

Druzsín József¹ 

A honi légvédelem SzA–75M Dvina és Sz–75M Volhov közepes hatótávolságú légvédelmi rakétarendszerei²

The SA–75M Dvina and S–75M Volhov Medium-Range Air Defence Missile Systems of the Hungarian Air Defence Force

Horváth Géza ny. törzsszázlós
emlékének

Magyarországon a honi légvédelem rakétafegyverzetét évtizedekre az SzA–75M Dvina és Sz–75M Volhov közepes hatótávolságú rakétakomplexumok (és azok típusváltozatai) határozták meg. A rendelkezésre álló szakirodalom alapján a cikk szerzője e típuscsalád eszközeinek és rakétáinak bemutatása kapcsán kitekint a fegyvernem megszervezésének körülményeire és történeti háttérére is.

Kulcsszavak: honi légvédelem, SzA–75 Dvina, Sz–75 Volhov, légvédelmi rakétakomplexum

For decades, Hungary's domestic air defence missile arsenal was defined by the SA-75M Dvina and S-75M Volhov medium-range missile complexes (and their variants). By comparing the available literature, the author of this article presents the equipment and missiles of these types and also looks at the circumstances and history of the organisation of this branch of the defence forces.

Keywords: domestic air defence, SA-75 Dvina, S-75 Volhov, air defence missile complex

¹ Repüléstörténeti kutató, e-mail: druzsин.jozsef@uni-nke.hu

² A szerző a szövegek és képek feldolgozása során sem nagy nyelvi modelleket (LLM), sem a mesterséges intelligencia más, specifikus típusait nem alkalmazta.

Bevezető

A Cserépfaluban 1962 és 1990 között működő 105/3. honi légvédelmi rakétaosztály (MN 4565) SzA–75 Dvina, 1983-tól pedig Sz–75 Volhov technikát üzemeltetett. A település külterületén található bázis a borsodi tűzrendszer részeként évtizedekig védte a Miskolc környéki iparvidéket.

Gáspár István mezőkövesdi és Molnár János cserépfalui lakosok, egykori katonák a légvédelmi rakétás nyugdíjasok képviselőjében 2022 őszén azzal a kéréssel fordultak a szerzőhöz, hogy támogassa a Cserépfaluban felállítani kívánt légvédelmi rakétás emlékmű létesítését. Elmondták, hogy egy hatástalanított Volhov rakétát szeretnének indítóállvánnyal együtt kiállítani. Tudomásuk szerint az országban csak néhány helyen (Nyírtelek, Kecel Haditechnikai Park, Zánka tábor, Győr, Szolnok RepTár) található légvédelmi rakétás emlékmű vagy kiállított rakéta, ezért szeretnének Cserépfaluban is, a nagy múltú harcálláspont közelében egy ilyen emlékművet létrehozni. A 105/3. honi légvédelmi rakétaosztály egykori katonáinak összefogásával 2014. szeptember 27-én – a máig álló tiszti lakótelep sarkán – egy sziklára helyezett márványtáblát avattak, de szeretnének a fegyvernem múltjához méltó, monumentális emléket is állítani egy turisztikailag erősen látogatott helyszínen. Az emlékművel tisztelni kívánnak egykori fegyvernemük és településük katonai múltja előtt, egyben céljuk felhívni a mai ifjúság figyelmét a már-már elfelejtett, de napjainkban újjáéledő fegyvernem fontosságára. Vállalták a létesítendő emlékmű megfelelő és biztonságos elhelyezését, állandó közszemlére tételét a forgalmas bogácsi Hintó-völgyben, őrzött magánterületen. Vállalták továbbá a szükséges alépítmény (alapzat, állványzat) elkészítését, majd a későbbi gondozást és karbantartást is. Hosszas keresés és kiterjedt egyeztetések után kiderült, hogy a Magyar Honvédség tulajdonában (inkurenciában) már nincs kiállítható SzA–75 Dvina vagy Sz–75 Volhov típusú rakéta és indítóállvány. A megmaradt néhány hatástalanított eszköz a kívánt célra nem hozzáférhető.

Felmerült ötletként a rakéta kicsinyített másának elkészítése rozsdamentes anyagból és annak közszemlére tétele, ehhez viszont szükség lett volna a pontos méretek megadására, amelyek nem álltak rendelkezésre. A téma szakirodalmi feldolgozása során nyilvánvalóvá vált, hogy a szigorúan titkos besorolású technika miatt a légvédelmi rakétarendszerek működése alatt szinte alig jelent meg nyilvános, magyar nyelvű tanulmány, később pedig a hadrendből kivont eszközről már kevesen írtak. A fellelt néhány tudományos igényű tanulmány mellett nagy számú (szubjektív jellegű) visszaemlékezés olvasható egykori tisztek és sorkatonák tollából (blogok és magánkiadású visszaemlékezések³), de a titoktartási kötelezettség miatt ezek szakmai részletekre a legtrikább esetben térnek ki. A jelen tanulmány célja összefoglalni az Sz–75 légvédelmi rakétakomplexum-család hazai vonatkozású ismereteit a fellelhető szakirodalmi források alapján. Nem vállalkozik azonban a célfelderítés, a tűzelosztás és az osztályok harci munkájának bemutatására.

³ NAGY–MEZŐ 2024.



1. ábra: A Cserépfaluban megkoszorúzott emléktábla és emlékkő

Forrás: a szerző felvétele

A Magyar Néphadsereg légvédelmének kezdetei

A II. világháborút lezáró párizsi békeszerződés aláírását követően (1947. február 10.) hamarosan kezdetét vette Magyarország haderejének fejlesztése. Az 1948 júniusában bekövetkezett politikai fordulattal megkezdődött a szovjet minták másolása. A hadsereget megerősítették és politikai irányítás alá helyezték, sőt az alakulatok szervezését is szovjet katonai tanácsadók segítették. 1948. október 15-én alakították meg Szentendrén az 1. honvéd légvédelmi tüzérosztályt. A légvédelem fejlesztésében meghatározó szerepet kapott az 1949. augusztus 1-jén megalakult Bem Légvédelmi Tüzértiszti Iskola (Budapest, Hungária krt. 7–9.) és az 1950-ben létrehozott Honvéd Akadémia (amely 1955-ben Zrínyi Miklós nevét vette fel), ahol légvédelmi tüzér tanszék is működött. 1956–1959 között a fegyvernem újjászervezésének időszaka következett, ami már előrevetítette a kor követelményeinek megfelelő fegyverzet hadrendbe állítását. A világháborút követően kialakult hidegháborús időszakban gyors fejlődésnek indultak a gázturbinás sugárhajtású repülőgépek, amelyek olyan sebességi és magassági paraméterekkel repültek, amelyek miatt ellenük a kor színvonalán álló, hagyományos légvédelmi eszközök hatástalanoknak minősültek. Az atomfegyverek és azok hordozására képes eszközök megjelenése és elterjedése megteremtették az ellenséges célok lehető legnagyobb távolságon történő megsemmisítésének igényét. A Szovjetunióban a légitámadások elhárítása érdekében rakétakomplexumokkal felszerelt csapatokból csoportosításokat, úgynevezett tűzrendszereket hoztak létre a fontosabb városok és ipari létesítmények térségében, a Varsói Szerződés (1955.

május 14.) pedig megteremtette a tagországok közös légvédelmének igényét és feltételeit. A Szovjetunió így a szövetségesek által védett légtérrel növelte saját biztonságát, egyúttal biztosította a tagországok korszerű önvédelmének lehetőségét is, amely közös elvek és eljárásrend mentén valósult meg. Az MSZMP VII. kongresszusán 1959. november 30. és december 5. között a párt vezetése elköteleződését fejezte ki a Néphadsereg fejlesztése, azon belül is a honi légvédelem korszerűsítésének elsősége mellett, amely a légvédelmi rakétafegyverzet telepítését jelentette.

