A LÉGVÉDELEM STRUKTÚRÁI

1990

TARTALOM

A LÉGVÉDELEM STRUKTÚRÁI 3
A VEZETÉSI RENDSZER HELYE ÉS SZEREPE A LÉGVÉDELMI KÜZDELEMBEN 5
Az alrendszerek alrendszerei 7
A légvédelmi küzdelem bemenetei 9
A légvédelmi küzdelem kimenetei 10
A légvédelmi küzdelem belső visszacsatolásai 10
Információs kapcsolatok 10
A légvédelemről szerzett információk 11
A légitámadásról szerzett információk 12
Kölcsönös harctevékenység 13
A légvédelem elleni légicsapás-mérés 13
A légitámadásba történő légvédelmi beavatkozás 15
A LÉGVÉDELMI RENDSZER FELADATSTRUKTÚRÁJA 16
A feladatstruktúra elemei 16
Aktív-primer rádiólokációs bemenetek 16
Aktív-szekunder rádiólokációs bemenetek 17
Passzív rádió- és egyéb lokációs bemenetek 17
Rádiófelterítő bemenetek 18
Az információfeldolgozás fázisai 19
Céljel detektálás 21
Céljel felderítés 21
Célpálya felderítés 22
Célpálya követés 23
Harchelyzet követés 24
A feladatstruktúra kimenetei 26
A LÉGVÉDELMI RENDSZER SZERVEZÉSI STRUKTÚRÁJA 27
Decentralizált harcvezetés 28
Centralizált harcvezetés 29
Centralizált célpálya követés 29

Centralizált célpálya felderítés 29
Centralizált céljel felderítés 31
Centralizált jeldetektálás 31
A LÉGVÉDELMI RENDSZER FUNKCIONÁLIS STRUKTÚRÁJA 32
A légvédelem döntési-információs rendszere.....32
A légihelyzet-információs alrendszer.....33
A harcvezetési információs alrendszer.....35
Az együttműködési-információs alrendszer 35
A légvédelem végrehajtó alrendszere.....36
FELHASZNÁLT IRODALOM.....37

A LÉGVÉDELEM STRUKTÚRÁI

A Magyar Honvédségben folyó haderőreform döntő szakaszához érkezett, amikor létrejött az új haderőnemi struktúra, és a légtér fegyveres védelmének feladatait az újra haderőnemmé váló légierő vezérkara szervezi.

A következő döntő lépést – a NATO felvétel mellett – a légierő fegyverzeti eszközeinek cseréje fogja jelenteni. Amíg azonban az új repülőgépek, radarok, légvédelmi rakéta komplexumok és vezetési-informatikai eszközök beszerzésére és rendszerbeállítására sor kerül, addig még nagyon sok víz fog lefolyni a Dunán.

És ez talán nem is olyan nagy baj, mint azt sokan állítják.

Ahhoz ugyanis, hogy az átfegyverzéshez szükséges óriási anyagi ráfordítások hatékony légierőt és légvédelmet eredményezzenek, feltétlenül szükséges, hogy a légtér fegyveres védelmének néhány elméleti alapját is tisztázzuk.

Egy minőségileg új rendszert nem szabad úgy létrehozni, hogy először meghatározzuk annak térbeli struktúráját – kijelöljük a repülőterek, a radarok és a légvédelmi rendszerek helyét – majd elkészítjük az új szervezetek technikai és személyi állománytábláját. Ezek csak az utolsó lépések lehetnek. Először tisztázni kell a rendszer célját, az ennek elérése érdekében végrehajtandó feladatait, azok szervezési (és nem szervezeti!) rendjét, majd az egyes funkciók közötti összefüggéseket, és csak ezek ismeretében szabad az eszközök kiválasztásához, illetve a szervezeti és a térbeli struktúra kialakításához hozzáfogni.

Egy rendszer struktúrája alatt, a hagyományos megközelítés szerint általában az alrendszereket, azok elemeit és a köztük, illetve a rendszer környezetével fennálló kapcsolataik felépítését értjük. A légvédelmi rendszer vizsgálatához ezek szerint nem kellene mást tennünk, mint a felderítő, a vezetési és a végrehajtó alrendszereket elemeire bontanunk és leírni az alrendszeren belüli, illetve a környezettel fennálló kapcsolataikat. Ez a megközelítés azonban nem adna teljes képet a légvédelem, mint rendszer működéséről, mivel az ilyen - lényegében szervezeti - struktúra nem, vagy csak felszínesen, mutatja meg a rendszeren belül megoldandó feladatok egymásra épülését és kapcsolatait, illetve elfedi azok szervezési rendjét. Egy olyan bonyolult rendszerben, mint a légvédelem, egy-egy szervezeti elemre többféle funkcionális feladat megoldása is hárul, egy-egy feladat megoldása pedig megoszlik az egyes szervezeti elemek között.

Például, ha egy légvédelmi rakéta alegységet a légvédelem szervezeti elemének tekintünk - márpedig annak kell tekintenünk -, nehéz eldönteni, hogy a légvédelmi rendszer melyik alrendszerébe soroljuk be. Első közelítésben azt mondhatnánk, hogy természetesen a végrehajtó alrendszerbe tartozik. Egy légvédelmi rakéta alegység azonban maga is egy bonyolult rendszert alkot. Az alegység felderítő-célmegjelölő radarja felderítési, harcálláspontja vezetési feladatokat old meg, rakéta rávezető rendszere pedig a légvédelmi beavatkozás végrehajtását végzi. Ez utóbbi, emellett, maga is megold felderítési és irányítási feladatokat.

Ennek az ellentmondásnak a feloldására két lehetőség kínálkozik. Az egyik, ha rendszer "fekete dobozait" olyan mélységig bontjuk ki, hogy ott az elemek már valóban elemek, mivel egyértelműen besorolhatók valamelyik al-al-alrendszerbe. Ez a megközelítés oda vezetne, hogy egyértelmű struktúrát csak az egyes alkatrészek szintjén találnánk.

A rendszerben lévő emberek helyzete még bonyolultabb, hiszen még egy radarkezelő is legalább két alrendszer feladataival foglalkozik, egy repülőgép-vezető pedig betölthet felderítő, harcvezető és végrehajtó funkciót is.

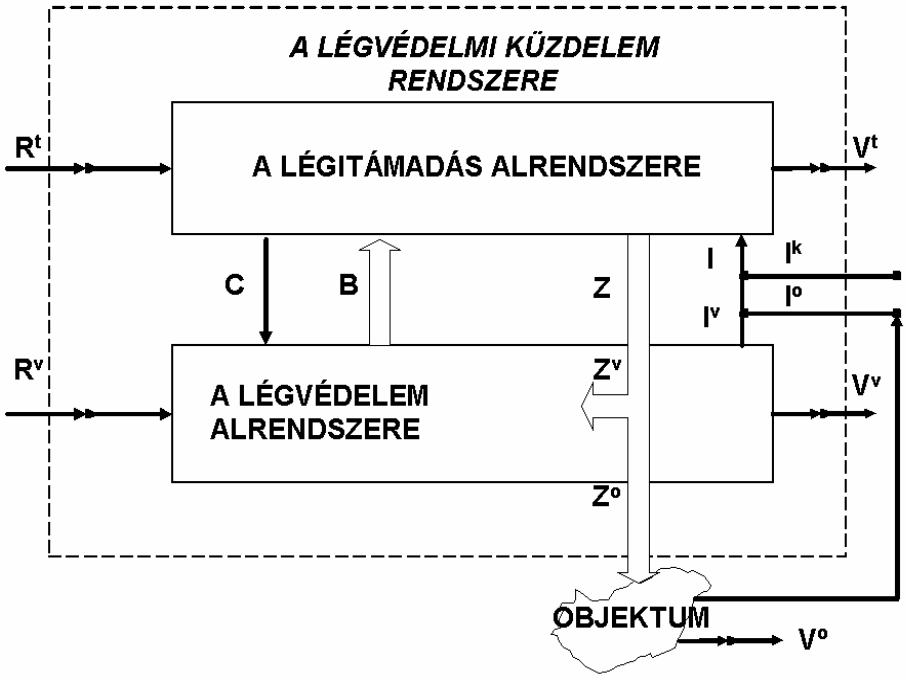
Ezen az úton járva, az elemek funkcionális hovatartozásának bizonytalansága miatt, vagy csak ellentmondásos, vagy, ha a felbontás már elég mély, még a korszerű számítás-tudomány felhasználásával is kezelhetetlen modellt kapnánk.

Az ellentmondás feloldására, ezért, az alábbiakban egy olyan megoldást választunk, amely - a modern gyógyászatban elterjedt komputer-tomográfiához (CT) hasonlóan - több irányból világítja át a rendszert és az így kapott "metszetek" korreláltatása alapján ad megfelelő mélységű, de még kezelhető modellt a rendszerről. Ennek lényege az, hogy a légvédelem "fekete dobozainak" felbontását először a légvédelmi rendszer - és, végeredményben, a légvédelmi küzdelem rendszere - céljának elérése érdekében végrehajtandó feladatok, másodszor ezek szervezési módja, majd az ezekből fakadó funkciók szerint strukturáljuk - világítjuk át - a légvédelmi rendszert.

A VEZETÉSI RENDSZER HELYE ÉS SZEREPE A LÉGVÉDELMI KÜZDELEMBEN

A fegyveres küzdelem[1] egy konkrét megvalósulási formája a légvédelmi küzdelem, amely egy objektum ellen, a levegőből, aerodinamikus és/vagy ballisztikus hordozó eszközök alkalmazásával végrehajtott légitámadás és az objektumot oltalmazó légvédelmi rendszer közötti fegyveres összecsapás.

A légvédelmi küzdelem rendszere alatt, tehát, az aerodinamikus és/vagy ballisztikus hordozóeszközökre alapozott légitámadás és az objektumot oltalmazó légvédelem rendszerét - mint alrendszereket - és a közöttük a küzdelem során kialakuló, antagonisztikus kapcsolatokat, a kölcsönös információszerzést és a légicsapás-mérést, illetve a légvédelmi beavatkozást - mint belső visszacsatolásokat - értjük (1. ábra). A légvédelem vezetési rendszere által a döntések optimalizálásához használandó harcmodellt a fegyveres küzdelem általános törvényszerűségeire épülő modell alapján lehet megalkotni.



1. **ábra. A légvédelmi küzdelem rendszere**

- R^t, R^v - a saját környezetből emberi és technikai erőforrások érkeznek az alrendszerbe, amelyek a légitámadás, illetve a légvédelem fő bemenetét képezik;
- I - a légvédelem alrendszerének egyes elemei, illetve a kijelölt objektum, valamint a semleges környezet által kisugárzott vagy visszavert elektromágneses és akusztikus jelek, amelyek alapján a légitámadás alrendszere információkat szerez az ellenséges, illetve a semleges környezetről;
  - I^o - a kijelölt objektumról;
  - I^v - a légvédelem helyzetéről és tevékenységéről;
  - I^k - a semleges környezetről - a légköri- és terepviszonyokról, illetve, a navigációhoz szükséges adatokról;
- C - a légitámadás alrendszerének egyes elemei által kisugárzott vagy visszavert elektromágneses és akusztikus jelek, amelyek alapján a légvédelem alrendszere információkat szerez a légitámadás helyzetéről és tevékenységéről;
- B - a légvédelmi beavatkozás, romboló és lefogó csapások formájában a légvédelem alrendszerének fő kimenetét, illetve a légitámadás alrendszerének nemkívánatos bemenetét képezi;
- Z - a légitámadás alrendszerének fő kimenetét a romboló és lefogó csapások képezik;
  - Z^o - ezek alapvetően a kijelölt objektum ellen irányulnak;
  - Z^v - egy részét azonban a légvédelem áttöréséhez szükséges tevékenységre kell fordítani, ezért a légvédelem alrendszerének nemkívánatos bemenetét képezik;
- V^t, V^v - a légitámadás, illetve a légvédelem alrendszerének nemkívánatos kimenetét képezik a másik alrendszer által okozott veszteségek.

A légvédelmi küzdelem - mint rendszer - célja, a fegyveres küzdelem általános modelljének megfelelően, önmaga megszüntetése. E cél elérése érdekében jön létre maga a rendszer akkor, amikor két alrendszere között kialakulnak a belső visszacsatolást jelentő kapcsolatok - amikor a légitámadás és a légvédelem kölcsönösen informatív, vagy egymás tevékenységét bénító, pusztító, vagy lefogó kapcsolatba kerül egymással.

