

Csengeri János őrnagy – Krajnc Zoltán ezredes – Daniel Passbach alezredes:

AZ UKRÁN LÉGIERŐ/LÉGVÉDELEM RELATÍV SIKERES ALKALMAZÁSA ÉS A PILÓTA NÉLKÜLI REPÜLŐRENDSZEREK SZEREPE AZ OROSZ–UKRÁN HÁBORÚBAN – JUSTIN BRONK ELEMZÉSEINEK ÖSSZEGZÉSE

ÖSSZEFOGLALÓ: Az ukrán légierő sikeres védekezése az orosz–ukrán háború során kulcsfontosságú tényező volt Ukrajna számára. A gerillajellegű légi taktikák és a jól szervezett légvédelem sikeresen akadályozták meg az orosz légierőt a légi fölény megszerzésében. Emellett a pilóta nélküli rendszerek, különösen a Bayraktar TB2 drónok, meghatározó szerepet játszottak a modern harcokban. A szerzők alapvetően Justin Bronk publikációi alapján elemzik az ukrán légierő tevékenységét, hatékonyságát és a drónok növekvő szerepét a modern hadviselésben.

KULCSSZAVAK: ukrán légierő, légvédelem, gerillajellegű légi taktikák, Bayraktar TB2, pilóta nélküli rendszerek, technológiai innováció

A SZERZŐKRŐL:

- Csengeri János őrnagy (PhD), egyetemi docens (NKE HHK)
- Krajnc Zoltán ezredes (PhD), egyetemi tanár (NKE HHK)
- Daniel Passbach alezredes, véderőattasé (Németországi Szövetségi Köztársaság Nagykövetsége, Budapest)

AZ UKRÁN LÉGIERŐ RELATÍV SIKERE, HATÉKONYSÁGA

Az orosz–ukrán háború során az ukrán légierő hatékonysága a konfliktus egyik legmeglepőbb aspektusa volt. Bár az ukrán légierő – különösen a háború első szakaszában – technológiai és mennyiségi szempontból jelentősen alulmaradt az orosz légierővel szemben, mégis képes volt alkalmazkodni a körülményekhez, és hatékonyan védekezni az orosz légitámadásokkal szemben. Justin Bronk elemzése szerint az ukrán légierő sikerének kulcsát a rugalmas taktikai alkalmazkodás, a jól szervezett légvédelem és a nyugati hírszerzési támogatás jelentette.

Gerillajellegű légi hadviselés

Az ukrán légierő egyik legnagyobb előnye a konfliktus kezdetén az volt, hogy képes volt alkalmazkodni a túlerőben lévő orosz légierő jelenlétéhez. Míg Oroszország masszív légitámadásokra készült, az ukrán légierő *gerillajellegű légi hadviselési taktikát* alkalmazott. Mivel az ukrán MiG–29 és Szu–27 típusú vadászpilóta nélküli repülőgépek közvetlen levegő-levegő összecsapásban alulmaradnának az orosz Szu–35 vagy a Szu–30 típusú repülőgépekkel szemben, ezért gyors, meglepetésszerű támadásokat hajtott végre, majd azonnal visszavonultak a jól elrejtett légibázisokra vagy más védett területekre.

Az ukrán pilóták gyorsan és kis csoportokban támadtak, majd visszavonultak (*air-to-air hit-and-run attacks*), a meglepetés, a gyorsaság és az orosz légi eszközökkel szembeni

minimális kitétség stratégiáját követve. Ez megnehezítette az orosz légierő számára, hogy célzott válaszcsepásokat hajtsanak végre.

Ezek a rövid időtartamú, célzott légi műveletek jelentősen csökkentették az ukrán légi erő veszteségeit, miközben a maximális hatékonyságot biztosították az ellenséges csapatok és eszközök ellen. Az ukrán erők kihasználták azt is, hogy az orosz légierő kevésbé volt rugalmas, és gyakran hosszú időre volt szükségük a támadási műveletek előkészítéséhez.¹

Légvédelem és mobilitás

Az ukrán légierő sikerének másik kulcsfontosságú eleme az volt, hogy képes volt *kombinálni a légi műveleteket a jól szervezett légvédelemmel*. Ukrajna szovjet korszakból származó, de hatékony légvédelmi rendszereket használt, mint például az Sz–300 és a Buk–M1, amelyeket stratégiai pozíciókban helyeztek el, hogy megvédjék az ukrán városokat és katonai létesítményeket az orosz légicsapásokkal szemben. Az ukrán erők képesek voltak mozgékonyan alkalmazni ezeket a rendszereket, gyorsan megváltoztatva azok pozícióit, hogy elkerüljék az orosz válaszcsepásokat. Továbbá a rakéta kilövése után következetesen kikapcsolják a légvédelmi radarrendszereiket, hogy elkerüljék az ellenséges radar elleni rakéták általi észlelést és célba vételt, megakadályozva az azonnali ellentámadást.

Az ukrán légvédelem hatékonysága abban is megnyilvánult, hogy az orosz légierő kénytelen volt nagyobb magasságokban és távolabbról végrehajtani támadásait, ami csökkentette a precíziós csapások pontosságát. Ennek következtében az orosz légierő nem tudta szisztematikusan megsemmisíteni az ukrán légvédelmet, így az ukrán légierő és légvédelem folyamatosan működőképes maradt a konfliktus kritikus szakaszaiban.²

Nyugati hírszerzési és technikai támogatás

Az ukrán légierő további jelentős előnye a *nyugati hírszerzési és technikai támogatás* volt. Az Amerikai Egyesült Államok és más NATO-országok felderítési és hírszerzési adatokkal látták el Ukrainát, amelyek lehetővé tették az ukrán erők számára, hogy gyorsan reagáljanak az orosz támadásokra. A *műholdas felvételek* és a valós idejű hírszerzés segített az ukrán légierőnek az orosz katonai mozgások követésében, lehetővé téve, hogy célzott csapásokat mérjenek az orosz erőkre, különösen a logisztikai és a tüzéségi állásokra.

