

SARCINILE UTILE ALE AERONAVELOR FĂRĂ PILOT UMAN LA BORD (RPAS). PREZENTARE GENERALĂ (Partea I)

THE USEFUL TASKS OF THE REMOTELY PILOTED AIRCRAFTS (RPAS). GENERAL PRESENTATION (Part I)

Cdor.conf.univ.dr.ing. Laurențiu-Răducu POPESCU*

Orice aeronavă militară pilotată sau nepilotată a fost și va fi dotată cu aparatura de întrebuințare în luptă, specifică acelei categorii din care face parte. În prezenta lucrare, se fac referiri la aparatura specifică (sarcina utilă) aflată la bordul aeronavelor fără pilot uman la bord, numite în continuare RPAS¹. Se face o scurtă istorie, o mică clasificare, cu analize și referințe la diferite studii de specialitate, precum și o prezentare minimală a sarcinilor utile ale principalilor producători la nivel internațional, aflate la bordul RPAS.

Any manned or unmanned military aircraft has been, is and will be equipped with combat equipment which is specific to the category to which it belongs. In this paper, reference is made to the specific equipment (payload) on board unmanned aircraft, hereinafter referred to as RPAS. It also presents a brief history, a small classification with analyzes and references to various specialized studies as well as a minimal presentation of the payloads on board the RPAS used by the main international producers.

Cuvinte-cheie: RPAS; sarcini utile; producători de sarcini utile; senzori; aparatură electronooptică; armament.

Keywords: RPAS; payload; manufacturer payloads; sensors; electro-optical; weapons.

Sarcina utilă, așa cum reiese din Anexa II la Directiva 2007/46/CE, înseamnă diferența dintre masa maximă tehnic admisibilă și masa vehiculului. În literatura de specialitate, la caracteristicile tehnico-tactice ale diverselor aeronave cu sau fără pilot uman la bord, vom întâlni și prescurtări de tipul „Payload”. În figura 1, sunt exemplificate aceste diferențe, astfel din masa totală a aeronavei G ($MTOW^2$) fac parte masa goală de funcționare (OEW^3), masa sarcinii utile (TP^4) și cantitatea de combustibil de la bord (TFL^5).

OEW este formată din suma dintre masa goală a producătorului (MEW), articolele standard (SI) și elementele operatorului (OI).

$$OEW = MEW + SI + OI$$

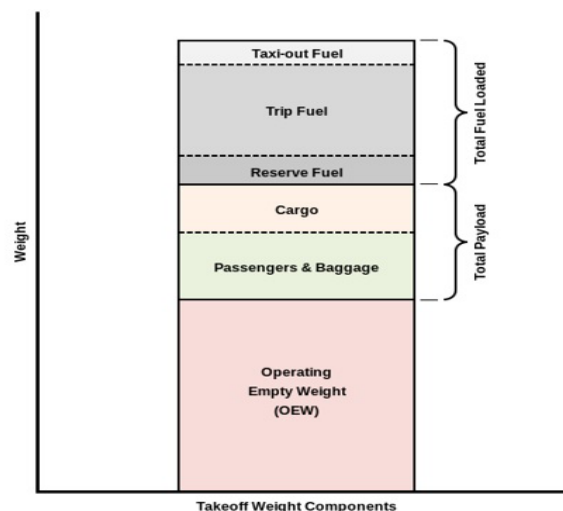


Fig. 1 Componentele masei totale a unei aeronave⁶

*Universitatea Națională de Apărare „Carol I”
e-mail: lpopescu@uvsr.org



OEW include toate lichidele (uleiul de motor, lichidul de răcire a motorului, lichidul hidraulic, volumul de combustibil inutilizabil), precum și orice element/echipament, opțional/suplimentar, necesar pentru zborul în siguranță al aeronavei.

Masa sarcinii utile este la rândul ei formată din *masa din compartimentul cargo, masa reprezentată de echipaj și de pasageri, masa bagajelor de mână ale acestora*, precum și *masa a tot ce reprezintă materialele și consumabilele alimentare*. În cazul RPAS, avem numai compartimentul cargo și rampele de acroșaj, cu încărcătura diversă a acestora.