A légvédelmi küzdelem, mint a fegyveres küzdelem általában, akkor éri el célját és kerül egyensúlyi állapotba, amikor ezek a kapcsolatok megszakadnak, és ezzel maga a rendszer is megszűnik. Ez azt jelenti, hogy a két, antagonisztikusan szembenálló alrendszer közül, legalább az egyik beszünteti a harctevékenységet, mivel hasznosítható erőforrásai teljesen, vagy olyan mértékben kimerültek, hogy a további küzdelem, részéről, lehetetlenné, vagy értelmetlenné válik. Ez, természetesen, nem jelenti azt, hogy ha a légitámadás rendszere nem mér további légi csapásokat, vagy ha a légvédelmi rendszer nem folytatja a légvédelmi beavatkozást a másik fél is beszünteti a harctevékenységet. Ha

azonban a harctevékenység egyoldalúvá válik, az már egy más minőség, és a fegyveres küzdelem általános törvényszerűségei szerint már nem vizsgálható.

Gondoljuk meg, milyen különbség volt, például, a második világháborúban a London, vagy a Moszkva elleni német és a Tokió elleni amerikai légitámadás között - Hirosimáról és Nagaszakiról már nem is beszélve. Amíg az első esetekben a légitámadással szemben aktív és viszonylag hatékony légvédelmi rendszer működött, így létrejött a légvédelmi küzdelem rendszere is, addig a japán légvédelmi rendszer, vagy egyáltalán nem működött, vagy, ha működött is, gyakorlatilag nem tudta befolyásolni a légitámadás eredményességét. Könnyen belátható, hogy ha modellünket alkalmazni akarnánk, akkor a Tokió elleni amerikai légitámadás esetében egy olyan rendszert kapnánk, amelyben megvan ugyan a légitámadás és a légvédelem, mint két alrendszer, azonban az egymás elleni kölcsönös harctevékenység hiánya miatt hiányoznának a rendszer belső visszacsatolásai.

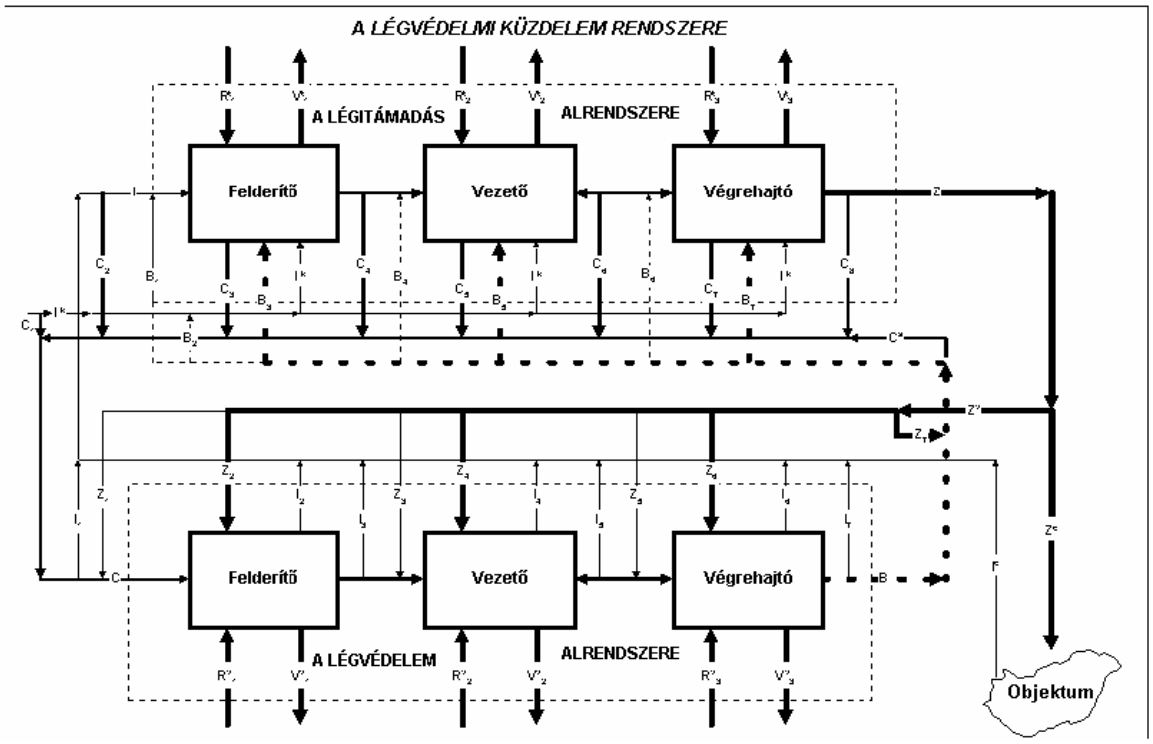
Hasonlóképpen, gyakorlatilag nem jött létre a légvédelmi küzdelem az 1991-es Öbölháborúban sem, annak ellenére, hogy az iraki légvédelem rendelkezett megfelelő elhárító eszközökkel. Ennek oka az volt, hogy az amerikaiak vezette koalíció légitámadásának első hulláma olyan nagy erejű pusztító és rádióelektronikai lefogó csapásokat mért az iraki légvédelmi rendszerre, amelyek teljesen megbénították annak felderítési és vezetési alrendszerét.

Miután behatároltuk, hogy milyen korlátok között kívánjuk vizsgálatainkat elvégezni, bontsuk fel a légvédelmi küzdelem "fekete dobozait" és definiáljuk a bemeneteket, a kimeneteket, illetve a rendszer belső visszacsatolásait.

Az alrendszerek alrendszerei

A fegyveres küzdelem maga nem alkot hierarchikus rendszert - és ez érvényes a légvédelmi küzdelemre, mint a fegyveres küzdelem egyik konkrét megvalósulási formájára is. Ugyanakkor, a légvédelmi küzdelem mindkét alrendszere, a légitámadás és a légvédelem "szabályos" hierarchikus rendszer, amely egy, az őt létrehozó akaratnak alárendelve működik. Ezt az akaratot a vezető elem, vagy alrendszer testesíti meg, amely a felderítő alrendszer által megszerzett információk alapján irányítja a konkrét harctevékenységet végrehajtó alrendszert (2. ábra).

A légitámadás rendszerében a felderítő alrendszert, alapvetően, az aktív és/vagy passzív primer radarokkal, aktív szekunder rádiólokációs saját-ellenség felismerő rendszerrel, rádió-felderítő eszközökkel, valamint optikai és infravörös szenzorokkal felszerelt repülő- és űreszközök alkotják. A vizsgálni kívánt légvédelmi küzdelem rendszerének méreteitől függően, a légitámadás alrendszerét alkothatja akár egy repülőgép, akár egy hadászati méretű légi hadművelet valamennyi repülőeszköze. Az első esetben a légi csapást végrehajtó repülőeszköz hordozza a felderítő és a vezető alrendszer elemeit is, az utóbbi esetben viszont az egyes alrendszerek elemei fizikailag és térben is elkülönülnek egymástól.



2. ábra. A légvédelmi küzdelem és alrendszerei

A légitámadás rendszerének sajátosságai közé tartozik az, hogy elemei, a légi szállító eszközök - mivel a légvédelmi küzdelem során, általában, ismeretlen, ellenséges terület felettilégtérben repülnek - saját térbeli helyzetük mindenkori meghatározásában egyedi navigációs eszközökre támaszkodnak. Ezek működhetnek aktív, primer és/vagy szekunder, illetve passzív rádiólokációs elven, de alkalmazhatnak passzív optikai és infravörös érzékelőket is. A korszerű műholdas navigációs rendszerek a legkevésbé felderíthetők és zavarérzékenyek.

A légvédelmi rendszer felderítő alrendszerének alapvető elemeit[2] a földi telepítésű és a légi szállítású, együtt- és széttelepített aktív-primer radarok, aktív, szekunder rádiólokációs elven működő saját-ellenség felismerő rendszerek, passzív radarok és rádió-felderítő rendszerek, akusztikus, optikai és infravörös érzékelők, illetve radarok, valamint az ezek által szolgáltatott adatokat feldolgozó, átviteli és megjelenítő eszközök alkotják. A légvédelem vezetési alrendszerét a végrehajtó alrendszert alkotó légvédelmi rakéta, vadászrepülő és légvédelmi zavaró csapatok harcálláspontjai, illetve az ezeket irányító összfegyvernemi vezetési pontok képezik.

A légvédelmi küzdelem vizsgálatánál nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt a tényt, hogy a légvédelmi beavatkozás során a légvédelmi rendszer egyes elemei - az elfogást végző vadászrepülőgépek és légvédelmi rakéták - a légitámadás rendszerének elemeivel azonos légtérben mozognak, ezért helyzetükre és, részben, tevékenységükre vonatkozó

információk szintén a felderítő alrendszer közvetítésével jutnak el a vezetési alrendszerhez.

A légvédelmi küzdelem bemenetei

A légvédelmi küzdelem bemeneteit a két alrendszer, a légitámadás és a légvédelem saját, elöljáró és együttműködő környezetéből érkező erőforrások alkotják. Erőforrás alatt a küzdelemmegvívásához szükséges anyagi eszközök, információk és emberi tudás összességét értjük.

A légvédelmi küzdelem bemeneteit, az annak alrendszereit alkotó légitámadás, illetve a légvédelem rendelkezésére álló erőforrások alkotják, amelyek az egyes alrendszerek alrendszerei között oszlanak meg:

- R^{t1} - a légitámadás felderítő alrendszerének erőforrásai;
- R^{t2} - a légitámadás vezetési alrendszerének erőforrásai;
- R^{t3} - a légitámadás végrehajtó alrendszerének erőforrásai.

illetve,

- R^{v1} - a légvédelem felderítő alrendszerének erőforrásai;
- R^{v2} - a légvédelem vezetési alrendszerének erőforrásai;
- R^{v3} - a légvédelem végrehajtó alrendszerének erőforrásai.

A légvédelmi küzdelem kimenetei

A légvédelmi küzdelem kimeneteit a két alrendszer, a légitámadás és a légvédelem, egymásnak okozott, saját veszteségei, valamint az objektum által veszteséggé (V^o) "transzformált" légicsapások (Z^o) képezik.

Az alrendszerek veszteségei, természetesen, megoszlanak azok alrendszerei között:

- V^{t1} - a légitámadás felderítő alrendszerének veszteségei;
- V^{t2} - a légitámadás vezetési alrendszerének veszteségei;
- V^{t3} - a légitámadás végrehajtó alrendszerének veszteségei.

illetve,

- V^{v1} - a légvédelem felderítő alrendszerének veszteségei;
- V^{v2} - a légvédelem vezetési alrendszerének veszteségei;
- V^{v3} - a légvédelem végrehajtó alrendszerének veszteségei.

A légvédelmi küzdelem belső visszacsatolásai

A légvédelmi küzdelem belső visszacsatolásait a két alrendszer, a légitámadás és a légvédelem kölcsönhatásai alkotják. Ezek kapcsolják össze egymással a két alrendszert. Ezek a kapcsolatok az egyik oldalon az erőforrások hasznosítását jelentik, ezért szükségesek, a másik oldalon viszont, közvetve, vagy közvetlenül veszteségeket okoznak, ezért nemkívánatosak - végeredményben antagonisztikusak. Ugyanakkor, éppen ezeknek a kölcsönhatásoknak a következményeként tekinthetjük kibernetikai jellegű rendszernek a légvédelmi küzdelmet, hiszen ha ezek közül a kapcsolatok közül bármelyik megszakad, az magának a légvédelmi küzdelemnek a megszűnését - vagyis, a definiált cél elérését - eredményezi.

A belső visszacsatolásokat - mint láttuk - két, egymással szorosan összefüggő kapcsolatrendszer, az információs kapcsolatok és a kölcsönös harctevékenység alkotja.

Információs kapcsolatok

Az információs kapcsolatok a légitámadás és a légvédelem között azt a célt szolgálják, hogy az egyes alrendszerek megfelelő adatokkal rendelkezzenek egymásról, illetve a saját tevékenységüket befolyásoló tényezőkről.

Ennek megfelelően, a légitámadásnak információkat kell szereznie a légvédelemre (I^v) és a légicsapás-mérés objektumára (I^o) vonatkozóan, illetve a légvédelmi küzdelem terében lévő repülő-eszközöknek - töltsenek be akár felderítő, akár vezető, akár végrehajtó funkciót - a légköri- és terepviszonyokra, illetve saját térbeli helyzetük meghatározásához a navigációra vonatkozó információkra (I^k) is szükségük van:

A másik alrendszernek, a légvédelemnek pedig a légitámadást is magába foglaló, légihelyzetről és a semleges környezetről kell információkat szerezni. Az objektumra vonatkozó információk már a légvédelmi küzdelem megkezdése előtt is rendelkezésre állnak.

