek sebességhatárainak emelkedése miatt. Másrészt a repülőgépek fedélzeti tűzrendszerének bonyolultabbá válása, továbbá a repülések rádiólokációs ellenőrzése, a légtér radarfelderítésének kiszélesedése következtében. Ezekhez párosult még a szovjetektől átvett és alkalmazott „harceljárás”, amelyet a fedélzeti tűzrendszer is determinált, ez a gyakorlatban azt jelentette, hogy az ellenséget a hátsó fél-légtérből, „forduló” módszer alkalmazásával vezették célra.

A honi légvédelem egységes vezetése érdekében létrehozásra került a „rádiótechnikai rendszer”, amely először úgynevezett „kiszegítő ezredőrsök” alkotta ezredékből állt. A kiszegítő ezredőrsök alárendeltségében 4–5 rádiótechnikai század volt, amelyek a határ–menti körzetben települtek és ezek a századok, rendelkeztek méteres, deciméteres és centiméteres hullámhosszúságon üzemelő radarokkal.

Kezdetben P–1, P–3, P–12, P–15 típusokkal. A 1960–ig ellátták a repülőezredeket P–30-as cm-es radarral. Létrejötték a „rádiótechnikai őrsök” majd a rádiótechnikai századok, ahol a legkülönbözőbb rendeltetésű radarok, rádió–lokátorok üzemeltek folyamatosan, meghatározott „grafikon” szerint 24 órán keresztül. Az ilyen szolgálat ellátásának és a radarinformációknak a repülők számára biztosítandó folyamatossága érdekében létrehozták a honi vadászipülő ezred harcálláspontja közvetlen szomszédságában a rádiótechnikai harcálláspontokat, amelyet „kiszegítő ezredőrsnek” neveztek és feladata az volt, hogy az alárendeltségen lévő 4–5 rt.sz.d. munkáját koordinálja, irányítsa, és folyamatosan adja híradó–berendezéseken keresztül a légihelyzet jelentéseket a repülők és a légvédelmi magasabbegységek harcálláspontjaira. Ezek a radarinformációk jelentették az alapot a légvédelem készülségi rendszerének.

Az rt. századnál a különböző típusú radarok folyamatosan üzemeltek és a felderítési adatokat továbbították a vadászipülő ezred harcálláspontjára, illetve a kiszegítő ezredőrs harcálláspontjára és így tovább a légvédelmi magasabbegységhez. Ezek a felderítési jelentések biztosították a repülésirányítók, az asztalos megfigyelő „előzetes számításainak” alapját, jelentették a készülségi repülőgépek riasztásának szükségességét légi határsértés, vagy szabálysértés esetén. Mivel ezek a „légihelyzet–jelentések” egy láncolaton keresztül, rádión, vagy távbeszélőn, a vadászirányító–megfigyelőnek – legjobb esetben is – 40 mp – 1 perc múlva jelentek meg a térképén, ez a késedelem csak nagybani számvetést tehetett lehetővé, esetleg prognózist. Ezért vált szükségessé, hogy a lokátor indikátoránál mintegy elsődleges információt kapjon az indikátoros megfigyelő, és végre tudja hajtani a pontos célrávezetést, irányítást, mivel a radar segítségével 10 másodpercenként friss képet kap. Kezdetben, az 50-es évek végén ezt az ún. kihelyezett indikátort még a harcállásponton helyezték el. Mind az asztalos megfigyelő, mind az indikátoros megfigyelő URH

⁷⁸ Dr. Németh Miklós — Dr. Moys - Tomasvszki: A magyar polgári légiforgalmi irányítás és katonai repülésirányítás és képzés rövid története: p161-208.

rádióállomás segítségével tartotta a kapcsolatot a repülőgépvezetőkkel, szigorúan azonos rádió-csatornán, a harcálláspont részére kiosztott frekvencián.

Mindezek együttesen eredményezték a katonai repülőgépek, a vadászipülőgépek irányításának alábbi modelljét:

1. A repülőgép-vezető bejelentkezett a repülésvezetőnek egy meghatározott URH rádió-csatornán. A repülésvezető engedélyezte a repülőgép indítását és a kigurulást a felszálló mezőre. Műszerek ellenőrzése után a repülésvezető, a leszállások függvényében, engedélyezte a felszállást.
2. Feszállás után a pilóta kirepült 2000 m-en a célravezetés kezdőpontjára (CKP), ott áttért a harcálláspont rádió-csatornájára és bejelentkezett a vadászirányító-megfigyelőnek, aki a vízszintes tervtáblánál a számításokat már elvégezte. Megadta a repülőgép-vezetőnek a kirepülés irányát, magasságát és sebességét a várható manőver kezdőpontjáig és tájékoztatást adott a tevékenységjellegéről, vagyis arról, hogy milyen irányból, sebességgel és magasságon érkező „légitámadó” eszköz ellen kell tevékenységet végeznie. Tekintettel arra, hogy az elvégzett számítások alapja „másodlagos” információkon nyugodott és a vízszintes tervtáblán, az asztalon megjelenő helyzetek mind az „ellenség”, mind a „saját” repülőgépről előzőleg kapott jelentéseket tartalmazott, ezért az irányítás átadására került sor az indikátoros megfigyelő részére, aki a radar indikátoránál foglalt helyet a rádiótechnikai alegységnél. Vele az asztalos megfigyelő telefon-összeköttetésben is volt, és amikor az indikátoros megfigyelőnek tartós „elsődleges” információja volt a saját és az ellenséges repülőgépről, akkor először jelezte, hogy képes az irányítás átvételére. Ezek után az asztalos megfigyelő „áttérésre” adott utasítást a repülőgép-vezetőnek. A két megfigyelőnek és a repülőgép-vezetőnek szigorúan egy rádiócsatornán kellett tartózkodnia.
3. A repülőgép-vezető bejelentkezett az indikátoros megfigyelőnek rádión és ezt követően az indikátoros megfigyelő adott utasítást a repülőgép-vezetőnek a repülési paraméterekre vonatkozóan. Mint említésre került, a fegyverzet adta lehetőségek alapvetően a cél hátsó légteréből biztosították a támadás legjobb lehetőségeit, ezért a vadászirányító-megfigyelők a cél repülési irányával szemben, de olyan ún. „mellévezetési” távolságra vezették a repülő-gépvezetőt, hogy a „manőver” vagy forduló végrehajtása után a legkevesebb korrekcióval felderíthesse, megláthassa a célját és megkezdhesse annak támadását.
4. Amikor ebbe a szakaszba ért az irányítás és a vadászpilóta felderítette, meglátta a célt, ezt követően már önállóan kellett folytatni a tevékenységet egészen a cél feltételezett megsemmisítéséig. Ez a szakasz volt a célelfogás (légi harc) szakasza. Mindamellet, hogy ez utóbbi szakaszban a felderítés után a repülőgép-vezető önállóan ténykedett, az indikátoros megfigyelőnek készen kellett állni arra, hogy segítséget nyújtson a pilóta számára, hiszen előfordulhatott, hogy a cél előbb derítette fel a vadászt és manőverbe kezdett, a vadász pedig elveszítette szem elől a célját. Ekkor tehát ismételt cél-tájékoztatót kellett nyújtani a felderítés érdekében.

5. A cél felderítése után fontos irányítási mozzanat volt annak azonosítása, melyre a repülőgép fedélzetén és a földi radarokon ún. azonosító berendezéseket alkalmaztak. „Rákérdezés” alapján láthatóvá vált, hogy az adott repülőgép „saját”, vagy „ellenség”.
6. A cél feltételezett megsemmisítése után a „harcból való kiválás” következett, bonyolult időjárási viszonyok között, vagy éjjel az ún. számított terepszakaszra, vagy pontra. Ez abból állt, hogy a vadászrepülőgépet a magasságától függően a leszálló irányra olyan magasságon kellett „befordítani”, hogy a típusra előírt süllyedési paraméterekkel a siklópályára érjen. Ezt a manővert még a vadászirányító–megfigyelő irányította, majd ezt követően adta át az irányítást a repülés vezetőnek.

1968 első felében egy új fejezet kezdett kibontakozni a katonai repülésirányítás történetében. Jelesül az, hogy ekkor vett részt az első vadászirányító–megfigyelői és hajózó megfigyelői csoport a Szovjetunióban 3 hónapos VOZDUH átképző tanfolyamon, majd ezt követően évenként csaknem minden vadászirányító tiszt elvégezte e tanfolyamot. 1968-ban már megkezdtek az első eszközök beszállítását és 1969 második felévére, telepítették az eszközöket a harcálláspontok vadászirányító pontjain. A rádiótechnikai alegységeknél erre az időre már telepítették az ún. Vadászirányító Pontokat (VIP). Vadászrepülő ezredenként egy ilyen állt rendelkezésre a legközelebbi radar századnál, illetve másik 2–3 századnál a határ menti körzetekben, amelyeket Kisegítő Vadászirányító Pontoknak neveztek (KVIP). Ezeknél a századoknál a vadászirányítók rendelkezésére állt a legkorszerűbb felderítő (P–35) és magasságmérő (PRV–10–11) radar, illetve ha szükséges volt, használhatták a dm-es és m-es hullámtartományban üzemelő radarokat is, mint a P–12, P–15.

A VIP-on helyezték el a P–35 típusú radarhoz csatlakoztatott VP–11M kabint, amelyben a vadászirányító tiszt munkahelye volt. E kabinban foglalt helyet a felderítést és célkövetést végző személyzet. Az általuk felderített és követett radarjelek jelentek meg a vadászirányító indikátorán. A vadászirányítónak egy célra-vezető, analóg „számító–megoldó” berendezés állt rendelkezésére. A számítások eredményét és az irányítási parancsokat kódolt rádióvonalon, rádió-kommunikáció nélkül továbbította a rendszer a vadászrepülőgép fedélzetre, mely repülőgép-vezető műszerein jelent meg egy fényes megvilágított csík formájában. A pilótának a kapott egyszeri és folyamatos parancsok alapján hajtotta végre a repülését.

4. VADÁSZREPÜLŐGÉPEK LÉGI CÉLOKRA TÖRTÉNŐ AUTOMATIZÁLT RÁVEZETÉSE VP–11M RENDSZERREL

A honi vadászpilóta csapatok légi célokra való rávezetését a vadászirányítók a „hagyományos”, szemmérték utáni rávezetés módszerével hajtották végre egészen az '50-es '60-as évek fordulójáig. Ekkor jelentek meg azok a berendezések, amelyek segítségével munkájukat gyorsabbá, pontosabbá, könnyebbé tudták tenni. A várható ellenség repülőerőinek nagyarányú harcászati–technikai fejlődése, illetve az alkalmazott eljárások változása miatt a légvédelmi erők, azon belül a vadászpilóta csapatok vezetését–irányítását is automatizálták. A SZU–ban kifejlesztett, majd később a VSZ tagországokban is rendszeresítésre került az alapvető harcászati–hadműveleti szintű automatizált vezetési és adattovábbító rendszer a VOZDUH–1. Ennek 6 alrendszeréből kettő, az APN–1(M) és az ARL–1(M) volt felelős a vadászpilóta gépek automatizált célravezetéséért. Ezek a berendezések adták az alapját a VP–11(M) komplexumnak, amelyet több harcászati szintű légvédelmi vezetési komplexumban is integráltak, illetve hozzácsatoltak. Később az automatizált vezetési rendszerek újabb generációi (Vektor, Szenyezés) is képesek voltak vadászpilóta gépek automatizált rávezetésére, azonban nem a VP–11M, hanem saját számítógépeik segítségével. A számítógépek a korábbiakhoz képest jelentős mértékben kiterjesztették az alkalmazás lehetőségét, illetve pontosabbá, gyorsabbá tették az összetett elfogási feladatok megoldását.

Hazánkban a VP–11 komplexumokat honi rt. századoknál helyezték el ott, ahol rendszeresítve volt a VP–02M komplexum. Ezek a századok egy rt. zászlóaljhoz tartoztak, melynek harcálláspontja általában a vadászpilóta ezredekkel együtt települt. Vadászpilóta ezredenként 5–6 rt. századdal lehetett számolni, melyek közül kettő–kettő volt ellátva VP–11M–mel felszerelt vadászirányító ponttal. (A többinél hagyományos rávezetést folytattak). Ebből kifolyólag hazánkban egyidőben nagy valószínűség szerint 6 helyen települt VP–11M–mel felszerelt rt. század. A komplexumok technikai lehetőségei –mind a számító–megoldó berendezés, mind a LAZUR vonal– biztosították, hogy országunk fölött mindenhol lehetett automatizált rávezetést folytatni, úgymond „fehér foltok” nem voltak. Főleg ha azt vesszük, hogy egy komplexum, egy nagyjából 350–szer 350 km–es négyzet alakú terület felett irányíthatott, látható, hogy még bizonyos átfedések is voltak az irányítópontok között.

Magyarországra az első komplexumok a '60-as évek közepén érkeztek, az első vadászpilóta gép, amely alkalmas volt az automatizált rávezetésre a MiG–21PF volt. A modernizált (M) VOZDUH összetevők, nem egyszerre érkeztek meg, pl. a VP–11M is hamarabb rendszerbe állt, mint pl. a VSZ–11M.⁷⁹

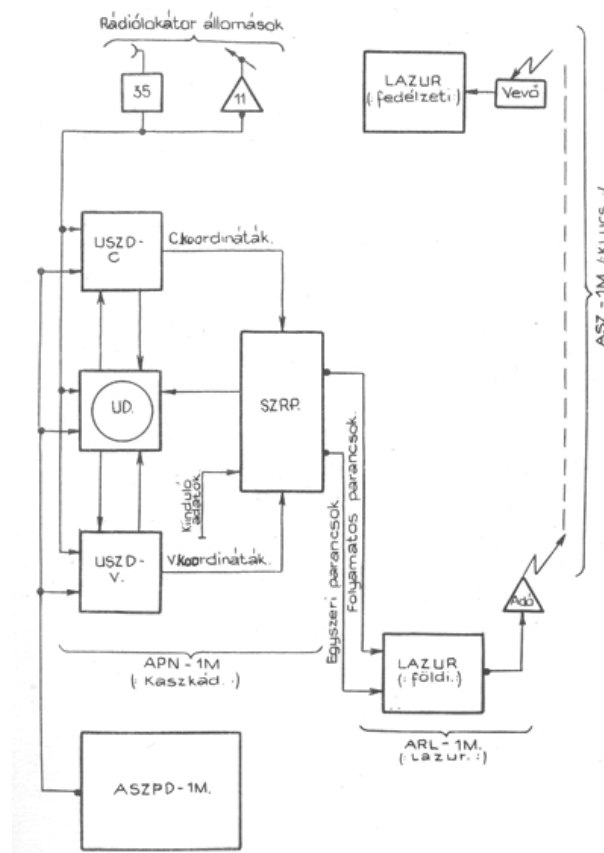
4.1 A VP–11M komplexum összetétele, rendeltetése és harci lehetőségei

A VIP⁸⁰ rendeltetése, hogy biztosítsa a számára kijelölt légtérben a vadászpilóta gépek irányítását valamint azok célravezetését. A vadászirányító ponton elhelyezett VP–02M és VP–11M komplexumok az alábbi harcászati feladatok megoldását tették lehetővé:

⁷⁹ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

⁸⁰ Vadászirányító pont.

- Harctevékenység végrehajtása az előjáró VOZDUH–1M rendszerhez tartozó komplexumokkal felszerelt– harcálláspontokról kapott utasítások alapján.
- Előzetes megfigyelői számítások végrehajtását.
- Egy időben 2 vadászrepülőgép vagy kötelék automatizált rávezetését 2 célra illetve célcsoportra, (azonkívül harcfeladat után átirányítást másik légi célra), amennyiben fel vannak szerelve LAZUR–(M) fedélzeti rádióvonal berendezéseivel. Valamint vadászrepülőgépek irányításának átadását–átvételét együttműködési rendszerben.
- Az elfogó vadászrepülőgépek bevezetését a leszálló repülőtér irányító berendezéseinek tevékenységi zónájába a harcfeladat befejezése után.
- Elsődleges rádiólokációs információk vételét és ábrázolását a helyi rádiólokátoroktól.
- Másodlagos rádiólokációs információk vételét és ábrázolását.
- Az irányító és rávezető parancsok küldését az elfogó vadászrepülőgépek fedélzetére, telemechanikus rádióvonalon (LAZUR).
- Harcfeleladatok és parancsok vételét, telekód csatornán keresztül az előjáró harcálláspontoktól.
- Valamint „hagyományos” összeköttetés és híradás létesítése (hangosbeszélővel) az előjáró és alárendelt csapatokkal, és a vadászrepülőgépekkel.⁸¹



7. ábra: Az adatáramlás elvi folyamata a VP-11M rendszerben⁸²

⁸¹ RT/117 Szakutasítás: p3-4.

