



SCURTE REPERE ISTORICE PRIVIND EVOLUȚIA SISTEMELOR UAV: 1914 - 1939

BRIEF HISTORICAL MILESTONES ON THE EVOLUTION OF UAV SYSTEMS: 1914 - 1939

BRÈVES RÉFÉRENCES HISTORIQUES SUR L'ÉVOLUTION DES SYSTÈMES UAV: 1914 - 1939

Lt.col.dr.ing. Grigore Eduard JELER*

Vehiculele aeriene fără pilot (UAV) și vehiculele pilotate de la distanță (RPV) sunt sisteme de arme, utilizate pe scară largă în multe dintre armatele moderne din zilele noastre. Istoricul acestei arme, surprinzător poate, datează de la începutul Primului Război Mondial. Scopul acestui articol este de a urmări dezvoltarea aeronavelor fără pilot în perioada 1914 - 1939. Acest articol este o continuare a celui publicat în *Buletinul Universității Naționale de Apărare „Carol I”*, Nr. 2 /2018.

Unmanned aerial vehicles (UAV), such as remotely piloted vehicle (RPV), are weapon systems widely used in nowadays armies. It may seem surprisingly, but this weapon has its origins in the beginning of World War I. The aim of this article is to pursue the development of the unmanned aircrafts from the 1914 to 1939. This article represents a continuation of the article published in Bulletin of "Carol I" National Defence University, No. 2/2018.

Les véhicules aériens sans pilote (UAV) et les véhicules télépilotes (RPV) sont aujourd'hui des systèmes d'armes largement utilisés dans de nombreuses armées modernes. L'histoire de cette arme remonte, peut-être étonnamment, au début de la Première Guerre mondiale. En effet, le présent article a pour objet de suivre l'évolution des aéronefs sans pilote entre 1914 et 1939. Cet article fait suite à celui publié dans le Bulletin de l'Université de Défense nationale "Carol Ier", no 2/2018.

Cuvinte-cheie: UAV; torpilă aeriană; Kettering Bug; Sperry Aerial Torpedo; Argus As 292.

Keywords: UAV; aerial torpedo; Kettering Bug; Sperry Aerial Torpedo; Argus As 292.

Mots-clés: UAV; torpille aérienne; Kettering Bug; Sperry Aerial Torpedo; Argus As 292.

Se definește UAV (Unmanned Aerial Vehicle) ca fiind o aeronavă fără pilot uman la bord. UAV-urile sunt o componentă a unui UAS (Unmanned Aerial System), care includ un UAV, o stație de control (CS – Control Station), poziționată fie la sol, fie pe o aeronavă în aer, și un sistem de comunicații între cele două. UAV poate zbura cu diferite grade de autonomie: fie sub control efectuat de la distanță de către un operator uman, fie în mod autonom prin intermediul calculatoarelor aflate la bord.

Ultimele două decenii au cunoscut o creștere exponențială a dezvoltării și utilizării sistemelor

fără pilot, preconizând ceea ce poate fi văzută, într-o bună zi, ca cea mai mare schimbare de paradigmă în evoluția omenirii. UAV-urile militare au schimbat pentru totdeauna conduita războiului, oferind supraveghere aeriană permanentă, capacități crescute de comandă și control și capacitate de lovire de mare precizie, fără posibilitatea de pierdere a echipajului uman. UAV-urile din domeniul civil deja sunt o componentă permanentă în activitățile comerciale, industriale, divertisment, servicii de urgență. Contrar opiniei publice totuși, interesul față de UAV datează cu mult înainte ca majoritatea oamenilor să-și dea seama, deoarece multe state au angajat sisteme militare fără pilot cu mai bine de un secol în urmă, începând timid în timpul Primului Război Mondial.

*Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”
e-mail: eduard_jeler@yahoo.ro

Istoricul UAV în timpul Primului Război Mondial

Deși succesul utilizării de vehicule aeriene fără pilot în zboruri de încercare a fost inconstant, în timpul Primului Război Mondial, armata a recunoscut potențialul lor în luptă. Astfel, la numai 16 ani după zborul fraților Wright, în 1916 - 1917, armata britanică, folosind sistemul radio de control al A.M. Low¹ (considerat părintele sistemului de ghidare radio), a dezvoltat *Ruston Proctor Aerial Target* (AT), un avion controlat prin radio, fără echipaj, conceput atât pentru apărarea împotriva zepelinelor (unde ar fi controlat de la sol), cât și ca o bombă zburătoare (controlat de pe o aeronavă cu pilot). Acesta a fost construit în fabrica de aeronave P. Hare Royal, din Putnam. După mai multe lansări de prototipuri eșuate, armata britanică a ales să renunțe². Dar a oferit oportunități pentru proiecte similare, cum ar fi Kettering Bug, și a deschis calea dronelor militare de astăzi.



Figura 1 Modelul de aeronavă fără pilot *Ruston Proctor Aerial Target*³

În SUA, la 2 octombrie 1918, aeronava fără pilot, sub numele de Kettering Bug, proiectată de Charles F. Kettering, din cadrul companiei General Motors, efectuează primul zbor. Acest UAV (mai precis, o bombă zburătoare) era un mic biplan, fabricat din lemn și pânză, amenajat pentru a transporta o bombă egală cu propria greutate (300 de livre). Aeronava decola de pe un cărucior cu roți și apoi își detașa aripile, permițând fuselajului (bomba propriu-zisă) să atace vertical, spre o țintă preprogramată. Armata SUA a ordonat cantități mari din acest model în ultimele luni ale Primului Război Mondial, dar încheierea războiului a dus la anularea acestor comenzi. Oricum, acest UAV este precursorul rachetelor de croazieră moderne⁴.



Figura 2 Aeronava fără pilot *Kettering Bug Aerial Torpedo*⁵

În acest timp, tot în SUA, unde ideea de avioane fără pilot, comandate prin radio, a început să prindă contur tot mai mult, o echipă de ingineri pornesc lucrul la un proiect similar: avionul Hewitt-Sperry Automatic. În 1917, Dr. Peter Cooper și Elmer A. Sperry au inventat stabilizatorul giroscopic automat, care ajută la zborul unei aeronave drept și orizontal. Cei doi au utilizat această descoperire tehnologică, de a converti avioane de antrenament Curtis N9 ale U.S. Navy în primul UAV teleghidat. Aeronava avea anvergura aripilor de 6.7 metri, o lungime de 4.57 metri, era echipată cu un motor Curtiss OX-5, care dezvoltă o putere de 22 CP și putea atinge o viteză maximă de 70 mph. Sperry Aerial Torpedo a zburat 50 de mile, transportând o bombă de 300 de livre în mai multe zboruri de încercare, dar nu a fost niciodată utilizat în luptă⁶.

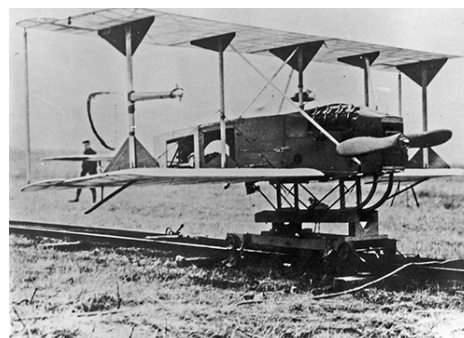


Figura 3 Aeronava fără pilot *Sperry Aerial Torpedo*, pregătită de lansare⁷

Dar Franța, care se considera o mare putere militară, nu dorea să rămână în urmă. Astfel, căpitanul Max Boucher a reușit, la 2 iulie 1917, să ridice în zbor un avion Voisin „fără pilot la bord” peste 1 km, apoi a aterizat lin, deoarece avea

doar 2 litri de combustibil. El a reluat munca desfășurată, din 1894, de către Octave Détable, care, datorită unei aripi echipate cu conuri divergente, a adus stabilizarea automată a planurilor. Acest fapt l-a împins pe George Clémenceau, pe atunci președinte al comisiei senatului armatei, să lanseze, în 1918, un concurs pentru un avion fără pilot, deoarece considera că un pilot este prețios, pentru că necesită o pregătire îndelungată, și nu avionul, care putea fi produs rapid, în serii foarte mari.