Légihelyzet alatt itt a saját és az ellenséges repülőeszközök térbeli elhelyezkedését és mozgását, azok jellegét, valamint a légtér fizikai állapotát értjük. Ennek megfelelően, a légitámadásról szerzett adatok (C^t) mellett, a légvédelem felderítő alrendszere szerez adatokat a légtérben lévő saját elemeinek - az elfogó vadászrepülőgépeknek és a légtérben lévő légvédelmi rakétáknak - helyzetére és tevékenységére (C^s), valamint a semleges környezetre - például, az időjárási, vagy a légköri viszonyokra - vonatkozóan is (C^k). Tehát, a légvédelem információs bemeneteit a légitámadás rendszerének egyes csomópontjaira, a légihelyzet részét képező saját elemeire és a semleges környezetre vonatkozó információk halmaza alkotja.

E két információhalmazból, a légvédelmi küzdelem, mint rendszer, belső visszacsatolásai közé a légvédelemre (I^v) és a légi-támadásra (C^t) vonatkozó adatok tartoznak, amelyeket a felderítő alrendszerek a szembenálló fél - számára nemkívánatos - kimenete, az egyes elemei által visszavert vagy kisugárzott elektromágneses és akusztikus jelek alapján szerez meg. Ezt a két információ-részhalmazt, a 2. ábrának megfelelő csoportosítás szerint, az egyes elemek helyzetéről és tevékenységéről, valamint a közöttük zajló információcseréről szerzett adatok alkotják.

A légvédelemről szerzett információk

A légitámadásnak a légvédelem elleni csapásmérés eredményességének biztosításához az alábbi információkra van szüksége:

- I^1 - információk a légvédelem felderítő eszközeinek tevékenységéről (aktív rádió- és egyéb radarok kisugárzási adatainak felderítése);
- I^2 - információk a légvédelem felderítő eszközeinek helyzetéről (rádió- és egyéb radarok, vizuális figyelőpontok felderítése);
- I^3 - információk a légvédelem vezetési és felderítő eszközeinek információcseréjéről (légihelyzet tájékoztatási rendszerlehallgatása);
- I^4 - információk a légvédelem vezetési eszközeinek helyzetéről(harcálláspontok, automatizált vezetési eszközök felderítése);
- I^5 - információk a légvédelem harctevékenységének vezetéséről(célmegjelölés lehallgatása);

- I^6 - információk a légvédelem földi végrehajtó - pusztító és lefogó - elemeinek helyzetéről (repülőterek, légvédelmi rakéta, tüzér és zavaró komplexumok, vadászirányító pontok felderítése);
- I^7 - információk a légvédelem beavatkozó tevékenységéről (rakétaindítás, vadászrávezetés, légvédelmi tüzérségi tűz, rádióelektronikai lefogás).

Ennek az információhalmaznak az egyes részhalmazai, természetesen, a légvédelem különböző csomópontjaira mérendő légicsapások optimalizálásához szükségesek.

A légitámadásról szerzett információk

A légvédelemnek a légitámadás elleni beavatkozás eredményességének biztosításához az alábbi információkra van szüksége:

- C^1 - információk az ellenséges repülőeszközök rádiónavigációs tevékenységéről (TACAN kérdezés, rádió-magasságmérés, rádiólokációs terepfelderítés, stb.);
- C^2 - információk a légitámadás felderítő eszközeinek tevékenységéről (rádióelektronikai felderítés);
- C^3 - információk a légitámadás felderítő eszközeinek helyzetéről (radarhordozó repülőeszközök felderítése és követése);
- C^4 - információk a légitámadás vezetési és felderítő eszközeinek információcseréjéről (lehallgatás);
- C^5 - információk a légitámadás vezetési eszközeinek helyzetéről (légi vezetési pontok felderítése és követése);
- C^6 - információk az ellenséges repülőeszközök harctevékenységének vezetéséről (lehallgatás);
- C^7 - információk az ellenséges repülőeszközök helyzetéről (aktív vagy passzív rádió-, infra-, akusztikai-, illetve lézerlokációs és optikai felderítés és követés);
- C^8 - információk a légiellenség csapásmérő tevékenységéről (rakétaindítás, bombavetés, rádióelektronikai csapás).

A légitámadás, illetve a légvédelem egyes elemeit, csupán helyzetadataik ismeretében csak kis valószínűséggel lehet azonosítani. Ugyanakkor, a légvédelmi beavatkozás, illetve a légicsapás-mérés optimalizálására, vagyis, az adott körülmények között a legjobb hatásosságot ígérő harctevékenységi változat kiválasztására csak akkor van lehetőség, ha ismert az adott elem szerepe a légitámadás, illetve a légvédelem rendszerén belül. Ahhoz, hogy egy repülőeszközről a légvédelem, vagy egy földi radarról a légitámadás el tudja

dönteni, milyen szerepet tölt be a légitámadás, illetve a légvédelem rendszerében, fel kell deríteni információs- és/vagy harctevékenységét is és ezeket az információkat hozzá kell rendelni a helyzetadatokhoz.

Az információs kapcsolatok a légvédelmi küzdelem alrendszerei között szükséges, de nem elégséges feltételét képezik a küzdelem kialakulásának, vagyis a légitámadás és a légvédelem "együttműködésének" a nagy rendszer céljának elérése - önmaga megszüntetése - érdekében. A valóban antagonisztikus kapcsolatot, a szembenálló alrendszer megbénítása érdekében végrehajtott kölcsönös harctevékenység, a támadó légicsapás-mérés, illetve a légvédelmi beavatkozás képezi.

Kölcsönös harctevékenység

A légvédelmi küzdelem alrendszerei, a légitámadás és a légvédelem, úgy "működnek együtt" a "közös cél", a légvédelmi küzdelem megszűnése érdekében, hogy kölcsönös harctevékenységet folytatnak egymás megbénítására.

A légvédelmi küzdelem során a szembenálló felek különböző csomópontokon képesek beavatkozni, illetve csapást mérni egymásra. Mivel a rendszerek egyes alrendszerei elemeinek pusztítása, illetve a közöttük zajló információcsere lefogása eltérő mértékben befolyásolja az adott rendszer eredményességét, a beavatkozás, illetve csapásmérés különböző formáinak hatásossága is különböző lesz.

Például, az 1991-es Öböl-háború tapasztalatai is igazolják, hogy a légitámadás, vagy a légvédelem egyes végrehajtó elemeinek, vagyis, az egyes csapásmérő repülőeszközöknek, illetve elfogó vadászrepülőgépeknek a megsemmisítése, vagy rádióelektronikai lefogása kevésbé csökkenti a légitámadás, illetőleg a légvédelem, mint rendszer, eredményességét, mint a felderítő és a vezetési alrendszer egyes elemeire irányuló légvédelmi beavatkozás, illetve légicsapás-mérés.

A légitámadás alapvető kimenetét a légicsapás-mérés (Z) képezi, amely az objektum (Z^o) és a légvédelem (Z^v) elleni harctevékenységek halmazát jelenti - amelyek, természetesen, egyidejűleg a légvédelem megfelelő, számára nemkívánatos bemenetét is képezik:

A légvédelem fő kimenetét, a légitámadás megbénítása céljából történő légvédelmi beavatkozások (B) halmaza jelenti, amelyek egyben a légitámadás megfelelő, számára nemkívánatos bemenetét képezik.

A légvédelem elleni légicsapás-mérés

A légvédelmi küzdelem egyik legfontosabb, belső visszacsatolását a légvédelem különböző, a 2. ábrán megjelölt csomópontjaira mért romboló és lefogó légicsapások

képezik. Ezek hatásossága függvénye a légvédelemről valamint a környezetről szerzett információknak.

A légvédelem elleni Z^v légicsapás-mérések halmazát a légvédelem alrendszerei egyes elemeinek rombolása, illetve azok tevékenységének és a közöttük folyó információcserének a lefogása képezi, amely a 2. ábrának megfelelő felbontásban, az egyes csomópontokra mért légicsapások részhalmazaira bontható.

- Z^1 - a légvédelem felderítő eszközeinek lefogása (zavarás, megtévesztés, rádiólokációs álcázás), melynek hatásossága mindenekelőtt a felderítő tevékenységre vonatkozó információktól függ;
- Z^2 - a légvédelem felderítő eszközeinek pusztítása (földi telepítésű és légi szállítású rádió- és egyéb radarok, a rádiónavigációs és a műszeres leszállító rendszerek földi berendezései, vizuális figyelőpontok rombolása), melynek hatásossága nemcsak azok helyzetére vonatkozó információktól függ, hanem tevékenységük és a harcvezetési alrendszerrel folytatott információcseréjük felderítése is szükséges az azonosításukhoz;
- Z^3 - a légvédelem vezetési, felderítő és navigációs elemei információcseréjének lefogása (zavarás, megtévesztés, kapcsolat megszakítása);
- Z^4 - a légvédelem vezetési eszközeinek pusztítása (harcálláspontok, automatizált vezetési eszközök), melynek hatásossága, helyzetadataik mellett, információs tevékenységük felderítésétől is függ;
- Z^5 - a légvédelem harcvezetési információs rendszerének lefogása (zavarás, megtévesztés, kapcsolat megszakítása);
- Z^6 - a légvédelem végrehajtó - megsemmisítő és lefogó - földi eszközeinek pusztítása (légvédelmi rakéta-, tüzér- és zavarókomplexumok, repülőterek), melynek hatásossága attól is függ, hogy a légitámadás azonosítani tudja-e azokat információs kapcsolataik, vagy, harctevékenységük felderítése alapján;
- Z^7 - a légvédelem megsemmisítő tevékenységének akadályozása (levegő-levegő rakétával, megtévesztő és elterelő célokkal, rádióelektronikai lefogással).

A légitámadásba történő légvédelmi beavatkozás

A légvédelmi küzdelem másik fontos, belső visszacsatolását a légitámadás rendszerébe történő légvédelmi beavatkozások képezik. Természetesen, ezek hatásossága is függvénye a légihelyzetre, valamint a semleges környezetre vonatkozó, megfelelő információknak.

A légvédelmi beavatkozás, mint a 2. ábrán láthatjuk, a légitámadás főbb csomópontjainál történik, ezért a légvédelmi beavatkozások halmazát az egyes alrendszerek elemeinek pusztítására, illetve azok tevékenységének és a közöttük folyó információcserének a lefogására irányuló beavatkozások részhalmazai alkotják:

- B^1 - az ellenséges repülőeszközök rádiónavigációs tevékenységének lefogása (zavarás, megtévesztés, álcázás), melynek hatásossága, a navigációs tevékenység felderítése mellett, függ a lefogandó repülőeszköz helyzetadatainak ismeretétől is;
- B^2 - a légitámadás felderítő tevékenységének lefogása (zavarás, megtévesztés, álcázás), melynek hatásosságát befolyásolja a felderítő tevékenységre és a felderítő eszközök helyzetadataira vonatkozó információk megléte;
- B^3 - a légitámadás felderítő eszközeinek pusztítása (radar hordozó repülőgépek fizikai megsemmisítése, illetve rombolása, vagy pályaelhagyásra kényszerítése), melynek hatásossága, helyzetadataik ismerete mellett, felderítő és információs tevékenységükről szerzett információknak is függvénye;
- B^4 - a légitámadás vezetési és felderítő eszközei információcseréjének lefogása (zavarás, megtévesztés), melynek hatásossága függ a lefogandó eszközök helyzetadataitól is;
- B^5 - a légitámadás vezetési eszközeinek pusztítása (légi vezetési pontok fizikai megsemmisítése, illetve rombolása, vagy pályaelhagyásra kényszerítése), melynek hatásossága szintén függ az információcseréjükre vonatkozó információk meglététől is;
- B^6 - az ellenséges repülőeszközök harctevékenysége vezetésének lefogása (zavarás, megtévesztés), melynek hatásosságát a helyzetinformációk megléte is befolyásolja;
- B^7 - az ellenséges repülőeszközök feladat végrehajtásának akadályozása (fizikai megsemmisítés, illetve rombolás, vagy pályaelhagyásra kényszerítés), melynek hatásosságát javítja információs és csapásmérő tevékenységének ismerete;
- B^8 - az ellenséges repülőeszközök csapásmérő tevékenységének akadályozása (levegő-föld rakéták elleni tevékenység, zavarvédelem, álcázás), melynek hatásossága szintén függ a harcvezetési információk és a csapásmérő eszközökre vonatkozó helyzetadatok ismeretétől.

A LÉGVÉDELMI RENDSZER FELADATSTRUKTÚRÁJA

A légvédelmi beavatkozás optimalizálása érdekében, mindenekelőtt információkat kell szerezni a légitámadásról, illetve - mint ezt a légvédelmi küzdelem leírásánál már láttuk - a légvédelmi rendszer beavatkozást végrehajtó elemeit is magába foglaló légihelyzetről. A légihelyzet dinamikus változásainak nyomon követése érdekében, a megszerzett felderítési adatokat folyamatosan fel kell dolgozni, egymással korreláltatni, és egymáshoz rendelni a légihelyzet egyes elemeire vonatkozó információkat.

