

INTEGRAREA SISTEMELOR AERIENE FĂRĂ PILOT DE TIP FPV (FIRST PERSON VIEW) ÎN OPERAȚIILE FORȚELOR TERESTRE ROMÂNE

Locotenent-colonel instructor avansat dr. George-Ion TOROI

Universitatea Națională de Apărare „Carol I”, București
10.55535/GMR.2024.4.08

The war in Ukraine is an inexhaustible source of operational lessons for the armed forces. Against the backdrop of the growing operational use of unmanned aerial systems (UAS), this article discusses the potential of integrating FPV systems into the Romanian Armed Forces' ground operations and provides a comprehensive analysis of the potential benefits of such a decision.

Against the background of the need to integrate emerging technologies in the process of force structure adaptation, the study provides arguments in favour of acquiring such a combat technology, based on the experience of the two belligerents in the Ukraine conflict, but also of other actors who have already decided to implement these systems in their own force structure.

In addition, the paper provides a combat functional analysis of the operational use of FPV drones, highlighting the advantages and challenges of this technology in the current military context, as well as potential evolutionary trends. The study concludes that the integration of these systems in the armed forces can bring several tactical advantages, but it is essential that this decision should be well-founded and take into account the specific context and requirements of the Romanian Armed Forces.

Keywords: drone; UAS; strike system; Ukraine conflict; FPV;

Motto:
„The development of drone technology has forever changed the
landscape of warfare”.

Barack Obama

INTRODUCERE

Războiul din Ucraina reprezintă, făcând abstracție de caracterul distructiv inerent oricărui conflict armat, o sursă inepuizabilă de lecții operaționale ce trebuie exploatată la maximum în demersul de adaptare a structurilor armate și a modalităților de desfășurare a operațiilor militare. Pe parcursul a mai bine de doi ani și jumătate de la începerea conflictului, acesta a oferit nenumărate învățăminte.

În primul rând, pe fondul unui mediu de operare tot mai transparent, generat de dezvoltarea tehnologică a capabilităților de supraveghere și colectare a datelor, dar și din cauza expansiunii capabilităților de lovire precisă la distanță, provocările din perspectiva protecției forței au devenit tot mai complexe. Aceste evoluții au determinat nevoia de adaptare a doctrinelor și a practicilor militare pentru a face față noilor amenințări și provocări.

Descentralizarea conducerii și dispersarea forțelor în vederea protecției acestora reprezintă una dintre măsurile de adaptare a operațiilor armate la provocările și amenințările specifice mediului de confruntare contemporan. De asemenea, conflictul în desfășurare din Ucraina a demonstrat importanța covârșitoare a sustenabilității. Într-un conflict de uzură cum este acesta, diferența între succes și eșec este făcută de capacitatea de a asigura sprijin logistic pe termen lung. Acest aspect a fost crucial în evoluția conflictului din Ucraina.

Dar, poate, cea mai importantă lecție la nivel tactic este că asistăm la automatizarea spațiului de luptă cu efecte directe asupra modului de purtare a operațiilor terestre. Sistemele aeriene fără pilot – UAS (dronelile aeriene) – au devenit un element central al câmpului de luptă contemporan, schimbând definitiv caracterul conflictelor în toate domeniile și la toate nivelurile.

De la începutul conflictului din Ucraina, aceste sisteme au determinat o metamorfoză semnificativă a paradigmatelor de luptă terestră. Chiar dacă ele și-au dovedit eficiența și în conflictul din Nagorno-Karabakh, dintre Azerbaidjan și Armenia, fiind catalogate drept gloanțe magice (magic bullets) (Hambling, 2020) datorită impactului lor devastator asupra tehnicii și operațiilor tradiționale ale inamicului,

războiul ruso-ucrainean a dus la un salt evolutiv semnificativ privind întrebuințarea sistemelor UAS în sprijinul operațiilor forțelor terestre. Aceste sisteme au avut și continuă să aibă un impact major asupra modului în care se desfășoară luptele, schimbând complet dinamica conflictului și influențând direct tacticile utilizate de ambele părți. Unii autori fac referire la conflictul din Ucraina drept războiul dronelor (Gosselin-Malo, 2024). În plus, este de așteptat ca rolul sistemelor UAS în cadrul conflictelor armate să se extindă pe fondul dezvoltării tehnologice continue, ceea ce determină o adaptare urgentă a doctrinelor militare specifice statelor membre ale NATO (Borsari, 2023, p. 3).

În Ucraina, aceste sisteme și-au demonstrat eficiența în supravegherea câmpului de luptă și furnizarea de informații în timp real pentru angajarea rapidă a țintelor descoperite. În plus, acestea și-au dovedit utilitatea și în neutralizarea amenințărilor prin efectuarea de atacuri directe asupra țintelor inamice. În acest peisaj, dronele aeriene au reprezentat, de ambele părți, atât un atu pentru obținerea avantajelor operaționale în raport cu adversarul, cât și o provocare substanțială în vederea menținerii capacității operaționale ridicate prin asigurarea protecției forțelor, acțiunilor și tehnicii militare: „*Utilizarea sistemelor aeriene fără pilot a creat un câmp de luptă transparent, în care nu mai există niciun refugiu.*” (Collins, 2023, p. 8).

Deși evoluția conflictului care durează de peste doi ani și jumătate a cunoscut o serie de adaptări privind întrebuințarea dronelor, rolul lor a continuat să crească în mod exponențial. De la întrebuințarea cu succes de către ucraineni a celor de fabricație turcească – Bayraktar TB2 –, în faza inițială a conflictului, la utilizarea celor comerciale, precum DJI, modificate pentru misiuni de recunoaștere și atacuri punctuale, până la integrarea dronelor kamikaze și a munițiilor loitering, cum ar fi Switchblade și Shahed, războiul din Ucraina a presupus o adaptare continuă a sistemelor UAS, precum și a modului operațional de întrebuințare a lor în demersul de asigurare a avantajului tactic. Conflictul ruso-ucrainean este primul în care, pe lângă dronele militare, sunt utilizate cele comerciale la scară largă, cu efecte considerabile.

În acest moment, cele mai utilizate sisteme UAS în cadrul conflictului ruso-ucrainean sunt cele de tip FPV (First Person View) (Milasauskas, 2024). Ele sunt considerate ultima evoluție a sistemelor UAS, fapt dovedit atât de conflictul din Ucraina, cât și de cel dintre Israel și Hamas (Operational Environment 2024-2034: Large-Scale Combat Operations, 2024, p. 11). Dronele FPV sunt tipuri de platforme aeriene echipate cu camere și sisteme de transmisie video care furnizează date video în timp real către o consolă de la sol comandată de un operator. Avantajul acestora este reprezentat, în primul rând, de prețul extrem de redus

în comparație cu celelalte (Borsari, p. 14). Utilitatea principală a acestor sisteme este pentru lovirea capacităților adversarului în zona de contact, ambii combatanți întrebuințând pe scară extinsă aceste drone cu succes.

Totuși, în ciuda eficienței lor operaționale, demonstrată în conflictul ruso-ucrainean, Armata României nu are, la momentul acesta, un plan de achiziție și înzestrare a structurilor sale terestre cu asemenea sisteme (Barbu, 2024, pp. 11-13). Aceasta reprezintă *problema de cercetare* de la care am inițiat acest demers științific. În acest context, *obiectivul principal de cercetare* al acestui studiu a fost de a aduce în atenția factorilor de decizie ai Armatei României necesitatea de considerare a dronelor de tip FPV în vederea achiziției și utilizării lor în operațiile militare pentru a optimiza răspunsul în fața provocărilor mediului actual de operare.

Metodologia de cercetare întrebuințată a fost una de tip calitativ, încercând să înțeleg nuanțele privind întrebuințarea operațională a dronelor de tip FPV și să argumentez această necesitate în contextul abordărilor specifice conflictului din Ucraina. În consecință, raționamentul utilizat a fost unul inductiv, construind concluzii generale rezultate din datele colectate și analizate sistematic. Principala țintă a studiului este reprezentată de structurile de decizie din Armata României, rezultatele obținute constituindu-se în argumente solide privind integrarea sistemelor UAS de tip FPV în structurile de forțe terestre.

Având în vedere natura calitativă a studiului, *întrebările de cercetare* au fost cele care au ghidat modalitatea de abordare a problemei spre îndeplinirea obiectivului menționat anterior, acestea fiind următoarele:

- ❖ *Care sunt caracteristicile dronelor FPV și cum pot fi acestea interpretate din punct de vedere militar?*
- ❖ *Cum au fost întrebuințate sistemele UAS de tip FPV în conflictul din Ucraina?*
- ❖ *Care sunt beneficiile întrebuințării unor astfel de sisteme în cadrul operațiilor militare din perspectiva funcțiilor luptei?*
- ❖ *Care este abordarea actorilor internaționali cu privire la întrebuințarea dronelor de tip FPV în operațiile militare?*

Pe baza analizei datelor secundare din surse deschise de nivel neclasificat, am structurat această lucrare în două părți. În prima parte, am realizat o interpretare militară a caracteristicilor constructive și funcționale specifice dronelor FPV. În cea de-a doua parte, am încercat să ofer răspuns la ultimele trei întrebări de cercetare. Astfel, am prezentat și interpretat diferite exemple de utilizare a acestor sisteme în conflictul ruso-ucrainean, am realizat o analiză funcțională a întrebuințării operaționale a acestora în cadrul operațiilor militare și am identificat diferite abordări ale actorilor internaționali privind acest subiect.

