



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Transportna logistika

**IZVEDLJIVOST IN UČINKOVITOST RABE
BREZPILOTNIH LETAL ZA DOSTAVO
BLAGA V SLOVENSKI LOGISTIKI**

Mentor: spec. Jošt Šmajdek, dipl. inž. tehnol. prom. Kandidat: Blaz Krzic
Lektorica: Anja Grmovšek Drab, mag. prof. slov. in prim. knjiž.

Begunje pri Cerknici, januar 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Joštu Šmajdku za vso podporo, nasvete in predloge pri pisanju diplomskega dela.

Hvala g. Blažu Vukeliću iz podjetja AV Living Lab, Janezu Nebcu iz podjetja OneDrone ter Kristijanu Perčiču iz podjetja Pošta Slovenije za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Anji Grmovšek Drab, ki je diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvaljujem se Manci Ogrin, ki mi je ves čas stala ob strani in verjela vame vse do zaključka.

IZJAVA

Študent Blaz Krzic izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom spec. Jošta Šmajdka.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Slovenija aktivno razvija tehnologijo brezpilotnih letal v logistične namene, čeprav je trenutno še v začetnih fazah ter omejena predvsem zaradi zakonodaje. Podjetja, kot so AV Living Lab, OneDrone in Pošta Slovenije, vidijo velik potencial v napredni tehnologiji, vendar poudarjajo izzive, kot so avtonomija baterij, vremenska odpornost in nosilnost brezpilotnih letal. Posebej obetavna so letala VTOL, ki jih razvija podjetje ElevonX, saj omogočajo dostavo v odročna območja in so ključna za pravočasno dostavo medicinskih pripomočkov ter drugih nujnih potrebščin. Ena največjih ovir za širšo uporabo brezpilotnih letal je neustrezna zakonodaja in pomanjkanje infrastrukture za izvajanje evropske uredbe o »U-space«. Ta uredba omogoča varno in učinkovito uporabo brezpilotnih sistemov, vendar njen razvoj v Sloveniji še ni omogočen. Uvedba takšne infrastrukture bi omogočila avtonomne operacije, zmanjšala stroške in povečala učinkovitost logističnih procesov. Pomembno vlogo pri implementaciji te tehnologije predstavlja tudi širša družbena sprejemljivost, saj javnost bolj podpira uporabo brezpilotnih letal v humanitarne namene kot za komercialne dostave. V urbanih okoljih se pogosto pojavljajo pomisleki glede hrupa, zasebnosti in vpliva na okolje, zato si raziskovalci prizadevajo razviti tišja in energetsko učinkovitejša letala. Celovita integracija brezpilotnih letal zahteva vzpostavitev širšega ekosistema, ki vključuje tudi avtonomna vozila, dostavne robote in tradicionalne logistične metode. Slovenija ima s svojimi tehničnimi zmogljivostmi in obstoječimi projekti, kot so sodelovanja z OneDrone in ElevonX, odlično priložnost, da postane vzorčni primer integracije brezpilotnih letal v logistiki. Z izboljšanjem zakonodaje, vlaganjem v raziskave ter sodelovanjem med državo, gospodarstvom in raziskovalnimi institucijami lahko ta tehnologija bistveno prispeva k trajnostni prihodnosti logistike.

KLJUČNE BESEDE

- Brezpilotna letala (droni),
- napredna logistika,
- »U-space«,
- nove oblike mobilnosti,
- zakonodaja brezpilotnih letal.

ABSTRACT

Slovenia is actively developing drone technology for logistics purposes, although it is currently still in its early stages and limited mainly by legislation. Companies such as AV Living Lab, OneDrone and Pošta Slovenije see great potential in the advanced technology, but highlight challenges such as battery autonomy, weather resistance and payload of drones. VTOL aircraft developed by Elevon X are particularly promising, as they enable deliveries to remote areas and are crucial for the timely delivery of medical devices and other essential supplies. One of the biggest obstacles to the wider use of drones is inadequate legislation and the lack of infrastructure to implement the European 'U-space' regulation. This regulation enables the safe and efficient use of drones, but its development in Slovenia is not yet possible. The introduction of such infrastructure would enable autonomous operations, reduce costs and increase the efficiency of logistics processes. Broader social acceptance also plays an important role in the implementation of this technology, as the public is more supportive of the use of drones for humanitarian purposes than for commercial deliveries. In urban environments, concerns about noise, privacy and environmental impact are common, so researchers are working to develop quieter and more energy-efficient aircraft. The full integration of drones requires the establishment of a broader ecosystem that also includes autonomous vehicles, delivery robots and traditional logistics methods. With its technical capabilities and existing projects, such as collaborations with OneDrone and Elevon X, Slovenia has an excellent opportunity to become a model example of the integration of drones in logistics. By improving legislation, investing in research and cooperation between the state, industry and research institutions, this technology can significantly contribute to a sustainable future of logistics.

KEYWORDS

- Unmanned aerial vehicles (drones),
- advanced logistics,
- 'U-space',
- new forms of mobility,
- drone legislation

KAZALO

1	UVOD	1
2	TEORETIČNE OSNOVE	2
2.1	Zgodovina brezpilotnih letal.....	2
2.2	Potencial in ekonomski vpliv brezpilotnih letal	4
3	OBSTOJEČE STANJE	9
3.1	Zakonodaja	9
3.2	SORA – specifična ocena tveganja.....	10
3.3	Koncept »U-space«	14
3.4	Ocena uporabe brezpilotnih letal v prihodnosti.....	18
4	PRAKTIČNI DEL	21
4.1	Pošta Slovenije.....	21
4.2	AV Living Lab	22
4.3	OneDrone.....	24
5	ZAKLJUČEK	26
6	LITERATURA IN VIRI	29
	PRILOGA.....	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Umetniška upodobitev zračnega bombardiranja Benetk leta 1849.....	2
Slika 2: Primer brezpilotnega letala, imenovanega »hrošč«.....	3
Slika 3: Primer brezpilotnega letala, imenovanega Zipline.....	5
Slika 4: Amazonov patent logističnega centra brezpilotnih letal.....	6
Slika 5: 10 korakov ocene tveganja SORA.....	11
Slika 6: Ocena zračnega tveganja za ljudi na tleh	12
Slika 7: Stopnja OSO in SAIL	13
Slika 8: Potek poti brezpilotnih letal v »U-space«	17
Slika 9: Prvi brezpilotni polet Pošte Slovenije	22
Slika 10: Polet bureka Olimpije na Ljubljanski grad	25

KRATICE IN AKRONIMI

ATM – angl. »Europe's Air Traffic Management«, Evropsko upravljanje zračnega prometa

CAA – Javna agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije

DAA – angl. »detect and avoid«, zaznaj in se izogni

EASA – Evropska agencija za varnost v letalstvu

JARUS – angl. »Joint Authorities for Rulemaking on Unmand Systems«, skupni organi za oblikovanje predpisov o sistemih brez nadzora

OSO – operativni sistemi varnosti

SAIL – specifična raven zanesljivosti in integritete

SESAR – angl. »Single European Sky ATM Research«, institucionalizirano evropsko javno-zasebno partnerstvo, ki bi z raziskavami in razvojem pospešilo zagotavljanje digitalnega evropskega neba v okviru projekta SESAR. Projekt SESAR, ki se je začel leta 2004, je tehnološka veja pobude EU za enotno evropsko nebo za integracijo sistemov ATM držav članic EU.

SORA – angl. »Specific Operations Risk Assessment«, ocena tveganja posebnih operacij

SWIM – sistem široko informativnega vodenja

1 UVOD

V zadnjih letih smo priča hitremu tehnološkemu napredku na različnih področjih, med katerimi je logistika eno izmed najbolj dinamičnih. Brezpilotna letala, znana tudi kot droni, so se iz vojaške in rekreativne uporabe hitro razširila v komercialni sektor, kjer postajajo nepogrešljivi del sodobnih logističnih rešitev. Potrošniki zahtevajo hitrejšo dostavo blaga, podjetja pa iščejo stroškovno učinkovitejše in bolj trajnostne načine distribucije. Uporaba brezpilotnih letal predstavlja inovativno rešitev, ki bi lahko temeljito spremenila logistične procese doma in v svetu.

V Sloveniji je geografska raznolikost pomembnega pomena pri iskanju logističnih rešitev. Brezpilotna letala bi lahko močno pripomogla k inovativnemu reševanju teh težav. Imamo gorske vasi in kočje, razpršena naselja in vasi, vedno več zastojev v cestnem prometu in še mnoge druge izzive, s katerimi se logistični sektor spopada vsak dan. Brezpilotna letala bi lahko omogočala učinkovitejše in hitrejšo dostavne storitve predvsem na območjih, kjer tradicionalne metode niso najbolj primerne. Pri tem bi brezpilotna letala pustila manjši izpust toplogrednih plinov (v primerjavi s tradicionalnimi metodami), razbremenili bi ceste in morda zmanjšali tudi stroške dostave.

Namen diplomskega dela je raziskati izvedljivost in učinkovitost uporabe brezpilotnih letal za dostavo blaga v slovenski logistiki. Delo bo osredotočeno na zgodovino brezpilotnih letal, njihovo trenutno stanje v Sloveniji in EU, zakonodajne okvire tako doma kot v EU, njihove omejitve ter prednosti in izzive, ki jih prinaša nova tehnologija. V praktičnem delu bom naredil pregled pionirske uporabe brezpilotnih letal Pošte Slovenije in podjetij, ki so na tem področju aktivna (OneDrone itd.).

Širša uporaba brezpilotnih letal za dostavo blaga v Sloveniji ni odvisna le od tehničnih vidikov, temveč tudi od sprejemanja uporabe brezpilotnih letal v javnosti, pravnih predpisov in etičnih dilem. V svojem delu se bom dotaknil tudi te tematike in podal nekaj predlogov za izvedljivost in učinkovitost rabe brezpilotnih letal za dostavo blaga v slovenski logistiki.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Zgodovina brezpilotnih letal

Brepilotna letala danes vidimo kot nekaj novega in sodobnega, kot izum, ki je v koraku s časom. Če se vrnemo v zgodovino, redko pomislimo, da je prvi znani zapis brezpilotnega letala balon na vroč zrak. Baloni običajno niso del razprav o brezpilotnih letalih, vendar so iz tehničnega vidika prva letala, ki niso potrebovala pilota ali posadke (Daly, 2023).



Slika 1: Umetniška upodobitev zračnega bombardiranja Benetk leta 1849.

(Vir: Aerostation-Aviation, 1911)

Leta 1783 sta Joseph Michel in Jacques Etienne Montgolfier predstavila prvo javno predstavitev balona na vroč zrak brez posadke v mestu Annonay v Franciji. Leta 1849 je avstrijski artilerijski poročnik Franz von Uchatius izumil prvo balonsko bombo. Z njimi je maršal von Radetsky napadel Benetke v Italiji, vendar so bili ti v večini neučinkoviti pri napadu (slika 1). Dr. Archibal Low je zasnoval prve sestavne dele za daljinsko upravljanje brezpilotnega letala. Leta 1917 je prvi preizkus brezpilotnega letala upravljal pilot Henry Segrave. Kasneje so britanske sile med bitko pri Neuve Chapelle uporabile brezpilotni letalnik za slikanje nemške fronte. Fotografije, posnete

z brezpilotnim letalom, so kasneje zložili eno na drugo in tako dobili enega prvih primerov ortomozaika in posodobljene zemljevide nemške fronte (Daly, 2023).

Leto kasneje so Američani v Ohio napravili prvo brezpilotno letalo pod imenom »hrošč«. Izumil ga je Charles Kettering. Tako imenovani »hrošč« (angl. »bug«) je za stabilen let uporabljal sistem, ki je bil že vnaprej sestavljen iz notranjih električnih in pnevmatskih krmilnikov. Let je bil načrtovan pred vzletom brezpilotnega letala. Tako ko je hrošč (slika 2) dosegel določeno razdaljo, je ugasnil motor in odvrigel krila. Tako je »hrošč« padel iz neba skupaj s 180 kilogramov eksploziva.



*Slika 2: Primer brezpilotnega letala, imenovanega »hrošč«
(Vir: National Museum of United States Air Force, 2024)*

Leta 1936 so v Angliji prvič izvedli poskusni let brezpilotnega letala »Queen bee«. Pri poskusnem letu je bil navzoč tudi ameriški admiral William Harrison Standley, ki je po vrnitvi v Združene države Amerike zaupal razvoj podobnega programa britanskemu poveljniku Delmerju Fahrneyju. Prav Fahrney naj bi prvi uporabil izraz »dron« pri ameriški platformi kot namig na britanski »Queen bee« (Daly, 2023).

Prva brezpilotna letala za namen nadzora in opazovanja v vojaške namene so bila razvita leta 1973 v Izraelu. Brezpilotni letali »Mastiff« in »IAA scout« sta predstavila meje zmogljivosti brezpilotnih letal ter spremenila način bojevanja, saj so z njimi bistveno izboljšali zavedanje o razmerah na bojišču. Prva prava bitka z brezpilotnimi letali se je odvila pri Jezzinu med Izraelom in Sirijo leta 1982. Izrael je z njimi prelisil sirske zračne sile in zmagal v bitki z minimalnimi žrtvami izraelske vojske. Na podlagi uspešnega spopada in razvoja brezpilotnih letal v Izraelu so Združene države Amerike sklenile skupno sodelovanje pri razvoju brezpilotnih letal. Do leta 2006 so se brezpilotna letala uporabljala in razvijala za potrebe vojske. Leta 2006 pa je prišlo do prvega dovoljenega poleta brezpilotnega letala v zračnem prostoru Združenih držav Amerike. Njegova misija je bila iskanje, reševanje in snemanje uničenja po orkanu Katrina. Uporabili so brezpilotno letalo z imenom »Predator«, opremljen s termično kamero, ki zazna toploto ljudi do razdalje treh kilometrov. V tem času se je razvilo več podjetij, ki so vojaško tehnologijo uporabila v civilne namene in tako so brezpilotna

letala začela dobivati obliko, kot jo poznamo danes. Pogovor o uporabi brezpilotnih letal za dostavo blaga se je začel v letu 2013. Mnogo dostavnih služb, kot so DHL, FedEx, Uber, Amazon in druge, je začelo testiranja različnih konceptov brezpilotnih letal. V tem času so se začeli prvi pogovori o zakonih in regulacijah brezpilotnih letal na globalni ravni (Imperial War Museum, 2023).

2.2 Potencial in ekonomski vpliv brezpilotnih letal

Brepilotna letala imajo velik potencial za široko paleto ekonomskih koristi. Tehnologija, ki je na razpolago za brezpilotna letala, lahko ustvari tudi ekonomska tveganja, ki jih je treba pretehtati in omiliti, da bi brezpilotnim letalom lahko zagotovili uspešen razvoj.