Emellett, össze kell gyűjteni a légvédelmi rendszer végrehajtó elemeire vonatkozó információkat is, majd ezeknek a légihelyzet adatokkal való korreláltatása eredményeként, meg kell határozni az optimális beavatkozáshoz szükséges irányító információkat, és ezekkel kell vezérelni a légihelyzetbe való beavatkozást.

Ezt a folyamatot a légvédelmi rendszer feladatstruktúrája alapján lehet áttekinteni, amelyet az 3. ábra szemléltet. A feladatstruktúra magába foglalja az egymást feltételező - időben sorosan végrehajtandó - és az egymást kiegészítő - időben párhuzamosan végrehajtandó - feladatokat, valamint ezek szükséges és lehetséges kapcsolatait.

A feladatstruktúra elemei

A légvédelmi rendszer feladatstruktúrájának bemeneteit a légihelyzetből, az annak elemeit alkotó saját és ellenséges repülőeszközökről, valamint az egyéb természetes vagy mesterséges céltárgyakról, a feléjük kisugárzott rádió- és egyéb jelek ($C^{p?}$, illetve $C^{s?}$) hatására visszavert, aktív-primer (C^{ap}), illetve a saját repülőeszközök fedélzeti válaszadó berendezései által visszasugárzott, aktív-szekunder (C^{as}), valamint az ezen céltárgyak által kisugárzott, passzív lokációra alkalmas rádió és egyéb (fény-, hő-, hang-) jelek (C^{p}), illetve a repülőeszközök információcseréjének felderítésére alkalmas, kommunikációs rádiójelek (C^{r}) halmaza alkotja:

Először azt vizsgáljuk meg, hogy az egyes jelfajták mely forrásokra jellemzőek, illetve azt, hogy az egyes forrásokból milyen jelfajták érkeznek a megfelelő bemenetekre.

Aktív-primer rádiólokációs bemenetek[3]

Aktív-primer rádiólokációval, vagyis visszavert jelek alapján, a légvédelmi rendszer információkat szerezhet a légihelyzet olyan elemeiről, mint a saját és az idegen repülőeszközök, valamint egyéb, természetes és mesterséges céltárgyak - meteorológiai képződmények, illetve a megtévesztést, vagy lefogást szolgáló jelvisszaverők - térbeli helyzete, de nem, vagy csak nagy bizonytalansággal tudja meghatározni, hogy azok milyen feladatot hajtanak végre, illetve milyen célt szolgálnak. Az aktív-primer lokációval szerzett visszavert jelek halmaza az alábbi részhalmazokra osztható fel:

- C^{ap-i} - az idegen repülőeszközök térbeli helyzetére vonatkozóinformációkat hordozó visszavert jelek halmaza;
- C^{ap-s} - a saját repülőeszközök térbeli helyzetére vonatkozó információkat hordozó visszavert jelek halmaza;
- C^{ap-z} - a légihelyzet egyéb elemeinek térbeli helyzetére vonatkozó információkat hordozó visszavert jelek és az ezekhez hasonló fizikai jellemzőkkel rendelkező zavarjelek halmaza.

Aktív-szekunder rádiólokációs bemenetek[4]

Aktív-szekunder rádiólokációval, vagyis, válaszjel alapján, a légvédelmi rendszer csak a megfelelő fedélzeti válaszadóval rendelkező saját repülőeszközeinek helyzetéről tud információkat szerezni, illetve ennek alapján tudja azonosítani az aktív-primer lokációval szerzett adatok közül a saját elemeihez tartozókat. Az aktív-szekunder lokációs jelek halmaza így - a zavarjelek mellett - csak a saját repülőeszközök helyzetére vonatkozóinformációkat hordozza:

- C^{as-s} - a saját repülőeszközök térbeli helyzetére vonatkozó információkat hordozó válaszjelek halmaza;
- C^{as-z} - a szekunder rádiólokációs csatornából érkező zavarjelek halmaza.

Passzív rádió- és egyéb lokációs bemenetek

Passzív rádió-, hő (infra)- és hang (akusztikus)-, illetve fény (lézer és optikai) -lokációval, vagyis a céltárgy saját kisugárzása alapján, valamint vizuális felderítéssel a légvédelmi rendszer információkat szerezhet mind a saját, mind az idegen repülőeszközök helyzetéről, azonban azonosítani azokat csak az aktív-szekunder lokációval, esetleg rádiófelderítéssel szerzett információk alapján képes.

A passzív lokáció a korszerű légvédelmi küzdelemben egyre nagyobb szerephez fog jutni, mivel az aktív-primer radarok adóinak kisugárzása a légvédelmi rendszer nemkívánatos kimenetét alkotja, amelynek alapján éppen a légitámadás jut, igen "olcsón" passzív rádiólokációs információkhoz. Emellett, az aktív-primer radarok egyre nagyobb teljesítményű zavaradókkal történő lefogása, az egyre "intelligensebb" megtévesztő zavaró rendszerek és a "lopakodó" (stealth) technika alkalmazása jelentősen csökkentik a hagyományos, aktív-primer rádiólokáció információs lehetőségeit. Ugyanakkor, a megfelelően kialakított térbeli struktúrával, adatátviteli és feldolgozó kapacitással rendelkező, passzív lokációs rendszer jelentős mértékben javíthatja a légvédelem légihelyzet-információkkal való ellátásának megbízhatóságát.

A passzív lokációnak helye van mindazokon a bemeneteken, ahol a légvédelmi rendszer aktív-primer radarokat is alkalmaz, mivel a különböző fizikai elven működő,

passzív lokációs jelek halmaza is hordozza a légitámadás elemeire és a légvédelem saját repülőeszközeinek helyzetére vonatkozó információkat:

- C^{p-i} - az idegen repülőeszközök térbeli helyzetére vonatkozó információkat hordozó passzív lokációs jelek halmaza;
- C^{p-s} - a saját repülőeszközök térbeli helyzetére vonatkozó információkat hordozó passzív lokációs jelek halmaza;
- C^{p-z} - a passzív rádiólokációs csatornából érkező zavarjelek halmaza.

Rádiófelterítő bemenetek

Rádiófelderítéssel, vagyis, a repülőeszközök által kisugárzott kommunikációs rádiójelek információtartalmának elemzésével lehet csak olyan adatokat szerezni, amelyek az idegen repülőeszközök funkciójának és konkrét feladatának megállapításához szükségesek. Emellett, fedélzeti válaszjel hiányában, a saját repülőeszközök azonosításában is alkalmazható a passzív lokáció.

A légvédelmi rendszerben - a légitámadás rádiókommunikációs, -lokációs és -navigációs tevékenységének lefogása érdekében - a passzív rádiólokációs felderítés és követés, illetve a hagyományos rádiófelderítő tevékenység - a kommunikációs rádiókapcsolatok lehallgatása és az azokon zajló információcsere elemzése - mellett, a rádiófelderítés egy sajátos feladatát is el kell látni. A passzív radarokkal nemcsak a légitámadás repülőeszközeinek a helyzetadatait lehet - és kell - meghatározni, hanem a kisugárzott rádiójelek elemzése alapján, információkat lehet - és kell - szerezni a repülőeszköz rendeltetésére, a légitámadás rendszerében betöltött szerepére és harctevékenységének jellegére vonatkozóan.

A légvédelmi rendszer azon bemeneteinél kell rádiófelderítő eszközöket alkalmazni, ahol a légitámadás rendszerének információs tevékenységre - a rádiólokációs felderítésre, a rádiónavigációra, az információcserére és a rádióelektronikai lefogásra - vonatkozó információszerzés a feladat. De szükséges lehet a rá-diófelderítéssel szerzett adatokra a saját repülőeszközök azonosítása céljából is - például, a repülőtér körzeti diszpécser radarok esetében. A rádiófelderítéssel szerzett információk halmaza is tartalmazza az idegen és a saját repülőeszközökről szerzett információk részhalmazait:

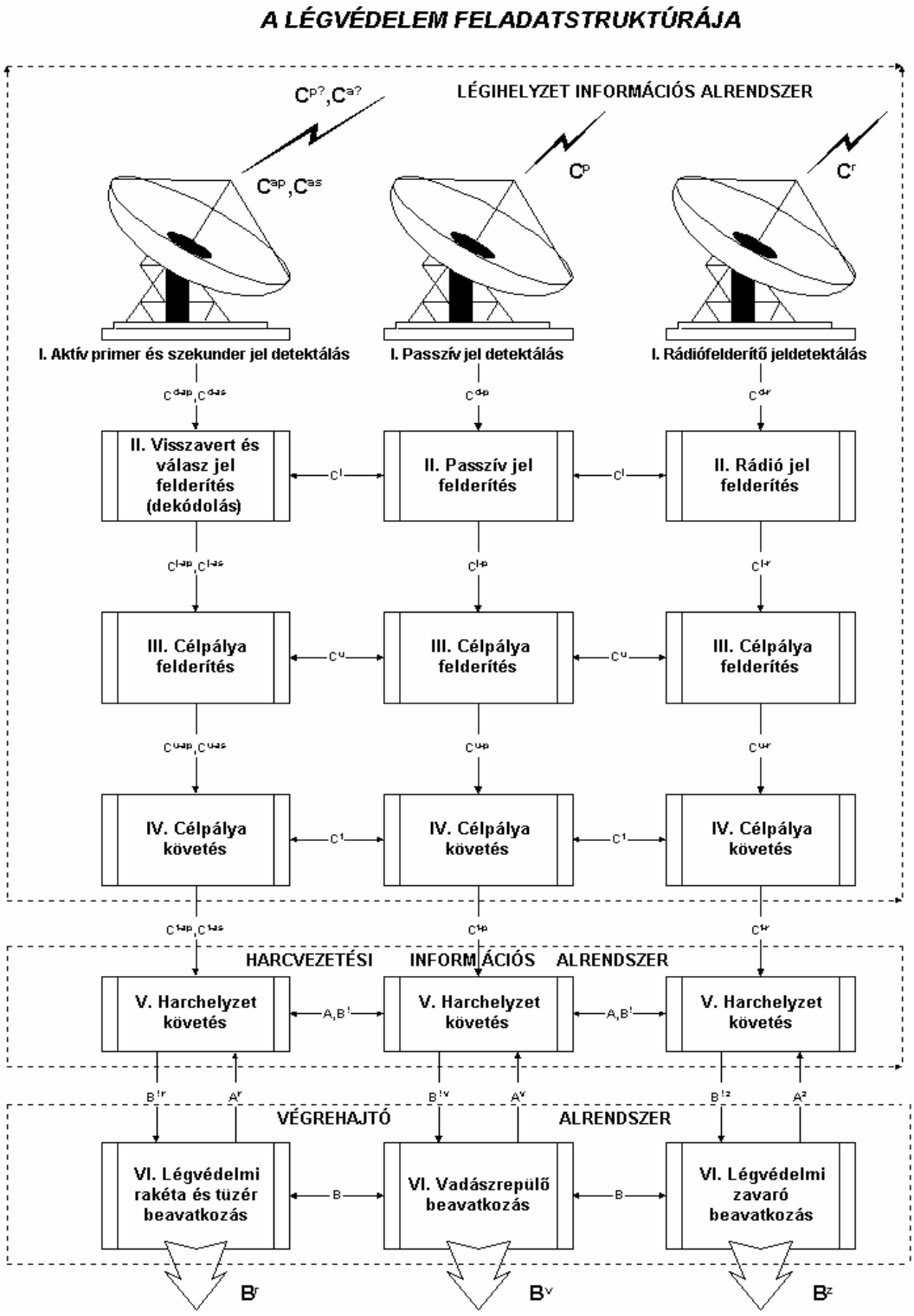
- C^{r-i} - az idegen repülőeszközök rádiókommunikációs jeleinek halmaza;
- C^{r-s} - a saját repülőeszközök rádiókommunikációs jeleinek halmaza;
- C^{r-z} - a rádiókommunikációs csatornából érkező zavarjelek halmaza.

Miután tisztáztuk, hogy a légvédelmi rendszer milyen, a légihelyzetből érkező jelek alapján szerzi meg a működéséhez szükséges információkat, tekintsük át azokat a feladatokat, amelyek kimenetének létrehozásához, a légvédelmi beavatkozáshoz szükséges végrehajtani.