Emellett az ukrán légierő számára a Nyugatról szállított fejlett technológiai eszközök, mint például a NASAMS, a Patriot, az IRIS–T SLM és a Gepard légvédelmi rendszerek, jelentős segítséget nyújtottak. Ezek a rendszerek nemcsak a nagyobb repülőgépekkel és rakétákkal szemben voltak hatékonyak, hanem a kisebb drónok ellen is, amelyek fontos szerepet játszottak a harctéri felderítésben és célpontmegjelölésben. Az ukrán légvédelem nyugati támogatása nagyban hozzájárult ahhoz, hogy az ukrán erők megakadályozzák az orosz légierő teljes dominanciáját.³

¹ Perun: The Ukraine Air-War in 2024.

² Bronk et al. 2022, 14., 26.

³ Uo. 36.

Drónok integrálása a légi műveletekbe

Az ukrán légierő hatékonyságának fontos eleme volt a *drónok széles körű használata*. Az ukrán erők kezdetben különösen sikeresen alkalmazták a Bayraktar TB2 típusú drónokat a felderítés és a tüzérségi célpontok azonosítása terén. Ezek a drónok lehetővé tették az ukrán erők számára, hogy pontos csapásokat mérjenek az orosz harcokocsikra, tüzérségi állásokra és légvédelmi rendszerekre, minimalizálva a civil áldozatokat és a fölösleges pusztítást.

A drónok szerepe azonban nem korlátozódott pusztán a felderítésre: az ukrán erők drónokat használtak célzott támadások végrehajtására is, amelyek közvetlenül nehezítették az orosz csapatok és járművek mozgását. Az ukrán légierő integrálta a drónokat a légvédelembe is, elősegítve az orosz légi műveletek megzavarását, valamint csökkentve az orosz drónok és harci repülőgépek hatékonyságát.⁴

KORLÁTOZOTT OROSZ LÉGI FÖLÉNY ÉS ALKALMAZKODÓKÉPESSÉG

Az ukrán légierő hatékonysága részben annak volt köszönhető, hogy az orosz légierő nem tudott jelentős *légi fölényt* kialakítani Ukrajna felett. Az ukrán légierő, bár technológiailag hátrányban volt, folyamatosan képes volt működni, köszönhetően a jól alkalmazkodó taktikáknak és a mozgékony légvédelmi rendszereknek. Az orosz légierő gyenge koordinációja és az ukrán légvédelem elnyomására irányuló (Suppression of Enemy Air Defences – SEAD) műveletek hiánya lehetőséget adott az ukrán légierő számára, hogy meglepő és hatékony támadásokat hajtson végre.

Az ukrán légierő alkalmazkodóképessége és az orosz légierő korlátai azt jelentették, hogy a konfliktus légi dimenziója sokkal kiegyenlítettebbé vált annál, mint azt sok elemző előre jelezte. Az ukrán erők rugalmas és hatékony válaszokat tudtak adni az orosz légitámadásokra, és ez jelentős mértékben hozzájárult a háború kimenetelének alakításához.

A háború első évének eseményeiről megállapítható, hogy az ukrán légierő hatékonysága nemcsak a technikai és a katonai felkészültség eredménye volt, hanem a taktikai rugalmasság és a kiszámíthatatlanság, a jól szervezett légvédelem, valamint a nyugati hírszerzési és technológiai támogatás is. Ezek az elemek együtt segítették az ukrán légierőt abban, hogy sikeresen megvédje Ukrajna légterét és elhárítsa az orosz légierő támadásait.

PILÓTA NÉLKÜLI ÉS TÁVIRÁNYÍTOTT REPÜLŐRENDSZEREK SZEREPE

Az orosz–ukrán háború során a drónok és más pilóta nélküli rendszerek kulcsszerepet játszottak mindkét fél számára, alapvetően megváltoztatva a harcmodort és a hadműveletek hatékonyságát. A drónok szerepe különösen kiemelkedő volt a felderítésben, a célpontok kijelölésében és a precíziós csapások végrehajtásában. Mind Ukrajna, mind Oroszország széles körben alkalmazta a pilóta nélküli rendszereket, ám ezek hatékonysága és szerepe eltérő volt a két fél katonai stratégiájában.

⁴ Perun: Drones in Ukraine... 2022.

Ukrajna drónhasználata: a Bayraktar TB2 hatékonysága

Az ukrán erők különösen sikeresen alkalmazták a *drónokat* a konfliktus során. A Bayraktar TB2 török gyártmányú drón különösen hatékonynak bizonyult, mivel lehetővé tette az ukrán tűzérség számára, hogy precíziós csapásokat mérjen az orosz erőkre. A Bayraktar TB2 viszonylag alacsony költségű, de rendkívül hatékony felderítő- és harci drón, mert fegyverzettel is felszerelhető. Képes közvetlen csapásokat mérni páncélozott járművekre, tűzérségi állásokra, valamint ellenséges légvédelmi rendszerekre, mindemellett valós idejű felderítési és megfigyelési funkcióval is rendelkezik.