DRONELE FPV – TEHNOLOGIE ȘI CARACTERISTICI

Sistemele aeriene fără pilot reprezintă un mecanism complex, care include atât aeronava, cât și rețeaua de sprijin, echipamentele și personalul necesar pentru controlul acesteia (Joint Doctrine Publication 0-01.1 UK Terminology Supplement to NATOmTerm, 2023, p. 59; FM 1-02.1 Operational Terms, 2024, p. 80; AAP-06, 2021, p. 134).

Pe lângă dronele militare, cele comerciale au avut un rol extrem de important în conflictul din Ucraina. Acestea din urmă au cunoscut o dezvoltare continuă în ultimele două decenii. Un raport de anul trecut apreciază la aproximativ 30,6 miliarde de dolari valoarea tranzacțiilor dronelor comerciale la nivel global, estimându-se a crește, până în 2030, la aproximativ 55,8 miliarde de dolari (Anwar, 2023).

Chiar dacă acestea presupun capabilități inferioare celor militare în ceea ce privește viteza, sarcina utilă, raza de acțiune sau calitatea senzorilor, fiind, în plus, și mai vulnerabile în fața sistemelor de război electroni (EW), conflictul din Ucraina a demonstrat importanța și eficacitatea lor în misiuni de tip ISR (Intelligence Surveillance and Reconnaissance – Informații, Supraveghere și Recunoaștere) sau chiar de angajare a țintelor. Prețul mult mai redus, accesul facil la acestea, precum și nevoia de identificare a soluțiilor pentru a spori capacitatea operațională a forțelor terestre au făcut ca dronele comerciale să devină un element indispensabil al conflictelor contemporane. Exploatarea creativă a lor în cadrul războiului ruso-ucrainean a implicat o schimbare semnificativă a modului de desfășurare a operațiilor terestre.

Un sistem UAS extrem de eficient în cadrul acestui conflict este reprezentat de dronele FPV (First Person View), care sunt și cele mai răspândite ca întrebuințare de către ambii combatanți (Milasauskas, 2024). Original construite în scop de divertisment pentru concursuri, acestea au devenit o constantă a acțiunilor curente desfășurate atât de ucraineni, cât și de ruși. Ele sunt un instrument crucial privind colectarea de date și angajarea țintelor. Această secțiune va realiza o analiză, din punct de vedere militar, a caracteristicilor specifice acestor tipuri de sisteme pentru a explora modul în care ele pot fi integrate în cadrul operațiilor de luptă.

Este important de menționat faptul că sistemul aerian de tip FPV presupune mai mult decât simpla aeronavă. Pentru ca el să funcționeze optim, este necesară și existența personalului specializat în operarea ei, dar și a unei stații de control și ochelari de tip VR (Virtual Reality – Realitate Virtuală) prin care să poată fi manevrată. De asemenea, este important ca aceasta să dispună de o cameră video performantă, care să asigure o monitorizare eficientă a terenului, dar și de legătură de comunicație

cu stația de control pentru a putea opera drona în funcție de situație. *Figura 1* evidențiază principalele componente ale unei drone FPV pregătită pentru angajarea țintelor.

Basic components of a hand-built FPV war drone

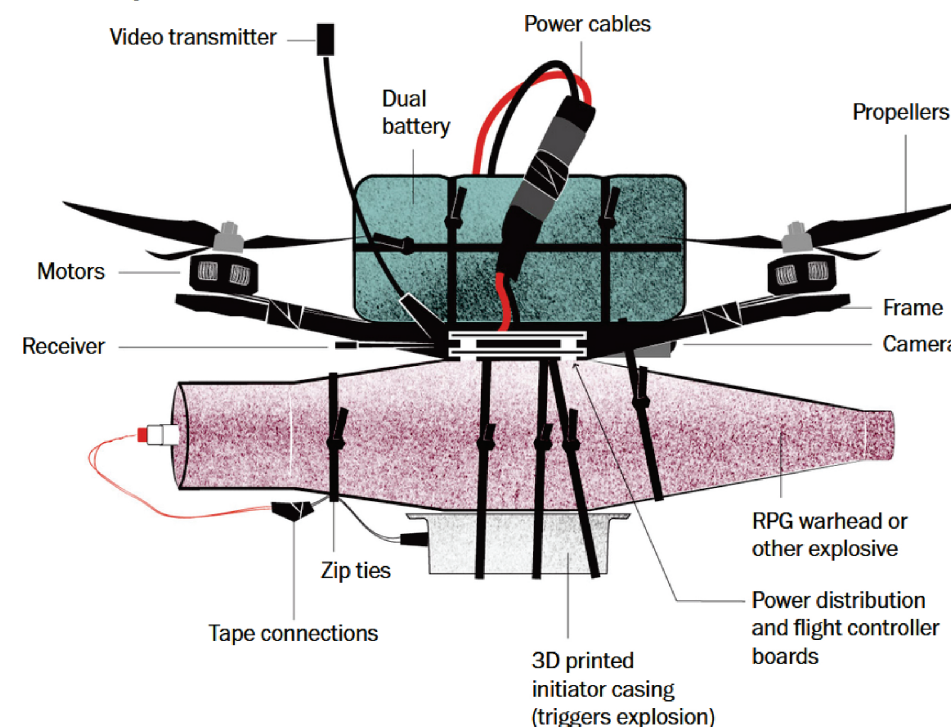


Figura 1: Părțile componente ale unei drone de tip FPV configurată pentru angajarea țintelor (Horton, 2023)

Diferit de celelalte tipuri de drone comerciale care au fost folosite pe scară largă în Ucraina, la care imaginea pe care o înregistrează drona este regăsită pe dispozitivul de control al acesteia, cele FPV presupun un set de ochelari VR, ceea ce face experiența mult mai reală. Este ca și când operatorul s-ar afla la bordul aeronavei. Acest lucru permite pilotului să vadă în timp real ceea ce vede drona, oferind o viziune amplă asupra spațiului de luptă, dar și un grad de control mult sporit.

De asemenea, dronele FPV sunt dotate cu camere de înaltă rezoluție care transmit imagini clare și detaliate pilotului, permițându-i să aibă control total asupra misiunii. Mai mult, aceste camere pot fi întrebuințate și pe timp de noapte, ceea ce poate asigura abilitatea de supraveghere a câmpului de luptă timp de 24 de ore pe zi.

Mai mult, ele sunt dotate cu tehnologii avansate de stabilizare și navigație, care sporesc precizia, acestea putând lovi țintele chiar și prin trapele tancurilor sau ferestrele înguste ale clădirilor specifice luptei în mediu urban (Milasauskas, ib.), fiind mult mai manevrabile decât celelalte tipuri de drone comerciale. De asemenea, dronele FPV pot fi întrebuințate pentru distrugerea aparatelor optice, radarelor sau antenelor montate pe exteriorul vehiculelor militare (Ib.), ceea ce demonstrează în plus eficiența acestora.

Totuși, fiind operate de personal uman, abilitatea operatorului de a manevra cu precizie dronele FPV este crucială pentru obținerea unor rezultate. El este creierul dronei. Din acest motiv, este extrem de important ca aceștia să fie bine antrenați, pentru a asigura eficiența maximă a potențialului acestor sisteme. Manevrarea dronelor de tip FPV presupune mult mai multă îndemânare decât în cazul celorlalte drone comerciale. Stăpânirea abilităților de operare a unei asemenea drone durează cel puțin două-trei săptămâni. În plus, operatorii trebuie să fie supuși la anumite teste medicale speciale preliminare. Se verifică, astfel, viteza de reacție, dexteritatea degetelor sau sistemul vestibular pentru a înțelege cât de bine este pregătit operatorul pentru a face față situațiilor de stres și presiune în timpul operațiilor (FPV Drone Control: Exploring Effectiveness and Risks in Military Operations in Ukraine, 2023) Toate acestea presupun limitări din perspectiva identificării și pregătirii personalului care poate opera astfel de sisteme.

Cele mai importante specificații ale dronelor FPV cu relevanță pentru modul de întrebuințare în luptă sunt legate de gradul de autonomie a zborului, viteza de deplasare sau capacitatea portantă. Autonomia zborului este dependentă de cea a bateriei. Majoritatea bateriilor dronelor FPV comerciale au o autonomie între 5 și 10 minute.

Viteza mai mare decât a celorlalte tipuri de drone comerciale, de până la 250km/h, chiar dacă solicită un grad sporit de perspicacitate din partea operatorului, asigură posibilitatea evitării principalelor măsuri cinetice întreprinse de adversar, cât și a unor sisteme de bruij electronic (Rhodes, 2024, p. 11). Distrugerea prin atacuri ale armelor de calibru mic de infanterie reprezintă a doua cea mai mare modalitate de distrugere a UAS-urilor comerciale. Viteza mai mare, coroborată cu dimensiunile mici ale dronei, oferă, astfel, o șansă mai ridicată de supraviețuire pentru dronele de tip FPV comparativ cu celelalte (Ib., p. 1).

Viteza de până la 250km/h și autonomia bateriei determină raza de acțiune, care poate fi de până la 10 km. Din punct de vedere militar, ar însemna că poate acoperi aproximativ adâncimea unui batalion de manevră din eșalonul 1 al adversarului.

