

**Villányi György**  
**Egy érdekes kísérlet:**  
**Az Alekszejev-féle ekranoplán**

A Haditechnika 1992. évi 2. számában Óvári Gyula mérnök őrnagy tanulmánya ismertette a párnahatáson alapuló vízi-légi járművek működési elvét, fizikáját és az ismertebb változatokat. <sup>(1)</sup> A cikkben említés történt a Szovjetunióban az 1970-80-as években épített kísérleti járművekről, amelyek tervei az R. Je. Alexejev vezette tervezőirodában készültek, s amelyek építésük és próbáik idején szigorú titkot képeztek. A Szovjetunió felbomlása és a szovjet hadiipar titkainak kitárulkozása után ma már részletesebb információk állnak rendelkezésre ezekről a figyelemre méltó, különleges, úttörő jellegű járművekről.

A párnahatás elvén működő járművek, ismertebb nevükön ekranoplánok, átmenetet képeznek a vízi és légi járművek között. Ezek törzse a vízi repülőgépekhez hasonlóan úszótestként van kiképezve, de mozgás közben kiemelkednek a vízből és a szárnyfelületeiken képződő felhajtóerőt hasznosítva alacsonyan szálló repülőgépként haladnak, a vízi járműveket nagyságrendekkel meghaladó sebességgel. Az ekranoplánok két, már korábban is felismert fizikai elvet hasznosítanak: az egyik az, hogy ha a levegőben mozgó jármű repülési magassága kisebb, mint a szárnyfelület húrhorssza, akkor a gép szárnyfelületei és a felszín között légpárna alakul ki, nagyobb lesz az alsó szárnyfelületre ható nyomás, ennek következtében az alsó és felső szárnyfelületeken kialakuló nyomás-szívás különbsége, azaz a felhajtóerő megnövekszik. Ezért az ekranoplánokra a nagy húrhorsszúságú szárnyak jellemzők. A másik elv szerint a párnahatás járulékos nyomásnövekedése következtében elmarad a szárnyprofil kilépőéle mögött az áramlás lefelé fordulása, vagyis nem jön létre az előrehaladás hatásfokát rontó, a homlokellenállás mintegy felét kitevő indukált légellenállás. Ezen hatások kihasználásával az ekranoplánok kis magasságban, gazdaságos üzemanyag-felhasználással, viszonylag nagy sebességgel haladhatnak vízfelszín, vagy más sík felület (hó, jég) felett. Az ekranoplánok indulásához szükséges felhajtóerőt általában a felső szárnyfelületek megfűtésével állítják elő.

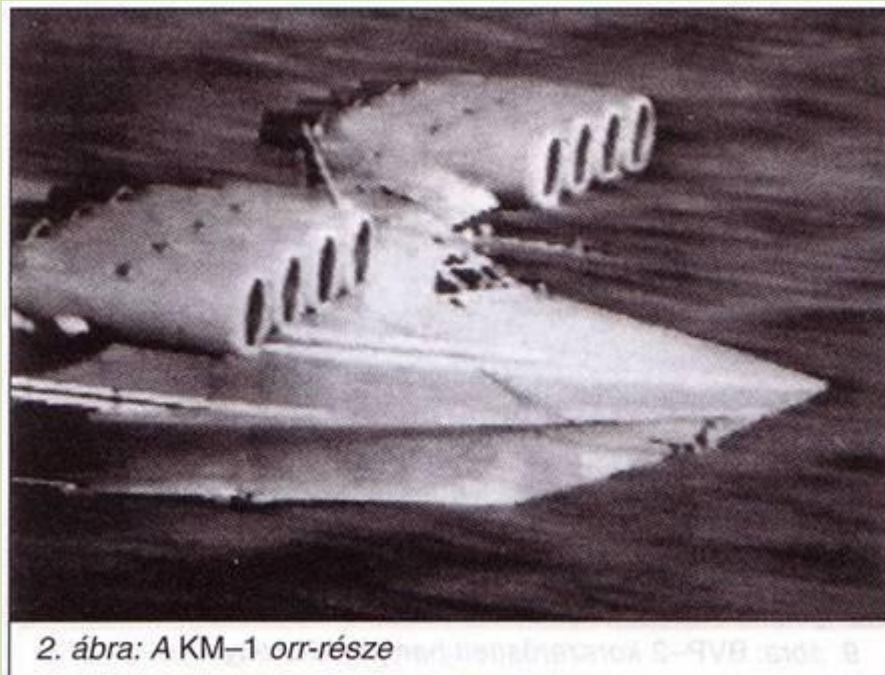
Rosztyiszlav Jevgenyjevics Alexejev önálló tervezőirodája (OKB) a háború után sugárhajtású repülőgépek tervezésével vált ismertté. Itt készültek a sorozatgyártásra nem került I-211, I-212 és I-215 típusjelű vadászgépek tervei, és ez az iroda készítette a Junkers gyár korábbi vezető konstruktőrének, Baade professzornak az irányításával a Tu-16 távolsági bombázógép versenytípusának, a kevésbé ismert 150 típusjelű bombázó repülőgépnak a terveit. A Nyizsnyij Novgorod-i Alexejev-tervezőiroda az 1950-60-as években számos ismert hordszárnyas hajótípus terveit dolgozta ki, és itt tervezték a Dunán is népszerű siklóhajókat is. Ezen fejlesztések csúcspontját jelentették a párnahatású vízi-repülőjárművek, az ekranoplánok.



