

mr.sc. Željko Vrbanić, dipl.ing
HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o.
zeljko.vrbani@hep.hr

BESPILOTNI ZRAKOPLOVI I DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

SAŽETAK

Korištenje bespilotnih zrakoplova brzo se razvija na širokom području primjene pa tako i u području energetske djelatnosti. S obzirom da je korištenje bespilotnih zrakoplova u području energetske djelatnosti distribucije električne energije u Republici Hrvatskoj u samim začetcima razvoja i primjene, svrha ovog rada je potaknuti razmišljanje o mogućnosti korištenja bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti distribucije električne energije.

Ključne riječi: bespilotni zrakoplov, sustav bespilotnih zrakoplova, snimanje iz zraka, distribucija električne energije

UNMANNED AERIAL VEHICLES AND ELECTRICITY DISTRIBUTION

SUMMARY

The use of unmanned aerial vehicles is increasingly widespread and is rapidly evolving also in the field of energy business. Since the use of unmanned aerial vehicles in the area of energy business of electricity distribution at the very beginning is the purpose of this work to stimulate thinking about the possibility of using unmanned aerial vehicles in the energy distribution business.

Key words: unmanned aerial vehicle, unmanned aircraft system, recording from the air, electricity distribution

1. UVOD

Bespilotni zrakoplovi zahvaćaju sve veće područje primjene, a neki od najčešćih područja primjene su: poljoprivreda, građevina, mediji, film, sport, održavanje nekretnina, gospodarenje vodama, komunalne djelatnosti i energetske djelatnosti.

Korištenje bespilotnih zrakoplova omogućio je brzi razvoj tehnologije letenja i komunikacije pa tako danas imamo veliki broj bespilotnih zrakoplova koji su prilagođeni različitim namjenama. Bespilotni zrakoplovi se razlikuju po konstrukciji na bespilotne zrakoplove sa krilima i sa rotorom, prema vrsti i funkcionalnosti kamere, dometu i trajanju leta i dr.

Korištenje bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnostima do sada je prisutno uglavnom u energetske djelatnostima proizvodnje i prijenosa dok u distribuciji nije zabilježeno ozbiljnije korištenje.

U energetske djelatnosti proizvodnje, bespilotni zrakoplovi se koriste primjerice za utvrđivanje stanja lopatica rotora vjetroelektrana i dimnjaka u termoelektranama. Bespilotni zrakoplov zamjenjuje složen rad radnika u teškim uvjetima na visini i daje puno bolje informacije o stanju opreme jer ostaje snimka koja se može naknadno pregledavati i analizirati i iz puno bolje perspektive.

U energetske djelatnosti prijenosa bespilotni zrakoplovi se koriste za utvrđivanje stanja opreme na dalekovodima gdje se zamjenjuju radnike koji su se trebali penjati na stupove u utvrditi stanje opreme, također snimka daje puno bolji uvid u stanje oprema nego pregled radnika. U ovim poslovnim procesima korištenje bespilotnih zrakoplova je ekonomski i tehnički opravdano jer se isti posao obavi u kraćem vremenu i pregledom bespilotnim zrakoplovom dobije se bolji uvid u stanje opreme uz mogućnost kasnijih analiza snimljenog materijala.

Iskustva u korištenju bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti proizvodnje i prijenosa upućuju na preispitivanje poslovnih praksi u energetske djelatnosti distribucije i pronalaska poslovnih procesa gdje bi korištenje bespilotnih zrakoplova donijelo ekonomske i poslovne koristi, što je i svrha ovoga rada.

Korištenje bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti distribucije specifičnije je i složenije nego u energetske djelatnostima proizvodnje i prijenosa jer distribucijski elektroenergetski objekti većinom su smješteni u urbanim zonama gdje su uvjeti snimanja zahtjevniji nego na područjima izvan naseljenih zona. Zato je potrebno proanalizirati sve aspekte koji imaju utjecaj na korištenje bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti distribucije odnosno tehničke i tehnološke mogućnosti bespilotnih zrakoplova te zakonodavno regulatorne odredbe.