Așadar, aplicabilitatea sistemelor UAS de tip FPV este la contact, având potențialul de a afecta capacitatea operațională a inamicului din această zonă. Montarea unor baterii suplimentare, dar și utilizarea unor drone de retranslație au asigurat posibilitatea ucrainenilor de a extinde raza de acțiune a dronelor kamikaze până la 10-20 km (How Ukraine's cheap FPV drones are used on the Ukrainian battlefield, 2023), având, astfel, posibilitatea de a angaja și rezervele de armă, și punctele de comandă ale brigăzilor inamice din eșalonul 1.

În plus, este esențial să se ia în considerare și calitatea camerei video integrate, rezistența la condiții meteo extreme și nivelul de securitate al sistemului de control.

De asemenea, capacitățile de navigare precum GPS-ul și sistemul de evitare a obstacolelor, pot face diferența în operațiile militare.

Pentru a asigura comunicarea eficientă între dronă și operator, sunt importante și caracteristicile modulului de transmisie, și raza de acțiune a sistemului.

Având în vedere principalul lor rol militar, acela de angajare a țintelor, capacitatea portantă a dronelor FPV reprezintă o caracteristică extrem de importantă, deoarece impune tipul de muniție pe care îl poate transporta și, în consecință, tipurile de ținte pe care le poate angaja pentru distrugere. Majoritatea dispozitivelor pot suporta o greutate suplimentară de până la un kilogram, dar există și unele mai performante, precum cea ucraineană, Skynight, care poate asigura transportul unei încărcături de până la 2,5 kilograme (McFadden, 2023). În plus, un filmuleț de prezentare evidențiază faptul că armata ucraineană s-a înzestrat cu un tip de dronă FPV care are posibilitatea de a transporta un proiectil de până la 5 kilograme, crescând substanțial potențialul său de distrugere a țintelor. Acest lucru a putut fi realizat prin adăugarea a 2 motoare suplimentare (în total, 6), dar, în acest fel, a crescut și dimensiunea aparatului de zbor. Scopul acestei drone ar fi de distrugere a clădirilor și fortificațiilor în care se ascunde inamicul, pentru a putea facilita accesul dronelor mai mici (Ukrainian new heavy FPV drones with enhanced warheads will be "nightmare" for Russians, 2024).

Cel mai mare avantaj al unei drone FPV este prețul său. Chiar și cele mai bune modele sunt la jumătate din costul obișnuit al unui Mavik (Borsari, 2023, p. 14). Astfel, conflictul din Ucraina a demonstrat în nenumărate rânduri cum o dronă FPV, al cărei preț începe de la 500 de dolari, poate transporta o încărcătură care poate lovi un tanc inamic care costă câteva milioane de dolari. Chiar dacă, din cauza vulnerabilităților împotriva bruijului și atacurilor cu arme de calibru mic, durata de viață a sistemelor UAS de tip FPV este de câteva zile, utilizarea unei multitudini de astfel de drone comerciale la un preț redus este rentabilă financiar și operațional,

compensând aceste carențe și oferind avantaje tactice semnificative, așa cum este demonstrat în conflictul din Ucraina.

Totuși, principalul dezavantaj al acestor drone, ca și al altora civile, este că sunt vulnerabile la războiul electronic. Acest aspect este considerat punctul lor slab, călcâiul lui Ahile. Chiar și așa, sistemele s-au dovedit a fi mai rezistente împotriva bruiajului electronic în comparație cu alte sisteme comerciale, reușind să se adapteze eficient la tacticile inamicului. Posibilitatea de ajustare a frecvențelor de control, de transmisie a imaginilor într-o gamă mai largă sau tipurile de recepție atât digitală, cât și analogică a transmisiei video fac sistemele UAS de tip FPV mai reziliente în fața bruiajului electronic (Milasauskas, ib.; FPV Drone Control: Exploring Effectiveness and Risks in Military Operations in Ukraine, 2023). Chiar dacă prezintă un anumit grad de vulnerabilitate împotriva sistemelor EW (război electronic), sunt puțini actori care își permit să acopere întreg frontul cu astfel de dispozitive. În plus, bruiajul electronic presupune emiterea unui semnal mai puternic decât cel pe care dorește să-l bruieze, ceea ce implică o putere destul de mare și dispozitive voluminoase, ceea ce nu este întotdeauna fezabil pentru unitățile de manevră de la contact. Mai mult, angajarea lor de către acestea ar face dispozitive EW vulnerabile în fața unor atacuri subsecvente ale forțelor proprii. Așadar, chiar dacă nu își îndeplinesc misiunea de lovire, dronele FPV pot fi folosite ca și momeli care să creeze vulnerabilități adversarului. Complementar, inovațiile actuale în domenii precum frecvențele personalizate, saltul de frecvență și modelele de zbor automatizate promit să le sporească și mai mult eficacitatea.

Cu toate acestea, tehnologia de tip FPV este crucială în modul de desfășurare a operațiilor contemporane, acest lucru fiind demonstrat și de extinderea ei către alte tipuri de platforme, cum sunt sistemele terestre fără pilot (UGV), Rusia dezvoltând deja astfel de sisteme kamikaze terestre de tip FPV (Russia Produces a Series of Ground FPV ‘Kamikaze’ Drones, 2024).

În continuare, în raport cu caracteristicile și interpretările militare oferite acestora anterior, am procedat la realizarea unei analize SWOT (Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats/Puncte tari, Puncte slabe, Oportunități, Amenințări), pentru a evalua în mod obiectiv oportunitatea integrării sistemelor FPV în cadrul organizațiilor militare. Pentru a asigura un grad superior de fidelitate rezultatelor obținute, am realizat, pentru fiecare element identificat în cadrul analizei SWOT, și o deducție militară care să ofere o perspectivă mai clară asupra beneficiilor și riscurilor privind integrarea acestor sisteme în practica operațională. *Tabelul 1* reprezintă rezultatul acestui proces de analiză.

Tabelul 1: Analiză SWOT privind sistemele UAS de tip FPV (concepția autorului)

Strenghts –Puncte tari	Weaknesses – Puncte slabe
• Cost redus – posibilitatea de achiziție și utilizare a unui număr destul de mare; • Manevrabilitate ridicată – eficiență crescută în raport cu celelalte drone comerciale; • Versatilitate operațională – pot desfășura o gamă variată de misiuni; • Dimensiuni mici și viteză ridicată – pot asigura o protecție mai mare în fața acțiunilor de distrugere ale adversarului; • Control în timp real – pot asigura luarea de decizii oportune.	• Autonomie limitată – limitări privind raza de acțiune; • Sarcină utilă relativ redusă, dar mai mare decât majoritatea UAS comerciale – pot angaja cu succes doar anumite tipuri de ținte; • Vulnerabilitate la bruiaj electronic – avansul tehnologic poate asigura limitarea acestuia; • Nu are sisteme proprii de protecție împotriva atacurilor inamice – dexteritatea operatorului reprezintă singura cale de evitare a acestora; • Dependente de condițiile meteorologice.
Opportunities – Oportunități	Threats – Amenințări
• Dezvoltarea tehnologică – creșterea capacității portante, a razei de acțiune, a protecției împotriva amenințărilor de bruiaj electronic sau integrarea inteligenței artificiale pentru crearea roiurilor de drone; • Utilizarea integrată cu alte sisteme de armament – eficientizarea luptei interarme.	• Contramăsurile electronice – vulnerabilitate în fața bruiajului electronic; • Evoluția sistemelor de protecție ale inamicului.

ARGUMENTE PRIVIND NECESITATEA INTEGRĂRII DRONELOR FPV
ÎN OPERAȚIILE TERESTRE ALE ARMATEI ROMÂNE

Întrebuințarea operațională a sistemelor UAS de tip FPV
în conflictul ruso-ucrainean

Utilizarea extinsă a sistemelor aeriene fără pilot de către Ucraina a demonstrat eficiența acestora în obținerea avantajelor tactice în fața unui oponent mult superior, cum este Rusia (Borsari, p. 7). Ambele părți au folosit aceste tipuri de sisteme cu efecte remarcabile pentru misiuni ISR, pentru corectarea focului artileriei, BDA (Battle Damage Assessment/Evaluarea efectului acțiunilor de luptă) sau pentru

lovirea țintelor prin improvizarea lor drept arme kamikaze (Borsari, p. 13). Impactul acestor sisteme a fost unul extrem de mare în cadrul conflictului în cauză și se estimează că va crește, putând fi comparat cu cel pe care l-a avut mitraliera în cadrul Primului Război Mondial.

Dronelile FPV s-au dovedit a fi una dintre cele mai des utilizate arme în cadrul conflictului din Ucraina, pe fondul unei lipse a câștigării superiorității aeriene de către unul dintre beligeranți, din cauza suprasaturării și eficienței ridicate a sistemelor antiaeriene (Zafra, 2024). Acest lucru se datorează și eficienței crescute a acestora în raport cu prețul de achiziție. Rata de succes a sistemelor UAS de tip FPV în conflictul din Ucraina este estimată între 50% și 80% (How could FPV drones change warfare?, 2023). Mai mult, anumite analize privind întrebuințarea unor asemenea sisteme în cadrul conflictului ruso-ucrainean scot în evidență o tendință de sporire a folosirii acestora ca modalitate de lovire a diferitelor ținte, așa cum se poate remarca în *figura 2*.