De ce aceste sarcini utile sunt atât de importante din punct de vedere militar și, mai ales, pentru RPAS?

La începutul secolului al XX-lea odată cu apariția primelor aeronave fără pilot uman la bord, au început și preocupările cu privire la întreținerea militară a acestora. RPAS-urile erau folosite preponderent în cadrul aplicațiilor militare, în misiuni de cercetare aeriană, unde se foloseau, drept sarcini utile, aparatele optice rudimentare. Având experiența primelor misiuni, planificatorii militari au început să elaboreze noi cerințe operaționale/de performanță pentru fabricanți, în ceea ce privește aparatele optice. Odată cu diversificarea misiunilor, au început să apară noi sarcini utile. În acest context, dezvoltarea și modernizarea acestora pot fi considerate un proces firesc și continuu.

În momentul de față, întreținerea informației a căpătat noi valențe, sarcinile utile de cercetare și de supraveghere aflându-se inclusiv la bordul sateliților și al aparatelor orbitale și suborbitale. Importanța acestui tip de misiune și perfecționarea sarcinilor utile cu care se concretizează aceste tipuri de misiuni sunt scoase în evidență de Larry Lynn, directorul DARPA⁷, care a menționat, în cadrul Subcomitetului pentru Achiziții și Tehnologii al Senatului SUA, în martie 1998, următoarea prioritate a agenției, și anume că „tehnicile și sistemele care vor permite comandanților să beneficieze de o cunoaștere deplină a spațiului de luptă figurează printre prioritățile cele mai mari ale agenției. Această cunoaștere deplină este definită ca aptitudinea de a administra, în mod dinamic, diferiți senzori, pentru a realiza o culegere optimă de date”⁸. De altfel, și Bill Sweetman⁹ a concluzionat foarte elocvent faptul că „elementul cheie al luptelor aeriene ale viitorului nu va fi tehnologia ”stealth”, viteza sau puterea de foc, ci informarea”.

Odată cu noua revoluție, reprezentată de tehnologia informației, s-au perfecționat

și sarcinilor utile, comandanții/planificatorii militari ajungând, la sfârșitul deceniului opt, să beneficieze de informații în timp real, culese de noii senzori aflați la bord. Utilitatea în operații și lecțiile învățate, din perioada *Primului Război din Golf*, s-au concretizat, la începutul mileniului doi (16.02.2002), prin apariția unei premiere mondiale la nivelul RPAS, și anume lansarea unei rachete de tip Hellfire de către un RPAS de tip *Predator*, deschizându-se astfel drumul spre noi concepte de luptă ale viitorului, prin întrebuintarea acestora în operații de luptă (de tip „combat”).

În prezent, există o mare diversitate de sarcini utile la bordul RPAS-urilor, în funcție de masa sarcinii utile a fiecărui tip de sistem. După cum am prezentat, până acum putem clasifica sarcinile aflate la bordul RPAS după anumite criterii, și anume:

- din punctul de vedere al misiunilor executate avem sarcini utile cu întreținere:
 - *letală* (rachete dirijate sau nedirijate, bombe clasice sau cu sisteme precise de lovire, arme de tip NBC¹⁰ etc.);
 - *nonletală* (aparatura electronoaptică, radarul cu apertură sintetică, diverse containere, de tip ELINT¹¹, COMINT¹², SIGINT¹³, MET¹⁴, LD¹⁵).
- din punctul de vedere al tehnologiei folosite, avem sarcini utile cu senzori:
 - în spectrul *vizibil* sau *aproiat acestuia* (*infraroșu și ultraviolet*);
 - în spectrul *radio și radiolocație*;
 - în spectrul *radiațiilor X și gama*;
 - bazați pe *detectarea mișcării* în apă, în aer, pe sol (inclusiv cei nucleari, biologici și chimici).