Brepilotna letala se bodo v prihodnosti uporabljala tako v tovornem prometu kot pri prevozu potnikov. Nemško svetovalno podjetje Ronald Berger (2018) je razdelilo tovorna brezpilotna letala v štiri različne veje, ki se razlikujejo glede nosilnosti in stopnje avtonomnosti brezpilotnih letal. Cilj razlikovanja je avtomatizirati transport blaga na vseh področjih, da bi zagotovili hitro, fleksibilno in cenejšo ponudbo od klasične logistične ponudbe, kot jo poznamo danes.

Brepilotna letala bodo omogočala avtomatizacijo notranje logistike v tovarnah in skladiščih. Manjša brezpilotna letala lahko prenašajo posamične artikle na delovne postaje z namenom razbremenitve osebja v skladišču. Dela, ki bi jih lahko upravljala brezpilotna letala, so: polnjenje polic, priprava blaga, štetje zaloga itd. Uporaba brezpilotnih letal je že v uporabi pri izdelovalcu avtomobilov Audi. Ti dostavljajo avtomobilske dele do teže dveh kilogramov s hitrostjo 8 km/h na zelena delovna mesta proizvodnje (SESAR Joint Undertaking, 2016).

Prednost brezpilotnih letal je, da omogočajo dostavo medicinskih pripomočkov v urbanem okolju in težko dostopnih krajih. Brepilotna letala so lahko zanesljiv in predvsem hiter pripomoček za dostavo urgentnih medicinskih pripomočkov. Primer dobre prakse je ameriško podjetje Zipline (slika 3), ki se z brezpilotnimi letali ukvarja od njihovega oblikovanja do logističnih povezav in procesov. V Ruandi podjetje Zipline z brezpilotnimi letali dostavlja nujno medicinsko opremo že od leta 2014. Najpogosteje transportirajo krvne vzorce in to v kar 25 različnih bolnišnic in klinik. Danes Zipline omogoča transport medicinskih pripomočkov skupaj v petih državah Afrike, na Japonskem in v Ameriki. Dostava medicinskih pripomočkov je zelo povezana s konceptom dostave paketov prve/zadnje milje. Za mnoge operaterje ali izdelovalce brezpilotnih letal je prav dostava medicinske pomoči začetek poti in odskočna deska za razširitev sortimenta dostave prve/zadnje milje (Barclays, 2014).



*Slika 3: Primer brezpilotnega letala, imenovanega Zipline
(Vir: Launchsquad, 2024)*

Brepilotna letala lahko znatno povečajo donosnost in produktivnost za logistična podjetja pri izvedbah prve/zadnje milje. Ta del transporta pogosto tvori velik strošek in majhno učinkovitost dostave, ki zahteva delovno silo, vozila in čas. Brepilotna letala bi lahko kombinirali z drugimi novimi načini transporta, kot so npr. avtonomna vozila. Ta bi pakete dostavila po cestah do točke, kjer bi potem brepilotna letala poskrbela za končno dostavo. Tako vozilo bi lahko služilo kot paketomat za brepilotna letala, polnilna postaja in izmenjevalnica pošiljk (PwC, 2018).

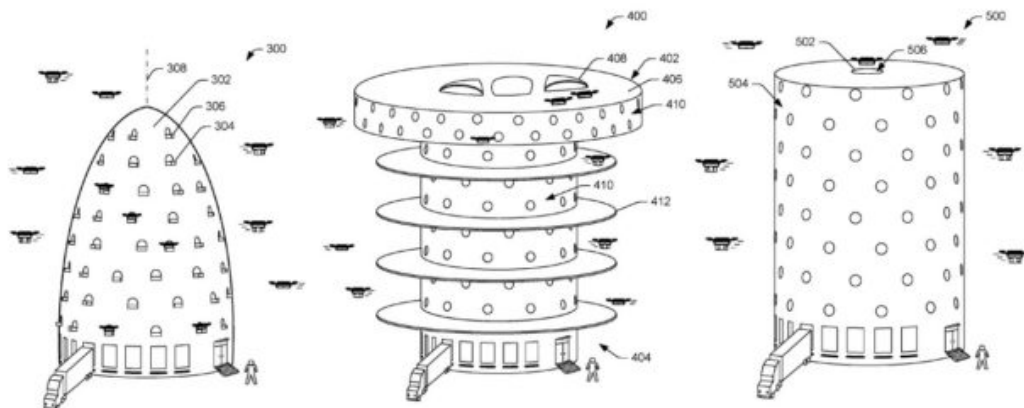
Brepilotna letala bi lahko omogočala transport tovora na večjih razdaljah. Prav tako bi lahko omogočala bolj fleksibilno transportiranje blaga, kot ga omogočata današnji železniški in cestni transport. Obstajajo startup podjetja, ki so začela razvijati tovorna brepilotna letala. Primer takšnega letala je Elroy Air, ki lahko nosi do 225 kg tovora na razdalji 500 km (Elroy Air, 2024). Kalifornijsko podjetje Natilus je začelo z razvojem 60 metrov dolgega brepilotnega letala z nosilnostjo kar 100 ton (Jordan, 2019). Sabrewing Aircraft Company je leta 2020 razkrilo svoje brepilotno letalo, ki lahko vzleti in pristane na letaliških stezah. Nosilnost tega brepilotnega letala je skoraj 5 ton z dometom 2000 km. Do danes je uporaba brepilotnih letal, namenjenih za težke tovore, še vedno prizemljena.

Za to vrsto panoge se odloča vse več tovarnih in logističnih podjetij z uporabo novih tehnologij. Danes prevladujoča brepilotna dostava je dostava nujne medicinske pomoči. Zanimiva je predvsem za podjetja, ki na dnevni ravni pošiljajo več milijonov pošiljk. Hitrejša dostava pošiljk z brepilotnimi letali bo povečala konkurenčnost in povečala mrežo dostav tako za urbana kot neubrana okolja.

Študija, izvedena za podjetje Amazon (Sudbury and Hutchinson, 2016), je pripravila hipotetično analizo znižanja stroškov dostave paketov z brepilotnimi letali, upoštevajoč različne dejavnike, kot so: stroški dela, vzdrževanja, regulacije in vremenski vplivi. Njihova analiza je napovedala, da bo mreža brepilotnih letal v Chattanooga, Tennesseeju v Združenih državah Amerike, znižala strošek dostave.

Pričakovan padec cene dostave je večji od ene tretjine stroška v primerjavi s klasičnimi dostavami cestnega prometa. Amazon namerava zamenjati tradicionalne oblike dostave z brezpilotnimi letali, ker so klasične oblike delovno in kapitalsko intenzivne. Pri dostavi z brezpilotnimi letali bi lahko en operater nadzoroval floto večjega števila brezpilotnih letal za dostavo.

Druga študija (Aurambout, Gkoumas and Ciuffo, 2019) je izvedla testni model pristajališča, imenovanega panj (angl. »drone beehives«), z uporabo podatkov Evropske unije o populaciji in zemljišč njenega teritorija, da bi preučila njegov ekonomski potencial. Panj predstavlja točno določena mesta v gosto poseljenih področjih, kjer lahko brezpilotna letala vzletajo in pristajajo. Primer lahko vidite na sliki 4. To je patent podjetja Amazon, ki je bil ustvarjen z namenom rešitve zadnje milje v urbanih in gosto poseljenih naseljih. Študija je pokazala, da bi z uporabo takih »panjev« brezpilotnih letal pokrili do 30 % evropske populacije. V zaključku študije je možno razbrati, da se bodo dejavnosti brezpilotnih letal hitro razvile, ko bodo odpravljene omejitve in urejene nove regulacije.



*Slika 4: Amazonov patent logističnega centra brezpilotnih letal
(Vir: Amazon Illustrations, 2017)*

Poleg zagotavljanja učinkovitosti velikim podjetjem dobavnih verig brezpilotna letala to omogočajo tudi malim podjetjem, saj so zelo primerni za časovno občutljivo blago. To lahko spodbudi konkurenco in dvig gospodarske rasti.

Obstaja več primerov uporabe brezpilotnih letal, ki imajo velik pomen za prometni sektor in ne le za dostavo blaga in prevoza potnikov. Brezpilotna letala, opremljena s kamerami, lahko uporabimo za nadzor prometne infrastrukture, kot so mostovi, železnice, ceste itd. Prav tako bi jih lahko uporabili za nadzor prometa, prispevala bi lahko pri iskanju in reševanju oseb in pomoči ob naravnih katastrofah. Ti lahko zagotovijo boljše, varnejše in učinkovitejše operacije od trenutno izvajanih

helikopterskih operacij. Zlasti takrat, ko so v nevarnosti človeška življenja in življenja posadke zračnega plovila.

Paketne dostave z brezpilotnimi letali pa se bodo spopadale tudi z mnogimi omejitvami. Brezpilotna letala bodo najverjetneje prizemljena v izrednih vremenskih pogojih, kot so visoki vetrovi, dežni nalivi, led itd. Dostavo nekaterim gospodinjstvom ne bo mogoča zaradi pomanjkanja infrastrukture ali omejenega zračnega prostora. Prav zaradi teh omejitev je prihodnost brezpilotnih letal mišljena bolj kot dopolnitev. Tržni potencial brezpilotnih letal je v prometnem sektorju še vedno negotov. Kakor pri drugih novih tehnologijah bo razvoj trga močno odvisen od regulativnih okvirjev, podpornih ukrepov, tehnološkega napredka, cene brezpilotnih letal itd. Velik pomen tržnega potenciala je tudi v sprejemu širše družbe kot novega načina prevoznega sredstva (ne glede na prevoz potnikov ali tovora). Študije za prevoz tovora in potnikov so še vedno omejene. Pogosto je tržni potencial za brezpilotna letala ocenjen na celotno gospodarstvo in ne na posamezne sektorje. Primer raziskave podjetja PwC kaže, da je globalna vrednost delovne sile in podjetij, ki bi jo lahko zamenjala brezpilotna letala, leta 2015 ocenjena na 127 bilijonov dolarjev vključno s storitvami transporta, infrastrukture, zavarovanja, rudarstva, agrikulture, telekomunikacij, prostega časa in medijev. Samo v Združenem kraljestvu je ocenjeno, da bi to lahko vodilo do 42 bilijonov ali dva odstotka bruto domačega proizvoda do leta 2030 (PwC, 2018).

Študije svetovnega trga logistike brezpilotnih letal kažejo, da bi sektor do leta 2030 lahko zrasel na 30 bilijonov ameriških dolarjev samo z dostavo blaga z brezpilotnimi letali (MarketsandMarkets Research, 2018). V Angliji bi lahko bil prometni in logistični sektor odgovoren za 11000 brezpilotnih letal, ki bi povečala produktivnost sektorja za 8,4 % do leta 2030. Rezultat tega je pričakovan prihranek stroškov na 2,8 bilijona bruto domačega proizvoda. Prispevek bruto domačemu proizvodu pa bi bil istega leta kar 1,5-odstoten (PwC, 2018).

Za doseg zgoraj opisanih ciljev je treba pridobiti interes oblikovalcev politike, da izkoristijo priložnosti in tržni potencial nove tehnologije ter z njo povezane industrije. Oblikovalci politike bi morali razmisliti naslednje:

- Kje najti in zaposliti izkušene osebe iz industrije brezpilotnih letal in z njimi povezan potencial v začetnih fazah.
- Opredeliti odgovornosti med javnimi organi in ravni države, vezano na izvrševanje pravil in predpisov. To mora biti storjeno na način, da je jasno definirano in razločno tako za oblikovalce politike kot tudi predstavnike industrijskih interesnih skupin.
- Oceniti, koliko novih ekonomskih predpisov je potrebnih za industrijo brezpilotnih letal pri obstoječih predpisih ekonomskih regulacij.

- Spodbujati razvoj, tako z javnimi kot zasebnimi partnerji, pri premagovanju začetnih negotovosti, ki jih običajno spremlja naložba v nove tehnologije. To lahko pripomore k zagonu novih raziskav in uvajanju brezpilotnih letal.

V prihodnje bi morali oblikovalci politik tudi preučiti vse pomisleke javnosti in tveganja, ki jih lahko povzroči uporaba brezpilotnih letal. Treba jih je naslavljati enakovredno kot druge dejavnike tveganja, da bi omejili potencialno škodljive učinke brezpilotnih letal (PwC, 2018).

3 OBSTOJEČE STANJE

3.1 Zakonodaja

Trenutna zakonodaja v zračnem prostoru Slovenije ne podpira logističnih procesov brezpilotnih letal za vsakdanjo uporabo. Prav tako ne ločimo med zasebnimi in komercialnimi leti brezpilotnih letal. Brezpilotna letala lahko upravljajo vse osebe v zaprtih prostorih. V zračnem prostoru zunaj (tudi na domačem vrtu) pa je potrebna registracija brezpilotnega letala, izpit, oseba pa ne sme biti mlajša od 16 let. Zaradi uporabe zračnega prostora je bila uvedena *Izvedbena uredba Evropske komisije* (2019), ki velja na celotnem območju Evropske unije. Deli se na tri kategorije: odprta, specifična in certificirana kategorija.

Odprta kategorija uporaba brezpilotnih letal se deli na podkategorije A1, A2 in A3. Vsaka podkategorija ima svoje zahteve: skupna masa brezpilotnega letala, višina letenja, vidno polje in usposabljanje operaterjev.

A1 je certifikat, ki ga pilot brezpilotnega letala pridobi s spletnim testom na spletni strani CAA. S certifikatom A1 lahko upravljamo manjša brezpilotna letala CE razreda C0 in C1. Brezpilotna letala z oznako C0 ne smejo presegati skupne mase 250 gramov, ki v primeru trčenja s človekom ne bi prenesla več kot 80 julov kinetične energije. Z brezpilotnimi letali oznake C0 imamo najmanj omejitev. Pri njih lahko letimo v urbanih naseljih, a ne nad množicami ljudi. Brezpilotno letalo lahko leti največ 120 metrov od tal in ne sme zapustiti vidnega polja operaterja. Brezpilotnih letal z oznako C0 ni treba registrirati v primeru, če ne vsebujejo senzorjev ali kamer in so certificirana kot igrača z direktivo 2009/48/ES. V nasprotnem primeru mora biti brezpilotno letalo registrirano (Izvedbena uredba komisije EU, 2019/947).

A2 je podkategorija, ki se uvršča med dve podkategoriji A1 in A3. Omogoča uporabo sistemov brezpilotnih letal, ki so zmogljivejša v smislu nosilnosti težjih senzorjev. V tej skupini je velika večina znanih znamk brezpilotnih letal, ki so v uporabi za nekaj več kot le za hobi. Oznake na brezpilotnih letalih so označene z oznako C2. Njihova dovoljena masa z brezpilotnim letalom skupaj ne sme presegati 4 kg. Za pridobitev dovoljenja je treba opraviti spletni tečaj za kategorijo A1 in A3 ter se udeležiti predavanj in opraviti test po normativih CAA (Javna agencija za civilno letalstvo Republike Slovenije), kar pomeni poznavanje nekaj več letalskih znanj, poznavanje tehnik in meteorologije. Še vedno gre za odprto kategorijo, ki pa vodi nekakšno pot proti posebni kategoriji, ki pa zahteva mnogo več kompetenc kot podkategorija A2 (EU drone port, b. l.).