A fenti lehetőségekhez képest, hazánkban annyiból volt más a helyzet, hogy a VP-11M komplexum, előljáró harcálláspontján, tehát a vadászpilóta ezredeknél nem volt rendszeresítve a VP-04M komplexum, ezért automatizált csatornán nem kaphattak harcfeladatot. A célok elosztását az ezredmegfigyelő végezte, egy asztali indikátorról, ő közvetlenül a váltásparancsnoknak volt alárendelve, aki a konkrét elhatározást hozta meg. A vadászirányító pontok, tehát elő szóban, (hangosbeszélőn vagy telefonvonalon) kapták meg az utasításokat és az előzetes megfigyelői számítások adatait is.⁸³

Az ábrázolt információ megnevezése	Az információ ábrázolásának formulárja	Az ábrázolt információ tartalma	Az információ ábrázolásának módszere
1	2	3	4
A csatlakoztatott kismagasságú rádiótechnikai századoktól érkező lokációs célok formulárjai	.□2	A 2. kismagasságú rádiótechnikai századtól érkező IDEGEN állami hovatartozású légi cél	Egyszeri alkalommal az információ megújításakor
	.+1	Az 1. kismagasságú rádiótechnikai századtól érkező SAJÁT állami hovatartozású lokációs cél	
	.□3	A 3. kismagasságú rádiótechnikai századtól érkező pelengálással követett aktív zavart alkalmazó légi cél	
A VP-02M komplexum kezelőjénél követésre vett lokációs célok formulárja	.□	IDEGEN állami hovatartozású légi cél	Folyamatosan villog a követésre vétel pillanatától a követés befejezéséig
	.+	SAJÁT állami hovatartozású lokációs cél	

8. ábra: Példa: az indikátoron megjeleníthető formulárokról⁸⁴

Az rt. szd. és a vele települt VIP automatizált komplexumait stacioner és mobil változatban lehet telepíteni (hazánkban csak az utánfutó elhelyezés valósult meg).⁸⁵ A vadászpilótágepek irányítását és légi célokra történő rávezetését végre lehet hajtani:⁸⁶

1. a helyi rádiólokátor állomásoktól érkező elsődleges rádiólokációs információk felhasználásával:

Ezek az adatok a VP-02M komplexumhoz csatlakoztatott első és második csoportba tartozó, három készlet távolságmérő rádiólokátor állomás valamelyikétől érkehetnek. A vett elsődleges rádiólokációs információk ábrázolása az automatizált munkahelyek indikátorain történt. Az első csoport bemenetére két távolságmérő (alapvető és tartalék) rádiólokátor állomás van csatlakoztatva, amelyek általában centiméteres hullámtartományúak. A második lokátorcsoport bemenetére egy távolságmérő rádiólokátor állomás van csatlakoztatva, amely

⁸² VOZDUH-1M Automatizált irányító rendszertechnika és szakismeret, Ábraalbum: p11.

⁸³ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

⁸⁴ RT/117 Szakutatisítás: p52.

⁸⁵ RT/117 Szakutatisítás: p5.

⁸⁶ RT/117 Szakutatisítás: p11-12.)

méteres, vagy deciméteres hullámtartományú lehet. Az első és második lokátorcsoportba tartozó egy-egy távolságmérő rádiólokátor állomás működhet egyidőben.

2. az automatizált vezetési és adattovábbító rendszer telekód csatornáin érkezett másodlagos rádiólokációs információk felhasználásával. (Elvi, tartalék lehetőségként lehetett rá számítani.)

A másodlagos rádiólokációs információk az előjáró harcállásponttól és a csatlakoztatott kismagasságú rt. századoktól érkeztek a VP-02M komplexumra és az automatizált munkahelyeken kerültek ábrázolásra, az ábrázolás egyezményes jeleinek megfelelő formulárok szerint.

Igaz sok esetben nem lehetett elkerülni, a másodlagos adatok felhasználásától mindig is idegenkedtek a megfigyelők. Bizonyos késés mellett jelentős pontatlansággal érkeztek (esetenként 5–10 km-es hibával), így használatuk nemhogy felesleges volt, a megfigyelőknél érvényben volt egy parancs, amely megtiltotta a rávezetést másodlagos adatokról. Előzetes számításoknál lehetett őket igénybe venni, de csak nagyon hozzávetőleges értéként, pl. a cél közepes sebességét és a körülbelüli tartózkodási helyét lehetett meghatározni. Ha rendelkezésre álltak ilyen adatok, a készültségben lévő vagy az őrző vadászoknak hozzávetőleges tájékoztatást lehetett nyújtani. Abban a pillanatban, ahogy a célok beértek a saját lokátorok felderítési zónájába, az adatokat onnan kellett venni és felhasználni, a nagyságrendekkel nagyobb pontosság miatt. Fontos feltétel volt még, hogy a vadászok és a cél jelét, lehetőleg ugyanaz a lokátor kövesse.⁸⁷

A VIP VP-11M komplexuma működhetett „*ügyeletes üzemmódban*” és „*teljes bekapcsolás üzemmódban*”.

Az „*ügyeletes üzemmódban*” való működés esetén azokat a berendezéseket kellett bekapcsolni és működtetni, amelyek biztosították az előjáró harcállásponttól telekód információs csatornán kiadott harcfeladatok vételét és ábrázolását (mint tudjuk nálunk ez a lehetőség nem volt adott). Abban az esetben, ha az előjáró harcálláspontból a VIP részére harcfeladat érkezett, be kellett kapcsolni az 54. számú utánfutójában lévő berendezéseket és a rávezetéshez szükséges híradó eszközöket. Az „*ügyeletes üzemmódban*” való működés esetén a harci munkát a csökkentett harci váltás végezte.

A „*teljes bekapcsolás üzemmódban*” való működés esetén az automatizált vezetési és adattovábbító komplexumnak valamennyi berendezését bekapcsolt állapotban kellett tartani. Ebben az esetben a harci munkát a honi rt. szd. és a VIP teljes harci váltása hajtja végre.⁸⁸ Az szabályzatokban tervezettel ellentétben a gyakorlatban nagyon kivételesen fordult elő, hogy a teljes komplexumot üzemeltessék a komplett személyi állománnyal. Jellemzően erre csak nagyobb szabású gyakorlatokkor került sor.⁸⁹

4.2 Az APN-1M automatizált „műszeres” rávezető berendezés jellemzése

A VP-11M komplexum harcászatiilag egyik legfontosabb összetevője az APN-1M automatizált rávezető berendezés, amely a vadászpülőgépek légi és földi célokra történő

⁸⁷ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

⁸⁸ RT/117 Szakutatis: p12.

⁸⁹ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

rávezetésével kapcsolatos feladatok megoldására szolgált. Ezen belül kidolgozta a vadászpülógép repülésirányítási parancsait (a rávezetési parancsokat) és a vadászpülógép fedélzeti rádió–elektronikus eszközeinek működését vezérlő parancsokat (célmegjelölési parancsokat). A kidolgozott parancsokat az ARL–1M rádió–telemechanikus vonal továbbította a vadászpülógépek fedélzetére. A kidolgozott parancsok továbbíthatók voltak rádiótelefonon is a megfelelő műszerskálákról való leolvasásuk után. Szükség esetén végrehajtható volt a nem automatizált (becsléses) rávezetés is, a parancsoknak vagy az ARL–1M rádió–telemechanikai vonalon, vagy rádiótelefonon való továbbításával.

Az APN–1M berendezés az alábbi berendezéseket foglalta magába:

- Egy darab légi helyzetet ábrázoló berendezés, ami a Sztrela–V1 egységesített indikátor alapján kialakított körkörös indikátor. Feladata az egyesített légihelyzet, a harcfelelet elemeinek ábrázolása és a rávezetés ellenőrzése volt. (A harcfelelet elemeihez tartoznak a célok és a vadászpülógépek koordinátái, szimbólumai, a rávezetési csatorna száma és a megadott találkozási terepszakaszhoz az előljáró vezetési ponttól érkező koordinátái);
- Két számító–megoldó berendezés, (SzRP–M) és célmegjelölő készülék (PCU). Ezek feladata volt a rávezetés megoldása, valamint a rávezetési és a célmegjelölési parancsok kidolgozása;
- 4 db adatleszedő berendezés (USzD–M), melyek feladata a célok és vadászpülógépek koordinátáinak félautomatikus leszedése, a derékszögű célsebesség összetevők meghatározása és ezek bevitele a számító–megoldó berendezésekbe.⁹⁰

A rávezetés automatizált végrehajtásához három módszert alkalmaztak: a „**Forduló**”, az „**Elfogás**” és az „**Üldözés**” módszereket.

A „forduló” módszer esetében a vadászpülógép kivezetése megadott, a célhoz viszonyítva harcászatiilag kedvezőbb helyzetben történt. A vadászpülógép repülési pályájának kiszámítása a számító–megoldó berendezésben valósult meg és három szakaszból állt. Az első szakaszban kerül kiszámításra a forduló kezdeti pontjába vezető irány; a második szakaszban az irányhoz az a változó értéke, ami lehetővé teszi a megadott sugarú forduló végrehajtását; a harmadik szakaszban a megadott találkozási szögű előretartási pontba – találkozási terepszakaszra – vezető irány.

Az „elfogás” módszer esetében a vadászpülógép irányát a „vadászpülógép előretartási pont” (találkozási terepszakasz) irány határozta meg. A vadászpülógép repülési pályája egyenes volt.

Az „üldözés” módszer esetében a vadászpülógép irányát a cél adott pillanatbeli tényleges helyzete határozta meg. A találkozási terepszakasz nem került meghatározásra, a repülési pálya nem került kiszámításra és a repülési pálya az üldözési görbe lesz.

Az APN–1M berendezés egy „*Szabályos üzemmódon*”, és hét „*speciális üzemmódon*” működött:

⁹⁰ RT/1402 Szakutastás: p5-6.

- speciális üzemmódok: „Előkészítés, To.csill., Tc.csill., Tc.ör., Qc, és Vc kézi beállítása, Vezetés, Gyakorlás”.

4.3 A harci munka jellegzetességei a vadászirányító ponton

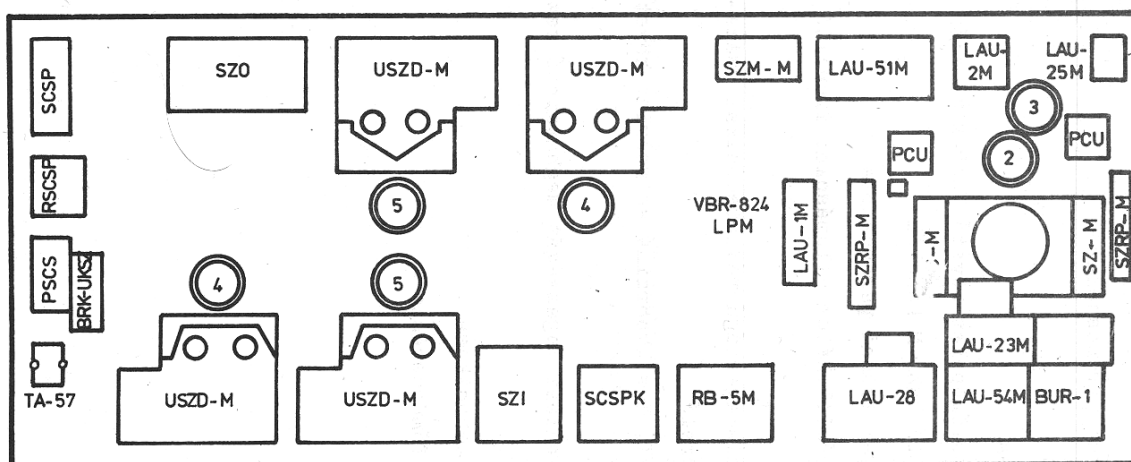
A honi rt. szd. és VIP harci váltása az alábbi automatizált munkahelyeken dolgozott:

- A VIP parancsnoka a VP-02M-hez tartató 1. számú utánfutóban kapott helyet és az UD-2 munkahelyen dolgozott, amelyhez a következő berendezések tartoztak: SZTRELA-V1 indikátor, UD-2L (bal) és UD-2P (jobb) oldali kezelőpultok. Továbbá TBZ szekrény és harcfeladat tabló, UD szekrény, különböző híradó berendezések és magnetofon. Ezeken az ábrázoló berendezéseken, a parancsnok nyomon követte az elsődleges és másodlagos adatokból összeállt légi helyzetképet, ennek legfontosabb részét képezték a célok és elfogók, valamint a terepszakaszok markerjelei, továbbá a KBU harcvezetési csatornán érkező formulárok jelei. A TBZ harcfeladat tablón kapta meg a harcfeladati utasításokat és adatokat az előjáróktól, majd az UD-2 munkahely berendezéseitől küldte tovább a parancsokat a harci váltás tagjainak, illetve ellenőrizte azok végrehajtását.
- A rávezető megfigyelő UD munkahelye az 54. sz. utánfutóban volt. A parancsnoki munkahelyhez hasonlóan itt is a SZTRELA-V1 indikátor ábrázolta a légi helyzetképet, továbbá a harcfeladatban résztvevő légi célok és saját vadászrepülőgépek jeleit illetve a terepszakaszokat. A munkahely legfontosabb berendezései az SzRP-M és PCU berendezések, innen folyt az operatív rávezetési munka, valamint indikáló paneljaikon a cél és a vadászrepülők adatainak megjelenítése. A LAU-54M szekrény blokkjain az elfogó vadászrepülőgép fedélzetére küldött egyszeri és folyamatos parancsok jeleket meg, ellenőrzés céljából.
- Az USZD-M munkahelyeken dolgozók a légi célok és a vadászrepülőgépek helyzetének és síkkoordinátáinak követését végezték az 54. sz. kabinban. Két nagyléptékű indikátor ábrázolta az információkat (az 1-esek a síkkoordinátákat, a 2-esek a magassági adatokat), a hozzájuk tartozó vezérlőpultok segítségével végezték a követés műveletét. A feladatra vonatkozó utasításokat a rávezető megfigyelőtől kapták, ez abból állt, hogy egy kezdetleges „joystick”-kel követniük kellett a cél- és a vadászrepülőgép jeleit, valamint a koordináták segítségével meghatározni a sebesség összetevőket. A cél és vadász jelének felderítését vagy elvesztését jelenteniük kellett.⁹¹

A fent leírt létszám annyiban módosult a gyakorlatban, hogy parancsnoki munkakör, – aki az 1. sz. utánfutóban dolgozott – nem létezett. Viszont vadászirányítóból kettő is dolgozott egy időben, közülük egy műszeres és egy indikátoros. A parancsnoki teendőket a műszeres megfigyelő látta el, ő volt a tapasztaltabb nagyobb rutinnal rendelkező és általában az idősebb is. A tisztek 24 órás szolgálatban voltak, ahogy az USZD-M kezelő sorkatonai állomány is, annyi különbséggel, hogy ők a szolgálat végén természetesen nem mehettek haza, kint a radarszázadoknál voltak elszállásolva.

⁹¹ RT/117 Szakutastítás: p14-21.

A technikus munkájára a rávezetési folyamat során gyakorlatilag nem volt szükség, nem is mindig tartózkodott a helységben, személye akkor vált fontossá, ha valami műszaki meghibásodás történt.⁹²



9.ábra: A VP-11-es komplexum az 54-es utánfutóban elhelyezve⁹³

Amikor az előjáró harcálláspontról parancs érkezett a század és a vadászirányító pont magasabb harckészültségbe való helyezéséről, az ügyeletes rávezető megfigyelő parancsot adott a „csökkentett harci váltás” tagjainak a komplexum berendezéseinek bekapcsolására és harci munkához való előkészítésére. Amennyiben volt elég idejük, elkezdték a komplexum berendezéseinek autonóm funkcionális működés ellenőrzését.⁹⁴ A mindennapokban, a rendszerek bekapcsolását és üzemkésszé tételét a sorkatonák végezték, persze a megfigyelők ellenőrzése alatt. Gyakorlatilag, amikor a technikus megérkezett a riasztástól számított 10–20 perc múlva, dolga nem nagyon akadt, hiszen minden rendben üzemelt.

Amikor a VIP parancsnoka beérkezett munkahelyére, jelentettek neki a harckészültségről és a berendezések állapotáról. A váltás további tagjainak megérkezését követően ők is elfoglalják munkahelyeiket, ha készen álltak, jelentenek a parancsnoknak. Amikor az egész komplexum felkészült a harci munkára, a parancsnok ezt megjelentette az előjáróknak, valamint közölte a rendelkezésre álló vadászirányító csatornák számát. Ezt a „lépcsőt” is kihagyták a magyarországi üzemeltetők, gyakorlatilag nem kellett senkire várni, a műszeres és indikátoros megfigyelők valamint a négy sorkatona minden kiadott parancsot el tudott végezni.⁹⁵

4.4 Az elfogó vadászrepülőgépek műszeres rávezetésének végrehajtása

A VP-11M komplexum rávezető tisztje miután megkapta a feladatot a rávezetés végrehajtására és továbbították neki a – lentebb felsorolásra kerülő – kiinduló adatokat megkezdte az előzetes számítások elkészítését, melynek célja, hogy megállapítsa a számított elfogási terepszakaszt.

⁹² Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

⁹³ RT/117 Szakutatisítás: p65.

⁹⁴ RT/117 Szakutatisítás: p39.

⁹⁵ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

A kiindulási adatok a következők voltak:

- az elfogandó légi cél tartózkodási helyének síkkoordinátája;
- a tervezett elfogási terepszakasz koordináta pontja;
- a légi célra rávezetendő elfogó vadászpülőgépek mennyisége és típusai;
- az elfogó vadászpülőgép (kötelék) felszálló repülőterének egyezményes száma és felszállásának ideje a folyó óra perceiben; kirepülésének iránya a rávezetés kezdőpontjáról;
- a légi cél támadásának légtere;
- az elfogó vadászpülőgép (kötelék) repülési magassággyűjtés programjának egyezményes száma.⁹⁶

A fentebb felsorolt adatokkal a következőket lehetett kiszámolni az APN–1M berendezéssel:

- a célelfogás lehetséges terepszakaszait;
- a vadászpülőgépek szükséges repülési üzemmódját emelkedéskor;
- a megadott elfogási terepszakaszokhoz tartozó emelési terepszakaszokat;
- a megadott elfogási terepszakaszhoz tartozó időtartalékot.

A megfigyelő határozta meg, hogy milyen módszert kíván alkalmazni a rávezetés során. A legalapvetőbbnek a „forduló” módszer számított, minden esetben ezt kellett alkalmazni, ha a vadászt egy meghatározott helyzetben kellett a célra rávezetni. Ilyenkor az elfogó egy bal– vagy jobbirányú fordulót hajtott végre. „Üldözés” módszert akkor alkalmazták, ha a „forduló” módszer nem biztosított megfelelő pontosságot a rávezetés második felében, illetve ha a rávezetés kezdetén az SzRP–M–be nem voltak beírva a cél repülési jellemzői és a rávezetés paraméterei.

Az „elfogás” módszert akkor használták, ha a vadászpülőgépet a lehető legnagyobb találkozási szögeken kellett a célra vezetni, jellemzően mellső féllégtérből közepes vagy nagyhatótávolságú légi harc rakéták alkalmazásával.⁹⁷ Arra vonatkozólag, hogy milyen módszerrel kellett végrehajtaniuk a rávezetést, nem volt egységes szabály, természetesen mindig a körülményektől függött, de általánosságként elmondható, hogy a nagymagasságban és sztratoszférában szinte kizárólag a „fordulót” használták.