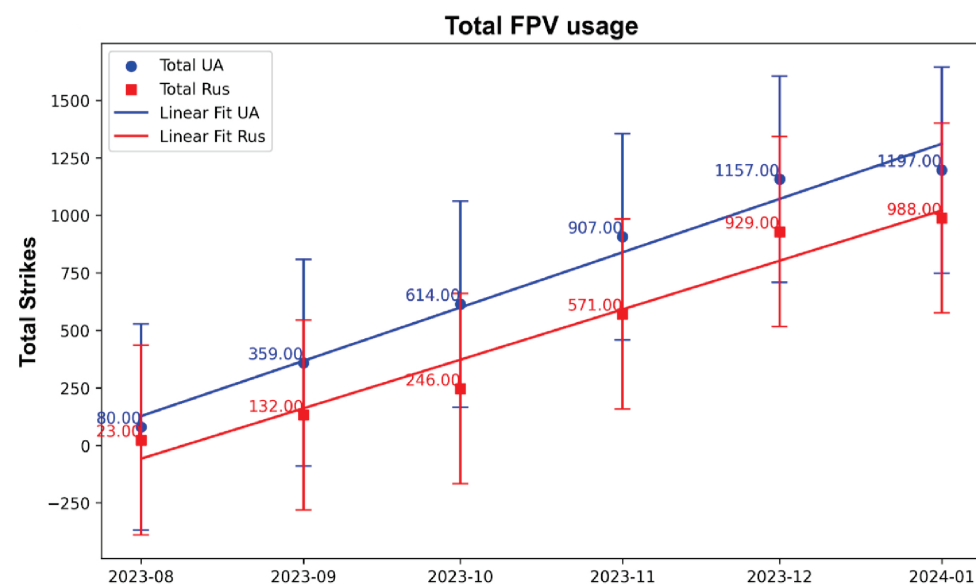


Figura 2: Întrebuințarea dronelor de tip FPV în conflictul ruso-ucrainean (Ben, 2024)

Având în vedere complexitatea situației din Ucraina, consider că este vital să ne concentrăm atenția, în primul rând, asupra lecțiilor operaționale legate de utilizarea dronelor FPV identificate în acest conflict, pentru a putea implementa strategii mai eficiente de gestionare a resurselor pe timpul operațiilor militare, dar și pentru a optimiza modalitatea proprie de acțiune cu privire la utilizarea acestei tehnologii

în context militar. Apreciez că o astfel de abordare va asigura cadrul unei mai bune adaptări a Armatei României la modul de utilizare a dronelor FPV în operațiile militare. De asemenea, evidențierea eficienței întrebuințării sistemelor UAS de tip FPV va contribui la înțelegerea necesității operaționale a unor astfel de aparate în vederea consolidării capabilităților Armatei României în fața amenințărilor din ce în ce mai diverse din mediul de securitate actual.

Există numeroase instanțe de întrebuințare a dronelor de tip FPV în cadrul conflictului ruso-ucrainean. Analiza realizată prezintă o abordare a modului în care acestea au fost folosite în diferite contexte operaționale pentru a înțelege versatilitatea și eficiența acestora în cadrul operațiilor desfășurate.

Așa cum afirmam anterior, eficacitatea acestor tipuri de aparate se răsfrânge asupra zonei de contact. Prin urmare, țintele angajate sunt cele care se regăsesc aici. Cea mai des întâlnită metode de întrebuințare a acestor drone este pentru a distruge tehnică blindată, mortiere, echipamente de artilerie, aparatele fiind echipate cu rachete antitanc (A Drone Worth a Few Hundreds of Dollars Against a 240-mm Mortar: Spectacular Destruction of the Tyulpan Mortar at a Distance of 10 km, 2023). Eficiența acestora este dovedită și de faptul că, până și cele mai avansate tancuri rusești, cele T-90 Proryv, au căzut pradă unor atacuri cu sisteme UAS de tip FPV. ('\$500 – Ukrainian drone, \$3 million – Russia's most advanced tank, a skilled operator's hands – priceless', 2024).

Așadar, ele pot fi întrebuințate asupra unei game variate de tehnică inamică, în staționare sau în deplasare, precum sisteme de artilerie, tancuri, mașini de luptă blindate, dar și puncte de comandă sau posturi de observare. Este de evidențiat faptul că dronile FPV pot angaja inclusiv personalul adăpostit în tranșee, efect care este greu de realizat cu ajutorul armelor cu ochire directă (Ukrainian FPV kamikaze drones attack Russian military equipment, 2023).

Armata ucraineană a folosit de curând o nouă modalitate de întrebuințare a dronelor de tip FPV, echipându-le cu termit. Utilizat, în principal, în metalurgie sau sudură, termitul reprezintă un amestec de aluminiu și oxid de fier, care, după aprindere, arde cu mare degajare de căldură (DEX online, 2024), aproximativ 2.500 de grade Celsius, îndeajuns pentru a coroda fierul în câteva secunde. Plasarea unei încărcături de aproximativ 500 g sub dronă poate avea un efect devastator pentru inamic. Reacția chimică poate fi inițiată prin telecomandă, când dispozitivul aerian se află în proximitatea zonei de angajare. Ucrainenii au folosit cu succes o astfel de metodă, denumită *dronă dragon*, pentru a anihila adversarul care se ascundea în zonele împădurite (What are 'dragon drones', Ukraine's latest weapon against Russia?, 2024).

Se estimează, de asemenea, că dronele FPV au fost folosite de ucraineni și pentru a distruge ținte mult mai valoroase. Astfel, distrugerea unui elicopter de atac rusesc Mi-24 în luna august a anului curent în regiunea Kursk (Ukrainian FPV Drone Rams Russian Mi-24 Helicopter, 2024) sau a unui sistem de supraveghere Murom-P destul de performant (Ukrainian Military Destroyed russian Murom-P Surveillance System Once Again, 2023), capabil să detecteze persoane și vehicule la aproape 10 km, reprezintă doar două dintre cele mai răsunătoare exemple.

În plus, războiul ruso-ucrainean a demonstrat o adaptare continuă a modalităților de întrebuințare a sistemelor UAS de tip FPV. De curând, au fost înregistrate lupte dronă contra dronă, demonstrând că aceste sisteme urmează o evoluție similară avioanelor din Primul Război Mondial, când acestea au fost folosite inițial doar pentru recunoaștere, ulterior pentru misiuni de foc, ca, în final, să se ajungă la confruntări între ele (Ukrainian MoD highlights 'drone-on-drone' engagements over the battlefield, 2024).

Analiza întrebuințării sistemelor UAS de tip FPV din perspectiva funcțiilor luptei

Se poate observa, așadar, rolul semnificativ pe care aceste sisteme îl au în conflictul în desfășurare din Ucraina. Chiar dacă principala misiune a dronelor de tip FPV este cea de angajare a țintelor din zona de contact, aceste sisteme pot sprijini îndeplinirea mai multor funcții ale luptei, fiind, poate, cea mai versatilă capacitate din arsenalul celor doi beligeranți.

Astfel, din punctul de vedere al **comenzii și controlului**, aceste capacități pot asigura un grad sporit de înțelegere situațională pentru comandanții din zona de contact, în timp real. De asemenea, deținerea unor asemenea capacități la nivele ierarhice mici (batalion/brigadă) poate sprijini libertatea de acțiune și descentralizarea comenzii, elemente critice ale unui sistem C2 eficient, așa cum a fost demonstrat în conflictul ruso-ucrainean. Se poate, așadar, eficientiza procesul de luare a deciziilor și se pot valorifica rapid oportunități trecătoare în desfășurarea evenimentelor. În plus, o asemenea capacitate poate sprijini și gradul de control prin asigurarea unei coordonări mai eficiente a acțiunilor subordonaților în momente dificile ale luptei. Mai mult, dronele pot funcționa, în funcție de situație, și ca relee de retranslație pentru a asigura comunicațiile cu diferite structuri, contribuind, astfel, la abilitatea de comandă și control a acestora.

Chiar dacă, așa cum menționam anterior, misiunea principală a sistemelor UAS de tip FPV este de lovire, datorită camerei video performante, acestea pot fi utilizate și în misiuni de cercetare și supraveghere, asigurând monitorizarea spațiului

de confruntare, atât ziua, cât și noaptea. Astfel, culegerea continuă de informații în timp real asigură un grad sporit de înțelegere a situației operaționale. De asemenea, aceste sisteme pot asigura sprijinul procesului de targeting prin identificarea de ținte sau asigurarea reglajului sistemelor de artilerie. În plus, ele pot sprijini procesul de evaluare a efectelor acțiunilor de luptă (BDA/Battle Damage Assessment). Toate acestea reprezintă elemente esențiale ale funcției **informații (intelligence)**.

Sistemele UAS de tip FPV pot asigura **manevra** de foc în funcție de situația operațională. De asemenea, pot sprijini cercetarea itinerariilor de deplasare a forțelor pentru a sprijini manevra acestora. Mai mult, ele pot fi folosite pentru acoperirea flancurilor și intervalelor descoperite dintre unități, asigurând astfel atât **protecția** forțelor, cât și monitorizarea liniilor proprii de aprovizionare **logistică**.

