Kakvo je optimalno obrazovanje za rad s bespilotnim zrakoplovima?

Josip Stepanić, Jelena Ćosić Lesičar

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje

Digitalne obrazovne tehnologije	Broj rada: 33	**Stručni rad**

Sažetak

Bespilotni zrakoplovi, popularno zvani dronovi, sve se više koriste i to za sve veći broj aktivnosti. Po letnim svojstvima sve su napredniji, ali su isto tako i sve zahtjevniji za korištenje. Dovoljnu razinu sigurnosti pri radu s bespilotnim zrakoplovima moguće je ostvariti i zadržati samo prikladnim obrazovanjem. Obrazovanje za rad s bespilotnim zrakoplovima u današnje vrijeme u svijetu obuhvaća raspon od kraćih osposobljavanja za osnovne aktivnosti s jednostavnijim dronovima, do višegodišnjih visokoškolskih studija o bespilotnim sustavima.
U ovom radu razmotreni su prošli i sadašnji razvoj korištenja bespilotnih zrakoplova i pripadnog obrazovanja, kao i srednjoročne projekcije njihovog budućeg razvoja.

Ključne riječi

bespilotni zrakoplov; dron; obrazovanje; osposobljavanje; sigurnost

Uvod

Razvoj naprednih tehnologija upravljanja i konstrukcije omogućio je primjenu bespilotnih zrakoplova skoro pa u svim granama industrije i života općenito. Praksa pokazuje da je upotreba bespilotnih zrakoplova široka. U skladu s tim bespilotni zrakoplovi se koriste za prikupljanje meteoroloških podataka, prikupljanje podataka o stanju prometa, prijenos medicinske opreme, sprječavanje prirodnih katastrofa od ispuštanja štetnih tvari u okoliš, dostavu komercijalnih paketa, obavljanje poljoprivrednih radova, pošumljavanje, geodetske izmjere, analizu prometnih nesreća, traženje unesrećenih i nestalih osoba itd.

U skladu s navedenim, predviđeno povećanje broja poslova koji se mogu obavljati korištenjem bespilotnih zrakoplova ukazuje na potrebu i za njihovim uvođenjem u obrazovanje što ujedno osigurava stjecanje kompetencija koje povećavaju konkurentnost na tržištu rada. Prema *Future of Jobs Report*-u (World Economic Forum, 2020) vještine koje uključuju bespilotne zrakoplove su među najtraženijima na svjetskoj razini i u stalnom su porastu. Na popisu kategorija radnih vještina i tehnologija čije se usvajanje predviđa do 2025. godine, prema udjelu ispitanih tvrtki, kategoriju ne-humanoidnih robota (npr. industrijska automatizacija, bespilotni zrakoplovi) očekivani porast primjene je u iznosu od 10 %. Ovaj podatak ukazuje na to da bespilotni zrakoplovi polako postaju

nezaobilazno sredstvo rada u svim segmentima gospodarstva. Povećanje opsega korištenja ukazuje na potrebu sustavnog djelovanja na razvoj kvalitetne edukacije u područjima obuhvaćenim korištenjem dronova. To se može postići korištenjem dronova na svim razinama, od osnovne škole do visokoškolskog obrazovanja u segmentima izvannastavnih i nastavnih aktivnosti.

Korištenje dronova u obrazovanju učenicima pruža nova iskustva učenja povećavajući njihov angažman i motivaciju u procesu učenja, posebno za učenje usmjereno na učenike. Dronovi kao moderna tehnologija potiču učenike na razumijevanje složenijih kognitivnih procesa potrebnih za usvajanje znanja iz područja fizike, matematike i informatike. Istraživanja pokazuju da korištenje dronova značajno poboljšava prostornu vizualizaciju i vještine sekvenciranja uključenih učenika (Chou (2018)). Na razini visokoškolskog obrazovanja dronovi omogućuju studentima vizualizaciju problema iz različitih perspektiva što im pomaže za bolju analizu problema uključujući kritičko razmišljanje, kreativnost i inovativnost (Sattar, 2017).

