

MOŽNOSTI UPORABE BREZPILOTNIH ZRAKOPLOVOV ZA OPRAVLJANJE NALOG ZA ZAŠČITO, REŠEVANJE IN POMOČ

Nenad Donau¹

Povzetek

Razvoj brezpilotnih zrakoplovov, sistemov za nadzor in zajem podatkov, relativna cenovna dostopnost in nizki stroški vzdrževanja zahtevajo uvajanje brezpilotnih zrakoplovov kot podporni element operativnega delovanja sil za zaščito in reševanje. Uporabni so pri izvajanju preventivnih in intervencijskih dejavnosti in v fazi sanacije posledic naravne ali druge nesreče. Z njimi lahko izvajamo aktivnosti opazovanja, pregledovanja, nadzorovanja, opozarjanja, iskanja in reševanja, ocenjevanja nastale škode in posledic na prizadetih območjih, industrijskih in drugih objektih ter infrastrukturi, prizadeti med nesrečo. Pomagajo nam lahko pri določanju morebitnih nevarnih območij. Z njihovo uporabo lahko intervencijskim službam hitro zagotovimo kakovostne in pravočasne operativne informacije o stanju na kraju dogodka. Vodji intervencije omogočajo boljšo preglednost in učinkovitejši pregled nad dogajanjem ter razvojem situacije in pomagajo pri določanju prednostnih nalog. K omejitvam pri uporabi brezpilotnih zrakoplovov med drugimi spadajo avtonomija (trajanje leta), uporaba v nočnem času, uporaba ob neugodnih meteoroloških razmerah, zagotavljanje stalne in primerne usposobljenosti pilotov na daljavo in normativna pravna neurejenost področja uporabe.

POSSIBILITIES FOR THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR PROTECTION, RESCUE AND RELIEF TASKS

Abstract

The development of unmanned aerial vehicles (UAVs) and control and data acquisition systems, and their relative affordability and low maintenance costs, necessitate the adoption of UAVs as a support element of the operation of protection, rescue and relief forces. They are useful in carrying out preventive and intervention actions, as well as during the phase of eliminating the consequences of a natural or other disaster. They allow us to conduct observation, inspection, control, warning, search and rescue, and damage and impact assessments in affected areas, industrial and other facilities, and infrastructure affected by the disaster. They can help us identify potentially hazardous areas. With their help, we can quickly provide responders with high-quality, timely operational information about the situation at the scene. They allow incident commanders to get a better overview of what is happening and how the situation is evolving, and to prioritize tasks. Constraints to UAV use include autonomy (flight duration), night operations, operations in adverse weather conditions, ensuring ongoing and appropriate training of remote pilots, and normative-legal clutter in the operational area.

¹ Občina Mežica, Občinski štab Civilne zaščite Mežica, Trg Svobode 1, Mežica, zunanji strokovni sodelavec za področje zaščite in reševanja, nicktaylor64@gmail.com

UVOD

Prispevek obravnava možnosti uporabe brezpilotnih zrakoplovov za potrebe sil za zaščito, reševanje in pomoč. Iz statističnih podatkov Javne agencije za civilno letalstvo Republike Slovenije izhaja, da je bilo v obdobju od 4. 1. 2021 do 6. 5. 2022 v Republiki Sloveniji registriranih 3383 operatorjev (izmed njih 3085 fizičnih oseb in 298 organizacij). Spletno usposabljanje za odprto kategorijo podkategorijo A1/A3 je v tem obdobju opravilo 3128 pilotov na daljavo (izmed njih

3127 polnoletnih in 55 mladoletnih oseb). Usposabljanje za odprto kategorijo podkategorijo A2 je opravilo 131 pilotov na daljavo. V posebni kategoriji so registrirani štirje operatorji. Za posebno kategorijo je bilo izdanih 14 operativnih dovoljenj. Usposabljanje Standardni scenariji je opravilo 24 pilotov na daljavo (Vagaja Hribar, 2022). Članek obravnava brezpilotne zrakoplove z vzletno maso manj kot 25 kg in operacije v vidnem polju letenja (angl. *Visual Line of Sight*; v nadaljevanjem besedilu: VLOS). Uporabljena je bila kvalitativna metoda raziskovanja.

V Republiki Sloveniji trenutno ni sprejet noben predpis, ki bi urejal izvajanje nalog na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami s sistemi brezpilotnih zrakoplovov². Pripravlja se podzakonski akt Pravilnik o uporabi in upravljanju sistemov brezpilotnih zrakoplovov za izvajanje nalog na področju varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Do sprejetja tega predpisa je treba dosledno upoštevati veljavne normative pravne akte, ki urejajo področje brezpilotnih zrakoplovov (Delegirana uredba komisije EU 2019/945, Izvedbena uredba komisije EU 2019/947, Uredba o sistemih brezpilotnih zrakoplovov, 2016).

Sile za zaščito, reševanje in pomoč, ki jih zagotavlja država, lokalne skupnosti in v nekaterih primerih gospodarske družbe, zavodi ter druge organizacije, predstavljajo pomemben del sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Sile za zaščito, reševanje in pomoč se delijo na prostovoljne (na primer Gorska reševalna služba, Jamarska reševalna služba), poklicne (na primer Ekološki laboratorij z mobilno enoto Instituta Jožef Stefan, Gasilske enote širšega pomena) in dolžnostne (na primer enote Civilne Zaščite) (Drolc, 2020).

Delegirana uredba komisije EU (2019) opredeljuje **sistem brezpilotnega zrakoplova** kot brezpilotni zrakoplov in opremo za njegovo daljinsko upravljanje. **Pilot na daljavo** predstavlja fizično osebo, odgovorno za varno izvedbo leta brezpilotnega zrakoplova, in sicer tako, da upravlja njegov sistem za krmiljenje. To poteka ročno, kadar pa brezpilotni zrakoplov leti avtomatsko, pa s spremljanjem njegove poti. V tem primeru je mogoče v vsakem trenutku posredovati in spremeniti njegovo pot. **Operator sistema brezpilotnega zrakoplova** predstavlja vsako pravno ali fizično osebo, ki upravlja ali namerava upravljati enega ali več sistemov brezpilotnih zrakoplovov (Delegirana uredba komisije EU, 2019). Uredba o sistemih brezpilotnih zrakoplovov (2016) opredeljuje **brezpilotni zrakoplov** kot zrakoplov, namenjen izvajanju letov brez pilota ali drugih oseb na krovu, ki je daljinsko krmiljen, programiran ali avtonomen. **Območje letenja** je zračni prostor, v katerem se izvaja let brezpilotnega zrakoplova. **Letenje v vidnem polju – VLOS** je izvajanje letov s sistemom brezpilotnega zrakoplova, pri čemer ima upravljavec sistema brezpilotnega zrakoplova neprekinjen vizualni stik z brezpilotnim zrakoplovom brez uporabe optičnih ali elektronskih

² Operativne naloge ZRP vključujejo interventne naloge in preventivne dejavnosti, npr. pripravo ocen tveganj za nastanek nesreč, pripravo načrtov zaščite in reševanja, izvajanje usposabljanj in vaj na področju ZRP, pripravo analiz nesreč in vaj, ocenjevanje škode itn.



Slika 1: Bramor C4 Eye (foto: N. Donau)

Figure 1: Bramor C4 Eye (Photo: N. Donau)

pripomočkov. Kontaktne leče ali korekcijska očala se ne štejejo kot optični pripomočki (Uredba o sistemih brezpilotnih zrakoplovov, 2016).