Az átfegyverzés időszaka

Az új fegyverre való átképzésben először 29 fő részesült 1959-ben egy négy hónapos tanfolyamon a Szovjetunióban.⁴ A Magyar Néphadsereg első rakétarendszere kiképzési célra 1959 októberében érkezett Börgöndre. Az új légvédelmi rakéta-tűzrendszereket az 1960 őszen szállított hadfelszereléssel és az 1959–1962 között megalakított „honi” légvédelmi rakéta-csapatokkal hozták létre. Öt-öt rakétaosztállyal és egy-egy technikai osztállyal megalakult a Budapest–dunaújvárosi tűzrendszer (11. ezred: Börgönd, Vértesacsba, Sárbogárd, Úny, Dunaföldvár és a 104. ezred: Isaszeg, Nógrádverőce, Szabadszállás, Vácegres, Gyömrő, Táborfalva), valamint a borsodi légvédelmi rakéta-tűzrendszer (105. ezred: Pingyomtető, Tardona, Cserépfalu, Aszaló, Szakáld). A tűzalegységeket szovjet gyártmányú, SzA–75M Dvina közepes hatótávolságú – akkoriban csúcstechnológiának számító – légvédelmi rakétakomplexumokkal szerelték fel. A korabeli potenciális légi támadóeszközök és azok alkalmazásának szüntelen fejlesztése miatt 1965-től ezeket is többször korszerűsítették. A csapatok velük közel 20 évig láttak el tűzrendszerben készségi szolgálatot.⁵

A légi támadóeszközök kis magasságú repülési képességének növekedésére adott válaszként hamarosan beköszöntött a korszerűsítés időszaka. Az 1965–76 közötti időszak fő feladata lett, hogy a légvédelmi csapatok képesek legyenek a kis és földközeli magasságon támadó ellenséggel szemben hatékony ellentevékenységet folytatni. A harceszközökön különféle átalakításokat, korszerűsítéseket végeztek, növelték a zavarvédelmet, és javították a légvédelmi rakétaosztályok túlélőképességét. Számos magyar kezdeményezés is történt, például idegen-barát felismerőberendezést építettek a komplexumokba.⁶

A Varsói Szerződés tagországaiban a Szovjetunióban kifejlesztett és gyártott automatizált vezetési és adattovábbító rendszert (VOZDUH, oroszul: levegő) alkalmazták több (VOZDUH-1P, majd M) változatban. Hazánkban először az 1960-as évek közepén, majd az 1970-es évek végén rendszerezítették ennek alrendszereit (VP-1U és M), amelyek a honi légvédelmi alegység, egység és magasabbegység harcálláspontok harctevékenységének automatizált vezetésére szolgáltak.⁷

⁴ VERES 2002: 8–15.

⁵ VERES 2000: 8–15.

⁶ VERES 2002: 141–143.

⁷ PALIK 2011.

1978–1982 között az SzA–75M Dvina rakétakomplexumokat felváltották a korszerűbb, közepes hatótávolságú Sz–75M Volhov típussal, valamint a harci osztályok automatizált tűzvezetésére rendszeresítették a VEKTOR-2 VE és SZENYEZS ME automatizált vezetési rendszereket.⁸

Építési beruházások

A Dvina és a Volhov rakétaosztályok felépítése nagyon hasonlított egymásra. A vontatható kabinok mozgatásával mindkét rendszert viszonylag könnyű volt áttelepíteni. A Varsói Szerződés országaiban a megerősített betonfedezékekben történő állandó elhelyezés volt a jellemző, de nem kizárólagosan. Magyarországon a Budapest körüli osztályok eszközeinek építettek is ilyen típusú fedezékeket, amelyek támadás esetén nagyban növelték a személyzet és az eszközök túlélési esélyeit.

Az új fegyverek fogadására 1959–60 folyamán új, korábban soha nem látott objektumok építése vált szükségessé, amelyeket az MN Elhelyezési és Beruházási Csoportfőnökség végeztetett különleges építőalakulatokkal. Már az előkészítő munkák is szigorú titoktartás és ellenőrzés mellett folytak. A kijelölt területeket sok helyen magas fallal, kettős kerítéssel vették körül, ahová az építőkön kívül más nem léphetett be. A laktanyai építkezések, a tiszt lakások és a tüzelőállások elkészítése rendkívül nagy jelentőségű és igen sok anyagi ráfordítással járó feladat volt. A csúcstechnológiát képviselő fegyverrendszerek telepítése a legnagyobb titoktartást követelte minden résztvevőtől. Akár építő, akár üzemeltető, hivatásos vagy sorkatona volt is valaki, alá kellett írnia a kötelezvényt, amelynek értelmében soha, senkinek nem beszélhet arról, ami a tudomására jutott a légvédelmi rakétarendszerekkel kapcsolatban.⁹ Mind a rakétatechnika telepítése, mind később a gyakorlások (1962–67 között) csak éjszaka történhettek. A gyakorlások során csak meghatározott időtartamban és szektorban sugározhattak antennára kapcsolva.¹⁰ A sok éjszakai esemény jelentős terhelést jelentett az állomány számára, de az álcázás mindennél fontosabb volt a hidegháború évtizedeiben.

A légvédelmi rakétaezred alegységei harcadataik végrehajtásához meghatározott harcrendet foglaltak el, amelynek legfontosabb elemei: harcálláspont, tartalék harcálláspont, légvédelmi rakétaütegek fő-, tartalék- és színlelt álláskörletei, valamint a kiszolgáló szervezetek települési körletei voltak.

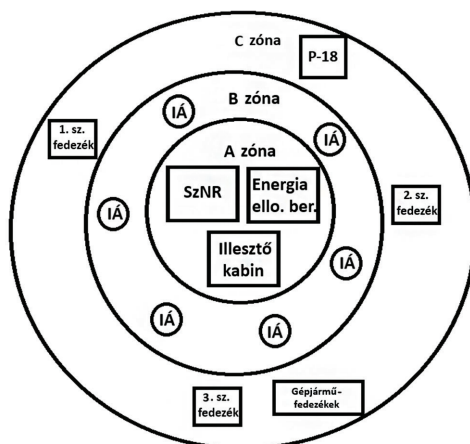
A rakétaosztályok létesítményei többnyire a lakott területektől távol épültek, ahol semmilyen közműszolgáltatás nem állt rendelkezésre. A létesítményeket tehát saját trafóházzal és vízművel (mélyfúrású kutakkal és hidroforházzal) kellett ellátni. Típusúterv alapján épültek meg a kettős kerítéssel körülvett védett objektumok (A és B technikai terület), laktanyák és lakótelepek. Az épületek többnyire félkomfortosak, egy részük kialakítását tekintve kezdetleges volt. Az osztályok tüzelőállása az „A” területen a központi irányítórendszer állásából, 6 db indítóberendezésből, illetve a töltő-szállító járművek nyitott fedezékeiből (3 db) állt.

⁸ TÖMBÖL–BÖCZ–JUHANCSIK 2021: 64–65.

⁹ Ált/220, 233–235. pont.

¹⁰ NAGY–MEZŐ 2024.

Az Sz-75M3 légvédelmi rakétakomplexummal felszerelt légvédelmi rakétaüteg a harc-feladat végrehajtása érdekében a részére kijelölt álláskörletben az alábbi, 2. ábra szerinti harcrendet foglalta el. A tüzelőállásban A, B és C zónát jelöltek ki.



2. ábra: Az Sz-75M3 légvédelmi rakétakomplexummal felszerelt rakétaüteg harcrendje
Forrás: TURCSÁNYI-LABANCZ-RÁCZ 1999

Az egymástól 50–80 m távolságra elhelyezett (egy rakétát indító) indítóállványokat hatszög alakban telepítették, középen helyezték el a radarokat és az irányítórendszerek kabinjait. A TZM-pótkocsin tárolt tartalék rakéták elhelyezése is árulkodó volt. A telepítés olyan jellegzetes formát öltött, amelyet a légi fotókon azonnal fel lehetett ismerni (3. ábra).