A Bayraktar TB2 segítségével az ukrán erők számos orosz harckocsit, tűzérségi egységet és más kulcsfontosságú célpontot semmisítettek meg. A drónok által végzett felderítőtevékenységek szorosan összekapcsolódtak az ukrán tűzérségi támadásokkal, lehetővé téve a célok pontos azonosítását és támadását. Az ukrán erők a drónokat nemcsak a harcmezőkön, hanem az orosz logisztikai vonalak ellen is hatékonyan használták, megzavarva az utánpótlás szállítását és az orosz csapatok ellátását.

Az ukrán drónstratégia nagy előnye az volt, hogy a pilóta nélküli rendszerek használata jelentősen csökkentette az emberi veszteségeket, miközben maximális hatékonyságot biztosított az ellenséges csapatokkal szemben. A Bayraktar TB2 sikere növelte Ukrajna esélyeit a harctéren, és hozzájárult ahhoz, hogy az ukrán erők felvegyék a harcot a nagyobb és technológiailag fejlettebb orosz haderővel.

Az 9K33 Osa légvédelmi rendszer (SA-8 Gecko) egy szovjet fejlesztésű, önjáró, rövid hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer, amelyet az 1970-es években rendszeresítettek. Ukrajna a rendszer több változatát is örökölte a Szovjetunió széthullását követően, és ezek továbbra is az ország légvédelmi kapacitásának fontos részét képezik.

Osza-AKM (SA-8B Gecko Mod 1)

Az Osza rendszer modernizált változata, amelyet az 1980-as években fejlesztettek ki. A változat legfőbb újítása a továbbfejlesztett célfelderítő és célkövető radar, amely képes alacsonyan repülő célpontokat, például drónokat, helikoptereket és támadó robotrepülőgépeket észlelni. Hatótávolsága 1,5–15 km, hatómagassága 12 km, a rakéta típusa 9M33M3, amely nagyobb pontosságot és hatékonyságot biztosít.

Osza-AK (SA-8A Gecko)

Ez a rendszer az eredeti Osza modernizált változata. A radar- és tűzvezető rendszer egyszerre több célpontot képes kezelni. Ez a típus ideális kisebb katonai egységek kíséretében történő légvédelmi támogatás biztosítására. Hatótávolsága 1,5–12 km, hatómagassága 5 km.

Az Osza légvédelmi rendszer egy önjáró harcjárműre telepített, teljesen integrált radar- és rakétakomplexumból áll. A jármű 360°-os forgatható radarja egyszerre akár hat-tíz célpontot is képes követni, miközben a rendszer 1-2 célpontot támadhat. A rakéták parancsközlő vezérléssel működnek, ami megnehezíti az ellenséges elektronikus zavaróeszközök hatékony alkalmazását.

Az ukrán erők számára különösen értékes mobilitása, mivel a rendszer gyorsan telepíthető és újrapozicionálható a harctéri körülményekhez igazodva. Az Osza légvédelmi rendszer továbbra is kulcsszerepet játszik az ukrán légvédelmi hálózatban, különösen a mozgó szárazföldi egységek védelmében.

Forrás: ODIN.⁵

⁵ 9K33 Osa (SA-8 Gecko)...

Az orosz légvédelem és az elektronikus hadviselés adaptációja miatt azonban a konfliktus során csökkent a Bayraktar TB2 harci hatékonysága. Ennek eredményeképpen ezeket a drónokat ma már főként felderítési feladatokra használják, ahol továbbra is értékes információkat szolgáltatnak az Ukrán Fegyveres Erők számára.⁶

Orosz drónok alkalmazása: felderítés és tűzvezetés

Oroszország szintén széles körben alkalmazta a drónokat, különösen a felderítés és a tűzvezetés terén. Az orosz erők által használt drónok közül kiemelkedik az Orlan-10, amelyet főként felderítési célokra használtak, és lehetővé tette az orosz erők számára, hogy valós idejű adatokat gyűjtsenek az ukrán csapatok mozgásáról, tűzérési állásokról és egyéb katonai célpontokról. Az orosz drónok felderítési tevékenysége közvetlenül kapcsolódott az orosz tűzérési támadásokhoz, amelyek pontossága és hatékonysága jelentősen javult a drónok által szolgáltatott adatoknak köszönhetően.

Bár az orosz drónok hasznosak voltak a felderítésben, Oroszország nem tudott olyan hatékony támadó drónstratégiát kialakítani, mint Ukrajna. Az orosz erők ritkábban alkalmazták a drónokat közvetlen támadásokra, az alkalmazásuk többnyire a tűzérségük tűzvezetésére korlátozódott. Az orosz drónok által nyújtott információk azonban továbbra is kritikus szerepet játszottak abban, hogy az orosz tűzérség pontosabb csapásokat mérhessen az ukrán erőkre, különösen a háború kezdeti szakaszában.

Cirkáló löszerek és ukrán drónellenes technológiák

Mind Oroszország, mind Ukrajna alkalmazott *kamikaze drónokat* a konfliktus során. Ezek a pilóta nélküli rendszerek – más néven cirkáló löszerek (Loitering Munitions – LM) – arra vannak tervezve, hogy egy célpont közelében keringjenek, majd célba találva megsemmisítsék azt. Az orosz erők különösen az iráni Sahed-136 drónokat alkalmazták az ukrán energetikai infrastruktúra és katonai célpontok elleni támadások során. Ezek a drónok alacsony költségük miatt rendkívül hatékonyak voltak, és nagy számban bevethetők, így megnehezítették az ukrán légvédelem dolgát.