Aplicațiile civile, după părerea mea, vor constitui propulsia dezvoltării RPAS și, implicit, a sarcinilor utile. Din ce în ce mai multe state intenționează să utilizeze RPAS-urile în cercetarea științifică și în dezvoltarea tehnologică, în studii de mediu, în activități de gestionare a dezastrelor, în infrastructura critică etc. Acest aspect a fost impulsivat și de reducerea drastică a prețurilor sarcinilor utile (camerelor de luat vederi și inovațiilor survenite în tehnologia comunicațiilor), acestea fiind folosite în aproape orice condiții meteo.

Curenții de aer influențează calitatea informațiilor capturate cu ajutorul sarcinilor utile. Au fost cazuri când nu s-au depistat ținte, din cauza fumului sau prafului controlat de acești curenți.

Dacă la bord sunt senzori de tip SAR, atunci scade considerabil această vulnerabilitate, deoarece acești tip de senzori, datorită lungimilor de undă cu care operează, descoperă ținte prin ceață, prin nori sau prin pulberi impenetrabile. De asemenea, turbulențele influențează legăturile de date dintre vectorul de zbor și stația de control de la sol (GCS¹⁶), în toate fazele zborului, afectând stabilitatea sensorului sau chiar supraîncălzind aparatura de control a zborului. Acest lucru poate duce la pierderea parțială sau totală a controlului vectorului de zbor sau a semnalului emis de sarcinile utile.

Noile tendințe de dezvoltare a tehnicii sarcinilor utile promit o revoluție conceptuală de monitorizare a câmpului de luptă al viitorului. În continuare, voi exemplifica unele tendințe privind dezvoltarea sarcinilor utile, în perioada apropiată, cum ar fi:

- protejarea sarcinilor utile de efectele curenților de aer sau ale turbulențelor, prin carenarea specială a acestei aparaturi (de regulă, în interiorul fuselajului). În momentul de față, sarcinile utile sunt poziționate, în majoritate, sub fuselaj sau pe planuri (rampe acroșaj), fiind vulnerabile la impactul cu solul, în cazul aparițiilor situațiilor de urgență sau al schimbării, pe timpul zborului, a situației meteo;

- minimizarea încărcăturii explozive menținând același efect la țintă, cât și mărirea preciziei lovirii la țintă, în cazul armamentului acroșat¹⁷. În acest fel, sporește capacitatea de luptă a aeronavei;

- controlul sarcinilor utile atât din GCS, cât și din anumite puncte de comandă specializate. Sunt stații de control la sol (GCS), capabile să controleze multiple aeronave fără pilot, dintr-o singură locație, sau să preia și alte modele de RPAS-uri. Acest aspect presupune și un control al sarcinilor utile aflate la bord, ceea ce sporește complexitatea tehnologică a GCS. A fost introdus conceptul de tip RPAS, care să execute multiple misiuni, prin dotarea acestora cu multiple sarcini utile. Practic, pe sistemele de tip *Eagle*, *Heron*, *Predator* și *Global Hawk* există astfel de posibilități. Acest lucru sporește capacitățile utilizatorilor de a controla ei înșiși multiplele sarcini utile aflate la bord.

- dotarea, încă din faza de construcție, a RPAS cu cât mai mulți senzori la bord, în varianta standard, astfel încât aeronava să fie folosită într-un spectru cât mai larg de misiuni. Este recomandat ca, la achiziția sistemului RPAS, să fie cumpărați

cât mai mulți senzori opționali posibili. S-a demonstrat, practic, faptul că, odată achiziționată această tehnică de către unele state cu un buget mai mic pentru apărare, cum este și țara noastră, suplimentarea și redotarea cu noi echipamente au fost, dacă nu imposibile, în orice caz mai greu de realizat. Orice amânare a dotării are consecințe asupra posibilităților tehnice de implementare. Tehnologia se află într-o continuă dezvoltare și unele echipamente nu vor putea fi exploatate la întregul potențial, dacă intervalul dintre achiziția sistemului RPAS și achiziția sarcinilor utile este foarte mare. De asemenea, poate să intervină incompatibilitatea tehnică de implementare a unor soluții noi de sarcini utile pe o platformă veche de zbor;