3. ábra: Az MN 104/2. honi légvédelmi rakétaosztály szabadszállási tüzelőállása 1980-ban
Forrás: <https://www.fentrol.hu/hu/legifoto/52729?r=1&c=2138841.79215:5924920.534065001:12>

A tüzelőállás építményeit mintegy 3 km hosszúságú, szilárd burkolatú (beton, makadám, aszfalt) úthálózat kötötte össze. A rakétarendszer kabinjait, a harcálláspontot és az indítóállásokat magas földsáncsal vették körül. A katonák védelmét a töltő-szállító gépjárművek fedezékének mellvédjébe épített 3 db U elemes, tábori típusú védettséget biztosító szakaszfedezékek jelentették. A „B” technikai területen volt található a betonelemekből épített, és a rakéták tárolására szolgáló, fűthető, szintén földsáncsal védett 7. számú épület. Az „A” és „B” területek létesítményei szovjet tervdokumentációk alapján épültek. Ezek hiányosságai, a magyar szabványoktól való eltérései, valamint az olykor előforduló szélsőséges talajviszonyok miatt az építményeket nem egy esetben lebontották vagy átépítették (4. ábra).¹¹ A terepviszonyoktól függően, de ahol csak lehetett, a tüzelőállásokat erdős magaslatokon helyezték el. Az álcázást a betonfelületek terepszínű festése és az álcahálók kiterjedt alkalmazása szolgálta (5. ábra).



4. ábra: Az MN 11/1. honi légvédelmi tüzelősztyál (MN2124) betonfedezékei az Urak asztalán

Forrás: LÁNCZI 2017: 56



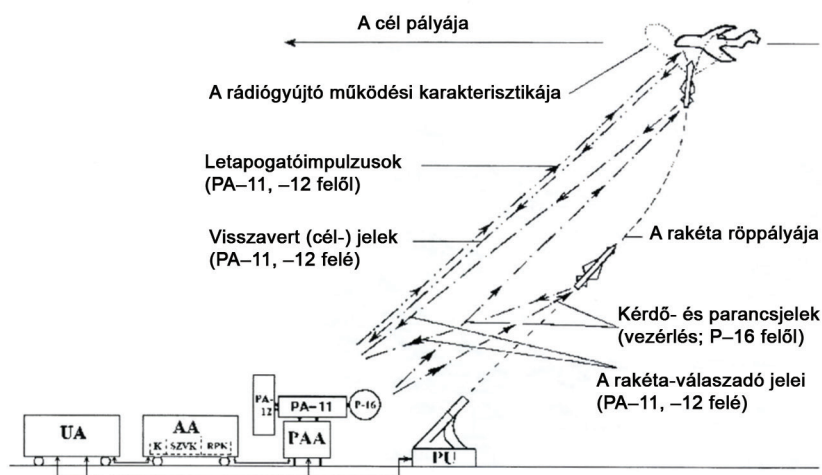
5. ábra: Álcázófestés és álcaháló alkalmazása az Urak asztala hegycsúcson létesült bázison

Forrás: BENEDEK 2014

¹¹ VERES 2002: 141–143.

Az SzA–75M Dvina

Az SzA–75M Dvina közepes hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer (NATO-kód: SA-2 Guideline, GRAU¹²-kód: 5Ja23) fejlesztése 1953-ban kezdődött Pjotr Dmitrijevics Grusin (1906–1993) akadémikus vezetésével a szovjet Lavocskin tervezőirodánál. A rendszerrel aratott első nyilvános győzelem az 1960. május 1-jén a Francis Gary Powers vezette U–2-es amerikai kémrepülőgép lelövése volt Szverdlovszk térségében. A rendszer ezután világszerte elterjedt, alkalmazta a Varsói Szerződés tagországainak többsége, de például Kína, Észak-Korea, Jugoszlávia és Észak-Vietnám is rendszeresítette (összesen 31 ország).¹³



6. ábra: Az SzA–75M légvédelmi rakétakomplexum működési elve

Forrás: VERES 2000: 8–15

A rakéta

A Dvina komplexum rakétája a V-750 föld-levegő rakéta volt (изделие 1Д – 1D termék). A közepes hatótávolságú, kétlépcsős, rádióparancs-vezérlésű légvédelmi rakéta a célpontot a harci rész repeszeinek becsapódó hatásával semmisítette meg. A rakétákat a technikai osztályoknál fedezékekben, zárt konténerekben tárolták. A fegyvert TZM PR-11A vagy PR-11B típusú szállító-töltő utánfutón szállították, amelyet egy ZIL-157 típusú nyerges vontató mozgatott.

¹² A GRAU-kód (oroszul: ГРАУ) az orosz védelmi minisztérium egyik főcsoportfőnökségének, a Rakéta és Tüzérségi Eszközök Főcsoportfőnökségének (Главное ракетно-артиллерийское управление МО РФ) a jelölése. A GRAU-kódok a fegyverek és katonai felszerelések azonosítására szolgáltak a Szovjetunióban, és szolgálnak Oroszországban.

¹³ BIMBÓ 1990: 31–69.

A kétfokozatú V-750 típusú rakéta első fokozata a szilárd tüzelőanyagú gyorsítórakéta (твердотопливный ракетный двигатель ПРД – PRD), második fokozata pedig a folyékony tüzelőanyagú hajtóművel (жидкостный ракетный двигатель ЖРД – ZsRD) ellátott utazórész volt. Az 1D V-750 rakétacsalád gyorsítófokozataként a PRD-18 hajtóművet alkalmazták. Fűvókája kritikus keresztmetszetét a környezeti hőmérséklettől függően lehetett állítani a központi test hosszirányú elmozdításával. A hajtómű üzemelési ideje körülbelül 3–5 másodperc volt. Az NMF-2 típusú szilárd hajtóanyagtöltetet a Moszkva közelében található 125. számú kutatóintézetben fejlesztette ki a B. P. Zsukov vezette csapat. A rövid üzemidő érdekében nagy égésfelületet kellett biztosítani a töltet számára, így az 547 kg tömegű hajtóanyag 14 darab, 1800 mm hosszú, 135 mm külső átmérőjű pelletből állt, amelyek 26 mm átmérőjű hengeres, felületnövelő csatornával készültek. A ballisztikus pályán haladó rakéta gyorsítását 3–5 másodpercig az első fokozat biztosította, majd annak leválása után beindult a ZsRD utazóhajtómű, és körülbelül 22 másodpercig működött a második fokozat. Az Isaev–Sevruk S2.711 (S5.711) hajtómű használatához az 1D rakétát három tartállyal kellett felszerelni. Egyet az AK-20K Melanzs oxidálószer (O-anyag), egyet pedig a TG-02 Szamin tüzelőanyag (G-anyag) részére. Az egykamrás, turbószivattyús üzemanyag-befecskendező rendszerrel és 2600 kg maximális tolóerővel rendelkező rakétahajtóművet az OKB-2-ben fejlesztették ki. Az égéstérben centrifugális, kétkomponensű befecskendezőket alkalmaztak az üzemanyag tökéletesebb égése érdekében. A hajtómű izopropil-nitrátot (OT-155, „I” indítófolyadék) használt a turbószivattyú indításához és forgatásához, amely bomlása során forró gázt szabadított fel, ezért volt szükség a fent említett harmadik tartályra is.¹⁴

Az O-anyag összetétele: 73,1% salétromsav (HNO_3), 17,5–22,5% nitrogén-oxid, dinitrogén-tetroxida számolva (N_2O_4), 1,00–1,30% orto-foszforsav (H_3PO_4), 0,5–0,7% hidrogén-fluorid (HF), 1,2–2,4% víz, 0,025% mechanikai szennyeződés. A Melanzs (Меланж) 20K-t GOSzt B 26268-84 szabvány szerint gyártották. Szerves anyagokkal és éghető anyagokkal érintkezve meggyulladt, vízzel érintkezve hevesen forrt. A G-anyag összetétele: 48–50% trietil-amin, 48–50% xilidin, 1,6% dietil-amin, 0,5% víz, 0,01% mechanikai szennyeződés. A Szamin összetételét Németországban fejlesztették ki Tonka-250 néven, amely izomer xilidinek és trietil-amin 1 : 1 tömegarányú keveréke. A TG-02 Szamint (ТГ-02 Топливо ГИПХ-02 Самин) GOSzt 17147-80 szabvány szerint gyártották. A bőrön keresztül is felszívódni képes idegméreg és a rendkívül agresszív oxidálószer-keverék miatt mindkét összetevő csak speciális berendezésekkel és védőöltözetben volt kezelhető. A rakéta hajtóművében nem kellett gyújtást alkalmazni, a reakció a két anyag találkozásakor spontán (öngyulladás) végbement.¹⁵ Az I-anyag összetétele: izopropil-nitrát ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_3$), amely egy szintelen folyadék, exoterm módon bomlik külön oxidálószer nélkül, tehát olyan alacsony intenzitású robbanóanyag, amelynek detonációs sebessége körülbelül 5400 m/s.