BREZPILOTNI ZRAKOPLOVI, GLAVNI VARNOSTNI ELEMENTI, PRIPRAVA NA LET IN OMEJITVE UPORABE

Brepilotni zrakoplov

Babić (2018) razvršča brezpilotne zrakoplove glede na konstrukcijo kril na zrakoplovih s fiksnimi krili, zrakoplove z rotirajočimi krili (kopterji), zrakoplove, lažje od zraka, in zrakoplove, težje od zraka. Kopterji so sestavljeni iz telesa zrakoplova in običajno štirih, šestih ali osmih rotorjev s fiksnim naklonom, ki skrbijo za vzgon (Verdnik, 2017). Večinoma se uporabljajo brezpilotni zrakoplovi s štirimi ali osmimi rotorji (Đuka, 2019, Podgoršek, 2018, Perme, 2020).

Brepilotni zrakoplovi s fiksnimi krili dosegajo višje hitrosti in se uporabljajo za preiskave večjih območij, medtem ko se kopterji uporabljajo predvsem za iskanje in pregled terena v bližnji okolici.

Sistem komunikacij sestavlja **sistem za vodenje brezpilotnih zrakoplovov**, ki služi za aktivno vodenje leta zrakoplovov (vzlet, pristane, let), in **sistem za**



Slika 2: Brezpilotni zrakoplov DJI Matrice 300 RTK (foto: N. Donau)

Figure 2: Unmanned aerial vehicle DJI Matrice 300 RTK (Photo: N. Donau)

prenos podatkov, s katerim upravljamo delo senzorjev (Pečar, 2012).

Prilava brezpilotnega zrakoplova na let

Prilava brezpilotnega zrakoplova na let na nekem območju letenja je pomemben element zagotavljanja varnosti uporabe. V tej fazi se uporabljajo kontrolni sezname (angl. *check lists*). Glavni varnostni elementi so izbrani po metodologiji Eurocontrol, imenovani MEUH (iz angl. *Meteorology, Environment, UAS, Human*). Sestavljeni so iz meteoroloških pogojev, okolja,

sistema brezpilotnega zrakoplova in človeških dejavnikov. Gre za element situacijskega osveščanja.

Smith (2018) za kontrolni seznam (SWEETEN) pred letenjem navaja te elemente: varnostni komplet, vreme/veter, okolje, oprema, vzlet, postopki v sili, obvestila in dovoljenja.

Varnostni komplet je eden izmed najpomembnejših delov. Vseboval naj bi anemometer, s katerim merimo hitrost vetra, odsevni brezrokavnik, kapo s ščitnikom, zaščitna očala in varnostne stožce, s katerimi označimo območje vzleta oziroma pristanka.

Vreme, veter: med letom je treba spremljati vremensko napoved in druge dejavnike, kot so vlaga, temperatura, vidljivost in sunki vetra.

Okolje: pred začetkom izvajanja letalskih operacij na določenem območju izvedemo vizualni pregled. Pri tem ugotovimo, ali so v bližini visoki objekti, daljnovidi, kabli, telefonske povezave, in ali so tam osebe, ki niso vključene v izvajanje letalskih operacij. Preverimo topografijo terena in primernost vizualne razdalje.

Preveriti je treba stanje brezpilotnih zrakoplovov, ugotoviti morebitne razpoke, strukturne napake oziroma poškodbe. Preveriti moramo, ali so baterije ustrezno napolnjene. Izvajati je treba periodične preglede delovanja funkcije vrnitve domov (angl. *Return to Home*; v nadaljnjem besedilu: RTH).

V pripravi na vzlet preverimo razdaljo in nastavitve kamere. Vsak polet začnemo s kratkim preizkusom lebdenja na višini 1,50 do 1,80 metra. Preizkus letenja naj bi trajal okoli 30 sekund.

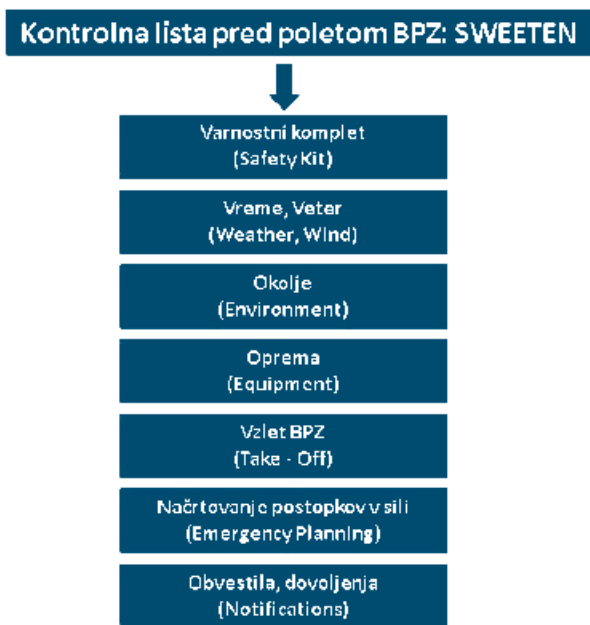
Postopki v sili obsegajo te korake:

- preverimo napolnjenost mobilnega telefona,
- predhodno določimo postopke v sili, kot so:
 - ravnanje ob močnem vetru,
 - izguba komunikacijskega signala,
 - izguba orientacije brezpilotnih zrakoplovov v prostoru,



Slika 3: Glavni varnostni elementi MEUH (Vir: Eurocontrol Learningzone, 2021)

Figure 3: Main safety elements of the MEUH (Source: Eurocontrol Learningzone, 2021)



Slika 4: Kontrolni seznam SWEETEN

Figure 4: SWEETEN checklist

- izguba vidnega kontakta z brezpilotnim zrakoplovom ter
- nenadzorovan odlet.

Če je območje letenja na zasebni lastnini, je treba predhodno priskrbeti dovoljenje lastnikov zemljišč. Če je območje letenja v urbanem okolju, je treba obvestiti Agencijo za civilno letalstvo, kadar pa gre za uporabo kamere, je treba pridobiti dovoljenje oseb, v katerih zasebnost bi se morebiti posegalo. Če je območje letenja v nadzorovanem zračnem prostoru, je treba obvestiti Agencijo za civilno letalstvo in izpolniti obrazec NOTAM (angl. **Notice to Airmen**).

Omejitve pri uporabi brezpilotnih zrakoplovov

Na uporabo brezpilotnih zrakoplovov bistveno vplivajo številni dejavniki, kot so meteorološki pogoji in značilnosti okolja, odpornost zrakoplovov na vremenske vplive (stopnja zaščite pred vstopom prahu, vlage in vode), usposobljenost in izkušnje pilota na daljavo ter njegovo psihofizično stanje, avtonomija uporabe

brezpilotnih zrakoplovov, zmogljivost nameščenih senzorjev (koristni tovor), zmogljivost programske opreme. Pomembna dejavnika, ki omejujeta uporabo brezpilotnih zrakoplovov, sta letenje ponoči in slabo vreme oziroma neustrezne meteorološke razmere.