A3 se razlikuje od podkategorije A1 samo v tem, da ni namenjena letenjem nad ljudmi in infrastrukturo. Oddaljenost od ljudi in infrastrukture je najmanj 150 metrov. Tu uporabljamo brezpilotna letala z oznakama C3 in C4, ki ne presegajo skupne mase

brezpilotnega letala in tovora v skupni masi 25 kg. Omejena so na letenje na višini 120 metrov nad tlemi. Brezpilotno letalo je vedno v vidnem polju operaterjem (EU drone port, b. l.).

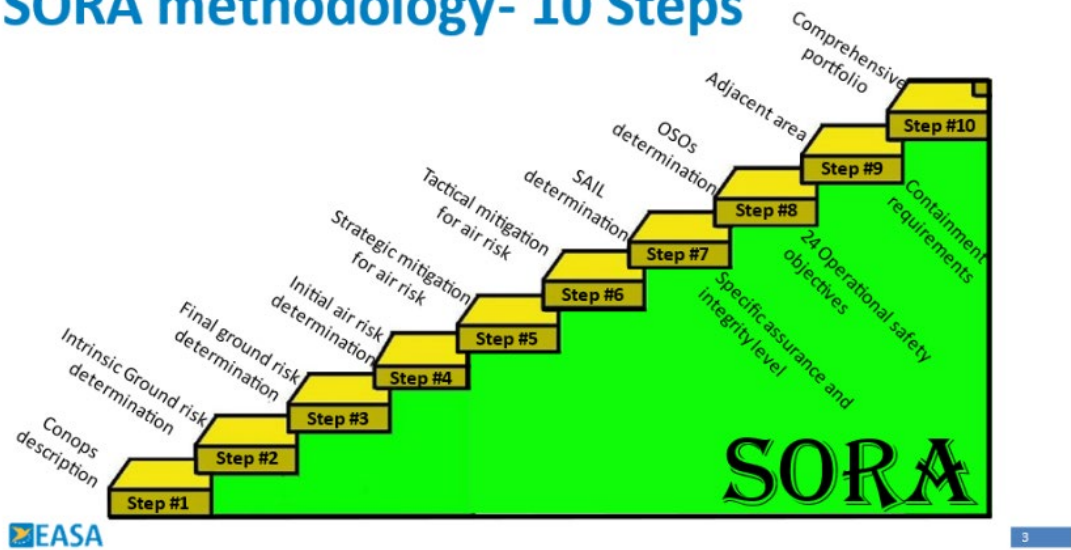
Specifična kategorija operacij brezpilotnih letal, kot je opredeljena v uredbi 2019/947, zajema operacije, ki predstavljajo srednjo stopnjo tveganja. Operacije v tej kategoriji zahtevajo predhodno oceno tveganja ter pridobitev dovoljenja CAA. Namen kategorije je zagotoviti varno in odgovorno uporabo brezpilotnih letal. To velja za primere, kjer so osnovne varnostne zahteve odprte kategorije premajhne.

Tehnični in operativni ukrepi so napisani z razlogom, da zmanjšujejo tveganja na tleh. Zaradi možnosti letenja v bližini ljudi je v podkategoriji A2 prepoznavanje zbora ljudi pomembno, da ponovno zmanjšujemo tveganja na tleh. Zbor ljudi ni opredeljen s številom ljudi, temveč je povezan z možnostjo gibanja posameznikov v primeru strmoglavljenja brezpilotnega letala, da se ti lahko izognejo posledicam izgube nadzora brezpilotnega letala. Če je skupina ljudi tesno skupaj in nimajo možnosti svobodnega gibanja ali varnega umika, to štejemo za zbor ljudi. Med zборе ljudi tako štejemo ljudi na športnih, kulturnih, političnih in verskih prireditvah (EASA, b. l.).

3.2 SORA – specifična ocena tveganja

Pri zagotavljanju varnosti operacij brezpilotnih letal je Evropska agencija za varnost v letalstvu (EASA) opredelila njihovo uporabo s pomočjo ocene tveganja SORA. SORA predstavlja strukturni pristop, ki ga je razvila organizacija JARUS (»skupni organi za oblikovanje predpisov o sistemih brez nadzora«). Namenjen je ocenjevanju in upravljanju tveganj, povezanih z operacijami brezpilotnih letal v posebni kategoriji. Postopek je v skladu z uredbo 2019/947. Kot je razvidno spodaj na sliki, ima SORA metodologijo desetih korakov, ki so opisani pod sliko 5.

SORA methodology- 10 Steps



Slika 5: 10 korakov ocene tveganja SORA

(Vir: SORA, b. l.)

Prvi korak je opredelitev koncepta operacij (Conops). Pri logističnih operacijah brezpilotnih letal je ključnega pomena natančen opis načrtovanih operacij. To vključuje podroben opis vrste dostave, kot so paketi ali medicinski pripomočki, in specifične namene uporabe brezpilotnih letal. Geografsko območje operacij mora biti natančno opisano, vključno z urbanimi in ruralnimi območji, gostoto prebivalstva in morebitnimi omejitvami v zračnem prostoru. Tehnične specifikacije uporabljenih brezpilotnih letal, vključno z nosilnostjo, dosegom, avtonomijo baterije in varnostnimi funkcijami, kot so npr. »geofencing« (geofence predstavlja navidezni obseg za geografsko območje resničnega sveta) in izogibanje oviram, morajo biti jasno navedene. Poleg tega je treba opisati različne operativne scenarije, kot so vzlet, let, pristanež, izredne situacije in načrti za izredne razmere (SORA, b. l.).

Tretji korak vključuje oceno začetnega tveganja za ljudi na tleh (GRC). Ta vključuje določitev gostote prebivalstva in analizo verjetnosti vpliva brezpilotnih letal na ljudi (razvidno iz slike 6). Gostota prebivalstva se razvrsti glede na območja (urbana, suburbana, ruralna), verjetnost vpliva pa se določi glede na višino letenja, hitrost in značilnosti brezpilotnega letala.

Intrinsic UAS ground risk class				
Max UAS characteristics dimension	1 m / approx. 3 ft	3 m / approx. 10 ft	8 m / approx. 25 ft	>8 m / approx. 25 ft
Typical kinetic energy expected	< 700 J (approx. 529 ft lb)	< 34 kJ (approx. 25 000 ft lb)	< 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)	> 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)
Operational scenarios				
VLOS/BVLOS over a controlled ground area ³	1	2	3	4
VLOS in a sparsely populated environment	2	3	4	5
BVLOS in a sparsely populated environment	3	4	5	6
VLOS in a populated environment	4	5	6	8
BVLOS in a populated environment	TBD ⁴	TBD ⁴	TBD ⁴	TBD ⁴
VLOS over an assembly of people	7			
BVLOS over an assembly of people	TBD ⁴			

Determination of the Intrinsic GRC

Slika 6: Ocena zračnega tveganja za ljudi na tleh
(Vir: Aerofleye, 2021)

Ocena začetnega tveganja v zraku (ARC) za druge zrakoplove vključuje klasifikacijo zračnega prostora, kjer bodo potekale operacije. Potrebna je določitev varnostnih razdalj od drugih zrakoplovov v zračnem prostoru. Analizira se tudi verjetnost trka z drugimi zrakoplovi na podlagi gostote zračnega prometa in vrste operacij.

Korak sedem predstavlja specifično raven zanesljivosti in integritete (SAIL). Indeks poročila o varnosti nam pove, kako robustni so naši varnostni ukrepi glede na stopnjo tveganja operacije. Imamo šest stopenj vrednosti tveganj operacij z brezpilotnimi letali. Nizka stopnja SAIL pomeni manj strožje ukrepe, ki kažejo na nizko stopnjo tvegane operacije. Visoka stopnja SAIL pomeni operacije z visokim tveganjem, varnostni ukrepi morajo biti na najvišjem nivoju. Na podlagi ocene izračuna indeksa SAIL določimo raven za vsak varnostni ukrep. Sklicujemo se na sezname, ki jih je pripravila EASA, da bi dosegli potrebne vrednosti, zagotovila in integritete (EASA, 2022).

Operativni cilji varnosti (OSO) so določeni na podlagi SAIL-a (poznamo ravni I–VI, kot je razvidno iz slike 7). Ti so določeni z namenom za ovire in zmanjšanje različnih groženj, kot so tehnične težave z brezpilotnim letalnim sistemom (UAS), človeške napake in slabi pogoji delovanja. Zahteve za organizacijo operaterja, brezpilotnega letala in pilota so opisane v operativnih ciljnih varnosti. Pilot mora izpolnjevati določene ravni znanja in spretnosti. Pravilno teoretično in praktično usposabljanje za upravljanje brezpilotnih letal pomaga doseči te cilje. OSO prav tako opisuje standarde za tehnično oceno brezpilotnega letala, opreme in storitev. Pravilna izbira brezpilotnega letala in opreme je ključna za varno izvedbo operacije. Sama organizacija potrebuje priročnik za delovanje v skladu s SORA, da ima vzpostavljene

ustrezne postopke za varno in učinkovito izvajanje operacij z brezpilotnimi letali (Aerofleye, 2021).

OSO number (in line with Annex E)	Technical issue with the UAS	SAIL					
		I	II	III	IV	V	VI
	Technical issue with the UAS						
OSO#01	Ensure the UAS operator is competent and/or proven	O	L	M	H	H	H
OSO#02	UAS manufactured by competent and/or proven entity	O	O	L	M	H	H
OSO#03	UAS maintained by competent and/or proven entity	L	L	M	M	H	H
OSO#04	UAS developed to authority recognised design standards ¹	O	O	O	L	M	H
OSO#05	UAS is designed considering system safety and reliability	O	O	L	M	H	H
OSO#06	C3 link performance is appropriate for the operation	O	L	L	M	H	H
OSO#07	Inspection of the UAS (product inspection) to ensure consistency with the ConOps	L	L	M	M	H	H
OSO#08	Operational procedures are defined, validated and adhered to	L	M	H	H	H	H
OSO#09	Remote crew trained and current and able to control the abnormal situation	L	L	M	M	H	H
OSO#10	Safe recovery from a technical issue	L	L	M	M	H	H
	Deterioration of external systems supporting UAS operations						
OSO#11	Procedures are in-place to handle the deterioration of external systems supporting UAS operations	L	M	H	H	H	H
OSO#12	The UAS is designed to manage the deterioration of external systems supporting UAS operations	L	L	M	M	H	H
OSO#13	External services supporting UAS operations are adequate for the operation	L	L	M	H	H	H
	Human error						
OSO#14	Operational procedures are defined, validated and adhered to	L	M	H	H	H	H
OSO#15	Remote crew trained and current and able to control the abnormal situation	L	L	M	M	H	H

Slika 7: Stopnja OSO in SAIL
(Vir: Aerofleye, 2021)

V zaključku celoten proces vključimo v poročilo o varnosti, ki je končni dokument, ki prikazuje, kako smo uporabili metodologijo SORA za zagotavljanje varnih operacij brezpilotnih letal. To poročilo je pomembno za dokazovanje varnosti našim nadzornim organom CAA, ponudnikom navigacijskih služb v zračnem prometu in drugim vpletenim stranem (SORA, b. l.).

Certificirana kategorija zajema operacije z najvišjo stopnjo tveganja. Poleti brezpilotnih letal s potniki na krovu, kot je na primer zračni taksi, bodo spadali v to kategorijo. Pristop, uporabljen za zagotavljanje varnosti teh letov, bo zelo podoben tistemu, ki se uporablja za letalstvo z ljudmi. Zaradi tega bodo ta zračna plovila morala biti vedno certificirana (tj. imeti certifikat tipa in certifikat plovnosti). Operater UAS bo potreboval dovoljenje za zračne operacije, ki ga izda pristojni organ (CAA), pilot na daljavo pa bo moral imeti pilotsko dovoljenje. Na dolgi rok EASA pričakuje, da se bo stopnja avtomatizacije brezpilotnih letal postopoma povečevala do popolnoma

avtonomnih brezpilotnih letal, ki ne bodo potrebovala posredovanja pilota na daljavo (EASA, 2022).

Za omogočanje operacij v kategoriji certificirano bo treba spremeniti skoraj vse letalske predpise. EASA (2022) se je odločila, da bo to dejavnost izvedla v več fazah in da se bo najprej osredotočila na naslednje tri vrste operacij:

- Operacija tip 1: Mednarodni polet certificiranih tovornih brezpilotnih letal, izvedenih po pravilih instrumentalnega letenja (IFR) v zračnem prostoru razredov A–C, pri čemer vzletajo in pristajajo na letališčih, ki so v pristojnosti EASA. Primer: brezpilotno letalo A320, ki prevaža tovor iz Ljubljane v New York.
- Operacija tip 2: Operacije brezpilotnih letal v urbanih ali podeželskih območjih po vnaprej določenih poteh v zračnih prostorih, kjer so na voljo storitve »U-space« (koncept »U-space« razložim v naslednjem poglavju). To vključuje operacije brezpilotnih letal, ki prevažajo potnike ali tovor. Primer: zračni taksi ali dostavne storitve, ki pridejo neposredno na vaš balkon, streho ali dvorišče.
- Operacija tip 3: Operacije, kot so pri tipu 2, vendar izvedene z zračnim plovilom, ki ima pilota na krovu. Pravzaprav naj bi to pokrilo prve vrste operacij zračnih taksijev, kjer bo pilot na krovu. V drugi fazi bo letalo postalo daljinsko pilotirano (operacije tipa 2).

3.3 Koncept »U-space«

Za lažjo predstavo, kako bi lahko brezpilotna letala uporabljali v vsakdanjem življenju v prihodnosti, bom predstavil koncept »U-space«, ki je koncept, ki ga je razvilo združenje SESAR leta 2017.

Študija »European Drones Outlook Study« je pokazala, da se zaradi nenehnega naraščanja povpraševanja po storitvah brezpilotnih letal ustvarja velik potencial gospodarske rasti in drugih družbenih koristi. Enako je bilo spoznano v letalski strategiji EU iz leta 2015 in leta 2016 v Varšavski deklaraciji, študiji napovedi o brezpilotnih letalih pod imenom »SESAR«. Za uresničitev takega potenciala Varšavska deklaracija poziva k nujnim ukrepom na podlagi dimenzij zračnega prostora, zlasti k razvoju koncepta »U-space« (v prevodu »U-prostor«). »U-space« bo omogočil izvajanje kompleksnih operacij brezpilotnih letal z visoko stopnjo avtomatiziranja v vseh vrstah operativnih okolij, vključno z urbaniziranimi območji. »U-space« mora biti dovolj fleksibilen, da bo spodbujal inovacije in razvoj novih podjetij ter omogočil splošno rast evropskega trga storitev brezpilotnih letal. Istočasno bo na ravni EU ustrezno obravnaval vprašanja varnosti in zaščite, spoštoval zasebnost prebivalcev in deloval z minimalnim vplivom na okolje. V nadaljevanju bom opisal vizijo »U-space« in kako bi lahko bila izvedena. Opisan načrt ni dokončna rešitev, vendar podlaga za to, kako bodo brezpilotna letala delovala na področju Evrope v prihodnosti (SESAR Joint Undertaking, 2017).