Max Boucher a reușit să-și îmbunătățească sistemul și să zboare cu un avion Voisin BN3, pe 14 septembrie 1918, timp de 51 de minute, pe un traseu de 100 km. Acesta își va continua activitatea cu inginerul Maurice Percheron și va reuși să ridice un avion radiocomandat îmbunătățit, la 17 aprilie 1923, de la baza Étampes. Dar războiul s-a terminat și militarii nu au mai fost interesați de idee⁸.



Figura 4 Aeronava franceză fără pilot Voisin BN3⁹

Totodată, nici Germania nu a rămas pe loc. De la începutul războiului, militarii germani au arătat un mare interes pentru vehiculele controlate de la distanță. La 5 noiembrie 1914, Ministerul Războiului a ordonat Comisiei de Evaluare a Tehnologiei Transporturilor (Verkehrstechnische Prüfungs-Kommission/VPK) să dezvolte sisteme de control de la distanță, care să poată fi instalate atât pe nave, cât și în avioane.

În ianuarie 1915, compania Siemens & Halske a înregistrat un brevet care a abordat unele dintre aspectele de bază privind telecomanda aeronavelor. Astfel, aeronava, echipată cu aripi și cu suprafețe de control (cârma și elevatorul), urma să fie lansată

de pe un avion obișnuit, comenzile fiind sub formă de impulsuri electrice, transmise printr-un fir conectat la un dispozitiv, aflat la bordul aeronavei cu echipaj uman. Dacă, la început, proiectul s-a bazat pe un design monoplan, odată cu creșterea dimensiunilor și a greutății, a fost parțial înlocuit de proiectele biplane. Până la sfârșitul anului 1916, au fost lansate, în total, 66 de aeronave.

În 1916, a fost lansat un model biplan, sub numele de Torpedo Planor (Torpedogleiter). Dar încheierea războiului a dus la încetarea proiectului¹⁰.



Figura 5 Drona torpilă, realizată de Siemens – Schuckert, în 1917-1918¹¹

Perioada interbelică 1919 - 1939

După Primul Război Mondial, a existat mult interes în producerea și îmbunătățirea armelor zburătoare controlate de la distanță.

În 1925, Marina Regală Britanică a dezvoltat și a testat proiecte de torpile aeriene, precum RAE Larynx (Royal Aircraft Establishment Larynx). Aceasta era o aeronavă fără pilot, care urma a fi folosită ca armă antinavă ghidată. Era un mic monoplan, alimentat de un motor Armstrong Siddeley Lynx IV de 200CP, avea o viteză maximă de 200 mph, fiind ghidată de un pilot automat, dezvoltat după principiile profesorului Archibald Low. După doi ani de dezvoltare, prima lansare a fost efectuată de o catapultă de pe distrugătorul HMS Stronghold, în Canalul Bristol. Testele ulterioare au fost făcute în Canalul Englez și la Portland Bill. Testele s-au extins până în 1928, și o serie completă de teste a fost efectuată în 1929, cu șase aeronave, în Mesopotamia¹².

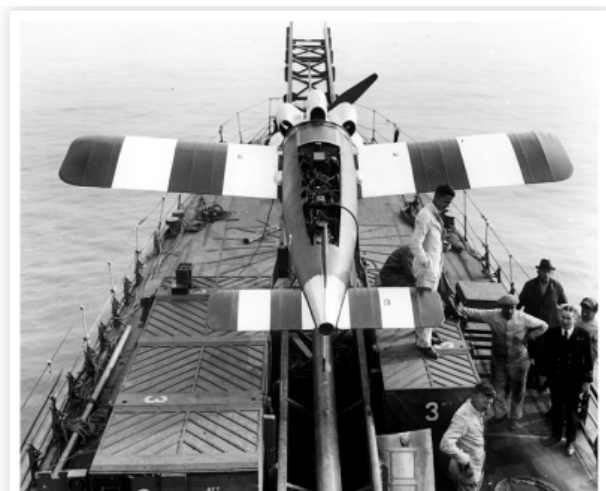


Figura 6 *Larynx No3 pe catapultă, la bordul distrugătorului HMS Stronghold, în 19 octombrie 1927¹³*