Az információfeldolgozás fázisai[5]

A légvédelmi beavatkozás optimalizálása érdekében egy sor információfeldolgozási feladatot kell végrehajtani, függetlenül attól, hogy a beavatkozáshoz szükséges információ milyen jel útján jutott a bemenetre. Ezeknek az információfeldolgozási feladatoknak a megoldási módjáról bőségesen tájékozódhatunk a szakirodalomban -, ezért itt ezt a kérdést nem fogjuk részleteiben megvizsgálni, csak a légihelyzetre vonatkozó információk feldolgozási folyamatának néhány sajátosságát emeljük ki. Mindenekelőtt azt, hogy a légvédelem feladatstruktúrájának (3. ábra) - az információszerzés módja alapján kijelölt - oszlopaiban szereplő elemek célja és a feladatok végrehajtási sorrendje azonos, függetlenül az információkat hordozó jelek jellegétől. Emellett, a jeldetektálás kivételével, valamennyi információfeldolgozási feladat algoritmusa hasonló felépítésű. Ennek az algoritmusnak az elvi felépítését a 4. ábra szemlélteti.

Az adatátviteli rendszerekben a jeldetektálás mindig sztochasztikus jellegű feladat, de különösen az a katonai rádiólokációs és -felderítési rendszerekben. A passzív lokáció és a rádiófelderítés esetében a jelforrás, aktív-primer lokáció esetében pedig az "átviteli csatorna" meghatározó eleme, a jeleket visszaverő céltárgy antagonisztikus, de legalább közömbös kapcsolatban áll a jel detektálásában érdekelt, a vevőberendezést üzemeltető "féllel". Ennek következtében, a detektált jelek általhordozott információk hitelessége csak időben és/vagy térben megosztottan vett jelek többszöri korreláltatása után érhet el elfogadható mértéket. A légvédelmi rendszer esetében tovább bonyolítja a helyzetet az, hogy az információk forrásait képező repülőeszközök folyamatosan és általában nagy sebességgel változtatják térbeli helyzetüket, manővereket hajtanak végre és keresztezik egymás pályáját. Ezért a vett jeleket, illetve a belőlük nyert adatokat, a bemutatott algoritmusok szerint, ciklikusan ismételve kell feldolgozni. A ciklusok gyakorisága és a ciklus során végrehajtandó részfeladatok tartalma természetesen a feldolgozási folyamat fázisaitól függően különböző, azonban az algoritmus egyes elemeinek célja és jellege azonos a feldolgozásminden fázisában.



3. ábra. A légvédelem rendszerének feladatstruktúrája

Minden feldolgozási fázis az előző fázisnak megfelelő feldolgozottságú, időben sorosan és/vagy párhuzamosan érkező jelek, illetve adatok felhalmozásával kezdődik. Az így felhalmozott jelek elemzése alapján lehet - előre definiált hitelességi követelményeknek megfelelő biztonsággal - eldönteni, hogy az egyes jelek, illetve adatok azonos forrásból származnak-e. Az adott fázisban "kitermelhető" adatok meghatározása, megfelelő megbízhatósággal, csak a pozitív döntés esetén végezhető el és továbbítható a következő feldolgozási fázis bemenetére.

Az egyes információ feldolgozási ciklusok részben, vagy teljesen automatizálhatók, annak függvényében, hogy a döntési kritériumokat milyen mértékben lehet egzakttá tenni. A légvédelmi rendszer sajátosságai közé tartozik, hogy - az automatizáltság mértékétől függetlenül - az információ feldolgozási folyamatminden fázisában biztosítani kell az emberi ellenőrzés és beavatkozás lehetőségét, mivel a szembenálló fél, a légitámadás oldalán is lehetőség van a döntési kritériumokat befolyásoló emberi beavatkozásra.

A feladatstruktúra elemeinek - az információ feldolgozási folyamat egyes fázisainak - tartalmával részletesebben nem fogunk foglalkozni, azonban az egyértelműség érdekében áttekintjük a feladatstruktúrát és az egyes feldolgozási fázisokat szemléltető vázlatokon alkalmazott jelölések tartalmát.

Céljel detektálás

Az információ feldolgozási folyamat I. fázisában a bemenetekre érkező jelek detektálása történik, ahol:

- $C^{d\text{-}ap}$ - a légicélokról visszavert jelek detektált halmaza;
- $C^{d\text{-}as}$ - a légvédelem saját repülőeszközeinek fedélzeti válaszadói által visszasugárzott jelek detektált halmaza;
- $C^{d\text{-}p}$ - a légicélok által kisugárzott, passzív lokációra alkalmas jelek detektált halmaza;
- $C^{d\text{-}r}$ - a légicélok által kisugárzott, rádiófelderítésre alkalmas jelek detektált halmaza.

Céljel felderítés

A feldolgozás II. fázisában - a döntési kritériumok alapján szükséges ciklikussággal -, az egy felderítő vevőponttól időben egymás után, illetve a több vevőponttól, közel azonos időben, párhuzamosan beérkező detektált jelek (C^d) felhalmozása és elemzése, illetve dekódolása alapján kell eldönteni, hogy mely jelek érkeznek azonos forrásból. Az összetartozó jelek felderítése alapján lehet meghatározni, hogy azok milyen információkat hordoznak. Ebben a fázisban, az információszerzés módjától függően, az alábbi adatokat lehet meghatározni:

- C^{u-r} - rádiófelderítés esetén a légicél jellegére, információs, esetleg harctevékenységére vonatkozó adatok halmazát csak akkor lehet egyes célpályához hozzárendelni, ha a passzív lokációs feladatokat is végrehajtjuk, vagy a légvédelem rádiófelderítési és a passzív lokációs rendszeréből származó adatokat centralizáltan dolgozzuk fel.

- C^{j-ap} - aktív-primer lokáció esetén, a légicélok két-, vagy háromdimenziós térbeli helyzetadatainak halmaza, amelyeket a kisugárzott jelek modulációs rendszerétől függően, sebesség- és méretadatok egészíthetnek ki;
- C^{j-as} - aktív-szekunder lokáció esetén, a légvédelem saját repülőeszközeinek két-, vagy háromdimenziós térbeli helyzetadatainak halmaza, amelyeket a válaszjelek kódolási rendszerétől függően, egyedi és/vagy csoportos azonosításra alkalmas, esetleg a repülési pályára, a harctevékenységre és a személyzet, illetve a fedélzeti berendezések állapotára vonatkozó adatok egészíthetnek ki;
- C^{j-p} - passzív lokáció és egy vevőponttól származó detektált jelek feldolgozása esetén a légicélok egy-, vagy kétdimenziós, több passzív radar vevőponttal és megfelelő térbeli struktúrával rendelkező, a céljel felderítést centralizáltan végrehajtó rendszer esetén, két-, vagy háromdimenziós térbeli helyzetadatainak halmaza, amelyeket a detektált jelek modulációs tartalmától függően, acél jellegére, esetleg harctevékenységére utaló adatok egészíthetnek ki;
- C^{j-r} - rádiófelderítés esetén a légicél jellegére, információs, esetleg harctevékenységére vonatkozó adatok halmaza, amelyeket a vevőpont lehetőségeitől függően, irány- és teljesítményadatok egészíthetnek ki.

A céljel felderítési fázis döntési funkciójának automatizálását az ú.n. extraktor berendezések végzik, amelyekkel csak a korszerű radarberendezések vannak ellátva.

Célpálya felderítés

A III. feldolgozási fázisban, az előző fázisból érkező céladatok felhalmozása és elemzése alapján azt kell eldönteni, hogy az adott feldolgozási ciklusban kapott adatok milyen mértékben korrelálnak az előző ciklus adataival, vagyis melyek azok, amelyek forrása egy - a döntés után meghatározandó - célpálya adatokkal rendelkező légicéltól származnak. Az itt meghatározott célpálya adatok képezik a következő fázisban végrehajtandó folyamatos célpálya követés alapját:

- $C^{u\text{-}ap}$ - aktív-primer lokáció esetén, a légicélok két-, vagy háromdimenziós térbeli helyzet- és sebességvektor adatainak halmaza, amelyeket a kisugárzott jelek modulációs rendszerétől függően, céljelleg- és méretadatok egészíthetnek ki;
- $C^{u\text{-}as}$ - aktív-szekunder lokáció esetén, a légvédelem saját repülőeszközei két-, vagy háromdimenziós térbeli helyzet- és sebességVektor adatainak halmaza, amelyeket a válaszjelek kódolási rendszerétől függően, egyedi és/vagy csoportos azonosításra alkalmas, esetleg a repülési pályára, a harctevékenységre és a személyzet, illetve a fedélzeti berendezések állapotára vonatkozó adatok egészíthetnek ki;
- $C^{u\text{-}p}$ - passzív lokáció esetén a célpálya felderítés csak több passzív radar vevőponttal és megfelelő térbeli struktúrával rendelkező, a felderített céljeleket centralizáltan feldolgozó rendszer esetén lehetséges. Ez esetben ennek a feldolgozási fázisnak az eredményeként, az aktív-primer lokációnál bemutatott adathalmaz állhat rendelkezésre, amelyeket a detektált jelek modulációs tartalmától függően, a cél jellegére, esetleg harctevékenységére utaló adatok is kiegészíthetnek;

A céljelek felderítését biztosító extraktorok több, egymást követő céljel felderítési ciklus adatainak elemzésével biztosítják az egy célhoz tartozó célpályák felderítését, és azok alapvető adatainak meghatározását is.

Célpálya követés

A IV. feldolgozási fázisban, az előzőekben már felderített célpályák adatainak korreláltatása alapján, pontosítani kell a célpálya adatokat folyamatosan - pontosabban, a légicélok manőverezési lehetőségei alapján meghatározott ciklusidőnek megfelelő diszkrét időközönként. Manőverek felderítése esetén pedig meg kell határozni a célpálya sebességvektor adatainak változásait. Ennek a feldolgozási fázisnak a legkritikusabb kérdése a célpályák keresztezése, mert ez a célpálya követés megszakadását, vagy pályatévesztést eredményezhet. A III. feldolgozási fázis kimeneteinek felsorolásában már szerepel minden, ami ennek a fázisnak a kimenetére vonatkozik, kivéve a légicélok pályájának manőver adatait, ezért itt nem is adok újabb felsorolást. E fázis kimeneteinek bemutatását a harchelyzet követési fázis bemeneteinél fogjuk elvégezni.

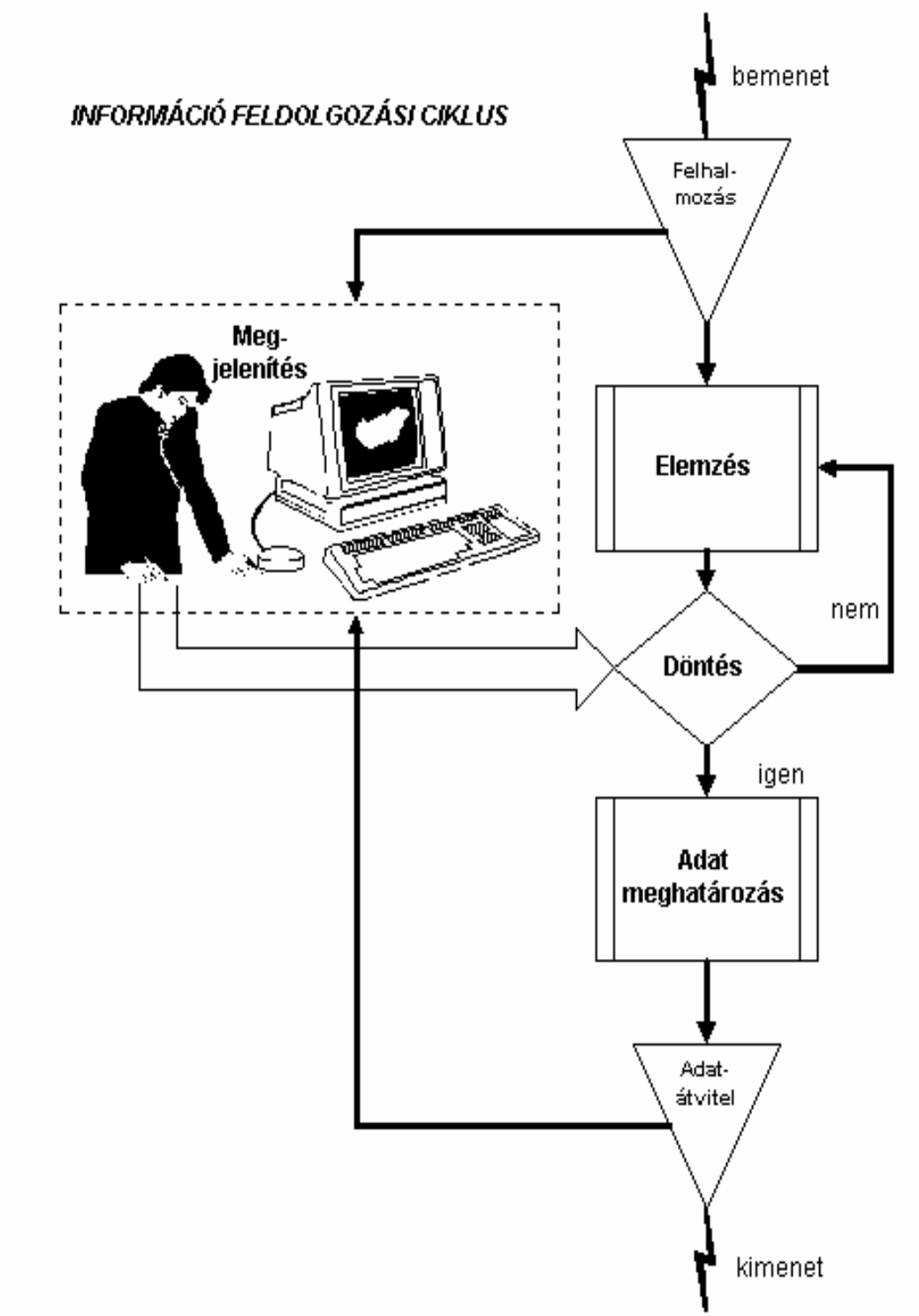
A szakirodalom általában nem is különbözteti meg egymástól a pályafelderítés és -követés feladatait, én azonban szükségesnek tartottam külön definiálni a két feladatot, mivel a két ciklus döntési kritériumai - és ezzel a realizálás lehetőségei - jelentősen különböznek egymástól. Ezt a megközelítést támasztja alá az a tény is, hogy számos automatizált rendszerben a két feladat automatizáltsági foka eltérő. E fázis funkcióinak automatizálását már nem az - általában magukhoz a radarokhoz tartozó - extraktorok, hanem az automatizált vezetési rendszerek biztosítják.