1. ábra: A KM-1 röviddel a felszállás után

Az első Alexejev-féle ekranoplán az 1961-ben megépített *SM-1* Utká (Kacsa) volt. Ez egy háromszemélyes, nyitott légi jármű volt, amelyet egy *M11F* dugattyús repülőgépmotor hajtott, légcsavar segítségével. Az *SM-1* hordszárnyai nyugvó helyzetben a vízben feküdtek, de menet közben a gép mintegy 2-3 m magasan repült a felszín felett. A kísérleti gépet maga a tervező, Alexejev is kipróbálta. Az *SM-1* igazolta a működési elv megvalósíthatóságát és életképességét. Ezt követően az Alexejev-iroda nyolc különböző kísérleti járművet épített különböző szárny- és kormányfelület-elrendezések, valamint hajtásrendszerek kipróbálására.

Alexejev legismertebb ekranoplánja az eddig épült legnagyobb légi jármű a Kaszpi-tengeri Szörny volt. Az 1970-es évek közepén a világ hírközlő szervei egy korábban nem ismert méretű, szokatlan kinézésű járműről készült - gyenge minőségű - filmet mutattak be, amely hatalmas feltűnést keltett világszerte. Ez a jármű a gorkiji (ma Nyizsnyij Novgorod) székhelyű Alexejev-iroda által tervezett és épített *KM-1* típusú szállító ekranoplán volt, amelyet a típusjelzés betűi alapján a világsajtó a Kaszpi-tengeri Szörnynek (Caspian Monster) nevezett el. A KM betűk jelentése valójában a Karablj-Maljut (Hajócska vagy Modellhajó) volt. A *KM-1* a maga mintegy 100 m törzshosszával és 10 sugárhajtóművével valóban rászolgált külföldi elnevezésére.



2. ábra: A KM-1 orr-része

A *KM-1* terveit az Alexejev-iroda az 1960-as évek közepén dolgozta ki. A terv megvalósíthatóságának vizsgálatára 1:5 arányú, személyzet által vezetett kismintát építettek. Az *SM-8* típusmegjelölésű méretarányos modellel szerzett tapasztalatokat hasznosították azután a *KM-1* megépítésénél. Az építést az iroda Kaszpi-tengeri szerelőüzemében végezték, a Volga torkolatában. A hatalmas szerkezetet nem lehetett egyben megépíteni, ezért külön készült az úszótestként kialakított törzs a vezérsíkokkal, a hajtóműveket magukban foglaló két első vezetősárny és a két szárnyfelület, a szárnyvégeken kialakított támasztóúszókkal. A fődarabokból ezután egy szárazdokban szerelték össze a gépet. A vízre bocsátás 1966-ban történt meg. A törzs elején kialakított, mintegy 26 m fesztávolságú, kacsá elrendezésű vezetősárnyakba mindkét oldalon négy-négy *Kuznyecov NK-8-4K* típusú, kétáramú sugárhajtóművet építettek, amelyek mindegyike kb. 12 kN tolóerőt szolgáltatott. A különleges kivitelű hajtóműveket a sós vízű környezetre való tekintettel rozsdamentes nemesacélok nagymértékű felhasználásával készítették. A hajtóművek beömlőnyílásait a vízpermet és idegen tárgyak behatárolása ellen áramvonalas védőburkolattal látták el, a sugárcsővekre ívelt terelőlemezt szereltek, amely a gázsugarat a szárnyak felső felületére áramoltatta, biztosítva induláskor a felhajtóerő létrehozásához szükséges áramlást. A megközelítően négyzet alakú, kis vastagságú szárnyak fesztávolsága mintegy 42 m, húrhosszuk 20 m volt. A nyílazott belépőélű, T-elrendezésű vezérsíkok V állásúak voltak, 23°-os állásszöggel. Fesztávolságuk megközelítette a szárnyakét, ez 40 m volt. A függőleges vezérsík két oldalára szerelték a két ugyancsak *Kuznyecov NK-8-4K* típusú menethajtóművet. Ezeket olyan magasan helyezték el, hogy legnagyobb sebesség mellett sem juthatott víz a belsejükbe. A függőleges és vízszintes vezérsíkok metszéspontjában építették be a fedélzeti radart. A gép személyzete három főből, a parancsnokból, a segédvezetőből és a fedélzeti mérnökből állt.