Közepes és kismagasságon, – a vadászpülők jobb manőverezőképesége miatt – az „elfogás” vagy „üldözés” módszert használták elsősorban kiváltképpen, ha a célok földközeli tartózkodtak és (vagy) manővereztek.

⁹⁶ RT/117 Szakutasítás: p40-41.

⁹⁷ RT/117 Szakutasítás: p131-132.

The diagram illustrates the control panel of the SRP-1000, featuring a top section with a power supply unit and a bottom section with various control modules and gauges.

Top Section:

- Levegőszívó** (Air suction) and **Szérum** (Serum) reservoirs.
- Szérum** (Serum) reservoir and **Szérum** (Serum) reservoir.
- Szérum** (Serum) reservoir and **Szérum** (Serum) reservoir.

Control Modules:

- MU Q99**: Includes a gauge for **Q99** and a switch for **Q99**.
- MU Tc**: Includes a gauge for **Tc** and a switch for **Tc**.
- MU Qc / #**: Includes a gauge for **Qc / #** and a switch for **Qc / #**.
- MU Vc / D**: Includes a gauge for **Vc / D** and a switch for **Vc / D**.
- MU Sg**: Includes a gauge for **Sg** and a switch for **Sg**.
- MU S**: Includes a gauge for **S** and a switch for **S**.

Bottom Section:

- Parancs beállítás** (Command setting) area with a **Szérum** (Serum) reservoir and a **Szérum mennyiség** (Serum quantity) gauge.
- Szérum** (Serum) reservoir and **Szérum** (Serum) reservoir.
- Szérum** (Serum) reservoir and **Szérum** (Serum) reservoir.

A rávezetés megkezdése előtt még az alábbi paramétereket is be kellett az SzRP-M-be:

- Amikor a légi cél elérte az emelési terepszakaszt, a vadászrepülőgépeknek ki kellett adni a felszállási parancsot. A gyorsítás kezdetéig eltelt idő kidolgozott értéke alapján meg kellett határozni a vadászrepülőgép repülési üzemmódját az emelkedéskor, és közölni kellett azt a repülőgépvezetővel (az SzRP–M készüléken a repülési üzemmódok kapcsolóját a

40

vadászpilóta kiválasztott repülési üzemmódjának megfelelő helyzetbe kell állítani).⁹⁹ A rávezető kézi üzemmódban csökkentette a passzív idő értékét, amikor az elfogó elérkezett a rávezetés kezdőpontjába. Ekkor a vadászpilóta állami hovatartozását a felismerő jel segítségével ellenőrizte, amellyel parancsot adott az USZD-M kezelőjének a vadász folyamatos követésére. Ha szükség volt rá, megszabta az APN-1M technikus és a lokátorok kezelőinek feladatát is. Ezek után a számítógépes berendezést „normál megoldás” üzemmódba kapcsolta. Ettől a pillanattól kezdve megkezdődött az automatizált rávezetés.¹⁰⁰

A rávezetés kezdetén meg kellett bizonyosodnia arról, hogy a sebességre, irányra és magasságra vonatkozó adatok kisugárzásra kerülnek-e. Ezt a vadászpilóta vezetőjével együtt ellenőrizte. Ha a VIP a repülőtér körzetébe települt, akkor még a felszállás előtt, ha távolabb, akkor a kirepülés során, de még a rávezetés megkezdése előtt.¹⁰¹

A rávezetés végrehajtása alatt a megfigyelő feladata volt, hogy folyamatosan ellenőrizze a folyamatot az SZRP-M indikáló tablón, különösen figyelve az alábbiakra:

- a vadászpilóta automatikusan meghatározott repülési irányának közel azonosnak kellett lenni a megfigyelő által vizuálisan meghatározottal;
- az elfogási terepszakaszig tartó repülés számított és kijelzett ideje nem haladhatta meg a reális értéket;
- az elfogónak az üldözés megkezdéséig biztosítani kellett az üldözés repülési magasságának az elérését;
- a rávezetési feladat megoldásának helyességét és valamennyi rávezetési parancs kidolgozásának stabil menetét;
- a cél és a vadászpilóta jeleinek az USZD kezelők által történő követésének pontosságát és a cél mozgási paramétereinek a céllal kapcsolatosan működő USZD-M berendezés kezelője által való kidolgozását;
- a parancsok rádióvonalon a repülőség fedélzetére való jutásának helyességét és a parancsok repülőségvezető általi végrehajtásának megfelelő idejét;
- a repülőség tüzelőanyag fogyasztását és tüzelőanyag-maradékát.

Amikor a vadászpilóta elérte a rávezetés kezdőpontját a megfigyelő ezt szóban közölte vele és utasította, hogy a továbbiakban a műszeres eljárás szabályinak megfelelően tevékenykedjen. Ezt követően jelentette az irányítás átvételét a parancsnokának, majd folyamatosan ellenőrizte a rávezetés folyamatát.

A rávezetés harmadik szakaszában a hadműveleti tiszt alapvető feladata volt, hogy a vadászpilótát olyan helyzetbe vezesse, ami biztosítja, hogy a repülőségvezető a rádiólokátorának indikátorán felderíthesse a légi célt. Attól a pillanattól kezdve, hogy a cél felderítése megtörtént az automatizált rávezetés befejeződött. A légi cél további megközelítését és támadását a repülőség vezetője már önállóan végezte. Azonban a megfigyelő folytatta a célról szóló tájékoztatások adását és ügyelt repülésének biztosítására.

⁹⁹ RT/1402 Szakutatisítás: p42-43.

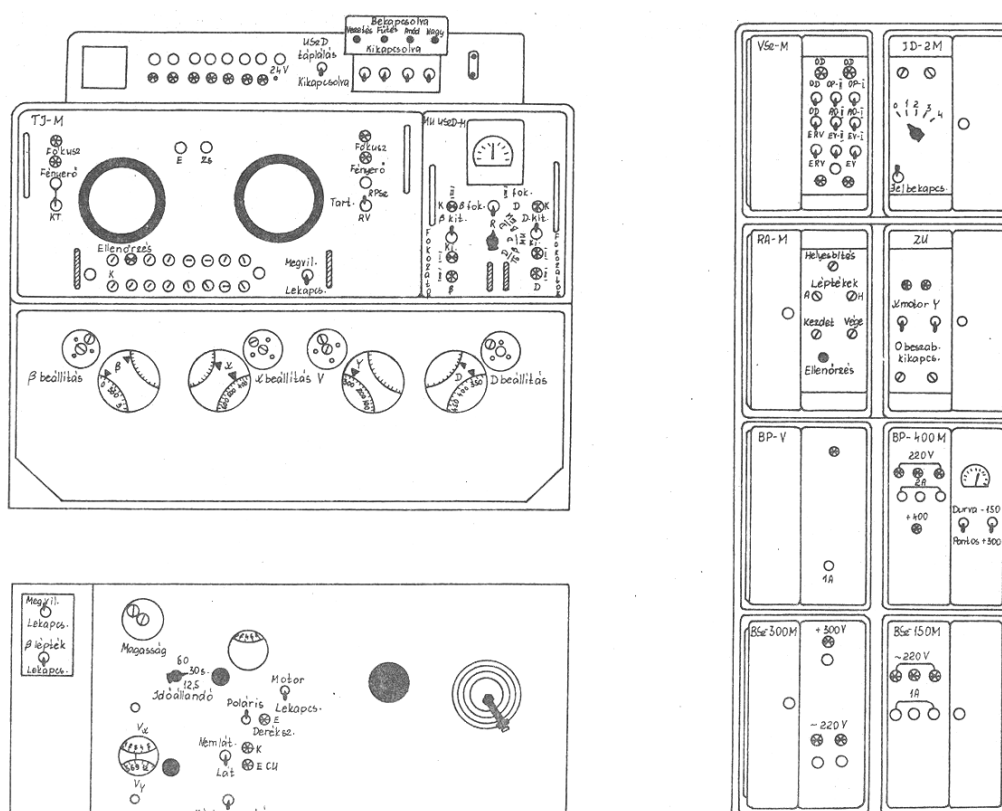
¹⁰⁰ RT/117 Szakutatisítás: p145-147.

¹⁰¹ RT/1402 Szakutatisítás: p40-41.

A rávezetés pontossága, – amennyiben helyesen lettek beállítva a kiinduló adatok – az alábbi tényezőktől függött:

- a célt és a vadászt követő USzD–M kezelők munkájának pontosságától;
- a légi cél repülési jellemzőitől;
- az elfogó milyen pontosan követte a parancsokat.

Abban az esetben, amikor a célrepülőgép nem hajtott végre manővereket, az USzD–M kezelők stabilan követték a jeleket, és a repülőgépvezető a pontosan végrehajtotta a parancsokat a megfigyelő feladata „csak” a kijelzett adatok ellenőrzése és a légi helyzet elemzése volt.



11. ábra: Az USzD-M kezelő paneljei¹⁰²

Ha a cél azonban erősen manőverezni kezdett, és ha a kezelők nem követték pontosan a síkkoordinátákat vagy a repülőgépvezető jelentőset hibázott, a feladatot nem minden esetben lehetett végrehajtani. Amikor hiba csúszott a végrehajtásban az a következőkben nyilvánult meg:

- a cél tényleges repülési sebessége és iránya nem felelt meg annak amit az SZRP–M-be be írtak számára;
- az elfogóvadász repülési pályája különbözött a beprogramozottól.

A fentiek azt eredményezték, hogy a számító–megoldó berendezés újra és újra kiszámolta az elfogási terepszakaszt (ennek a markerjele többször áthelyezésre kerülhetett az

¹⁰² RT/1402 Szakutasítás: p23.

indikátoron.), valamint az elfogóvadász változó pályáját követve változott a kiszámított repülési iránya.¹⁰³

A VP-11-en dolgozott megfigyelők elmondásaiból kiderült, hogy a sorállományú beosztottak munkájával szinte soha sem volt gond, megbízhatóan, biztosan követték a célokat, nem okozott gondot a nagysebességű vagy manőverező célok követése sem. Akkoriban 2–3 év volt a sorkatonai szolgálat, ennyi idő alatt a hivatásosok és sorkatonák összeszokott csapatot képeztek, valamint felszínre kerültek az egyéni adottságok, előfordult, hogy nehéz helyzetben a gyengébb képességű kezelőket kicserélték az ügyesebbekre. A munkájuk egyszerűségéből és gépiességéből fakadt, hogy hosszú órák eltelte után, a figyelmük, koncentrációjuk egyre lankadt, néha lemaradtak a cél követésével, ritkán el is veszítették őket (pl. egy természetes zavart láttak az indikátoron és annak a követésébe kezdtek). Az ilyen figyelmetlenségeket, természetesen azonnal észrevették a megfigyelők, és utasították őket a helyesbítésre.¹⁰⁴

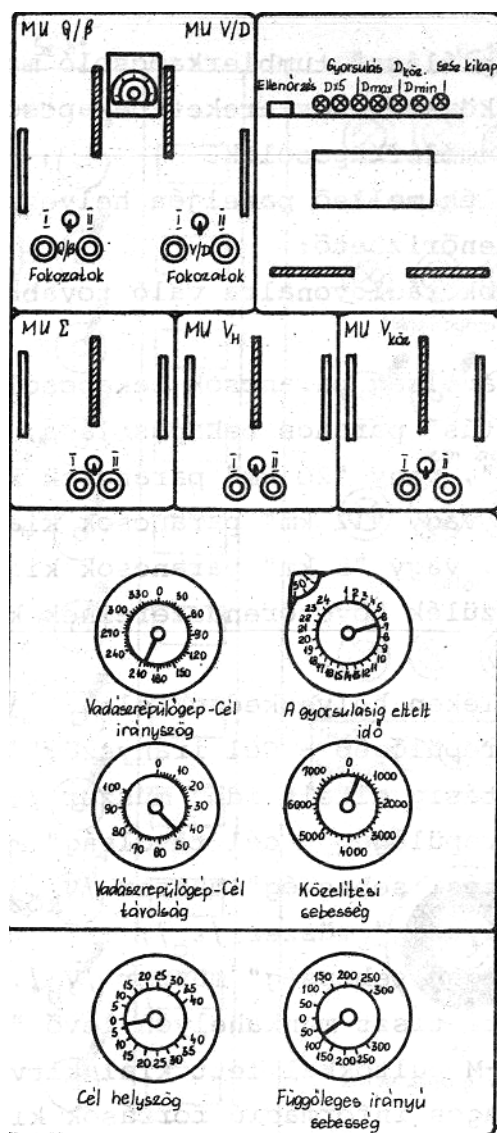
A rávezetés befejező szakaszában a megfigyelőnek ellenőriznie kellett, hogy a lehető legnagyobb pontossággal történjen a vadászrepülő meghatározott helyre történő kivezetése és a cél megközelítése. Ezért a továbbiakban is figyelemmel kísérte az USZD-M kezelők munkáját, és az indikátoron a vadász és a cél egymáshoz viszonyított helyzetének a változását, (ezt akkor volt célszerű, amikor az idővonal áthaladt a repülőgépek jelein), valamint a terepszakasz markerpontjának a helyén.

A repülőgépvezető üzemmód-betartásának ellenőrzésére a SZTRELA-V1 indikátort lehetett felhasználni. Fontos, hogy a rávezetés alatt bizonyos egyszeri parancsokat, (forszázs, lokátor-fűtés, kisugárzás) élszóban is ki kellett adni a repülőgépvezetőnek, mivel nem volt lehetőség visszaellenőrizni, hogy a parancsok eljutottak-e a repülőgépre. A fenti parancsok vételét a pilóta jelentette a megfigyelőnek, ahogy a célfelderítés, befogás és rakétaindítás tényét is. A cél sikeres megsemmisítése után a vadászt kifordították egy semleges irányba, és vagy leszálló repülőtérré vezették. Ezt követően a műszeres megfigyelő jelentést tett a harcfeleladat eredményéről az előljáró harcálláspontnak, továbbá javaslatot is tehetett a harctevékenység módosításának érdekében.

¹⁰³ RT/117: p148-150.

¹⁰⁴ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

Egy rávezetés befejezése után megtörténhet, hogy újabb feladatot kapott a vadászpilóta. Ekkor újabb kiinduló adatokat juttatnak el a vadászirányító pontra, a harci munka további lefolyása már megegyezett az fentebb ismertetettel. Ha nem érkezett újabb rávezetésre szóló parancs, akkor vadászpilótát a leszálló repülőterre irányították.



12. ábra: A PCU beviteli berendezés¹⁰⁵

A főnias irányításról megjegyzendő, hogy a műszeres rávezetéseknel igazából nem használták, esetleg ellenőrző célokra történő rávezetés során. Éles helyzetben azonban meg is volt tiltva a rádió használata. Ez nem okozott semmilyen gondot, mivel a LAZUR vonal általában megbízhatóan működött, minden parancs rendben átjutott rajta. A parancsok előszóban való dublázására akkor lehetett szükség, ha nagyrájkán valami hiba adódott az elfogás végső szakaszán vagy a pilóta nem látta a célt, vagy a megfigyelő volt pontatlan.¹⁰⁶

¹⁰⁵ RT/117 Szakutasítás: p87.

¹⁰⁶ RT/117 Szakutasítás: p152-153.

4.5 A rávezetés végrehajtása sztratoszférában repülő légi célra

A rávezetés fő módszere a „forduló”, ám egyes vadászrepülőgép típusoknál az „elfogást” is alkalmazni lehetett, amennyiben rakétafegyverzete és lokátora ezt lehetővé tette.

A VP-11 komplexum és berendezéseinek legnagyobb előnye ennél a harcászati helyzeténél jelentkezett, tehát amikor nagy magasságban, nagy sebességgel repülő célokat kellett elfogni. Ebben az esetben a hagyományos rávezetési eljárások alkalmazásakor, igen pontos számítások szükségesek, főleg a forduló adatainak kiszámításakor és a fordulóparancsok kiadásakor. Szuperszónikus repülésekkor egy repülőgép forduló sugara akár 20–30 km, vagy ennél több is lehet. Ha a megfigyelő csak pár kilométert téveszt, értékes időt veszítenek, miáltal megghiúsulhat az elfogás folyamata a megadott terepszakaszon. Viszont a számító–megoldó berendezés igen nagy pontossággal számolta ki az adatokat, ha pontosan lettek beállítva a kiinduló paraméterek, gyakorlatilag nem hibázott. A célok jellemzően 15–18 ezer méter között repültek, annál magasabbra szinte sosem mentek, ebben a tartományban legalább 1,5–1,6-os M-számot tartottak, ezért a vadászok akár 1,9–2,0 Mach-ig is gyorsíthattak. Bizonyos esetekben lehetőség volt ennél magasabbra, dinamikus csúcsmagasságra is „ugrani”, tehát elméletileg egy 20–22 km magasan repülő célt is lehetett volna támadni, ám ez a korabeli kezdetleges rakétákkal igencsak nehézkes volt, annak ellenére, hogy az ugrás adatait pontosan kiszámították a berendezések.¹⁰⁷

4.6 Rávezetés kismagasságban repülő célra

Az elfogó vadászrepülőgép kis- és földközeli magasságban repülő célra való rávezetésének folyamata majdnem megegyezik az általános esetben tárgyaltakkal, azzal a különbséggel, hogy az SzRP-M működése más üzemmódokban is lehetséges volt.

Amikor a „normál” módszer nem volt hatékony: „ Q_i és V_c kézi beállítása”, és „trenázs” üzemmódokban. Tulajdonképpen a kismagasságú célokra való rávezetés nem okozott különösebb nehézséget az SzRP-M-nek, a problémát a rádiólokációs információk kimaradozása okozhatta. Olyan eset nem fordult elő, hogy abszolút nem látták a célt, viszont az gyakori volt, hogy bizonyos ideig követték, aztán bizonyos időre eltűnt a jel. Ez annak tudható be, hogy a repülőgép egy időre kikerült a rádiólokátor felderítési zónájából. (Pár száz méteren repültek ilyenkor a célok, hiszen az összefüggő rádiólokációs zóna alsó felderítési határa 500m volt.) Ilyen esetben nagyon sok múltott a megfigyelőn, aki – ha elegendő képzettsége és gyakorlata volt – viszonylag könnyen meg tudta határozni azt a zónát amiben a cél valószínűleg tartózkodik, és vagy a bemenő adatok változtatásával, vagy előszóval besegítve tovább irányította a vadászrepülőgépet.