Az ukrán erők hatékonyan védekeztek az orosz drónok ellen a *Nyugattól kapott drónellenes rendszerek* segítségével. Ezek a technológiák – köztük rádiófrekvenciás zavarórendszerek és speciális drónellenes fegyverek – lehetővé tették az ukrán erők számára, hogy zavarják az orosz drónok kommunikációs rendszereit, vagy akár meg is semmisítsék azokat a levegőben. Az ukrán légvédelem kiegészítéseként használt drónellenes technológiák jelentős mértékben korlátozták az orosz drónok hatékonyságát, különösen a kamikaze drónok elleni védekezés során.

A drónok és a pilóta nélküli rendszerek növekvő szerepe

A háború első évének egyik legfontosabb tanulsága, hogy a *drónok és a pilóta nélküli rendszerek* a jövő háborúinak fontos elemeivé válnak. A konfliktus rávilágított arra, hogy a drónok milyen hatékonyak lehetnek a felderítés, a tűzérési támogatás és a közvetlen támadások terén. A drónok képesek minimalizálni az emberi veszteségeket, miközben maximalizálják

⁶ Military Aviation History: The Downfall of Bayraktar... 2024.

a precíziós csapások hatékonyságát. Az ukrán és orosz erők egyaránt megtapasztalták, hogy a dróntechnológia megfelelő alkalmazásával megváltoztatható a hadműveletek dinamikája.

A drónok szerepe várhatóan tovább növekszik a jövőbeli konfliktusokban, mivel a technológia fejlődésével még hatékonyabb és megfizethetőbb pilóta nélküli rendszerek jelennek meg. Az orosz–ukrán háború világossá tette, hogy ezek az eszközök a modern katonai stratégiák szerves részét képezik, és a jövőbeli hadviselésben alapvető jelentőségűek lesznek.

A háború első évének harci eseményeinek összefoglalásaként megállapítható, hogy a drónok és a pilóta nélküli rendszerek szerepe kulcsfontosságú mindkét fél számára a háború során. Ukrajna különösen sikeresen alkalmazta a Bayraktar TB2 drónokat támadó és felderítési műveletek során, míg Oroszország a drónokat elsősorban felderítési célokra használta, és kamikaze drónokat vetett be az ukrán infrastruktúra ellen. A dróntechnológia fejlődése és a pilóta nélküli rendszerek egyre növekvő szerepe a modern háborúban azt jelzi, hogy ezek az eszközök a jövő katonai műveleteinek központi elemei lesznek.⁷

A LÉGVÉDELEM ÉS A TECHNOLÓGIA SZEREPE

Az orosz–ukrán háború során a légvédelem és a technológia szerepe meghatározó volt a konfliktus mindkét oldalán. A modern légvédelmi rendszerek és a fejlett technológiai eszközök alapvetően megváltoztatták a hadműveletek lefolyását, és új dimenziókat adtak a háborúnak. Justin Bronk elemzése szerint a légvédelmi rendszerek, a radarok, a rakétavédelmi technológiák és a drónellenes eszközök jelentős hatással voltak arra, hogy melyik fél tudta uralni a légtérrel és megvédeni a kritikus infrastruktúráját.

Ukrajna sikeres légvédelme

Az ukrán légvédelem kiemelkedő teljesítménye az egyik legfontosabb tényező volt, amely megakadályozta az orosz légierőt abban, hogy légi fölényt szerezzen. Ukrajna a szovjet korszakból fennmaradt légvédelmi rendszerekre, például az Sz–300, a Buk–M1 és az Osa rendszerekre támaszkodott. Ezek a rendszerek jól teljesítettek, bár nem voltak a legmodernebb technológia szintjén. Az ukrán erők sikeresen használták őket az orosz repülőgépek és rakéták ellen, megakadályozva, hogy Oroszország jelentős előnyhöz jusson a légtérben.

Az ukrán légvédelmi rendszerek sikeréhez hozzájárult az is, hogy mozgékonyan alkalmazták ezeket a rendszereket. Az ukrán erők folyamatosan változtatták a légvédelmi rendszerek helyzetét, elkerülve az orosz támadásokat, és biztosítva, hogy a rendszerek hatékonyan működjenek a harctéren. A mobilitás különösen fontos volt a frontvonalak közelében, ahol az orosz tűzérség és a légierő – például H–31 és H–58 típusú radar elleni rakétákkal – célba vehette volna a statikus ukrán légvédelmi állásokat. A folyamatos helyváltoztatással az ukrán erők képesek voltak megelőzni a nagyobb veszteségeket, és továbbra is fenntartották a légvédelmi kapacitásukat.

Fejlett technológia és nyugati támogatás

A modern technológia bevezetése az ukrán hadseregben jelentős különbségeket eredményezett a konfliktus során. A nyugati országok, különösen az Amerikai Egyesült Államok

⁷ Bendett–Nersisyan 2025, 168–194.

és más NATO-szövetségesek fejlett légvédelmi rendszereket biztosítottak Ukrajnának, beleértve a NASAMS, a Patriot, az IRIS-T SLM és a Gepard rendszereket, amelyek korszerű radarokkal, illetve rakétákkal vannak felszerelve. Ezek a rendszerek képesek nemcsak nagyobb fenyegetések, például rakéták és repülőgépek elfogására, hanem kisebb drónok elleni védekezésre is. A pilóta nélküli légijármű-rendszerek fenyegetéseit – már csak gazdasági okokból is – elsősorban csöves légvédelmi rendszerekkel (például Gepard) és hordozható légvédelmi rakétarendszerekkel (Stinger, Igla), valamint természetesen elektronikai harci ellenintézkedésekkel és az orosz drónok vezérlőrendszereinek zavarásával igyekeztek elhárítani.