3. ábra: A KM-1 kikötőbe vontatása

A gép méretei miatt kikötői vontatónak kellett kivontatni a nyílt tengerre. Induláskor a nyolc sugárhajtómű működése hatalmas vízpermet-felhő képződésével járt. A felgyorsítás során a gép hatalmas teste lassan kiemelkedett a vízből és mintegy 5 m magasban lebegett. A párnahatás következtében a KM-1 legnagyobb repülési magassága 25-30 m lehetett, de ezt a kedvezőbb felhajtóerő-viszonyok biztosítása érdekében általában nem használták ki. A gép nagynyomású légpárnán siklott 540 km/h legnagyobb sebességgel, ezért üzemanyag-fogyasztása igen kedvező volt, mintegy negyede egy hasonló tolóerejű repülőgépnek.

A KM-1 ekranoplán 1973-ban 544 t indulótömegével a repülőeszközök között korábban elképzelhetetlen terhelési világrekordot, 540 km/h sebességével a vízi járművek számára hihetetlen sebességi rekordot állított fel. A gépet a próbaüzem folyamán megtévesztés céljából különböző oldalszámokkal mutatták, így ismertek fénykép- és filmfelvételek 04, 07 és 08 oldalszámokkal, azt sugallva, mintha a gépből 10 példány állt volna szolgálatba. Az időközben nyilvánosságra került adatok azonban azt igazolták, hogy a KM-1-ből, minden idők eddigi legnagyobb repülőeszközéből mindössze két példányt építettek, egyet üzemi kísérletek, egyet pedig statikus vizsgálatok elvégzése céljából.

Az üzemi példány sorsa tragédiába torkollott: egy nagy sebességű próba során a gép a vízfelülettel ütközhetett és kigyulladt. Ez a baleset rámutatott az ekranoplánok alapvető hiányosságára, vagyis hogy azok csak viszonylag sima felület felett, legfeljebb 3-3,5 m hullámmagasságig tudnak üzembiztosan közlekedni.





A KM-1 megépítése után az Alexejev-tervezőiroda egy annál gazdaságosabb, polgári célokra is hasznosítható ekranoplánt, az Orljonokot (Sasfiók) tervezte és építette meg. A gépet a taganrogi Berjev vízirepülőgép-tervezőiroda gyárában építették meg, annak A 90 típusjelzése is a Berjevirodára utal. (A 40: Albatrosz sugárhajtóműves vízi repülőgép, A 50: - NATO-megjelölés Madcap - az IL-76 szállító repülőgép légtérelőző AWACS változata.)



Az A 90 ekranoplán három hajtóműves, alsószárnyas vízi repülő szállítóeszköz volt. Az újszerű elrendezés úszó és repülőtulajdonságainak vizsgálatára ebben az esetben is először egy személyzet által vezetett, méretarányosan kicsinyített modellt építettek, ennek típusjele SM-6 volt. Az ismertté vált fényképes ábrázolásokon feltűnő a gép 6M80 jelzése, amely hasonló a szovjet hadseregben rendszeresített tüzérségi irányított rakéták jelzésrendszeréhez.