4.7 A rávezetés megoldása manőverező célokra

Bizonyon esetekben a VP-11M komplexummal nem lehet megoldani a vadászrepülőgépek manőverező célokra való rávezetését. Ennek oka, hogy az elfogási terepszakasz koordináta pontja a cél valós repülési irányának és sebességének következtében változhatott, amennyiben a célnak ezek a repülési összetevői is változtak. A nehézségek ellenére, egyáltalán nem volt lehetetlen feladat az APN-1M berendezés alkalmazásával az elfogókat olyan helyzetbe

¹⁰⁷ RT/117 Szakutasítás: p152-153.

kivezetni a cél repülésének körzetébe, amely biztosították a felderítést és a fegyverek alkalmazását.

Ha a légi cél magasság és irány szerint manőverezett a megfigyelő, nyomon követte ezen adatok változását az SzRP–M indikáló tablóján, és ha szükséges változtatott a vadász repülési profilján és a rávezetés kiinduló adatain. A legbonyolultabb eset az volt, amikor a cél irány szerint manőverezett, ilyenkor az APN–1M berendezésen át kell térni valamelyik speciális üzemmódba, amik a következők lehetnek: „ τ_c állandó”, „ Q_c beállított”, „ V_c beállított”. Az üzemmódok lehetővé tették a vadászrepülőgépnek a cél repülési körzetébe való kivezetését megfelelő pontossággal. A rávezetés „üldözés” módszerrel került végrehajtásra, tehát a vadászrepülőgép irányvektora minden pillanatban a célra mutatott.

A fent említett módszert („üldözés”) a gyakorlatban csak akkor alkalmazták, ha bonyolult légi helyzetben a megfigyelőnek nem volt ideje előkészíteni másik módszert a rávezetéshez. A berendezések technikai korlátai ellenére a manőverező célok elfogásánál igen nagy segítséget jelentett a megfigyelőnek. A számító–megoldó berendezés a cél irányának és sebességének változását azonnal lekövette és dolgozta ki az új parancsokat. Fő hangsúly a gyorsaságon volt, hiszen egy indikátoros megfigyelőnek több idejébe telt volna a bonyolult számítások elvégzése. Természetesen a cél manőverei miatt a számított elfogási pont helyzete is gyorsan változott, melyet a vadász sebességének növelésével lehetett korrigálni.¹⁰⁸

4.8 Rávezetés nagy találkozó szögek esetén

Az automatizált rávezetés végrehajtásának egyik legbonyolultabb formája amikor a célokat 3/4 vagy 4/4 rákurzuson kell elfogni (vagyis keresztező vagy megegyező–keresztező irányon). Ezért csak az alábbi feltételek esetén lehet megoldani:

- ha az elfogó vadászrepülőgép távolsága a légi céltól a rávezetés befejezésekor ($\Delta 10$) azonos a fedélzeti rakéta indításának távolságával;
- ha az elfogó vadászrepülőgép vezetője pontosan végrehajtja a földi rávezetési parancsokat, az emelkedés megkezdésének távolságáig.¹⁰⁹

A nagy találkozó szögeken való rávezetést csak nem manőverező célra lehet alkalmazni, általában a „forduló” módszert felhasználva, de bizonyos esetekben, amikor a cél és a vadász egymáshoz viszonyított helyzete biztosítja a megadott támadási szögek elérését az „elfogás” is alkalmazható.

A nagy találkozó szögeken történő elfogás problémáját valójában nem az SzRP–M, hanem a vadászrepülőgépek korlátai jelentették. A berendezés rendben kidolgozta az egyszeri és folyamatos parancsokat, azonban abban olyan bedöntés és túlterhelés értékek is szerepelhettek amelyeket egyszerűen képtelenség volt az adott vadászrepülőgépekkel végrehajtani. Ekkor gyakran előfordult, hogy a vadász „átcsúszott” a cél pályáján annak másik oldalára, ami után a megfigyelő visszafordította. Értelem szerűen ilyenkor nem hiúsult meg az elfogás, csak több időt vett igénybe, a főlöszeges manőverek végrehajtása miatt.¹¹⁰

¹⁰⁸ RT/117 Szakutasítás: p152-166.

¹⁰⁹ RT/117 Szakutasítás: p168.

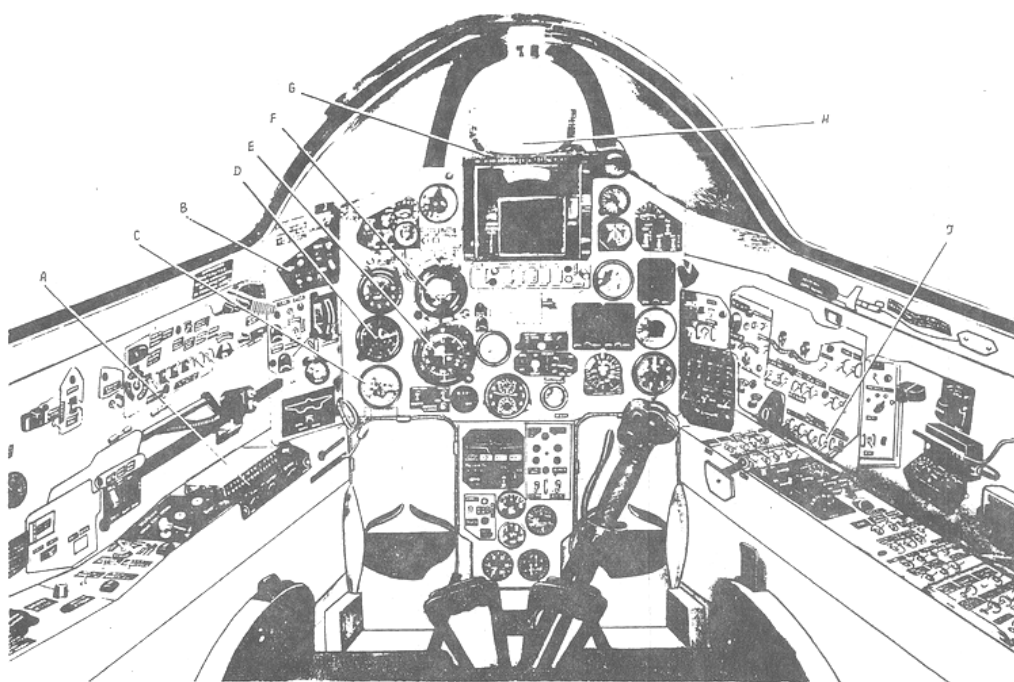
¹¹⁰ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

4.9 Automatikus irányító rendszerrel felszerelt vadászpilóta gépek rávezetése

A légvédelmi harc hatékonyságának növelése érdekében a két nagy katonai tömb vezető országaiban már az '50-es években megkezdődött a légvédelmi vezetési és adattovábbító rendszerek automatizálása.

Ennek a folytatásaként került sor a légvédelmi fegyverrendszerek konkrét irányítási folyamatának automatizálása, ennek jellemző példája a fentebb ismertetett VP-11 komplexum. Azonban a fejlesztők ennél is tovább mentek, a földi irányítórendszer automatizálását követően egyes repülőgép típusok irányítását is igyekeztek automatizálni, tehát a repülés majdnem teljes folyamata során, nem a pilóta, hanem a „robotpilóta” (jelen esetben SZAU) „vezeti” a repülőgépet. A repülőgépvezető a teljes irányítást csak fel és leszálláskor vette át. A repülőgép függőleges és vízszintes manőverezését, a lokátor és a fegyverrendszerek alkalmazását is a földről kapott adatok alapján végzi az automatika. Természetesen ebben az esetben is szükség van az emberi kontrollra, pl. a hajtóművek teljesítményének vezérlése továbbra is a repülőgépvezető dolga volt.

Ez a fajta szemlélet a SZU légvédelmi csapataiban (PVO) került széleskörű alkalmazásra, pl. a Szu-15, MiG-23 és MiG-25 egyes al-változatainál.¹¹¹ Hazánkban megvolt a technológiai lehetőség ilyen repülőgépek irányítására, azonban gyakorlati alkalmazásra valószínűleg soha sem került sor.



8. ábra. A MiG-23ML típusú repülőgép fülkéje

A - vezérlőpult; B - SZAU vezérlőpult; C - valószínűs sebesség és M-szám kijelző; D - VDI-30K magasság kijelző; E - NPP műszer; F - KPP műszer; G - egyszerű parancsok fényablója; H - a Szei rendszer egyesített indikátora; I - LAZUR automata

13. ábra Az ábrán azok a műszerek vannak megjelölve, amelyekre az együttműködési parancsok érkeznek¹¹²

¹¹¹ Az USA-ban az F-106-os vadászpilóta gép rendelkezett hasonló képességekkel.

¹¹² RT/1402 Szakutasítás: p53.

4.10 A műszeres rávezetés végrehajtásának különleges sajátosságai

A vadászrepülőgépek „forduló” módszerrel történő automatizált célravezetések előfordulhatott, hogy a rávezetési adatok hibásan, nem a valóságnak megfelelően lettek kiszámítva. Ez jelentkezhet a vadászrepülőgép kiinduló koordinátáinál és a kivezetési helyzetkor is. Ez a jelenség arra utalt, hogy az elfogó vadászrepülőgép abban a zónában tartózkodott, amelyből nem lehetséges a rávezetés. Ennek a „zónának” a magyarázata az SzRP–M technikai korlátaiban keresendő.

Az SzRP–M akkor oldotta meg helyesen a feladatokat, ha teljesülnek az alábbi feltételek:

- a légi cél sebességének és a vadász sebességének hányadosa nem haladja meg a 0,88-as értéket, vagyis $V_c/V_v \leq 0,88$;
- az elfogó vadász fordulójának szöge kisebb, mint 3150 és nagyobb mint 450;
- viszonylagos sugara $\rho > 0,2-0,5$;
- ha a forduló módszernél a kiindulási távolság nagyobb mint 90km.¹¹³

Abban az esetben, ha a fenti feltételek nem teljesülnek, az SzRP–M a feladatokat pontatlanul vagy egyáltalán nem oldja meg. A légtérnek az a zónája, amelyen belül nem lehetséges a számítás megoldása, a célrepülőgép előtt, repülési tengelyének meghosszabbított vonala mentén helyezkedik el, hosszúsága kb. 4–5-szöröse, szélessége kb. 2–2,5-szöröse az elfogóvadász fordulósugarának. Valójában a zóna mérete a beállított R_0 , l_0 , Δl_0 , θ_0 , V_c és V_v értékektől függ. Ha a berendezés pontatlanul oldja meg a feladatot, azt a műszerek mutatóinak rendezetlen forogása jelezte.

A rávezetési feladat hamis megoldását jelenthette az is, hogy az SzRP–M pontosan kidolgozta a vadász repülési irányát és az elfogási terepszakaszig való repülés idejét, viszont ez az idő a valóságban nem volt elegendő a felgyorsításhoz és a megfelelő magasságra való emelkedéshez. Ilyen probléma akkor jelentkezhet, ha a megfigyelő hibázott, és nem ellenőrizte a rávezetés kezdetén az SzRP–M megoldásainak helyességét. Amennyiben a kiszámított idő nem volt elegendő a felgyorsításig, a megfigyelő beavatkozott és a számító–megoldó berendezésen bekapcsolta a $\tau_{c. asztr}$ üzemmódot és be állította a „repülési idő a gyorsításig” értéket.

Amennyiben a vadász repülési pályájának módosítására volt szükség, azt meg lehet tenni a forduló sugarának növelésével vagy a forduló utáni egyenes repülési szakasz hosszának növelésével. Ha ez nem volt eredményes, akkor a találkozási szöget kellett nagyobbra állítani.

Ha az SzRP–M képes volt megoldani a rávezetési feladatot, de pontatlanul, vagyis tévedett a repülési irányban vagy az időben úgy is megnyilvánulhatott, hogy a vadászrepülőgép túl közel került a forduló középpontjához. Ekkor a rávezető tisztnek arra kell törekednie, hogy a repülési paraméterek megváltoztatásával a vadász távolabbra kerüljön a forduló kezdőpontjától.

¹¹³ Kovalik Tibor: A VP–11M alkalmazása sztratoszférában repülő légitűzettel forduló módszerrel történő elfogásakor: p18

Előfordulhatott olyan eset is amikor az SzRP–M által kiszámított rávezetési parancsokat nem lehet végrehajtani. Ezt a rávezetéshez szükséges idő minimális vagy maximális értéke jellemezte és úgy lehetett észlelni, hogy a rendszer áttér a rávezetés harmadik szakaszára, vagyis áttér az „elfogás” módszerre. Továbbá ez az idő kijelzésre került az SzRP–M indikáló berendezésén. (Ha ez több mint 30 percvolt a feladat nem oldható meg.) Olyankor sem volt megoldható a feladat, amikor az elfogó jelentős mértékű sebességförlényben volt, vagy az alapvető sebességförlény nem állt fenn. Végeredményként megállapítható, hogy amikor a vadászrepülőgép abban a zónában tartózkodik, amelyben nem oldható meg a rávezetési feladat a rávezetőnek manuálisan be kellett avatkoznia a feladat megoldásába és a repülési sebesség, repülési irány valamint az elfogási pontig tartó repülés idejének megváltoztatásával meg kellett próbálnia korrigálni a berendezés hibáját. Ha a technikai korlátok nem tették lehetővé a rávezetés műszeres megoldását, úgy át kellett térni a „hagyományos” szemmérték utáni rávezetésre, a SZTRELA–V1 indikátor alkalmazásával.¹¹⁴

¹¹⁴ RT/117 Szakutasítás: p179-185

5. A VP–11M KOMPLEXUM ALKALMAZÁSÁNAK TANULSÁGAI

A komplexum, az 1960-as évek közepétől volt rendszeresítve kb. 1990-ig. A tárgyalt időszakban hazánk teljes légterében lehetőség volt a honi vadászpilóták műszeres rávezetésére, ezt a kb. 6 db automatizált vadászirányító pontról végezték. A megfigyelők akik ezen a technikán dolgoztak, igen megoszló véleménnyel nyilatkoznak a rajta végzett harci munkáról, egy részük kifejezetten szeretett a „VP–n” dolgozni mások kifejezetten nem. Főleg azok nem kedvelték, akik az átképzés előtt már jó pár évet töltöttek, „hagyományos” rávezetői munkakörben, és „öreg rókaként” nem igazán akarták megtanulni a sokszor igen bonyolult tevékenységet igénylő berendezések kezelését. Amellett, hogy nagy rutin és tapasztalat volt szükséges az eredményes „műszeres” rávezetői munkához, a volt megfigyelők abban egyetértettek, hogy a rendszer kiemelkedő képességekkel rendelkezett és a kedvezőtlen harcászati helyzetekben nagy előnyt jelentett a használata.

Mint fentebb említésre került a rendszer legnagyobb előnyei a nagy magasságon és sztratoszférában végrehajtott elfogásoknál mutatkoztak meg. Itt a célok nagy sebessége, és az előre meghatározott elfogási szög miatt, az elfogók fordulójának paramétereit igen pontosan kellett kiszámítani, valamint időben kiadni a végrehajtásához szükséges parancsokat. Ezeket a feladatokat a számító–megoldó berendezés igen pontosan hajtotta végre, nagyban megkönnyítve a megfigyelők munkáját. A számítások kidolgozása mellett a másik nagy előnye az volt, hogy lehetővé tette a rádiócsendben végzett rávezetést, nem okozott problémát sem a megfigyelőnek sem a pilótának a feladatok végrehajtása, a LAZUR vonalon kiküldött együttműködési parancsokkal. Mint tudjuk a főniás rávezetés esetenként igen jól zavarható illetve lehallgatható az ellenség által, ezzel szemben a rádió–telemechanikus vonalat nagyon nehéz volt zavarni. Ha ez mégis megtörtént, még mindig áttérhettek az élősóban végzett rávezetésre. A rejtett célmegközelítés másik nagy előnye, hogy a vadász a lokátorát csak a céltól a lehető legkisebb távolságon kapcsolja kisugárzásra, majd amilyen gyorsan csak tudja, befogja azt és indítja a rakétákat. Ezzel a lehető legkevesebb időt adja a célnak, hogy különböző ellentevékenységekbe kezdjen.

Az SzRP–M kezdetlegessége ellenére megbízhatóan és pontosan dolgozott, csupán rendelkeznie kellett a rádiólokációs adatokkal a számításokhoz. Nem fagyott le, nem számolt félre, probléma csak akkor adódhatott, ha az USzD–M kezelők nem követték stabilan a repülőgépek jeleit, illetve ha a megfigyelő a kiinduló adatok beállításánál hibázott. Természetesen az emberektől lehetetlen elvárni, hogy ne hibázzanak, előfordultak sikertelen elfogások is (ellenőrző céloknál szinte sohasem), ezekért kb. 50–50%–ban a megfigyelő és a pilóta volt a felelős, a gép gyakorlatilag egyszer sem. Igaz, voltak az SzRP–M–nek korlátai (holt–zónák), ám ezeket ki lehetett kerülni, manuális beavatkozással, illetve valamelyik speciális üzemmódba való kapcsolással. Manőverező céloknál, illetve 4/4–es rákurzusnál, ha a forduló paramétereit nem lehetett kiszámítani, mindig adott volt a lehetőség „üldözés” módszerre áttérni, igaz abban az esetben nem valósult meg a megadott találkozó szögeken végrehajtott elfogás, de olyan sem fordult elő, hogy a vadászpilóta vezetője nem tudta felderíteni a célt.