Izvannastavni segment obrazovanja – uključivanje u STEM područje

Potreba za djelovanjem u STEM (engl. *Science Technology Engineering Mathematics*) području na nacionalnoj razini navodi se u Strategiji obrazovanja, znanosti i tehnologije (2014.). Strategija ističe da su znanja i vještine koja proizlaze iz akronima STEM nužna za snalaženje u tehnološki naprednom društvu – za kasnije djelovanje unutar znanstvenih istraživanja, tehnološkog razvoja i služe kao čvrsta podloga za cjeloživotno učenje. Istraživači, nastavnici, donositelji odluka suočeni su s jasnim podatcima o nedostatku studenata u STEM programima te manjku stručnjaka u pojedinim STEM područjima.

Akcijski plan za digitalno obrazovanje od 2021. do 2027. (European Commission, 2021) je inicijativa Europske unije za potporu održivoj i učinkovitoj prilagodbi sustava obrazovanja i osposobljavanja država članica Europske unije digitalnom dobu. U Planu se predstavljaju mogućnosti, uključujući poboljšanu kvalitetu i kvantitetu nastave u vezi s digitalnim tehnologijama, potporu digitalizaciji nastavnih metoda i pedagogije te pružanje infrastrukture potrebne za inkluzivno učenje na daljinu. U Planu se navode dva prioritetna područja:

Poticanje razvoja ekosustava digitalnog obrazovanja s visokim performansama, infrastruktura, povezanost i digitalna oprema; učinkovito planiranje i razvoj digitalnih kapaciteta, uključujući najnovije organizacijske sposobnosti; digitalno kompetentni i samopouzdani učitelji i obrazovno osoblje; visokokvalitetni sadržaji za učenje; korisnički alati i sigurne platforme koje poštuju pravila e-privatnosti i etičke standarde;

Poboljšanje digitalnih vještina i kompetencija za digitalnu transformaciju (osnovne digitalne vještine i kompetencije od najranije dobi; digitalna pismenost, uključujući borbu protiv dezinformacija; računalno obrazovanje; dobro poznavanje i razumijevanje tehnologija koje zahtijevaju podatke, poput umjetne inteligencije (AI); napredne digitalne vještine koje daju više digitalnih stručnjaka; osiguravajući da djevojke i mlade žene budu jednako zastupljene u digitalnim studijama i karijeri).

U dokumentu Europske Unije, programu „Obzor Europa“ (European Commission, 2021) za istraživanja inovacije, za razdoblje 2021-2027 inovativnost je navedena kao jedan od stupova

potrebnog razvoja. S obzirom na činjenicu da aktivnosti unutar trećeg stupa potiču razvoj, prijenos i primjenu svih oblika inovacija i pokretač su budućeg razvoja, projekt Dron liga naročitu pažnju posvećuje promicanju transfera inovacija i znanja, kao i promociji uspjeha darovitih učenika srednjih škola koji su inovativne ideje pretvorili u nove proizvode.

U dokumentu Europske komisije Promišljanje obrazovanja: Ulaganje u vještine za postizanje boljih društveno-ekonomskih rezultata (European Commission, 2012) navodi se kako Europski sustavi obrazovanja i osposobljavanja i dalje propadaju u pružanju pravih vještina za zapošljivost i ne rade adekvatno s poduzećima ili poslodavcima kako bi približili iskustvo učenja zahtjevima radne okoline. U dokumentu se navodi kako je jedan od izazova država članica Izgradnja vještina za 21. stoljeće. S obzirom da je potražnja za kvalificiranom radnom snagom u tehnološki i istraživački intenzivnim sektorima na visokoj razini, raste i potražnja za STEM znanjima i vještinama (prirodoslovlje, tehnologija, inženjerstvo i matematika). Stoga, moraju se uložiti napori da se STEM istakne kao prioritetno područje obrazovanja od najranije dobi. Također se upozorava da u stjecanju strukovnih znanja i vještina treba težiti najvišoj svjetski usporedivoj kvaliteti utemeljenoj na učenju kroz rad.