Stewart in Martin (2021) v zvezi z meteorološkimi razmerami (veter, temperatura, vlažnost) izpostavlja ta nekatere težave. Brezpilotni zrakoplovi manjših dimenzij od 0,1 do 0,5 metra in teže od 0,1 do 0,5 kilograma so občutljivejši za uporabo v vetrovnih razmerah. Poleg temperature zraka lahko na delovanje električnih delov, baterij in motorjev brezpilotnih zrakoplovov negativno vpliva tudi sončno sevanje, kar posledično učinkuje na manevrske sposobnosti brezpilotnih zrakoplovov. Na stopnjo oksidacije sestavnih delov in baterije lahko negativno vpliva visoka vlažnost. Padavine, zlasti dež, so prav tako težavne za izpostavljene dele, kot so propelerji in motorji. Padavine vplivajo tudi na hitrost delovanja propelerjev brezpilotnih zrakoplovov in povzročajo težave, povezane s terminalom brezpilotnih zrakoplovov.

Meteorološke razmere in značilnosti okolja

Vremenski dejavniki, ki bistveno vplivajo na delovanje brezpilotnih zrakoplovov, so veter (smer in hitrost vetra nad 8 m/s), temperatura, vidljivost, gostota zraka, vlaga, zaledenitev, nevihte in meglice. Trenutno najzmogljivejši brezpilotni zrakoplovi med letom dosegajo odpornost na veter 15 m/s oziroma 12 m/s med vzletom in pristankom. Vremenski pojavi, kot so padavine, nevihte, megla in oblačnost, bistveno vplivajo na možnost uporabe brezpilotnih zrakoplovov. Gre za upoštevanje značilnosti lokalnih vremenskih razmer na območju izvajanja letalskih operacij. V povezavi s tem je treba upoštevati značilnosti lokalnega okolja (na primer vrsto tal, poraščenost in nagib terena). To so dejavniki, ki pomembno vplivajo na različno toplotno prevodnost, kar učinkuje na hitrost segrevanja in ohlajanja tal, to pa posledično na vreme. Zaradi neposrednega vpliva sončnega obsevanja na območju letenja je lahko osredotočenost pilota na daljavo zmanjšana.



Slika 5: Omejitve pri uporabi brezpilotnih zrakoplovov

Figure 5: Limitations in the use of UAVs

število	opis
0	Brez zaščite
1	Zaščita pred trdnimi delci do velikosti 50 mm oz. nehotenim dotikom z roko
2	Zaščita pred trdnimi delci do 12 mm oz. dotikom s prsti
3	Zaščita pred trdnimi delci do 2,5 mm (orodja in žice)
4	Zaščita pred trdnimi delci do 1 mm (fina orodja in žice)
5	Zaščita pred omejeno količino prahu (brez škodljivih usedlin)
6	Popolna zaščita pred prahom

Preglednica 1: Opis prvega števila IP (Vir: Stopnja zaščite IP, 2017)

Table 1: Description of the first IP number (Source: IP degree of protection, 2017)

Za oznako stopnje zaščite pred vdorom prahu, vlage in vode se uporablja mednarodna oznaka IP (angl. **Ingress Protection**; v nadaljevanjem besedilu: IP). IP je določena v standardu IEC 60529 (preglednici 1 in 2).

Trenutno najzmogljivejši brezпилotni zrakoplovi dose-gajo stopnjo odpornosti IP 55, kar omogoča operativno delovanje pri temperaturah med $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pomembni dejavniki za varno izvajanje nalog z upo-rabo brezпилotnih zrakoplovov so ustrezna usposo-bljenost pilota na daljavo, poznavanje operativnih zmožnosti brezпилotnih zrakoplovov in opreme, pridobljene izkušnje in psihofizično stanje pilota na daljavo. Pri tem lahko pride tudi do napačnega do-jemanja oziroma motenj v zaznavi. Dražljaje v okolju zaznavamo s čutili, pri čemer je treba upoštevati tudi cirkadiani cikel (Vidmar, 2010).

Z razpoložljivim časom uporabe brezпилotnih zra-koplovov oziroma avtonomijo (angl. **Endurance**) so povezane spremenljivke, kot so masa brezпилotne-ga zrakoplova, hitrost in višina leta. Masa brezpi-lotnega zrakoplova se lahko spreminja. Najbolj je odvisna od opreme in koristnega tovora, ki je pritr-jen na zrakoplov. Na brezпилotni zrakoplov lahko na-mestimo zaščito propelerjev, različno velike baterije,

različno težke senzorje in drugo, kar negativno vpli-va na maso. Večja, kot je masa, več moči potrebuje naprava. Prav tako je potrebna večja moč pri višji hitrosti oziroma višini leta. Kadar povečamo maso, to vpliva na manjšo končno hitrost in višino letenja. Če povečamo kapaciteto baterije, to pomeni večjo maso, kar posledično pomeni porabo več moči in počasnejšo odzivnost. Pomemben dejavnik, ki ga je treba upoštevati, je tudi nadmorska višina, na kateri se izvajajo leti z brezпилotnimi zrakoplovi. Avtonomija ni sorazmerna povečani kapaciteti baterije.

V brezпилotnih zrakoplovih se uporabljajo srebrni ki-slinski, nikelj-kadmijevi, nikelj-kovinski hidridi (NiMH), alkalni, litij-polimerni (Li-Po), litij-ionski (Li-ion), cin-kovo-oksadni (Zn-O₂), litij-zračni (Li-air) in litij-tionil-kloridni (Li-SOCl₂). Najpogostejše so Li-Po in Li-ion baterije. Za določanje primerne vrste baterije v brez-pilotnem sistemu moramo upoštevati različne dejav-nike, med drugimi gostoto moči, energijsko gostoto, težo, volumen, število ciklov, ceno, varnost in vzdrže-vanje (Smrekar, 2022).

Koristni tovor je lahko oprema za nadzor, komunikaci-jo in različne vrste senzorjev (termični, kemični, laser-ski merilniki razdalje, laserski skener, elektro-optične, hiperspektralne in IR-kamere, umetni odprtinski radar

število	opis
0	Brez zaščite
1	Zaščita pred vertikalnim kapljanjem vode oziroma kondenzacijo
2	Zaščita pred neposrednim škropljenjem z vodo do 15 stopinj od vertikale
3	Zaščita pred neposrednim škropljenjem z vodo do 60 stopinj od vertikale
4	Zaščita pred škropljenjem z vodo iz vseh smeri – vstopna količina vode je omejena
5	Zaščita pred nizkotlačnimi curki vode iz vseh smeri – vstopna količina vode je omejena
6	Zaščita pred nizkotlačnimi curki vode (uporaba na ladijski palubi) – vstopna količina vode je omejena
7	Zaščita pred učinkom potopitve v vodo med 15 cm in 100 cm (1 m)
8	Zaščita pred potopitvijo pod tlakom za daljši čas

Preglednica 2: Opis drugega števila IP (Vir: Stopnja zaščite IP, 2017)

Table 2: Description of the second IP number (Source: IP degree of protection, 2017)



Slika 6: Shematični prikaz operativnih postopkov po posameznih fazah: pred letom, med letom in po letu brezpilotnega zrakoplova
Figure 6: Schematic representation of operational procedures by phase: before the flight, during the flight and after the flight of an UAV

SAR itn. Ta je odvisen od namena uporabe brezpilotnih zrakoplovov. Bitenc (2014) ugotavlja, da sta osnovna senzorja v večini brezpilotnih zrakoplovov videokamera za dnevno in infrardeča (IR) kamera za nočno opazovanje. Lotrič (2020) meni, da mora biti brezpilotni zrakoplov za ugotavljanje temperaturnih razlik v toplotnem sevanju opremljen s termično oziroma infrardečo kamero, znano kot tehnologija FLIR (angl. *Forward Looking Infrared*). Glede senzorjev Mežnarc (2020) navaja, da so žiroskop, pospeškometer in kompas nujni za samodejno uravnavanje brezpilotnega zrakoplova, barometer pa je nujen za krmljenje njegove nadmorske višine. Zmogljivejši in težji brezpilotni zrakoplov (DJI Matrice 30) je opremljen z laserskim merilnikom razdalje (do 1200 metrov), termalno kamero (do 500 stopinj Celzija) ter videokamero (ločljivost 1920 x 1080 pikslov).

