

NUOTOLINIŲ BŪDU VALDOMŲ ORLAIVIŲ KLASIFIKACIJA

Laura Gudelevičiūtė, Darius Rudinskas

VGTU AGAI Aviacijos technologijų katedra

El. p. ciutegu@gmail.com

Santrauka. Naudojantis Tarptautinės civilinės aviacijos organizacijos (*angl.* – International Civil Aviation Organization, toliau tekste – ICAO), Jungtinių Amerikos Valstijų Nacionalinės aeronautikos ir kosmoso administracijos (*angl.* – National Aeronautics and Space Administration, toliau tekste – NASA), Europos aviacijos saugos agentūros (*angl.* – European Aviation Safety Agency, toliau tekste – EASA) dokumentais ir reikalavimais, analizuojama užsienio valstybių praktika klasifikuojant bepiločius orlaivius bei apžvelgiamos bepiločių orlaivių perspektyvos.

Reikšminiai žodžiai: bepiločiai orlaiviai, bepiločių orlaivių klasifikacija, bepiločių orlaivių perspektyvos.

1. Įvadas

Bepilotis orlaivis – orlaivis be įgulos, kurį galima valdyti nuotoliniu būdu arba kurio skrydis valdomas automatiškai, taip pat laisvojo skridimo orlaivis (Bepiločių ... 2014). Pirmasis bepilotis orlaivis buvo sukurtas prieš 98 metus (Nonami *et al.* 2010), tačiau modernių bepiločių orlaivių eros pradžia laikomi ankstyvieji 1970 metai (U.S. Military ... 2014). Per šiuos metus susikūrė bepiločių orlaivių rinka JAV bei kai kuriose Europos valstybėse. Bepiločiai orlaiviai dažniausiai naudojami visuomeninio pobūdžio užduotims vykdyti (Perspectives ... 2013). Tačiau be jau minėtos rinkos egzistuoja ir civilinė rinka (Unmanned ... 2011). Dėl šios priežasties kyla bepiločių orlaivių operatorių poreikis. Norint ruošti bepiločių orlaivių pilotus, reikia išanalizuoti keliamus reikalavimus pagal tarptautines sutartis ir įsipareigojimus, tačiau tokių reikalavimų civilinio pobūdžio bepiločiams orlaivių pilotams šiuo metu yra mažai. Pasak ICAO bepiločių orlaivių operatoriai turi išmanyti piloto darbą bei su juo susijusias temas ne prasčiau nei įprasti pilotai (Unmanned ... 2011).

Lietuvoje civilinis bepiločių orlaivių sektorius atsilieka nuo užsienio valstybių. Bepiločių orlaivių naudojimo taisyklės Lietuvos oro erdvėje įsigaliojo tik 2014 m. gegužės 1 d. todėl labai svarbu neatsilikti nuo užsienio valstybių ir nagrinėti su bepiločiais orlaiviais susijusius klausimus.

Tyrimo metu vienas iš iškilusių klausimų buvo bepiločių orlaivių klasifikacija. Bepiločių orlaivių pilotai turėtų būti ruošiami ir licencijuojami atitinkamai pagal bepiločių orlaivių kategoriją.

ICAO pripažįsta daugybę skirtingų orlaivių kategorijų, tarp jų yra: oro balionai, sklandytuvai, lėktuvai, sraigtasparniai. Tokie orlaiviai gali būti sausumos, jūros ar amfibijos. Tačiau ar orlaivis valdomas įprastiniu ar nuotoliniu būdu, tai neveikia jo kaip orlaivio statuso. Kiekviena orlaivio kategorija turi potencialią galimybę turėti bepilotę versiją ateityje (Unmanned ... 2011).

2. Nuotoliniu būdu valdomų orlaivių perspektyvos

Bepiločių orlaivių rinka jau yra susikūrusi (Unmanned ... 2011) Bepiločiai orlaiviai yra gerai pritaikyti JAV gynybos sektoriuje. JAV kariuomenės bepiločių orlaivių rinka

per pastarąjį dešimtmetį labai išaugo, o bepiločiai orlaiviai įrodė savo vertę įvairiose operacijose visame pasaulyje (U.S. Military ... 2014).