»U-space« je nabor novih storitev in specifičnih postopkov, zasnovanih za podporo varnega, učinkovitega in zanesljivega dostopa do zračnega prostora za večje število brezpilotnih letal. Te storitve se zanašajo na visoko stopnjo digitalizacije in avtomatizacije funkcij ne glede na to, ali so na krovu samega brezpilotnega letala ali pa so del zemeljskega okolja. »U-space« zagotavlja okvir za podporo rutinskih operacij brezpilotnega letala. Prav tako omogoča učinkovit vmesnik med letalstvom in posadko, storitev zračne navigacije, ponudnikov storitev in državnih organov. »U-space« ni mogoče obravnavati kot del zračnega prostora, ki je ločen in namenjen le uporabi brezpilotnih letal. »U-space« je zmožen zagotoviti nemoteno delovanje brezpilotnih letal v vseh vrstah zračnega prostora ter lahko zadeva vse uporabnike in kategorije dronov (SESAR Joint Undertaking, 2017).

Ključna načela koncepta »U-space« so:

- zagotoviti varnost vseh uporabnikov zračnega prostora, ki uporabljajo »U-space« okvir, in pri tem zagotoviti tudi varnost vseh prebivalcev;
- zagotoviti zanesljiv, prilagodljiv in fleksibilen sistem, ki se lahko odzove na spremembe v povpraševanju, tehnologiji in volumnu poslovnih modelov in različnih aplikacij med tem, ko upravljamo vmesnik letalstva;
- omogočiti visoko gostoto operacij z množičnimi brezpilotnimi letali pod nadzorom operaterjev brezpilotnih letal;
- omogočiti vsem uporabnikom pravičen in pošten dostop do zračnega prostora;
- omogočiti konkurenčnost in stroškovno učinkovitost vseh storitev ne glede na čas za vse poslovne modele operatorjev brezpilotnih letal;
- zmanjševanje uvajanja in operativnih stroškov z največjim možnim izkoriščanjem obstoječih letalskih storitev, infrastrukturo in globalnim navigacijskim satelitskim sistemom (tudi za ostale sektorje, kot so npr. mobilne komunikacijske storitve);
- pospešiti uvajanja ter prilagoditve tehnologij in standardov drugih sektorjev, kjer se srečajo potrebe po »U-space«;
- upoštevati osnovna tveganja – zmogljivostno voden pristop pri vzpostavljanju primernih zahtev za varnost in zaščito, vključno s kibernetiko varnostjo, pri čemer je treba čim bolj zmanjšati vpliv na okolje in spoštovati zasebnost ljudi ter varstvo podatkov.

»U-space« bo deloval v skladu z veljavno zakonodajo, omejitvami, opredelitvami in tehničnimi zahtevami, ki so povezane z delovanjem brezpilotnega letalstva. Infrastruktura »U-space« je narejena za vse vrste operacij z brezpilotnimi letali: dostava blaga, zračna dela, iskanje in reševanje oseb itd. V bolj kompleksni prihodnosti pa tudi za urbano zračno mobilnost (SESAR Joint Undertaking, 2017).

Njihove storitve bodo na voljo tako za zasebno in javno uporabo brezpilotnih letal za vse vrste poletov. Nekatere storitve bodo morale izpolnjevati zahteve glede zasebnosti in varnostnih potreb, ki bodo izražene od ustreznih državnih institucij. Poleg tega bo zaradi kritičnih storitev vodilo do ustanovitve zmogljivostnih zahtev tako za strukturne elemente in izvajanje storitev, kot so varnost, zaščita, dostopnost itd. Delovni okvir »U-space« sestavlja obsežen in razširjen nabor storitev, ki se nanašajo na evropske standarde. Te storitve ne zamenjujejo funkcij zračne kontrole letenja in upravljanja (ATC/ATM). Prinašajo pa ključne storitve, da bi organizirali varne in učinkovite operacije brezpilotnih letal in zagotovili primeren vmesnik za letala s posadko in brezpilotna letala. Ti lahko vključujejo oskrbo z dokumentacijo, podporno službo za operaterje brezpilotnih letal, kot so na primer pomoč pri planiranju poleta, sledenju, upravljanju kapacitet itd. (SESAR Joint Undertaking, 2017).

Postopno in napredno uvajanje »U-space« je povezano z naraščanjem storitev in omogočanjem tehnologij. Storitve »U-space« se bo razvijala postopoma, ko se bo stopnja avtomatizacije brezpilotnih letal povečala. Napredne oblike interakcije z okoljem so omogočene tako za letala s posadko kot brezpilotna letala, ki bodo delovala v večini z izmenjavo digitalnih informacij in izmenjavo podatkov. Tako delimo »U-space« v štiri kategorije:

- U1 – **U-space storitvene fundacije** zagotavljajo e-registracijo, e-identifikacijo in geografsko vgrajevanje.
- U2 – **U-space začetne storitve** podpirajo vodenje operacij brezpilotnih letal in bi lahko vključevala tudi planiranje leta, odobravanje leta, sledenje, dinamične informacije o zračnem prostoru in proceduralen vmesnik z zračno kontrolo letenja.
- U3 – **U-space napredne storitve** podpirajo bolj kompleksne operacije v gosto poseljenih področjih. Lahko vključuje zmožnosti vodenja in asistencije pri odkrivanju konfliktov. Možnost avtomatiziranega zaznavanja in izogibanja kot dopolnilo za bolj zanesljiv način komuniciranja. To bo vodilo v znatno povečanje operacij v vseh okoljih.
- U4 – **U-space popolne storitve** ponujajo integrirane vmesnike z letali s posadko, podpirajo polne operacijske zmožnosti »U-space«. Ta pa se bo zanašal na visoko stopnjo avtomatizacije, povezav in digitalizacije brezpilotnih letal in sistema »U-space«.

V nadaljevanju besedila sta opisana hipotetičen polet brezpilotnega letala ter vidik samega »U-space«, kot je to razvidno na sliki 8.



Slika 8: Potek poti brezpilotnih letal v »U-space«
(Vir: SESAR Joint Undertaking, 2017)

1. Priprava

Operater brezpilotnega letala pripravi načrt letenja za brezpilotno letalo, ki bo dostavilo manjši paket iz vasi v oddaljeno mesto. Izbere primerno brezpilotno letalo iz flote brezpilotnih letal in nadzornika brezpilotnih letal. Nadzornik ne bo upravljal samega brezpilotnega letala, ampak bo ob pomoči avtomatiziranih funkcij in orodij, ki bodo omogočala nadzor nad več letečimi brezpilotnimi letali hkrati, izvajal nadzor. Za pripravo leta operater brezpilotnih letal uporablja deljene informacije kontrole zračnega prometa prek sistema široko informativnega vodenja pod imenom »SWIM«, pridobi informacije o meteorološkem stanju in napoved z bližnjega letališča, skupaj z drugimi storitvami »U-space«, kot so navigacija, komunikacijske storitve, storitve asistenc pri planiranju leta ter pričakovana gostota prometa v zračnem prostoru letenja. Ker so brezpilotna letala registrirana v sistem avtomatsko, poveže elemente, ki so povezani z registracijo, in elemente, ki so vezani na prevoz. Tu je vsa dokumentacija o brezpilotnem letalu (npr. če je ta primeren za letenje, njegovo obnašanje v ključnih urgentnih situacijah). Te informacije bi lahko vključevale začasna varna pristajališča ali detajle opreme in samih zmožnosti brezpilotnega letala. Če bi brezpilotno letalo izgubilo nadzor, bo previdno pristalo na mestu, kjer ni ljudi in infrastrukture.

2. Vloga prošnje leta in pridobitev potrdila leta

Načrtovana pot je skladna z veljavnimi predpisi in zahtevami zračnega prostora (razpoložljivost zračnega prostora, začasne in stalne omejitve zračnega prostora). Upošteva tudi specifične zahteve opreme brezpilotnih letal. Če let zahteva dodatne odobritve, se predloži dodaten zahtevak, ta pa je posredovan operaterju o zahtevah in specifikacijah brezpilotnega letala. Lahko se zgodi, da je v nekem trenutku predvidenih več planiranih letov brezpilotnih letal v zračnem prostoru, zato dobi operater ponudbo daljše poti s krajšo zamudo. Ob potrditvi nove poti prejme 4D virtualno pot celotnega poleta. Po vzletu brezpilotno letalo sprejema informacije in opozorila iz okolice. Pri težavah, kot so vremenski vplivi, spremembe v zračnem prostoru, povečan promet itd., lahko spremeni sam potek leta, da je ta varen in nemoteč za ostale udeležence tako v zračnem prostoru kot na samih tleh. Brezpilotna letala so sledljiva iz centra za sledenje, ki spremlja pot brezpilotnih letal, sledijo pa jim lahko tudi drugi uporabniki brezpilotnih letal, kot so policija, reševalci, kontrola zračnega prometa itd.

3. Izvedba leta brezpilotnega letala

Brepilotno letalo je opremljeno s sistemom »DAA« (angl. Detect and avoid) za prepoznavanje in izogibanje, ki omogoča izogibanje nevarnostim. Tako lahko sistem prepozna ptice in neprijavljeno opremo. Primeri takšne opreme so gasilska lestev, dvigala, žerjavi itd. Enako v primeru nesreče v cestnem prometu dobi opozorilo policije, da je na kraju nesreče začasno onemogočen zračni prostor za vsa brezpilotna letala (izjema je uporaba reševalcev in policije, ki lahko brezpilotna letala uporabljajo za potrebe nesreče). Na takšen način brezpilotno letalo, ki dostavlja blago v mesto, najde drugo optimalno pot in se izogne kraju nesreče.

4. Dostava in zaključek leta

Ko brezpilotno letalo varno prispe na svoj cilj, varno preda paket, nato pa lahko ponovno leti na prevzem drugega paketa. Tako se sam postopek ponovi, če brezpilotno letalo izpopolnjuje zahteve naslednje dostave (npr. ima polno baterijo, je vreme primerno itd.) (SESAR Joint Undertaking, 2017).

»U-space« je tako prvi poglobljeni sistem uporabe brezpilotnih letal v evropskem zračnem sistemu. Ponuja dober vpogled v njegovo delovanje in je najboljši približek pregleda prihodnosti uporabe brezpilotnih letal, kar so prepoznali tudi odločevalci na evropski ravni.

3.4 Ocena uporabe brezpilotnih letal v prihodnosti

Brepilotna letala, ki se bodo lahko izogibala današnjim vedno večjim prometnim zamaškom, naj bi ponujala priložnosti za hitrejša in bolj prilagojena dostava ter

povečala dostopnost skupnosti do bližnjih trgovin. Te priložnosti naj bi veljale za storitve, ki prinašajo dodano vrednost (npr. nujna medicinska oskrba, hitra dostava uradnih dokumentov itd.), za katere bodo tako potrošniki kot podjetja pripravljene plačati višjo ceno. Skupna napoved je, da bo do leta 2035 približno 70.000 brezpilotnih letal opravilo okoli 200 milijonov dostav lahkih paketov po Evropi. Poleg tega se predvideva, da bodo večja tovorna letala, ki danes predstavljajo floto z manj kot 1000 enotami, do leta 2050 postala brezpilotna (SESAR Joint Undertaking, 2016). SESAR (2016) navaja, da se danes v Evropi letno dostavi približno 7 milijard paketov. Medtem ko spletne trgovine predstavljajo pomemben del tega povpraševanja, še vedno predstavljajo le majhen delež celotne trgovine. Brezpilotna letala bi lahko dodatno spodbudila spletno nakupovanje z omogočanjem lažjega dostopa do več lokalnih trgovcev ter zagotavljanjem bolj prilagodljivih in učinkovitih možnosti za nakupovanje blaga, kot so zdravila, živila, oblačila, elektronika in izdelki za dom.

Gospodarska analiza dostave, ki ocenjuje izvedljivost uporabe brezpilotnih letal za dostavo, kaže, da so brezpilotna letala verjetno relevantna za zagotavljanje nadstandardnih storitev dostave isti dan in prinašajo dodano vrednost. Brezpilotno letalo, ki bi delovalo s polno zmogljivostjo, bi lahko opravilo 5000–9000 dostav in bi bilo pri povprečni ceni dostave 10 evrov dobičkonosen, če bi obratoval s stroški pod 50.000–90.000 evrov letno. To je izvedljivo, če bi en pilot lahko upravljal več brezpilotnih letal hkrati. Brezpilotna letala pa niso rentabilna za standardne dostave paketov. Sedanja ekonomika zadnje milje omogoča le 10.000 evrov letnih stroškov za posamezno brezpilotno letalo. Poleg tega imajo druge hitre dostave na dolge razdalje (npr. med evropskimi državami) manj ugodne ekonomske pogoje zaradi visokih stroškov obdelave (SESAR Joint Undertaking, 2016).

Morda bo za večje trgovce z obsežnimi operacijami ekonomsko izvedljivo, da z lastno floto brezpilotnih letal nadomestijo posrednike pri dostavi, čeprav bo to verjetno veljalo le za omejeno število trgovcev. Ti trgovci bi lahko uporabljali brezpilotna letala za izdelke z višjimi maržami (npr. zdravila), kjer bi učinkovita dostava dovolj povečala prodajo, da bi pokrila izgube pri maržah na enoto. Danes se ocenjuje, da okoli 10 % od približno 7 milijard paketov v EU predstavlja dostavo isti dan, kar je primerno za zmogljivosti brezpilotnih letal. Večina teh paketov (približno 60 %) tehta manj kot 2,5 kg in so lahki, kar ustreza dostavi z brezpilotnimi letali.

Uporaba brezpilotnih letal na tem trgu bo odvisna od tega, ali se dostava izvaja v mestnem ali podeželskem okolju. Na razlike med temi okolji vpliva več dejavnikov, vključno z dostopnostjo destinacije (npr. enostavnostjo pristanka brezpilotnega letala), bližino pošiljatelja in vplivom alternativ (npr. koles v mestnih območjih). Približno 15–20 % pošiljk predstavlja nadstandardnih paketov z majhno težo, kar je mogoče dostaviti z brezpilotnimi letali glede na razporeditev evropskega prebivalstva med podeželskimi, primestnimi in mestnimi območji. Danes bi bilo potrebnih približno

15.000 brezpilotnih letal, da bi pokrili trenutni obseg dostav (SESAR Joint Undertaking, 2016).

Potreba po brezpilotnih letalih naj bi se do leta 2035 povečala iz 15.000 na 70.000 zaradi vpliva brezpilotnih letal na spletno nakupovanje in potreb po zmogljivostih za obvladovanje konic povpraševanja. Vpliv brezpilotnih letal na blago, kot so zdravila, hrana, elektronika, izdelki za dom in oblačila, bo skoraj zagotovo povečal obseg pošiljk. Uporaba brezpilotnih letal se bo prav tako razlikovala čez leto (npr. visoko povpraševanje med prazniki), zato bi bila potrebna dodatna zmogljivost, da bi se izognili preobremenitvi sistema (BIEK, 2022).