Završno izvješće višegodišnjeg nacionalnog projekta Instituta društvenih znanosti Ivo Pilar iz 2018. godine pokazuje da se interes učenika za STEM zanimanja smanjuje nakon upisa srednje škole te da gotovo potpuno nestaje kako učenici napreduju kroz obrazovni sustav. Stoga bi za razdoblje srednje škole trebalo osmisliti programe i aktivnosti koje će srednjoškolcima vratiti interes za prirodoslovlje, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku kako bi upisali fakultete unutar STEM područja i nastavili se baviti odabranom strukom u budućnosti. Bez obzira čime će se pojedinac baviti, STEM predmeti bit će mu potrebni za uspješno snalaženje na sadašnjem i budućem tržištu rada. Tehničkim strukama STEM je u fokusu bavljenja, no i pojedincima u drugim područjima poput društveno-humanističkih usmjerenja, kvalitetno poznavanje digitalnih tehnologija, informatičke pismenosti i umjetne inteligencije s naglaskom na robotiku, kao i temeljna znanja poput matematike omogućit će preciznost i sistematičnost. Brojni primjeri iz svakodnevnog života potiču svjetske stručnjake da stalno naglašavaju važnost STEM znanja i suvremenih škola da ova znanja i predmete učine jednako dostupne svima.

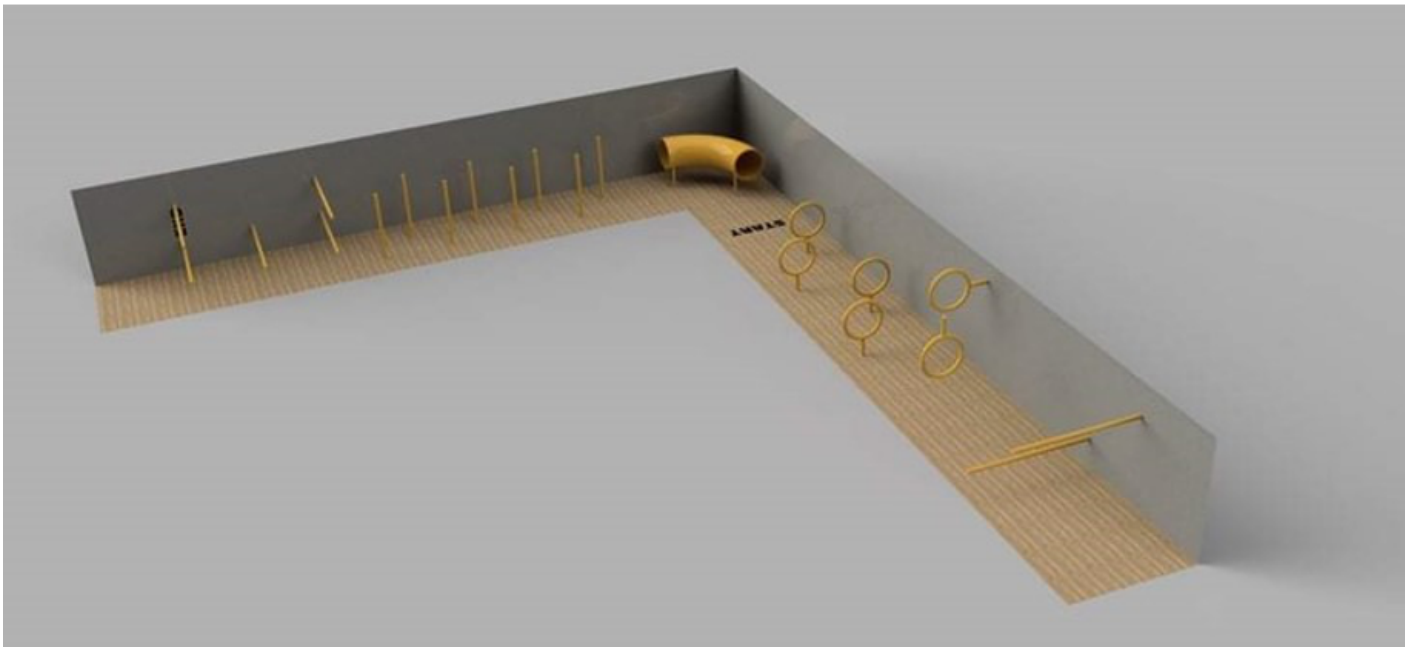
Kako bi se smanjio istaknuti procjep postojeće i željene situacije pokrenut je niz aktivnosti na svim razinama obrazovanja. Jedna od takvih aktivnosti je nacionalni edukativni projekt „Dron liga“ kojim se učenike srednjih škola na podsticajan način educira i indirektno usmjerava ka STEM području. Približavanje STEM znanja nužno je kako bi mladi naučili pravilno koristiti sve aspekte tehnologije u pronalaženju inovativnih rješenja za izazove suvremenog svijeta.