A NASAMS (Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System) egy norvég fejlesztésű, közepes hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer, amelyet az Ukrán Fegyveres Erők 2022-től kezdtek alkalmazni, miután a Nyugat támogatást nyújtott az orosz invázió ellen. A rendszer nagy pontosságával és sokoldalúságával kiemelkedő szerepet játszik az ukrán légvédelemben.

A rendszer az AIM-120 korszerű közepes hatótávolságú levegő-levegő osztályú rakéta (Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile – AMRAAM) földi indítású változatát használja. Hatótávolsága 20–40 km, hatómagassága 20 km.

A NASAMS moduláris rendszerként működik, amely radarokból, rakétaindítókban és tűzvezető központokból áll. Az ukrán telepítések során a rendszer a Sentinel radarokat használja, amelyek kiválóan alkalmasak különböző fenyegetések észlelésére, beleértve a drónokat és a támadó robotrepülőgépeket.

A NASAMS különösen hatékony az alacsonyan és a közepes magasságban repülő célpontok ellen. Integrált rendszere lehetővé teszi, hogy egyidejűleg több célpontot is követni és támadni tudjon. A rendszer interoperábilis más NATO légvédelmi rendszerekkel, ami megkönnyíti a többnemzeti védelmi együttműködést.

A Patriot rendszert az Amerikai Egyesült Államok fejlesztette ki, és 2023-ban szállították Ukrajnába, hogy támogassák az ország légvédelmét a kritikus létesítmények védelmében. Ez a nagy hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer kiemelkedő képességekkel rendelkezik a ballisztikus rakéták és nagy sebességű légi célpontok ellen.

A Patriot rendszert PAC-2 típusú rakétájának hatótávolsága 160 km, hatómagassága 24 km, repülőgépek és támadó robotrepülőgépek ellen hatékony. A PAC-3 típusú rakétáját kifejezetten ballisztikus rakéták elfogására fejlesztették ki, hatótávolsága 40 km, hatómagassága 20 km.

A Patriot rendszer AN/MPQ-53 és AN/MPQ-65 típusú radarokat használ, amelyek nagy érzékenységgel rendelkeznek, és képesek ballisztikus rakéták észlelésére, majd követésére.

A rendszer egyidejűleg több célpontot is kezelhet, illetve támadhat, beleértve ballisztikus rakétákat, repülőgépeket és támadó robotrepülőgépeket.

A Patriot kevésbé mobil, mint az ukrán légvédelem más rendszerei, ugyanakkor stratégiai telepítéssel hatékony védelmet nyújt a kritikus infrastruktúrák és a városok számára.

Forrás: Kronsberg és Army Technology.⁸

A *nyugati hírszerzés és technikai támogatás* szintén döntő szerepet játszott az ukrán légvédelem hatékonyságában. Az Amerikai Egyesült Államok és szövetségesei valós idejű műholdas felvételeket, radarinformációkat és felderítési adatokat biztosítottak Ukrajnának, amelyek lehetővé tették az ukrán erők számára, hogy gyorsan reagáljanak az orosz légicsapásokra. Az ilyen információk segítettek az ukrán légvédelemnek abban, hogy pontosan meghatározzák az orosz repülőgépek és rakéták útvonalát, lehetővé téve a hatékonyabb elfogási műveleteket.

⁸ NASAMS Air Defence System... 2022.; Patriot Missile Long-Range... 2024.

Orosz légvédelmi rendszerek és rakétavédelem

Az orosz légvédelmi rendszerek szintén kulcsszerepet játszottak a konfliktusban, különösen az ukrán rakéták és drónok elleni védekezésben. Oroszország olyan fejlett légvédelmi rendszerekkel rendelkezik – ilyen például az Sz–400 –, amelyek nagy távolságokban lévő célokat is képesek észlelni és támadni, így jelentős fenyegetést jelentenek az ellenséges repülőgépekre és rakétákra. Az orosz légvédelmi rendszer hatékonysága azonban korlátozott volt, különösen a frontvonal közelében, ahol az ukrán tüzérségi és rakétacsapások elérhették az orosz légvédelmi állásokat.

Az Sz–400 Triumf (SA–21 Growler) Oroszország által kifejlesztett és 2007-ben hadrendbe állított, nagy hatótávolságú légvédelmi rakétarendszer. A világ egyik legmodernebb légvédelmi rendszere, amely képes egyidejűleg különböző típusú légi fenyegetések – például repülőgépek, támadó robotrepülőgépek és ballisztikus rakéták – észlelésére és megsemmisítésére.

Az Sz–400 rendszer négyféle rakétát használ, amelyeket különböző célok megsemmisítésére terveztek:

- 48N6DM/48N6E3: hagyományos légvédelmi rakéta, repülőgépek és támadó robotrepülőgépek ellen hatékony, hatótávolsága 250 km;
- 40N6: hosszú hatótávolságú rakéta, ballisztikus rakéták és AWACS-repülőgépek elleni műveletekre optimalizált, hatótávolság akár 400 km;
- 9M96E2: rövid és közepes hatótávolságú rakéta, alacsonyan repülő célpontok, például drónok ellen is hatékony, hatótávolsága 120 km;
- 77N6-N/77N6-N1: kifejezetten nagy sebességű ballisztikus rakéták megsemmisítésére tervezték. Az Sz–400 nagy teljesítményű radarjai (92N6E és 91N6E) képesek akár 600 km távolságban lévő célpontok észlelésére és egyszerre több tucat célpont követésére és prioritizálására.

A légvédelmi rendszer többféle célpontot képes egyidejűleg kezelni, beleértve a lopakodó technológiával ellátott repülőgépeket is. A rendszer automatizált, de működhet emberi operátorok által végzett manuális felügyelettel is.