Poleg nizkoletečih brezpilotnih letal ima Evropa danes več kot 300 tovornih letal, to število naj bi se do leta 2050 povečalo na skoraj 500. Pričakuje se, da bo nadzor nad temi letali na daljavo učinkovitejši kot današnji pilotirani leti. Ocenjuje se, da bi lahko prvi daljinsko upravljani tovorni letali po Evropi poleteli okoli leta 2035. Ta premik bi privedel do popolne pretvorbe flote do leta 2050, tudi če bo cikel zrelosti trajal približno 15 let. Ključni dejavnik za rast tega trga bodo predpisi za operacije izven vidnega polja in operacije v gosto naseljenih območjih. Tehnologija bo verjetno ponudila izvedljive rešitve, ki jih bodo oblasti lahko preizkusile in odobrile v prihodnjih letih. Predvideno je, da bo tehnologija za komercialne dostave z brezpilotnimi letali v Evropi pripravljena med letoma 2020 in 2025. Ekonomika izvedljivosti brezpilotnih letal temelji na predpostavki, da druge tehnologije in procesi ne bodo bistveno vplivali na cene in stroške (Airbus, 2014).

Scenariji rasti v tem sektorju upoštevajo možnost, da bodo regulacije in tehnologija pripravljene že leta 2020 ali šele leta 2030. V bolj agresivnem scenariju lahko velika podjetja še povečajo skupne količine dostav z brezpilotnimi letali (SESAR Joint Undertaking, 2016).

4 PRAKTIČNI DEL

4.1 Pošta Slovenije

Pošta Slovenije (2024a) je bila ustanovljena 9. decembra 1994, s poslovanjem pa je začela 1. januarja 1995, ob združitvi nekdanjega skupnega PTT podjetja Slovenije, ki je združevalo dejavnosti Pošte in Telekomu. Od julija 2002 deluje kot gospodarska družba, v celoti je v lasti Republike Slovenije.

Upravljanje družbe je skladno z določili Zakona o gospodarskih družbah, pri čemer ustanoviteljske pravice izvaja Republika Slovenija prek Slovenskega državnega holdinga, d. d. (SDH, d. d.). Družba ima dva ključna organa – nadzorni svet, ki skrbi za strateški nadzor in usmerjanje, ter poslovodstvo, ki operativno vodi in upravlja delovanje podjetja (Pošta Slovenije, 2024a).

Leta 1995 sta Pošta Slovenije in Poštna banka Slovenije postali pomembna nosilca plačilnega prometa v državi. Na poštah so se začele ponujati tudi storitve menjalnice, kar pomeni odkup in prodajo tuje valute. Proti koncu leta pa so v Pošti Slovenije ustanovili Službo za informatiko ter začeli priprave na vzpostavitev informacijske podpore za učinkovitejše opravljanje storitev na poštah okencih. Dve leti kasneje je Pošta Slovenije dobila lastni strežnik, ki je poznan še danes kot www.posta.si. V letu 1998 se je pošta Slovenije preoblikovala iz družbe z omejeno odgovornostjo v javno podjetje. Leta 2002 je bil ustanovljen nov logistični center v Ljubljani in leto za tem še v Mariboru. Pošta je ravno tako dobila priznanje zelenega logista v letu 2010. V istem letu je tudi začela sodelovati s podjetjem UPS. Kasneje leta 2019 je Pošta Slovenije kupila večinski delež delnic Interevropu (Pošta Slovenije, 2024b).

Pošta Slovenije je izvedla svoj prvi poskusni let z brezpilotnim letalom, s katerim je uspešno dostavila pošiljko na Poštarski dom na Vršiču (kot prikazano na sliki 9). S tem korakom se aktivno vključuje v razvoj novih tehnologij in išče inovativne poslovne priložnosti, hkrati pa si prizadeva za sodelovanje pri oblikovanju predpisov, ki urejajo uporabo brezpilotnih letal v Sloveniji. Medtem ko podjetja po svetu že uspešno uporabljajo tehnologijo brezpilotnih letal za dostavo različnih pošilk, evropska zakonodaja trenutno še ne omogoča letenja izven vidnega polja.



*Slika 9: Prvi brezpilotni polet Pošte Slovenije
(Vir: Pošta Slovenije, 2024d)*

Prednosti uporabe brezpilotnih letal so številne, od zmanjšanja onesnaževanja in optimizacije logističnih poti do hitre dostave nujnih dobrin na težko dostopna območja. Posebno velik potencial predstavlja oskrba gorskih postojank in planinskih koč, vključno z možnostjo odvoza odpadkov nazaj v dolino. Uporaba te tehnologije je prav tako obetavna za dostavo zdravil in medicinskih pripomočkov v nujnih primerih, kar prispeva k ohranjanju vloge Pošte Slovenije kot ključnega povezovalca slovenskega gospodarstva in prebivalstva.

Projekt prvega poskusnega leta je Pošta Slovenije izvedla v sodelovanju s slovenskim podjetjem OneDrone, vodilnim operaterjem brezpilotnih letal, in startup podjetjem ElevonX, ki razvija in serijsko proizvaja modularne brezpilotne sisteme, kot je ElevonX SkyEye. Skupaj z lokalnimi partnerji Pošta Slovenije odpira vrata prihodnosti, kjer bodo brezpilotna letala nepogrešljiv del logistične infrastrukture (Pošta Slovenije, 2024c).

4.2 AV Living Lab

AV Living Lab je podjetje, ki se ukvarja s testiranjem trajnih urbanih mobilnostnih rešitev. V svoji panogi so vodilni v Sloveniji. Podjetje se ukvarja z rešitvami, ki so ustvarjene in usmerjene predvsem v potrebe ljudi. Njihova dejavnost predstavlja testiranje in razvijanje najnovejših tehnologij mobilnosti, vključno z avtonomno vožnjo električnih vozil, povezanimi vozili in deljenimi mobilnostnimi rešitvami. Vse omenjene teste izvajajo v realnem okolju, kar jim omogoča realne informacije in napredek na tem področju (Youtube, 2022).

AV Living Lab sodeluje na področju mobilnosti od leta 2017. Vključen je v več kot 30 različnih projektov, ki vključujejo napredno tehnologijo v mobilnosti. Glavne teme so: avtonomna mobilnost, električna vozila ter trajne mobilne rešitve. Ti projekti so zasnovani z namenom pomoči pri reševanju prihodnjih izzivov, kot so naraščajoča urbanizacija in prometni zastoji v velikih mestih. Podjetje sodeluje z nekaterimi večjimi svetovnimi podjetji, kot so: Google, Mercedes-Benz, Toyota, Magna, Daimler, Pošta Slovenije in mnogimi drugimi. Partnerski odnosi jim omogočajo ustvarjanje novih rešitev in uporabo najnovejših tehnologij za testiranja in razvoj v realnem svetu (Youtube, 2022).

S sodelovanjem s SPIRIT Slovenia (angl. Slovenian government's Business Development Agency) je Av Living Lab kot soorganizator predstavil dogodek »*The Spirit of Slovenian Mobility: The Best of Urban Air Mobility*«. T. i. dogodek »Duh slovenske mobilnosti« je serija petih srečanj, namenjenih predstavitvi slovenskega inovativnega ekosistema na področju mobilnosti. Prva tema je bila posvečena mestni zračni mobilnosti, ki se osredotoča na izzive in priložnosti, povezane z rastočimi urbanimi območji in uporabo tretje dimenzije zraka za premikanje ljudi in tovora. Predstavniki slovenskih podjetij in organizacij so predstavili današnje trende, inovacije ter možnosti sodelovanja za prihodnji razvoj (Youtube, 2021).

Slovenija, kljub svoji majhnosti, izkazuje napredno mišljenje na področju mobilnosti. Na dogodku so bili predstavljeni dosežki, kot so brezpilotni letalni sistemi, simulatorji za usposabljanje pilotov in modularni UAV-ji. Podjetja, kot so Collector Digital, C-Astral, Elvonic, OneDrone in Nertech, so predstavila tehnološke rešitve, ki omogočajo krajše razvojne cikle, napredne metode testiranja ter visoko zmogljivost v vsakdanjih, realnih pogojih.

Predstavniki slovenskih podjetij so poudarili odprtost za mednarodna partnerstva, predvsem na področju raziskav, razvoja in pilotnih projektov. Poudarili so potrebo po investicijah za implementacijo tehnologij kot tudi možnosti skupnega razvoja novih rešitev za mestno zračno mobilnost, vključno z avtonomnimi sistemi in infrastrukturnimi izboljšavami (Youtube, 2021).

Podjetje AV Living Lab sodeluje na projektu »UAMschools4cities«, ki je sofinanciran s podporo programa Erasmus+ Evropske unije. Projekt je osredotočen na razvoj partnerskih sodelovanj med mesti, izobraževalnimi institucijami, podjetji s področja informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in brezpilotnih letal ter ponudniki poklicnega in strokovnega izobraževanja (VET). Projekt bo spodbujal in zagotavljal začetno ter nadaljevalno usposabljanje zaposlenih, saj bo to omogočilo pridobitev potrebnih veščin ter učinkovito integracijo teh poklicnih poti v delovna okolja. Projekt aktivno podpira prednostno nalogo VET, saj si prizadeva izboljšati dostop do usposabljanja in kvalifikacij za vse (UAMschool4cities, 2024).

4.3 OneDrone

OneDrone (2024a) razvija brezpilotna letala in nudi rešitve za različne industrije. Najnovejša tehnologija brezpilotnih letal in zračnega snemanja ter celovite rešitve za številne uporabnike so zagotovljene s podjetjem.

OneDrone je znan po svoji vrhunski video produkciji, kjer združuje sodobno tehnologijo brezpilotnih zrakoplovov z večkrat nagrajenimi strokovnjaki na področju fotografije in videa. S pomočjo brezpilotnih letal izvajajo zelo kakovostno snemanje v zraku, kar omogoča edinstvene perspektive in visoko ločljivostne posnetke, ki so uporabni v različnih panogah (oglaševanje, filmska industrija, dogodki, promocija itd.) (OneDrone, 2024b).

Podjetje ponuja izobraževalne programe (OneDrone, 2024d) za vse, ki želijo postati profesionalni uporabniki brezpilotnih letal. Organizirajo tečaje za začetnike in napredne pilote, kjer se udeleženci učijo o pravilni uporabi brezpilotnih letal, varnosti pri letenju, zakonodaji in tehnikah snemanja. Podjetje se ponaša z izkušenimi in licenciranimi inštruktorji, ki zagotavljajo kakovostno izobraževanje in pripravo na izpit za pilota brezpilotnega letala.

Podjetje OneDrone se osredotoča na razvoj specifičnih rešitev za različna industrijska področja. Med glavne industrije, kjer so njihova brezpilotna letala izjemno koristna, spadajo:

- Geodezija: uporaba brezpilotnih letal za natančen in hiter pregled geografskega območja, ki podjetjem omogoča poenostavljanje postopkov in optimizacijo dela.
- Kmetijstvo: brezpilotna letala lahko spremljajo, v kakšnem stanju je pridelek, s posnetki lahko pregledujemo, kako zdrave so rastline, obvladujemo škodljivce in nadziramo uporabo pesticidov.
- Energetika: brezpilotna letala optimizirajo pregledovanje objektov, ki se uporabljajo za energetiko (kot so npr. vetrne turbine, daljnovodi, elektrarne itd.).
- Gradbeništvo: brezpilotna letala se uporabljajo pri nadzoru gradbišč, izvajanju fotogrametrijskih analiz, 3D modeliranju ter za spremljanje napredka gradbenih projektov, zemljišč ter objektov (OneDrone, 2024d).

V podjetju OneDrone (2024c) povedo, da so njihova glavna vodila visoka strokovnost, inovativnost ter zanesljivost. Z uporabo najnaprednejših tehnologij skrbijo za zadovoljstvo strank in jim tako omogočajo do najnaprednejših rešitev na področju brezpilotnih letal. Zavedajo se, da so v teh procesih najbolj pomembna varnost, odgovorna uporaba tehnologije, kar zagotavljajo z doslednim upoštevanjem zakonodaje in etičnih smernic.

Podjetje je postavilo pomemben mejnik v zgodovini tehnoloških inovacij v Sloveniji s prvo dostavo bureka z brezpilotnim letalom na Ljubljanski grad. V zgodnjih jutranjih urah je brezpilotno letalo podjetja OneDrone z burekom iz Bureka Olimpije in jogurtom poletel na avtomatizirano misijo iz središča prestolnice do Ljubljanskega gradu. Na cilju ga je pričakal župan Zoran Jankovič, ki je simbolično sprejel dostavo, kot je vidno na sliki 10.

Let, ki je trajal malo več kot minuto, je potekal z Bavarskega dvora na dvorišče Ljubljanskega gradu, ki je najvišja točka v mestu. Projekt, ki ga je podprlo tudi podjetje Wolt, je bil izveden skladno z veljavno zakonodajo in vsemi operativnimi dovoljenji. Pri tem so bili upoštevani vsi zahtevani varnostni standardi, kar je še posebej pomembno zaradi strogih pravil glede uporabe brezpilotnih letal na urbanih območjih.



*Slika 10: Polet bureka Olimpije na Ljubljanski grad
(Vir 24ur.com, 2023)*

OneDrone so vodilni ponudnik rešitev za brezpilotne zrakoplove v Sloveniji, ki s svojo široko paleto storitev, izobraževanj in industrijskih rešitev pomagajo podjetjem in profesionalcem, da izkoristijo prednosti tehnologije brezpilotnih letal. Z uporabo najnovejše opreme, strokovnim znanjem in osredotočenostjo na stranke podjetje zagotavlja visokokakovostne rešitve za številna področja industrije tako v Sloveniji kot tudi v širši regiji (OneDrone, 2024e). Njihovi partnerji v Sloveniji so Pošta Slovenije, Eles, Telekom, Triglav, CGP, DARS, Energetika Ljubljana, gasilska brigada Ljubljana, policija in še mnogi drugi (OneDrone, 2024a).

5 ZAKLJUČEK

V Sloveniji podjetja aktivno razvijajo in integrirajo brezpilotna letala za logistične namene, saj to področje združuje izzive regulative z naprednimi tehnologijami in visokim nivojem strateškega načrtovanja. Intervjuji s strokovnjaki iz podjetij AV Living Lab, OneDrone in Pošte Slovenije razkrivajo, da je v Sloveniji prepoznan velik potencial za razvoj logističnih sistemov, ki temeljijo na brezpilotni tehnologiji, vendar je to področje še vedno v začetnih fazah in se delno ustavlja zaradi zakonskih omejitev.

Slovenija že ima številne tehnične zmogljivosti za široko uporabo brezpilotnih letal v logistiki, kar so potrdili z uspešnimi poleti, ki so jih opravili v zadnjih dveh letih. OneDrone podjetje dokazuje, da lahko tehnologija trenutno izvaja operacije, kot so avtonomni leti na dolge razdalje zunaj vidnega dosega, vendar jo številni vidiki, kot so avtonomija baterije, odpornost na vremenske vplive in nosilnost, omejujejo. Slovenija aktivno sodeluje v mednarodnih raziskavah in razvoju, saj sodelovanje omogoča dostop do najnovejših tehnologij, kar prav tako zagotavlja ohranjanje konkurenčnosti na globalnem trgu.