Succesele timpurii ale aeronavelor fără pilot au dus la dezvoltarea, în Marea Britanie și în SUA, în anii '30, a unor aeronave țintă fără pilot controlate prin radio. După război, trei biplane standard E-1 au fost transformate în UAV-uri. În 1931, britanicii au dezvoltat o aeronavă controlată prin radio, sub numele de Fairey Queen, din hidroavionul Fairey III F, construind un lot mic de trei aeronave. Aceasta a fost baza de plecare pentru modelul Queen Bee, primul model de UAV modern.

La mijlocul anilor '30, Queen Bee a apărut ca un instrument important în antrenarea echipajelor de apărare antiaeriană. Este primul UAV returnabil și reutilizabil, conceput pentru a fi folosit drept țintă aeriană în timpul misiunilor de instruire, pentru unitățile de apărare antiaeriană. Fabricate din molid și placaj, aceste biplane au zburat, pentru prima dată, în 1935 și au fost echipate cu roți sau cu flotoare. Aeronava D.H. Queen Bee era controlată prin radio și putea zbura la o înălțime de 17.000 de picioare și cu o rază de acțiune maximă de 300 de mile, la o viteză de peste 100 mph. Un număr de 380 de aeronave D.H. Queen Bee au servit ca drone țintă în Royal Air Force și Royal Navy, până în 1947, când au fost retrase. Practic, a fost primul UAV modern, controlat prin radiocomandă¹⁴.

Forțele armate britanice au încercat să înlocuiască D.H. Queen Bee cu o aeronavă mai modernă. Astfel a apărut Airspeed AS.30 "Queen Wasp", un avion britanic țintă fără pilot, construit de Airspeed Limited, la Portsmouth. Două prototipuri

au fost comandate, în mai 1936, unul cu roți, pentru Royal Air Force, și unul cu flotoare, pentru Royal Navy, urmând a fi comandat un număr de 65 de aeronave, în funcție de succesul programului de testare a zborului. Aeronava era un biplan cu un singur motor Armstrong Siddeley Cheeta, construit din lemn, cu aripi conice ascuțite și cu suprafețe de control, acoperite cu țesături, având anvergura de 9,45 m, lungimea totală de 7,42 m și o greutate totală de 1.588 kg. Prima decolare de pe sol a avut loc la 11 iunie 1937, iar de pe mare, la 19 octombrie 1937. În noiembrie 1937, a fost catapultat cu succes, de pe nava transportoare de hidroavioane, HMS Pegasus. În cadrul testelor de zbor, s-a constatat că aeronava avea putere scăzută și dificultăți la aterizarea pe apă, ceea ce a necesitat o re-proiectare a flotoarelor. Aeronava nu a intrat în producție de serie¹⁶.



Figura 7 *Avionul radiocomandat D.H.82B Queen Bee¹⁵*

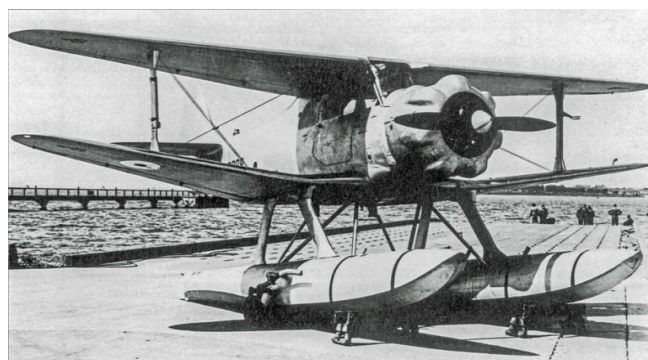


Figura 8 *Aeronava fără pilot A. S.30 Queen Wasp¹⁷*

În această perioadă, Luftwaffe a dezvoltat, sub conducerea dr.ing. Fritz Gossau, la Argus Motoren GmbH, un model de UAV, sub denumirea de Argus As 292. Lucrările la drone au început, în 1937, la Argus-Flugmotorenwerke (fabrica de

motoare aeriene Argus), din Berlin-Reinickendorf. Inițial, sub denumirea de Flakzielgerät 43 (Flak-Target Apparat 43), drona a fost folosită ca țintă de antrenament pentru apărarea antiaeriană. Corpul aeronavei era de construcție tubulară simplă; aripile diedre înalte, detașabile pentru transport.



