

Bespilotni sustavi za zračno snimanje - propisi i regulativa

Dr. Sc. Mateo Gašparović¹ (mgasparovic@geof.hr), Doc. dr. sc. Dubrako Gajski¹
(dgajski@geof.hr)

¹ Geodetski fakultet, Kačićeva 26, Zagreb, Hrvatska, referada@geof.hr

Sažetak: U današnje vrijeme na tržištu su sve pristupačniji bespilotni sustavi za snimanje zemlje iz zraka. Riječ je bespilotnim letjelicama kratkog do srednjeg dometa pogodnim za brzo i kvalitetno dokumentiranje površine zemlje. Takve letjelice opremljene su tehnologijom koja se godinama koristi u geodeziji, kao npr. kamera, GPS, INS te naravno RF uređaj za prijenos signala na zemlju. Letjelicama sa zemlje može upravljati operater ili pak mogu biti posve autonomne te zadatak snimanja zemlje obaviti automatski po unaprijed definiranom planu leta.

Kako bi se omogućio pravilan razvoj ovog novog područja u geodeziji važno je osuvremeniti postojeće propise te zakonsku regulativu uskladiti s trendovima i potrebama tržišta. Isto tako potrebno je definirati okvire i standarde ovog oblika aerofotogrametrijske izmjere. Kako za ovlaštene inženjere tako i za krajnje korisnike ovih podataka važno je jasno definirati traženu točnost i kvalitetu podataka naravno ukoliko je riječ o snimanju za mjerne svrhe.

Ključne riječi: bespilotni sustavi, fotogrametrija, GIS, propisi, zakonska regulativa

1 Uvod

Razvoj tehnologije omogućio nam je provedbu snimanja iz zraka sa bespilotnih sustava. Riječ je dakako o bespilotnim letjelicama (engl. UAV – unmanned aerial vehicle). Prema Međunarodnoj organizaciji za civilno zrakoplovstvo (engl. ICAO - International Civil Aviation Organization, ICAO 2015) bespilotne letjelice mogu se podijeliti u dvije kategorije:

- Autonomne letjelice
- Letjelice na daljinsko upravljanje (engl. RPA - remotely piloted aircraft).

Autonomne letjelice temelje se na naprednim sustavima za dinamičko navođenje te se trenutno smatra neprikladnima za regulaciju radi zakonskih problema te pitanja odgovornosti. Letjelice na daljinsko upravljanje podliježu pravnim propisima kako Međunarodne organizacije za civilno zrakoplovstvo tako i propisima i zakonima nacionalnih agencija za civilno zrakoplovstvo.

Hrvatska kao članica Europske unije obavezala se prihvatiti regulative Europske uprave za zrakoplovnu sigurnost (engl. EASA – European aviation safety agency). EASA je osnovana 2002. godine sa sjedištem u Kölnu (Njemačka), a broji više od 700 stručnjaka

iz svih zemalja članica EU. Glavne aktivnosti organizacije su razvoj strategije zrakoplovne sigurnosti, certificiranje zrakoplovnih proizvoda te nadzor nad odobrenim nacionalnim organizacijama u državama članicama EU (URL 1).

Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo osnovana je Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona o zračnom prometu, kojeg je Hrvatski sabor donio na sjednici 20. travnja 2007. (NN 46/07). Djelatnost Agencije obuhvaća poslove vezane za sigurnost zračnog prometa, a osobito certificiranje, nadzor i inspekciju u cilju osiguravanja kontinuiranog udovoljavanja zahtjevima za obavljanje zračnog prijevoza i drugih djelatnosti u zračnom prometu, vođenje propisanih registara i evidencija te obavljanje drugih poslova utvrđenih Zakonom o zračnom prometu (URL 2).

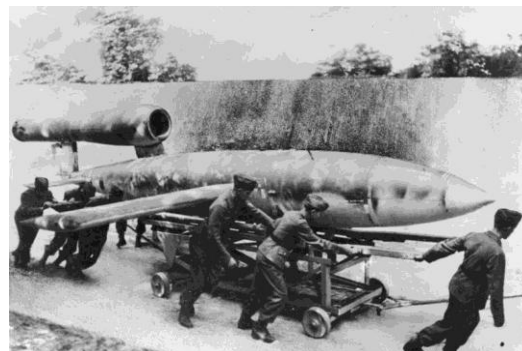
2 Razvoj bespilotnih letjelica

U početku uloga bespilotnih letjelica bila je u vojne svrhe i to kao napadačka ili obrambena oružja. Također, korištene su u izviđačke i špijunske svrhe. Danas pak letjelice se koriste za promatranje okoliša i nadzor prirode.