V Sloveniji razvijamo brezpilotna letala za vertikalni vzlet in pristane. Ta letala nudijo večjo prilagodljivost in boljšo operativno učinkovitost. Podjetje ElevonX razvija brezpilotna letala VTOL, ki idealno rešujejo dostavo v odročnih območjih in združujejo prednosti tradicionalnega dostavljanja. Ti napredki omogočajo bistveno daljše letenje in večjo nosilnost. To je ključno za pravočasno dostavo medicinskih pripomočkov in laboratorijskih vzorcev. Pomagajo tudi pri dostavi živil in reševanju ljudi.

Zakonodaja preprečuje široko uporabo brezpilotnih letal v slovenski logistiki, kar je velika ovira. Slovenija še vedno nima vzpostavljene infrastrukture za izvajanje evropske uredbe 2021/664, ki opredeljuje »U-space« in zračni prostor za brezpilotna letala ter ponuja pomemben okvir za njihove operacije. Razvoj ključnih elementov, kot so skupne informacijske storitve, certificirani operativni prostori in usklajevanje z lokalnimi oblastmi, je še vedno v začetni fazi, kar pomeni, da se še niso uresničili in zahtevajo dodatne pozornosti in aktivnosti za napredovanje. Brez osnovne infrastrukturne, regulativne in finančne podpore države ostaja širša uporaba brezpilotnih letal omejena na testne in demonstracijske operacije.

Država mora začeti z uvedbo »U-space«, saj to omogoča varno in učinkovito upravljanje brezpilotnih letal. Zakonodaja se lahko hitro prilagaja tehnološkim inovacijam, kar omogoča avtonomne operacije brez nadzora človeka ter znatno zmanjšuje stroške in s tem povečuje učinkovitost.

Družbena sprejemljivost uporabe brezpilotnih letal je ključna. Moramo upoštevati dejstvo, da ne gre le za vprašanje tehnologije. Predstavlja tudi odpor v regulativnih vprašanjih, s katerimi se srečujemo v družbi. Različni projekti in raziskave jasno dokazujejo, da javnost raje vidi brezpilotno letalo, ki pomaga pri nujnih medicinskih dostavah ali pri obvladovanju naravnih nesreč, kot pa brezpilotno letalo, ki se uporablja za komercialne dostave. V urbanih okoljih se pogosto pojavljajo številni pomisleki, ki se nanašajo na hrup, zasebnost in vizualni vpliv, ki ga ima urbani prostor na prebivalce.

Evropa, vključno s Slovenijo, daje velik poudarek na lepo oblikovanje mestnega prostora ter na vrednoti miru in tišine. S tem namenom je treba razviti različne tehnologije, ki bodo učinkovito zmanjšale hrup številnih virov in hkrati omejile njihov vpliv na okolje, saj je to ključnega pomena za zdravje ljudi in zaščito narave. Raziskovalci morajo delati na izboljšanju zasnove brezpilotnih letal, ki bodo tišja in energetsko učinkovitejša.

Brepilotna letala zahtevajo učinkovit pristop k logistiki, pri katerem je pomemben celosten pristop. Brepilotna letala ne morejo biti izolirana rešitev, vendar jih je treba vključiti v širši ekosistem z avtonomnimi vozili, dostavnimi roboti in tradicionalnimi metodami prevoza. Zaradi večje varnosti in manjše invazivnosti Pošta Slovenije že raziskuje in preizkuša avtonomne dostavne robote, ki bi lahko v urbanih okoljih nadomestili brezpilotna letala.

Za celovito integracijo brezpilotnih letal je ključno to, da razvijemo inteligentne platforme za upravljanje dostav. Tako dosežemo, da optimalno obliko prevoza izbere platforma, ki upošteva številne parametre. Takšni parametri vključujejo: vreme, stroške, trajnostne vidike itd. S tem se zagotavlja učinkovitejši način dostave. S takšnimi sistemi bi bila omogočena večja fleksibilnost in prilagodljivost za izpolnjevanje zahtev logističnega sektorja, ki se hitro spreminja.

Slovenija lahko postane vodilna v regiji na področju uporabe brezpilotnih letalnikov v logistiki. To pa zahteva strateški pristop. Inovacije zahtevajo vlaganje v raziskave in razvoj, spodbujajo sodelovanje med državo, gospodarstvom ter raziskovalnimi institucijami ter potrebujejo zakonodajno okolje, ki jih podpira. Integracija številnih brezpilotnih letal bo v obsežen sistem mobilnosti in logistike prinesla uspeh, saj bodo ta letala dopolnjevala obstoječe tehnologije, namesto da bi jih nadomestila.

Brepilotni sistemi v Sloveniji nam lahko v prihodnosti zelo koristijo. Uporabni so za medicinske dostave, dobri so za nadzor infrastrukture in geodetske meritve. Z razvojem in prilagajanjem regulativnega okolja ter večjim vključevanjem ljudi v odločanje lahko ustvarimo pogoje za uspešno uporabo te inovativne tehnologije. Slovenija ima odlične temelje, saj lahko s številnimi obstoječimi projekti, kot so sodelovanje z OneDrone in ElevonX, omogoča njen nadaljnji razvoj in širitev na tem

področju. Zdaj je trenutek, ko je treba nadgraditi temelje, da bo ustvarjen vzorčni primer uspešne integracije brezpilotnih letal v logističnem sektorju.

Tudi sam se že vrsto let ukvarjam z uporabo brezpilotnih letal za osebne namene, kot so 3D slikanje in panoramski posnetki. Menim, da glede na sposobnosti tehnologije, ki nam je na voljo, ne izkoriščamo dovolj njenih potencialov. Sama tehnologija je že tako napredna, da je brezpilotno letalo v avtonomnem delu mnogo boljše od samega operaterja. Žal trenutni razvoj brezpilotnih letal vsakodnevno vidimo le v vojni v Ukrajini in na drugih vojnih območjih. Žalostno je, da v današnjem času ljudje razvijajo brezpilotna letala za jemanje človeških življenj, ne pa za njihovo reševanje. Namesto da bi zvok brezpilotnega letala ljudi reševal ali razveseljeval z dostavo, ta povzroča strah pred vojno in smrtjo.

6 LITERATURA IN VIRI

24ur.com. (2023). *Slika dostave Olimpija bureka na Ljubljanski grad*. Pridobljeno 12. 9. 2024 z naslova

https://images.24ur.com/media/images/1106xX/Oct2023/9391c633f641517b13a0_63130989.jpg?v=9204

A Brief History of Drones. (2023). London: Imperial War Museum. Pridobljeno 21. 5. 2024 z naslova <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones>

Aerofleye. (2021). *SORA for Drone Operators in the 'Specific Category' Drone Operations*. Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova <https://www.aerofleye.com/what-exactly-is-a-sora-risk-analysis-and-how-can-it-help-you-create-an-operating-manual-for-your-drone-operation-in-the-specific-category/>

Aerostation-Aviation. (1911). *Artistic depiction of the aerial bombardment of Venice in 1849 by Max de Nansouty*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://www.researchgate.net/figure/Artistic-depiction-of-the-aerial-bombardment-of-Venice-in-1849-Artwork-from-fig2-328346254>

Airbus. (2014). *Airbus Global Market Forecast 2015–2034*. Pridobljeno 24. 7. 2024 z naslova <https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2021-07/Global-Market-Forecast-presentation-Andrew-Gordon-Redburn.pdf>

Amazon's delivery drone hive looks like it came from a sci-fi movie nightmare. (2017). Seattle: Amazon Illustration. Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova <https://www.geekwire.com/2017/amazons-delivery-drone-hive-looks-like-came-sci-fi-movie-nightmare/>

Aurambout, J. P., Gkoumas K. in Ciuffo B. (2019). *Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across European cities*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0368-2>

AV Living Lab. (2024). *About AV Living Lab*. Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova <https://avlivinglab.com/about-av-living-lab/>

Barclays. (2014). *The Last Mile Exploring – the online purchasing and delivery journey*. Pridobljeno 21. 7. 2024 z naslova <https://www.utikad.org.tr/images/BilgiBankasi/thelastmileexploringtheonlinepurchasinganddeliveryjourney-7912.pdf>

BIEK. (2022). Impulsgeber mit innovationskraft. KEP-Studie 2022 – Analyse des Marktes in Deutschland. Pridobljeno 21. 7. 2024 z naslova <https://bpex-ev.de/download.html?getfile=BIEK KEP-Studie 2022.pdf>

Certified Category – Civil Drones. (2021). Cologne: European Union Aviation Safety Agency (EASA). Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/certified-category-civil-drones>

Daly, D. (2023). *A Not-So-Short History of Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*. Pridobljeno 20. 5. 2024 z naslova <https://consortiq.com/uas-resources/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs>

EASA. (b. l.). *Upravljanje brezpilotnih zrakoplovov v bližini ljudi*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova <https://www.easa.europa.eu/sl/light/topics/flying-drones-close-people>

EASA. (2022). *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova <https://www.slideshare.net/slideshow/earforuasrevisionfromseptember2022-4pdf/259674121>

Elroy Air. *Elroy Air Website*. (2024). Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://www.elroyair.com/>

EU Drone Port. (b. l.). *Drones Open Category*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova <https://eudroneport.com/blog/drones-open-category/>

Izvedbena uredba evropske komisije. (2019). *O pravilih in postopkih za upravljanje brezpilotnih zrakoplovov*. Pridobljeno 10. 7. 2024 z naslova <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN>

Jordan, J. (2019). *Large unmanned cargo aircraft set to take off, despite regulatory challenges*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://www.aircargonews.net/airlines/freighter-operator/large-unmanned-cargo-aircraft-set-to-take-off-despite-regulatory-challenges/>

Launchsquad. (2024). *Photo of Zipline drone*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://launchsquad.com/case/zipline>

National museum of United States air force. (2024). *Kettering Aerial Torpedo 'Bug' (photo 27/28)*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/>

OneDrone. (2024a). *O podjetju OneDrone*. Pridobljeno 12. 7. 2024 z naslova <https://onedrone.si/o-nas/>

OneDrone. (2024b). *O produkciji podjetja OneDrone*. Pridobljeno 12. 7. 2024 z naslova <https://onedrone.si/produkcija/>

OneDrone. (2024c). *Akademija podjetja OneDrone*. Pridobljeno 12. 7. 2024 z naslova <https://onedrone.si/akademija/>

OneDrone. (2024d). *Izobraževalni center podjetja OneDrone*. Pridobljeno 12. 7. 2024 z naslova <https://onedrone.si/resitve/izobrazevalni-center/>

OneDrone. (2024e). *Servis in tehnična podpora podjetja OneDrone*. Pridobljeno 12. 7. 2024 z naslova <https://onedrone.si/resitve/servis-in-tehnicna-podpora/>

Sudbury, A. W. in Hutchinson, E. B. (2016). *A Cost Analysis of Amazon Prime Air (Drone Delivery)*. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova <https://ideas.repec.org/a/mts/jrnlee/v16y2016i1p1-12.html>

SESAR Joint Undertaking. (2016). *European Drones Outlook Study – Unlocking the value for Europe*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf

SESAR Joint Undertaking. (2017). *U-Space, Blueprint*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/U-space%20Blueprint%20brochure%20final.PDF>

Pošta Slovenije. (2024a). *Osnovne informacije*. Pridobljeno 10. 9. 2024 z naslova <https://www.posta.si/o-nas/predstavitev/osnovne-informacije>

Pošta Slovenije. (2024b). *Zgodovina Pošte Slovenije*. Pridobljeno 10. 9. 2024 z naslova <https://www.posta.si/o-nas/predstavitev/posta-nekoc>

Pošta Slovenije. (2024c). *Pošta Slovenije začenja s prvimi poskusnimi leti z brezpilotnimi letalniki*. Pridobljeno 10. 9. 2024 z naslova <https://www.posta.si/landing/dostava-paketa-z-dronom>

Pošta Slovenije. (2024d). *Slika brezpilotnega letalnika Pošte Slovenije*. Pridobljeno 10. 9. 2024 z naslova <https://www.posta.si/PublishingImages/idron-content-04.jpg>

PwC. (2018). *Skies without limits: Drones – taking the UK's economy to new heights*. (2018). London: PwC. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova

<https://www.pwc.co.uk/intelligent-digital/drones/Drones-impact-on-the-UK-economy-FINAL.pdf>

Specific Operations Risk Assessment (SORA). (b. l.). Cologne: European Union Aviation Safety Agency (EASA). Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone/specific-category-civil-drones/specific-operations-risk-assessment-sora>

UAMschool4cities. (2024). *About the project*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova <https://uamschool4cities.eu/about-the-project/our-aim/>

Urban Air Mobility – The rise of a new mode of transportation. (2018). Munich: Roland Berger. Pridobljeno 5. 7. 2024 z naslova https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/Roland_Berger_Urban_Air_Mobility.pdf

YouTube. (2022). *AV Living Lab: an ambassador of Slovenian Economy*. Pridobljeno 8. 7. 2024 z naslova https://www.youtube.com/watch?v=hO4qGTY1G-s&ab_channel=AVLivingLab

YouTube. (2021). *The Spirit of Slovenian Mobility: The best of Urban Air Mobility*. Pridobljeno 9. 7. 2024 z naslova https://www.youtube.com/watch?v=-dsbhma4A6q&ab_channel=AVLivingLab

PRILOGA

Priloga 1: Intervju z Blažem Vukelićem iz AV Living Lab, 17. 5. 2024

Pošta Slovenije je opravila tri poskusne polete z droni. Zanima me, ali ste pri tem sodelovali tudi AV Living Lab?

Blaž: Ne, pri teh poskusnih poletih nismo bili zraven, a s Pošto Slovenije sodelujemo na drugih projektih. Sodelujemo pri oblikovanju programa »UAM school for cities« oz. izobraževanja. Cilj tega izobraževanja je, da izobrazimo predstavnike mest oz. ključne mestne odločevalce, da začnejo delati na tem področju in začnejo razmišljati o globalni zračni mobilnosti. Npr. ko občine začnejo pripravljati neke dolgoročne in obsežne študije, da vanje vključijo tudi to obliko mobilnosti. Praktičnih primerov, kjer bi bili droni uporabljeni v logistične namene, je v Sloveniji precej malo. Tudi zakonodaja je na tem področju precej konservativna. V praksi to pomeni, da bo Pošta Slovenije rekla, da raje pošljejo kombi za prevoz enega majhnega paketa, kot da bi ena oseba nadzorovala en dron, pri dostavi tega malega paketa. Šele ko bo razvita neka avtomatizacija in sistemizacija, bo postala bolj pogosta za uporabo. Potem pa je tukaj še ta vidik »U-space«, ki predstavlja zračni prostor nad mesti, ki je z državo malo »kura–jajce«. Na eni strani država pričakuje pritisk od gospodarstva v tej smeri, namesto da bi država vzpostavila sistem, da bi gospodarstvo začelo razmišljati v tej smeri. Vzpostavljamo neke osnove, sicer pa tudi mi ne vemo, kako bo ta zadeva na koncu res videti.