Képességei elismerése mellett nem mehetünk el a komplexum korlátai, illetve negatív tulajdonságai mellett. A legfőbb hátránya az volt, hogy nem tudott egyik pillanatról a másikra, beavatkozni a légvédelmi harcba, a VP–11M rendszerrel felszerelt vadászirányító pontoknak negyedórás normaidő volt előírva elsőfokú készségbe lépésre. Ez nem tűnik hosszú időnek, de ha azt vesszük, hogy egy 1000 km/h–val repülő cél, ennyi idő alatt pontosan 250 km–t tesz meg, ez a reakcióidő mindjárt kevésnek bizonyul. Ez a sajátossága a tervezési korlátaiból fakadt. Mivel a SZU–ban fejlesztették ki, az ottani extrém nagy távolságok miatt elegendő volt ez a „gyorsaság”, ám Magyarországon, ahol a határ egyes szakaszain a vasfüggöny húzódott, egy légtérsértésnél nem lehetett megengedni 15 perc tétlenséget. A mindennapokban első fokú készségből riasztott vadászrepülő irányítását nem is végezték VP–11M–mel, ez azonban nem jelentette azt, hogy kevesebb dolguk akadt volna, mint az asztali megfigyelőknek. Napjában többször is emelhetek vadászokat ellenőrző célokra, és igen gyakoriak voltak a nagyszabású (akár VSZ szintű) hadgyakorlatok. Hazánk három vadászrepülő ezrede akkoriban hajózóval és technikával jól fel volt töltve, mindennaposnak számított a 3 váltásos repülés, váltásonként 8 órával számolva. A dolgozatom elkészítésében segédkező egykori műszeres megfigyelőtiszt egyszer megélte, hogy 24 órát folyamatosan a „VP” utánfutójában tartózkodott, ez alatt kb. 100 elfogás végrehajtásában vett részt.¹¹⁵

A rendszer korlátaival kell még sorolni, hogy egy időben csak két vadász automatizált rávezetését lehetett róla elvégezni, azonban ha azt vesszük, hogy ez 6 komplexummal számolva már 12, és mivel az alapvető harcászati kötelék a géppár, így elméletileg lehetőség volt Magyarország felett egy időben kb. 24 vadászrepülőgép műszeres rávezetésére (természetesen ez a szám a kötelékek összetételével növelhető volt). Hogy valójában ez a mennyiség mire lett volna elegendő egy tömeges légicsapás visszaverésekor, szerencsére soha nem tudjuk meg¹¹⁶.

Ám, ahogy a hidegháborús szembenállás enyhült, majd megszűnt, ezeknek az igen specializált fegyverrendszereknek is meg voltak számlálva a napjaik. A rendszerváltás környékén már technológiailag igen csak elavultnak voltak tekinthetők a komplexum berendezései, főleg az SzRP–M berendezés, ami tulajdonképpen még számítógép sem volt, hiszen elektronikus alkatrészt, gyakorlatilag nem tartalmazott! Idővel kivonásra kerültek azok a repülőgép típusok, amelyek együtt tudtak működni a komplexummal, az új 4. generációs szovjet (orosz) vadászok harcászataiban már nem tulajdonítottak akkora szerepet a forduló módszerrel végrehajtott automatizált rávezetésnek, mint korábban.

Értékelve a rendszer előnyeit és ártányait, zárógondolatként megállapítható, hogy a VP–11M komplexum technológiai fejletlensége és bonyolult alkalmazása ellenére egy rendkívül fontos szegmense volt az automatizált légvédelmi vezetési–irányítási rendszereknek. Mivel a keleti katonai tömbben ez volt az első automatizált vadászávezető rendszer, a maga korában mindenképpen úttörőnek számított. Békeidőszakban a mindennapi kiképzési repülések és rutinfeladatok ellátásában igaz kicsit mellőzve volt, ám meglátásom szerint egy esetleges háborús konfliktusban hozta volna az elvárt eredményeket, és a

¹¹⁵ Hatos Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹¹⁶ Arról sem szabad megfeledkezni, hazánk légvédelmi rendszerének vizsgálatakor, hogy a II. Világháború végétől, 1991-ig, jelentős számú szovjet repülőerő állomásozott itt.

vadászrepülőgépek harcának eredményességét jelentős mértékben fokozta volna. Valamint, azok a matematikai és harcászati elvek, amelyek mentén működött a VP-11 komplexum, a későbbiekben sem veszítettek az érvényességükből és fejlettebb rendszereknél is alkalmazásra kerültek. Szintén megmaradt az a vezetési-irányítási struktúra, amelyben alkalmazták ezeket a fegyverrendszereket, ahogy néhány technikai összetevő is további alkalmazásra került a „VP-n” kívül is. (Pl. a LAZUR vonalon mentek ki a parancsjelek a továbbiakban bemutatásra kerülő légvédelmi dandár AVR-eknél is.)

A következőkben, sor kerül, két légvédelmi rendszer a bemutatására, melyeknél megoldott volt a vadászok automatizált rávezetésének problematikája. A megoldandó feladataik ugyanazok voltak, mint a VP-11-nek, viszont a legnagyobb különbség az volt közöttük, hogy az új AVR-ek a harci-számítógépük programjainak segítségével dolgoztak, tehát a megfigyelői harcfeleladatok sokkal nagyobb fokú automatizálása következett be.

6. VADÁSZIRÁNYÍTÁS A LÉGVÉDELMI RAKÉTA EZRED HARCÁLLÁSPONTJAIRÓL

A honi vadászrepülő csapatok automatizált műszeres rávezetését, elsőként a VP–11 (majd 11M) komplexumokkal hajtották végre a SZU–ban és a VSZ országokban, köztük hazánkban is. (Nálunk csak a 11M változat volt rendszerben).

A komplexum, a régi eljárások alkalmazását merőben más formában valósította meg, mint ahogy azt a „hagyományos”, indikátoros megfigyelők végezték előtte. Számos harcászati helyzetben jelentős előnyt jelentett a használata, a szemmértékkel történő rávezetéssel szemben. (Például nagy sebességű sztratoszféra elfogások). Azonban különleges képességei mellett természetesen bizonyos hátrányai is voltak. Ezek közül első helyen a lassú reakció idő állt. Továbbá nem elhanyagolható tény, hogy komplexumonként egyszerre csak 2 vadászrepülőgép (vagy kötelék) rávezetését lehetett végezni 2 célra (vagy célcsoportra). Humán oldalról közelítve a dolgot, a tapasztalatok és visszaemlékezések azt mutatják, hogy a megfigyelők egy része nagyon szeretett rajta dolgozni, másik részük egyáltalán nem. Különösen azok az irányítók nem kedvelték, akik már régóta dolgoztak indikátoros megfigyelőként, és később kaptak kiképzést az új technikára. Nem szerették bonyolultsága, komplexitása miatt, viszont előnyeit ők sem vonták kétségbe.

6.1 Automatizált rávezetés a VEKTOR–2VE (5N35E) rendszer harcálláspontján

A VP–11M rendszer hazánkban kb. 1990–ig állt szolgálatban, azonban már 1980–ban megjelent a vadászrepülőek automatizált rávezetésének új eszköze, amely a VEKTOR–2VE (5N35E) automatizált vezetési rendszer harcálláspontjáról üzemelt. Ez az új típusú AVR, a VOZDUH–rendszer részeként, de viszonylag más összetevőkkel üzemelt. Alapvető feladat a (vegyes) légvédelmi rakétadandár (ezred) harcának vezetése, az alárendelt osztályok automatizált tűzvezetése és tűzelosztása. A rádiólokációs információk összegyűjtése és feldolgozása (a PORI végzi), valamint ábrázolása az automatizált harcállásponton (AH) ahol a harci munka folyik. A vadászrepülőgépek műszeres rávezetése is itt történt, a korábbi komplexumoknál (VP–11) alkalmazott elvek alapján, de már jóval fejlettebb számítástechnikai berendezésekkel és kibővült harci lehetőségekkel. A továbbiakban a VEKTOR–2VE rendszerről történő automatizált vadászávezetést fogom ismertetni.

A vadászirányító pont rendeltetése, az elfogóvadászok rávezetése az oltalmazott objektumok, vagy körzetek távoli megközelítési útvonalain, valamint a honi légvédelem repüléseinek ellenőrzése. A feladatok az előljáró harcálláspontból érkeznek, a végrehajtásukért a parancsnok a felelős, aki együtműködik a rakétadandár és a rádiótechnikai zászlóalj parancsnokával is. A vadászirányító ponton, ő szervezi a harci munkát. Látható tehát, hogy a dandár szinten elhelyezett vadászirányító pont feladata nagyban hasonló a századoknál kihelyezetttekével, viszont a felelősségi körzet, az adott légtér, ezáltal a levegőben tartózkodó gépek nagyobb száma is, bonyolultabb, felelősségteljesebb feladatot feltételez.

- A számítógép a síkbeli rávezetési feladatokat a korábban is alkalmazott „elfogás”, „manőver” és „üldözés” módszerekkel oldja meg.

- A magasság szerinti rávezetés, a vadászpilóta típusok meghatározott gyorsítási–magassággyűjtési programja alapján történik. A névleges magassággyűjtési programok alkalmazása abban az esetben történik, ha a légi célt kellő időben, megfelelő távolságon derítették fel, és biztosítva van az elfogás a legtávolabbi terepszakaszon, a tüzelőanyag–maradék felhasználás figyelembevételével. Az utánégetés–magassági programok olyan esetben használhatóak, amikor a célt kis távolságon derítik fel és a lehető legrövidebb időn belül el kell fogni. A számítógép programja lehetővé teszi a magassággyűjtési programok automatikus kiválasztását a légi cél repülési jellemzőinek függvényében, valamint a vadászpilóták típusajátosságai alapján. Ezen programok jellemző paraméterei a számítógép memóriájában vannak tárolva.
- A számítógép a magassággyűjtési program vetületének hosszúságából és a vízszintes repülési szakaszból valamint az extrapolált tüzelőanyag felhasználásból kiszámítja a repülőgép maximális hatótávolságát, ezt összehasonlítja a cél repülési jellemzőivel, és kijelzi, ha a feladat nem oldható meg. Ilyen jellegű számítási feladat sem volt a korábbi automatizált rávezető rendszerben, a megfigyelőknek manuálisan kellett ilyen számításokat végezni, ha kellett.
- Miután a számítógép felmérte a tüzelőanyag–tartalmat, meghatározza az elfogáshoz szükséges időt, ha a megadott távolságon nem lehetséges az elfogás, vagy az elfogó repülési jellemzőin korrigál, vagy közelebb helyezi az elfogási terepszakaszt.
- A rávezetés algoritmusa lehetővé teszi a különböző feladatok újraszámolását, megfigyelői beavatkozás után, pl. magassággyűjtési program, elfogási terepszakasz, céltámadási térfél és adott esetben az elfogó repülési pályájának újratervezése is megtörténhet. A számításokat a gép a 10 mp–enként végzi el, ugyanis ilyen időközönként kerül sor a rádiólokációs információk megújításra.¹¹⁷
- Mivel a dandár alárendeltségébe légvédelmi rakétaosztályok tartoznak (maximum 14), viszont vadászpilóták rávezetéséért is felelősek, meg kellett oldani a két fegyvernem hathatós és biztonságos együttműködését, megelőzve a saját repülőgép lelövését, illetve megvalósítva a célelosztást. Ennek érdekében a számítógép segítségével az összes automatizált munkahelyen kijelzésre kerülnek a rakétaosztályok megsemmisítési zónái, a vadászpilóták, az őrző- és vadászrepülőterek, az őrző- és vadászrepülőterek, az elfogási terepszakaszok és természetesen az elfogók repülési pályája, emelkedési programja. A számítógép, az osztályok megsemmisítési zónáját lehetőleg kikerülteti a vadászokkal, illetve ha rávezetés van folyamatban egy célra, arra indítási tilalmat rendelhet el az osztályok felé.¹¹⁸ Ezekkel a speciális algoritmusokkal a korábbiakhoz képest jelentős javulást értek el a fegyvernemek együttműködése tekintetében, és eredményesebbé lehetett tenni a légvédelmi harcot.

A komplexum biztosítja, egy időben 6 elfogó–vadászpilóta (vagy kötelék) műszeres rávezetését a légi célokra, tehát szám szerint annyit, mint 3 VP–11M–mel felszerelt

¹¹⁷ RT/1342 Szakutasítás: p55-65

¹¹⁸ RT/1342 Szakutasítás: p16.

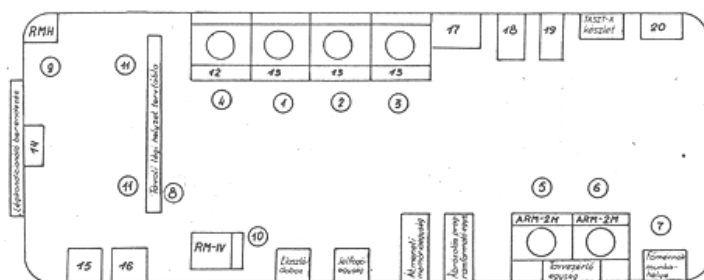
vadászirányító pont. Egy légi célra, egy időben 3 elfogót is ki lehetett vezetni, más rávezetési csatornákon.

Ezek a repülőgépek 5 különböző repülőtéren települhettek, típusaikat tekintve a MiG–21 és 23-as család szinte valamennyi tagjával képes volt dolgozni, amennyiben fel voltak szerelve a LAZUR vagy LAZUR–M rendszer fedélzeti blokkjával.

A vadászrepülők rávezetését, az automatizált harcállásponton és a számítógép–komplexum kabinjaiban elhelyezett eszközök végzik, gyakorlatilag digitális számítógépek és nem mechanikus számító–megoldó berendezések, mint a VP–11M–ben. A számítógépek, algoritmusaiknak köszönhetően sokkal komplexebb feladatokat képesek voltak megoldani mint az elődeik, illetve a „hagyományosnak” tekinthető feladatokat más formában végzik el, ezzel könnyítve a megfigyelők munkáját illetve növelve a harci lehetőségeiket.

Ha egy célról vagy vadászról a rádiolokációs információk nem jutnak el valamilyen oknál fogva a harcálláspontra. A rendszer képes extrapolálni a lehetséges tartózkodási helyét, magyarul a korábbi repülési paramétereinek függvényében előre jelezni, hogy nagy valószínűséggel hol is lehet, amennyiben nem változtatott jelentősen profilján. Ha újra érkeznek adatok a célról, a rendszer visszatér az alapállapotba.¹¹⁹

Az 5N35E rendszer automatizál harcálláspontján összesen 4 fő dolgozott, akik a vadászrávezetés biztosításaért voltak felelősek. Ebből egyikük a vadászirányító pont parancsnoka, 2 fő vadászirányító–megfigyelő, valamint egy fő, aki a távoli légihelyzet–tervtábláról manuálisan vitte be az adatokat a számítógépbe. Látható, hogy a vadászirányító pont állománya a VP–11M komplexumhoz képest két fővel csökkent, annak ellenére, hogy a rendszer képességei gyarapodtak.



2. ábra. A berendezések és a hadművelleti váltás elhelyezkedésének vázlata a harcvezetési kabinban

- 1 - dandárparancsnok; 2 - törzsfőnök; 3 - hadművelleti tiszt; 4 - vadászirányító pont parancsnoka; 5, 6 - vadászirányító megfigyelők; 7 - dandárparancsnok fegyverzeti helyettese; 8 - felderítőfőnök; 9 - vegyvédelmi szolgálat főnöke; 10 - tervtábla kezelő / RM-IV munkahely kezelő; 11 - tervtábla kezelő; 12 - ARM-II automatizált munkahely; 13 - ARM-I automatizált munkahely; 14 - légkondicionáló automatika egység; 15 - hírosszeköttetés jelfogó egység; 16 - csatorna összekapcsoló egység; 17 - hadművelleti tiszt munkahelye; 18 - átmeneti memóriaegység; 19 - program ábrázoló-formáló egység; 20 - táplálás elosztó tábla

14. ábra: A VEKTOR rendszer munkahelyei, utánfutós változatban¹²⁰

A munkahelyek elsődleges megjelenítő eszköze az IKO körkörös indikátor, amelyen az alábbi statikus információk jelentek meg (1600, 800, 400 és 200 km-es léptékben):

¹¹⁹ RT/1324 Szakutasítás: p7-11.

¹²⁰ RT/1324 Szakutasítás: p26.

- A dinamikus (állandóan változó) információk a következők voltak:

- az elfogó vadászpülőgép és célpülőgép céljelei;
- elfogási–terepszakaszok jel–formái;
- elfogási profil jel–formái;
- rávezetési tablók;
- őrzátozási légterek;
- helyi rádiótechnikai századtól érkező elsődleges információk.¹²¹

[illegible]

15. ábra: A VEKTOR rendszer körkörös indikátorának sematizált ábrája¹²²

Amikor harc feladat érkezett az előjáró harcálláspontból, abban meghatározták a célokat, az elfogók típusát, a felszálló repülőteret és a támadás terefelét. Az előzetes megfigyelői számítások adatai (elfogási terepszakaszok, hajtóműindításig és a felszállásig hátralévő idő, kirepülés iránya) szintén érkezhetnek az előjárótól, vagy elvégezhetők az helyben is. Amennyiben a H.-on végezték el, a parancsnok a kapott adatokat betáplálta a számítógépbe mely elvégezte a számításokat. A lehetséges terepszakaszokat az indikátoron jelezte ki, a rávezetési tablón kiírta, a magassággyűjtés programját, a hajtóműindításig

¹²¹ RT/1342 Szakutasítás: 12-13.

¹²² RT/1324 Szakutasítás: p36.

számított időt, az elfogó kirepülési irányát, a program szerinti végsebességet és a feladat végrehajtásához szükséges tüzelőanyag-mennyiséget. A rávezetési tablón figyelmeztetés jelent meg, abban az esetben ha a rávezetési feladat a vadászrepülőgép határüzemmódján kerülhetett csak végrehajtásra (csúcsmagasság, csúcssebesség, tüzelőanyag-szükséglet). A számítógép által fentebb említett lehetőségekkel, korábban kivitelezhetetlen feladatok megoldására is képesekké váltak a megfigyelők. Munkájukat pontosabbá és eredményesebbé lehetett tenni, az elfogási feladatok végrehajtásába egyre kevesebb hiba csúszhatott.

A konkrét rávezetési feladatokat már nem a parancsnok, hanem a két megfigyelő végezte. A rávezetési folyamatok automatizálásának magas foka lehetővé tette az alábbiakat:

- A vadászok felszállása előtt már indikálódik azok extrapolált kirepülési pályája;
- kijelzésre került a terepszakasz és az eléréséig szükséges idő, az emelkedési program;
- folyamatosan számításra került: az elfogó-cél távolság, a vadász tüzelőanyag tartaléka;
- a vadászok felszállása után automatikusan követék őket a rt-i alegységek, és elkezdődött a LAZUR-vonalon keresztül a parancsok kisugárzása.¹²³

A felszállást után előszóban kellett pontosítani az irányítás átvételét, a fedélzeti LAZUR-egység beállításait, ezután további kommunikációra nincs szükség.