Nuotoliniu būdu valdomi orlaiviai gerai pritaikyti vykdyti civilinės paskirties užduotis, kurios gali būti pavojingos pilotams, įprastiniu būdu valdantiems orlaivius. Be šių užduočių bepiločiai orlaiviai gali būti pritaikomi komercinėje, mokslinių tyrimų, apsaugos srityse. Toks naudojimas daugiausia įtraukia stebėjimo, komunikacijos bei vaizdavimo užduotis. Tipinės stebėjimo ir apžvalgos užduotys gali būti panaudotos taip: pasienio apsaugai bei patruliavimui jūroje; paieškai ir gelbėjimui; žuvininkystės apsaugai; miškų gaisrų nustatymui; stichinių nelaimių stebėjimui; užterštumo matavimui; kelių eismo stebėjimui; energijos ir naftos gamyklų inspektavimui ar kontroliavimui; žemės pokyčių stebėjimui. Taip pat galimybė nuotoliniu būdu valdomus orlaivius išlaikyti stacionariai dienoms, savaitėms ar net mėnesiams leidžia juos naudoti ryšio perdavimui ar transliacijoms. Nuotoliniu būdu valdomi orlaiviai jau yra naudojami komercinio paveikslavimo tikslais, fotografavimui ar filmavimui iš paukščio skrydžio (Unmanned ... 2011).

Numatoma, kad reikalavimai mažiems civilinės paskirties nuotoliniu būdu valdomiems orlaiviams, skraidantiems matomumo ribose ir skirtiems teisėsaugos, tiriamiesiems darbams, fotografavimui ir filmavimui iš paukščio skrydžio, toliau tik augs. Tikėtina, kad didesni ir sudėtingesni nuotoliniu būdu valdomi orlaiviai, galintys vykdyti sudėtingesnes užduotis pradės veikti kontroliuojamoje oro erdvėje, kurioje eismas yra žinomas ir skrydžių vadovai turės galimybę suteikti vertikalų ir horizontalų atstumo išlaikymą nuo kitų orlaivių. Tai galėtų vesti į nusistovėjusios tvarkos nuotoliniu būdu valdomus komercinius krovinius skrydžius (Unmanned ... 2011).

3. Bepiločių orlaivių klasifikavimas užsienio valstybėse

Didėjant bepiločių orlaivių skaičiui iškilo sunkumas klasifikuojant tokius orlaivius. Turint omenyje, kad bepiločiai orlaiviai naudojami daugybėje sričių, yra sudėtinga sukurti vieną klasifikacijos sistemą kuri aprėptų visus

bepiločius orlaivius (Arjomandi 2006). Todėl bepiločiai orlaiviai gali būti klasifikuojami daugeliu aspektų. Vienas pagrindinių klasifikavimo būdų galėtų būti valdymo būdas. Pasak ICAO, galima išskirti: nuotoliniu būdu valdomus orlaivius, visiškai autonominius orlaivius ir kombinuotus (Unmanned ... 2011), tačiau toks klasifikavimas nėra tikslinis civilinės paskirties bepiločiams orlaiviams. Numatomoje ateityje tik nuotoliniu būdu valdomi orlaiviai turi galimybę integruotis į tarptautinę civilinės aviacijos sistemą (Perspectives ... 2013). Įvairiose šalyse bepiločiai orlaiviai klasifikuojami pagal skirtingus požymius. Tačiau visose šalyse išskiriami civilinės (angl. – Civil use) ir visuomeninės (angl. – Public use) paskirties bepiločiai orlaiviai. Todėl vienas bendrųjų klasifikacijos požymių gali būti orlaivio paskirtis. Civilinės paskirties bepiločių orlaivių kategorijai priskiriami tokie orlaiviai, kurie valdomi fizinio ar juridinio asmens pramoginiiais ar komerciniais tikslais. Visuomeninės paskirties bepiločiams orlaiviams priskiriami valdžios insti-

tucijų užduotis vykdančys bepiločiai orlaiviai, pvz. skirti kariuomenės užduotims vykdyti, sienos apsaugai užtikrinti, teisėsaugos institucijų veiklai bei moksliniams tyrimams atlikti (Perspectives 2013). Žemiau pateikta Jungtinių Amerikos valstijų, Kanados, Jungtinės Karalystės bei EASA civilinės paskirties bepiločių orlaivių klasifikacija.

1. Jungtinių Amerikos Valstijų bepiločių orlaivių klasifikacija pagal R.Weibel ir J. R. Hansman (2005), atliktą tyrimą Masačusetso technologijos institute (toliau – MIT). Tyrime išskirta ir bepiločių orlaivių sistemų klasifikacija. Pagrindiniai klasifikacijos aspektai: klasė, masė, darbo regionas, veikimo aukštis. Autoriai savo darbe analizuoja kiekvienos klasės poveikį, riziką, reikalavimus ir veikimo kriterijus. Klasifikacija pagal R.Weibel ir J. R. Hansman matyti 1 lentelėje.