Ko sva ravno pri »U-space«, kakšno je stanje v Sloveniji?

Blaž: Podjetje OneDrone je podjetje v Sloveniji, ki se s tem precej ukvarja. Drugi, ki se precej ukvarja s tem področjem, pa je Inštitut za razvoj brezpilotnih sistemov (IRBS). Gasilska zveza Slovenije je skupaj z njimi pripravila operativni priročnik za gasilce, tako da to področje res dobro poznajo. Glede »U-space« pa je tako, da smo imeli ob zaključku našega izobraževanja »UAM school for cities« okroglo mizo, na kateri smo ugotovili, da je predvsem odgovornost države vzpostaviti takšen sistem. Veliko uporabnih primerov že obstaja, ki so povezani z nekim občasnim nadzorom, ogledov infrastrukture ali geodetskih meritev itd. Na drugi strani pa nimamo uporabnih primerov, ki niso povezani s stroškovnimi koristmi (npr. prevoz medicinskih pripomočkov). Bile so izvedene le demonstracije, ki so bile medijsko precej izpostavljene. V gospodarstvu vsak razmišlja v okviru manjših stroškov: ali bi zmanjšali neke stroške, če bi ena oseba upravljala en dron. Verjetno ne, ker jih je običajno več. Predvsem manjši droni so občutljivi na vremenske vplive (tukaj je še kar nekaj omejitev). Mi se trudimo, da na področje avtonomne mobilnosti gledamo čim bolj široko in ni nujno, da je dron vedno najboljša rešitev. Nekaj časa se je veliko govorilo o dronih, ki bodo dostavljali stvari, zdaj pa vidimo, da bodo dostavni roboti za neka mesta bolj primerni, učinkoviti in manj invazivni. V tem procesu je zelo pomemben »social acceptance« – koliko so ljudje pripravljeni sprejeti drone v svoje okolje. Kristjan ti bo povedal za primer neke konference, kjer je eden izmed

obiskovalcev dvignil roko in rekel, da če bomo leteli nad njim, bo v dron ustrelil s puško. In s tem imajo nekateri ljudje občutek, da jih z droni nekdo nadzira. Ta vidik zasebnosti je tudi zelo pomemben.

Tudi po mojem mnenju uporaba dronov v mestih ni tako pomembna, kot bi bila lahko za odročna mesta in vasi. Tudi mladi bi se morda bolj pogosto odločili za življenje na odročnih mestih, če bi imeli možnost dostave (npr. hrane) na takšen način.

Blaž: Na primer tudi za BTC bi bilo to zanimivo, saj je bil nekoč na Kristalni palači predviden heliport, ki kasneje ni dobil uporabnega dovoljenja, je pa vzpostavljen koridor. Ko bi bil vzpostavljen »U-space«, je načeloma videti tako, da bi vzpostavili neke koridorje, kjer bi droni lahko leteli. Npr. nad Ljubljano, kjer bi bilo tveganje še najmanjše v smislu letenja nad ljudmi. OneDrone podjetje in IRBS izvajajo polete, pripravljajo priročnike itd. Mi smo bolj del razvojno-raziskovalnih projektov, katerih namen je delati en korak naprej in vključevati ljudi ter od njih pridobiti mnenje, česa si želijo, kaj so možna tveganja, kaj so njihovi strahovi itd.

Ko sem preučeval mnenje ljudi o dronih (študija žal ni bila opravljena na območju Slovenije), je nekje 50 % ljudi naklonjenih dronom, odstotek pa se seveda dvigne, ko govorimo o medicinski pomoči. Najmanj so dronom naklonjene starejše generacije.

Blaž: Tudi iz naših izkušenj, ko smo imeli kakšne demonstracijske primere, ko smo imeli v uporabi robota v AV Living Labu, je bila ciljna publika starejša populacija. In dobili smo zelo pozitivne rezultate. Če znaš tehnologijo na pravi način prikazati in je njen namen npr. medicinska pomoč, gasilstvo itd., je sprejemljivost te tehnologije večja. Če pa to tehnologijo uporabljaš za dostavo ali transport ljudi, je mnenje bolj negativno.

Imate mogoče kaj več informacij na področju transportne uporabe dronov? Želel sem pristopiti do podjetja Pipistrel, kjer raziskujejo možnost uporabe kargo dronov, vendar sem prejel odgovor, da informacij žal ne morejo deliti z mano, saj so zaupne narave.

Blaž: Tu bo najboljši naslov podjetje OneDrone. Oni izvajajo teste, vedo, kakšne so omejitve dronov.

Kakšen je po vašem mnenju doprinos »UAM school for cities« na tem področju?

Blaž: Sedaj sodelujemo s Pošto Slovenije, kjer bomo testirali avtonomne robote. Skupaj razvijamo platformo, ki bo na podlagi različnih parametrov določila, na kakšen način naj pošiljka pride od točke A do točke B. Ta bo upošteval ne samo stroškovni vidik, ampak tudi ogljični odtis, kakšno je vreme, kakšna je dosegljivost itd. In šele takrat, ko imaš platformo ali neki sistem, se lahko odločiš, kakšen je najboljši način za transport. Za nekoga, ki dela dron, bo rekel, da je dron najboljši. Če pa gledaš na

področje celostno, sproti ugotavljaš, kako je najbolje priti od točke A do točke B. Primer: če ima helikopter na nujni vožnji Maribor–Ljubljana slabo vreme, pošlješ rešilca. Upoštevaš vse parametre. Seveda je odvisno tudi od tovora. Če gre za nujni prevoz medicinskih pripomočkov, bo prioriteta najvišja in bomo uporabili dron, ki bo to dostavil najhitreje. Če bo slabo vreme in na cesti gneča, bomo npr. poslali nekoga s kolesom ali poslali avtonomnega robota. Mislim, da se bomo sčasoma, ko bo veliko tehnologij na voljo in bo avtomatizacija na višjem nivoju, lahko bolj prilagajali, kateri način transporta je najbolj optimalen. Pri dronih vidim najbolj primerno uporabo pri ad-hoc primerih, ko preverjaš neko infrastrukturo itd. Zavarovalniški izvedenci npr. sedaj ne potrebujejo več orodja za pregledovanje streh, pošljejo dron in preverijo stanje. Izvedbeno, varnostno in stroškovno so bolj optimalni. Potem pri izrednih medicinskih primerih, ko bo moral npr. defibrilator prispeti na lokacijo, kjer se je zgodila nesreča. Ali pri preverjanju nesreč, kot so požari, in jih lahko na takšen način tudi nadziraš, kam se širijo itd. Velikost »U-space« bo odvisna tudi od lokalnih skupnosti, ki bodo same izrazile, koliko dovolijo uporabiti drone (npr. za videz mesta). V Evropi damo veliko na videz mesta, na mir in tišino (v primerjavi z večjimi velemesti) in smo pozorni, kako bi to vplivalo na zvočno onesnaževanje in varnost. Droni niso najbolj tihi in je potrebna izboljšava tudi na tem področju. Droni so podvrženi vremenu in bo treba upoštevati te spremembe, ki jih pri transportu po tleh ne potrebuješ.

Tudi tu vidimo napredke, pri ameriškem podjetju Zipline je dron letel in prispel na svoj cilj kljub orkanu.

Blaž: To je povezano s tem, koliko je dron močan. Moramo upoštevati tudi čas uporabe baterije, saj imajo omejeno kapaciteto. Tu moramo biti pozorni, kako bomo zagotovili, da bo stvar dolgo časa delovala. Naš namen je bil predvsem izobraziti mestne odločevalce, da pridobijo osnovne informacije in da vedo, o čem se pogovarjajo. To, kar ugotavljamo tudi pri drugih projektih, je, da gledaš na zadevo celostno. Lahko npr. dron dostavi paket do paketomata, nato pa avtonomno vozilo dostavi paket do osebe. Enako je pri transportu ljudi, npr. da se pri postaji za vlak naredijo parkirišča oz. da imaš možnost prestavljanja.

Se ukvarjate tudi z notranjo logistiko?

Blaž: Ne, ukvarjamo se bolj z urbano, zunanjo logistiko. S tem bi šli v tretjo dimenzijo, kar pomeni, da bi bilo za kakšna skladišča dobro, a se s tem področjem ne ukvarjamo. Mislim, da imamo v Sloveniji podjetje iz Dolenjske TTV??, kjer delajo posebne avtomatizirane vozičke za interni transport. A spet, to niso droni, to je neka talna oblika mobilnosti. V Dubaju imajo drone, ki čistijo okna. Implementacija nove zakonodaje je odvisna od države in v kolikšni meri ta dopušča inovacije. Ali se gremo hiper regulacijo ali pa dopušča več možnosti (kot npr. Amerika).

Najlepša hvala za pogovor!

Priloga 2: Intervju z Janezom Nebecem – vodja letalskih operacij iz podjetja OneDrone, 15. 11. 2024

Sem izredni študent logistike in pišem diplomsko delo na temo uporabe brezpilotnih letal v namene slovenske logistike. Zanima me predvsem vaš projekt s Pošto Slovenije, trenutna zakonodaja na tem področju ter prihodnost te vrste logistike. Govoril sem že z AV Living Labom, potem se dogovarjam za intervju z g. Kristijanom Perčičem iz Pošte Slovenije.

Janez: Tako je, Kristijan je bil pobudnik akcije pri Pošti Slovenije.

Mi lahko poveste, kako je potekal vaš projekt, kako ste ga izpeljali?

Janez: Bom sprva razložil nekaj osnov za lažje razumevanje. Ta dostava Pošte Slovenije se dejansko ni zgodila, vendar je bila to reklama, ki je predstavljala demonstracijo tehnologije. V tistem času, ko smo delali Pošto Slovenije, še ni bilo zakonodaje, ki nam bi to omogočila. S tem projektom smo želeli demonstrirati, da se to da narediti. Tehnično bi bil ta polet popolnoma izvedljiv, zakonsko pa še ne. Prva prava dronska dostava je bila dostava bureka od Burek Olimpije Iani. To je bila prva uspešna dostava, ko smo od Bureka Olimpija do Ljubljanskega gradu dostavili burek in jogurt.

Zdaj bi se rad dotaknil zakonodaje. Enotna evropska zakonodaja, ki velja tudi v Sloveniji, že omogoča tudi letenje z droni na večjih razdaljah. Tudi za letenje z droni za namen dostave. Zakonodaja se ne ukvarja s tem, ali dostavljaš ali snemaš ali samo letaš, vendar se ukvarja z varnostjo. Torej, kaj se bo zgodilo, če bi dron treščil na tla, kaj bi se zgodilo, če bi se nekaj zaletelo v letalo s posadko. Predvsem je problem te zakonodaje, kadar dron leti izven vidnega polja pilota. Pilot je tisti, ki ima v roki ves nadzor nad letalom, in če pilot drona ne vidi, je treba na neki način zagotavljati, da se ta dron ne bo zaletel z drugimi letali v zraku. To se da narediti na nekaj načinov: en način je letenje na zelo nizkih višinah (do 30 metrov nad zemljo). Po tem scenariju se da nad redko poseljenimi območji že izvajati dostavo. Kadar pa potrebujemo večje višine, potrebujemo pa: ali opazovalca zračnega prostora (kar je zelo neracionalna stvar in tehnično neučinkovito) ali zaprt zračni prostor, kar je v praksi težko doseči, ali pa potrebujemo neko ureditev zračnega prostora za drone, čemur se reče »U-space«. Zakonodaja po »U-space« tudi že obstaja, samo da teh operativnih »U-space« še ni. Ko bodo »U-space« začeli delovati, bomo dobili okolje, v katerem se bodo dronske dostave lahko dogajale. To je zakonodajni del. Potem se lahko dotakneva praktičnega dela: kje je računica? Danes dron za dostavo na ključ, ki bo nesel 30 kg približno 15 km daleč – lahko si pogledate »[DJI FlySafe](#)«, ki ima gor vse specifikacije, stane 30.000 EUR. To niti ni več tak strošek, ampak to pride še vedno v poštev za takšne situacije, ko je treba stvari dostaviti na kakšne odročne kraje. Da bi droni dostavljali pice in bureke, od tega smo pa še kar daleč. Tehnika je, pravila so, infrastrukture še ni, hkrati pa tudi ni dosti resnih podjetij, ki bi bila pripravljena v to investirati.

Je »U-space« vaše podjetje?

Janez: Tako je, to je naše podjetje. Mi o »U-space« že kar nekaj vemo. Ampak takole čez palec računati, da bi vzpostavili »U-space« v Sloveniji, bi nas stalo 2 milijona. Jasno, mi tega denarja nimamo. Tukaj bi morala biti država tista, ki bi vzpostavila neko osnovno infrastrukturo.

Prebral sem priročnik o »U-space«, v katerem je uvod napisala Violeta Bulc.

Janez: V času Violete Bulc je bilo to še na teoretični ravni. Zdaj pa je v veljavi Evropska uredba 2021–664. To so regulative in okvirji za »U-space«. Pravila obstajajo, so zelo jasno določena, ima pa »U-space« nekaj elementov – predvsem sektor zračnega prostora, ki ga mora dodeliti država. Brez države torej ne gre. Potem bi potrebovali še en državni servis, ki se mu reče Skupne informacijske službe, ki bi skrbel za izmenjavo informacij, potem bi se pa v »U-space« začelo delati. Za zdaj pri nas v državi ni nikakršnega interesa, da bi se to vzpostavilo.

Trenutno pa je Javna agencija za javno letalstvo odgovorna za vse polete v Sloveniji?

Janez: Ne, oni so pristojni organ. Oni izdajajo operativna dovoljenja tistim, ki delajo z droni. Pri njih se delajo izpiti in oni nadzirajo izvajanje zakonodaje. Niso pa odgovorni za to, da bi ustvarjali kakršnekoli pogoje za to. Bolj je Ministrstvo za infrastrukturo tisto, ki bi moralo ustvarjati pogoje.

Ali vidite, da bi se v roku 5 do 10 let to lahko spremenilo?

Janez: Dajte si malo pogledati »Future I dock«, to so avtomatski droni, ki vzletajo iz škatel. To je že sedanost. Mi imamo dva takšna »docka« že instalirana v Sloveniji in smo v postopku pridobivanja dovoljenj. To je prvi korak k prihodnosti. Prihodnost dronov je brez človeka. Človek pri dronu je motnja v sistemu, saj je za vse težave in nesreče kriv človek. Prvi korak, ki je že danes, so ti avtomatski droni, t. i. »docki«, ki jih imamo v Sloveniji že operativne. Prihodnost pa je vsekakor avtomatski promet z droni. Ko se bo to zgodilo, bomo mi na vsak način zraven, verjamem, da se bo to zgodilo prej, kot bomo mi šli v penzijo, lahko pa tudi ne. Verjamem, da se bo to zgodilo optimistično 5 let ali 10 let od zdaj.