Prva pojava bespilotnih sustava seže u daleku 1845. godinu, kada su Austrijanci napadali Veneciju s balonima koji su nosili eksploziv. Godine 1917. Elmer Sperry izumio je prvi automatski žiroskopski stabilizator, što je potaknulo razvoj letjelica pa je tako prvi radijski kontrolirani let bio onaj letjelice Hewitt-Sperry Aerial Torpedo (Slika 1). Hewitt-Sperry Aerial Torpedo letio je oko 80 km noseći 140 kg bombi u nekoliko probnih letova, ali nikada nije bio u ratnoj borbi. Izum žiroskopskog stabilizatora pomogao je u održavanju stabilizacije i razine leta. Temeljem ovog tehnološkog iskoraka Sperry uspješno transformira SAD-ov Navy Curtiss N-9 zrakoplov za treniranje u prvi radijski kontrolirani UAV (URL 3).



Slika 1: Hewitt-Sperry Aerial Torpedo (URL 3)



Slika 2: V-1 (URL 6)

Od sredine 1930-ih letjelice se koriste kao važan borbeni trening-alat u vježbi protuzračne obrane. Primjeri takvih letjelica su britanska DH.82B Queen Bee i američka Radioplanes. Queen Bee prvi je povratni i višekratno upotrebljivi UAV što ga je učinilo

praktičnijim i isplativijim od prethodnih. Queen Bee je mogao letjeti i na visini od 5 182 m i putovati na udaljenosti do oko 482 km s brzinom od 160 km/h (URL 5).

U Drugom svjetskom zbog ratnih okolnosti ratu primijećen je veliki zamah u razvoju bespilotnih letjelica. Najvažniji predstavnik toga razdoblja je V-1 (Njemačka) (Slika 2) i njen protivnik PB4Y-1 i BQ-7 (SAD). U razdoblju Vijetnamskog rata UAV je preuzeo novu ulogu, ulogu potajnog nadzora. Predstavnici iz toga razdoblja bili bi AQM-34 Ryan Firebee (SAD) i D-21 (SAD, Pavlik i dr. 2014).

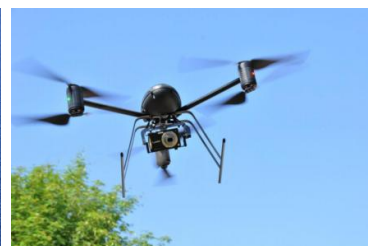
Od 1970-ih uvelike se unaprjeđuju UAV sustavi. Najviše u vidu trajanja leta i pogona letjelica. Od 1990-ih do danas iskristalizirala se uloga promatrača okoliša na Zemlji u vidu predstavnika Firebird 2001 (Izrael) (Slika 3), RQ-1 Predator (SAD), Helios (SAD). Helios (Slika 4) bespilotna letjelica je za sada u razvoju, a imati će i sustav ćelija za gorivo kako bi pohranom energije osigurao snagu za letenje i preko noći. U sljedećih 10 godina očekuje se da će letjelica Helios biti široko rasprostranjena kao širokopojasna komunikacijska platforma pružajući jedinstveno isplativo upotpunjavanje satelitskih i zemaljskih komunikacijskih sustava (Pavlik i dr. 2014).



Slika 3: Firebird 2001 (URL 7)



Slika 4: Helios (URL 4)



Slika 5: Dron (Watts i dr. 2012)

Danas se u civilne svrhe najčešće primjenjuju mini i mikro bespilotne letjelice s propelerima tzv. dronovi (Slika 5). Razvojem tehnologija i pojeftinjenjem sustava za bespilotno snimanje iz zraka takvi sustavi su danas ekonomski prihvatljivi kako za fotogrametrijske tako i za turističke svrhe. Prema Udruženju za bespilotne sustave (engl. UAVS - Unmanned Aerial Vehicle Systems Association) bespilotne letjelice su kategorizirane u više kategorija (Tablica 1).

Tablica 1: Kategorije bespilotnih sustava (Kolarek 2010).