- realizarea unei amprente cât mai mici a radiației sarcinilor utile, în spectrul electromagnetic. Acest aspect se poate realiza prin compartimentarea armamentului și a muniției, în interiorul fuselajului, și o minimizare a încărcăturii explozive, după cum am spus mai sus, precum și prin soluții de implementare a unor tehnologii de tip „Stealth”, la bordul RPAS, prin folosirea unor frecvențe diferite în unitate de timp (salt de frecvență) etc.;

- integrarea sistemică a senzorilor multipli și a comenzilor acestora într-un singur pachet de funcțiuni. Astfel, prin interfața sistemului de navigație a RPAS, să se poată controla camera video - noapte/zi / IR (sistemul „autopilot” poate folosi giroscopurile proprii, pentru stabilizarea camerei), antena direcțională, indicatorul laser, altimetrul radar sau laser, DGPS, interfața pirotehnică (mascarea cu fum a RPAS, în zbor), comanda parașutei, unitatea de control a motorului, sistemele de comandă a tragerii (cu rachete sau cu bombe dirijate) etc.;

- extinderea întrebuintării și a altor tipuri de RPAS în afara celor din categoria HALE sau MALE, în misiuni de luptă și aici mă refer la categoria RPAS-urilor tactice, prin mărirea masei sarcinii utile, prin minimizarea aparaturii și a senzorilor aflați la bord etc.

Pentru exemplificare, putem menționa, din categoria HALE, sistemul *MQ - 9 B Reaper*, (producător General Atomics Aeronautical – fig. 3) care a fost proiectat să aibă șase puncte de acroșare: două putând duce o masă de 680 kg, două de 159 kg, respectiv două de 68 kg. Această aeronavă are la bord senzori:

- *electronoaptici și infraroșu*, de tip MTS-B¹⁸ – producător Raytheon Company (figura 2);
- *radar cu apertură sintetică SAR/GMTI*¹⁹, de tipul Lynx I (AN/APY-8) – producător Raytheon Company (figura 4);
- *armament*: AGM-114 C/K Hellfire; GBU-12 Paveway II; GBU-38 JDAM; AIM-92AA.



Fig. 2 *Senzori electronoaptici și infraroșu, de tip MTS-B²⁰*

În viitor, armamentul disponibil va fi și de tipul *LOCAAS*, *SDB*²², *JDAM*²³ sau cu *laser*.

- *releu de comunicații*;
- *alte sarcini utile*: radar maritim multimod, de tip SIGINT/ESM system; Mod IV IFF²⁴.



Fig. 3 *MQ - 9 B Reaper*

Din categoria MALE, menționez RPAS-urile *I- Gnat ER*, *I- Gnat ER*, *RQ-5A/MQ- 5B Hunter* și *MQ-1C Sky Warrior* (figurile 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).



Fig. 4 *Senzori SAR/GMTI, de tipul Lynx I (AN/APY-8)²¹*

Sistemul *I - Gnat ER* (fig. 6) are drept producător firma General Atomics Aeronautical, având la bord aparatură electronoaptică și infraroșu de tip MTS-A, un radar cu apertură sintetică, similar cu *MQ - 9 B Reaper* de tipul *Lynx I*, rachete de tip AGM-114 Hellfire și altele precum sistemul SIGNET/EMS, GPS și INS.

Sistemul *RQ/MQ-1 Predator* (figura 7), fiind un model de debut, a fost construit cu numai două puncte de acroșaj. Cu acest sistem, s-a realizat premiera mondială de lansare a rachetelor de tip AGM-114 Hellfire, în anul 2002. Acest RPAS mai poate executa trageri și cu FIM-92 Stinger.