Figura 9 Argus As 292¹⁸

Primul zbor neghidat a fost la 9 iunie 1937, iar cel controlat la distanță a fost efectuat la 14 mai 1939. Dar forțele germane au considerat-o pierdere de material (aeronava se distrugea după atacul efectuat asupra ei de către artileriștii antiaerieni). Pentru a găsi o nouă destinație în timpul testării zborului, două camere de filmat au fost montate pe un prototip As 292. Designul inițial al dronei a fost ușor modificat, motorul, echipamentul de control radio și aparatul de fotografiat au fost acoperite. În al doilea rând, motorul era mai puternic și asigura o autonomie de 30 de minute. Recuperarea aeronavei se făcea prin transmiterea unei comenzi de oprire a motorului și deschiderea unei parașute. Dar Germania nazistă a început războiul, iar compania Argus era ocupată să execute comenzi pentru motoare de avioane. Prin urmare fabricarea dronei a început abia în 1942¹⁹.



Figura 10 Recuperarea unui As 292 de cercetare²⁰

În paralel cu proiectul Argus, în 1937, Germania nazistă a încercat dezvoltarea unei drone țintă, controlată prin radio, de mărimea unei aeronave mari. Fieseler a proiectat și a construit aeronava țintă Fi.157, într-o perioadă scurtă de timp. Era o aeronavă cu un singur motor cu putere redusă, cu elice cu două lame metalice și cu angrenaj fix. Aeronava urma să fie amplasată sub un bombardier transportator și urma să fie detașată de el în zbor. În 1937, au fost construite trei prototipuri, care au fost curând distruse, din diferite motive²¹.



Figura 11 Drona Fi.157, fixată sub un He 11²²

La sfârșitul anilor '30, SUA au revenit pe scena aeronavelor fără pilot, cu dezvoltarea unei ținte pentru antrenarea artileriștilor antiaerieni din US Navy, sub denumirea de Curtiss N2C-2. Acest vehicul aerian fără pilot a fost controlat de la distanță, de pe o altă aeronavă cu echipaj uman, ceea ce a făcut ca designul să fie revoluționar.

Cu ajutorul acestui biplan, se descoperă deficiențele din apărarea antiaeriană navală (nava de luptă Utah nu a doborât nicio dronă N2C2 – 2). US Navy a denumit această clasă de drone NOLO (No Live Operator OnBoard). USAAF a adoptat și acest concept și a început să-l îmbunătățească. Cu toate acestea, pe măsură ce SUA se pregăteau pentru război, cercetările în domeniul UAV erau redirecționate pentru utilizarea în luptă²³.



Figura 12 Aeronava fără pilot Curtiss N2C-2²⁴

Darcele mai cunoscute drone din aceea perioadă, atât datorită numărului mare de unități fabricate, cât și datorită reclamei cu Marilyn Monroe, au fost cele realizate de compania Radioplane Company, condusă de Reginald Denny.

În cuprinsul acestui articol, sunt prezentate doar câteva dintre dronele realizate de această companie. Interesul lui Reginald Denny, fost pilot britanic în Primul Război Mondial, actor la Hollywood, pentru zborul cu telecomandă, a apărut într-o zi de la începutul anilor '30, când s-a oferit să ajute fiul unui vecin să se joace cu un avion radiocomandat, de jucărie. Avionul s-a prăbușit și Denny a insistat să construiască unul nou pentru băiat. Acea experiență l-a determinat pe actor, în 1934, să deschidă un magazin de aeromodele, vânzând modele cu design propriu.