Harchelyzet követés

Az információfeldolgozási folyamat V. fázisában nem csak a légihelyzetre, hanem már a légvédelmi rendszer megfelelő földi elemeinek helyzetére és tevékenységére - a légvédelmi beavatkozásra - vonatkozó információk (A) is megjelennek a bemeneten. Ennek a fázisnak az információ feldolgozási ciklusa abban különbözik az első háromtól, hogy itt a légvédelmi rendszer sajátelemeitől érkező információk, illetve - ha a légihelyzet információk megszerzése és feldolgozása elég megbízhatóan szervezett- már a légihelyzet információk sem tekinthetők teljesen sztochasztikusnak.

A harchelyzet követés is az információfeldolgozási folyamat szerves részét képezi. A harchelyzet követési ciklus tartalmát - a harchelyzet adatgyűjtés és elemzés kérdéseit, az új harchelyzet felismerésének döntési kritériumai, valamint a légvédelem és a légitámadás elemei közötti korrelációs adatok meghatározásának algoritmusa, illetve az ezek alapján a beavatkozás optimalizálására vonatkozó irányító információk ($B^{!}$) meghatározásának egyes változatai az egyes vezetési rendszerek esetében eltérőek, ezért itt csak a bemenetek és a kimenetek felsorolására szorítkozunk:

- $C^{f\text{-}ap}$ - aktív-primer lokáció esetén, a légicélok háromdimenziós térbeli helyzet-, sebesség- és gyorsulásvektor-adatainak halmaza, amelyeket a kisugárzott jelek modulációs rendszerétől függően, céljelleg- és méretadatok egészíthetnek ki;
- A^{ap} - a légvédelmi rendszer, aktív-primer lokációs információkat igénylő beavatkozást végrehajtó elemeinek - a légvédelmi rakéta és a vadászrepülő csapatoknak - az állapotára és tevékenységére vonatkozó információk halmaza, amelynek alapján a beavatkozás optimalizálásához szükséges korrelációs adatok - a megsemmisítési zónába valóbeérkezés várható időpontja és helye, a zónában valótartózkodás várható időtartama, illetve az elfogási terepszakaszok valószínű távolsága, a várható megsemmisítési valószínűség értéke, stb. - meghatározhatók;
- $B^{!\text{-}ap}$ - a légvédelmi rendszer, aktív-primer lokációs információkat igénylő beavatkozást végrehajtó elemei optimális beavatkozásához szükséges irányító információk halmaza; $C^{f\text{-}as}$ - aktív-szekunder lokáció esetén a légvédelem saját repülőeszközei háromdimenziós térbeli helyzet-, sebesség- és gyorsulásvektor-adatainak halmaza, amelyeket a válaszjelek kódolási rendszerétől függően, egyedi és/vagy csoportos azonosításra alkalmas, esetleg a repülési pályára, a harctevékenységre és a személyzet, illetve a fedélzeti berendezések állapotára vonatkozó adatok egészíthetnek ki;



4**. ábra. Az információ feldolgozás algoritmusa**.

- A^{as} - a légvédelmi rendszer beavatkozást végrehajtó repülőeszközeinek - a rávezetés alatt álló légvédelmi rakétáknak, illetve az elfogást végző vadászrepülőgépeknek - az állapotára és tevékenységére vonatkozó információk halmaza, amelynek alapján a rávezetéshez, illetve az elfogáshoz szükséges korrelációs adatok meghatározhatók;
- $B^{'-as}$ - a légvédelmi rendszer beavatkozást végrehajtó elemeinek irányításához szükséges információk halmaza;
- C^{f-p} - passzív lokáció és több passzív radar vevőponttal, valamint megfelelő térbeli struktúrával rendelkező, a felderített céljeleket centralizáltan feldolgozó rendszeresetén, az aktív-primer lokációnál bemutatotthoz hasonlótartalmú adathalmaz, amelyet, a detektált jelek modulációs tartalmától függően, a cél jellegére, esetleg harc-tevékenységére utaló adatok is kiegészítenek;
- A^{p} - a légvédelmi rendszer beavatkozást végrehajtó repülőeszközeinek - a rávezetés alatt álló légvédelmi rakétáknak, illetve az elfogást végző vadászrepülőgépeknek - és a légitámadás megfelelő csomópontjaiban rádióelektronikai lefogást végző elemeinek - a légvédelmi zavaró komplexumoknak - az állapotára és tevékenységére vonatkozó információk halmaza, amelynek alapján a rávezetéshez, illetve az elfogáshoz, vagy a lefogás optimalizálásához szükséges korrelációs adatok meghatározhatók;
- $B^{'-p}$ - a légvédelmi rendszer fentnevezett, beavatkozást végre-hajtó elemei irányításához szükséges információk halmaza;
- C^{f-r} - rádiófelderítés esetén a légicél jellegére, információs, esetleg harctevékenységére vonatkozó adatok halmaza, amelyet a légihelyzetbe való beavatkozás optimalizálásához szükséges irányító információk meghatározásánál, a lokáció különböző formáival szerzett információk kiegészítésére használnak fel.

A 3. ábrán bemutatott feladatstruktúrában az első öt fázis a légihelyzet információk megszerzésének és feldolgozásának folyamatát alkotja. A hatodik fázisként jelölt beavatkozás a légvédelmi rendszer kimenetét hozza létre.

A feladatstruktúra kimenetei

A légvédelmi beavatkozás jellege szerint két csoportba sorolható. Az első csoportba a pusztító jellegű - az ellenséges repülőeszközök megsemmisítését, harcképtelenné tételét célzó, vagy pályájuk elhagyására *kényszerítő* - (B^{m}), a másodikba a *zavaró* jellegű - a repülőeszközök rádióelektronikai berendezéseinek lefogását célzó - (B^{l}) légvédelmi tevékenység tartozik. Ezek összessége alkotja a légvédelmi rendszer alapvető kimenetét:

Az első csoport a légvédelmi rakéta (és tüzér) (B^r), valamint a vadászrepülő csapatok (B^v) harctevékenységét foglalja magába, a másodikba pedig a légvédelmi zavaró csapatok rádióelektronikai lefogó tevékenysége (B^z) mellett, beletartozik az oltalmazott objektum műszaki, optikai-, infravörös- vagy rádióálcázása ($B^á$) is:

Természetesen, a légvédelmi rendszer egyes kimenetei a légitámadás rendszerének különböző csomópontjain jelennek meg bemenetként. A légvédelmi rakéta (tüzér) és a vadászrepülő csapatok pusztító jellegű beavatkozásait, amelyek a légitámadás alrendszereinek elemeit fenyegetik, illetve az ezek által végrehajtott légicsapás-mérést akadályozzák meg.

A zavaró jellegű beavatkozások közül a légvédelmi zavaró csapatok harctevékenysége a légitámadás rádiónavigációs, -lokációs és -kommunikációs tevékenységének rádióelektronikai lefogására irányul.

A zavaró jellegű preventív beavatkozás, az oltalmazott objektum álcázása a légitámadás navigációs, felderítő és csapásmérő tevékenységének hatásosságát csökkenti.

A légvédelmi rendszer feladatstruktúrájának egyes fázisait időben egymás után kell végrehajtani, vagyis ezek soros kapcsolatban állnak egymással és sorrendjük nem cserélhető fel. Ugyanakkor, az egymással párhuzamosan végrehajtandó feladat elemek végrehajthatók egymástól függetlenül, decentralizáltan, vagy az előző fázisok kimenetét összekapcsolva, centralizáltan. Hogy az egyes feladatok végrehajtása a légvédelmi rendszerben centralizáltan, vagy decentralizáltan történik-e, azt a légvédelem szervezési struktúrája tükrözi.

A LÉGVÉDELMI RENDSZER SZERVEZÉSI STRUKTÚRÁJA

A légvédelmi rendszerben a feladatok megvalósítása szervezésének elvi lehetőségeit az 5. ábra szemlélteti. Ha ezt összevetjük a 3. ábrán bemutatott feladatstruktúrával, azt állapíthatjuk meg, hogy az ott szereplő feladatok közül a légihelyzet információkat hordozó, különböző jelek vétele és a légvédelmi beavatkozás egyes fajtáinak végrehajtása csak decentralizáltan valósítható meg. Az információfeldolgozási folyamat egyes fázisainak feladatai azonban elvileg mind decentralizáltan, mind centralizáltan végrehajthatók.

Hogy az egyes feladatok centralizált, vagy decentralizált végrehajtásának milyen szerepe van a légvédelmi rendszer működése szempontjából, azt már láttuk a feladatstruktúra leírásánál is.

Például, passzív lokáció esetén a légicélok térbeli helyzetadatainak meghatározása és következésképpen az információfeldolgozás további fázisai csak centralizáltan valósíthatók meg. Vagy például, a rádiófelderítéssel szerzett adatok csak akkor rendelhetők hozzá az egyes légicélokhoz, ha a lokáció valamelyikfajtájával szerzett helyzetadatok és a rádiófelderítéssel szerzett, az adott légicél rádiókommunikációs tevékenységére vonatkozó adatok feldolgozása centralizáltan van megszervezve.

A feladat végrehajtás centralizáltságának mértéke azonban sok egyéb tekintetben is, jelentősen befolyásolja a légvédelmi rendszer eredményességét és hatékonyságát. Ahhoz, hogy az információfeldolgozás centralizálásának feltételeiről és kihatásairól képet kapjunk, röviden tekintsük át a szervezési struktúra alapváltozatait az 5. ábra alapján.

Az egyes szervezési alapváltozatok esetében az adatfeldolgozási és -megjelenítési kapacitás koncentrációja, illetve az adatátviteli kapacitás igénye eltérő. Minél magasabb fokú a centralizáció, annál nagyobb központi adatfeldolgozó, -megjelenítő és -átviteli kapacitás szükséges a rendszerben - vagyis, az információfeldolgozás költségtényezői a centralizáltság mértékével együtt növekszenek. Ugyanakkor, az azonos idő alatt felhalmozott adatmennyiség növekedésével az egyes feldolgozási fázisokban hozott döntések megbízhatósága és az adat meghatározás pontossága is javul, illetve rövidebb idő alatt hozható azonos megbízhatóságú döntés és határozhatók meg azonos pontosságú adatok. Ez a légvédelmi beavatkozás optimalizálásához szükséges irányító információk megbízhatóságának növekedését, illetve az előállításukhoz szükséges idő csökkenését, végeredményként pedig, a légvédelmi beavatkozások hatásosságának javulását eredményezi.

Decentralizált harcvezetés

A decentralizált harcvezetés mellett megvalósított együttműködés jelenti a centralizáció legalacsonyabb szintjét - mondhatni 0-ik fokát. Ez esetben az információfeldolgozási folyamat valamennyi feladatának végrehajtása decentralizáltan történik, azonban a beavatkozás megkezdése előtt a légvédelmi rendszervégrehajtó elemei kicserélik egymás között a saját eszközeikkel megszerzett és feldolgozott légihelyzet információkat, illetve kölcsönösen tájékoztatják egymást a tervezett és a már végrehajtott beavatkozásaikról.