Az Sz–400 mobil platformokra épül, ami lehetővé teszi a gyors áttelepítését a hadszíntér más pontjaira. Az önálló üzemeltetés mellett más rendszerekkel is integrálható egy nagyobb légvédelmi hálózat részeként.

Az Sz–400 rendszer az orosz légvédelmi doktrína központi eleme. Modern radarjai és fejlett rakétái révén képes megbirkózni a 21. századi légi hadviselés kihívásaival. A rendszer elsősorban stratégiai célpontok és nagyobb területek védelmére szolgál, különösen fontos szerepet játszik az orosz területmegtagadó (Anti-Access/Area Denial – A2/AD) képességek biztosításában. A rendszer exportja számos nemzetközi konfliktusban komoly vitákat váltott ki, mivel jelentősen növeli a vásárló országok légvédelmi potenciálját.

Forrás: Vajiram & Ravi.⁹

Bár az Sz–400 és más orosz rendszerek technológiailag fejlettek, a gyakorlatban nem mindig voltak képesek megvédeni az orosz csapatokat az ukrán légicsapásoktól és dróntámadásoktól. Ennek egyik oka az volt, hogy az orosz erők gyakran nem tudták megfelelően összehangolni a légvédelmet a szárazföldi műveletekkel, ami rést hagyott a védelmi vonalon. Az ukrán drónok és rakéták sikeresen támadták az orosz légvédelmi állásokat, különösen azokon a területeken, ahol a frontvonal közel volt.¹⁰

⁹ S-400 Defence System... 2025.

¹⁰ Bronk 2025, 137–167.

A drónellenes technológiák szerepe

A drónellenes technológiák szintén jelentős szerepet játszottak mindkét fél számára. Ukrajna és Oroszország egyaránt alkalmazott *drónellenes rendszereket*, hogy semlegesítsék az elengedhetetlen drónokat, amelyek kulcsszerepet játszottak a felderítésben és a tűzérési támadások támogatásában. Az ukrán erők különösen hatékonyan használták a Nyugattól kapott drónellenes technológiákat, beleértve a rádiófrekvenciás zavarórendszereket, amelyek képesek voltak megzavarni az orosz drónok irányítását.

Oroszország szintén alkalmazott drónellenes rendszereket, különösen a kisebb ukrán drónok ellen, amelyek célpontok megjelölésére és tűzérési támadások koordinálására szolgáltak. Az orosz drónellenes technológiák közé tartoznak az olyan rendszerek – mint például a Kraszuha-4 –, amelyek képesek elektronikai zavaró műveleteket végrehajtani a drónok kommunikációjának megszakítása érdekében.

A technológiai innováció jövője a légvédelemben

A technológiai innováció alapvető szerepet játszik a modern légvédelemben. A drónok és a precíziós rakéták széles körű alkalmazása megmutatta, hogy a jövő háborúiban a légvédelemnek alkalmazkodnia kell az új fenyegetésekhez, és egyre fejlettebb technológiai eszközökre lesz szükség. Az *irányított energiájú fegyverek* – például a lézerek – és a *mesterségesintelligencia-alapú* rendszerek előtérbe kerülhetnek a jövőbeli légvédelmi stratégiákban, amelyek lehetővé teszik a drónok és a rakéták gyorsabb és hatékonyabb semlegesítését.

Összességként megállapítható, hogy a légvédelem és a technológia fontos szerepet játszott az orosz–ukrán háború első évében. Ukrajna sikeresen használta a szovjet korszakból fennmaradt légvédelmi rendszereket és a nyugati technológiai támogatást, míg Oroszország a saját fejlett rendszereit alkalmazta a védekezésre. A drónok és a rakétavédelem technológiai fejlődése új stratégiák kidolgozását igényli a modern háborúban, és a jövőbeli konfliktusokban a technológia szerepe tovább növekszik majd.

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS A JÖVŐBELI IRÁNYOK

Az orosz–ukrán háború első évének légi hadviselési tapasztalatai jelentős tanulságokkal szolgáltak mind a hagyományos légierő, mind a légvédelmi rendszerek hatékonyságát illetően a modern háborúban. Justin Bronk kutatásai rámutattak arra, hogy az orosz légierő kudarcai és Ukrajna sikeres légvédelmi taktikái alapvetően megváltoztatták a légi hadviselésről alkotott elképzeléseket, különösen a drónok és a precíziós technológia terjedésének fényében. A következőkben összefoglaljuk a legfontosabb következtetéseket, valamint megvizsgáljuk a légvédelmi és a légi hadviselési technológiák jövőbeli irányait.

Az orosz légierő korlátai és sikertelenségének következményei

Az orosz légierő sikertelensége a légi fölény megszerzésében egyértelműen megmutatta, hogy a hagyományos légierők hatékonysága korlátozott lehet, ha megfelelően szervezett légvédelemmel szembesülnek. Bár Oroszország nagy és fejlett légierővel rendelkezett, és rendelkezik ma is, az ukrán légvédelem – amely nagyrészt régebbi, szovjet eredetű technológiákra épült –, képes volt megakadályozni az orosz légierő szabad mozgását az ukrán légterben; természetesen a sikerhez hozzájárultak a Nyugattól kapott eszközök is. Ez a kudarc

rávilágított arra, hogy a modern légierők nem támaszkodhatnak kizárólagosan a nagyobb tüzerőre és a fejlett harci repülőgépekre, hanem integrálniuk kell a SEAD-műveleteket és a fejlettebb precíziós fegyverrendszereket a hatékonyabb légi harc érdekében.