6. ábra: A Luny jármű, az egyetlen 6 robotrepülőgéppel felszerelt változat

A végleges típus a KM-1-hez hasonlóan T-elrendezésű nyílazott vezérsíkokkal rendelkezett, ezek csatlakozási pontjába építették be a *Kuznyecov* NK-12M légesavaros gázturbinás menethajtóművet. A *Tu-95*, *Tu-114*, *Tu-142* és *An 22* repülőgépeken is alkalmazott, 11 033 kW (15 000 lóerő) tengelyteljesítményű hajtómű által hajtott koaxiális légesavarok biztosították a jármű haladásához szükséges tolóerőt. Induláskor a felhajtóerőt két, egyenként 10,35 kN tolóerőt szolgáltató *Kuznyecov* NK-8-2M típusú sugárhajtómű állította elő, amelyek gázsugara a felső szárnyfelületet fújta meg. A sugárhajtóműveket szokatlan megoldással a géporr két oldalán a törzsbe építették, a törzsorr felső felületén, a vezetőkabin előtt kialakított szívónyílásokkal és a törzs két oldalán elhelyezett, a szárnytő felső felülete felé irányított kifúvócsatornákkal.



7. ábra: Az SM-6 és KM-1 egymás mellett

Az *A 90 Orljonok* szárnyfesztávja 31,5 m, törzshossza 58,1 m, magassága 16 m volt. A gép 3,3 m széles törzsében 28 t hasznos terhet vagy személyszállító változatban két szinten 300 utast tudott szállítani. A teherszállítmány be- és kirakodásakor a gép orrát a fülke és a harci rész mögött oldalra ki lehetett hajtani. A 140 t legnagyobb indulótömegű *Orljonok* legnagyobb repülési távolsága a vízfelszín felett 1-4 m magasságban 350 km/h sebességgel repülve 1500 km.



8. ábra: Az A-90 Orlyonok szárazföldi rakodási lehetősége

Az 1970-es évek második felében megépített *A 90 Orlyonok* prototípus elsősorban katonai célokat szolgált, ezért azt a vezetőkabin mögött elhelyezett forgatható toronyba beépített 41 mm űrméretű gépágyúval is felszerelték. A navigációs és célfelderítő radart egy árbocra szerelve a lövegtorony mögött helyezték el. A gépet az akkoriban kiépítés alatt álló *RSzD 10* (NATO-kód: SS 20) középtávú rakétarendszerbe is be kívánták illeszteni mint a rakéták vízi szállításának eszközt.

Az Alexejev-tervezőiroda harmadik nagyméretű ekranoplán típusa a *Luny* (Héja) típusmegjelölést viselő harci ekranoplán volt. Az iroda 1970-ban kapott megbízást a típus megtervezésére és kifejlesztésére, a tervezést V. V. Szokolov főkonstruktor irányította. Feladata egy nagy sebességű, sekélyebb part menti vizeken is használható, hajók elleni fegyverzettel ellátott, nagy tűzerejű vízi jármű kialakítása volt. Számos előtanulmány és tízéves, addig ismeretlen utakon járó fejlesztési munka eredményeként a típus koncepciója 1980-ra alakult ki. Az építési munkákat még a tervek végső jóváhagyását megelőzően, 1983-ban megkezdték a Kaszpi-tengernél lévő Volga ipari komplexumban. Az új repülőeszközt 1986. július 16-án bocsátották vízre, majd felszerelés céljából Kaszpijszkba szállították át.



9. ábra: Az SM-6 próbaútja

1987 márciusában kezdődtek meg a két éven át tartó üzemi próbák a tervezőiroda irányításával, amelyek 1989 júliusában zárultak. Az állami elfogadó vizsgálatokra 1989 decemberében került sor. Addig azonban számos műszaki nehézséget kellett leküzdeni, mert a *Luny*, tekintettel a beépített fegyverrendszerre, elődeinél jóval komplexebb rendszert képezett.