2. BESPILOTNI ZRAKOPLOVI

Pojam bespilotni zrakoplov (UAV - Unmanned aerial vehicle) je općenit zbog široke upotrebe bespilotnih zrakoplova pa je u Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova utvrđen kao:

„Zrakoplov namijenjen izvođenju letova bez pilota u zrakoplovu, koji je ili daljinski upravljani ili programiran i autonoman“

Pored pojma bespilotni zrakoplov vrlo često se pojavljuje i pojam sustav bespilotnog zrakoplova (UAS - Unmanned aircraft system) [2], koji obuhvaća sve što je potrebno za bespilotni let i koji je prema Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova utvrđen kao:

„Sustav namijenjen izvođenju letova zrakoplovom bez pilota koji je daljinski upravljani ili programiran i autonoman. Sastoji se od bespilotnog zrakoplova i drugih komponenti za upravljanje ili programiranje neophodnih za kontrolu bespilotnog zrakoplova, od strane jedne ili više osoba“

Ove definicije su dovoljno općenite da obuhvaćaju sve vrste bespilotnih zrakoplova i sustava, odnosno one ne ulaze u tehničke karakteristike pojedinih tipova već samo u glavna funkcionalna obilježja.

Daljnja podjela bespilotnih zrakoplova prema Pravilniku o sustavima bespilotnih zrakoplova, razvrstava bespilotne zrakoplove u klase po masi u tri kategorije; do 5 kg, od 5 do 25 kg i od 25 do 150 kg. Ova podjela ne ulazi u tehničke karakteristike bespilotnih zrakoplova, već samo sa stajališta rizika u slučaju nezgoda razvrstava bespilotne zrakoplove u tri kategorije. U kategorijama o izvođenju letačkih operacija samo se referira na pojedine tehničke karakteristika koje se smatraju bitne sa stajališta sigurnosti.

Tehnička obilježja bespilotnih zrakoplova su autonomija leta, automatska stabilizacija leta, pozicioniranje prema koordinati ili objektu promatranja, automatsko polijetanje i slijetanje, automatsko planiranje puta i izbjegavanje prepreka.

Autonomija leta je karakteristika koja govori koliko vremena i koliko dugu trasu bespilotni zrakoplov može napraviti u jednom letu bez slijetanja što ovisi o kapacitetu baterije i vezi upravljačkog sustava sa bespilotnim zrakoplovom.

Automatska stabilizacija leta je karakteristika koja govori o stabilnosti i mirnoći leta i posljedično kvaliteti snimke, odnosno koliko se zrakoplov može prilagoditi vanjskim utjecajima prilikom leta.

Pozicioniranje prema koordinati ili prema objektu govori o mogućnosti bespilotnog zrakoplova da se pozicionira prema unaprijed definiranoj poziciji utvrđenoj kao koordinati ili objektu snimanja.

Automatsko polijetanje i slijetanje je karakteristika da bespilotni zrakoplov samostalno krene u snimanje kad se za to stvore uvjeti – ako je let programiran da se pokrene i završi let samostalno ili po ispunjenju određenih uvjeta. Proces automatskog povratka u polazišnu točku može se dobiti putem senzora ili sigurnosnih procesa upravljanja, ako izađe iz dometa signala upravljačke jedinice ili stanja baterije pa se prekida snimanje i vraća u početnu točku.

Automatsko planiranje puta je karakteristika koja govori da bespilotni zrakoplov može letjeti prema unaprijed definiranoj trasi koja može biti utvrđena na temelju prijašnjeg leta, geopozicionirana ili programirana kombinacijom geopodataka i objekta snimanja.

Izbjegavanje prepreka je karakteristika koja govori da bespilotni zrakoplov može izbjegavati prepreke koje mu se nađu u letu, ima programirane procedure reakcije ako se približava nekoj prepreci koja mu se nalazi na putu bilo da ide po programiranoj trasi ili ga u realnom vremenu vodi operater.