A második fokozat kiégésekor a rakéta elérte a hangsebesség háromszorosa (Mach 3) körüli sebességet. Az első fokozatra négy nagy stabilizátort (deltaszárny) építettek, amelyek

¹⁴ Ганин et al. 2003: 2–9.

¹⁵ НІВЇСЬКО 2011; Фатина et al. 2017.

a kezdeti, irányítatlan repülési szakaszban stabilizálták a rakéta hossz tengely körüli forgását. A második fokozaton hátul kisebb méretű kormánylapátok, középen nagyobb szárnyak, elöl pedig destabilizátorok helyezkedtek el. A rakéta mozgáskoordinációjáért giroszkóp felelt, a manőverezést pedig 270–350 bar nyomású sűrített levegővel működő, pneumatikus motorokkal oldották meg. A rakétákat 10 cm hullámhosszúságú (A-hullámsávú) rádióadással a három vezérlő rádiócsatorna egyikén vezérelték. Az úgynevezett K1-es és K2-es parancsok az 1–3 és 2–4 kormánylapátokat vezérelték, a K3-as parancs a rádiógyújtót aktiválta. Az SzA–75 irányítórendszere egy időben egy célt volt képes követni, de ugyanarra a célra egyidejűleg három rakéta is indítható volt 6 másodperces időközökkel (6. ábra).¹⁶

A rakétát jellemzően 195 kg-os, kétdetonátoros, repesz harci résszel szerelték, amelyet közelségi vagy távirányításos gyújtással hoztak működésbe. A két detonátor eltérő élesítése – attól függően, hogy közeledő vagy távolodó volt a cél – később lehetővé tette a modernebb V-755-ös rakétánál (K4-es parancs), hogy a repeszek szórási képe megváltozzon. A megsemmisítési zóna kis magasságon mintegy 65 m átmérőjű gömb, amely nagy magasságban (ritkább levegőben) akár 250 m átmérőjű is lehetett. A cél leküzdésére általában két rakétát indítottak.

A rakéta hatótávolsága 45 km, a radar- és irányítórendszernek köszönhetően az élesítési magasság mintegy 500 m volt, így a rakétát évszaktól, napszaktól és időjárási viszonyoktól függetlenül alacsonyan repülő célok ellen is be lehetett vetni. Ezt a követelményt a háromkabinos komplexumok 2000 m-től 27 ezer m-ig terjedő magasságokon, 5 és 34 km-es ferde távolságok között maximum 520 m/s sebességgel tevékenykedő célok esetén biztosították.

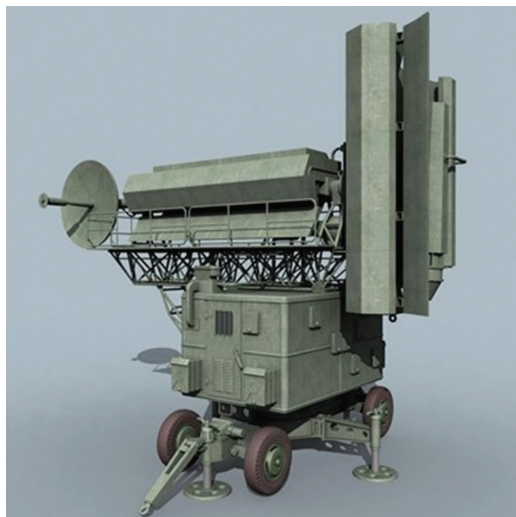
A Dvina-rendszert hatszögalakban telepítették, a PU (*пусковая установка*) rakétaindító állványok hat különböző irányba néztek. Egy indítóállvány méretei menethelyzetben: hossza 10 m, szélessége 2,65 m, magassága 3,75 m, tömege 12,3 t. A hatszög közepén helyezték el a rendszer kabinjait, míg a P-12 célfelderítő radar (GRAU: 1RL14) és a PRV-11 magasságmérő radar (GRAU: 1RL119) a hatszögön kívül kaptak helyet. Minden indítóállványon egy rakéta volt, további hat rakéta a TZM (*транспортно-заряжающая машина*) szállító-rakodó utánfutókon várta az újratöltés parancsát. Egy állvány újratöltése 3–4 percet vett igénybe. A tartalék rakétákat a légvédelmi rakétaezred technikai osztályának raktáraiból szállították a rakétaosztályokhoz a PR-11A (vagy B) típusú speciális szállító-töltő utánfutóval, amelynek hossza 14,62 m.¹⁷

A kabinok

Az UA- (*управляющая аппаратура*) vezérlőkabin az osztály harcálláspontja volt, ahonnan a parancsnok irányította az osztály harci munkáját. A kabin hossza 9,5 m, szélessége 2,5 m, magassága 3,49 m, tömege 11 t. Az AA-műszerkabinban helyezték el többek között a céljel- és rakétajel-követő rendszert, a parancskidolgozó SzVK (*система выработки команд*) analóg számítógépet és a rádióparancs-közlő RPK (*радиопередатчик команд*) berendezéseket. A kabin hossza 9,5 m, szélessége 2,5 m, magassága 3,49 m, tömege 14 t.

¹⁶ KHL/33.

¹⁷ VERES 2000: 8–15.



7. ábra: SzNR-75 rakétarávezető állomás makettje

Forrás: <https://www.turbosquid.com/3d-models/fan-song-a-502786>

A PAA-kabinban (RSzNA–75M) helyezkedett el a cm-es hullámtartományú lokátorrendszer adó-vevő része és a kabinra szerelt antennák (PA-11 jelű, 10 cm-es hullámhosszú β szélessávú oldalszögantenna, PA-12 jelű, 10 cm-es hullámhosszú ϵ szélessávú helyszögantenna és a P-16 jelű, dm-es hullámhosszú, rádió-parancsközlő antenna). Telepített helyzetben a kabin a löveg talpon elfordulhatott (a forgás átmérője 10 m). Menethelyzetben a kabin hossza 6,7 m, szélessége 2,35 m, magassága 3,5 m, tömege 11,81 t. Az antenna legmagasabb pontjának a földtől mért magassága 7,95 m.

Az elektromos energia átalakítása 400 Hz-re és elosztása az RMA kabinban történt. (A 3 db DESz-100 aggregátort 1-1 kabinban helyezték el.)¹⁸

PRV–11 magasságmérő radar

A PRV–11 magasságmérő radar (GRAU: 1RL119) (ПРВ-11 Помехозащищенного Радиовысотомера „Вершина”) biztosította a célok észlelését 230 km-es távolságban közepes és nagy magasságban (34 km-ig), valamint 60 km-es távolságban kis magasságban (0,5 km) 0,5–30° közötti magassági szektorban. A passzív interferencia elleni védelmet koherens kompenzációjú SDC-rendszerrel végezték (dupla interferencia frekvenciaszabályozással a potencioszkópokon). A berendezést három kabinban helyezték el. Az adó-vevő kabinra szerelt parabolaantennát egy magaslatra állított KZU-16 típusú forgó állványra helyezték.¹⁹

¹⁸ VERES 2000: 8–15.