Programska oprema poleg usposobljenosti in izkušnosti pilota na daljavo predstavlja pomemben element pri uporabi brezpilotnih zrakoplovov. Treba je uporabljati programsko opremo, ki izpolnjuje resnične potrebe uporabnika. Pri tem se večinoma uporablja programska oprema DJI Fly, DJI PC Ground Control Station, DJI Flight Hub 2, UgCS, Litchi in Site Scan za ArcGIS.

Operativni postopki

Poleg operativnih postopkov po posameznih fazah (pred letom, med letom in po letu z brezpilotnimi zrakoplovi) je treba pripraviti kontrolni seznam, s katerim določimo normalne postopke, izredne postopke in nepredvidene dogodke (na primer vstop neudeleženih oseb na nadzorovano talno območje, vstop na pristajalno mesto).

Pri operativnih postopkih pred letom zavarujemo mesto vzleta in pristanka ter ocenimo in pregledamo območje, na katerem se bodo izvajale letalske operacije v vidnem polju. Nato sledi pregled alitimetrije in planimetrije (ali so na območju morda ovire, na primer daljnovodi, kovinski stolpi, visoke stavbe, kritična infrastruktura, nevkjučene osebe). Določimo varno območje, na katerem lahko izvedemo preizkusni let, preverimo meteorološke razmere (vreme, smer in moč vetra,

turbulenca, temperatura, lokalni okoljski pogoji), ki lahko vplivajo na operativne zmogljivosti brezpilotnih zrakoplovov ter način pridobivanja vremenske napovedi. Preverimo morebiten vpliv elektromagnetnega sevanja (Kp-indikator ne sme presegati vrednosti 4) in morebitno zasičenost radiofrekvenčnega spektra, ki ga brezpilotni zrakoplov uporablja za upravljanje in nadzor na območju letanja. Uporaba več brezpilotnih zrakoplovov hkrati lahko povzroči motnje in težave pri njihovem nadzoru in upravljanju.

Pri operativnih postopkih v fazi leta načrtujemo običajne postopke, postopke v sili (na primer izgubo povezave, izgubo GPS-signalov itn.) in nepredvidene dogodke (na primer vstop neudeleženih oseb na nadzorovano talno območje, vstop neudeleženih oseb na mesto vzleta ali mesto pristanka, vstop drugih zračnih plovil na območje delovanja).

Po pristanku izvedemo vizualni pregled brezpilotnega zrakoplova. Pri tem smo pozorni na morebitne mehanske poškodbe. Pomembno je, da vodimo ustrezno dokumentacijo, h kateri spadajo Operativni priročnik, dnevnik vzdrževanja, dnevnik ur naleta brezpilotnega zrakoplova, dnevnik ur naleta pilota na daljavo, dnevnik praktičnega in teoretičnega usposabljanja pilota na daljavo.

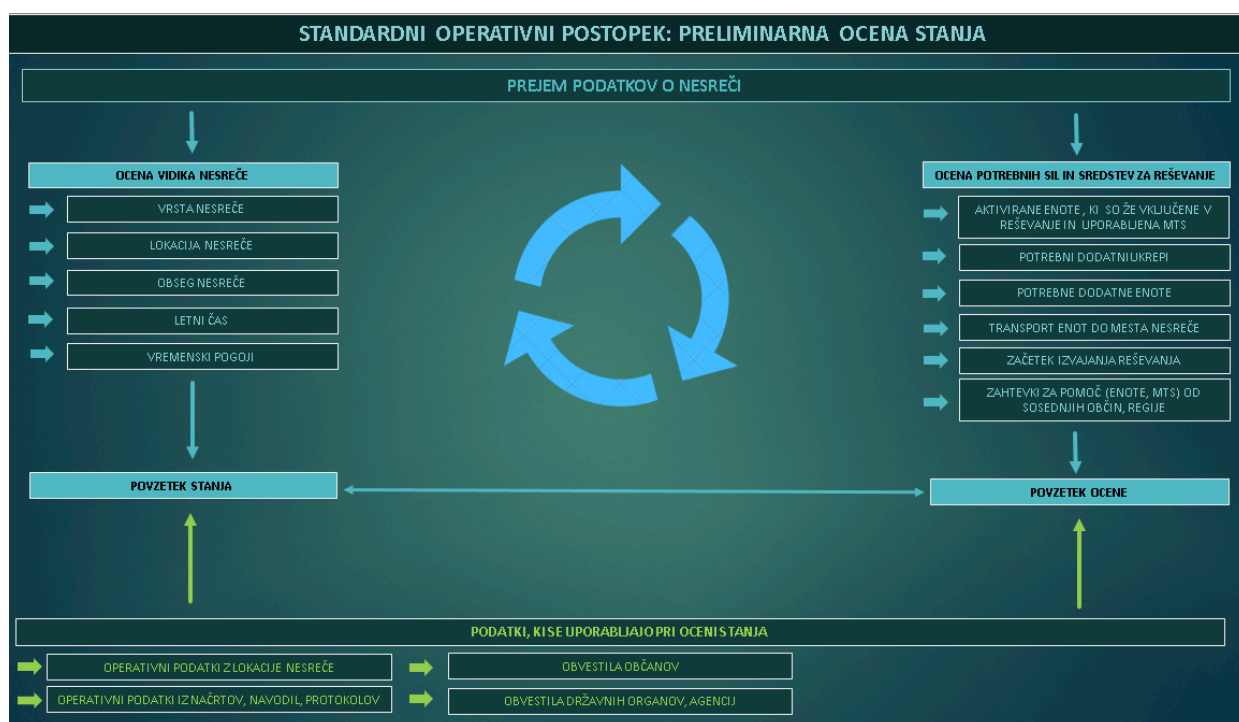
UPORABA BREZPILOTNIH ZRAKOPLOVOV ZA OPRAVLJANJE NALOG SIL ZA ZAŠČITO, REŠEVANJE IN POMOČ

Brezpilotni zrakoplov lahko uporabimo ob poplavah, potresih, zemeljskih plazovih, požarih v naravnem okolju, ob požarih na objektih, vozilih, nesrečah z nevarnimi snovmi, pri iskanju pogrešanih oseb, množičnih nesrečah, analizi izvedbe vaj in usposabljanj, preventivnih dejavnostih, dostavi samodejnih eksternih defibulatorjev in medicinskih pripomočkov, preprečevanju širjenja nalezljivih bolezni pri ljudeh in podobno (Skrzypietz, 2012; Pokovec, 2014; Svete, Vuga Beršnak in sod., 2015; Petrillo, 2018; Mayer, Lischke in sod., 2019; Đuka, 2019; Tisdall in Afkhami, 2019; Kober, 2020; Drolc, 2020; Franić, 2020; Peeva, 2021).