Naziv kategorije (eng.)	Akronim	Težina letjelice [kg]	Doseg leta letjelice [km]	Max. visina leta [m]	Autonomija leta [sati]
Micro	Micro	< 5	< 10	250	1
Mini	Mini	25 - 150	< 10	150 - 300	< 2
Close Range	CR	25 - 150	10 - 30	3000	2 - 4
Short Range	SR	50 - 250	30 - 70	3000	3 - 6
Medium Range	MR	do 1250	70 - 200	5000	6 - 10
Medium Range Endurance	MRE	do 1250	> 500	8000	10 - 18
Low Altitude Deep Penetration	LADP	do 350	> 250	50 - 9000	0,5 - 1
Low Altitude Long Endurance	LALE	< 30	> 500	3000	> 24
Medium Altitude Long Endurance	MALE	do 1500	> 500	14000	24 - 48

3 Propisi i regulativa

Prije svega treba naglasiti razliku između letenja bespilotnim sustavima i snimanja s istih. U Hrvatskoj postoje dva ključna akta, a to su: Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (NN 49/15) i Uredba o snimanju iz zraka (NN 130/12). Treba naglasiti kako su na ovim aktima radile brojne institucije u Republici Hrvatskoj gdje prije svega treba istaknuti Državnu geodetsku upravu (DGU) i Hrvatsku agenciju za civilno zrakoplovstvo (u daljnjem tekstu Agencija). U nastavku rada biti će detaljno istaknuti najvažniji dijelovi prethodno spomenutih akata.

3.1 Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova

Prema Pravilniku, bespilotni zrakoplov je zrakoplov namijenjen izvođenju letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljani ili programiran i autonoman. Treba izdvojiti pojam: zrakoplovni model koji predstavlja bespilotni zrakoplov isključivo namijenjen za potrebe rekreacije i sporta.

Prije svega treba reći kako ovim pravilnikom nisu obuhvaćene bespilotne letjelice teže od 150 kilograma. Također, dozvoljene su za korištenje letjelice koje ne mogu postići kinetičku energiju veću od 79 J, kao i sve letjelice ukoliko se koriste u zatvorenom prostoru. Sva pravila ovog pravilnika direktno se odnose na letjelice s civilnom primjenom, kada je riječ o korištenju letjelica u državne svrhe tada se odredbe ovog pravilnika ne primjenjuju.

Člankom 3 Pravilnika klasificiraju se bespilotni zrakoplovi obzirom na operativni masu (OM) i to na:

1. Klasa 5: do 5 kilograma,
2. Klasa 25: od 5 kilograma do 25 kilograma,
3. Klasa 150: od 25 kilograma do i uključujući 150 kilograma.

Prema 4. članku Pravilnika klasifikacija područja letenja u odnosu na izgrađenost, naseljenost i prisutnost ljudi, područja letenja dijele se na 4 klase:

- I. Područje u kojem nema izdignutih građevina ili objekata i u kojem nema ljudi.
- II. Područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak ljudi i u kojem ne žive ljudi.
- III. Područje u kojem postoje građevine ili objekti primarno namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju.
- IV. Područje uskih urbanih zona (središta gradova, naselja i mjesta).

Na slici 6 prikazane su kategorije letačkih operacija koje se određuje razinom rizika koji njihovo izvođenje predstavlja za okolinu.

Klasa sustava bespilotnog zrakoplova	Klasa područja izvođenja letenja			
	I Neizgrađeno područje	II Izgrađeno nenaseljeno područje	III Naseljeno područje	IV Gusto naseljeno područje
5 OM < 5 kg	A	A	B	C
25 5 ≤ OM < 25 kg	A	B	C	D
150 25 ≤ OM ≤ 150 kg	B	C	D	D