Az orosz légierő másik nagy problémája a precíziós irányított fegyverek hiánya volt. A hagyományos bombák és rakéták alkalmazása kevésbé volt hatékony a modern, jól védett célpontokkal szemben, különösen olyan környezetben, ahol az ellenséges légvédelem működik. A jövőbeli konfliktusok során a precíziós fegyverek elérhetősége és szélesebb körű használata elengedhetetlen lesz a légierők számára, ha sikeresen akarják megsemmisíteni az ellenséges célpontokat, miközben minimalizálják a civil áldozatok számát.

Az ukrán légvédelem sikere és alkalmazásának tanulságai

Ukrajna sikeresen alkalmazkodott a modern légi hadviseléshez, kihasználva a régi szovjet légvédelmi rendszereket, valamint a nyugati támogatásként kapott fejlett technológiákat. Az ukrán légvédelem hatékonyan semlegesítette az orosz légierőt, ami jelentős előnyt biztosított Ukrajna számára a háború korai szakaszában. Az ukrán légvédelmi rendszerek mozgékonyasága, valamint az a képességük, hogy folyamatosan változtatták a pozícióikat, megelőzve az orosz támadásokat, alapvető szerepet játszottak a sikerben.

A nyugati technológiai támogatás – különösen a NASAMS, a Patriot, az IRIS-T SLM és a Gepard rendszerek integrálása – jelentősen növelte Ukrajna légvédelmi kapacitását. A jövőbeli konfliktusok során elengedhetetlen lesz, hogy a légvédelem tevékenysége megfelelően összehangolt legyen a harctéri manőverekkel, és hogy a mozgékony légvédelmi rendszerek kulcsfontosságú szerepet játsszanak a modern hadviselésben. Az ukrán példa azt mutatja, hogy a fejlett légvédelmi rendszerek még egy erősebb ellenséggel szemben is lehetővé tehetik a védekezést, különösen, ha azokat jól szervezetteren és rugalmasan alkalmazzák.

A pilóta nélküli és a távirányított repülőrendszerek növekvő szerepe

A pilóta nélküli repülőrendszerek használata a konfliktus egyik legfontosabb technológiai fejlődése volt. Az ukrán erők kezdetben különösen sikeresen alkalmazták a Bayraktar TB2 drónokat a felderítésben és a támadások végrehajtásában, míg az oroszok a drónjaikat inkább felderítési célokra használták. A drónok közvetlen támadó fegyverként is jelentős szerepet játszottak, különösen az ukrán tűzérési csapások koordinálásában és az orosz logisztikai vonalak megzavarásában.

Az orosz erők is használtak kamikaze drónokat, mint például az iráni Sahed-136 drónt, amely nagy kárt okozott az ukrán infrastruktúrában. A jövőbeli háborúban várhatóan tovább nő a pilóta nélküli repülőrendszerek szerepe, különösen a felderítésben, a célpontki-jelölésben és a precíziós csapások végrehajtásában. Az ilyen rendszerek alacsony költségű, nagy hatékonyságú megoldást nyújtanak, és lehetővé teszik a haderők számára, hogy minimalizálják az emberi veszteségeket, miközben növelik a harci hatékonyságot.

A technológiai fejlesztések szükségessége a jövő hadviselésében

Az orosz–ukrán háború egyik legfontosabb tanulsága, hogy a *technológiai innováció* és a modern hadviselési rendszerek integrálása kulcsfontosságú a jövőbeli konfliktusokban. A precíziós fegyverek, a drónok és a modern légvédelmi rendszerek hatékonysága megmutatta, hogy a fejlett technológia döntő szerepet játszhat a háború kimenetelében. A jövő

hadviselésében egyre inkább az olyan új technológiák, mint a *mesterséges intelligencia*, a *gépi tanulás* és az *irányított energiájú fegyverek* fognak dominálni.

A mesterségesintelligencia-alapú rendszerek lehetővé tehetik az automatikus célpontfelismerést és a gyorsabb reakcióidőt a harctéren, míg az irányított energiájú fegyverek – például lézerek – hatékony megoldást nyújthatnak a drónok és a rakéták elleni védekezésben. Az ilyen technológiák jelentős előrelépést jelentenek a hagyományos fegyverrendszerekkel szemben, mivel képesek gyorsabban és precízebben semlegesíteni a fenyegetéseket.

Összességként megállapítható: az orosz–ukrán háború első tanulságai világossá tették, hogy a modern hadviselésben a légvédelem, a precíziós technológia és a pilóta nélküli repülőrendszerek továbbra is fontos szerepet játszanak. A jövő háborúiban az ilyen technológiák vélhetően tovább fognak fejlődni, és azok az országok, amelyek képesek lesznek megfelelően integrálni ezeket a rendszereket, előnyben lesznek a hadszíntéren. A konfliktus rávilágított arra, hogy a technológiai fejlődés nem csupán lehetőség, hanem elengedhetetlen szükség-szerűség a modern hadviselésben.

KONKLÚZIÓ

Justin Bronk írásainak legfontosabb megállapításait összefoglalva azzal érdemes kezdeni, hogy az orosz–ukrán háború során szerzett légi hadviselési tapasztalatok alapvető tanulságokat hordoznak a modern konfliktusok természetéről, a technológiai innovációról és a hadviselési stratégiák fejlődéséről. Az elemzése szerint mind az orosz, mind az ukrán fél olyan kihívásokkal szembesült, amelyek megmutatták, hogy a modern hadviselésben a technológiai fölény önmagában nem elegendő a sikerhez.