1 lentelė. Bepiločių orlaivių klasifikacija pagal MIT tyrimo ataskaitą
Table 1. UAS Classification from MIT Research Report

Klasė	Masė m (lbs.)	Darbo regionas	Veikimo aukštis h (ft, FL)
Labai mažas (angl. – Mikro)	$m < 2$	Vietinis (angl. – Local)	< 500
Mažas (angl. – Mini)	$2 \leq m \leq 30$	Vietinis (angl. – Local)	$100 \leq h \leq 10\,000$
Taktinis (angl. – Tactical)	$30 \leq m \leq 1000$	Regioninis (angl. – Regional)	$1500 \leq h \leq 18\,000$
Vidutinio aukščio (angl. – Medium altitude)	$1000 \leq m \leq 30\,000$	Regioninis (angl. – Regional) / Nacionalinis (National)	$18\,000 \leq h \leq FL\,600$
Didelio aukščio (angl. – High altitude)		Regioninis (angl. – Regional) / Nacionalinis (National) / Tarptautinis (International)	$h > FL\,600$
Sunkus (angl. – Heavy)	$m > 30\,000$	Nacionalinis (angl. – National) / Tarptautinis (angl. – International)	$18\,000 \leq h \leq FL\,450$

2. Kanados darbo grupės parengta bepiločių orlaivių klasifikacija.
2006 m. Pagrindinė Kanados transporto aviacijos pramonės šaka (angl. – General Aviation Branch of Transport Canada) suformavo UAV darbo grupę bepiločių orlaivių sistemų integracijai Kanados oro erdvėje. Darbo grupė rekomendavo įvesti klasifikacijos gaires, paremtas maksimaliu pakilimo svoriu (MTOW), siekiant suvienodinimo su jau esamoms civilinės aviacijos taisyklėmis (CARs). Darbo grupė vadovavosi EASA ir NATO kriterijais ir reikalavimais. Klasifikuojant orlaivio kategorijos priklauso ne tik nuo MTOW, bet atitinkamai nuo LOS (matomu-

mo ribose, angl. – Line-of-Sight) ir BLOS (už matomumo ribų, angl. – Beyond Line-of-Sight) operacijų; čia LOS operacijos bus apibrėžtos jau egzistuojančių civilinės aviacijos taisyklių aviamodeliavimui, o BLOS operacijos reikalaus naujų taisyklių. Darbo grupė priėmė du pagrindinius svorio atskaitos taškus bepiločių orlaivių sistemoms tai – 35 kg ir 150 kg atitinkančius EASA ir NATO kriterijus. Transport Canada pripažįsta, kad galimybė pakeisti klasifikaciją, paremtą maksimaliu pakilimo svoriu, priklauso nuo ICAO standartų ir rekomenduojamosios praktikos (SARPs) pokyčių (Transport ... 2007).

2 lentelė. Kanados bepiločių orlaivių darbo grupės siūlomos klasifikacijos gairės
Table 2. Classification approaches proposed by Canada's Unmanned Air Vehicle Working Group

Kategorija	Kategorijos pagal charakteristikas: Masė m (kg) Operacijos pobūdis (LOS / BLOS)	Orlaivio tinkamumo skraidyti reikalavimai
I	$m \leq 35$, LOS	Atitinkantys CARs aviamodeliavimui
II	$m \leq 35$, BLOS	Griežtesni nei aviamodeliavimui
III	$35 \leq m \leq 150$	Orlaivio tinkamumo skraidyti standartai suderinti tarptautiniu mastu
IV	$m > 150$	Pilnas tipo sertifikavimas suderintas tarptautiniu mastu

3. Jungtinės Karalystės Civilinės aviacijos administracijos (CAA) klasifikacija.
Jungtinės Karalystės Civilinė Aviacijos Administracija yra atsakinga už taisyklės skirtas bepiločių orlai-

vių sistemoms Jungtinės Karalystės teritorijoje. Jungtinėje Karalystėje UAV klasifikuojami pagal civilinės aviacijos dokumentą CAP 722. Ši klasifikacija nurodo, kad didieji UAV turi laikytis EASA