A centralizáltságnak ez a - legkevésbé hatékony, de a legkevesebb anyagi és emberi erőforrást igénylő - foka például annak az esetnek felel meg, amikor egy objektum légvédelmi oltalmazását több különböző, önálló felderítő és vezető eszközökkel és szervekkel rendelkező fegyvernemi egység végzi - vagy azért, mert szervezetileg nem tartoznak közös alárendeltségbe, vagy a közös előljáró szervükkel való kapcsolat megszakadt.

Például, a célpályák felderítése történhet egy-egy radar által időben egymás után, térletapogatási ciklusonként felderített céljelek felhalmozása alapján, radaronként, decentralizáltan. De felderíthetők a célpályák centralizáltan, több, azonos légtérben működő radar által, közel azonos időben - egy felderítési ciklusidőn belül - felderített céljelek alapján is. Könnyen belátható, hogy a célpálya felderítési feladat centralizálása esetén, azonos jeldetektálási és -felderítési valószínűség mellett, azonos felhalmozási idő alatt nagyobb célpálya felderítési valószínűség érhető el. Illetve egy meghatározott - megkövetelt - célpálya felderítési valószínűség rövidebb idő alatt biztosítható, mint a

radaronkénti decentralizált célpálya felderítés esetén. Ez utóbbinak különösen bonyolult légihelyzetben és a légicélok gyakori, váratlan manőverei esetén van óriási jelentősége.

Centralizált harcvezetés

Centralizált harcvezetésről akkor beszélhetünk, ha a végrehajtó elemek a közös elöljáró által meghatározott irányító információk, a célelosztás alapján hajtják végre beavatkozási feladataikat.

Ennek a szervezési változatnak egy tipikus példája lehet egy objektumot oltalmazó, önálló légvédelmi rakéta egység, amelynek minden alegysége rendelkezik önálló felderítő, adatfeldolgozó és -megjelenítő rendszerrel. Ezek az általuk megszerzett és feldolgozott légihelyzet információkat egy adatátviteli rendszeren keresztül - az alegység harci lehetőségeire és tevékenységére vonatkozó információkkal együtt - továbbítják az egység vezetési pontjára. A harchelyzet centralizált követése alapján itt hozzák meg az alegységek optimális beavatkozási változatát tükröző célelosztásra vonatkozó döntést, amely aztán az adatátviteli rendszerben jut vissza az alegységekhez.

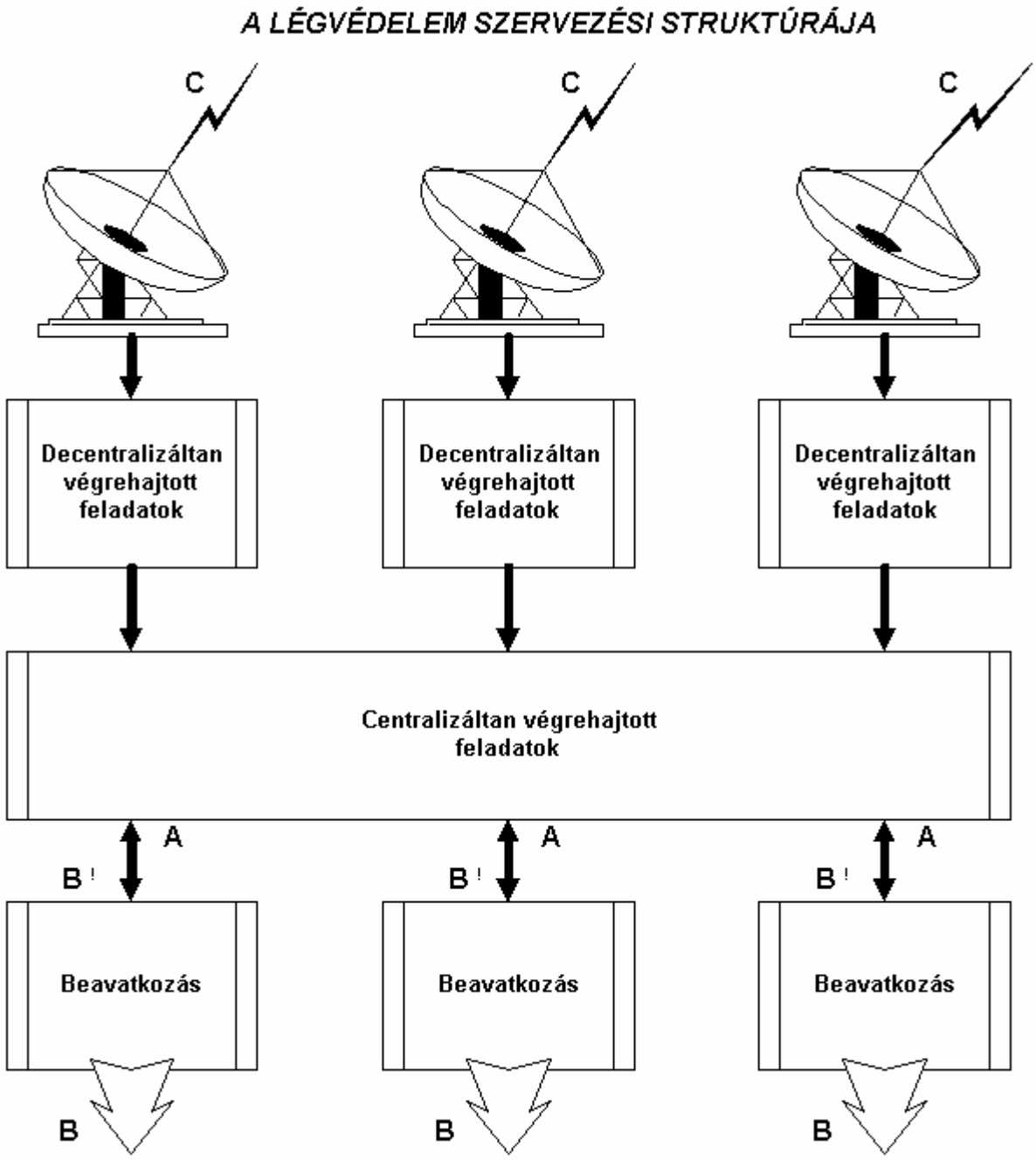
Centralizált célpálya követés

A célpálya követési feladat centralizálása azt jelenti, hogy egy központi vezetési ponton, egy-egy légicélról több, közel egyidejűleg, párhuzamosan beérkező célpálya adat alapján történik a célpálya követése. Ennél a megoldásnál - a kisebb extrapolálási hiba eredményeként - még manőverek esetén is megbízhatóbban lehet folytatni a követést, mint a decentralizált esetben. A célpálya követés centralizálása nem szükségképpen jelenti azt, hogy a centralizált harchelyzet követés is ugyanezen a szinten történik.

Például a centralizált célpálya követést végezhetik több, azonos légtérben felderítést végző radarral rendelkező felderítő harcállásponton, a magasabb vezetési szinten centralizált harchelyzet-követés pedig akár egy ettől távol eső parancsnoki harcállásponton is történhet.

Centralizált célpálya felderítés

A célpálya felderítés centralizálására passzív lokáció és rádiófelderítés alkalmazása esetén mindig szükség van, mivel egy passzív radarral nem lehet meghatározni a légicél térbeli helyzetét, illetve nem lehet a megszerzett rádiófelderítési adatokat hozzárendelni a megfelelő légicélhoz. Ugyanakkor, a célpálya felderítés centralizált végrehajtására aktív lokáció esetén is szükség lehet, ha egy céljel felderítési ciklusban, egy radar által meghatározható helyzetadatok nem elég megbízhatóak ahhoz, hogy a célpálya felderítés valószínűsége elérje a megkövetelt mértéket. Ez bekövetkezhet akár a zavarviszonyok közötti alacsony értékű jelfelderítési valószínűség, akár a hosszú térletapogatási ciklusidő és a légicélok gyors manőverezési lehetőségei okozta extrapolálási hiba miatt.



5. ábra. A légvédelem rendszerének szervezési struktúrája

A légvédelmi rendszerekben legelterjedtebb, nagy területre kiterjedő radar-informatikai rendszerek két alternatív szervezési alaptípusa a decentralizált és a centralizált célpálya felderítési és -követési eljárás.

Centralizált céljel felderítés

A céljel felderítés centralizálása az előzőektől jelentősen eltérő technikai megoldást igényel. Amíg a fenti esetekben mindig számszerű adatok hordozzák a centralizáltan feldolgozandó információkat, addig a légihelyzetből érkező jelek detektálásakor mindig valamilyen - folytonos, vagy diszkrét - analóg jelek töltik be az információhordozó szerepet. Ennek következtében, a fenti esetekben az adatátvitel és -feldolgozás - például a közös koordinátarendszerbe való áttranszformálás, vagy az információ-késedelem miatti extrapolálás - univerzális adatátviteli és-feldolgozó eszközökkel végezhető el. A detektált analóg jelek esetében sem az átvitelhez, sem a centralizált feldolgozáshoz nem alkalmazhatók az univerzális eszközök.

A centralizált jelfelderítést általában szinkronizáltan együttműködő, többcsatornás - több koherens adóval és vevővel rendelkező -, aktív-primer, illetve primer és szekunder radarokból álló komplexumok esetében alkalmazzák a leggyakrabban.

Centralizált jeldetektálás

A centralizált jeldetektálás jelenti az információ feldolgozás központosításának a legmagasabb fokát. Ebben az esetben ugyanis a központi feldolgozást végző vezetési pontra, gyakorlatilag feldolgozási késedelem nélkül, eljutnak a légihelyzetből érkező, azonos forrástól - vagyis egy légicéltól - származó rádiófrekvenciás jelek, amelyekből itt minden információt "ki lehet termelni", amit azok hordoznak.

A centralizált jeldetektálást csak koherens radarokkal lehet megvalósítani, ezért ezt a változatot az egy adó- és több vevőponttal rendelkező széttelepített radar rendszer[6] esetében alkalmazzák, amelyeknél az adó és a vevők koherenciáját a közöttük létrehozott rádiófrekvenciás referenciacsatorna biztosítja.

Az információfeldolgozás centralizációja, természetesen nemcsak előnyökkel jár, hanem hátrányokkal is. A központi adatfeldolgozási és -megjelenítési, illetve az adatátviteli kapacitás igény - vagyis a költségtényezők - növekedése mellett, a koordináta transzformáció és az extrapoláció járulékos számítási hibákat eredményez, az adatátviteli csatornák adatvesztést illetve -torzítást okoznak, és külső zavarokat visznek be a rendszerbe.

Itt kell megjegyezni azt is, hogy az egyes konkrét légvédelmi rendszerekben természetesen sohasem jelentkeznek ilyen tisztán a fenti szervezési alaptípusok. A rendszer bemenetei - alapvetően a lokáció, illetve az információszerzés eszközei és módja - és kimenetei - a légvédelmi beavatkozás formái, de a légvédelmi küzdelem során

elszenvedett veszteségek is - befolyásolják, a feldolgozás egyes fázisaiban szükséges és lehetséges feladat centralizáció mértékét.

Azt, hogy egy konkrét légvédelmi rendszerben az információ-feldolgozás egyes feladatainak centralizációja milyen mértékű, illetve a rendszer mely elemeinek kapcsolatait érinti, azt a rendszer funkcionális, illetve szervezeti struktúrájának vizsgálata alapján állapíthatjuk meg.

A LÉGVÉDELMI RENDSZER FUNKCIONÁLIS STRUKTÚRÁJA

A légvédelem feladatstruktúrájának bemutatásánál, a 3. ábrán, szaggatott vonallal bekerítve jelöltük meg az egyes feladatok, illetve azok kapcsolatainak funkcionális összetartozását. Ha ezt összevetjük a légvédelmi rendszer alrendszereivel, akkor némi ellentmondást fedezhetünk fel azok megnevezésében. Ez, a valójában csak látszólagos, ellentmondás abból fakad, hogy a rendszer nagyobb léptékű felbontása csak a felderítő - információszerzési és -feldolgozási - illetve a vezető - döntési - funkció elkülönítését teszi lehetővé. Pedig ezek a funkciók az információ feldolgozási folyamat egyes fázisaiban nem választhatók el egymástól. A döntési funkció megoszlik a folyamat egyes feladatai között.

A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az információ feldolgozási folyamat bármely fázisában hozott hibás döntés befolyásolja az összes további fázis eredményét. Ha például egy radarkezelő - vagy az annak feladatát végrehajtó automatika - a céljel felderítés során céljelnek talál egy zavarjelet, vagy megfordítva, zavarjelnek értékel egy céljelet, akkor a célelosztásra vonatkozóan a legmagasabb szinten hozott döntés is csak hibás lehet.