Kako vidimo, prema karakteristikama bespilotni zrakoplovi mogu biti razvrstani na više načina ovisno i o namjeni bespilotnih zrakoplova. Kako je naš fokus na bespilotnim zrakoplovima za komercijalne djelatnosti mi ćemo se referirati na podjelu bespilotnih zrakoplova prema načinu letenja koja je prikazana u Tablici I.

Tablica I. Podjela bespilotnih zrakoplova prema načinu letenja

bespilotni zrakoplovi						
sa krilima			sa rotorom			
Fix wings	Flaying wings	Flapping wings	helikopter	Quadkopter	Heksakopter	Octokopter

Osnovna podjela bespilotnih zrakoplova je na one sa krilima i one sa rotorom. Bepilotni zrakoplovi sa krilima mogu biti sa fiksnim, letačkim i pokretnim krilima, dok bespilotni zrakoplovi sa rotorom mogu biti helikopteri, quadkopteri, heksakopteri i octokopteri.

U energetske djelatnostima proizvodnje i prijenosa, a i u građevini, uglavnom se koriste bespilotni zrakoplovi s rotorom (dronovi) i oni će biti analizirani u nastavku referata.

Helikopteri, quadkopteri, heksakopteri i octokopteri se razlikuju značajno prema tehničkim osobinama i namjeni. Dok jedni imaju veću autonomiju i pokretljivost, drugi imaju bolju stabilizaciju leta, kvalitetnije snimke i mogu nositi veće terete.

2.1. Helikopter

Helikopter je bespilotni zrakoplov koji radi na principu letenja helikoptera, samo u smanjenim dimenzijama, odnosno ima dva rotora od kojih je jedan na repu, a drugi na težištu helikoptera. Ova vrsta bespilotnih zrakoplova ima velik raspon u veličini, od vrlo malih od oko 25 cm i oko 100 g, do veličine helikoptera s pilotom. Obilježja ovakvog zrakoplova su da može izvoditi sve operacije, ali je nestabilniji u

odnosu na multikoptere. Na slici 1. je prikazan mali bespilotni helikopter, a na slici 2. bespilotni helikopter srednje veličine.



Slika 1. Mali bespilotni helikopter



Slika 2. Bispilotni helikopter srednje veličine

2.2. Quadkopter

Quadkopter je bespilotni zrakoplov koji ima 4 rotora, od kojih se dva vrte u jednom smjeru, a dva u drugom, što omogućava letenje i lebdenje. U odnosu na helikopter može nositi veće terete, preciznije letjeti, mirnije lebdjeti i lakše obilaziti prepreke te kvalitetnije snimati. Na slici 3. je prikazan quadkopter Phantom – jedan od prodavanijih modela. Nedostatak quadkoptera je što u slučaju otkazivanja jednog motora, ne može letjeti pa pada i tako predstavlja opasnost za ljude i imovinu.



Slika 3. Quadkopter Phantom

2.3. Heksakopter

Heksakopter je bespilotni zrakoplov koji ima 6 rotora, veći broj rotora daje mu veću nosivost, sigurnost, stabilnost i upravljivost u letu. Veću nosivost ima radi više rotora i jer je veći od quadkoptera, tako da može nositi težu i kvalitetniju opremu za snimanje. Sigurnost je obilježje koje heksakopter ima ispred quadkoptera jer i u slučaju otkazivanja dva motora, heksakopter može sletjeti na način da ne ošteti opremu za snimanje. Stabilnost i upravljivost u letu je znatno povećana zbog većeg broja rotora. Jedini nedostatak u odnosu na quadkopter je ta da je znatno veći i smanjuje mogućnost primjene u nekim situacijama poput snimanja dimnjaka iz nutarnje strane. Na slici 4. je prikazan heksakopter standardne veličine.