S-a extins rapid într-o afacere, Reginald Denny Industries, prin care a comercializat propriile modele de aeronave de zbor, sub numele de Denny Plane. Denny a vândut și motoare pe benzină în miniatură pentru aeromodele, proiectate și construite de Walter Righter. În 1936, Denny și finanțatorul Paul Whittier au înființat Radioplane Company, cu scopul de a dezvolta avioane radiocontrolate, pentru a fi utilizate de militari ca ținte aeriene. Prima țintă aeriană, controlată de Denny Industries, a fost RP-1 (Radio Plane 1), un monoplan de 42 de kilograme, cu un motor de 3 CP, în doi timpi, cu 2 cilindri, construit de Walter Righter.

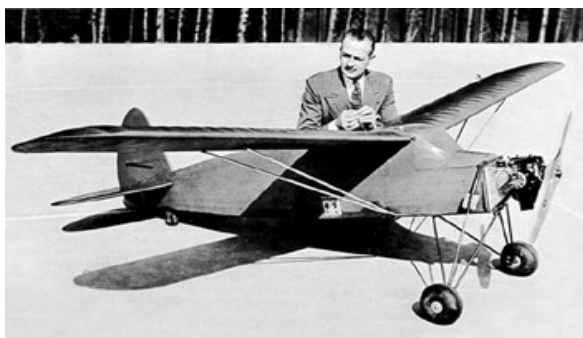


Figura 13 Reginald Denny și drona RP-1 (1935)²⁵

După o demonstrație în fața armatei în februarie 1938, militarii au devenit interesați de model. După o serie de modele îmbunătățite, armata a acceptat modelul RP-4, un număr de 53 dintre acestea fiind comandate, în mai 1939, sub denumirea de OQ-1. Drona era lansată de o catapultă și, deși era echipată cu un tren de aterizare cu roți, de obicei recuperarea se făcea cu ajutorul unei parașute²⁶.



Figura 14 Modelul OQ2, dezvoltat de Radioplane Company²⁷

Concluzii

La nici 16 ani de la primul zbor al fraților Wright, marile puteri militare încep să ia în calcul sistemele de aeronave fără pilot, inițial ca bombe aeriene, apoi ca ținte de antrenament pentru apărarea antiaeriană, apoi ca sisteme de recunoaștere.

Din cele prezentate în articol, se poate observa creșterea interesului forțelor armate pentru sistemele UAV.

Capabilitățile fiecărei versiuni de UAV generate au contribuit la procesul evolutiv, nu revoluționar, al sistemelor de la țintă la aeronave de recunoaștere și, în cele din urmă, la platforme de atac.

Sistemele de bord fără echipaj s-au dezvoltat continuu, oferind un avantaj major: capacitatea de a opera în medii periculoase, fără riscuri umane.

NOTE:

1 <https://www.bis-space.com/what-we-do/the-british-interplanetary-society/history/a-m-low>, accesat la 11.11.2019.

2 Luke Dormehl, *The history of drones in 10 milestones*, September 11, 2018, www.digitaltrends.com/cool-tech/history-of-drones/, accesat la 03.01.2020.

3 <https://www.theguardian.com/world/shortcuts/2013/feb/10/secret-history-of-drones-1916>, accesat la 03.01.2020.

4 Larry Holzwarth, *The story of the Kettering Bug, the World's First Aerial Drone*, <https://historycollection.co/the-story-of-the-kettering-bug-the-worlds-first-aerial-drone/>, accesat la 04.01.2020.

5 <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/>, accesat la 04.01.2020.

6 Joshua Stoff, *The Historic Aircraft and Spacecraft in the Cradle of Aviation Museum*, Dover Publication, Inc. Mineola, New York, 2001, p. 16.

7 <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1-x.html>, accesat la 10.01.2020.



8 <https://www.industrie-techno.com/article/le-drone-a-100-ans.36883>, accesat la 12.01.2020.

9 <https://www.science-et-vie.com/archives/2-juillet-1917-un-premier-drone-militaire-decolle-en-france-40147>, accesat la 13.01.2020.

10 Gunther Sollinger, "The Development of Unmanned Aerial Vehicles in Germany (1914 - 1918)", *Scientific Journal of Riga Technical University*, Vol. 16, 2010, pp. 24-26.