Totuși, conflictul din Ucraina a demonstrat că cele mai importante două funcții ale luptei pe care le pot sprijini sistemele UAS de tip FPV sunt cele de **sprijin prin foc** și **activități informaționale**.

Așa cum a demonstrat conflictul ruso-ucrainean, importanța operațională a dronelor de tip FPV este una extrem de mare în ceea ce privește angajarea unei mari varietăți de ținte, așa cum sunt cele prezentate în secțiunea anterioară. Prin echiparea acestora cu diferite muniții, sistemele au devenit redutabile arme de precizie, reușind să ofere avantaje substanțiale celui care le întrebuințează și efecte negative conexe adversarului. Procedura de angajare este una simplă, urmând trei pași:

- **Identificarea țintei.** Aceasta se poate realiza de sistemele de culegere de informații proprii care înaintează coordonatele și poza obiectivului.
- **Planificarea angajării.** Ulterior recepționării, este necesară aprobarea țintei și alegerea modalității de angajare (artilerie, FPV etc.). Dacă sistemele UAS de tip FPV sunt cele întrebuințate, este necesară și alegerea tipului de încărcătură specific efectului care se dorește a fi realizat, stabilirea rutei și deconflictizarea cu celelalte sisteme UAS care sunt deja pe traseu, precum și stabilirea canalului de comunicare cu aparatul de zbor.
- **Execuția.** Operatorul care primește misiunea manevrează drona la coordonatele primite, pe traseul indicat, efectuând, în același timp, și recunoașterea terenului pe această rută. Ulterior, detectează ținta și stabilește modalitatea de angajare a ei pentru a crea efectul dorit. Este foarte important ca operatorul să fie extrem de bine pregătit atât pentru a manevra drona, cât și pentru a ști să exploateze vulnerabilitățile țintei pe care o angajează.

Se poate observa, aşadar, că, pentru a opera eficient, sistemul UAS trebuie deservit de o echipă care să aprobe ţinta, să pregătească încărcătura şi aparatul pentru operare şi să asigure pilotajul acesteia către zona de angajare.

În plus, datorită camerei de luat vederi performante, toate aceste succese în neutralizarea anumitor capabilităţi ale adversarului pot fi înregistrate şi folosite pentru a influenţa audienţele ţintă, aşa cum putem observa aproape în fiecare zi pe platformele de socializare (Jones, 2023, pp. 21-22). Într-un conflict pentru câştigarea superiorităţii informaţionale, această metodă devine una crucială.

Se poate observa gradul ridicat de versatilitate în ceea ce priveşte întrebuintarea operaţională a sistemelor UAS de tip FPV, acestea sprijinind numeroase funcţii ale luptei, în funcţie de context.

Importanţa acordată de diferiţi actori internaţionali sistemelor UAS de tip FPV

În primul rând, importanţa sistemelor UAS de tip FPV este demonstrată de acţiunile întreprinse de cei doi beligeranţi din conflictul ruso-ucrainean. Astfel, **Rusia** dezvoltă în mod activ drone de tip FPV. Un exemplu este cel al dronelor „Boomerang” de provenienţă chineză care, chiar dacă folosesc materiale ieftine de fabricare, sunt destul de eficiente (Russia’s Boomerang Copter-Class Small FPV Drones, 2023). Datorită accesibilităţii şi importanţei, tehnologia de tip FPV a fost implementată de către Rusia şi pe platforme terestre fără pilot (Russia Produces a Series of Ground FPV ‘Kamikaze’ Drones, 2024). Este recunoscut de către specialiştii ruşi că „viitorul aparţine dronelor FPV compacte şi agile, cu rază scurtă de acţiune, folosite la nivel de pluton pentru recunoaştere şi lovituri precise.” (Edmonds, 2023).

În plus, Rusia a sporit producţia de drone FPV. În luna aprilie a acestui an, preşedintele ţării a anunţat intenţia de a investi 1 miliard de dolari până în 2026 pentru dezvoltarea şi achiziţia de astfel de aparate şi aproximativ 2,2 miliarde de dolari până în 2030 (Putin wants „mass production” of drones in Russia, 2024). Aceste investiţii semnificative demonstrează importanţa acordată de Rusia dezvoltării şi achiziţionării sistemelor UAS de tip FPV pe fondul efectelor acestor aparate în conflictul din Ucraina. La sfârşitul lunii iulie 2024, ministrul apărării rus, Andrei Belousov, a anunţat o producţie de aproximativ 4.000 de drone FPV pe zi pentru ţara sa, însemnând aproximativ 1,5 milioane de unităţi pe an (How Realistic are Russia’s Statements About Production of 4000 FPV-Drones Per Day?, 2024). Complementar, Federaţia Rusă recunoaşte şi nevoia de instruire a operatorilor. Un raport rus de la începutul acestui an reliefează că Rusia a instruit, până la acel moment, aproximativ 3.500 de operatori în peste 800 de facilităţi speciale de instruire (3,500 Drone Operators Trained in Russia, Ministry of Defense Claims,

2024). Aceste cifre reflectă amploarea investiţiilor Rusiei în acest tip de armament, demonstrând, în acelaşi timp, importanţa pe care i-o acordă ca urmare a evoluţiilor conflictului din Ucraina.

Mai mult, Rusia acordă o importanţă crescută şi cercetării acestui domeniu pentru a spori eficacitatea acestora. Un exemplu extrem de important în acest sens datează de la începutul anului, când media rusească a prezentat dezvoltarea unei drone ruseşti purtătoare de drone FPV. Importanţa acesteia este extrem de mare, dat fiind faptul că, astfel, se poate extinde raza de acţiune a sistemelor, în limita maximă a semnalului, pentru a angaja ţinte în adâncimea dispozitivului ucrainean (https://www.defensemirror.com/news/36386/Russia_Tests_FPV_Drone_Carrier_in_Ukraine, 2024). Instalarea de staţii de retranslaţie pe unele aparate de zbor, de filtre de blocare a anumitor frecvenţe pentru a spori rezilienţa în faţa sistemelor de bruij electronic inamic sau utilizarea tehnologiei 3D pentru a realiza corpul dronei sunt doar câteva dintre dezvoltările ştiinţifice întreprinse de ruşi în ceea ce priveşte sistemele UAS de tip FPV (X, 2023; Russians increase the range and stability of FPV drones, 2024).

Ucraina a acordat şi ea o importanţă semnificativă acestui segment. Accesibilitatea dronelor FPV a facilitat extinderea utilizării operaţionale a acestora în cadrul conflictului ruso-ucrainean. Pentru Ucraina, accesibilitatea dronelor FPV, pe fondul inconstanţei furnizării de echipamente militare din partea aliaţilor vestici, i-a facilitat posibilitatea de a rămâne competitivă chiar şi în faţa superiorităţii numerice a ruşilor.

Este de remarcat faptul că dezvoltarea acestui sector industrial în Ucraina a fost una accelerată, cu o creştere semnificativă a numărului de companii producătoare de drone. Concret, numărul a crescut de la şapte, în 2022, până la aproximativ 80, la sfârşitul anului trecut (How Ukraine’s cheap FPV drones are used on the Ukrainian battlefield, 2023). Creştere considerabilă în cadrul industriei dronelor demonstrează cât de importante au devenit aceste dispozitive în cadrul conflictului. Datorită caracteristicilor lor şi a capacităţii de a furniza imagini şi informaţii în timp real, dar şi din prisma posibilităţii de a fi echipate cu muniţie, dronele FPV au devenit parte integrantă a eforturilor de supraveghere şi angajare a ţintelor. Mai mult decât atât, accesibilitatea crescută şi reducerea costurilor de producţie au permis Ucrainei să-şi dezvolte propria industrie de drone FPV, ceea ce a sporit capacităţile şi resursele ţării în faţa provocărilor complexe din cadrul conflictului, reuşind să substituie şi să completeze, din punct de vedere operaţional, sisteme de supraveghere şi armament mult mai scumpe.

Se estimează că, la sfârșitul anului 2023, aproximativ 50.000 de drone de diferite tipuri erau fabricate lunar în Ucraina, majoritatea fiind de tipul FPV (Lyuba Balashova, 2023). Mai mult, guvernul ucrainean a alocat anul acesta aproximativ 1 miliard de dolari pentru investiții în industria manufacturieră proprie (Governmental Portal of Ukraine, 2023), unul dintre rezultate fiind drona KH-S7 din **figura 3**. Această dronă de tip FPV poate transporta o greutate de 1 kilogram pe o rază de până la 9,5 kilometri. De asemenea, intenția guvernului ucrainean este de a produce 1 milion de drone de tip FPV în anul 2024 (Zafra, 2024), 200.000 fiind deja produse în primele două luni (Since the beginning of 2024, Ukraine has produced about 200 thousand FPV drones, 2024).



Figura 3: Drona ucraineană KH-S7 FPV
(Ukraine develops KH-S7 FPV drone, 2023)

La 1 iulie 2022, guvernul ucrainean, prin Ministerele apărării și cel al transformării digitale, au inițiat proiectul „The Army of Drones” (Armata Dronelor), care intenționa modernizarea și extinderea utilizării dronelor în armata ucraineană. Rolurile acestui program erau de a facilita achiziția de drone, de a colecta fonduri private în acest sens, de a realiza mentenanța și modernizarea acestora, precum și de a instrui personalul implicat în manevrarea lor. Programul a fost unul de succes, reușind să transforme armata ucraineană într-una modernă și bine pregătită pentru provocările conflictului în desfășurare (United 24, 2024; Army of Drones, 2024).