Nacionalni edukativni projekt „Dron liga“

Dron liga je nacionalni edukativni projekt za učenice i učenike srednjih škola Republike Hrvatske kojim se omogućava usvajanje naprednih tehnologija kroz mentorirani, metodički oblikovan, kontinuirani, praktični rad s dronovima. Projekt se provodi kao kombinacija sekvencijalnih i paralelnih aktivnosti. U projektu sudjeluju četiri srednje škole iz različitih gradova Republike Hrvatske; Požege, Rijeke, Zadra i Zagreba. Dronovi kao moderna tehnologija potiču učenike na razumijevanje složenijih kognitivnih procesa potrebnih za usvajanje znanja iz područja fizike, matematike i informatike. Osposobljavanjem mladih za rad s dronovima želi se učenike srednjih

škola usmjeriti prema STEM području. U svakoj školi mentor na temelju pedagoško stručne procjene i vlastitog uvida u rad i interese učenika formira školski tim od pet učenika.

Projekt se realizira kroz susrete svih školskih timova. Forma susreta odabrana je iz više razloga. Prvenstveno jer su usko vezani uz učenje kojim mladi stječu vještine kojima će iskušati svoje sposobnosti te naučiti postavljati i postizati zadane ciljeve. Mladi neminovno uspoređuju vlastita znanja i vještine, a time postaju svjesni svojih prednosti i spoznaju svoje slabosti te vide kako se ostali vršnjaci snalaze u danoj situaciji i kako primjenjuju različite tehnike. Učenje s pozitivnim povratnim informacijama motivira mlade za rad na usavršavanju svojih vještina. Kako bi se ostvario kontinuirani napredak i zainteresiranost za STEM područje školskim timovima je postavljeno deset problemskih pitanja koja dolaze na tjednoj bazi, a vezana su uz izradu poligona za letenje dronom, opće predznanje iz redovitih STEM-predmeta, te uz razmatranje inovacija u letu dronova. Učenički timovi predlažu nacrt poligona za završni susret na kojem je cilj ostvariti najbrži prolazak dronom kroz poligon. Primjer izgleda prijedloga izvedbe jednog poligona prikazan je na slici 1. Poligon je izveden pod kutom $\pi/2$ sa stranicama koje čine kut u dužini od 13 m. Širina poligona je 3 m. Promjer kružnih prepreka postavljenih duž poligona je 1 m. Timovima ostaje mogućnost izbora tehnike i načina (papiri olovka, grafički programi za izradu i uređivanje...) izrade nacrta poligona.



Slika 1. Prijedlog izvedbe poligona

Učenici pripremaju prezentacije u kojima detaljno opisuju predloženi poligon i načine njegovog prolaska dronovima. Četiri predložena poligona učenici međusobno rangiraju na način da ne mogu glasati za sebe, a ostale poligone moraju rangirati od jedan do tri počevši od najboljeg. Učenici glasaju kao tim. Poligon s najviše bodova je referentni poligon za završni susret. Način savladavanja prolaska poligona na završnom susretu ostaje na odabiru tima.

Naglasak edukacije u toku projekta postavljen je na nekoliko metoda i pripadnih ishoda učenja:

- metoda aktivnog učenja kroz kreativan rad – ishodi učenja: učenici će naučiti izraditi poligon, procijeniti valjanost ideja, zastupati vlastito mišljenje te vrednovati, rangirati i izabrati najbolji poligon prilagođen upravljivosti i manevarskim karakteristikama dronova,

- metoda aktivnog učenja „ prezentiraj, apliciraj i revidiraj – ishodi učenja: učenici će naučiti izraditi poligon, koristiti nove i upotpuniti znanje korištenja poznatih programskih alata i digitalnih tehnologija,
- metoda učenja „misli, spari i podijeli" – ishodi učenja: učenici će naučiti upravljati dronom, debatirati oko rješenja načina prolaska kroz poligon, ispraviti pogrešne koncepcije, naučiti argumentirati svoje rješenje ili mišljenje u slučaju neslaganja,
- istraživačka metoda – ishodi učenja: samostalno traženje činjenica, povezivanje različitih područja znanosti, dolaženje do novih (prethodno neočekivanih) rezultata i
- metoda igre – ishodi učenja: učenici će ovladati prezentacijskim vještinama, demonstrirati stečeno znanje upravljanja dronom.