10. ábra: Az A-90 típus mint hadseregben alkalmazott példány

A 73,8 m hosszú, 44 m fesztávolságú, 21 m magas *Luny* felépítésében a *KM-1* alapelrendezését követte, de a fegyverrendszer alkalmazása a vezérsíkon elhelyezett menet-hajtóművek elhagyását igényelte. Ezért a *Luny* hajtóerejét az első hajtómű-tartószárnyakon beépített nyolc darab *Kuznyecov NK-87* indító sugárhajtómű szolgáltatta. A gép orr-részában helyezték el a navigációs radart, és a gépet újonnan kifejlesztett vezérlési rendszerrel látták el. A 400 t induló tömegű *Luny* hajtóműveinek tolóereje csendes vízen 550 km/h legnagyobb sebesség elérését tette lehetővé. Az egy üzemanyag-feltöltéssel elérhető hatótávolság 3000 km volt.



11. ábra: Az A-90-es tengeri próbán

A *Luny* alapfegyverzetét hat darab *Masinosztrojenyie 3M80 Moszkit* (NATO-jelzés: SS-N-22 Sunburn) típusú, hajók elleni irányított repülőeszköz képezte, amelyeket a törzs felső részén, mintegy 15°-os szögben, rögzítetten beépített indítókonténerben helyeztek el, ezek mögött megfelelő sugárterelőket képeztek ki. A tűzvezető állást az első páros indítócső afatt helyezték el. A függőleges vezérsíkon és a vízszintes vezérsíkok felett beépítve három nagyméretű radardóm szolgált a célfelderítő és tűzvezető rendszerek számára.



A *Luny* harci ekranoplán állami elfogadását követően, 1990 és 1992 között próbaszolgálatot teljesített a Kaszpitengeren az orosz haditengerészet kötelékében. Ennek során vizsgálták katonai alkalmasságát, és több rakétaindítási próbát is végeztek különböző sebességeken. Időközben megkezdték a típus második egységének építését is.



12. ábra: A KM-1 mint a legnagyobb megépült típus a tengeren

Az ígéretesnek induló programnak azonban az orosz gazdaság válsága, a katonai költségvetés megkurtítása vetett véget. A programot törölték, a háromnegyed részben elkészült második egységnek pedig új feladatot kerestek. 1990 augusztusában kapta meg a tervezőiroda a megbízást a Szpaszatyel (Mentőhajó) elnevezésű program megvalósítására. A programot V. N. Kirilovics főkonstruktor irányította. A Szpaszatyel-program a következő fő célok elérését tűzte ki:

- bajba jutott hajók személyzetének mentése; - űrkabinok és más repülőtárgyak kimentése;
- mentés és segítség szállítása természeti katasztrófák esetén;
- tengeri tűzoltás;
- őrzárazás és szállítási feladatok ellátása.

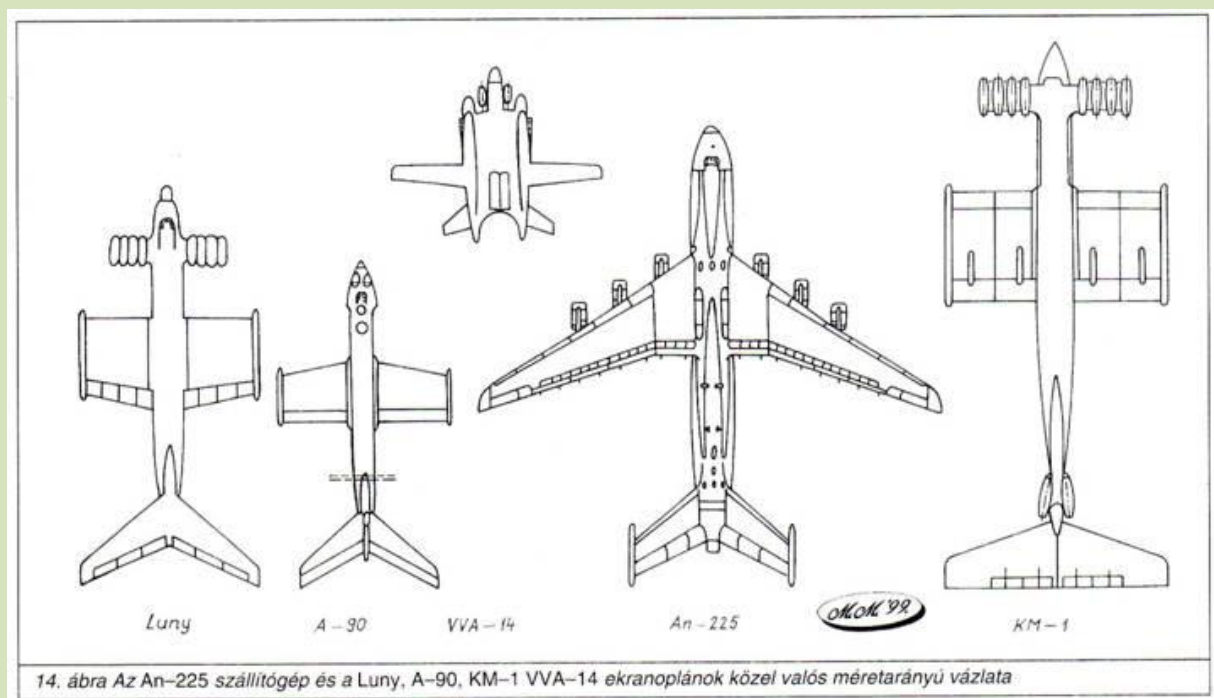
A második *Luny* fegyverrendszerét és az azt kiszolgáló berendezéseket kiszerezték, és az ily módon átalakított Szpaszatyel kétszintes belső terét műtőteremmel is ellátott kórházként alakították ki. Nem nagy átalakítással azonban azt 300 személy szállítására alkalmas berendezéssel is el lehetett látni. A krónikus pénzhiány azonban a Szpaszatyel befejezését sem tette lehetővé, így annak üzembe helyezése a mai napig nem történt meg.