În plus, actori importanți ai comunității internaționale susțin efortul de război al Ucrainei. Un exemplu este reprezentat de constituirea „Coalțiiei Dronelor”, formată din 11 membri. Între care Regatul Unit, Germania și Polonia, care recunoaște importanța dronelor în conflictele contemporane și nevoia de sprijinire a Ucrainei

cu astfel de aparate. Astfel, coaliția și-a propus să sprijine efortul de război al acestei țări cu 1 milion de drone de tip FPV (Joint Statement by the Drone Coalition’s Ministers of Defence, 2024).

Într-o mutare menită să revoluționeze modul de desfășurare a operațiilor militare contemporane, Ucraina a înființat o categorie separată de forțe, destinată sistemelor aeriene fără pilot (Unmanned Systems Forces/USF), intenție anunțată de președintele Zelenski în februarie și devenită realitate în luna iunie a acestui an. Este de remarcat faptul că este prima națiune care realizează acest lucru (Ukraine’s Zelenskiy orders creation of separate military force for drones, 2024; Dangwal, 2024; Bielieskov, 2024). Rolurile principale ale USF includ coordonarea unităților de luptă specializate pe UAS, planificarea operațiilor în adâncime pentru aceste sisteme, identificarea de lecții și implementarea acestora în rândul structurilor de forțe ale armatei, dezvoltarea și actualizarea doctrinei specifice operării sistemelor aeriene fără pilot sau recrutarea și antrenarea personalului necesar operării UAS-urilor (Hardie, 2024). Această decizie reprezintă un garant al creșterii eficienței utilizării sistemelor UAS de tip FPV în contextul conflictului din Ucraina.

Datorită importanței sistemelor UAS, Ucraina a modificat statul de organizare de la nivelul majorității brigăzilor, fiecare dintre acestea având acum în componere o companie de UAS destinată angajării țintelor, din care un pluton perează drone de tip FPV (Sahuquillo, 2024; Ukraine is betting on drones to strike deep into Russia, 2024).

Mai mult, Ucraina investește în cercetare și dezvoltare în domeniul dronelor. Astfel, intenția este de a dezvolta drone de tip FPV bazate pe inteligență artificială, care să asigure posibilitatea de contracarare a semnalului de bruiere inamic și, de asemenea, de atac în roiuri de drone (swarm) interconectate care să acționeze compatibil, schimbând informații între ele în timp real, pentru a îndeplini misiunea încredințată (Hunder, 2024). Până la acest stadiu, eforturile de cercetare se axează pe elemente care pot fi obținute mai rapid, precum reducerea nivelului de zgomot al motoarelor sau reducerea amprentei electromagnetice (Hudson, 2023). Aceste acțiuni au atras atenția diferiților actori internaționali, care au început să acorde o importanță tot mai mare sistemelor UAS de tip FPV.

Într-un efort de adaptare, forțele terestre ale SUA intenționează să introducă dronele comerciale de mici dimensiuni la nivel de brigadă pe baza lecțiilor identificate din conflictul ruso-ucrainean. Procesul este unul destul de avansat, fiind deja alese firmele care urmează să facă livrarea (Judson, 2024). Pentru a testa eficiența acestora, unele unități au fost dotate cu astfel de aparate de la sfârșitul anului 2022 (Helfrich, 2022). În luna martie, armata SUA a anunțat că va dota și alte

unități de infanterie cu drone de mici dimensiuni în demersul de experimentare (Chávez, 2024). Conform oficialilor americani, plutoanele de infanterie ale brigăzilor de manevră vor avea în dotare drone de tip FPV cel mai probabil începând cu anul fiscal 2026 (Skove, 2024).

Centrul de excelență privind manevra al armatei SUA organizează deja cursuri pentru operatori de drone de mici dimensiuni (U.S. Army hosts inaugural drone competition at Fort Moore, 2024), așa cum se poate remarca în figura 4. Se analizează inclusiv înființarea unei școli special destinată antrenării piloților de drone de tip FPV, cursul urmând să dureze 3-4 săptămâni (Skove, 2024).



Figura 4: Curs pentru operatori de drone (Borsari, 2023, p. 5)

Australia admite și ea importanța dronelor FPV în conflictele contemporane. Astfel, în sistemul de apărare australian se recunoaște nevoia urgentă a armatei de învățare a lecțiilor din Ucraina. Crearea unei capacități proprii de drone FPV, precum și a unui centru specializat de instruire reprezintă una dintre direcțiile viitoare de urmat în demersul de adaptare a structurii de forțe la provocările contextului actual de operare.

Armata **Chinei** deja se antrenează cu drone de tip FPV (Kesteloo, 2024; Satam, 2024), iar **Israelul** le întrebuințează în conflictul din Fâșia Gaza (Antebi, 2024). Alte state importante precum India recunosc nevoia de adaptare a propriei structuri armate prin integrarea dronelor FPV (The First Person View (FPV) Drone Revolution: India's Need to Adapt, 2024). În plus, Republica Cehă, prin noul Concept de reconstrucție a armatei, din februarie a anului curent, decide să înzestreze propriile forțe cu sisteme UAS de tip FPV (Domingo, 2024).

CONCLUZII

Modul de desfășurare a operațiilor militare specific armatelor vestice, cunoscut sub numele de război manevrier (maneuver warfare), se bazează exclusiv pe deținerea superiorității aeriene. Totuși, așa cum a demonstrat conflictul din Ucraina, unde Rusia deține net, ca și număr de capacități, superioritatea în fața Ucrainei, ea nu s-a putut concretiza. Așadar, această premisă de planificare a operațiilor, într-un mediu aerian tot mai congestionat, s-ar putea să nu fi realizabilă. Utilizarea pe scară extinsă a sistemelor aeriene fără pilot a transformat complet modul de operare al forțelor armate. Abilitatea de a întrebuința aceste aparate poate asigura un avantaj operațional considerabil pentru orice structură militară. Mai mult, același mediu de operare contestat implică tot mai multe provocări în utilizarea dronelor de dimensiuni medii și mari (Borsari, 2023, p. 4). Din acest motiv, dronile comerciale de mici dimensiuni, în special cele de tip FPV, au devenit din ce în ce mai importante în cadrul operațiilor desfășurate. Prețul redus, dar și eficiența ridicată au determinat o atenție sporită din partea structurilor militare.

În plus, este de așteptat ca progresele din domeniul tehnologiilor emergente, precum inteligența artificială, să asigure un impact și mai mare al acestor sisteme pe câmpul de luptă prin sporirea preciziei, eficienței operaționale, dar și a versatilității. (Borsari, 2023, p. 4).

În acest cadru, articolul curent a avut ca obiectiv să argumenteze necesitatea de integrare a acestor sisteme în cadrul structurilor de forțe și al operațiilor Armatei României. Este recunoscut faptul că procesul de adaptare este crucial pentru abilitatea forțelor armate de a face față noilor amenințări și provocări specifice mediului actual și viitor de operare. În acest sens, lecțiile operaționale din conflictul din Ucraina pot oferi îndrumare și inspirație pentru strategiile viitoare privind întrebuințarea eficientă a forțelor armate române. Una dintre aceste lecții este cea legată de integrarea dronelor de tip FPV în operațiile terestre ca și multiplicator al efectelor acestora.

Conflictul din Ucraina a demonstrat că sistemele UAS, cu diverse niveluri de sofisticare, autonomie și funcționalități, au devenit piese esențiale în războiul modern. Integrându-se cu succes în tactici de luptă și concepte avansate de operare, dronile pot oferi avantaje semnificative armatelor moderne prin furnizarea unei capacități eficiente pentru misiuni de tip ISR, BDA sau chiar de sprijin prin foc. În plus, impactul lor pe câmpul de luptă este amplificat de dezvoltarea tehnologică rapidă, care permite îmbunătățiri permanente în privința performanței și eficienței acestora. Analiza lecțiilor operaționale din conflictul din Ucraina poate oferi

o perspectivă valoroasă asupra modului în care pot fi desfășurate operațiile militare într-un mediu complex și volatil.

Beneficiile operaționale, dar și acțiunile întreprinse de diverși actori internaționali privind achiziția de drone de tip FPV sunt doar două argumente solide privind necesitatea de adaptare a structurilor de forțe ale Armatei României la provocările mediului curent de operare. În plus, există o serie de alți factori care ar trebui analizați și care pot determina un astfel de deziderat. Îmbătrânirea populației este unul dintre aceștia. Trebuie să admitem că, în viitorul apropiat, resursa umană disponibilă pentru a satisface stagiul militar în caz de conflict se va împuțina. Din acest motiv, consider că automatizarea armatei trebuie să reprezinte o prioritate. Mai mult, trebuie să analizăm și impactul moral al pierderii unei drone în luptă, care este insignifiant în raport cu pierderea de vieți omenești. Așadar, menținerea unei capacități operaționale ridicate poate fi o consecință a înzestrării cu drone de tip FPV. Costul versus eficiența este, de asemenea, un factor important. Se poate observa, din nenumăratele situații din Ucraina, cât de importante pot fi acestea în cadrul operațiilor militare. Complementar, mentenanța unor astfel de aparate este cu siguranță mult mai ieftină decât întreținerea personalului uman.