To je slišati odlično, saj z vsemi, ki sem do sedaj govoril, vidijo prihodnost bolj v avtonomnih avtomobilih.

Janez: Morate nekaj vedeti. Dron moraš najprej potrebovati. Če drona potrebuješ in če je posel dovolj velik, potem bo tisti, ki ta posel ima, prisilil državo, da bo ustvarila prave pogoje. Za zdaj ni nobenega tako velikega posla, govoriva o poslu, ki bi z droni prihranil milijone, da bi se nekemu velikemu podjetju izplačalo prisiliti državo v vzpostavitev infrastrukture. Zagotovo pa to prihaja. Če gledava geodete, oni brez dronov sploh ne znajo več delovati. Vse načrtovanje prostora sedaj brez dronov ne gre več. Naslednje, kar prihaja, so pregledi objektov. Podjetje Eles je na tem področju pri nas vodilno, že dolgo časa pri tem uporabljajo drone in se razvijajo v smer

avtomatskih poletov dronov. Potem prihaja industrija varovanja, prav tako bo veliko avtomatskega letenja v kmetijstvu, potem pa pride na vrsto šele kargo oz. transportna logistika. Vsekakor pa to prihaja. Najprej bi rekel pri nekih osamljenih primerih, kjer bo material treba nujno dostaviti na neko odročno lokacijo. V primerih zaščite in reševanja v naravnih nesrečah. Potem pa tam, kjer se bo splačalo. Sama cena dostave kg po zraku je poceni. To je dejavnik, ki je 10-krat cenejši od helikopterja, samo za zdaj so problemi še s pravili.

In infrastrukturo.

Janez: Tako je. Nujna dostava zdravil ali laboratorijskih vzorcev, če je gneča v mestu in ne moreš iti z avtom po cesti. Ne pa dostava burekov in pic po mestu.

Ja, to si težko predstavljam, toliko dronov v zraku.

Janez: V »U-space« prostoru bi to bilo mogoče.

Ko sem bral, kakšna je naklonjenost ljudi takšni dostavi, je v redu, kadar gre za neko nujno stvar, naklonjenost pade, ko se pogovarjamo o običajni dostavi paketov.

Janez: Kadar je nujno, je strošek na prvi strani. Ko ti DHL pripelje nekaj s kombijem, tako poceni dostave ne moreš narediti na noben drug način. Mi sledimo vsem premikom, ki se dogajajo na dronski logistiki po svetu. Na primer, v Afriki se da vse. Kar se pa tiče »Zipline«, imamo pri nas podjetje, imenovano »ElevonX«, to so letala, s katerimi delamo projekt za Združene narode, pri katerem bomo urejali dostavo zdravil na Madagaskarju. Za zdaj je to v poskusni fazi, če bo stvar uspešna, lahko »Zipline« zraste v nekaj podobnega. »ElevonX« je naše partnersko podjetje, kjer smo solastniki. Pri OneDrone se ukvarjamo z usposabljanjem, zakonodajo, fit-managementom in z izvajanjem storitev v Sloveniji. »ElevonX« pa je razvojno in proizvodno podjetje, ki razvija in proizvaja ta letala. Pri dronu od Pošte je ogromno delovodov. Bolj primeren model letala za dostavo pri pošti bi bil dron, imenovan Tango. Letalo Sierra, ki smo ga uporabili, ne more nositi večjega tovora od 2 kg. Tango pa ima večji tovorni prostor v trupu, ki nese do 5 kg. To je prava kargo verzija. Na Madagaskarju bomo delali s temi letali. In vedno, kadar so želje po prenosu tovora, je ta model letala bolj primeren.

Najlepša hvala za vse vaše informacije, res so zelo koristne in informativne!

Priloga 3: Intervju s Kristijanom Perčičem iz Pošte Slovenije, 5. 12. 2024

Kaj je bil povod za izpeljavo takšnega projekta in kakšni so bili vaši cilji?

Kristijan: Teh poizkusov je bilo v poštni industriji že precej.

Nas je spodbudilo dejstvo, da je EU sprejela eno pomembno regulativo, ki je prišla v veljavo leta 2022. Ko smo to dobro preučili, smo videli, da obstajajo realne možnosti za avtonomno dostavo po zraku v prihodnosti, seveda pod določenimi pogoji (ustrezni droni, ustrezni sistemi za nadzor in upravljanje, ustrezne kompetence in znanja organizacije in posameznikov itd.). Zato smo to področje začeli bolj intenzivno preučevati (najprej vse zakonodajne in organizacijske omejitve, tehnološko zrelost dronov itd.).

Ker smo se zavedali, da kot organizacija nimamo niti ustrezne opreme niti znanj in kompetenc, smo poiskali najbolj izkušene na tem področju. Podjetje OneDrone je imelo takrat vse potrebno za izvedbo tako kompleksnih operacij. K sreči nam je uspelo najti skupno pot in začeli načrtovati operacije, ki jih potrebujemo, da si dokažemo vse, kar potrebujemo, preden usmerimo večje napore in investicije na to področje.

Kot prvi cilj smo si zastavili dostavo na težko dostopne lokacije. Uvodno smo preizkusili dostavo na Poštarski dom v Triglavskem narodnem parku, kjer smo izvedli prvo in zadnjo fazo leta z namenom testiranja morebitnih nepredvidljivih vetrov in pristajanja v zelo omejenih okoliščinah. O tem dogodku smo pripravili tudi reportažo, ki smo jo objavili.

Po izjemnih odzivih leta na Poštarski dom smo identificirali kar nekaj potencialnih poslovnih uporabnikov tovrstnih storitev, ki bi bili pripravljene podpreti novo storitev, še preden bo redno vzpostavljena. Tako smo nadaljevali s setom testiranj, ki smo jih zastavili skupaj s podjetjem OneDrone.

Potencialni partner – Bolnišnica Topolšica je z nami testirala dostavo krvnih vzorcev iz bližnjega zdravstvenega doma, kjer smo opravili že daljši let. Uporabili smo serijsko izdelan UAV, ki smo ga nadgradili s posebno škatlo za prenos krvnih vzorcev, ki se v bolnišnico pošiljajo z namenom, da se opravijo laboratorijske preiskave. Z njimi smo načrtovali tudi daljše testno obdobje izvajanja dostav 5-krat dnevno iz bližnje bolnišnice v Velenju. V načrtu je bil 6-mesečni projekt dostav, ki bi ga sofinancirali z nacionalnimi ali evropskimi sredstvi iz mehanizmov za raziskave in razvoj. Zakaj potrebuješ takšne teste? Zato, ker gre za izjemno visoka tveganja in si primoran zelo natančno preveriti vse. Od tega, kako se UAV obnašajo v mejnih pogojih, kolikšne so lahko obremenitve, servisni intervali, obraba motorjev, rotorjev, baterij ... Skratka nešteto pomembnih dejavnikov. Trasa med Bolnišnico Topolšica in Velenjsko bolnico se nam je zdela dober približek, saj je 95 % trase nad gozdom. Tega daljšega obdobja testiranja zaradi slabih odzivov domenskega ministrstva nismo začeli izvajati. Razlog za to je bil, da je zahtevan vložek bil precej večji od prvih pilotnih aktivnosti, ministrstvo

pa ni pokazalo nobenega resnega zanimanja za prilagoditev zakonodaje in vzpostavitev nujnih servisov, ki so v domeni države.

Kakšne vrste brezpilotnih letal ste uporabili za poskusne lete in kaj so bili predmeti dostave?

Kristijan: Za prvi let smo uporabili letalnik VTOL od ElevonX (slovensko podjetje za izdelavo izvidniških dronov, ki sodeluje tudi s slovensko vojsko). Gre za tako imenovani VTOL, ki vzleta vertikalno in potem leti horizontalno. Dron je bil najprej narejen za vojsko in služi kot izvidniški dron, ki lahko pristane tudi v morju in ga lahko ponovno uporabimo.

Omogoča bistveno daljše letenje, obremenitev dodatnega bremena je približno 2 kg.



Vir: osebni arhiv g. Perčiča.

Tole je dron, s katerim smo dostavili krvne vzorce:



Vir: osebni arhiv g. Perčiča.



Vir: osebni arhiv g. Perčiča.

Z istim dronom smo izvedli še dostavo defibrilatorja za eno društvo, kar se je izkazalo kot zelo uporabno.

Sledile so priprave še za morebitne redne lete, povezane s krvnimi vzorci, kjer smo pripravili še eno tipsko Matrico od DJI, da lahko z njo opravljamo dostave. Dodana je posebna škatla, ki smo jo želeli uporabiti, je pa ta škatla bila nazadnje uporabljena pri dostavi bureka na grad v Ljubljani.



Vir: osebni arhiv g. Perčiča.

Vse akcije so bile izvedene v sodelovanju z OneDrone, vsi droni so bili njihova last in smo jih tudi najemali.

V samem procesu smo vzpostavili vse potrebno, da je PS postala operater za drone, vzpostavili smo tudi sistem za upravljanje in nadzor (dronov, baterij, vzdrževalnih posegov, incidentov, ure letenja, vse potrebne licence operaterjev itd.), pripravo operativnih priročnikov, ocenjevanje tveganj in ukrepanje. V sklopu tega smo tudi izobrazili približno 50 ljudi, ki so z droni opravljali različna opravila. V fazi pridobivanja licenc in predvsem zbiranja potrebnih ur za letenje smo nabavili manjše drone, ki še danes služijo predvsem za nadzor kritične infrastrukture (streh, povezovalnih vodov itd.), marketinške aktivnosti (različna snemanja in fotografiranja) ter treningu zaposlenih.

Ali menite, da obstajajo območja, ki so bolj primerna za dostavo blaga z brezpilotnimi letali?

Kristijan: Za letenje z droni je kljub vsem omejitvam (letališča, naseljena območja itd.) še veliko možnosti za različne kompleksne operacije oz. operacije posebne kategorije. Eno sem že omenil, vsekakor pa so tu še različne možnosti, predvsem visoko ležeče kmetije, kočice itd., ki bi lahko to tehnologijo uporabile za redne in izredne dostave. Tudi na Ljubljanskem barju so identificirali eno od možnosti – bolj kot problem z lokacijami letenja so problemi, vezani na zakonodajo in predpise (za posebne operacije potrebuješ posebno certificiranje, prav tako manjka neki celoviti sistem »U-space«, ki bi omogočal vse, kar je potrebno za učinkovito načrtovanje, odobravanje in izvajanje operacij). To področje smo nekako videli kot priložnost, da se slovenska državna podjetja (ki že uporabljajo tehnologijo dronov v procesih)

povežemo in skupaj ustvarimo t. i. »U-space« (Telekom, SŽ, ELES, DARS in raziskovalne institucije), ki bi nam lahko zagotovil hitrejšo in enostavnejšo uporabo dronov v procesih.

Katere prednosti in slabosti bi izpostavili pri uporabi brezpilotnih letal v slovenski logistiki? Katere so omejitve, ki jih trenutno vidite pri tehnologiji brezpilotnih letal, ki bi lahko vplivala na obsežnejšo uporabo za dostavo pošilk?

Kristijan: Ob že omenjeni zakonodaji naj poudarim še eno dejstvo, ki ključno zavira vse operacije. To je domet oz. sposobnost skladiščenja energije v baterijah. Za številne operacije je bil problem predvsem doseg, sploh ko letalnike obremeniš z dodatnimi bremenami. Bili smo tudi v pogovorih s podjetjem Pipistrel, ki je takrat začelo razvijati prototip Nuvia, ki mislim, da je danes že na voljo z nosilnostjo več 100 kg. Tudi v svetu logistike so veliki igralci, kot so DB Schenker, razvili drone za prenos večjih bremen (400 kg). Ti droni pa niso več uporabni za dostavo v zadnjem kilometru, ampak omogočajo dostavo med različnimi primestnimi in mestnimi logističnimi centri. V zadnjem kilometru je zelo aktiven startup Mana, ki v Galwayu dostavlja hrano v pretežno ruralnem območju. Značilnost njihovih dostav je, da se dron pri dostavi ne spusti na tla do prejemnika, ampak spusti paket preko t. i. zipline in ga odloži. Tudi z njimi smo imeli več sestankov in preverjali ustreznost njihovih rešitev za svoje dostave.

Torej, če bi imeli letalniki sposobnost dostave recimo 10–20 kg na trasi približno 100–150 kilometrov, bi se nekako dalo vzpostaviti neki hitri križ po Sloveniji za naš sistem hitre pošte. Vsekakor pa je slabost to, da v vseh pogojih ti letalniki ne morejo leteti. Po analizah smo ugotovili, da je malo časa vreme po celotni trasi LJ–MB enako in se ne spreminja. Tudi če bi imeli vzpostavljen sistem »U-space«, ki bi rezerviral traso za neko časovno območje in bi to videli vsi akterji v zračnem prostoru, bi se morali droni umikati helikopterju na nujni vožnji).

Prav tako moramo omeniti, da je uporaba brezpilotnih letalnikov smiselna, ko iz procesa lahko izvzameš človeka. Po trenutni zakonodaji lahko letimo samo v vidnem območju, kar pomeni, da bi za dostavo na treh kilometrih potrebovali opazovalce, ki bi dron vizualno prevzeli in ga imeli pod nadzorom. To je primerno za testne aktivnosti, ne pa za produkcijo, ki se tudi zaradi potrebe po certificiranem »U-space« nekako časovno oddaljuje.

Same tehnologije 4G in 5G ter radijska povezava pa že v kombinaciji z GPS dovolj dobro delujejo za letenje nad nenaseljenimi območji.

Ker trenutna zakonodaja ni naklonjena dostavi blaga z brezpilotnimi letali, ste morda ubrali kakšno drugačno pot dostave od tradicionalne?

Kristijan: Zaradi vseh omejitev in nedorečenosti smo svoje sile usmerili v avtonomna dostavna vozila, kjer trenutno sodelujemo v razvojno-raziskovalnem projektu EU komisije. Slovenski partnerji (PS, FGPA in AVLL) bomo tako izvedli demonstracijsko pilotne aktivnosti z dostavo avtonomnih dostavnih vozičkov na območju BTC LJ. Ta tehnologija je iz vidika varnosti predvsem bolj varna in tehnološko manj zahtevna. Na trgu je več ponudnikov, ki zagotavljajo tako ADR, ki je za vožnjo v prometu (CLEVON), do številnih drugih, ki so namenjeni za zaprta območja – pešcone (Starship, Otonnomy, TwenswHell). S podjetjem Twenswheel smo sklenili dogovor o testiranju njihovega dostavnega robota v zaprtih mestnih jedrih. V začetku 2025 bomo začeli izobraževalne aktivnosti in izvajanje v pilotnih projektih v različnih mestnih jedrih, ki so zaprta za promet.

Tudi ustrezna ministrstva kažejo precejšen interes za sodelovanje in pripravo ustreznih zakonodajnih okvirjev, kjer je cilj avtonomija vsaj do 4. stopnje (0–5 po SAE), kar pomeni, da en operater lahko na daljavo nadzira in prevzema vsaj 10 vozil.

Najlepša hvala za vse informativne in koristne informacije!