Aparatura electronoaptică și infraroșu de tip MTS-A (AN/AAS-52) și SAR de tip *Lynx II (AN/DPY-1)* – figura 5. Alte sarcini sunt la bord, precum releu de comunicații UHF/VHF și APX-100 IFF/SIF cu mod 4.

Sistemul *RQ-5A/MQ-5B Hunter* (figura 8), produs de Northrop Grumman Corporation, are o încărcătură de luptă, compusă din Viper Strike sau BLU-108 (pentru varianta MQ-5B), o aparatură electronoaptică și infraroșu de tip MOSP, fiind prevăzut și cu sistem SAR/MTI. Ca alte sarcini utile pe cele două puncte de acroșaj, am putea menționa transponderul de tip APX-118 IFF, sistemul inerțial de navigație și GPS, precum și sistemul de detecție chimică Safeguard.

Sistemul *MQ-1C Sky Warrior* (figura 11) poate lua patru rachete de tip AGM-114 Hellfire sau GBU-44 Viper Strike. Pe lângă acestea, sistemul RPAS are aparatură electronoaptică și infraroșu, de tip MTS-A (AN/AAS-52), cu radar SAR de tip Lynx II. Mai poate folosi aparatura de tip SIGINT, AN/APX-119 Mk 12A Mod S IFF.

Din categoria RPAS-urilor tactice, sistemul *Fire Scout (MQ-5B)* – figura 10 – este un model RPAS, cu decolare pe verticală (VTOL²⁵), constructor fiind Northrop Grumman Corporation. Sarcina utilă transportată are valoarea de 272 kg, putând lua la bord rachete AGM-114 Hellfire, Viper și APKW²⁶ (ultimele două sisteme de armament fiind ghidate prin laser). Aparatura electronoaptică și infraroșu este de tip BRITE Star II, fiind prevăzut cu SAR/MTI (*Lynx II (AN/DPY-1)* – fig. 5), precum și cu aparatură de tip COMINT/SIGINT.



Fig. 5 *Lynx II (AN/DPY-1)*

Sistemul *Sentry HP* (fig. 9) este produs de DRS Technologies Inc. La bordul acestui sistem, s-a testat BLU-108. Acest model are o capacitate redusă de sarcini utile (34 kg), cu două puncte de acroșaj, care pot transporta mai mult de 11,3 kg și un transponder de tip IFF.

Modelele de RPAS, de tip X-45 și X-47 (figura 12), se află în teste, ultimul fiind în fază destul de

de Grand View Research, Inc. (SUA). Această companie oferă consultanță personalizată, astfel



Fig. 6 I-Gnat ER



Fig. 7 Sistemul RQ/MQ-1 Predator



Fig. 8 RQ-5A/MQ-5B Hunter

avansată (încă din 2015) pentru a fi întrebuințat și pe portavioanele US Navy.

Prin studiul rapoartelor tehnice și științifice, cei interesați pot lua decizii de afaceri, în cunoștință de cauză. Destul de profesionist este întocmit și documentarul „Analiza de piață a încărcăturii

încât clienții potențiali să aibă acces la cele mai recente informații din domeniu. Raportul oferă o analiză comparativă despre competitori și cotele de piață, oportunități, dinamica și previziunile pieței, precum și despre ultimele tendințe evolutive. Astfel, dimensiunea globală a pieței sarcinilor utile



Fig. 9 Sentry HP



Fig. 10 Fire Scout (MQ-5B)



Fig. 11 MQ-1C Sky Warrior



Fig. 12 X-47

utile a UAV-urilor și echipamentelor (aparate foto și senzori, radar și comunicații, armament) și prognoza acestui segment până în 2022²⁷, realizat

a RPAS a fost evaluată, în 2014, la 4,34 miliarde USD.

În figura 13, se poate observa evoluția veniturilor (în milioane USD) sarcinilor utile (atenție la culoare), prognozate pentru perioada 2012-2022. Sunt luate în considerare aparatele electronooptice și senzorii, radarele și aparatura de comunicații, armamentul și alte sarcini utile.