Ennek az ellentmondásnak a feloldását teszi lehetővé a légvédelem funkcionális struktúráját szemléltető 6. ábra, amely alapján a légvédelmet két nagy, strukturálisan összetartozó alrendszerre, a döntési-információs és a végrehajtó alrendszerre oszthatjuk fel. Az előbbi valósítja meg a 2. ábra szerinti felderítő és a vezető alrendszerek funkcióit.

A légvédelem döntési-információs rendszere

A légvédelem döntési-információs rendszerét a légihelyzet-, a harcvezetési- és az együttműködési-információs alrendszerek, valamint a közöttük lévő kapcsolatok alkotják. (Vegyük észre, hogy itt most a vizsgált alrendszert nevezzük rendszernek, hogy az alacsonyabb szintű rendszereket ne kelljen al-al-rendszernek nevezni!)

A döntési-információs rendszer célja a légvédelem végrehajtóeszközei - a légvédelmi rakéta, a vadászrepülő és a légvédelmi zavaró csapatok - által a légihelyzetbe történő beavatkozásának optimalizálása. Ebből következően, feladata az optimalizáláshoz szükséges információk megszerzése, illetve összegyűjtése, feldolgozása, átvitele és megjelenítése.

Bemenetei egyrészt a légihelyzethez (C), másrészt a légvédelem végrehajtó alrendszeréhez kapcsolódnak (A). A légitámadás csapásmérő tevékenységének (Z) jelentős része (Z^1-Z^5) a légvédelmet szintén annak döntési-információs rendszerén keresztüléri.

Kimenetei alapvetően a légvédelem végrehajtó rendszeréhez kapcsolódnak, meghatározva az optimális beavatkozás feladatait (B^l), illetve biztosítva az optimális együttműködéshez szükséges információk cseréjét.

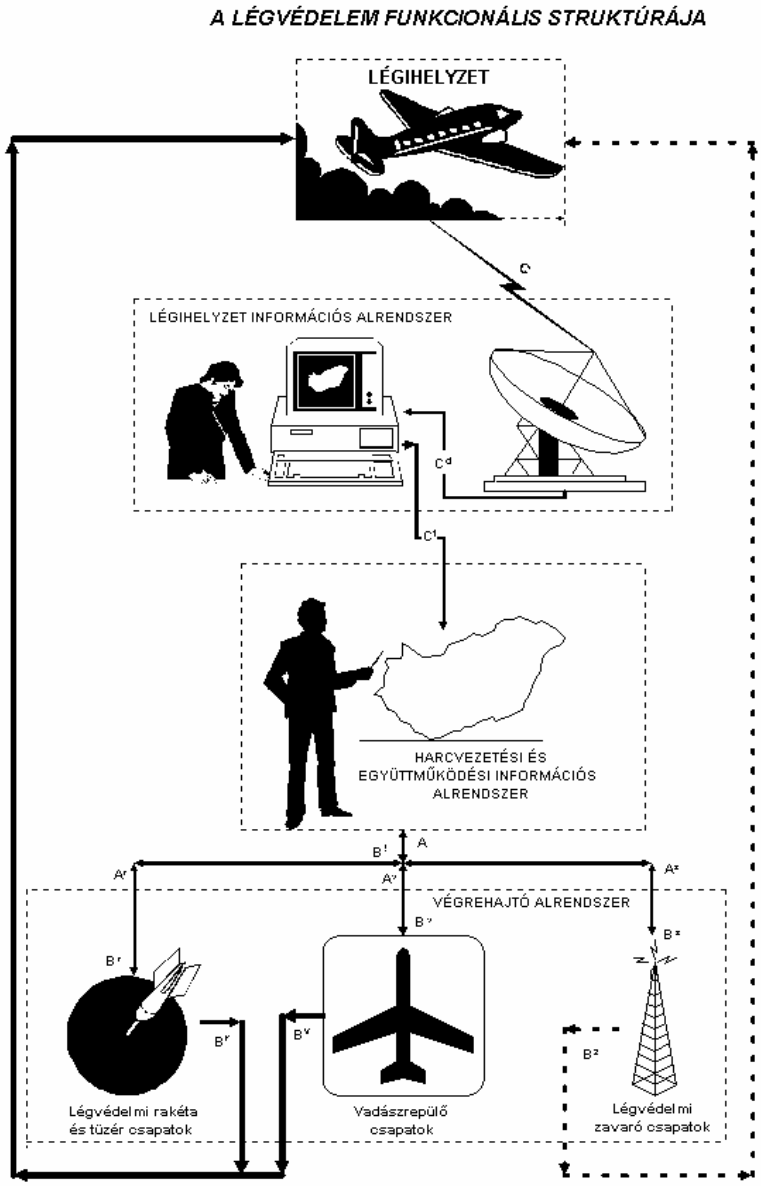
A légihelyzet-információs alrendszer

A légihelyzet-információs alrendszer alapvetően, az aktív primer és szekunder, illetve passzív rádió-, infra- esetleg hang-radarokra, valamint a vizuális és a rádiófelderités eszközeire épül, amelyeket adatfeldolgozó, -átviteli és megjelenítési funkciókat megvalósító eszközök kapcsolnak össze. Célja a légihelyzetből érkező jelek (C) detektálásával és feldolgozásával létrehozni a légihelyzetet jellemző információhalmazt (C^f),a harcvezetési- és az együttműködési - illetve a végrehajtó-alrendszernek megfelelő formában.

A légihelyzet-információs alrendszer bemenetein keresztül jutnak be a légvédelmi rendszerbe a különböző, döntő mértékben a légitámadás rendszere által tudatosan létrehozott zavarójelek is. Ezek célja a valóságos jelek detektálásának megakadályozása, illetve hamis céljelek detektálásának előidézése, és ezzel a légvédelmi rendszer félrevezetése, információfeldolgozási és beavatkozási erőforrásainak lekötése - végeredményben a légvédelem eredményességének csökkentése. Ezekre a zavarójelekre a legérzékenyebbek az aktív-primer radarok és legkevésbé a passzív lokációs eljárások. A zavarok miatt, vagy más okból fel nem dolgozott céljelekhez tartozó repülőeszközök felderítés - és így légvédelmi beavatkozás - nélkül kerülnek ki a légvédelmi küzdelem rendszeréből.

A felderítő eszközök zavarása mellett, a légitámadás a légihelyzet-információs alrendszer elemeinek pusztításával és a feldolgozott légihelyzet információk átvitelét biztosító céltájékoztatási rendszer rádióelektronikai lefogásával is korlátozza az alrendszer adatfeldolgozási, -átviteli és -megjelenítési kapacitását, csökkentve ezzel az alrendszer, és így az egész légvédelmi rendszer eredményességét.

A légihelyzet-információs alrendszer kimenetét egyrészt a harcvezetési-információs alrendszerhez, másrészt az együttműködési-információs alrendszeren keresztül, a légvédelem végrehajtó rendszeréhez kapcsolódó információk részhalmazainak összessége alkotja.



6. ábra. A légvédelem rendszerének funkcionális struktúrája

A harcvezetési információs alrendszer

A harcvezetési információs alrendszert a légvédelmi rendszer különböző szintű vezetési pontjai (harcálláspontok) és a közöttük, a rendszer hierarchikus felépítésének megfelelően létrehozott kapcsolatok alkotják.

Ebben az alrendszerben valósul meg a légvédelem döntési-információs rendszere alapvető céljának, a légitámadás rendszerébe való beavatkozásnak az optimalizálása. Ezt a célt az alrendszer a légihelyzetre, illetve a végrehajtó rendszer helyzetére és lehetőségeire vonatkozó információk egybevetése alapján törekszik elérni.

Ennek megfelelően az alrendszer bemenetei egyrészt, a légihelyzet-információs alrendszerhez, másrészt az együttműködési-információs alrendszeren keresztül, a végrehajtó rendszerhez kapcsolódnak. A légvédelmi rakéta és tüzér, a vadászrepülő és a légvédelmi zavaró csapatok a hadrafoghatóságukra, harckészültségükre és harctevékenységükre vonatkozó információkat az együttműködési-információs alrendszeren keresztül cserélik ki egymással, és ezek, összegezve kerülnek a harcvezetési-információs alrendszer bemenetére.

A harctevékenység optimalizálását a célelosztásra - vagy, decentralizált vezetés esetén, az önálló célkiválasztásra - vonatkozó döntés biztosítja. Ezt a döntést a két bemenő információ-halmaz összevetése alapján lehet meghozni, és az ennek megfelelő feladatszabást tartalmazó irányító információ a harcvezetési-információs alrendszer kimenetéről, az együttműködési-információs alrendszeren keresztül kerül a végrehajtó rendszer egyes elemeinek bemenetére.

A harcvezetési-információs alrendszer lehetőségeit, és ezzel a légvédelmi rendszer eredményességét, a légitámadás pusztító és rádióelektronikai lefogó légicsapásokkal csökkenti.

Az együttműködési-információs alrendszer

Az együttműködési-információs alrendszert a légihelyzet-információs, illetve a harcvezetési-információs alrendszer különböző döntési szintjeinek információs kapcsolatai alkotják.

Az alrendszer célja az azonos légtérben tevékenykedő légvédelmi rakéta, vadászrepülő, és légvédelmi zavaró csapatok vezetése optimalizálásának biztosítása decentralizált harcvezetés esetén. Erre a vezetési formára a légvédelmi küzdelem során, a harcvezetési-információs alrendszer magasabb hierarchikus szintjein működő vezetési pontok telítődése - adatfeldolgozó, -átviteli, vagy -megjelenítési kapacitásának kimerülése -, vagy a velük való információs kapcsolat megszakadása következtében, bármikor sor kerülhet. Ez esetben az alacsonyabb döntési szinteken is rendelkezésre kell állni minden információnak, amely az önálló célkiválasztásra vonatkozó döntés optimalizálásához szükséges. Ez pedig csak akkor biztosítható, ha az együttműködő

vezetési szinteken kölcsönösen ismerik egymás tevékenységét, illetve kicserélik egymás között a légihelyzetről rendelkezésükre álló információkat.

Az együttműködési-információs alrendszer bemenetei és kimenetei, mint láttuk, a légihelyzet-információs és a harcvezetési-információs alrendszert kapcsolják össze a légvédelem végrehajtórendszerével. A feldolgozott légihelyzet információk és a végrehajtó rendszer elemeinek harci lehetőségeire, illetve harctevékenységére vonatkozó információk, illetve a célelosztásra (célkiválasztásra) vonatkozó irányító információk az együttműködési-információs rendszeren keresztül haladnak, ezáltal lehetővé téve a kölcsönös tájékoztatást a légvédelem döntési-információs rendszerének azonos döntési szintjei között.

Miután, mint láttuk, az együttműködési-információs alrendszer elemei ugyanazok, mint a légihelyzet-információs, illetve a harcvezetési-információs alrendszernek - csak az adatátviteli csatornákban tér el azoktól -, a légitámadás légicsapásai azokhoz hasonlóan befolyásolják az alrendszer hatásosságát.

A légvédelem végrehajtó alrendszere

A légvédelem végrehajtó rendszerét funkcionálisan a vadászrepülő, a légvédelmi rakéta és a légvédelmi zavaró csapatoknak a légihelyzetbe való beavatkozást közvetlenül megvalósító elemei alkotják.

Az alrendszer fegyvernemi végrehajtó elemeinek bemenetét, a célelosztás, illetve az önálló célkiválasztás eredményeként, a konkrét beavatkozásra vonatkozóirányító információk és a feladat végrehajtáshoz szükséges légihelyzet-információk halmaza alkotja.

A légvédelem végrehajtó rendszerének - egyben a légvédelem - alapvető kimenetét a különböző fegyvernemek által végrehajtott légvédelmi beavatkozások halmaza alkotja. Ezeket a feladatstruktúra vizsgálatánál részletesen áttekintettük. Emellett, az egyes fegyvernemi végrehajtó eszközök információs kimenettel is rendelkeznek, amely mint láttuk, a döntési-információs rendszer együttműködési-információs alrendszerén keresztül a harcvezetési-információs alrendszerhez kapcsolódva, biztosítja a légvédelem belső visszacsatolását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Seres György: A fegyveres küzdelem, mint rendszer
Doktori értekezés, 1990.

[2] Seres György: Rádiólokáció-rádiónavigáció
Haditechnika, 1991/3. (6-10. oldal)

[3] Seres György: Néhány gondolat a rádiólokációs rendszertechnikáról
Haditechnikai Szemle, 1981/2. (8-14. oldal)

[4] Seres György: Szekunder rádiólokációs rendszerek a repülés-irányításban
Haditechnika, 1982/2. (8-11. oldal)

[5] Seres György: A rádiólokációs információfeldolgozás folyamata
Haditechnikai Szemle, 1981/4. (1-7. oldal)

[6] Seres György: A rádióelektronikai háború új eszköze: a széttelepített rádiólokátor
Haditechnika, 1986/3. (2-8. oldal)