¹⁹ Петухов–Шестов 1999.

1. táblázat: A PRV–11 magasságmérő radar és a P-12 célfelderítő radar főbb műszaki jellemzői

Jellemzők	PRV–11	P-12
Frekvencia	2,7 GHz	150–170 MHz
Impulzisméltési idő (PRT)	3 és 1,3 ms	2,77 ms
Impulzisméltési frekvencia (PRF)	330 és 730 Hz	345 Hz $\pm 10\%$
Impulzusszélesség (τ)	3 és 1,5 μ s	6 μ s
Csúcsteljesítmény	1,2 MW	160–250 kW
Átlagos teljesítmény	1,3 kW	540 W
Hatótávolság	400 km	200–250 km
Nyalábszélesség (azimut)	2°	8°
Nyalábszélesség (magasság)	1,2°	–

Forrás: a szerző szerkesztése Петухов–шестов 1999 és a radartutorial.eu adatai alapján

A P-12 célfelderítő radar

A P-12 (GRAU: 1RL14) célfelderítő, gyors telepítésű, VHF-sávú radarcsalád. A gépjárműre telepített nagy hatótávolságú, méteres tartományú korai figyelmeztető radar 1958 óta állt szolgálatban, számos variációban (M, MA, MP, NP, NA, NM). A P-12 radar számos zavaróberendezéssel (többcsatornás digitális információs rendszerrel és frekvenciahangoló berendezéssel) és egy földi radarlekérdező eszközzel rendelkezett. Az állomás csatolóberendezés segítségével szinkronizálható volt egy másik radarral, és így mindkét radar visszhangját megjeleníthette. Az állomás hatékony zavarvédelmi rendszerrel rendelkezett, az interferenciavédelmi rendszert közeli és távoli tartományban másképp lehetett konfigurálni.²⁰ A PRV–11 magasságmérő és a P-12 célfelderítő radar főbb műszaki jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza.

Az újabb átfegyverzés időszaka

A Volhov rakétakomplexumokat 1978-ban rendszeresítették a Magyar Néphadsereg honi légvédelmi rakétacsapatainál a Dvina-rendszerek leváltására. Az átfegyverzést először a 11. légvédelmi rakétadandár 1., 2., 3. és 4. osztályai hajtották végre, a teljes folyamat 1982-ig tartott. Az új komplexum telepítését és beüzemelését az ezred technikai üzemeltető szolgálat (TÜSZ) főtechnikusai és a Szovjetunióból érkezett rakétamérnökök segítették, majd a komplexumműködést egy évig (garanciális időszak alatt) felügyelték. Az első rakéta-éleslövészetre 1979-ben került sor a Szovjetunióban, az Asztrahánnyal közeli fekvő asuluki lőtérén. A rakétakomplexumok egészen 2001-ig, a Magyar Honvédség 11. Duna vegyes légvédelmi rakétaezred megszüntetéséig álltak szolgálatban.

A Dvina-rendszer magyarországi elhelyezkedéséhez képest 1978 után az alábbi szervezeti és diszlokációs változtatások történtek.

A 11. ezred dandárrá alakult, harcálláspontja Érden, tartalék harcálláspontja Vértesacsán települt. A Budapest körüli tűzrendszer osztályai Pilisszentlászlón (laktanyája Szentendrén), Pilisszentkereszten, Zsámbékon és Etyeken (laktanyája Vértesacsán) települtek. A pesti oldalon

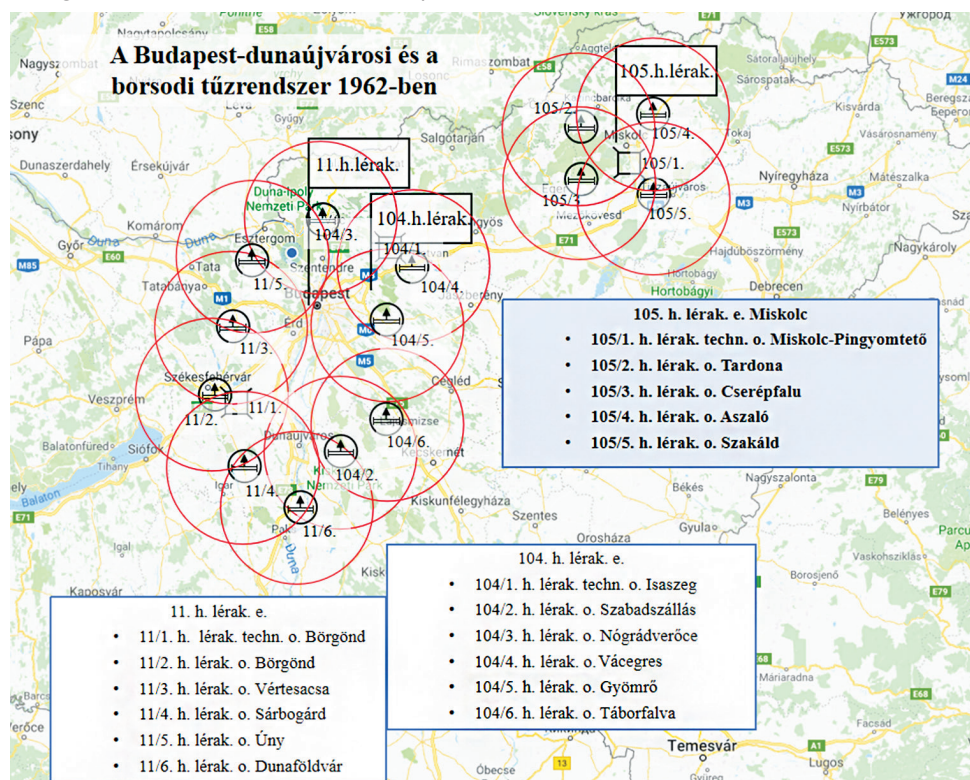
²⁰ Петухов–шестов 1999.

a két Volhov-osztály Felsőpakonyban (laktanyája Gyálon) és Fóton (laktanyája Vácegresen) települt. Hadrendi számaik 1., 2., 3., 4., 7. és 8. voltak. A Budapest körüli gyűrűt alkotó hat Nyeva-osztály (Sz-125) sorszámaikat 9-től 14-ig osztották ki, a két technikai osztály 15-ös és 16-os sorszámmal Börgöndön, illetve Gyömrőn települt. Az 5. és 6. osztályok sorszámai az Sz–300PMU osztályoké lettek volna, de ezeket nem szerezték be.

Dunaújvárost és Paksot a 104. Légvédelmi Rakétaezred (MN 3011) védte, amelynek harcálláspontja Sárbogárdon, tartalék harcálláspontja Dunaföldváron volt, osztályai pedig Sárbogárdon, Szabadszálláson és Dunaföldváron települtek. A technikai osztály szintén Sárbogárdon kapott helyet.

Miskolcot és a borsodi iparvidéket a 105. Légvédelmi Rakétaezred (MN 4105) védte. Harcálláspontja Lillafüreden, tartalék harcálláspontja Szakáldon volt, míg az osztályok Tardonán, Cserépfaluban és Szakáldon, a technikai osztály Pingymtetőn települt.