3 lentelė. Bepiločių orlaivių klasifikacija Jungtinėje Karalystėje pagal CAP 722

Table 3. UK CAP 722 UAV Groups

Klasifikacijos grupė pagal svorį	Civilinė kategorija	Masė m (kg)	Taisyklės
1	Mažas bepilotis orlaivis	$m \leq 20$	Nacionalinės
2	Lengvas bepilotis orlaivis	$20 \leq m \leq 150$	Nacionalinės
3	Bepilotis orlaivis	$m \leq 150$	EASA

4. EASA klasifikacija.

EASA reikalavimai negalioja kariniams, valstybiniais, eksperimentiniams ir lengvesniems nei 150 kg bepiločiams orlaiviams. Klasifikacija paremta ki-

netinės energijos kiekiu, kurį išskiria bepilotis orlaivis, gedimo priežastimi ir nurodoma, kokius reikalavimus bepilotis orlaivis turi atitikti (Policy... 2009).

4 lentelė. EASA klasifikacija

Table 4. Classification of EASA

Gedimo pasekmė	Jei kinetinė energija, KE (GJ), orlaivio yra ...	Fiksuoto sparno orlaiviai turi atitikti orlaivių tinkamumo skraidyti reikalavimus pagal	Sraigtasparniai turi atitikti orlaivio tinkamumo skraidyti reikalavimus pagal
Netyčinis žemėjimas	$0 \leq KE \leq 0,0015$	Mikrolengvų (panašūs į ultralengvuosius)	
	$0 \leq KE \leq 0,003$	CS – labai lengvi lėktuvai (panašūs į lengvus sportinius lėktuvus)	
	$0,0015 \leq KE \leq 0,02$	CS–23 – vienmotoriai	CS–27
	$0,01 \leq KE \leq 0,1$	CS–23 – dvimotoriai	CS–29
	$KE \geq 0,06$	CS–25	
Kontrolės praradimas	$0 \leq KE \leq 0,01$	Mikrolengvieji (panašūs į ultralengvuosius)	
	$0 \leq KE \leq 0,025$	CS – labai lengvi lėktuvai (panašūs į lengvus sportinius lėktuvus)	
	$0,01 \leq KE \leq 0,2$	CS–23 – vienmotoriai	CS–27
	$0,1 \leq KE \leq 2$	CS–23 – dvimotoriai	CS–29
	$KE \geq 0,3$	CS–25	

4. Išvados

1. Išanalizavus bepiločių orlaivių klasifikacijas, naudojamas užsienio valstybėse, matyti, kad vieningos sistemos dar nėra.
2. Kanada ir Jungtinė Karalystė atsižvelgia į EASA reikalavimus, skirtus bepiločiams orlaiviams, sunkesniems nei 150 kg ir tuo remia klasifikaciją.

Literatūra

- Arjomandi, M. 2006. *Classification of Unmanned Aerial Vehicles*.
- Bepiločių orlaivių naudojimo taisyklės. 2014. V.: Civilinės aviacijos administracija.
- CAP 722 Unmanned Aircraft System Operations in UK Airspace – Guidance [online]. 2012. Civil Aviation Authority (UK), Directorate for Airspace Policy. [cited 7 April 2014]. Available from Internet: <https://www.caa.co.uk/docs/33/CAP722.pdf>
- Policy Statement: Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems (UAS). 2009. European Aviation Safety Agency.
- Unmanned Aircraft Systems (UAS). 2011. ICAO. Cir. 328-AN/190.
- Perspectives on Unmanned Aircraft Classification for Civil Airworthiness Standards. 2013. NASA.
- Nonami, K.; Kendoul, F.; Suzuki, S., et al. 2010. Autonomous flying robots, *Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles*: 7.

Transport Canada: Unmanned air vehicle working group final report [online]. 2007. [cited 6 April 2014]. Available from Internet: <http://www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/standards/general-recavi-uavworkinggroup-2266.htm#14>

U.S. Military Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Market Forecast 2013-2018 [online]. 2014. [cited 6 April 2014]. Available from Internet: <http://www.marketresearchmedia.com/?p=509>

Weibel, E.; Hansman, J. R. 2005. *Safety Considerations for Operation of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System*, 36–41.

CLASSIFICATION OF UNMANNED AIRCRAFT

L. Gudelevičiūtė

Summary

The main purpose of this article - to introduce classification of UAV used in different countries. Analysis of UAV prepared by using documents of International Civil Aviation Organization (ICAO), United States National Aeronautics and Space Administration (NASA), the European Aviation Safety Agency (EASA).

Keywords: UAV, Classification of Unmanned Aerial Vehicles