Pokovec (2014) omenja uspešno uporabo brez-pilotnega zrakoplova ob poplavah v Koloradu leta 2013, poplavah in plazovih v Bosni in Hercegovini leta 2014, požaru v naravnem okolju v Kaliforniji 2013, potresu v kitajski pokrajini Yunan 2014, potresu, cunamiju in jedrski nesreči na Japonskem 2011 ter iskanju in reševanju pogrešane osebe v Kanadi 2013. Tisdall in Afkhami (2019) ugotavljata, da je uporaba brez-pilotnega zrakoplova v pomoč vodi intervencije. Uporabni so na strateški in taktični ravni vodenja. Predstavljajo pripomoček, s katerim se pridobivajo informacije, izvajajo opazovanje, nadzor in opravljajo naloge izvidovanja. Vodji intervencije posredujejo informacije, ki jih je pravočasno in na varen način težje pridobiti. Pri tem reševalci niso neposredno izpostavljeni. Z uporabo brez-pilotnih zrakoplovov lahko intervencijskim službam, ki prispejo na prizadeto območje, hitro zagotovimo dodatne informacije o stanju na kraju dogodka. Brezpilotni zrakoplovi so opremljeni z različnimi senzorji, omogočajo zajem slike in drugih podatkov z območja iz zraka. Tako vodji intervencije v kratkem času omogočijo boljši preglednost, informiranost in učinkovitejši nadzor nad dogajanjem in razvojem situacije na mestu intervencije. Perme (2020) ugotavlja, da predstavljajo pomoč pri zbiranju podatkov ob naravnih nesrečah (posredovanje podatkov o prizadetih območjih). Na področju zaščite in reševanja ter varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami se brez-pilotni zrakoplovi uporabljajo neposredno ob nesreči, ko se zajamejo

podatki o stanju in obsegu nesreče ter podatki za poznejšo sanacijo škode (Svete, Vuga Beršnak in sod., 2015).

Skrzypietz (2012) ugotavlja, da so brez-pilotni zrakoplovi uporabni pri poplavah. Pokovec (2014), meni, da brez-pilotni zrakoplov lahko uporabimo za hiter pregled in primarno oceno velikosti prizadete območja, lažjo in hitrejšo določitev prednostnih območij, na katerih se bo izvajalo reševanje, pregled najustreznejših dostopnih poti do prizadetih območij, oceno stanja infrastrukture (na primer mostovi, ceste), nadzorovanje stanja protipoplavnih nasipov na območjih, ki so pogosto prizadeta zaradi poplav, spremljanje dviganja ali upadanja vodostaja vodotoka, lociranje oseb, ki potrebujejo pomoč, hiter pregled stanja na območjih, ki jih je težko ali nemogoče doseči. Z uporabo dodatne opreme lahko izvajamo glasovno opozarjanje (jakost do 125 db) oseb na ogroženih območjih, z uporabo nameščenega stroboskopskega žarometna na brez-pilotnem zrakoplovu pa lahko dajemo svetlobne znake za opozarjanje. Uporaba je mogoča tudi med pripravo na sanacijo območja in pri ocenjevanju nastale škode. De Cubber, Balta in sodelavci (2015) navajajo primer uporabe brez-pilotnega zrakoplova ob obsežnih poplavah na območju Bosne in Hercegovine leta 2014, za ocenjevanje nastale škode in identifikacijo nevarnih območij (na katerih so lahko mine).



Slika 7: Shema standardnega operativnega postopka – preliminarna ocena stanja

Figure 7: Standard Operating Procedure flowchart – preliminary assessment of the situation



Slika 8: Primer uporabe brezpilotnega zrakoplova pri opazovanju obsega in gibanja zemeljskega plazu Smrečnikovo v Mežici (foto: D. Mori)
Figure 8: An example of the use of an UAV to observe the extent and movement of the Smrečnikovo landslide in Mežica (Photo: D. Mori)

Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča tudi ob potresih (Skrzypietz, 2012) za oceno stanja, pomoč pri določitvi prednostnih območij reševanja, določitev potencialno nevarnih območij in oceno strukturne trdnosti infrastrukture. Poleg naštetega lahko brezpilotni zrakoplov, opremljen z ustreznimi senzorji, uporabimo za pomoč pri iskanju ponesrečenih med ruševinami (Pokovec, 2014). Brezpilotni zrakoplovi lahko pomagajo pri ocenjevanju škode v mestih, na industrijskih objektih, cestni, energetske in komunikacijski infrastrukturi. Z informacijami, ki jih posredujejo brezpilotni zrakoplovi v realističnem času, lahko določimo območja in poti za lažji in hitrejši dostop reševalcev na prizadeta območja ter določimo morebitna nevarna območja in območja, na katerih je pomoč najnujnejša. Uporaba je mogoča tudi med pripravo na sanacijo območja in pri ocenjevanju nastale škode.

Brepilotni zrakoplov lahko uporabimo za oceno in spremljanje stanja plazov, območja, ki so jih prizadeli, določitev poškodb in zapor cest, pregled in oceno stanja v prizadetih in odrezanih krajih na hribovitih območjih ter pregled poškodb druge infrastrukture, npr. električnih daljnovodov (Pokovec, 2014). Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča tudi v fazi priprave na sanacijo prizadetega območja in pri ocenjevanju nastale škode. Brezpilotni zrakoplov lahko uporabimo tudi za 3D-kartiranje prizadetih območij in določitev nevarnih območij.

Gasilci v New Yorku (ZDA) uporabljajo brezpilotne zrakoplove od leta 2017 (Petrillo, 2018). V gasilstvu se brezpilotni zrakoplovi uporabljajo za pomoč pri gašenju požarov na težko dostopnih mestih, za iskanje izginulih oseb in ponesrečencev. S pridobljenimi podatki lahko z uporabo brezpilotnih zrakoplovov lažje oblikujejo načrt gašenja in zajeziijo požare (Svete in sod., 2015). Če je brezpilotni zrakoplov opremljen s termovizijsko kamero, lahko pri iskalnih akcijah pomaga pri iskanju ponesrečencev. Posnetki se uporabijo za poznejšo analizo poteka intervencije (Drolc, 2020). Z brezpilotnimi zrakoplovi lahko lažje ocenimo stanje na požarišču. Z nameščeno termokamero, ki prikaže razgled v 360 stopinjah, je omogočen pogled iz različnih zornih kotov ter posledično zaznan center požara. Z ustrezno programsko opremo iščejo točno določeno temperaturo. Ob gašenju požarov z uporabo zrakoplovov lahko brezpilotni zrakoplovi zagotovijo informacijo, ali zrakoplov odvrže vodo na pravem mestu oziroma kje bi jo bilo treba odvreči. Ob gašenju ponoči lahko dodatno osvetlujejo mesto intervencije (Đuka, 2019). Brezpilotni zrakoplovi se uporabljajo pri požarih v naravi, saj je mogoče z njimi pregledovati požarišče in oceniti smer gibanja požara (Petrillo, 2018). Brezpilotni zrakoplovi so primerni za odkrivanje žarišč požarov z IR-kamero v začetni fazi in identifikacijo prikritih žarišč. Pripomorejo k hitrejšemu in učinkovitejšemu usmerjanju gasilcev na terenu na prizadetih območjih, z njimi