Meglátása szerint az orosz légierő kudarcai, különösen a légi fölény megszerzésében, rávilágítanak arra, hogy a megfelelően szervezett légvédelmi rendszerek jelentős akadályt jelentenek még a fejlett légi képességekkel rendelkező hatalmak számára is. Az orosz erők esetében a SEAD-műveletek hiányosságai, a modern precíziós fegyverek korlátozott rendelkezésre állása, valamint a logisztikai és a taktikai problémák együttesen járultak hozzá a kívánt stratégiai célok teljesítésének elmaradásához. Az ukrán légvédelem mobil és rugalmas alkalmazása, valamint a nyugati hírszerzési és technológiai támogatás lehetővé tette, hogy Ukrajna hatékonyan akadályozza meg az orosz légierő dominanciáját.

Az ukrán erők kiemelkedő teljesítménye különösen a gerillajellegű légi hadviselés és a pilóta nélküli repülőrendszerek integrációja terén mutatkozott meg. A Bayraktar TB2 drónok és más pilóta nélküli repülőeszközök jelentős szerepet játszottak az orosz erők elleni csapásokban, miközben minimális emberi veszteségeket okoztak. Ezek az eszközök nemcsak felderítési, hanem támadási célokra is hatékonyan alkalmazhatók voltak, bizonyítva a drónok növekvő szerepét a modern hadviselésben. Az ukrán légvédelem mobilitása és adaptív taktikája szintén hozzájárult ahhoz, hogy az orosz csapatok nem tudták tartósan elnyomni az ukrán légi képességeket.

A technológiai innovációk jelentősége különösen a nyugati támogatás által biztosított fejlett légvédelmi rendszerek esetében volt szembetűnő. A NASAMS-, a Patriot, az IRIS-T SLM és a Gepard rendszerek hozzájárultak az ukrán kritikus infrastruktúra védelméhez, miközben hatékonyan szembeszálltak az orosz drónokkal és rakétákkal. Ugyanakkor az orosz fél által alkalmazott drónok és precíziós technológiák – például a Sahed-136 kamikazedrónok – szintén rámutattak arra, hogy a technológiai előnyök mindkét oldalon új dimenziókat adnak a konfliktusok lefolyásához.

Bronk megállapítja, hogy a konfliktus légi dimenziója kiegyensúlyozottabb volt, mint ahogyan azt sok szakértő előzetesen várta. Ez a modern légvédelmi rendszerek, a rugalmas taktikai alkalmazkodás és a pilóta nélküli repülőrendszerek innovatív alkalmazásának köszönhető. Az orosz légierő kudarcai és az ukrán légierő relatív sikerei egyértelműen alátámasztják azt a következtetést, hogy a légierők hagyományos fölénnyé már nem garantálható a modern hadviselési környezetben.

A jövő hadviselésére vonatkozóan kifejti, hogy a konfliktus tanulságai azt sugallják, hogy a technológiai fejlődés, különösen a drónok és a precíziós fegyverek terén, alapvetően megváltoztatja a légierők és légvédelmi rendszerek szerepét. Az irányított energiájú fegyverek, mesterségesintelligencia-alapú rendszerek és az integrált légvédelmi stratégiák várhatóan meghatározó elemei lesznek a jövőbeli katonai műveleteknek. Az orosz–ukrán háború példája azt is megmutatta, hogy a modern konfliktusokban a rugalmasság, az adaptáció és a hatékony technológiai alkalmazás kulcsfontosságú a sikeres védekezés és támadás szempontjából.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- 9K33 Osa (SA-8 Gecko) Russian 6x6 Amphibious Short-Range Tactical Surface-to-Air Missile System. Odin. <https://odin.tradoc.army.mil/WEG/List> (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- Bendett, Samuel – Nersisyan, Leonid: *The drone war over Ukraine*. In: Henriksen, Dag – Bronk, Justin (szerk.): *The Air War in Ukraine – The First Year of Conflict*. Routledge, London, 2025, 168–194.
- Bronk, Justin: *How ground based air defences have shaped the air war over Ukraine*. In: Henriksen, Dag – Bronk, Justin (szerk.): *The Air War in Ukraine – The First Year of Conflict*. Routledge, London, 2025, 137–167.
- Bronk, Justin et al.: *The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence*. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, London, 2022. 11. 02. <https://static.rusi.org/SR-Russian-Air-War-Ukraine-web-final.pdf> (Letöltés időpontja: 2025. 05. 14.)
- Military Aviation History [@MilitaryAviationHistory] (2024): *The Downfall of Bayraktar: Rise, Hype and Fall of the Turkish Drone*. https://www.youtube.com/watch?v=kDrqv3G4ASg&t=20s&ab_channel=MilitaryAviationHistory (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- NASAMS Air Defence System. Kongsberg, 2022. <https://www.kongsberg.com/kda/what-we-do/defence-and-security/integrated-air-and-missile-defence/nasams-air-defence-system/> (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- Patriot Missile Long-Range Air-Defence System. Army Technology, 2024. 03. 01. <https://www.army-technology.com/projects/patriot/#menu?cf-view> (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- Perun [@PerunAU] (2024): *The Ukraine Air-War in 2024 – Interviewing Professor Justin Bronk*. YouTube, 2024. 02. 25. https://www.youtube.com/watch?v=R31hMWs25UI&t=11s&ab_channel=Perun (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- Perun [@PerunAU] (2022): *Drones in Ukraine – lessons for other countries*. YouTube, 2022. 03. 23. https://www.youtube.com/watch?v=I1_t2VisYnY&ab_channel=Perun (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)
- S-400 Defence System, Features, Range, Price, Speed, Comparison. Vajiram & Ravi, 2025. 05. 13. <https://vajiramandravi.com/upsc-exam/s-400-missile-system/> (Letöltés időpontja: 2025. 08. 01.)