Pentru integrarea sistemelor UAS de tip FPV, Armata României va trebui să considere mai mult decât simpla achiziție a aparatelor de zbor. Selecția și instruirea operatorilor, dezvoltarea doctinelor specifice de întrebuințare și actualizarea celor deja existente sau regândirea organizării pentru luptă a unităților, sunt doar câteva dintre direcțiile de acțiune care vor trebui întreprinse. Totuși, închei prin a prezenta ceea ce fostul șef al armatei ucrainene, generalul Valerii Zaluzhnyi, scria în faimosul său articol de la începutul acestui an, *On the Modern Design of Military Operations in the Russo-Ukrainian War: In the Fight for the Initiative: „Poate că principala opțiune pentru obținerea unui avantaj în conflictele contemporane este să stăpânești întregul arsenal de mijloace relativ ieftine, moderne și extrem de eficiente care se dezvoltă rapid”* (Zaluzhnyi, 2024), așa cum este cazul sistemelor UAS de tip FPV.

BIBLIOGRAFIE:

1. ' \$500 – Ukrainian drone, \$3 million – Russia's most advanced tank, a skilled operator's hands – priceless' (2 septembrie 2024), <https://english.nv.ua/nation/two-ukrainian-fpv-kamikaze-drones-destroy-advanced-russian-t-90-proryv-tank-video-50350852.html>, accesat la 21 octombrie 2025.
2. 3,500 Drone Operators Trained in Russia, Ministry of Defense Claims (6 ianuarie 2024), Defense Express: https://en.defence-ua.com/news/3500_drone_operators_trained_in_russia_ministry_of_defense_claims-9104.html, accesat la 16 iulie 2024.

3. A Drone Worth a Few Hundreds of Dollars Against a 240-mm Mortar: Spectacular Destruction of the Tyulpan Mortar at a Distance of 10 km (7 mai 2023), https://en.defence-ua.com/news/a_drone_worth_a_few_hundreds_of_dollars_against_a_240_mm_mortar_spectacular_destruction_of_the_tyulpan_mortar_at_a_distance_of_10_km-6630.html, accesat la 17 septembrie 2024.
4. AAP-06 (2021). AAP-06, NATO Glossary of terms and definitions (English and French). NATO Standardization Office.
5. Antebi, L., Adar, O. (8 februarie 2024). FPV Drones: From the Ukrainian Battlefield to the Middle East, <https://www.inss.org.il/publication/fpv/>, accesat la 22 iulie 2024.
6. Anwar, N. (7 februarie 2023). World's largest drone maker is unfazed – even if it's blacklisted by the U.S. CNBC, <https://www.cnbc.com/2023/02/08/worlds-largest-drone-maker-dji-is-unfazed-by-challenges-like-us-blacklist.html>, accesat la 17 iulie 2024.
7. Army of Drones (2024), <https://www.ukrainianworldcongress.org/united24/>, accesat la 11 iulie 2024.
8. Balashova, L., Melnyk, T. (23 noiembrie 2023). Hands for wings. Ukrainian companies produce about 50,000 FPV drones every month. Forbes, <https://forbes.ua/innovations/ukrainski-inzheneri-pratsyuyut-u-boeing-ta-airbus-virobniki-droniv-strazhdayut-cherez-defitsit-kadriv-yak-rozvyazati-tsyu-problemu-20112023-17379>, accesat la 22 iulie 2024.
9. Barbu, F.-M., gl.-mr. (2024). Războiul dronelor. În revista *Gândirea militară românească*, nr. 2, pp. 6-13.
10. Ben, B. (24 martie 2024). FPV drone tactics reshape conventional trench warfare in Russo-Ukrainian War, Euromaidan Press, <https://euromaidanpress.com/2024/03/22/both-ukraine-and-russia-rapidly-increase-the-use-of-fpv-drones-challenging-conventional-trench-fortifications/>, accesat la 22 iulie 2024.
11. Bielieskov, M. (20 februarie 2024). Outgunned Ukraine bets on drones as Russian invasion enters third year, Atlantic Council, <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/outgunned-ukraine-bets-on-drones-as-russian-invasion-enters-third-year/>, accesat la 22 iulie 2024.
12. Borsari, F., Davis, Jr., G.B. „Skip” (2023). An Urgent Matter of Drones. The Center for European Policy Analysis's (CEPA).
13. Chuck Pfarrer Indications & Warnings (26 decembrie 2023), X, <https://twitter.com/ChuckPfarrer/status/1739705046177042868>, accesat la 12 iulie 2024.
14. Collins, M.G. (2023). Mobilizing the British Army. În *The British Army Review* (182), pp. 6-9.
15. Dangwal, A. (16 iunie 2024). Ukraine Launches World's 1st Unmanned Systems Forces; Masters Robotic War Across Land, Sea & Air, The Euroasian Times, <https://www.eurasiantimes.com/ukraine-launches-worlds-1st-unmanned-systems-forces-masters-robotic-war-across-land-sea-air/>, accesat la 22 iulie 2024.
16. DEX online (2024), <https://dexonline.ro/definitie/termite/definitii>, accesat la 11 iulie 2024.
17. Domingo, J. (22 mai 2024). Czech Republic Eyes Equipping Army With FPV Drones, în The Defense post, <https://thedefensepost.com/2024/05/22/czech-republic-fpv-drones-army/>, accesat la 23 iulie 2024.

18. Edmonds, J.A., Bendett, S. (2023). *Russia's Use of Uncrewed Systems in Ukraine*. Washington: The Center for Naval Analyses.
19. *FM 1-02.1 Operational Terms*. (2024). Washington D.C.: US Department of the Army.
20. *FPV Drone Control: Exploring Effectiveness and Risks in Military Operations in Ukraine* (7 mai 2023), Defense Express, https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/fpv_drone_controle_exploring_effectiveness_and_risks_in_military_operations-6604.html, accesat la 22 iunie 2024.
21. Gosselin-Malo, E. (19 iulie 2024). *Drone warfare in Ukraine prompts fresh thinking in helicopter tactics*, Defense news, <https://www.defensenews.com/global/europe/2024/07/19/drone-warfare-in-ukraine-prompts-fresh-thinking-in-helicopter-tactics/>, accesat la 21 iulie 2024.
22. Governmental Portal of Ukraine (26 iulie 2023), <https://www.kmu.gov.ua/en/news/denys-shmyhal-tsoho-roku-uriad-vydilyv-40-mlrd-hrn-dlia-investytsii-v-ukrainskykh-vyrobnykiv-bezpilotnykiv>, accesat la 2 august 2024.
23. Hambling, D. (10 noiembrie 2020). *The 'Magic Bullet' Drones Behind Azerbaijan's Victory Over Armenia*, Forbes, <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/11/10/the-magic-bullet-drones-behind--azerbaijans-victory-over-armenia/>, accesat la 22 iulie 2024.
24. Hardie, J. (21 iunie 2024). *Ukraine's new Unmanned Systems Forces takes shape*, Long War Journal, <https://www.longwarjournal.org/archives/2024/06/ukraines-new-unmanned-systems-forces-takes-shape.php>, accesat la 22 iulie 2024.
25. Helfrich, E. (7 decembrie 2022). *Army Fields Its New RQ-28A Quadcopter Recon Drone*, The Warzone, <https://www.twz.com/army-fields-its-first-u-s-designed-quadcopter-reconnaissance-drone>, accesat la 22 iulie 2024.
26. Horton, A., Korolchuk, S. (4 octombrie 2023). *In Ukraine, explosive DIY drones give an intimate view of killing*. În The Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/world/2023/10/04/fpv-drone-ukraine-russia/>, accesat la 11 august 2024.
27. *How could FPV drones change warfare?* (4 aprilie 2023), The Economist, <https://www.economist.com/the-economist-explains/2023/08/04/how-could-fpv-drones-change-warfare>, accesat la 22 iulie 2024.
28. *How Realistic Are Russia's Statements About Production of 4000 FPV-Drones Per Day?* (31 iulie 2024), Defense Express, https://en.defence-ua.com/news/how_realistic_are_russias_statements_about_production_of_4000_fpv_drones_per_day-11353.html, accesat la 2 august 2024.
29. *How Ukraine's cheap FPV drones are used on the Ukrainian battlefield* (9 octombrie 2023), Army Recognition, https://armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/conflicts-in-the-world/russia-ukraine-war-2022/how-ukraine-s-cheap-fpv-drones-are-used-on-the-ukrainian-battlefield?highlight=WYjdXNzaWEiXQ%3D%3D#google_vignette, accesat la 22 august 2024.
30. Hudson, J., Khudov K. (26 iulie 2023). *The war in Ukraine is spurring a revolution in drone warfare using AI*, The Washington Post, <https://www.washingtonpost.com/world/2023/07/26/drones-ai-ukraine-war-innovation/>, accesat la 22 iulie 2024.
31. Hunder, M. (18 iulie 2024). *Ukraine rushes to create AI-enabled war drones*, Reuters, <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/ukraine-rushes-create-ai-enabled-war-drones-2024-07-18/>, accesat la 22 iulie 2024.
32. *Joint Doctrine Publication 0-01.1 UK Terminology Supplement to NATOTerm* (ed. B). (2023). Ministerul Apărării din Marea Britanie.
33. *Joint Statement by the Drone Coalition's Ministers of Defence* (11 iulie 2024), Australian Government Defence, <https://www.minister.defence.gov.au/statements/2024-07-11/joint-statement-drone-coalitions-ministers-defence>, accesat la 22 iulie 2024.
34. Jones, S.G., Harrington, J., Reid, C.K., Strohmeyer, M. (2023). *Combined Arms Warfare and Unmanned Aircraft Systems. A new era of strategic competition*. Washington D.C.: Center for Strategic and International Studies.
35. Judson, J. (12 septembrie 2024). *Army picks two companies to get small drones to brigade combat teams*, Defense News, <https://www.defensenews.com/land/2024/09/12/army-picks-two-companies-to-get-small-drones-to-brigade-combat-teams/>, accesat la 22 iulie 2024.
36. Kerry, C., Swed, O. (15 august 2024). *Small Drones for Big Militaries: The Way Ahead*, Army War College, <https://warroom.armywarcollege.edu/articles/small-drones/>, accesat la 11 iulie 2024.
37. Kesteloo, H. (28 aprilie 2024). *Chinese Military Trains with FPV Drones, DJI Avata and Drone Countermeasures*, <https://dronexl.co/2024/04/28/chinese-military-trains-with-fpv-drones-dji-avata/>, accesat la 22 iulie 2024.
38. McFadden, C. (24 august 2023). *Ukrainian military unveils its new 'SkyKnight' bomber drone*, Interesting Engineering, <https://interestingengineering.com/innovation/ukraine-own-bomber-drone>, accesat la 2 iulie 2024.
39. Milasauskas, T., Jaškūnas, L. (20 iunie 2024). *FPV drones in Ukraine are changing modern warfare*, Atlantic Council, <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/fpv-drones-in-ukraine-are-changing-modern-warfare/>, accesat la 22 iulie 2024.
40. *Operational Environment 2024-2034: Large-Scale Combat Operations*. (2024). US Training and Doctrine.
41. *Putin wants „mass production – of drones in Russia* (28 aprilie 2024), Ukrainska Pravda, <https://www.pravda.com.ua/eng/news/2023/04/28/7399771/>, accesat la 22 iulie 2024.
42. Rhodes, C. (2024). *Small Aircraft, Sizeable Threats: Preparing Army to counter Small Uncrewed Aerial Systems*. În *Australian Army Occasional Paper* (24).
43. *Russia's Boomerang Copter-Class Small FPV Drones* (24 martie 2023), UAS Vision, <https://www.uasvision.com/2023/03/24/russias-boomerang-copter-class-small-fpv-drones/>, accesat la 2 iulie 2024.
44. *Russia Produces a Series of Ground FPV 'Kamikaze' Drones* (13 iunie 2024), UAS Vision, <https://www.uasvision.com/2024/06/13/russia-produces-a-series-of-ground-fpv-kamikaze-drones/>, accesat la 22 iulie 2024.
45. *Russians increase the range and stability of FPV drones* (9 ianuarie 2024), Militarnyi, <https://mil.in.ua/en/news/russians-increase-the-range-and-stability-of-fpv-drones/>, accesat la 22 iulie 2024.
46. Sahuquillo, M. (8 ianuarie 2024). *Night mission with a Ukrainian brigade operating bomb-carrying drones on the Bakhmut front*, pe El Pais, <https://english.elpais.com/>