Érdekes megoldás volt, hogy a célok követésére és az információk betáplálására csak akkor kerül sor, miután azok felszálltak és a cél beért a rt. zászlóalj felderítési zónájába. A magasabb egységtől kapott céladatokat a távoli-légi helyzet tervtábláról, az ARM-IV munkahelyről vitték be. Ezek után a számítógép pontosította a repülés paramétereit. Amennyiben ezek nem egyeztek a korábbiakkal újra megoldásra kerültek. Amikor a vadász valóságos repülési magassága eltért a számítottól lehetőség volt az automatizált magassághelyesbítésre. Ugyanez volt a helyzet akkor is, ha az elfogó jelentősen nagy sebességgel közeledett a célhoz. További rávezetési helyesbítést (fordulósugar, elfogási szög, egyenes repülési szakasz) csak akkor kellett végrehajtani, ha az elfogónak ki kellett kerülnie a légvédelmi rakéta egységek megsemmisítési zónáit vagy tiltott légteret, valamint ha a cél sebesség vagy (és) magasság szerint manőverezett.

Az ún. „Kígyó” típusú manővert alkalmazó célok ellen is kínált automatizált megoldási lehetőséget a program. Az elfogási terepszakasz rögzítése után, 4/4-es rákurzuson vezette ki az elfogót, majd áttért „üldözésre”.

Amikor a rávezetés alatt, olyan helyzet állt elő, hogy bizonyos megjelenített információk miatt (elfogási terepszakasz) a megfigyelő nem látta az elfogót, lehetősége volt törölni a zavaró jeleket. Tehát a saját feladatának megkönnyítése érdekében „interaktívan” beavatkozhatott nem csak a rávezetésbe, hanem az információk megjelenítésébe is.

A harc feladat biztonságos végrehajtásának egyik kulcseleme, hogy az elfogó-vadászrepülőgép rendelkezzen elegendő tüzelőanyaggal. A tüzelőanyag-szint mértékének változását a számítógép számolta és jelezte ki a megfigyelőnek, aki időnként szóban jelentést kért a repülőgéphez vezetőtől. Ha eltérést tapasztal (100 kg eltérés fölött) az új adatokat bevitte a

¹²³ RT/1342 Szakutasítás: p28.

rendszerbe, amely ezután azzal számolt. Ha úgy adódott, hogy a sikeres elfogáshoz nem állt rendelkezésre elegendő üzemanyag, a vadászt hazavezették.¹²⁴

Az elfogó, önálló rávezetésre való áttérése után, a célfelderítés, befogás, támadás és kiválás folyamata ugyanúgy kerül végrehajtásra, mint az általános esetekben. Természetesen volt lehetőség a saját vadászok automatizált hazavezetésére is („elfogás” módszerrel). Ezen kívül másik célra is át lehetett irányítani, illetve átadni, vagy átvenni együttműködő H.-ra.¹²⁵

A fenti leírás alapján kijelenthető, hogy a dandár harcállásponton telepített új AVR generációs ugrást jelentett, a VP-11M-hez képest a vadászpilóták célra vezetésében. A megoldandó feladatok és a harcászati feladatokra vonatkozó követelmények nem változtak, sőt bizonyos összetevőknél csak fokozódtak. Ám – kétség kívüli – technológiai ugrásnak köszönhetően, az automatizált harcállásponton dolgozó megfigyelők lehetőségei jóval meghaladták a 3 vadászirányító ponton telepített VP-11M komplexum összevont képességeit. Ezeket a különleges képességeket érdemes, a felsorolás szintjén újra említeni:

- A H. tevékenységi körzete sokkal nagyobb volt, mint egy VIP-é;
- a vadászok magassággyűjtésére különböző programok voltak meghatározva, ezeket memóriában tárolták, felhasználásuk a feladat függvényében automatikus volt;
- a számítógép a megoldandó feladathoz szükséges út megtétele, a vadászpilóta sebessége, valamint üzemanyag felhasználása alapján folyamatosan számolta, hogy a vadász képes-e a célt a megadott távolságon elfogni;
- a rádiólokációs információk beérkezésének megfelelően, számításra került a rávezetési feladat, tehát 10 másodpercenként lehetőség volt azt korrigálni;
- a fejlett algoritmusok segítségével megakadályozható volt, hogy a saját vadászokra tüzet vezessenek a légvédelmi rakéta osztályok;
- egy időben 6 vadászpilótát (vagy köteléket) lehet rávezetni;
- a célok és a vadászok útvonalai – a radaradatok kiesése esetén – extrapolálhatók voltak;
- a vadászirányító ponton 4 fő dolgozott, mely kettővel kevesebb volt, mint a VP-11-en;
- az újabb indikátorok több és jobb minőségű információ-ábrázolását tették lehetővé.

A leírt képességek egyértelműen generációs ugrást jelentettek a korábbi rávezető rendszerhez képest. A dandár automatizált harcálláspontján végzett rávezetési feladatok jelentősen javították a légvédelmi harc mutatóit.

6.2. Automatizált rávezetés a SZENYEZS–ME rendszer harcálláspontján

Hazánkban, 1988-ban került telepítésre a VEKTOR rendszer váltótípusa, amelyet ugyanaz a tervezőiroda fejlesztett ki, mint az elődjét. Gyakorlatilag a korábbi AVR, egy jelentősen módosított és modernizált változatról beszélhetünk. Mint elődje, a SZENYEZS is gyakorlatilag ugyanazokat a feladatokat látta el, tehát a rádiólokációs információk gyűjtését, feldolgozását, ábrázolását. A légvédelmi rakétaosztályok tüzeinek centralizált vezetését és a vadászpilóták automatizált rávezetését, a rendszer digitális számítógépének harci

¹²⁴ RT/1342 Szakutasítás: p29-35.

¹²⁵ RT/1342 Szakutasítás: p35-38.

programja vezérelte.¹²⁶¹²⁷ A rendszer, mint említettem a VEKTOR továbbfejlesztésének tekinthető, ám nem minden téren volt tapasztalható nagyarányú előrelépés az alkalmazott eljárásokban és harcászati lehetőségekben. A leginkább fejlesztett terület a légvédelmi rakétaosztályok tüzeinek vezetése, a célkiosztás, célelosztás folyamata. Az Sz-75M különböző alváltozatain keresztül az Sz-300-as rendszerekig minden honi légvédelmi rakétakomplexum csatolható hozzá (egyszerre 17 osztály). A számítógép harci algoritmusait is ilyen irányban fejlesztették igazán, pl. összetett zavarviszonyok közti harci munka, tevékenykedés alacsony repülő robotrepülőgépekre). A harcálláspont számítógép-kabinjában két egység volt elhelyezve, egy „alap” és egy „tartalék”, ezek egyidőben működtek és 10 másodpercenként (a jelfrissítés üteme szerint) oldották meg a feladatokat. Ennek a lényege, hogy a számítógép megoldási javaslatokat tehetett a parancsnoki állománynak, az automatikusan kiszámolt adatokból, azok vagy elfogadják vagy helyesbítenek rajta. A SZENYEZS rendszer harci munkáját az 5C32 harcvezetési kabinból irányították (KBU), a számítógépek a KVK kabinban kerültek elhelyezésre. A rendszer biztosította egy időben 4 elfogó vadászrepülőgép műszeres célravezetését (tehát 2-vel kevesebbet mint a VEKTOR). A rávezetési parancsok, - mint korábban is -, a LAZUR-(M) telemechanikus rádióvonalon kerültek kiküldésre. A gyakorlatban, műszeresen ezt nem nagyon használták ki, bár alapvető volt, hogy egy megfigyelő képes volt akár 4 elfogót egyidejűleg rávezetni 2-3 célra.¹²⁸ A korábbi AVR-hez hasonlóan a vadászok rávezetése történhetett repülőtéren készülségből (3 repülőtéren települhettek) vagy őrzáratozási légtérből, (6 őrzáratozási légtérben tartózkodhattak) a harcfeladat befejezése után automatizáltan hazavezették őket a repülőtérré.¹²⁹ Az őrzáratozásból történő rávezetés már nem számított olyan ritkának, az újabb típusok nagyobb üzemanyag tartalékkal rendelkeztek mint a korábbi „21-esek”.¹³⁰

A harcálláspontra az elsődleges rádiólokációs információk kezdetben P-37-es majd P-18-as, PRV-16-os és KABINA-66-os lokátorról érkeztek. Ez utóbbiak felderítési távolsága és felbontóképessége kiváló volt, nagy kár, hogy csak két helyen állt szolgálatban nálunk. Képességei ellenére a műszaki meghibásodások igen gyakoriak voltak, emiatt előfordult esetenként, hogy a harcálláspont teljes munkája megbénult egy időre! Az elfogásokat, a szabályoknak megfelelően csak elsődleges információk birtokában végezték.¹³¹ Természetesen itt is volt lehetőség a céljelek extrapolálására és a légvédelmi fegyvernek együttműködésének keretében a vadászokat kizárni a célelosztásból vagy az osztályok részére indítási tilalmat elrendelni.¹³²¹³³ A sárbogárdi dandár harcálláspont közvetlen előjárója a „Szikla” volt, innen jellemzően hangosbeszélőn vagy telefonon kapták a feladatokat, illetve így kommunikáltak az ezredekkel, az automatizált csatornák használata nem volt jellemző. A harcvezetési kabinban a rávezetést biztosító személyi állomány száma elméletileg 2 főre csökkent, (egy rávezető főmegfigyelő és egy vadászirányító tiszt). Ám a hazai gyakorlatban

¹²⁶ LÉ/53 Szakutasítás: p5.

¹²⁷ Automatizált vezetési rendszerek, 11.

¹²⁸ Tózsér Györggyel folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹²⁹ LÉ/53 Szakutasítás: p7-10.

¹³⁰ Tózsér Györggyel folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹³¹ Tózsér Györggyel folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹³² Automatizált vezetési rendszerek, 13.

¹³³ LÉ/53 Szakutasítás: p8.

egy fő vadászirányítóval adták a 24-72 órás szolgálatot. A nappali órákban, kiképzési repülések alkalmával plusz 1-2 fővel mindig többen voltak, ez csak azt a célt szolgálta, hogy a megfigyelők is gyakoroljanak, illetve teljesítsék az előírt számú elfogásokat. Nagyobb szabású gyakorlatok alkalmával szinte az összes megfigyelő bent volt, így segítették egymást, valamint aki nem irányított elvégezte az aktuális „papírmunkákat”. A megfigyelők automatizált munkahelyei szinte ugyan olyanok voltak, mint a VEKTOR esetében (ARM-3). A VIP készségi normaideje jelentősen csökkent, főleg, ha a VP-11-el vetjük össze, a papíron előírt 10 perc helyett, gyakran egy perc alatt készen álltak, hiszen csak a rádiókat kellett bekapcsolni. Az alkalmazott módszerek a „szokásosak” voltak, és nagyban függött az elfogó típusától, a MiG-23-as és 29-esekkel leginkább a szembevezetéses, vagyis „elfogás” módszer szerint tevékenykedtek. A nagyobb szabású gyakorlatok száma is csökkenőben volt a tárgyalt évek alatt, de ezekből az AVR kivette a részét. A korábban igen nagy számban alkalmazott nagymagasságú célok helyett, többnyire kis és közepes magasságúakra gyakoroltak. Előfordultak komplex feladatok pl. egy cél repült 4-6000 méteren, pontosan alatta egy másik 1000-1500 méteren, ám a megfelelően képzett személyzetnek az ilyen feladat sem okozott gondot.¹³⁴

A SZENYEZS rendszeren végrehajtott rávezetési munka részletes leírását feleslegesnek tartom, mivel gyakorlatilag ugyan azokkal a képességekkel rendelkezik, mint a VEKTOR rendszer. Mint fentebb említésre került, ez az AVR nem kifejezetten a vadászávezetésre lett kihegyezve, a fő fejlesztések a rakétaosztályok lehetőségeinek kibővítésére irányultak. A rávezetési feladatokat ugyanazokkal a módszerekkel végezte, mint az elődje, -fejlettebb számítógépének köszönhetően- a számítások precízebbek, lettek, ezen kívül a megjelenítési formákban volt tapasztalható némi pozitív változás. A SZENYEZS számítógépe a rávezetési feladatokat pontosan kiszámolta, a korrigálást is automatikusan végezte, probléma akkor adódhatott, ha kiestek a radar-adatok, de ilyenkor áttértek a főniás parancsok kiadására. Egyedül az ilyen esetek okoztak némi nehézséget. A bevett eljárás szerint, ha a számítógép a kieső adatok miatt eldobta a célt, kalkulálni kellett egy útvonalat, ezt újra bevinni és lehetett is folytatni a munkát, nem esett ki sok idő. A rendszeren dolgozott megfigyelők elmondásai alapján extra bonyolultságú problémák nem adódtak, ha a kiinduló adatok jók voltak a rendszer nem hibázott, az előforduló műszaki meghibásodások keserítették meg az életüket. A műszeres rávezetési feladatok egyébként a SZENYEZS-nél éppen azért voltak kisebbségben, mert a LAZUR rendszer egyes elemei gyakran meghibásodtak.¹³⁵ A mindennapi használatban (már a '80-as évek vége felé tartunk) átlagos tendenciának vehető, hogy egyre kevesebb elfogást végeztek a rendszerről, persze ezt úgy kell érteni, hogy volt olyan nap, hogy 30-as, majd pár napig csak egyet, kettőt. A taszári és pápai alakulatokkal (a földrajzi helyzet miatt) jellemzően a kis és közepes magasságú feladatokat gyakorolták, a kecskemétiakkal pedig az összes lehetséges variációra lehetőség volt. (Tehát a kis és közepes magasságoktól kezdve a sztratoszféráig.) Az ellenőrző célok száma is csökkent, illetve rapszodikusan változott, volt, hogy egy nap kettőt, aztán hetekig egyet sem küldtek.¹³⁶ Visszaemlékezések alapján a SZENYEZS és a VEKTOR között a jelentős eltérés

¹³⁴ Barsánszki Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹³⁵ Barsánszki Jánossal folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹³⁶ Tőzsér Györggyel folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

abban volt tettenérhető, hogy az utóbbin egyszerűbb volt dolgozni, kezelése stabilabb, felhasználóbarátabb volt. Pontosság tekintetében igazából ugyanazt tudták. A VP-11M-mel pedig, egyszerűen nem lehetett egy lapon említeni, ég és föld volt a két rendszer fejlettségét tekintve. Sikertelen elfogás nem nagyon akadt, ilyenkor is általában a vadászpilóta géppel volt műszaki probléma.¹³⁷

A fentebb leírt rendszer tárgyalásával elérkeztünk a Magyarországon telepített utolsó szovjet eredetű légvédelmi vezetési-irányítási rendszer ismertetéséhez. A következőkben áttérünk, napjainkban alkalmazott légi vezetési rendszerek bemutatására, természetesen a vadászpilóta gépek irányításának-rávezetésének szemszögéből vizsgálva.



16. ábra: Az AVR-eken használt jellegzetes berendezések¹³⁸

¹³⁷ Tózsér Györggyel folytatott interjú alapján szerkesztette a szerző.

¹³⁸ Képek forrása: Internet.

7. A VADÁSZREPÜLŐGÉPEK IRÁNYÍTÁSÁNAK JELENLEG ALKALMAZOTT RENDSZEREI

A '90-es évek elején végleg megszűnt a kétpólusú világrendszer, a két szuperhatalom versengéséből csak egy került ki győztesen. Felbomlott a SZU és a VSZ, melynek kézzel fogható bizonyítéka, hogy hazánkat és a többi közép-kelet európai volt szocialista országot elhagyták a szovjet csapatok. Viszont a rendszerváltást követő új köztársaság megörökölte azt a hatalmas hadsereget, amelyet még a III. világháborúra készítettek fel. A '90-es években elkezdődött, majd napjainkig is tartó „haderőreform” gyakorlatilag egy nagyarányú leszerelést is jelentett. A tömeghadseregről áttértünk a professzionális haderőre a személyi állomány teljes egésze-, valamint a technikai eszközök egy része tekintetében.

A leszerelési folyamat jelentős mértékben érintette a korábbi légvédelmi erőket. A honi vadászrepülő csapatok és a csapatlégierő egységeiből egységes légierő haderőnem alakult. Összevonásra kerültek a honi és a csapatlégvédelemi rakétaerők is. A rendszerváltást követően a politikai vezetés rohamtempóban próbált megszabadulni a volt szovjet haditechnikától. Ennek következtében, valamint hazánk PfP majd NATO tagsága miatt a korszerűsítés keretében nyugati eredetű haditechnikai eszközöket vásároltak, illetve kaptak. A fent leírt folyamat jellemezte a légierő és légvédelmi csapatok leszerelését és korszerűsítését is. 1996-ban kivonták a MiG-21MF és a MiG-23MF vadászrepülőket, majd 2000-ben a BISZ-eket is, ami magával vonta a vezetésüket-irányításukat végző légvédelmi harcálláspontok és az ott telepített rendszerek kivonását is. A katonai repülésirányítás szegmense a taszári és pápai bázisok, valamint a légvédelmi rakéta dandár és jó néhány rádiótechnikai század bezárásával egyre zsugorodott. A csökkenő vadászrepülőgép állomány és a hihetetlen mértékben növekvő polgári légiforgalom miatt napirendre került a katonai irányításban használt vezetési rendszerek korszerűsítése. A volt szovjet AVR-ek helyett nyugatról beszerzett rendszerekkel szerelték fel a veszprémi „Sziklát”, illetve később annak tartalékát, a kecskeméti 2-es LIK¹³⁹-et. Az új rendszerek legfontosabb összetevői a kereskedelembe beszerezhető, de profi hardver elemekből álló személyi számítógépek. A rajtuk futó szoftverek viszont speciális, katonai igényeknek megfelelően lettek kialakítva. Mint tudvalevő a '80-as '90-es években újabb hadügyi-technikai forradalom volt kibontakozóban. A korábbi informatikai-elektronikai eszközöket elkezdték felváltani a polgári szférában is használt személyi számítógépekkel, illetve azok hardver és szoftver összetevőivel. Igaz, már a '80-as években voltak hazánkban számítógépekkel vezérelt légvédelmi-rendszer összetevők, azonban ezeknek az eszközöknek a teljes térhódítására a '90-es évek végéig várni kellett. Az informatikai eszközök rendkívüli mértékű képességbeli fejlődése lehetővé tette a légvédelmi rendszer struktúrájának az átalakítását is. A rádiólokációs információk áramlásának az állomásai kezdtek átszerveződni és a legtöbb elem eltűnt belőle. Korábban természetesnek számított, hogy a légvédelmi alakulatok minden szintjén volt harcálláspont. A megelőző fejezetekben ismertetésre került, hogy hazánk légvédelmi rendszerében a rádiólokációs adatok, a századoktól és őrsöktől egészen a hadosztály (hadtest) parancsnokságig jutottak, ahol döntöttek a lehetséges beavatkozásról. A

¹³⁹ Légi Irányító Központ.