Slika 4. Heksakopter srednje veličine

2.4. Octokopter

Octokopter je bespilotni zrakoplov s 8 rotora koji mu daju najbolje upravljačke i letačke karakteristike. Octokopteri su najupravljiviji, najstabilniji i najbrži multikopteri te mogu nositi najveću težinu, dok s druge strane su najteži i najveći što im ograničava korištenje. Na slici 5. je prikazan primjer standardnog octokoptera.



Slika 5. Octokopter srednje veličine

Kako vidimo, razvijeno je više vrsta i velik broj unutar svake vrste bespilotnih zrakoplova. Svaka vrsta bespilotnih zrakoplova ima specifična obilježja koja ju favoriziraju za određenu upotrebu pa je potrebno dobro proanalizirati svrhu upotrebe i utvrditi koja vrsta bespilotnog zrakoplova je najprikladnija odnosno optimalna za određeno korištenje. Za odabir bespilotnog zrakoplova potrebno je proanalizirati tehničke osobine bespilotnih zrakoplova, poslovnu potrebu i cijenu te napraviti cost-benefit analizu i odabrati bespilotni zrakoplov za određenu poslovnu potrebu. U tablici II. prikazane su osnovne karakteristike nekih bespilotnih zrakoplova za koje se smatra da prevladavaju prilikom odabira.

Tablica II. Pregled osnovne karakteristike bespilotnih zrakoplova [1]

naziv drona	cijena \$	trajanje leta	duljina leta	ukupna masa
Trimble ZX 5	50,000	20 min	3.000 m	5 kg
HexaKopter	8,000	36 min		1.2 kg
DJI Inspire I v2.0	2,000	18 min		3,05 kg
Phantom 4	1,400	28 min	6.000 m	1.3 kg
3DR Solo	800	20 min	122 m	1,76 kg
350 QX3 combo drone	400	15 min		

Uvažavajući specifične potrebe poslovnog procesa za koji bi se koristio bespilotni zrakoplov kao što su masa koju trebamo nositi s bespilotnim zrakoplovom – koliko opreme, udaljenost na koju treba bespilotni zrakoplov letjeti – komunikacija s upravljačkom jedinicom, trajanje leta i koliko novca je opravdano uložiti odnosno kolika je korist dobivena snimkom bespilotnim zrakoplovom, ovisit će odabir bespilotnog zrakoplova.

Uz tehničke karakteristike zrakoplova treba uzeti u obzir i zakonodavno regulatorni okvir za korištenje bespilotnih zrakoplova koji znatno određuje upotrebu bespilotnog zrakoplova u poslovne svrhe.

3. REGULATORNI OKVIR KORIŠTENJA BESPILOTNIH ZRAKOPLOVA U RH

Kako se razvijalo korištenje bespilotnih zrakoplova, tako se razvijao i regulatorni okvir za njihovo korištenje koji je utvrđen kroz sljedeće zakonodavno regulatorne dokumente [4], [5], [6]:

- Zakon o obrani NN 73/13, 75/15, 27/16, 110/17,
- Uredba o snimanju iz zraka NN 70/16,
- Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova NN 49/15.

3.1. Zakon o obrani

Zakon o obrani u članku 98. stavak 1. utvrđuje da osobe registrirane za djelatnost snimanja iz zraka u Republici Hrvatskoj mogu snimati područja u Republici Hrvatskoj za potrebe izmjere zemljišta, istraživanja i prostornog uređenja te za druge gospodarske i znanstvene potrebe, samo nakon pribavljenog odobrenja tijela državne uprave nadležnoga za geodetske poslove.

Iz odredbi Zakona o obrani proizlazi da onaj tko želi snimati iz zraka može se registrirati za tu djelatnost i mora pribaviti odobrenje od Državne geodetske uprave.

3.2. Uredba o snimanju iz zraka

Uredba o snimanju iz zraka u članku 5. utvrđuje da Državna geodetska uprava izdaje odobrenje za snimanje iz zraka. Odobrenje se može izdati i za više pojedinačnih snimanja u razdoblju od 3 mjeseca.