Analiza în procente, pentru 2014, este făcută la nivel global/pe zone, astfel avem, în figura 14, cota de piață în America de Nord, în Europa, în Asia Pacific, în America Latină, în MEA²⁹. De asemenea, în figura 15 avem o prezentare generală, în funcție de tipul sarcinilor utile.

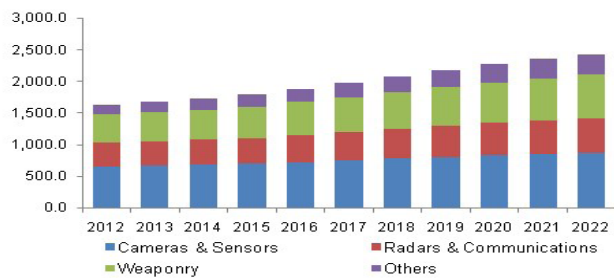


Fig. 13 Evoluția veniturilor (2012-2022) în ceea ce privește echipamentele/sarcinile utile de la bordul RPAS (milioane dolari)²⁸

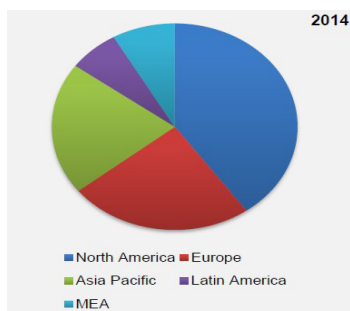


Fig. 14 Cota de piață a sarcinilor utile a RPAS pe zone, din 2014

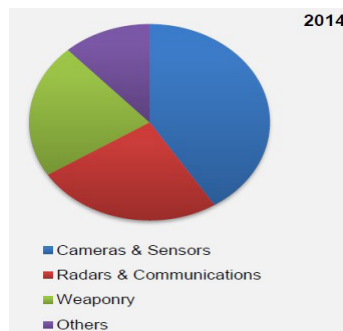


Fig. 15 Cota de piață a sarcinilor utile a RPAS pe echipamente, din 2014



Concluzii

Câteva concluzii cheie, rezultate din studiul acestui raport, sugerează faptul că:

- aparatura electronoptică și echipamentele de detecție reprezintă 40% din cota de venituri din industria specifică, în 2014 (fig. 15). Datorită cerințelor structurilor de securitate și de apărare, precum și datorită cerințelor decidenților din industria cinematografică (programe TV), se va impulsiona dezvoltarea acestor echipamente în viitorul apropiat (2022);

- radarul și echipamentele de comunicații sunt importante atât pentru utilizatorii civili, cât mai ales, pentru utilizatorii militari;

- în ceea ce privește armamentul, datorită participării în teatrele militare, se estimează o creștere cu 5%;

- celelalte echipamente folosite în diverse aplicații civile (precum agricultură, industria energetică – prin verificarea panourilor solare și a cablajelor de înaltă tensiune etc.) vor cunoaște o dezvoltare constantă, în următorii câțiva ani;

- America de Nord a dominat industria echipamentelor RPAS, la nivel mondial, cu o achiziție de peste 40% din cota totală a veniturilor globale, în 2014 (fig.14). Utilizarea din ce în ce mai intensă a RPAS-urilor de către structurile de securitate, precum și inițiativele favorabile ale autorităților guvernamentale de reglementare a activităților aeronautice, din SUA (FAA – Administrația Federală a Aviației din SUA) și din Uniunea Europeană (EASA – Agenția Europeană de Siguranță a Aviației) au favorizat creșterea echipamentelor de la bordul RPAS, deci, implicit, și a sarcinilor utile. Trebuie să recunoaștem faptul că ritmul acestor inițiative nu este la nivelul industriei de profil și al utilizatorilor, având consecințe negative asupra dezvoltării pe termen scurt a RPAS;

- nici piața regională Asia-Pacific nu rămâne în urmă. Investițiile făcute de China, de India și de Japonia, în aeronave atât militare, cât și civile, generează o cerere tot mai crescută a sarcinilor utile (în perioada prognozată);