Nastavni segment obrazovanja

Primjena dronova u nastavnom segmentu obrazovanja omogućuje stjecanje novih znanja korištenjem napredne tehnologije, otvarajući nove trendove i dodajući nove dimenzije praksi podučavanja i učenja. Uzimajući u obzir razinu, strukturu i opsežnost znanja iz područja matematike, fizike i informatike primjena dronova u nastavnom segmentu obrazovanja najprikladnija je za visokoškolsku razinu.

Primjenom stečenog znanja studenti mogu konstruirati, izrađivati i sastavljati dronove te pisati programe za upravljanje letom na različitim programskim jezicima. Na taj način razvijaju vještine i znanja iz područja robotike i informatike uz naglasak na konstrukcijskim rješenjima koja zadovoljavaju mogućnosti izrade i održavanja sustava u cjelini. Čak i pri planiranju relativno jednostavnog leta, potrebno je uzeti u obzir težinu drona, visinu na kojoj dron leti, brzinu, istrajnost leta i dolet drona. U takvim se planiranjima primjenjuje znanje matematike i fizike. Isto tako, dronovi se mogu koristiti u praktičnoj nastavi geografije, u biologiji u proučavanju okoliša, biljnih i životinjskih vrsta, u geodeziji u kartiranju terena, u planiranju putanje pri dostavi paketa npr. medicinskog materijala. Iz ovoga slijedi zaključak da se korištenje dronova u nastavnom segmentu obrazovanja može podijeliti na dva koncepta. Prema Ćosić Lesičar i Božić (2021) koncepti su označeni kao koncept A – edukacija o dronovima i koncept B – edukacija dronovima.

Koncept A obuhvaća korištenje dronova u obrazovanju gdje učenici koriste dronove bez obzira na to da li ih konstruiraju ili upravljaju njima. Koncept B uključuje primjenu dronova u obrazovanju gdje profesori koriste dronove kako bi olakšali studentima stjecanje znanja iz područja fizike, meteorologije, geografije, geodezije, fotografije itd. Uloga studenata u konceptu B je obrada i analiza prikupljenih podataka, a dronovi služe kao leteće platforme na koje su postavljeni senzori i mjerna oprema. U nastavku rada detaljnije je opisan jedan primjer višegodišnje provedbe dijela nastave pomoću koncepta A.

Primjena dronova u nastavi na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu

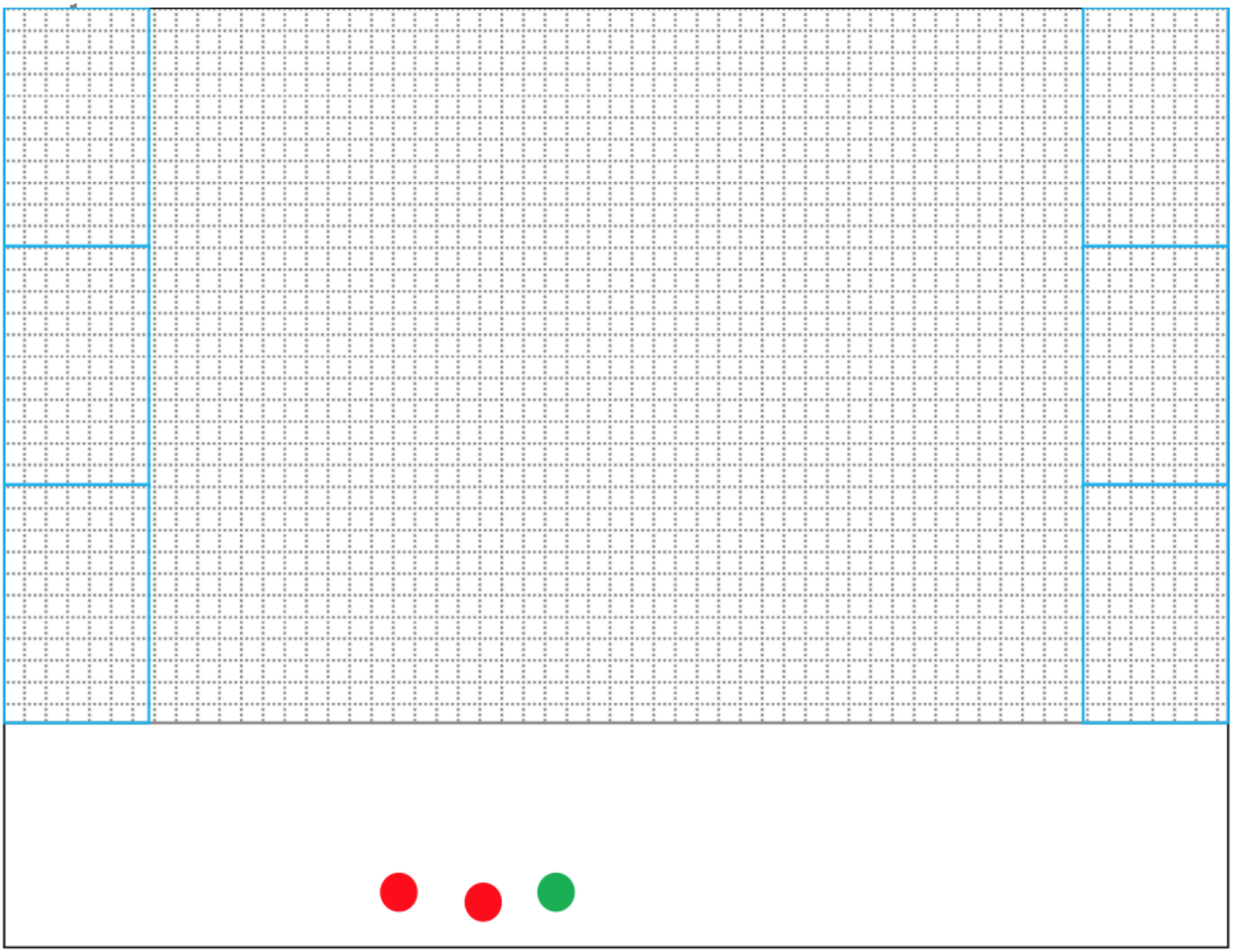
Na Fakultetu strojarstva i brodogradnje, Sveučilišta u Zagrebu dronovi su korišteni u dijelu praktične nastave. Nastava je uključivala nekoliko izbornih kolegija — Oprema bespilotnih letjelica, Navigacijski sustavi, Sustavi i oprema zrakoplova za slobodno letenje i Bespilotni sustavi, u kojima studenti stječu temeljno razumijevanje i razvijaju kompetencije korištenja dronova. Kroz navedene

kolegije oko 100 studenata je osposobljeno za rad s dronovima.

Nastava se sastojala od upoznavanja s propisima, pravilima i postupcima za rad s dronovima(European Commission, 2019), konstrukcijom dronova, njihovim tehničkim karakteristikama, pripadajućom opremom i letenjem. U skladu s tim, osposobljavanje je podijeljeno na slijedeće cjeline

- teorija – propisi, meteorologija i frazeologija,
- simulacijski trening,
- pisane upute,
- demonstracija rada s dronovima (prijeletni i poslijeletni pregledi te jednostavniji letovi),
- praktični rad s dronovima (prijeletni i poslijeletni pregledi te jednostavniji letovi) i
- izvještaji nakon treninga.

Osposobljavanje polaznika je provedeno u zatvorenom prostoru, u učionici, gdje je i postavljen poligon. Slika 2 prikazuje shematski prikaz poligona gdje plavi pravokutnici označavaju rubove stolova, siva mreža predstavlja zaštitnu mrežu, crveni krugovi studente, a zeleni krug rukovoditelja letenja. Treba naglasiti da je prostor za osposobljavanje bio postavljen u redovnoj učionici. Zaštitna mreža je ograničavala kretanje studenata, a ujedno štitila dron od oštećenja. S vanjske strane vrata učionice bio je jasan znak da je u učionici praktična nastava s dronovima kako bi rukovoditelj letenja mogao pružiti maksimalnu sigurnost i kompetentnost tijekom nastave.



Slika 2. Shematski prikaz poligona; plavi pravokutnici su stolovi, siva mreža je zaštitna mreža, crveni krugovi su mjesta na kojima su tijekom praktične nastave stajali studenti studenti, a zeleni krug je mjesto na kojemu je tijekom nastave stajao rukovoditelj letenja (Ćosić Lesičar i Božić, 2021).