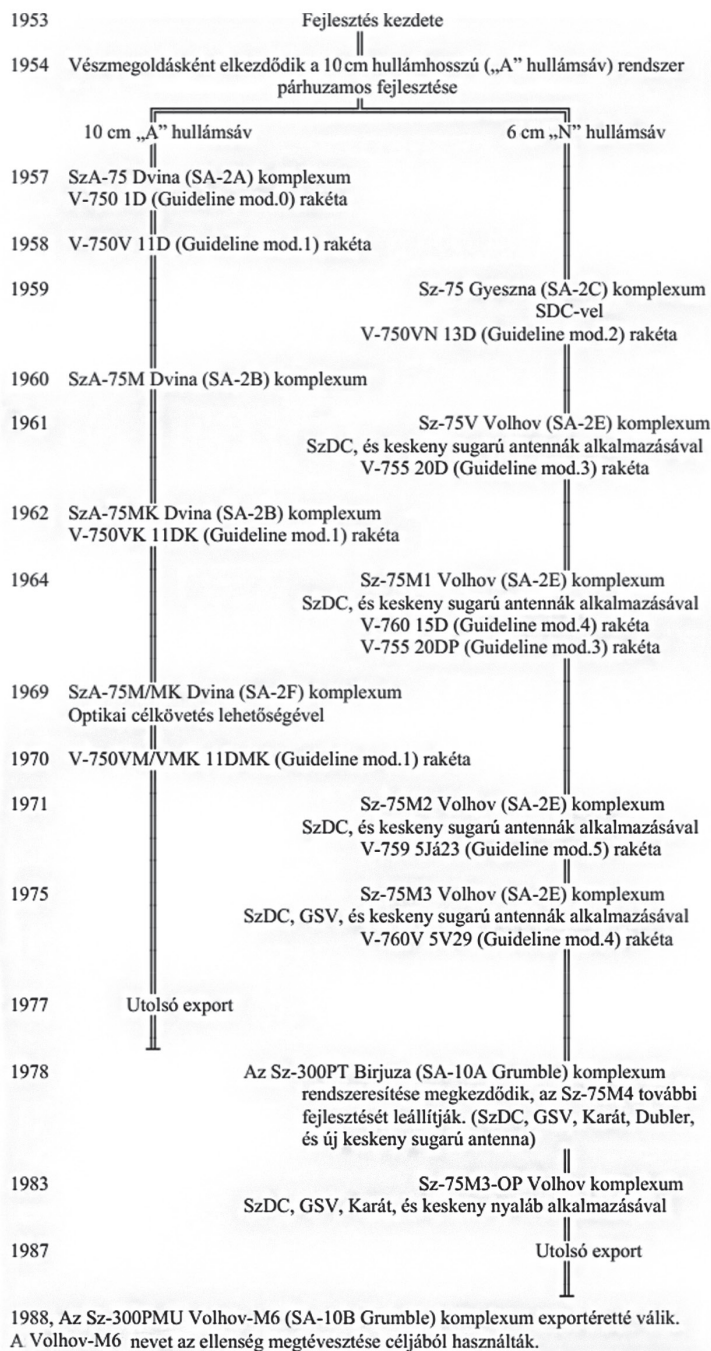
A fejlesztések során a katonai vezetés törekedett a Dvina-rendszer számára kiépített infrastruktúrát hasznosítani. A 105. ezred vezetési pontjai nem változtak. A 104. ezrednél a meglévő tüzelőállások közelében telepítették azokat.²¹



8. ábra: A Budapest-dunaújvárosi és borsodi tűzrendszer elemei 1962-ben

Forrás: a szerző gyűjteményéből

²¹ VERES 2002; TURCSÁNYI–LABANCS–RÁCZ 1999: 72–84.



9. ábra: Az SzA–75 és Sz–75 komplexumok fejlesztésének idővonala

Forrás: a szerző gyűjteményéből

A P-12-es lokátort nagyobb hatótávolságú P-18 típusú lokátor váltotta. A rakéták hajtóanyag-gal való feltöltéséhez pedig új töltőállomást és speciális töltőkocsikat telepítettek. A gépjárműtechnikai eszközöket is modernizálták, a régi „csőrös” ZIL-157-es nyerges vontatókat ZIL-131-es nyerges vontatók váltották fel, a CS-705-ös rakétaszállító vontatókat RÁBA típusú nyerges szállító gépjárművekre, a TATRA vontatókat pedig KRAZ-255 típusúakra cserélték.

A Dvina-rendszer továbbfejlesztett változatai az Sz-75 Gyeszna, Sz-75V/M1/M2/M3 Volhov rakétarendszerek voltak, amelyek harcászati-technikai jellemzői jobbakként, rendelkeztek zavarűző berendezéssel és idegen-barát felismerőrendszerrel. Felépítésük és működésük azonban hasonló volt, mint a Dvina-komplexumé (9. ábra). A rakétákat 295 kg-os robbanófejjel szerelték, amely lehetett hagyományos, illetve 15 kilotonnás nukleáris robbanófej²² is. A fejlesztések eredményeként a rendszer passzív hatótávolsága 56 km-re, a maximálisan elérhető magasság 35 km-re nőtt. A légi célokat 100 m-től 30 ezer m-ig terjedő magasságokon volt képes megsemmisíteni 7 és 43 (a rakéta repülésének passzív szakaszán 55) km ferde távolságok között, és akár földfelszíni vagy vízfelszíni célok ellen is bevethető volt maximum 1000 m/s-os célrepülési sebességig.²³

Az Sz-75M Volhov

Az Sz-75M Volhov közepes hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer (NATO-kód: SA-2E Guideline) a Dvina-rendszer továbbfejlesztett változatának tekinthető. Légvédelmi rakéta-osztályonként három javadalmazás, azaz 36 darab V-755 rakétát rendszeresítettek, amely hasonló volt a Dvina-rendszer V-750-es rakétájához, de korszerűbb hajtóművel és harci fejjel látták el. Az indítórendszer továbbra is három tűzcsoporthoz állt, hat indítóállvánnyal, valamint rakéta-előkészítő és szerelő-töltő csoporttal. A Volhov-komplexummal felszerelt osztályok rendszeresített állománya 13 tiszt, 21 tiszthelyettes, 217 sorállományú katona és két fő polgári alkalmazott volt. A típuscsalád a magyar légvédelemnél 1978 és 2001 között állt szolgálatban. A rakéta szállítását TZM PR-11B típusú szállító-töltő utánfutóval és ZIL-131 nyerges vontatóval végezték. A komplexum részei: SzNR-75 (*Станция наведения ракеты*) rakétarávezető állomás (UV-kabin, ahonnan a parancsnok a komplexum harctevékenységét irányította; AV-műszerkabin cél- és koordináta-meghatározó berendezéssel, parancskidolgozó és parancsközlő berendezéssel; PV adó-vevő kabin PA-11 oldalszög- és PA-12 helyszögantennával); PU-indítóállvány (SzM-90).²⁴

²² A nukleáris robbanófejjel felszerelt légvédelmi rakéták a hidegháború korának sajátos eszközei voltak, amelyeket arra terveztek, hogy nagy magasságban és nagy hatótávolságon semmisítsenek meg ellenséges bombázókötevényeket vagy ballisztikus rakétákat. A nukleáris robbanás sugárzása és lökéshulláma miatt a célzás pontossága kevésbé számított, mint a hagyományos, repeszromboló tölteteknél.

²³ VERES 2000; TURCSÁNYI-LABANCS-RÁCS 1999: 72–84.

²⁴ TURCSÁNYI-LABANCS-RÁCS 1999: 72–84.

Az RSzN-75 tűzvezető radar

Az RSzN-75 (GRAU-kód: 1Sh11) tűzvezető radarrendszer (*Радиолокационную станцию сопровождения и наведения PCH-75B*) elnevezése RSzN és SzNR formában is megtalálható.²⁵ A leginkább szembetűnő eltérés a Volhov- és a Dvina-rendszer között az eltérő tűzvezető radar és a célfelderítő radarok, hiszen a P-12 helyébe a P-18 típus lépett (2. táblázat). Az RSzN-75 tűzvezető radar két további parabolaantennát kapott, amelyek 6 cm-es hullámhosszon 1000 kW impulzus csúcsteljesítménnyel üzemeltek. A vízszintes Lewis-szkenner tetején elhelyezett antennák közül az egyik függőlegesen, a másik vízszintesen polarizált (10. ábra). A rakétákat 6 cm hullámhosszúságú (N-hullámsávú) rádióadással vezérelték. További fontos fejlesztés volt, hogy a radarimpulzus csúcsteljesítménye 600 kW-ról 1 MW-ra nőtt. A nyalábok körülbelül 7,5° szélesek voltak legyezőirányban és 1,5° pásztázási irányban. A szűkebb nyalábnak és nagyobb kisugárzott teljesítménynek köszönhetően a radar felderítési képessége 33%-kal nőtt a Dvinához képest. Ez tette lehetővé a nagy sebességű célok nagyobb távolságon történő felderítését.