- RPAS-urile comerciale vor reprezenta locomotiva dezvoltării sarcinilor utile, prin popularitatea de care se bucură din ce în ce mai mult aceste tehnologii în prezent, prin echipamentele de înaltă rezoluție și prin senzorii cu diverse lungimi de undă ale spectrului electromagnetic;

- la rândul lor, producătorii vor adopta mai multe parteneriate, chiar și fuziuni ale componentelor/

segmentelor de profil, tocmai pentru a putea asigura dominația (în anii care vin), dacă nu mondială măcar regională, tehnologică și financiară, pe piața RPAS.

NOTE:

1 RPAS – *Remotely Piloted Aircraft Systems*.

2 MTOW – *Maximum Take Off Weight*.

3 OEW – *Operating Empty Weight*.

4 TP – *Total Payload*.

5 TFL – *Total Fuel Loaded*.

6 https://en.wikipedia.org/wiki/Maximum_takeoff_weight

7 DARPA – *Defence Advanced Research Projects Agency* – Agenția Americană pentru Proiecte de Cercetare Avansată în Domeniul Apărării.

8 F. Bernard, ”Radar à ouverture synthétique: images par les ondes radio”, *Armada International*, nr. 4, Elveția, aug.-sep. 1998, pp. 28-34.

9 Bill Sweetman – *Journalist & Military Aircraft Expert* (Jurnalist și Expert în Avioane Militare).

10 *Nuclear, biological and chemical sensor* (senzor chimic, biologic și nuclear).

11 *ELINT – Electromagnetic Intelligence*.

12 *COMINT – Communication Intelligence*.

13 *SIGINT – Signal Intelligence*.

14 *MET – Meteorological sensor*.

15 *LD – Leaflet Dispensers*.

16 *GCS – Ground Control Station*.

17 *APKV – Advanced Precision Kill Weapons*.

18 *MTS – Multi-Spectral Targeting System*.

19 *SAR/GMTI – Synthetic Aperture Radar/ Ground Moving Target Indicator*.

20 *The JAPCC Flight Plan for Unmanned Aircraft Systems in NATO 2008*, JAPCC Kalkar, Germania, 2008, p. B-71.

21 *Ibidem*, p. B-73.

22 *SDB – Small Diameter Bomb*.

23 *JDAM – Joint Direct Attack Munitions*.

24 *IFF – Identification, Friend or Foe*.

25 *VTOL – Vertical Take-Off and Landing*.

26 *APKW – Advanced Precision Kill Weapon*.

27 *UAV Payload Market Analysis By Equipment (Cameras & Sensors, Radar & Communications, Weaponry) And Segment Forecasts To 2022*, ianuarie 2016, Report ID: 978-1-68038-710-0.

28 *Ibidem*, p. 16.

29 *Middle East and African* – și sunt incluse: Bahrain, Cipru, Egipt, Iran, Irak, Israel, Iordania, Kuwait, Liban, Oman, Palestina, Qatar, Arabia Saudită, Siria, Turcia, Emiratele Arabe Unite, Yemen și țările africane.

BIBLIOGRAFIE

Bernard F., ”Radar à ouverture synthétique: images par les ondes radio”, *Armada International*, nr. 4, Elveția, aug.-sep. 1998.



The JAPCC Flight Plan for Unmanned Aircraft Systems in NATO 2008, JAPCC Kalkar, Germania, 2008.

RPAS. Remotely Piloted Aircraft Systems. The Global Perspective 2015-2016, UVS International, ETC Imprimerie France, Paris, 2016.

UAV Payload market analysis by equipment (cameras & sensors, radar & communications, weaponry) and segment forecasts to 2022, ianuarie 2016.

<http://www.flir.eu/surveillance/display/?id=64505>

<https://www.wescam.com/products-services/airborne-targeting/>

<https://www.safran-electronics-defense.com/aerospace/uav-systems/airborne-optronics>

<https://www.edmundoptics.com/resources/application-notes/imaging/what-is-swir/>