11 <http://twaddle.gorod.tomsk.ru/index-1383058235.php>, accesat la 16.01.2020.

12 <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1.html>, accesat la 17.01.2020.

13 [Aviation Science & Development at Farnborough], *History and Learning Briefings*, No. 3 – A Brief History of Farnborough, Part 3, 1918-1939, p. 3.

14 https://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs_05.html, accesat la 22.01.2020.

15 <https://www.baesystems.com/en/heritage/dehavilland-tiger-moth---queen-bee>, accesat la 23.01.2020.

16 https://www.skytamer.com/Airspeed_AS.30_Queen_Wasp.html, accesat la 23.01.2020.

17 <https://www.baesystems.com/en/heritage/airspeed-as30-queen-wasp>, accesat la 25.01.2020.

18 <http://www.luftarchiv.de/index.htm?/bordgerate/drohne.htm>, accesat la 27.01.2020.

19 <http://histomil.com/viewtopic.php?t=12896>, accesat la 02.02.2020.

20 <http://www.luftarchiv.de/index.htm?/bordgerate/drohne.htm>, accesat la 03.02.2020.

21 <http://www.airwar.ru/enc/other2/fi157.html>, accesat la 04.02.2020.

22 <http://www.luftarchiv.de/index.htm?/flugzeuge/fieseler/fi157.htm>, accesat la 10.02.2020.

23 <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1-m.html>, accesat la 15.02.2020.

24 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curtiss_N2C-2_NAF_drone_1938-39.jpg, accesat la 20.02.2020.

25 http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav_radio_plane.html, accesat la 03.03.2020.

26 <https://www.historynet.com/drones-hollywood-connection.htm>, accesat la 05.03.2020.

27 <https://alchetron.com/Radioplane-OQ-2>, accesat la 15.03.2020.

BIBLIOGRAFIE

[Aviation Science & Development at Farnborough], *History and Learning Briefings*, No. 3 – A Brief History of Farnborough, Part 3, 1918-1939.

Dormehl Luke, The history of drones în 10 milestones, September 11, 2018, <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/history-of-drones/>

Holzwarth Larry, *The story of the Kettering Bug, the World's First Aerial Drone*, <https://historycollection.co/the-story-of-the-kettering-bug-the-worlds-first-aerial-drone/>

Sollinger Gunther, "The Development of Unmanned Aerial Vehicles în Germany (1914 - 1918)", *Scientific Journal of Riga Technical University*, Vol. 16, 2010.

Stoff Joshua, *The Historic Aircraft and Spacecraft în the Cradle of Aviation Museum*, Dover Publication, Inc. Mineola, New York, 2001.

<https://www.bis-space.com/what-we-do/the-british-interplanetary-society/history/a-m-low>

<https://www.theguardian.com/world/short-cuts/2013/feb/10/secret-history-of-drones-1916>

<https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/>

<https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1-x.html>

<https://www.industrie-techno.com/article/le-drone-a-100-ans.36883>

<https://www.science-et-vie.com/archives/2-juillet-1917-un-premier-drone-militaire-decolle-en-france-40147> - accesat la data de 13.01.2020

<http://twaddle.gorod.tomsk.ru/index-1383058235.php>

<https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1.html>

https://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs_05.html

<https://www.baesystems.com/en/heritage/dehavilland-tiger-moth---queen-bee>

https://www.skytamer.com/Airspeed_AS.30_Queen_Wasp.html

<https://www.baesystems.com/en/heritage/airspeed-as30-queen-wasp>

<http://www.luftarchiv.de/index.htm?/bordgerate/drohne.htm>

<http://histomil.com/viewtopic.php?t=12896>

<http://www.luftarchiv.de/index.htm?/bordgerate/drohne.htm>

<http://www.airwar.ru/enc/other2/fi157.html>

<http://www.luftarchiv.de/index.htm?/flugzeuge/fieseler/fi157.htm>

<https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1-m.html>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curtiss_N2C-2_NAF_drone_1938-39.jpg

http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav_radioplane.html

<https://www.historynet.com/drones-hollywood-connection.htm>

<https://alchetron.com/Radioplane-OQ-2>