13. ábra: A Luny típus sajtó részére kiadott képe rakéták nélkül

Az Alexejev-féle óriás ekranoplánok továbbfejlesztésére és a világpiacon történő értékesítésére amerikai-országi vegyesvállalatot hoztak létre, mégsem sikerült tökéletes gyártót találni ennek a forradalmian újszerű vízi- és légijárműnek a hasznosítására.

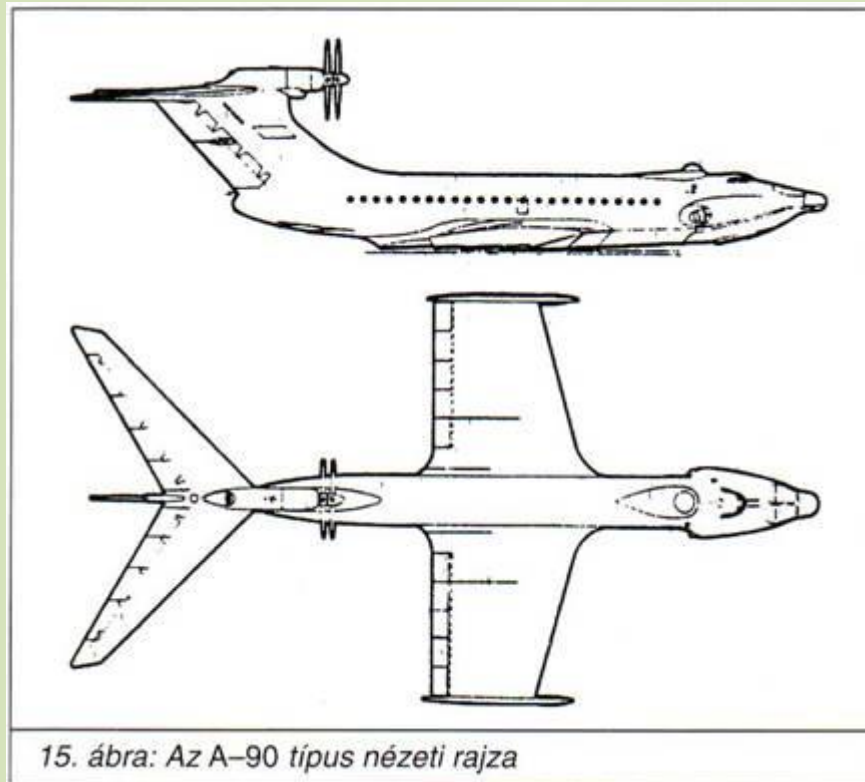
Az Alexejev-féle ekranoplánok mellett még említést kell tenni egy hasonló elven működő, de kialakításában attól jelentősen eltérő géptípusról. A VVA 14 típusmegjelöléssel épített szerkezet főtervezője az olasz születésű, de a volt Szovjetunióban tevékenykedő Robert Ludvigovics Bartini mérnök volt, akinek a neve az 1930-as évek közepén a STAL 6, 7 és 8 típusú, forradalmian újszerű repülőgépek megépítésével vált ismertté. Bartini több évtizedes szünet után tervezte meg a VVA 14 típust, amelynek egyetlen példányát szintén a Berjev-tervezőiroda taganrogi üzeme építette meg.