Slika 6: Kategorije letačkih operacija

Treba reći kako je letenje iznad skupine ljudi ili iznad industrijskog područja u kojem uslijed pada bespilotnog zrakoplova postoji mogućnost zapaljenja ili eksplozije, smatra se izvođenjem letačkih operacija kategorije D. Letenje zrakoplovnim modelom dozvoljeno je u područjima letenja Klase I i II. U svakom slučaju rukovatelj je dužan osigurati da se let bespilotnog zrakoplova izvodi na način da ne predstavlja opasnost po život, zdravlje ili imovinu ljudi zbog udara ili gubitka kontrole nad sustavom bespilotnog zrakoplova i da ne ugrožava ili ne ometa javni red i mir. Let bespilotnim zrakoplovom se mora odvijati danju te tijekom leta minimalna udaljenost bespilotnog zrakoplova od ljudi, životinja, objekata, vozila, plovila, drugih zrakoplova, cesta, željezničkih pruga, vodenih putova ili dalekovoda ne smije biti manja od 30 metara. Let bespilotnog zrakoplova uvijek se mora odvijati unutar vidnog polja rukovoditelja te na udaljenosti ne većoj od 500 m. Minimalna udaljenost bespilotnog zrakoplova od skupine ljudi je 150 metara, a od aerodroma 3 km.

Člankom 12 Pravilnika definirano je da se let korištenjem sustava za prikaz pogleda iz zrakoplova (FPV) smije izvoditi isključivo zrakoplovnim modelom te Rukovatelj smije izvoditi let samo u pratnji pridruženog promatrača.

Letačke operacije kategorije A i B smije izvoditi operator ako je dostavio odgovarajuću izjavu Agenciji, kategorije C ako je izradio operativni priručnik i dostavio izjavu te kategorije D ako je prethodno ishodio odobrenje Agencije.

3.2 Uredba o snimanju iz zraka

Ovom Uredbom propisuju se uvjeti koje pravne i/ili fizičke osobe moraju ispuniti kako bi mogle snimati iz zraka kopnena područja i vodene površine u Republici Hrvatskoj, razvijati, umnožavati i/ili objavljivati snimljene materijale, postupke i uvjete pod kojima je dopušteno iznositi snimke iz zraka iz Republike Hrvatske te proceduru i način pregledavanja snimaka prije njihovog korištenja.

Člankom 3. Uredbe definirano je kako je snimanje iz zraka je posebna operacija radova iz zraka kod koje se koristi uređaj za snimanje koji se nalazi na ili u zrakoplovu, osim snimanja koje obavljaju putnici u zrakoplovu osobnim uređajima za snimanje sa svojih putničkih sjedišta. Snimati iz zraka, područja i vodene površine u Republici Hrvatskoj za potrebe izmjere zemljišta, istraživanja, prostornog uređenja te za druge gospodarske i znanstvene potrebe, mogu pravne i fizičke osobe koje su registrirane za snimanje iz zraka. Uredba jasno definira kako operator zrakoplova za izvođenje operacija snimanja iz zraka mora imati važeću svjedodžbu za radove iz zraka i u operativnim specifikacijama navedeno odobrenje za snimanje iz zraka, ili drugo odobrenje koje izdaje Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo u skladu s propisima koji reguliraju zračni promet.

Odobrenje za sve tuzemne pravne i fizičke osobe za snimanje ili razvijanje izdaje Državna geodetska uprava za svako pojedinačno snimanje i ono se može izdati najviše za razdoblje od 3 mjeseca. Inozemne pravne i fizičke osobe moraju prethodno pribaviti suglasnost ministarstva nadležnog za poslove obrane.

Temeljem članka 9 Uredbe pravne i fizičke osobe kojima je izdano odobrenje za snimanje ili razvijanje zračnih snimki, dužne su zračne snimke, prije uporabe dostaviti na pregled Državnoj geodetskoj upravi odmah po obavljenom snimanju, a najkasnije u roku 8 dana od završetka snimanja. U slučaju da snimanje nije izvršeno iste su dužne o tome obavijestiti Državnu geodetsku upravu najkasnije u roku 8 dana od isteka odobrenja.

Državna geodetska uprava i ministarstvo nadležno za poslove obrane će zajednički osnovati Povjerenstvo koje će pregledati zračne snimke i u roku 15 dana od dana dostave originalnih i kompletnih zračnih snimaka odrediti koji se snimci smiju koristiti.

Važno je i naglasiti kako pravne i fizičke osobe smiju umnožavati, objavljivati ili iznositi zračne snimke iz Republike Hrvatske samo nakon pribavljenog odobrenja Državne geodetske uprave.