'90-es évek végén kiépítésre került új rendszer lényege, hogy az információt, amelyeket a radarok gyűjtenek, már helyben digitális jelekké alakítják át, melyeket különböző információs csatornákon juttatják el a legfelsőbb vezetési szintre. Ott meghozzák a megfelelő döntést és végrehajtják a fegyverrendszerek irányítását is.

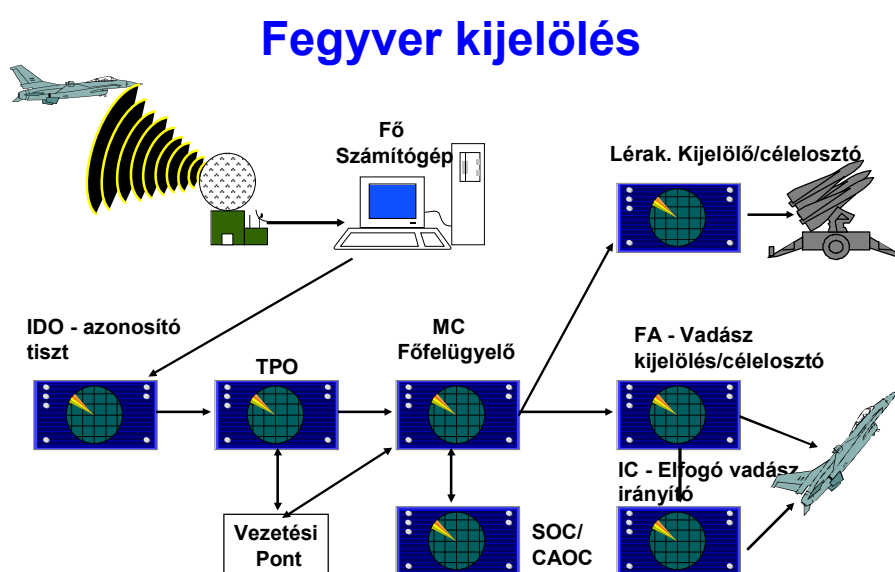
A következőkben bemutatásra kerülő légi vezetés-irányítási rendszerek összehasonlíthatatlanul fejlettebb képességekkel rendelkeznek a régebbi szovjet eszközökhöz képest, azonban néhány területen visszalépés is tapasztalható náluk. Ilyen terület például a vadászrepülőgépek automatizált irányításának hiánya. A korábban kb. 30 éven át alkalmazott elvek és módszerek, a gyors technológiai változások következtében ideje múlttá váltak.

A '80-as '90-es években terjedtek el széleskörűen a 4. generációs harcászati vadászrepülőgépek. Ezek a korábbiakhoz képest igen jelentős fejlődésen mentek keresztül a fedélzeti lokátor, a fegyverzet, a navigációs és elektronikai berendezések tekintetében. Alkalmazásukkal korábban elképzelhetetlennek tartott lehetőségek váltak mindennapossá. Ilyen például, az akár száz vagy több mint száz kilométeres felderítési távolság, vagy a 40–50 km-ről bevethető levegő–levegő rakétafegyverek¹⁴⁰. A pilóták kezében ezek a fejlett rendszerek sokkal halálosabb fegyverré válhattak, mint a korábbi években. Ahogy a fedélzeti berendezések és fegyverek képességei gyarapodtak, egyre inkább kezdett csökkenni az igény a földről történő repülésirányításra, illetve a vadászrávezetésre. Gondoljunk, csak bele, ha egy vadászrepülőgép a lokátorával 100km-ről képes átlagosan a légi célokat felderíteni majd 50 km-ről támadni, akkor nem igazán van szüksége arra, hogy a földről kapott parancsok alapján legyen rávezetve a célra. Mindebből az következik, hogy az igény a műszeres rávezetésre kezdett eltűni. Persze ez nem jelenti azt, hogy a vadászirányítás mint tevékenység megszűnt volna.

Hogy egy egyszerű példát említsek, békeidőszakban, mikor egy azonosítatlan légijárművet kell vizuálisan azonosítani, vagy egy bajbajutott– esetleg eltévedt repülőgépet kell megsegíteni, az elfogót a „forduló” módszerrel vezetik rá a „célra” ugyanúgy, ahogy azt évtizedekkel korábban is tették. A fizika és a matematika törvényei nem változnak, ugyanakkora állandó sebességgel és bedöntéssel végrehajtott egyenletes fordulónak a sugara mindig ugyanaz marad mindegy, hogy MiG–15-ös vagy F–22-es hajtja azt végre. Néhány kivételes példától eltekintve megállapítható, hogy a harcászati vadászrepülőgépek alkalmazása igen jelentős mértékben megváltozott, köszönhetően az elektronikai és informatikai fejlesztéseknek. A fedélzeti rádiolokációs és elektro–optikai felderítő rendszerek, és a fegyverrendszerek olyan szintű változásokon mentek keresztül, amelyek a korábban alkalmazott harcászati taktikákat elavulttá tették. Ilyen jelentős változáson ment keresztül a vadászrepülőgépek rávezetésének a folyamata is. A földi parancsokkal irányított rávezetés helyett, az irányítók a legtöbb esetben „csak” cél– és a harcászati helyzetre vonatkozó tájékoztatásokat nyújtanak a saját vadászoknak. A műszeres rávezetés igénye és lehetősége gyakorlatilag az egész világon megszűnt. Az új elvek szerint, a fedélzeti és földi irányító és kommunikációs hálózatok alkalmazásával, a harcászati információkat adatátviteli rendszereken keresztül juttatják el a repülőgépek fedélzetére. Természetesen a legfontosabb a

¹⁴⁰ Ilyen képességekkel egyes '70-es években rendszeresített repülőgépek is rendelkeztek, pl. F-14, MiG-31, de nem ez volt a jellemző.

légi célokról és a saját erőkről kapott rádiólokációs információk, ugyanilyen fontosságú a fenyegetettségi zónák (rakétaosztályok megsemmisítési zónái) kijelzése, hogy csak a legfontosabbakat említsem. Mindezen információkat a korábbiakban vagy a műszeres rávezetés útján, vagy hagyományosan élő szóban adták tudtára a pilótáknak. Napjainkban természetesen a „főniás” kommunikáció lehetősége megmaradt, viszont az egyre tovább fejlődő data-link¹⁴¹ segítségével már a harcászati vezetési szinteken gyűjtött szinte összes információt el lehet juttatni a harcászati vadászpilóták fedélzetére. Ilyen viszonyok között, a vadászirányítók munkája jelentősen átalakult, mely azonban nem jelenti azt, hogy szerepük csökkent volna. A korszerű légi és légvédelmi harcban a pilótáknak segítséget, tájékoztatást nyújtanak, így támogatva a munkájukat.



17. ábra: Napjaink légi-vezetési rendszereinek alapvető képességei

7.1 Az ASOC¹⁴² rendszer

Az első real-time¹⁴³ működésű, hazánkban rendszeresített harcászati szintű légi vezetési rendszer, amelyet az amerikai Lockheed Martin vállalat fejlesztett ki. A hardverei alapjait a kereskedelemből beszerezhető részegységek adták, szoftvere Sun/Solaris-ra¹⁴⁴ épül.

Veszi a radarok által szolgáltatott primer (felderítő radar adatai) valamint szekunder (felismerő radar adatai) plotokat¹⁴⁵, azok tulajdonságait elemezve útvonalat képez. Összeveti őket a benyújtott repülési tervekkel, megállapítja profiljukat, jellegüket, azaz (többnyire) automatikusan végrehajtja a célok azonosítását. Kiemelkedő a rendszer tracker¹⁴⁶ algoritmus és légicél azonosító rendszere. A beérkező adatok több mint 95%-át képes hozzárendelni az

¹⁴¹ Adatátviteli rendszerek.

¹⁴² Air Sovereignty Operations Centre, légtérzsuverenitási műveleti központ.

¹⁴³ Tehát valós idejű adatokkal dolgozik.

¹⁴⁴ Jellemzően szerverekenél alkalmazott operációs rendszer.

¹⁴⁵ A radartól kapott céladatok alapján képzett jelentés.

¹⁴⁶ Útvonal (pálya) képző.

adatbázisban tárolt repülési tervekhez. 24 input csatornát tud egyidőben kezelni, (24 radartól kaphat információkat).¹⁴⁷



18. ábra: Információközlés az ASOC-ban¹⁴⁸

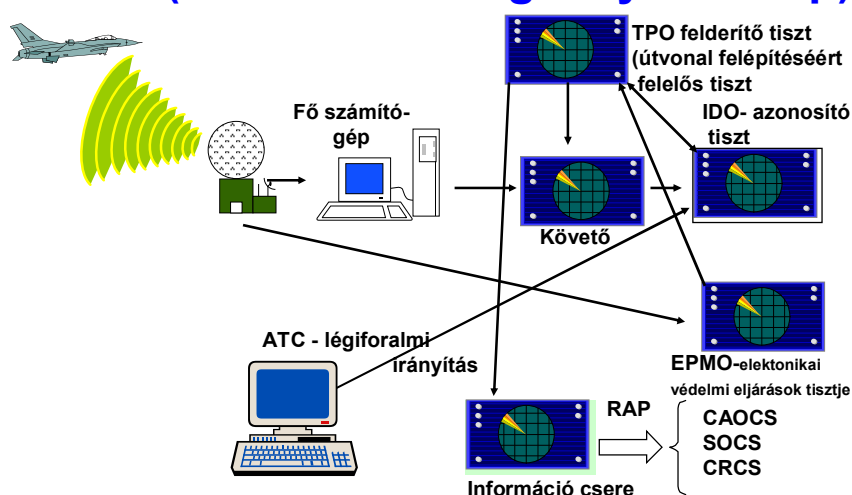
Az ASOC alapvetően békeidőszakban funkcionáló rendszer, amelynek feladata a légtér szuverenitásának ellenőrzése és biztosítása. A rendszer a katonai és a polgári radaroktól beérkező digitalizált célpontjelentéseket (plot) vagy útvonaladatokat (track-adatok), valamint a polgári légiforgalmi irányító központból, számítógépen keresztül kapcsolódó más ASOC-okhoz és NATO hadműveleti központokból beérkező útvonaladatokat feldolgozva, a rendelkezésre álló a polgári és katonai repülési tervinformációkkal egyeztetve állítja elő a valós idejű, azonosított, integrált légi helyzetképet (RAP – Recognized Air Picture). Az ASOC rendelkezik olyan képességekkel is, mint a fenyegetettség megbecsülése, a fegyverek hozzárendelése, azok irányítása és a harcvezetés. A fegyverzetirányítás szempontjából nagyon fontos az a tény, hogy az azonosítás során olyan információk állnak a felhasználó rendelkezésére, amelyek megkönnyítik a tűzvezetés bonyolult folyamatának irányítását. A célmegjelölési és tűzeszköz-kiválasztó funkció a kezelő tevékenységének megfelelően biztosítja a teljes és valós idejű helyzetismeretet. Ebben beleértendő az ellenséges, ismeretlen (azonosítatlan) légi jármű és a folyamatban lévő tűzeszköz-foglaltsági státus, amelyek lehetővé teszik a fenyegetettség értékelését és az időbeni megalapozott döntéshozatalt a megfelelő védelmi reagáláshoz. A célmegjelölést végző személy rendelkezik olyan információkkal, mint a légi bázis és a légvédelmi rakétaosztály harckészültsége szintje, az elfogó és a légvédelmi rakétarendszer pillanatnyi állapota, a folyamatban levő tűzeszköz-cél párosítás és a feladat-végrehajtás pillanatnyi helyzete. A célmegjelölés mindaddig érvényben

¹⁴⁷ Teczely: i.m. p7-8.

¹⁴⁸ Varga János: A repülő-jelentő szolgálattól a figyelő-és jelentőszolgálaton keresztül a légi vezetés és irányítás rendszeréig

marad, amíg a harcálláspontok nem jelentik a célra irányuló tevékenység eredményét, vagy amíg a célmegjelölést nem törölték. A kezelő által bevitt, a fegyverek részére történő célmegjelölést és a tüzeszköz–cél párosítást a rendszer automatikusan karbantartja, a bevitt elfogóvadász– és légvédelmi rakéta–feladatvégrehajtás eredményei táblázatos formában jeleníti meg, ami alapján a harcfeladat–végrehajtás eredményei összesítésre kerülnek.¹⁴⁹

A RAP előállítása (Azonosított Légihelyezet Kép)



19. ábra Az ASOC egyik fő képessége¹⁵⁰

Az ASOC rendszerbe állításával az irányítóknak hozzá kellett szokniuk egy teljesen új munkastílushoz. A tervtáblás információábrázolás és az indikátorok helyett 61 cm-es képátmérőjű LCD képernyőkön dolgoznak, ergonomikusan kialakított egységes munkafelületen. A hardveres összetevők RISC¹⁵¹ rendszerű processzorokat használnak, mely programok precízen a magyar igényeknek megfelelően lettek alakítva. A korábbi nagy létszámú harcálláspontok helyett, sokkal kevesebb irányító központból dolgoznak. A rendszer abban jelent generációs ugrást a különböző későbbi VOZDUH összetevőkhöz képest, hogy a célok követése, azonosítása valós időben (késés nélkül) a radarinformáció automatikus feldolgozásával végezhető el. A hagyományos (orosz gyártmányú) radarok adatainak automatikus leszedésének, és ezáltal az ASOC- hoz történő csatolásukban kiemelkedő szerepe volt a magyar mérnököknek. Hátrányai, hogy korlátozottak a képességei a fegyverirányítás terén, és egyes NATO rendszerekkel nem kompatibilis, ezért rövid idő után döntöttek a kiváltásáról. Váltótípusa a MASE rendszer, jelenleg a veszprémi CRC központban üzemel, az ASOC már egy felújított képességű változata átkerült Kecskemétre a 2. sz. Tartalék és Kiképző Légi Irányító Központba.

¹⁴⁹ Rác Elemér: Az ASOC alkalmazásának lehetősége a légvédelmi eszközök harc– és fegyverzetirányítási rendszerében.

¹⁵⁰ Kép forrása: Internet

¹⁵¹ Reduced Instrument Set Computer

7.2 MASE¹⁵²rendszer

Gyökerei az Aegis hajófedélzeti légvédelmi rendszerhez nyúlnak vissza. Ennek a szárazföldi bázisú légierő számára készített változata az ASE. A rendszer legnagyobb hátránya, hogy kevés kommunikációs csatornával bír, ezért szoftveresen kiterjesztették a képességeit, így jöhetett létre a MASE. A kereskedelembe beszerezhető UNIX alapú eszközök felhasználásával lett kialakítva. Három darab szerver és 24 munkaállomás alkotja, melyeket optikai hálózat köti össze. Valós idejű azonosított légi helyzetképet állít elő és továbbítja a harcvezetési (Air Battle Management) és fegyverirányítási (Weapons Control) rendszereknek. A RAP segítségével megvalósítja a fenyegetettség elemzését (Threat Evaluation), valamint a CRC/SAM Interface (CSI) hálózatba köti a légvédelmi rakéta fegyverek irányításához szükséges rendszerekkel. Számítógépesen támogatja a feladatszabást, a célmegjelölést és a vadászirányítást is.¹⁵³



19. ábra: Jellegzetes automatizált harcálláspont a "szovjet érában"¹⁵⁴



20. ábra: Tipikus munkahely a MASE-en¹⁵⁵

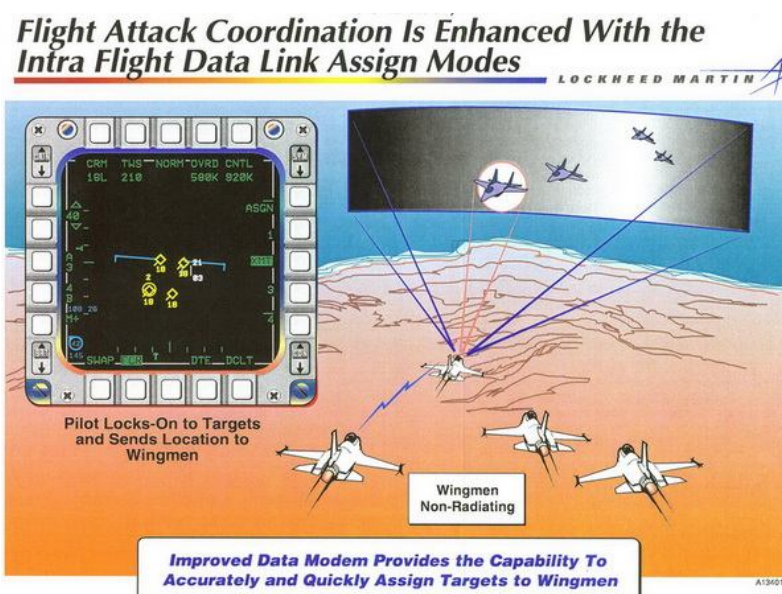
¹⁵² Multi Aegis Site Emulator

¹⁵³ Varga János: A repülő-jelentő szolgálatról a figyelő-és jelentőszolgálaton keresztül a légi vezetés és irányítás rendszeréig.