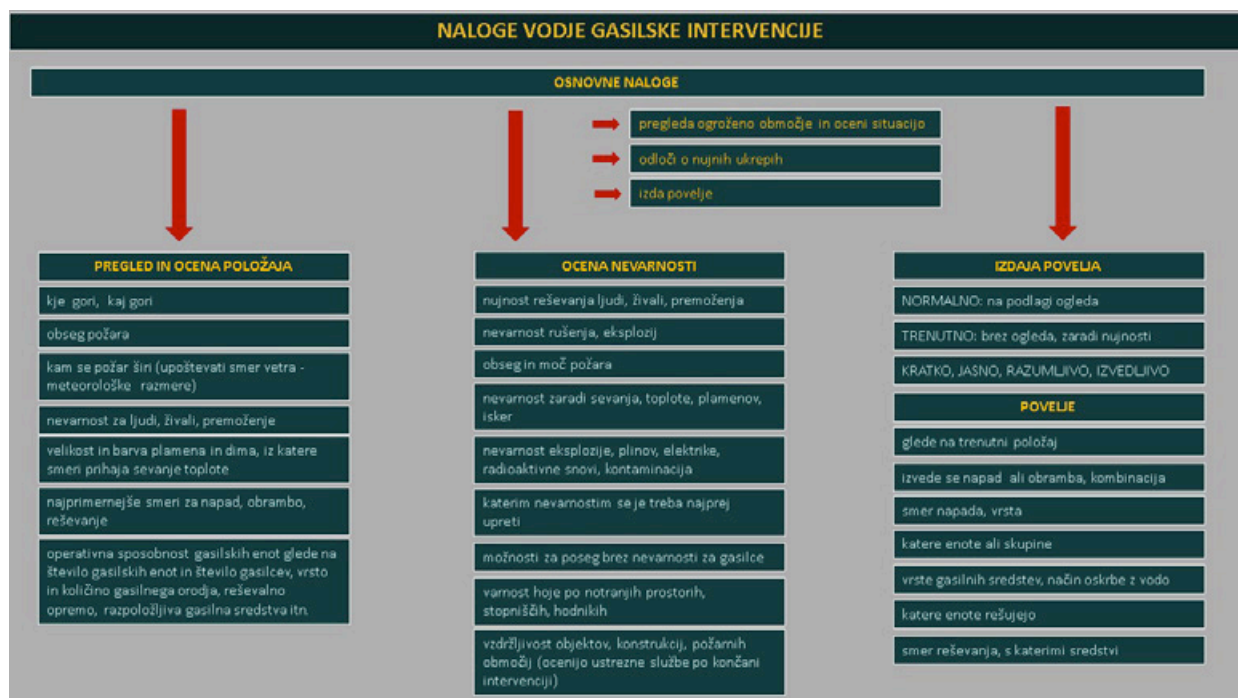
spremljamo razvoj situacije v realnem času, določamo nevarna območja in koridorje, po katerih lahko izvedemo varen umik, ter spremljamo dogajanja iz zračne perspektive. Uporabimo jih lahko za pregled stabilnosti strešne konstrukcije, boljši pregled nad učinkovitostjo izvajanja gašenja in za analizo izvajanja intervencije (Pokovec, 2014). Uporaba brez-pilotnih zrakoplovov pri gašenju požarov povečuje varnost sodelujočih v intervenciji. Olajša hitrejše odkrivanje in določitev mesta nastanka požara in preventivno preprečuje širjenje požara velikih razmer (Franić, 2020). Pri uporabi brez-pilotnih zrakoplovov je treba paziti na ustrezno razdaljo do izvora toplote in stebra vročega zraka, ki se premika glede na gibanje vetra. Z brez-pilotnimi zrakoplovi ne smemo preletavati aktivnega požara, izogibati se moramo letom skozi dim, ne smemo uporabljati funkcije avtomatskega vračanja na izhodiščno točko. Iz sheme Naloga vodje gasilske intervencije (slika 9) je razvidno, da vodja gasilske intervencije najprej pregleda ogroženo območje in oceni situacijo, nato odloči o nujnih ukrepih in izda povelje. Pri tem si lahko pomaga z brez-pilotnim zrakoplovom. Brez-pilotni zrakoplov lahko uporabimo tudi med pripravo na sanacijo, pri nadzoru nad požarno ogroženimi območji ter pri izvajanju požarne straže.

Uporaba brez-pilotnih zrakoplovov je mogoča tudi pri iztekanju ali razlitju nevarnih snovi (Pokovec, 2014). Brez-pilotni zrakoplovi so lahko opremljeni s senzorji za zaznavanje količine nevarnih snovi v okolju. Ob

razlitju kemikalij ali jedrski nesreči lahko prizadeto območje pregledamo in nadzorujemo brez nevarnosti za pilota na daljavo in intervencijske enote. Pri-pomorejo lahko pri določitvi prostorske razsežnosti nesreče. Ocenimo lahko smer gibanja in hitrost iztekanja nevarne snovi. Pri razlitju naftnih derivatov bi brez-pilotne zrakoplove lahko uporabili za iskanje morebitnih naftnih madežev na vodotokih, pri razlitju nevarne snovi v morje (na primer nesreča v Luki Koper) in za ocenjevanje razsežnosti onesnaženja. Tisdall in Afkhami (2019) ugotavljata, da lahko pilot glede na nameščeno ustrezno opremo na brez-pilotnem zrakoplovu ugotovi, za katero vrsto nevarne snovi gre. Če je nameščena toplotna kamera, lahko preveri temperaturo nevarne snovi in oceni, ali je mogoče, da bi nastal požar oziroma eksplozija.

Kadar je brez-pilotni zrakoplov opremljen z ustreznimi senzorji (detektorji radiacije), lahko v realnem času nadziramo razvoj nesreče v jedrski elektrarni in spremljamo spremembe v temperaturi in stopnji radioaktivnosti v okolici elektrarne (Peeva, 2021).

Brez-pilotni zrakoplov lahko uporabimo za iskanje preživelih po naravnih katastrofah, za iskanje pogrešanih oseb v gorah ipd. Brez-pilotni zrakoplov enotam, ki posredujejo, omogoči pregled nad situacijo iz zračne perspektive. Omogoča nadzor nad težko dostopnimi oziroma nedostopnimi potmi. Ob tem tudi hitreje in učinkoviteje pregledamo iskano območje (Tisdall in Afkhami, 2019). O'Brien,



Slika 9: Naloga vodje gasilske intervencije

Figure 9: Incident Commander task



Slika 10: Analiza izvedbe XXI. regijskega preverjanja ekip prve pomoči v Mežici (foto: D. Mori)

Figure 10: Analysis of the XXIst Regional Examination of First Aid Teams in Mežica (Photo: D. Mori)

Durscher in Briggert (2016) navajata primer uspešne uporabe brezpilotnih zrakoplovov pri iskanju pogrešane osebe, ko so preiskali območje v 40 minutah, reševalne enote pa bi za to potrebovale od štiri do šest ur. Brezpilotni zrakoplov, ki je opremljen s termokamero, lahko prepozna vire toplote na pogrešani osebi (Tisdall in Afkhami, 2019). Hraš (2019) ugotavlja, da z namestitvijo različnih senzorjev, na primer infrardeče kamere, z brezpilotnimi zrakoplovi pregledujemo območja, ki so jih prizadele naravne nesreče (potresi, neurja, poplave). Če je brezpilotni zrakoplov opremljen z majhno bazno postajo LTE – femtocell, se lahko uporabi tudi za geolociranje signala mobilne telefonije, kar je uporabno pri iskanju pogrešanih oseb (Deruyck, Wycmanskans in sod. 2018, Avanzatoa, Beritellia in sod. 2020, Mayer, Lischke in sod., 2019).