4 Zaključak

Razvoj tehnologije omogućuje nova područja rada te naravno ubrzavanje i pojednostavljenje dosadašnjih poslova. Naime primjenom bespilotnih sustava danas možemo vrlo brzo i uz znatno smanjenje troškova prikupiti snimke iz zraka kako u turističke tako i u stručne i znanstvene svrhe. Iz tog razloga važno je da zakonska

regulativa u vidu Pravilnika i Uredbi bude u skladu s vremenom i trenutnom tehnologijom. Naravno da se letenje bespilotnim sustavima treba ograničiti u nekim područjima ili pak da neke bespilotne sustave (velike i teške) treba kontrolirati za to osposobljena osoba. Ta pravila definirana su Pravilnikom o sustavima bespilotnih zrakoplova te možemo reći kako je taj Pravilnik napisan korektno, gdje jasno odvaja igračke od profesionalnih sustava te kategorizira same letjelice i područja u kojima će potencijalno letjelice biti korištene.

U većini slučajeva zadatak bespilotnih letjelica je prikupljanje vizualnog podatka (snimka) nekog objekta ili područja. Naravno, one mogu biti korištene i u druge svrhe npr. transport, ali to se mora riješiti posebnim aktima. Snimanje je jedan od glavnih zadataka bespilotnih sustava iz zraka, a u Uredbi o snimanju iz zraka navedeno je kako: „Tuzemne pravne i fizičke osobe smiju snimati iz zraka samo nakon pribavljenog odobrenja za razvijanje zračnih snimaka.“, od strane DGU-a. Također, prema Uredbi sve snimke moraju se dostaviti u roku od 8 dana DGU na pregled. Obzirom da je riječ i velikom broju zapisa postavlja se pitanje provedivosti ove uredbe.

Potrebno bi bilo izmijeniti Uredbu o snimanju iz zraka na način da se posebno reguliraju zrakoplovi, a posebno bespilotne letjelice. Važno je da prilikom kreiranja nove uredbe aktivno sudjeluju stručnjaci iz svih područja koji aktivno koriste bespilotne sustave. Njihova želja za sudjelovanjem i davanjem svojeg doprinosa jasno je iskazana na savjetovanju o nacrtu nove Uredbe o snimanju iz zraka održanom 2014, no nažalost njihove primjedbe nisu usvojene u sam nacrt prijedloga Uredbe.

5 Literatura

ICAO (2015): Unmanned Aircraft Systems (UAS), Cir 328

Kolarek M. (2010): Bespilotne letjelice za potrebe fotogrametrije, Ekscentar, br. 12, str. 70-73

Narodne novine (2015): Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova (NN 49/15)

Narodne novine (2012): Uredba o snimanju iz zraka (NN 130/12)

Narodne novine (2007): Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zračnom prometu (NN 46/07)

Pavlik, D., Popčević, I., Rumora, A. (2014): Bespilotne letjelice podržane INS i GNSS senzorima, Ekscentar, br. 17, str. 65-70.

Watts, A. C., Ambrosia, V. G., & Hinkley, E. A. (2012). Unmanned aircraft systems in remote sensing and scientific research: Classification and considerations of use. *Remote Sensing*, 4(6), 1671-1692.

URL 1: EASA, <https://www.easa.europa.eu>

URL 2: Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo, <http://www.ccaa.hr/>

URL 3: Hewitt-Sperry Automatic Airplane, https://en.wikipedia.org/wiki/Hewitt-Sperry_Automatic_Airplane

URL 4: NASA Helios, https://en.wikipedia.org/wiki/NASA_Helios

URL 5: UAV universe, <https://sites.google.com/site/uavuni/1920s-1930s>

URL 6: V-1 flying bomb, https://en.wikipedia.org/wiki/V-1_flying_bomb

URL 7: Israel weapons, <http://www.israeli-weapons.com/>

Unmanned systems for aerial survey - rules and regulations

Abstract: Today more and more popular are unmanned systems for recording the earth's surface from the air. These short- to medium-range drones are suitable for the fast and high quality documentation of the earth's surface. These aircrafts are equipped with technology that has been used in geodesy for years, for example: camera, GPS, INS and of course, the RF device to transmit signals to earth. Aircraft can be controlled from the ground by the operator or they may be completely autonomous and task of shooting the surface done automatically at a predefined flight plan.

To allow for proper development of this new field in geodesy it is important to modernize existing regulations and legislation to align with the trends and needs of the market. Also it is necessary to define the framework and standards for this type of aerial photo survey. As for authorized engineers and end users of these data it is important to clearly define the required accuracy and quality of data in the case that a recording is done for measuring purposes.

Keywords: unmanned systems, photogrammetry, GIS, regulations, legislation