¹⁵⁴ Kép forrása: Internet

¹⁵⁵ Kép forrása: Internet

A fentebb – rövidített formában – leírt két rendszer valós fegyveralkalmazási képességeiről meglehetősen kevés az elérhető információ. Ennek oka, hogy mind a kettő rendszerben áll még hazánkban és a legszigorúbb NATO előírások vonatkoznak rájuk. Nem is lenne értelme a részletekbe menően elemezni a gyakorlati funkcióikat, hiszen azok között nem sok különbség van. Az azonban egyértelműnek vehető, hogy alkalmazott programjaikkal a legmagasabb szinten támogatják a harcászati vadászirányítást. Az integrált Link 16-os adatátviteli rendszer képességeit, (a maga nemében a NATO-n belül is a legfejlettebb) hazánkban ki lehet használni, hiszen a Gripenek is rendelkeznek ilyen irányú kommunikációs lehetőségekkel. A vadászirányítás gyakorlatában a legnagyobb változást az ezeken a rendszereken futó szoftverek hozták meg. Gyakorlatilag arról beszélhetünk, hogy a megfigyelőknek nem kell a hagyományos értelemben vett számításokat végezniük, azokat a számítógép elvégzi helyettük. A rendszerrel kapcsolatban a feladatuk „csak annyi”, hogy interaktívan kezeljék a programokat, a feladatok megoldását a szoftverek végzik, természetesen a rávezetések a primer radar adatok alapján hajtják végre. A kapott értékeket a programok felhasználható formában kijelzik számukra, mint pl. a vadászpilóta pályája, javasolt repülési paraméterei, elfogási terepszakasz, esetleg fegyverhasználat. Arra, hogy a rávezetéshez szükséges parancsokat „műszeresen” juttassák a fedélzetre, már nincs lehetőség. Viszont a meglévő data-link képességek mellett és a most kiépítésre kerülő Mode 5 funkció alkalmazásával az IFF¹⁵⁶-rendszerben, a vadászpilótáink soha nem látott képességekkel gyarapodnak. Tulajdonképpen minden olyan információ feljuttatható az elfogó repülőgépfedélzetére, amelyekkel a légi és a földi harcálláspontok is rendelkeznek. Ezek birtokában a pilóták a harcérintkezési körzetben egy komplett RAP-et kapnak még úgy is, hogy esetleg nem használják a saját fedélzeti radarjukat. És mint tudjuk, napjaink stratégiai és taktikai elgondolásai alapján mindig annak a félnek van nagyobb esélye a győzelemre, amely megnyeri az „információs háborút”.



21. ábra: Egy példa a korszerű data-link felhasználásra¹⁵⁷

¹⁵⁶ Identification Friend or Foe – Saját-ellenség azonosító

¹⁵⁷ Kép forrása: Internet

ZÁRÓ GONDOLATOK

Dolgozatom befejezéseként érdemes egy pár mondat erejéig felidézni, hogy milyen állomásokon keresztül került bemutatásra az a bonyolult harci tevékenység amit a vadászrepülőgépek automatizált (műszeres) rávezetésének neveznek.

A hidegháborús években lejátszódó hadügyi forradalom jellegzetes „vívmányai” voltak azok a berendezések és komplexumok amelyekkel automatizálták a légvédelmi harc vezetési-irányítási folyamatait. Mivel alkalmazásuk a XX. századi helyi háborúban nem kapott nagy szerepet, és a III. világháborúra szerencsére nem került sor, a szakirodalom sem foglalkozott behatóbban ezzel a témával. Azonban meggyőződésem, hogy a fentebb ismertetett légvédelmi rendszerek, abban a helyzetben alkalmazva, amelyre kitalálták őket, igen jelentős mértékben hozzájárultak volna a légvédelmi harcok sikeréhez, (természetesen, ha megfelelően képzett személyi állomány üzemeltette volna őket).

A fejlődés első állomását a – haditechnika történeti jelentőségű – VP-11 komplexum jelentette Kezdetleges „számító-megoldó” berendezése képes volt végrehajtani azokat a számításokat, amelyeket a megfigyelők, számos esetben pontosabban, gyorsabban, mint az emberek. Viszont üzemeléséhez szigorú humán ellenőrzésre volt szükség, azonban ha a kiindulási paraméterek pontosan be lettek állítva és a követő-kezelők sem hibáztak, a számítógép pontosan és megbízhatóan dolgozott. A „leggyengébb láncszem” a gépezetben még mindig a személyzet maradt, ám hibázási lehetőségük a technológiának köszönhetően csökkenni kezdett.

Azok a harcászati és matematikai elvek, amelyeket felhasználtak a VP-11 komplexum tervezésénél szerepet kaptak az automatizált rávezetési rendszerek következő állomásánál a légvédelmi dandár AVR-eknél. A generációs ugrást azt jelentette, hogy már digitális számítógépek hajtották végre a számításokat. Speciális algoritmusaik a légvédelmi harc vezetését-irányítását magas szintre emelték. Azonban nyilvánvalóvá vált, hogy az adott kor színvonalát képező vadászrepülőgépek elérték fejlődésük csúcspontját, az újabb generációs típusokat pedig már korszerűbb elvek alapján kellett vezetni-irányítani. Ezeknek a változásoknak a mozgatórugóját a világszerte elterjedő személyi számítógépek és azok hardveres és szoftveres összetevői képezték. A katonai felhasználásban, egyszerűen fogalmazva ezek az eszközök tették lehetővé a 4. generációs harci repülőgépek megjelenését. Azonban a képességeik olyan mértékű javuláson mentek keresztül, hogy sok olyan technológiát és módszert egy csapásra elavulttá tettek, (mint például az automatizált rávezetést) amelyek nélkül korábban nem lehetett elképzelni háborús alkalmazásukat. Világosan látszik, hogy amilyen ütemben fejlődnek a vadászrepülőgépek, annyival kevésbé van szükségük a hagyományos vadászirányításra, azon belül a rávezetésre, mint a harctevékenységet vezető-irányító-támogató harceljárásra. Viszont az elfogást végrehajtó repülőgép-vezetőknek ugyanúgy szükségük van információra a harc sikeres megvívásához, mint a korábbi évtizedekben, a változás csupán annyi, hogy más jellegűekre. A harcászati repülőgépek hatótávolsága, a mindennapossá váló légi utántöltések miatt jelentősen megnövekedett, úgy ahogy lokátoruk és fegyverzetük hatótávolsága is. A harctevékenységek körzete össze sem hasonlítható a korábbi évtizedekben megszokottal. Ennek okán egy

összetett konfliktusban megnövekedett az információ igény is. Ezt a sok plusz adatot már lehetetlen lenne rádió kommunikációban a repülőgép-vezető tudtára adni, ezért kezdtek a digitális adatvonalak, adatátviteli rendszerek kiépítésébe. A korszerű repülőgépek képesek úgy támadni látótávolságon túlról a légi célt, hogy a saját fedélzeti radarjukat be sem kapcsolják, a rakéta számára szükséges céladatokat a Link-16-os hálózat biztosítja.

Természetesen a fentebb leírt egyszerű példa még nem alapvető eljárás a világ minden táján. De világosan látható, hogy a fejlődés ebbe az irányba mutat. És mivel hosszú távon a csökkentett észlelhetőségű harcászati repülőgépek elterjedésével is számolni kell, úgy gondolom a légi harcászatban jelentős változások fognak történni az előttünk álló évtizedekben. Viszont az integrált légvédelmi rendszerekben használt számítógép-alapú hálózatok felhasználói ugyanazok az operátorok és irányítók lesznek mint napjainkban, esetleg számuk még tovább csökken a számítógépes harcvezetési rendszerekben rejlő lehetőségek miatt. Azonban biztos vagyok benne, hogy a jövőben nem fog eltűnni ez az igen specializált katonai munkakör, csak a várható kihívások mértékében módosulni fog. Hogy néhány jövőben megoldásra váró kérdést felvessek:

Vajon hogyan fognak légiharcot vívni a csökkentett észlelhetőségű vadászrepülőgépek?

Milyen távolságból lesznek képesek egymást felderíteni és befogni a légit célt?

A harcérintkezésig mi alapján „találják meg” egymást (főleg ha a kisugárzás álcázása miatt lokátort csak közvetlen a légiharc előtt kapcsolnak)?

Ezekre a kérdésekre a válaszokat vélhetően nem is olyan sokára kapjuk meg. Ám biztos vagyok abban is, hogy a számítógépek és indikátorok előtt még ott fognak ülni a jövő megfigyelői akik nélkül elképzelhetetlen lesz a légiharc sikere. Annak ellenére, hogy a dolgozatban kissé túlhaladott technológiákkal foglalkoztam, úgy gondolom nem volt hiábavaló. Rövid elemzésükkel ugyanis mélyebb ismertetést nyújtottam a komplex légvédelmi harc folyamatairól és szintjeiről, így közelebb kerülve a jelenkor és a jövő kérdéseinek a megoldásához. Másrésről, a fentebb leírt rendszerek, a haditechnikai történelemben egyedülálló célból készültek, így bemutatásuk és értékelésük, remélem nem volt hiábavaló.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Könyvek, monográfiák:

1. Dr. Kovács Sándor, Baksa Béla, Koós Gábor, Szekszárdi Pál: LÉGVÉDELMI ESZKÖZÖK I–II. *Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 1997.*
2. Dr. Németh Miklós – Dr. Moys – Tomasvszki: A MAGYAR POLGÁRI LÉGIFORGALMI IRÁNYÍTÁS ÉS KATONAI REPÜLÉSIRÁNYÍTÁS ÉS KÉPZÉS RÖVID TÖRTÉNETE, *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2003*
3. Robert Shelton, Rendy Jolly: A LOPAKODÓ F–117.
4. Veres Mihály: LÉGVÉDELMI TÜZÉREK ÉS RAKÉTÁSOK. *Püski kiadó. Veszprém, 2002.*

Szabályzatok:

1. STANDARD AIRCRAFT CHARACTERISTICS: B–1. *North American Rockwell, 1972 január.*
2. STANDARD AIRCRAFT CHARACTERISTICS: FB–111A. *General Dynamics, 1974 november.*
3. A LÉGI CÉLOK ELFOGÁSÁNAK ELMÉLETI ÉS MÓDSZERTANI ALAPJAI/RE_227, *Honvédelmi Minisztérium kiadása, 1966.*
4. HARCÁSZATI SZAKUTASÍTÁS A HARC MUNKÁJA VÉGREHAJTÁSÁRA A VOZDUH–1M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI RENDSZER VP–01M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI ÉS ADATTOVÁBBÍTÓ KOMPLEXUMA ALKALMAZÁSÁVAL. *Honvédelmi Minisztérium, 1980.*
5. HARCÁSZATI SZAKUTASÍTÁS A HARC MUNKÁJA VÉGREHAJTÁSÁRA A VOZDUH–1M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI RENDSZER VP–02M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI ÉS ADATTOVÁBBÍTÓ KOMPLEXUMA ALKALMAZÁSÁVAL/RT/113. *Honvédelmi Minisztérium, 1981.*
6. HARCÁSZATI SZAKUTASÍTÁS A HARC MUNKÁJA VÉGREHAJTÁSÁRA A VOZDUH–1M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI ÉS ADATTOVÁBBÍTÓ RENDSZERHEZ TARTOZÓ KOMPLEXUMOKKAL FELSZERELT HONI VADÁSZREPÜLŐ EZRED ÉS HONI RÁDIÓTECHNIKAI ZÁSzlóALJ HARCÁLLÁSPONTJÁN/ RT/118. *Honvédelmi Minisztérium, 1984.*
7. SZAKUTASÍTÁS A VEKTOR–2VE RENDSZERREL FELSZERELT LÉGVÉDELMI RAKÉTADANDÁR (EZRED) HARCÁLLÁSPONT HARC MUNKÁJÁRA: *Honvédelmi Minisztérium, 1981.*
8. REPÜLŐGÉPEK RÁVEZETÉSE LÉGI CÉLOKRA RE/657.: *Honvédelmi Minisztérium, 1974.*
9. MÓDSZERTANI SEGÉDLET A MIG–21M REPÜLŐGÉP HARC ALKALMAZÁSÁHOZ/RE_348.: *Honvédelmi Minisztérium, 1973.*
10. HARCÁSZATI SZAKUTASÍTÁS A HARC MUNKÁJA VÉGREHAJTÁSÁRA A HONI RÁDIÓTECHNIKAI SZÁZADDAL EGYÜTT TELEPÜLT VADÁSZIRÁNYÍTÓ PONT RÉSZÉRE/RT/117.: *Honvédelmi Minisztérium, 1984.*
11. SZAKUTASÍTÁS A VADÁSZREPÜLŐGÉPEK LÉGI CÉLOKRA VALÓ AUTOMATIZÁLT RÁVEZETÉSÉHEZ AZ APN–1M BERENDEZÉS ALKALMAZÁSÁVAL/RT/1402.: *Honvédelmi Minisztérium, 1986.*

12. SZAKUTASÍTÁS A VEKTOR–2VE AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI RENDSZERREL (AVR) ELLÁTOTT ÉS A LÉGVÉDELMI RAKÉTAANDÁR HARCÁLLÁSPONTTAL EGYÜTT TELEPÍTETT VADÁSZIRÁNYÍTÓ PONT HARC MUNKÁJÁNAK MEGSZERVEZÉSÉRE/RT/1324, *Honvédelmi Minisztérium, 1982.*
13. SZAKUTASÍTÁS A SZENYEZS–ME RENDSZERREL FELSZERELT LÉGVÉDELMI RAKÉTAANDÁR HARCÁLLÁSPONT HARC MUNKÁJÁRA/LÉ_53: *Magyar Honvédség, 1994.*
14. ASOC SYSTEM OPERATIONS MANUAL, Ver. 18. *Lockheed Martin, 2010. september*

Tankönyvek, jegyzetek:

1. LÉGVÉDELMI AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI RENDSZERTECHNIKA (EGYSÉGES JEGYZET): *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Rádiótechnikai tanszék, 1982.*
2. AUTOMATIZÁLT LÉGVÉDELMI IRÁNYÍTÁSI RENDSZEREK FELÉPÍTÉSÉNEK ALAPJAI I–II. (TANSEGÉDLET): *Magyar Néphadsereg légvédelmi rakéta- és tüzérfőnökség. 1980*
3. VOZDUH–1M AUTOMATIZÁLT IRÁNYÍTÓ RENDSZER–TECHNIKA ÉS SZAKISMERET I–II. (TANKÖNYV): *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Rádiótechnikai tanszék, 1974.*
4. A VSZ–11M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI KOMPLEXUM MŰKÖDÉSE ÉS HARC ALKALMAZÁSÁNAK ELVEI (TANSEGÉDLET): *Magyar Néphadsereg Rádiótechnikai Főnökség, 1986.*
5. VSZ–11M AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI ÉS ADATTOVÁBBÍTÓ KOMPLEXUM (JEGYZET): *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Rádiótechnikai tanszék, 1986.*
6. HONI LÉGVÉDELMI RAKÉTA AUTOMATIZÁLT VEZETÉSI RENDSZEREK SZENYEZS–ME ÉS VEKTOR–2VE (JEGYZET): *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Légvédelmi rakéta- és tüzér tanszék, 1990.*
7. Németh Miklós: CÉLRAVEZETÉS ÉS IRÁNYÍTÁS SAJÁTOSSÁGAI KÜLÖNBÖZŐ HARCÁSZATI VISZONYOK KÖZÖTT: *Kilián György Repülő Műszaki Főiskola Repülőgépvezető és megfigyelő szaktanszék, 1982.*
8. HARCÁSZATI–MEGFIGYELŐI SZÁMÍTÁSOK: *Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, Repülőgépvezető és megfigyelő szaktanszék 1979.*
9. VOZDUH-1M AUTOMATIZÁLT IRÁNYÍTÓ RENDSZERTECHNIKA ÉS SZAKISMERET, Ábraalbum: *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Rádiótechnikai tanszék, 1974.*

Tanulmányok, cikkek:

1. Rácz Elemér: AZ ASOC ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGE A LÉGVÉDELMI ESZKÖZÖK HARC– ÉS FEGYVERZETIRÁNYÍTÁSI RENDSZERÉBEN: *Hadtudomány, X. évfolyam, 4. szám*
2. Téczely Béla mk. alezredes: AUTOMATIZÁLT LÉGI VEZERÉ–IRÁNYÍTÁS, MŰLT, JELEN, JÖVŐ: *Repüléstudományi Konferencia, Konferencia kiadvány: "Gazdaságosság, hatékonyság és biztonság a repülésben " 2004, Szolnok*

3. Varga János vezérőrnagy: A REPÜLŐ–JELENTŐ SZOLGÁLATTÓL A FIGYELŐ–ÉS JELENTŐSZOLGÁLATON KERESZTÜL A LÉGI VEZETÉS ÉS IRÁNYÍTÁS RENDSZERÉIG. *Repüléstudományi Konferencia, Konferencia kiadvány: "70 éves a légierő " 2008, Szolnok*

Hírszerzési dokumentumok:

1. BX6734 (INCIDENT CONCERNING). *CIA, 1967.11.06*

Honlapok:

1. http://www.globalsecurity.org/military/ops/el_dorado_canyon.htm 2011.10.03.
2. http://www.globalsecurity.org/military/ops/allied_force.htm 2011.10.03
3. http://lemil.blog.hu/2008/04/10/elmelet_giulio_douhet 2011.10.03.
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Dassault_Mirage_IV 2011.10.03. 2011.10.03.
5. <http://www.radarpages.co.uk/mob/ch/chainhome.html>. 2011.11.01.

Szakdolgozatok:

1. Kovalik Tibor: A VP–11M ALKALMAZÁSA SZTRATOSZFÉRÁBAN REPÜLŐ LÉGICÉL FORDULÓ MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ ELFOGÁSAKOR (Szakdolgozat): *Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, 1989.*
2. Petényi Sándor: A VP–1M RENDSZER KOMPLEXUMAI ÉS A KOMPLEXUMOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI A HONI LÉGVÉDELMI CSAPATOKNÁL (Szakdolgozat): *Kilián György Repülő Műszaki Főiskola, 1988.*