10. ábra: A „Fan Song E” NATO-kódú, G-sávú tűzvezető radarállomás a lengyel Haditechnikai Múzeumban (Muzeum Polskiej Techniki Wojskowej w Warszawie)

Forrás: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sadyba31_DSC0712.JPG

²⁵ Internet Archive [é. n.].

A tűzvezető radar fő elemei: P-12V széles sugarú, helyszög- (ϵ -epszilon) antenna; P-11V széles sugarú, oldalszög- (β -béta) antenna; P-16 dm-es hullámhosszú rádió-parancsközlő antenna a rakéták távirányítására; P-14V keskeny sugarú, helyszög- (ϵ -epszilon) antenna; P-13V keskeny sugarú, oldalszög (β -béta) antenna.

A két új parabolaantenna újfajta célfelderítést és célkövetést tett lehetővé, az úgynevezett „Keskeny nyaláb” módot. A Volhov továbbra is képes volt a szélesnyalábú célkövetésre, ahogy a Dvina is, csak a kisugárzás és a letapogatás az új üzemmódban kisebb térrészben történt. A fejlesztések következtében a tűzvezető radar egy további, új üzemmóddal, az „Alávilágítás” móddal is rendelkezett.²⁶

2. táblázat: P-18 „Spoon Rest D” NATO-kódú (GRAU-kód: 1RL131) Tepek, VHF-sávban működő, korai előrejelző, célfelderítő radar főbb műszaki jellemzői

Jellemzők	P-18
Frekvencia	150–170 MHz
Impulzusismétlési idő (PRT)	2,77 ms
Impulzusismétlési frekvencia (PRF)	360 Hz
Impulzusszélesség (τ)	6 μ s
Csúcs teljesítmény	160–260 kW
Átlagos teljesítmény	540 W
Hatótávolság	360 km
Nyalábszélesség (azimut)	6°
Nyalábszélesség (magasság)	–

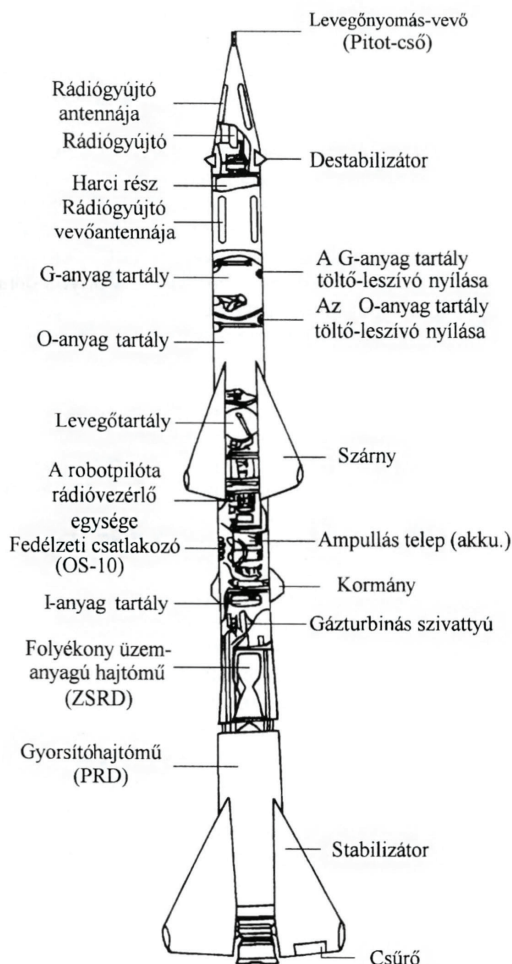
Forrás: a szerző szerkesztése

A rakéták

A Volhov-rendszer az Sz–75 Gyesznához és az SzA–75 Dvinához nagymértékben hasonló rakétaváltozatokkal rendelkezett. A legfőbb eltérés, hogy a rakéta válaszeladó 6 cm hullámhosszon üzemelt 10 cm helyett. A Volhov-sorozat több évtizedes szolgálata alatt azok rakétáit többször is korszerűsítették, hasonlóan a Dvináéhoz. Három fő rakétageneráció különböztethető meg.

Az első generációt a V-750VN 13D képviseli, amely kétperces felkészítési idővel rendelkezett és 30 percig volt felkészített állapotban tartható. A maximális megsemmisítési távolság 34 km, a minimális 5 km, míg a minimális magasság 3 km, a maximális 27 km volt. Ez a változat még nem rendelkezett a nagyobb és változtatható tolóerejű hajtóművel (11. ábra).

²⁶ A két üzemmód részletes leírása megtalálható: Militavia 2021.



11. ábra: A V-750V típusú rakéta szerkezeti felépítése

Forrás: VERES 2000: 8–15

A második generációt a V-755 20D rakétacsalád képviselte, amelynek szintén számtalan továbbfejlesztett alváltozata volt. A rakéta 43 km távolsáig volt már hatásos, a minimális megsemmisítési magasság 300 m-re csökkent, ezt új, jobb közelségi gyújtó használatával érték el. A típuscsaládba tartozott a V-755A 20DA, a V-755P 20DP és a V-755Sz 20DSz változat is. A V-755SzU 20DSzU továbbfejlesztett giroszkópot kapott. Ennek felpörgetési ideje 2 percről 30 másodperce csökkent, de emiatt a rakétát 25 perc helyett csak 5 percig lehetett felkészített állapotban tartani a túlmelegedés miatt. A V-755U 20DU változat a család valamennyi fejlesztését tartalmazta, kivéve az 5E11 közelségi gyújtót, ami miatt a minimális megsemmisítési magasság 300 m-re volt korlátozva. Repülési sebesség: 1050 m/s. A megsemmisítési valószínűség 3 (2) rakétával: 0,99 (12. ábra).



12. ábra: Az Sz–75 légvédelmi rakétarendszer V-755 típusú rakétája és indítóállványa

Forrás: Varga Attila felvétele

A V-759 23D 5Já23 képviselte a rakéták harmadik generációját, amely teljesen új tervezésű rakéta volt. Elődei összes képességével rendelkezett, sőt, a rakéta manőverező képességét tovább növelték. 10 km magasság alatt a korábbi rakéták 6,5 g gyorsuláértékével szemben képes volt 9 g túlterhelésű fordulók végrehajtására is. A rakéták eltérő fizikai paramétereik miatt a komplexum vezérlésében is történtek módosítások, így lehetőség nyílt egy adott célra különböző típusú rakéták egy sorozatban történő indítására is. A V-750 és V-755 család 196 kg tömegű harci részében 8200 repeszt helyeztek el, míg a V-759 típus 201 kg-os harci részében már 29 ezer db, de kisebb méretű repesz volt.