U članku 6. utvrđen je sadržaj zahtjeva za odobrenje snimanja iz zraka:

1. podatke o naručitelju snimanja (naziv, adresu sjedišta i OIB),
2. podatke o snimatelju (naziv, adresu sjedišta i OIB) i dokaz o registriranoj djelatnosti snimanja iz zraka (dokument koji izdaje inozemno nadležno tijelo, prilaže se u ovjerenom prijevodu na hrvatski jezik),
3. podatke o operatoru snimanja (ime, prezime, zanimanje),
4. podatke o zrakoplovu (proizvođač, tip/model, registracijska oznaka),
5. podatke o operatoru zrakoplova (naziv, adresa, osoba za kontakt, telefon, fax, e-mail) i dokaz o registraciji za izvođenje operacija za snimanje iz zraka,
6. podatke o vremenu snimanja,
7. svrhu snimanja (izmjera zemljišta, istraživanje, prostorno uređenje te druge gospodarske i znanstvene potrebe),
8. plan snimanja na karti u mjerilu 1:100 000 ili krupnije s označenim područjem snimanja,
9. podatak radi li se o ciljanom snimanju (u slučaju ciljanog snimanja priložiti popis lokacija i građevina),
10. podatke o vrsti snimanja (analogno/digitalno), MS/GSD, kameri/senzoru, žarišnoj daljini objektiva, obliku zapisa (filmu ili formatu digitalnog zapisa snimka) i
11. mjesto čuvanja snimljenog materijala.

Iz sadržaja zahtjeva vidi se da je za svako snimanje potrebna priprema, ostaje otvoreno pitanje kako podnositi zahtjev za linijske objekte koji su najčešći u distribucijskoj djelatnosti.

Korištenje snimljenog materijala utvrđuje se u članku 9. odnosno potrebno je dobiti odobrenje za korištenje snimljenog materijala od Državne geodetske uprave. Državnoj geodetskoj upravi potrebno je dostaviti snimljene materijale u roku od 8 dana, isto tako potrebno je Državnu geodetsku upravu obavijestiti ako se let otkazuje.

Državna geodetska uprava odnosno Povjerenstvo za pregled zračnih snimaka mora izdati odobrenje za korištenje snimljenog materijala u roku 30 dana od primitka materijala (15 dana za pregled materijala i 15 dana za izdavanje odobrenja).

Ovdje se pojavljuje pitanje koliko Državna geodetska uprava može obraditi snimaka i izdati odobrenje odnosno postaje li ona „usko grlu u ovom procesu“, jer smisao snimanja je dobiti podatke o stanju određenog energetskog objekta i koristiti ih u cilju osiguranja kvalitetne opskrbe električnom energijom što u određenim slučajevima znači u realnom vremenu.

3.3. Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova

Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova utvrđuje tehničke i operativne uvjete za korištenje bespilotnih zrakoplova, tako on klasificira zrakoplove, letačke operacije, uvjete letenja i uvjete za rukovatelje.

Bespilotni zrakoplovi su klasificirani 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.

Područje letenja se klasificira na:

1. Klasa I – Područje u kojem nema izdignutih građevina ili objekata i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje.
2. Klasa II – Područje u kojem postoje pomoćni gospodarski objekti ili građevine koje nisu namijenjene za boravak ljudi i u kojem nema ljudi, osim rukovatelja i osoblja koje je nužno za letenje. Dozvoljen je samo povremeni prolazak, bez zadržavanja, ljudi kroz područje (biciklisti, šetači i sl.).
3. Klasa III – Područje u kojem postoje građevine ili objekti primarno namijenjeni za stanovanje, poslovanje ili rekreaciju (stambene zgrade, stambene kuće, škole, uredi, sportski tereni, parkovi i slično).
4. Klasa IV – Područje uskih urbanih zona (središta gradova, naselja i mjesta).