Z uporabo brezpilotnih zrakoplovov lahko enote, ki posredujejo na izrednem dogodku, hitro ocenijo stanje nesreče, identificirajo žrtve oziroma ponesrečence ter razporedijo enote in opremo, kjer je to smiselno. Brezpilotni zrakoplov lahko podpira ekipe pri ocenjevanju situacije. Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča tudi ob večjih železniških in avtomobilskih nesrečah, pri katerih nastane požar ali se razlijejo nevarne snovi. Pomembna funkcionalnost je pretok videosignala v štab intervencije oziroma enotam, ki trenutno še niso na kraju intervencije

oziroma vključene v reševanje. Omogoča učinkovitejšo upravljanje virov (npr. kadrovskih, materialno-tehničnih sredstev) in njihovo učinkovitejšo razporejanje, skladno s trenutnimi potrebami na intervenciji.

Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča tudi za izvajanje analiz izvedbe vaj in usposabljanj.

Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča za izvajanje preventivnih dejavnosti, na primer nadzor spoštovanja prepovedi kurjenja v naravnem okolju med razglašeno veliko požarno ogroženostjo. Občinski štab Civilne zaščite Mežica je za ta namen uporabil brezpilotne zrakoplove med prvim valom širjenja epidemije covid-19 (slika 11).

Brepilotne zrakoplove lahko uporabimo tudi za izvajanje periodičnih pregledov infrastrukture – na primer pri dnevnem, tedenskem in mesečnem vizualnem pregledu. Če je brezpilotni zrakoplov opremljen z ustreznimi senzorji in programsko opremo, ki omogoča uporabo umetne inteligence, lahko pri monitoringu ugotavljamo morebitno odstopanje od normalnih vrednosti, morebitne napake v konstrukciji, mehanske napake itn., na podlagi česar lahko izvedemo pravočasen odziv. Uporaba brezpilotnih zrakoplovov je mogoča tudi za potrebe določitev primerne območja za zunajletališki pristanek zrakoplovov.



Slika 11: Uporaba brezpilotnih zrakoplovov ob izvajanju preventivnih dejavnosti (foto: R. Kričej)

Figure 11: An example of the use of an UAV for preventive activities (Photo: R. Kričej)

Dostava avtomatskih eksternih defibrilatorjev (AED) in medicinskih pripomočkov

Brepilotni zrakoplovi lahko omogočajo dostavo zdravil, krvi, cepiv in drugih medicinskih potrebščin na podeželskih območjih in imajo možnost, da v kratkem času dosežejo bolnike (Kober, 2020). Uporabni so tudi za dostavo medicinskih pripomočkov na vnaprej določene geografske koordinate.

Španska policija je med epidemijo covid-19 uporabila brezpilotne zrakoplove za opozarjanje občanov, naj ostanejo doma (Wood, 2020).

SKLEPNE MISLI

Uvajanje brezpilotnih zrakoplovov kot podpornega elementa operativnega delovanja sil za zaščito in reševanje je nujno zaradi vedno boljših tehničnih zmogljivosti sistemov brezpilotnih zrakoplovov in sistemov za nadzor ter zajem podatkov, relativno zmerne cenovne dostopnosti in nizkih stroškov vzdrževanja. Z brezpilotnimi zrakoplovi lahko izvajamo različne operativne aktivnosti, na primer opazovanje, pregled, nadzor, opozarjanje, iskanje in reševanje, ocenjevanje nastale škode in posledic na prizadetih območjih, industrijskih in drugih objektih ter infrastrukturi, prizadeti med naravno ali drugo nesrečo.

Uporabimo jih lahko pri izvajanju preventivnih dejavnosti in pri intervencijskih dejavnostih v vseh fazah naravne ali druge nesreče (pred, med nesrečo in po njej). Z uporabo brezpilotnih zrakoplovov lahko intervencijskim službam zagotovimo kakovostne in ažurne operativne informacije o stanju na kraju dogodka. Vodji intervencije omogočajo učinkovitejši pregled nad dogajanjem in razvojem situacije na območju nesreče.

Med omejitve pri uporabi brezpilotnih zrakoplovov med drugimi spadajo avtonomija (trajanje leta), uporaba v nočnem času, uporaba v neugodnih meteoroloških razmerah, zagotavljanje stalne in primerne usposobljenosti pilotov na daljavo in normativna pravna neurejenost področja uporabe. Za potrebe izvajanja državnih aktivnosti s sistemi brezpilotnih zrakoplovov v Republiki Sloveniji trenutno še nimamo sprejetega ustreznega predpisa.

Pomembni dejavniki, ki so nujni za učinkovito uporabo brezpilotnih zrakoplovov za potrebe sil za zaščito in reševanje, obsegajo izbor ustreznega brezpilotnega zrakoplova, programske opreme, senzorjev, usposobljenost, izkušnje, motiviranost in psihofizično stanje pilota na daljavo. Gre za kombinacijo uporabe ustrezne tehnologije, naprednih senzorjev in zagotavljanje ustrezne usposobljenosti pilotov na daljavo. Upoštevati je treba še dejstvo, da pri izvajanju operativnih nalog za potrebe sil za Zaščito in reševanje z uporabo brezpilotnih zrakoplovov vedno deluje par (pilot na daljavo in opazovalec), ki mora biti prav tako ustrezno usposobljen in izkušen pilot na daljavo.

Upoštevati je treba osnovno pravilo, da pilot na daljavo leti le na območju, kjer je let z brezpilotnimi zrakoplovi varen. Če bi se zgodilo, da se brezpilotni zrakoplov zruši, ne sme ogroziti varnosti oseb oziroma povzročiti škode na premoženju oziroma živalih. S pravilno uporabo brezpilotnega zrakoplova lahko povečamo varnost enot, ki posredujejo na izrednih dogodkih. Če so brezpilotni zrakoplovi opremljeni z ustrezno izbranimi in zmogljivimi senzorji, lahko bistveno povečajo učinkovitost pri posredovanju sil za zaščito in reševanje.

Težave pri uvajanju brezpilotnih zrakoplovov v operativno uporabo so trenutno predvsem normativna pravna neurejenost področja uporabe brezpilotnih zrakoplovov glede potreb sil za zaščito, reševanje in pomoč, pomanjkanje ustreznega usposabljanja pilotov na daljavo ter nabava in vzdrževanje nujne opreme.