Po dolasku na poligon i prije početka svakog sata, studenti su morali provjeriti oštećenost zaštitne mreže i obavijestiti sve prisutne na poligonu o njenom stanju. Nakon provjere zaštitne mreže studenti su obavili prijeletni pregled drona. Pregled prije leta uključuje provjeru drona i daljinskog upravljača da li su oštećeni, status baterije, jesu li propeleri pričvršćeni na motore i mogu li se slobodno okretati.

Nakon utvrđenog prijeletnog pregleda studenti su izveli zadane vježbe propisane planom obuke. Nakon završetka leta, student koji je upravljao dronom (udaljeni pilot) provodi provjeru drona nakon leta. O svim zapažanjima izvješćuje rukovoditelja letenja i predaje mu dron.

Zaključak

Primjena dronova je široka i uključuje različita zanimanja. Broj zanimanja u kojima se koriste dronovi kontinuirano se povećava, a sukladno tome raste i potreba za ljudima koji su pravilno i stručno osposobljeni kako bi mogli iskoristiti sve potencijale koje dronovi pružaju, odnosno što više

karakteristika dronova za potrebne radne zadatke. Osposobljavanje za cjelovitu, samostalnu uporabu dronova treba biti prilagođeno uzrastu polaznika osposobljavanja.

Zbog relativno kratkog vremena održavanja nastave vezane uz dronove, po konceptu A ili B, još nema dovoljno podataka za sveobuhvatnu analizu takve nastave. No, kvalitativno, slijed uvođenja dronova u obrazovanje prati prosječno uvođenje naprednih tehnologija u obrazovanje.

U konačnici optimalno obrazovanje za rad s dronovima je sustavna cjelina koja obuhvaća raspon od kraćih osposobljavanja ograničenih na osnovne aktivnosti s jednostavnijim dronovima, do višegodišnjih visokoškolskih studija o bespilotnim sustavima u cjelini.

Literatura

Chou, P.N. (2018). Smart Technology for Sustainable Curriculum: Using Drone to Support Young Students' Learning. *Sustainability*, *10*(10), 1–17.

Ćosić Lesičar, J. i Božić, D. (2021). Current status of the use of drones in education in Croatia. *Interdisciplinary description of complex systems*, *19*(1), 160–167. doi: 10.7906/indecs.19.1.13.

European Commission (2012). *Rethinking Education: Investing in skills for better socio-economic outcomes/online/* Dostupno na https://www.cedefop.europa.eu/files/com669_en.pdf [1.2.2022.]

European Commission (2019). *Commision Implementing regulation 2019/947 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft* /online/ Dostupno na https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=H [1.3.2022.]

European Commission (2021). *Obzor Europa /online/* Dostupno na https://www.obzoreuropa.hr/ [1.3.2022.]

European Commission (2021). *The Digital Education Action Plan /online/* Dostupno na https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/digital-education-action-plan#:~:text=The%20Digital%20Education%20Action%20Plan%20%282021-2027%29%20is%20a,the%20digital%20age.%20The%20Digital%20Education%20Action%20Plan%3A[1.2.2022.]

Institut društvenih znanosti Ivo Pilar (2018). JOBSTEM Project. /online/ Dostupno na http://www.jobstem.eu/[1.3.2022.]

Sattar, F. (2017). Droning the Pedagogy: Future Prospect of Teaching and Learning. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 11, 1622–1627.

World Economic Forum (2020). *The Future of Jobs Report 2020* /online/ Dostupno na https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020 [21.2.2022.]

2nd International Scientific and Art Faculty of Teacher Education University of Zagreb Conference
Contemporary Themes in Education – CTE2 - in memoriam prof. emer. dr. sc. Milan Matijević, Zagreb, Croatia

What is the optimal education for working with unmanned aerial vehicles?

Abstract

Unmanned aerial vehicles, popularly called drones, are being used more for an increasing number of activities. In terms of flight properties, they are increasingly advanced, but they are also more and more demanding to use. A sufficient level of safety when working with drones can be achieved and maintained only by appropriate education. Education for working with unmanned aerial vehicles in the world today includes a range from shorter training for basic activities with simpler drones, to multi-year higher education studies on unmanned aerial vehicles.
This paper discusses the past and current development of the use of drones and related education, as well as medium-term projections of their future development.

Key words

drone; education; security; training; unmanned aerial vehicle

Revizija #10
Stvoreno 24 listopada 2022 12:01:53 od Admin
Ažurirano 13 siječnja 2023 11:16:56 od Valentina Gučec