Osnovni uvjet letenja je da operator mora ishoditi policu osiguranja u skladu s propisom kojim se uređuju obvezna osiguranja u prometu, jer se u slučaju nezgode mora nadoknaditi šteta koja se nastala.

Opći uvjeti letenja su da rukovatelj mora 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. Odnosno rukovatelj mora:

1. osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija danju,
2. prije leta provjeriti i uvjeriti se u ispravnost sustava bespilotnog zrakoplova,
3. prikupiti sve potrebne informacije za planirani let i uvjeriti se da meteorološki i ostali uvjeti u području leta osiguravaju sigurno izvođenje leta,
4. osigurati da je sva oprema ili teret na bespilotnom zrakoplovu odgovarajuće pričvršćen na način da ne dođe do njegovog ispadanja,
5. osigurati da bespilotni zrakoplov tijekom uzlijetanja ili slijetanja sigurno nadvisuje sve prepreke,
6. tijekom leta osigurati sigurnu udaljenost bespilotnog zrakoplova od ljudi, životinja, objekata, vozila, plovila, drugih zrakoplova, cesta, željezničkih pruga, vodenih putova ili dalekovoda, ne manju od 30 metara.
7. osigurati da je minimalna udaljenost bespilotnog zrakoplova od skupine ljudi 150 metara,
8. osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija unutar vidnog polja rukovatelja i na udaljenosti ne većoj od 500 m od rukovatelja,
9. osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija izvan kontroliranog zračnog prostora,
10. osigurati da se let bespilotnog zrakoplova odvija na udaljenosti najmanje 3 km od aerodroma i prilazne ili odlazne ravnine aerodroma, osim u slučaju kada su posebno predviđene procedure za letenje bespilotnih zrakoplova definirane naputkom za korištenje aerodroma, i

11. osigurati da se tijekom leta iz ili s bespilotnog zrakoplova ne izbacuju predmeti.

Za situacije koje odstupaju od ovih općih uvjeta letenja potrebno je ishoditi odobrenje od Agencije za civilno zrakoplovstvo. Kako je dalekovod elektroenergetski objekt, potrebno je odstupiti od uvjeta pod točkom 6., odnosno za snimanje elektroenergetskih objekata potrebno je prići bliže od 30 m i potrebno je ishoditi odobrenje od Agencije. Isto tako, ako se žele snimati elektroenergetski objekti na udaljenostima većim od 500 m i izvan vidnog područja, potrebno je ishoditi odobrenje Agencije.

Kategorije letačkih operacija utvrđuju se na temelju kriterija Klase sustava bespilotnog zrakoplova i Klase područja izvršenja letenja. Tako su Klase letačkih operacija podijeljene na A, B, C i D što se vidi u Tablici III.

Tablica III. Klase letačkih operacija

Klasa sustava bespilotnog zrakoplova	Klasa područja izvršenja letenja			
	I	II	III	IV
OM < 5 kg	A	A	B	C
5 ≤ OM < 25 kg	A	B	C	D
25 ≤ OM ≤ 150	B	C	D	D

OM – operativna masa bespilotnog zrakoplova

Za svaku kategoriju letačke operacije utvrđuju se operativni i tehnički kriteriji.

Operativni zahtjevi za izvođenje letačkih operacija su:

- Zahtjev za rukovatelja,
- Poznavanje primjenjivih zrakoplovnih propisa,
- Osposobljenost za upravljanje sustavom.

Tehnički zahtjevi za izvođenje letačkih operacija:

- Sustav upravljanja,
- Prikaz telemetrijskih parametara rukovatelju,
- Sigurnosni sustav,
- Najmanji broj motora multikoptera,
- Bitne funkcije/sustavi koje ne smije ugroziti pojedini kvar – potrebna je analiza kvarova,
- Objavljivanje analize kvarova i njihovog utjecaja.