Viri in literatura

- Avanzatoa, R., Beritellia, F., Nicotra, G., 2020. Flight Time Optimization in People Identification by Multidrone-Femtocell Systems. V: ICYRIME, 2020. International Conference for Young Researchers in Informatics, Mathematics, and Engineering, Online. <http://ceur-ws.org/Vol-2768/p6.pdf>, 23. 3. 2022.
- Babić, I., 2018. Mogućnost primjene dronova u civilne svrhe. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti.
- Bitenc, M., 2014. Brezpilotni letalniki. Od Igrače do večnamenskih robotov. V: Geodetski vestnik, Glasilo Zveze geodetov Slovenije, 155–158.
- CENELEC EN 60529 Degrees of Protection Provided by Enclosures. European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). <https://standards.globalspec.com/std/1638833/EN%2060529>, 11. 4. 2022.
- Delegirana Uredba Komisije EU 2019/945 o sistemih brezpilotnega zrakoplova in operatorjih sistemov brezpilotnega zrakoplova iz tretjih držav, 2019. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0945&from=EN>, 18. 2. 2022.
- Drolc, P., 2020. Uporaba brezpilotnih zrakoplovov v gasilstvu. Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa Varnost in policijsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede.
- De Cubber, G., Balta, H., Doroftei, D., Baudoin, Y., 2014. UAS deployment and data processing during the Balkan flooding. https://mecon.rma.ac.be/pub/2015/RISE_2015_Haris_Balta_RMA.PDF, 21. 3. 2022.
- Deruyck, M., Wyckmans, J., Joseph, W., Martens, L., 2018. Designing UAV-aided emergency networks for large-scale disaster scenarios. V: EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking volume. <https://jwcn-urasipjournals.springeropen.com/articles/10.1186/s13638-018-1091-8>, 22. 3. 2022.
- Durscher, R., Briget, C., O'Brien, 2016. The use of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) by the emergency services. A Report from the joint EENA and DJI Pilot Project. https://www.copernicus.eu/sites/default/files/202103/DJI_EENA%20Study%20Part%201.pdf, 21. 2. 2022.
- DJI Fly, Version 1.5.10. <https://www.dji.com/si/downloads/djiapp/dji-fly>, 8. 4. 2022.
- DJI PC Ground Control Station. <https://www.dji.com/si/pc-ground-station>, 9. 4. 2022.
- Drone Flight Planning and Control Software by SPH Engineering UGCS. <https://www.ugcs.com>, 10. 4. 2022.
- DJI Flight Hub 2. <https://www.dji.com/si/flight-hub-2> 36. DJI Matrice 30 Series. <https://www.dji.com/si/matrice-30>, 10. 4. 2022.
- Đuka, M., 2019. Primjene dronova u civilne svrhe. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti.
- Eurocontrol Learningzone, Licence UAS Open A1-A3, 2021. <https://learningzone.eurocontrol.int/ilp/pages/login.jsf>, 5. 4. 2021.
- Franić, M., 2020. Bespilotne letjelice i primjena u pomorstvu. Završni rad. Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet.
- Hraš, A., 2019. Droni v inženirski geodeziji, projektiranju in izdelavi BIM Modela. Diplomsko delo. Višja strokovna šola Academia Maribor.
- Izvedbena Uredba Komisije EU 2019/947 o pravilih in postopkih za upravljanje brezpilotnih zrakoplovov, 2019. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8075>, 18. 2. 2022.
- Kober, A. A., 2020. Osebna dostava zdravil z brezpilotnimi zračnimi letalniki – droni. Diplomsko delo Visokošolskega strokovnega študijskega programa. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko.
- Litchi for DJI Drones. Version 4.22.2. <https://flylitchi.com/new>, 8. 4. 2022.
- Lotrič, G., 2020. Uporaba brezpilotnih zrakoplovov za ugotavljanje temperaturnih razlik v toplotnem sevanju. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geotehnologijo, rudarstvo in okolje.
- Mayer, S., Lischke, L., Woźniak, P. W., 2019. Drones for Search and Rescue. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02128385>, 22. 2. 2022.
- Mežnarc, D., 2020. Avtonomen dron za dostavo hrane. Raziskovalna naloga. Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola.
- Pečar, T., 2012. Perspektivnost razvoja IMINT zmogljivosti v SV s poudarkom na zajemanju slikovnega materiala z BPL. Specializacija VED častnik obveščevalca. Ministrstvo za obrambo, Šola za častnike izredne generacije.
- Peeva, A., 2021. Now Available: New Drone Technology for Radiological Monitoring in Emergency Situations. <https://www.iaea.org/newscenter/news/now-available-new-drone-technology-for-radiological-monitoring-in-emergency-situations>, 23. 2. 2022.
- Perme, J., 2020. Analiza in mednarodna primerjava uporabe brezpilotnih letalnikov v Policiji. Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa Varnost in policijsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za varnostne vede.
- Petrillo, A. M., 2018. Fire Department Drones Serve a Variety of Needs on Incident Scenes. <https://www.fireapparatusmagazine.com/fire-apparatus/fire-department-drones-serve-a-variety-of-needs-on-incident-scenes/#gref>, 22. 2. 2022.
- Podgoršek, B., 2018. Uporaba brezpilotnih zrakoplovov v energetiki. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko.
- Pokovec, J., 2014. Uporaba brezpilotnih letalnikov v sistemu zaščite in reševanja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede.
- Rules unmanned aircraft systems. <https://www.easa.europa.eu/document-library/easyaccess-rules/online-publications/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems?page=5>, 22. 2. 2022.
- Skrzypietz, T., 2012. Unmanned Aircraft Systems for Civilian Missions. Brandenburg Institute for Society and Security. <https://d-nb.info/1042982740/34>, 20. 2. 2022.
- Stopnja zaščite IP, 2017. https://www.elektro-luks.si/wp-content/uploads/2017/04/stopnja_zascite_IP.pdf, 19. 2. 2022.
- Site Scan for ArcGIS. <https://www.esri.com/en-us/arcgisproducts/site-scan-for-arcgis/overview>, 8. 4. 2022.
- Smith, H., 2018. The critical factors to consider in a drone pre-flight checklist. <https://coptrz.com/the-critical-factors-to-consider-in-a-drone-pre-flight-checklist>, 15. 2. 2022.
- Smrekar, M., 2022. Modeliranje in izdelava regulacijskega sistema in propelerjev brezpilotnega letalnika. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko.
- Stewart, M. P., Martin, S. T., 2021. Unmanned Aerial Vehicles: Fundamentals, Components, Mechanics, and Regulations. <https://novapublishers.com/wp-content/uploads/2020/10/Unmanned-Aerial-Vehicles.pdf>, 23. 2. 2022.
- Svete, U., Vuga Beršnak, J., Ferlin, A., Hlavaček, T., Mišigoj, J., Polajnar, Ž., Zajc, S., 2015. Brezpilotni letalniki: od varnostnih nalog do komercialne rabe – kako urediti njihovo uporabo? Ujma, 29, 350–356.
- Tisdall, A., Afkhami, B., 2019. Eyes in the sky: How firefighters can use drones during all-hazards incidents. <https://www.firerescue1.com/fire-products/drones/articles/eyes-in-the-sky-how-firefighters-can-use-drones-during-all-hazards-incidents>, 18. 2. 2022.
- Uredba o izvajanju izvedbene uredbe Komisije EU o pravilih in postopkih za upravljanje brezpilotnih zrakoplovov, 2020. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8075>, 18. 2. 2022.
- Uredba o sistemih brezpilotnih zrakoplovov, 2016. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7317>, 18. 2. 2022.
- Vagaja Hribar, P., 2022. Javna agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije.
- Verdnik, N., 2017. Uporaba Brezpilotnega zrakoplova v procesu projektiranja. https://www.vgp-drava.si/wp-content/uploads/2018/04/MVD_REFERAT_NVERDNIK.pdf, 24. 2. 2022.
- Vidmar, G., 2010. Cirkadiani ritem. <https://www.cenim.se/wellness/cirkadiani-ritem>, 20. 2. 2022.
- Wood, C., 2020. Spain's police are flying drones with speaker around public places to warn citizens on coronavirus lockdown to get inside. <https://www.businessinsider.in/tech/news/spains-police-are-flying-drones-with-speakers-around-public-places-to-warn-citizens-on-coronavirus-lockdown-to-getinside/articleshow/74656745.cms>, 23. 2. 2022.
- ZVNDN, 2006. Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAK0364>, 18. 2. 2022.