A hazai rendszerek múltja és jövője

Magyarországra 1978-ban érkezett az első 4 db Sz–75M2 Volhov-komplexum és 133 db V-755DSzU 20DSzU rakéta, majd ezeket 1980-ban további 32 db követte. 1982-ben 2 db Sz–75M3 Volhov-komplexum érkezett Karát kamera és a GSV-áramkör nélkül, valamint 116 db V-755DSzU rakéta. Az 1983-ban érkezett 3 db Sz–75M3 Volhov-komplexum már Karát kamerával is rendelkezett, de GSV-áramkörökkel nem. Az új komplexumokhoz 90 db V-759 rakéta érkezett. 1984-ben érkezett az utolsó 3 db Sz–75M3 Volhov-komplexum Karáttal és GSV-vel, illetve további 142 db V-759 rakéta beszerzése történt meg. Ezeket a Miskolc védelmét ellátó gyűrű mentén telepítették. 1984–85-ben a Budapest körüli védelmi gyűrűt alkotó 6 db M2/M3 változatú osztályok az időszakos középjavításon megkapták a Karát kamerát és a GSV-áramköröket is. Az utolsó rakétabeszerzés 1986-ban történt, 24 db V-759 típusú rakéta formájában. A hidegháború végén megszűnt a Varsói Szerződés, a korábbi tagországok fegyverzetcsökkentésbe kezdtek. A légvédelmi rakétafegyvernem 1990–2000 közötti időszaka idején először megszűnt a 105., majd a 104. ezred, csak a Budapest körüli gyűrű maradt aktív,

kivéve a sárbogárdi Volhov-osztályt. 1995-ben az osztályokat kiléptették a készütségi szolgálatból. Bár a komplexumok továbbra is hadrendben voltak, a tüzelőállásokból tartós tárolásba kerültek, végül kivonták őket a rendszerből. 2000-ben a 11. Duna Légvédelmi Rakétaezredet is felszámolták, így a honi légvédelem, a nagy és közepes hatótávolságú, önálló nemzeti oltalmazási képesség megszűnt (13. ábra). Az 1990-es évek közepétől a csapatlégvédelmet és a pontszerű objektumok védelmét a KUB- és a MISTRAL-rendszerek látták el. Az 1999-es NATO-csatlakozással lehetővé vált, hogy hazánk is része legyen a NATO Integrált Lég- és Rakétavédelmi Rendszerének (NATO Integrated Air Defense System, NATINADS). A Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program keretében a földi telepítésű légvédelem korszerű, kis- és közepes hatótávolságú aktív tűzeszközöket kapott. A beszerzésre vonatkozó szerződést 2020. november 30-án írták alá, a rendszerbe állítás 2023-ban megkezdődött. Az új rakétarendszer a norvég Kongsberg Defence & Aerospace és az USA Raytheon Technologies által közösen fejlesztett NASAMS (National Advanced Surface to Air Missile System – Nemzeti Fejlett Felszín-Levegő Rakétarendszer). Ezzel a nemzeti légvédelem a 21. század szintjén építheti újjá a korábban elvesztett nagy magasságú és közepes hatótávolságú oltalmazási képességét.²⁷



13. ábra: V-750V közepes hatótávolságú légvédelmi rakéta TSzSzT szállító targoncán a szolnoki RepTárban
Forrás: a szerző felvétele

Összefoglalás

A szerző az egykori légvédelmi rakétás katonák által Cserépfaluban felállítani kívánt emlékmű létesítése során került kapcsolatba az SzA–75M Dvina és Sz–75M Volhov közepes hatótávolságú légvédelmi rakétakomplexumokkal. Bár ezek az eszközök (és azok típusváltozatai) három évtizeden át meghatározó fegyverek voltak a honi légvédelem és a Varsói Szerződés tagállamainak kezében, azokról – államtitok minősítésük miatt – viszonylag kevés nyílt szakirodalmi forrás áll rendelkezésre. A rendelkezésre álló szakanyagok és visszaemlékezések egybevetésével a szerző a két típuscsalád telepítésének, eszközeinek és rakétáinak általános bemutatására

²⁷ TÖMBÖL–JUHANCSIK 2021: 40–45.

vállalkozott. Az eszközök ismertetése során szándékosan nem tért ki a harceljárásokra és azok technikai hátterére, a harcvezetés rendszerére és összefüggéseire.

Az emlékmű végül kompromisszumos megoldással, az anyagi erőforrások és a lehetőségek figyelembevételével valósult meg. A szerző segítségével időjárás- és UV-álló, PVC-re kasírozott óriásplakát készült, amely fémkeretbe helyezett fatáblára került a korábbi márványtábla közelében (1. ábra). Az emlékmű avatására 2024. május 18-án került sor Zopcsák László ny. ezredes, egykori parancsnok és nagyszámú érdeklődő – korábban Cserépfaluban szolgáló hivatásos és sorkatona, valamint polgári alkalmazott – jelenlétében.

Felhasznált irodalom

- Ált/220 A Magyar Népköztársaság Fegyveres Erőinek Szolgálati szabályzata (1987). Honvédelmi Minisztérium.
- BIMBÓ József (1990): *Légvédelem korunk háborúiban*. Budapest: Zrínyi Katonai Könyv- és Lapkiadó.
- BENEDEK Levente (2014): MN2124, 11/1. honi légvédelmi rakétaosztály, Urak-Asztala. *Benedek Levente fotó és utazó blog*, 2014. február 19. Online: https://kameraaltal.blog.hu/2014/02/19/mn2124_11_1_honi_legvedelmi_raketaosztaly_urak-asztala
- ФАТИНА, А. А. – ЛЕБЕДЕВ, В. Н. – КИСЕЛЕВ, А. П. – МАСЛОБОВ, Д. С. (2017): *Работа с опасными веществами и компонентами ракетного топлива*. Практическое пособие Санкт-Петербурга: УДК. Online: <https://n9.cl/0e862>
- ГАНИН, С. – КОРОВИН, В. – КАРПЕНКО, А. – АНГЕЛЬСКИЙ, Р. (2003): Система-75. *Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра (Москва)*, № 03. 16–22., № 04.
- HIVÁCSKÓ Ferenc (2011): Fogalmak, definíciók, rövidítések, források. Budapest légvédelme anno [Hozzászólások]. *AZso.net*, 2011. január 19. Online: <https://azso.net/budapest-legvedelme-anno/fogalmak-definiciok-roviditesek-forrasok/>
- Internet Archive [é. n.]: 'Fan Song' Missile Control Radars (Russian Federation), Battlefield, Missile Control and Ground Surveillance Radar Systems. Online: <https://web.archive.org/web/20110815051824/http://articles.janes.com/articles/Janes-Radar-and-Electronic-Warfare-Systems/Fan-Song-missile-control-radars-Russian-Federation.html>
- KHL/33 Szakutasítás az SZ-75 és SZ-75M3 VOLHOV-3 technikai osztály harci munkájára (1987). Honvédelmi Minisztérium.
- LÁNCZI Péter (2017): Rakéták a Pilisben. *Turista Magazin*, (6), 54–65.
- Militavia (2021): Sz-75M Volhov (SA-2E Guideline). *Militavia*, 2021. október 9. Online: https://militavia.blog.hu/2021/10/09/sz-75m_volhov_sa-2e_guideline
- NAGY László – MEZŐ László szerk. (2024): *Honi légvédelem Miskolcon és környékén 1. (1951–1990)*. Miskolc: Budai Nyomda Kft.
- PALIK Mátyás Csaba (2011): Vadászpilóta gépek automatizált rávezetése VOZDUH-1M rendszerben I. rész. *Repüléstudományi Közlemények*, 23(3). Online: https://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2011_3/Palik_M-Cs_Vozduh_1.pdf
- ПЕТУХОВ, С. – ШЕСТОВ, И. (1999): *История создания и развития вооружения и военной техники ПВО сухопутных войск России*. [h. n.]: ВПК. Online: <https://kpov.ru/books/petuhov-shes-tov.htm>
- TÖMBÖL László – BÖCZ Lajos L. – JUHANCSIK János (2021): A földi telepítésű légvédelem új vezetési rendszere. *Haditechnika*, 55(3). Online: <https://doi.org/10.23713/HT.55.3.11>
- TÖMBÖL László – JUHANCSIK János (2021): *NASAMS – Légvédelem a XXI. században*. [h. n.]: HM Zrínyi Kiadó.

- TURCSÁNYI Károly – LABANCZ Sándor – RÁCZ János (1999): A haditechnikai biztosítás meghatározó tényezői a vegyes légvédelmi rakétaezrednél. *Katonai Logisztika*, 7(2), 72–84. Online: https://epa.oszk.hu/02700/02735/00029/pdf/EPA02735_katonai_logisztika_1999_2_072-084.pdf
- VERES Mihály (2000): Légvédelmi rakétafegyverek légterünk védelmében. *Haditechnika*, 34(3), 8–15.
- VERES Mihály (2002): *Légvédelmi tüzei és rakétások*. Veszprém: Szerzői magánkiadás.