Operativni zahtjevi za izvođenje letačkih operacija su isti za kategoriju A i B i za kategorije C i D. Za kategorije A i B potrebno je da rukovatelj ima 16 godina, ima vozačku dozvolu i da potpiše izjavu o poznavanju primjenjivih zrakoplovnih propisa. Za kategorije B i C potrebno je da rukovatelj ima 18 godina, vozačku dozvolu i Pilotsku dozvolu ili potvrdu o položenom teorijskom ispitu koje provodi Agencija za civilno zrakoplovstvo. Iz navedenih kriterija zaključuje se da radnici HEP ODS-a mogu jednostavno ispuniti uvjete za upravljanje bespilotnim zrakoplovom.

Tehnički uvjeti za izvođenje letačkih operacija se razlikuju ovisno o uvjetu. Sustav upravljanja je utvrđen da sve kategorije moraju imati digitalni sustav za prijenos podataka vezom između upravljačke jedinice i prijemnika s automatskim izborom frekvencije bez smetnji. Prikazivanje telemetrijskih parametara za kategoriju A nije primjenjivo, za kategoriju B utvrđena je jačina radio signala, napon napajanja, potrošnja struje (stanje baterije), za kategoriju C i D dodatno na B kategoriju utvrđena je udaljenost i smjer prema rukovatelju, visina, brzina, smjer, prikazivanje kvara, prikazivanje rada rezervnog sustava. Sigurnosni sustav nije primjenjiv za kategoriju A i B dok za kategorije C i D utvrđen je padobran. Broj multikoptera za kategoriju A je utvrđen 6, uz mogućnost manjeg broja uz padobran, a za kategorije B, C i D broj je 8 multikoptera. Analiza kvarova za kategoriju A nije utvrđena dok za kategorije B, C i D je utvrđena za napajanje, prijem signala, umjetna stabilizacija i upravljanje. Objavljivanje analize kvarova za kategoriju A nije primjenjivo, dok za kategorije B, C i D je samovrednovanje i tabele treba

dostaviti Agenciji. Obavljanje pregleda i održavanje za kategoriju A nije primjenjivo, dok za kategorije B, C i D je sukladno listama provjere prema uputama proizvođača.

4. POSLOVNI PROCESI HEP ODS-a S POTENCIJALOM ZA KORIŠTENJE BESPILOTNIH ZRAKOPLOVA

U poslovnim procesima HEP ODS-a postoji prostor za primjenu bespilotnih zrakoplova i povećanje operativnosti i ekonomske efikasnosti. Odnosno, primjena bespilotnih letjelica treba biti u procesima gdje ona donosi ekonomske koristi ili vidljive koristi koje je moguće vrednovati.

Za utvrđivanje poslovnih procesa potrebna je dublja cost-benefit analiza, a ovdje ćemo samo navesti potencijalne poslovne procese za korištenje bespilotnih zrakoplova i očekivanih koristi:

- Pregled, snimanje stvarnog stanja NN vodova i priključaka,
- Pregled, snimanje stvarnog stanja SN i VN vodova,
- Pregled, snimanje stvarnog stanja TS SN/NN,
- Pregled i snimanje stvarnog stanja TS SN/SN i VN/SN,
- Snimanje trasa vodova i utvrđivanje površina za sječu raslinja u trasama NN mreža i dalekovoda,
- Geopozicioniranje snimljenih elektroenergetskih objekata.

Snimanjem stvarnog stanja NN vodova i priključaka, SN i VN vodova i izolatora, obavio bi se poslovni proces preventivnog održavanja pregleda gdje bi dobili snimku stanja iz koje bi mogli stvoriti bazu podataka. Snimke bi mogli naknadno pregledavati što bi olakšalo pripremu za redovne i izvanredne aktivnosti održavanja.