14. ábra Az An-225 szállító gép és a Luny, A-90, KM-1 VVA-14 ekranoplánok közel valós méretarányú vázlata

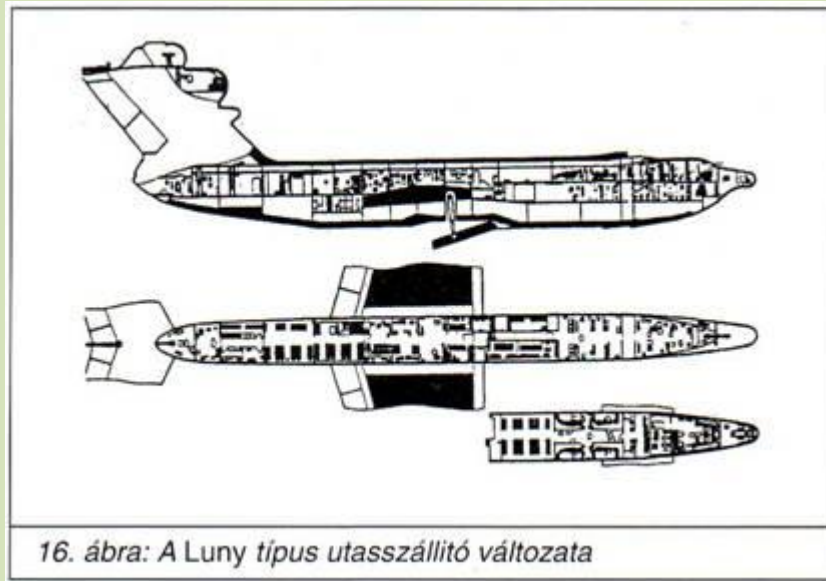
A VVA 14 szokatlan formájú repülőeszköz volt, karcsú szárnyakkal és széles, lapos alsórészű, felhajtóerőt képező katamarán-jellegű törzsközéprésszel. A szárazföldi repülő-

terekre behúzható futóművel felszerelt gép a vízfelületen két kiereszthető úszótestével feküdt fel. Noha a szakirodalom az ekranoplánok közé sorolja, ezen besorolás nem tekinthető egyértelműnek. Egyes szakemberek véleménye szerint a Bartini-féle szerkezet inkább volt tekinthető függőlegesen felszálló (VTOL) repülőgéppel, hiszen induláskor a felhajtóerőt 12 darab függőleges helyzetben beépített *Koleszov RD 36-35PR* emelő sugárhajtómű szolgáltatva volna. A vízszintes repüléshez szükséges tolóerőt a törzs tetején, a kettős kormányfelületek között elhelyezett két hajtóműgondolába beépített Szolovjov D 30N kétáramú sugárhajtóművek fejtették ki. A gép típusjelzése is a 14 beépített hajtóműre utal.



15. ábra: Az A-90 típus nézeti rajza

Az egyetlen elkészült Aeroflot cégjelet viselő, CCCP 19172 lajstromjelű prototípusba az emelő hajtóműveket soha nem építették be, azt csak mint egyszerű, kétéltű (amfibia) repülőgépként felszálló, menet közben párnahatást kifejtő repülőgépet vetették alá üzemi próbáknak. A Bartini-Berjev-féle ekranoplán ma az orosz légierő monyinói múzeumában látható.



16. ábra: A Luny típus utasszállító változata

Forrás: Flieger Revue 1/1996. és 511996. sz. nyomán. Jablonszkij P. P.: Krilatie Szuda  
Otyecsesztva  
1997. Moszkva

A szerkesztőség köszönetét fejezi ki Daczi Pálnak a rendelkezésre bocsátott  
szakirodalomért.

Villányi György

***Az archiváló megjegyzései:***

*(1) A hivatkozott számban nem található meg ez a cikk. Az írás a Haditechnika 1993. év 2. számában a 2-7. oldalakon olvasható.*