- international/2024-01-08/night-mission-with-a-ukrainian-brigade-operating-bomb-carrying-drones-on-the-bakhmut-front.html#, accesat la 22 iulie 2024.
47. Satam, P. (19 martie 2024). *As 'Drone Piloting' Becomes New Military Domain, Chinese PLA Soldiers Fly FVP UAVs Through Tricky Hurdles*, <https://www.eurasiantimes.com/plas-fpv-attack-uavs-and-redefine-the-infantry-role/amp/>, accesat la 12 iulie 2024.
 48. *Since the beginning of 2024, Ukraine has produced about 200 thousand FPV drones* (29 februarie 2024), *Militarnyi*, <https://mil.in.ua/en/news/since-the-beginning-of-2024-ukraine-has-produced-about-200-thousand-fpv-drones/>, accesat la 12 iulie 2024.
 49. Skove, S. (14 mai 2024). *FPVs, tethered drones could become formal Army programs in 2025*, *Defense One*, <https://www.defenseone.com/threats/2024/05/fpvs-tethered-drones-could-become-formal-army-programs-2025/396573/>, accesat la 22 iulie 2024.
 50. *The First Person View (FPV) Drone Revolution: India's Need to Adapt* (16 martie 2024), <https://defence.in/threads/the-first-person-view-fpv-drone-revolution-indias-urgent-need-to-adapt.4555/>, accesat la 22 iulie 2024.
 51. *Ukraine develops KH-S7 FPV drone* (8 septembrie 2023), *Ukraine Ministry of Defence*, <https://mil.in.ua/en/news/ukraine-develops-kh-s7-fpv-drone/>, accesat la 22 iulie 2024.
 52. *Ukraine is betting on drones to strike deep into Russia* (20 martie 2024), <https://www.economist.com/europe/2023/03/20/ukraine-is-betting-on-drones-to-strike-deep-into-russia>, accesat la 17 iulie 2024.
 53. *Ukraine's Zelenskiy orders creation of separate military force for drones*. (6 februarie 2024), *Ruters*, <https://www.reuters.com/world/europe/ukraines-zelenskiy-orders-creation-separate-military-force-drones-2024-02-06/>, accesat la 12 iulie 2024.
 54. *Ukrainian FPV Drone Rams Russian Mi-24 Helicopter* (7 august 2024), *UAS Vision*, <https://www.uasvision.com/2024/08/09/ukrainian-fpv-drone-rams-russian-mi-24-helicopter/>, accesat la 12 iulie 2024.
 55. *Ukrainian FPV kamikaze drones attack Russian military equipment* (13 iulie 2023), *Military News UA – X*, https://twitter.com/front_ukrainian/status/1679395403077148673, accesat la 12 iulie 2024.
 56. *Ukrainian Military Destroyed russian Murom-P Surveillance System Once Again* (7 mai 2023), *Defense Express*, https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/ukrainian_military_destroyed_russian_murom_p_surveillance_system_once_againe_video-6631.html, accesat la 22 iulie 2024.
 57. *Ukrainian MoD highlights 'drone-on-drone' engagements over the battlefield*. (3 iunie 2024), *European Security&Defence*, <https://euro-sd.com/2024/06/major-news/38485/drone-on-drone-over-ukraine/>, accesat la 12 iulie 2024.
 58. *Ukrainian new heavy FPV drones with enhanced warheads will be „nightmare” for Russians* (4 iulie 2024), *Kanal 13 – Youtube*, <https://www.youtube.com/watch?v=dCGXb0GPJfE>, accesat la 22 iulie 2024.
 59. *United 24* (2024), <https://u24.gov.ua/dronation?fbclid=IwAR3Ic0yzUMDvm71ErjsHpKjMUNOhu4GpWhGjxu6fT2abSpvLb0bEt33OUNc>, accesat la 17 iunie 2024.
 60. *U.S. Army hosts inaugural drone competition at Fort Moore* (8 mai 2024), <https://www.wrbl.com/news/beehive-classic-u-s-army-hosts-inaugural-drone-competition-at-fort-moore/>, accesat la 22 iulie 2024.
 61. Zafra, M., Hunder, M., Rao, A., Kiyada, S. (26 martie 2024). *How drone combat in Ukraine is changing warfare*, *Reuters*, <https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/DRONES/dwpkeyjwkpmp/>, accesat la 22 iulie 2024.
 62. *What are 'dragon drones', Ukraine's latest weapon against Russia?* (9 septembrie 2024), *Al Jazeera*, <https://www.aljazeera.com/news/2024/9/9/what-are-dragon-drones-ukraines-latest-weapon-against-russia>, accesat la 22 iulie 2024.
 63. *X* (123 aprilie 2023), https://x.com/Geopolitics_Emp/status/1645912003389583361, accesat la 12 iulie 2024.
 64. Zaluzhnyi, G.V. (2 februarie 2024). *On The Modern Design of Military Operations in The Russo-Ukrainian War: In The Fight for The Initiative*, [https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/analytics/\(en\)_ZALUZHNYI_MODERN_DESIGN_OF_MILITARY_OPERATIONS_Feb_1st_2024.pdf](https://nvkarta.com/project/library/uploads/military/analytics/(en)_ZALUZHNYI_MODERN_DESIGN_OF_MILITARY_OPERATIONS_Feb_1st_2024.pdf), accesat la 22 iulie 2024.
 65. https://www.defensemirror.com/news/36386/Russia_Tests_FPV_Drone_Carrier_in_Ukraine (22 martie 2024), https://www.defensemirror.com/news/36386/Russia_Tests_FPV_Drone_Carrier_in_Ukraine, accesat la 22 iulie 2024.
 66. <https://dexonline.ro/definitie/termite/definitii> (9 septembrie 2024), *Al Jazeera*, <https://www.aljazeera.com/news/2024/9/9/what-are-dragon-drones-ukraines-latest-weapon-against-russia>, accesat la 2 iulie 2024.