Snimanjem stvarnog stanja TS SN/NN, TS SN/SN i TS VN/SN, obavio bi se poslovni proces preventivnog održavanja pregleda TS i opreme gdje bi dobili snimku stanja pojedinog elementa opreme iz koje bi mogli stvoriti bazu podataka. Snimke mogu biti i ciljane termovizijske ili optičke koje bi mogli naknadno pregledavati što bi olakšalo pripremu za redovne i izvanredne aktivnosti održavanja.

Ciljani pregledi bespilotnim zrakoplovima omogućuju provođenje aktivnosti bez isključenja voda ili trafostanice. Za redovne preglede potrebno je napraviti dublju analizu, jer otvara se pitanje kako utvrđivati nedostatke na snimci i kako ih unositi u bazu podataka – mora li netko pregledavati snimke?

Snimanjem trasa vodova i utvrđivanje površina za sječu raslinja u trasama NN mreža i dalekovoda, na temelju snimaka može se sa velikom točnošću utvrditi potreba i površina za čišćenje trasa vodova.

Mogućnosti bespilotnih letjelica su velike i snimke imaju veliku točnost pa se otvara i pitanje geopozicioniranja elektroenergetskih objekata iz snimki.

5. ZAKLJUČAK

Korištenje bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti distribucije temelji se na koristima koji se dobiju ocjenom korištenja bespilotnih zrakoplova u poslovnim procesima, tehničkih karakteristika bespilotnih zrakoplova te operativnih i tehničkih zahtjeva za letačke operacije.

Pregledom potencijalnih poslovnih potreba u energetske djelatnosti distribucije električne energije proizlazi da se sve potrebne operacije, odnosno snimke, mogu napraviti s bespilotnim zrakoplovima do 5 kg i da je potrebno letjeti sigurno u područjima klasa 1, 2 i 3, dok let u klasi 4 je otvoreno područje jer u središtima gradova uglavnom prevladava kabelska mreža, ali može se naći i zračne mreže. Iz navedenog proizlazi da su potrebne letačke operacije kategorija A i B sigurno, a potencijalno i kategorije C.

Kako bi bilo opravdano tipizirati tehničke osobine multikoptera za sve potrebe, proizlazi da su potrebni multikopteri s 8 rotora – octokopteri, za većinu potreba u distribucijske djelatnosti, odnosno za letačke operacije kategorija A i B. Za letačke operacije kategorije C, multikopteri – octokopteri s padobranom. Za poslovnu odluku potrebna je dublja analiza tehničkih karakteristika i aktivna uloga u izradi regulative koja se stalno mijenja, jer u postojećoj regulativi ima puno otvorenih pitanja kao što su:

- Prijava leta,
- Pregled snimaka i odobravanje korištenja snimaka,
- Odobrenje za prilaženje na udaljenost manju od 30 m objektima i ljudima,
- Let u urbanim zonama,
- Zaštita privatnosti.

Sigurno je da je ovo područje koje će naći svoju ulogu u energetske djelatnosti distribucije i da je potrebno uključiti se u razmišljanje o mogućnosti razvoja za specifične potrebe kao što su autonomni let i prilagodbi zakonodavne regulative za korištenje bespilotnih zrakoplova u energetske djelatnosti distribucije. Područje s najvećim potencijalom razvoja je u mogućnostima analiza snimaka i automatski prepoznavanja potencijalnih mjesta kvara ili oštećenja.

6. LITERATURA

- [1] Chun Fui Liew, Danielle DeLatte, Naoya Takeishi, Takehisa Yairi: Recent Developments in Aerial Robotics: A Survey and Prototypes Overview
- [2] Ronnel R. Atole, Leo Constantine S. Bello, John Rey S. Lirag, Eyes in the Sky: A Review of Civilian Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)
- [3] Hexacopters, Quadcopters and Octocopters – What is the Difference? <http://smashingdrones.com>
- [4] Zakon o obrani NN 73/13, 75/15, 27/16, 110/17
- [5] Uredba o snimanju iz zraka NN 70/16
- [6] Pravilnik o sustavima bespilotnih zrakoplova NN 49/15