

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY



Konferencia UAV 2023

Kód projektu: 313011V422

„Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV“

ISBN 978-80-553-4389-1

2023

Zborník z konferencie UAV 2023

Vydavateľ: Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach
Letná 9, 040 01 Košice, Slovenská republika

Dátum vydania: máj 2023

Tlač: 50 kusov CD

Jazyk: slovenský, anglický

Strán: 86

Predseda redakčnej rady: doc. Ing. Ján Genči, PhD.

Odborní garanti: prof. RNDr. Peter Vojtáš, DrSc.
doc. Ing. Ján Genči, PhD.
Ing. Štefan Mičko

Programový výbor: Ing. Juraj Vojtáš
doc. Ing. František Jakab, PhD.
Ing. Roman Hraško
Ing. Ondrej Kainz, PhD.

Editor: Ing. Miroslav Michalko, PhD.

O konferencii UAV 2023

Projektová konferencia UAV 2023 bola organizovaná na pôde Technickej univerzity v Košiciach, v rámci prezentačných priestorov Univerziténeho vedeckého parku TECHNICOM, v dňoch 11. – 12. 5. 2023, v rámci projektu:

Názov projektu: Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV

Kód projektu: 313011V422

Prijímateľ NFP: GLOBESY, s.r.o.

Partneri: Qintec a.s.

YMS, a.s.

Technická univerzita v Košiciach (TUKE)

Žilinská univerzita v Žiline (UNIZA)

(ďalej len „projekt UAV“).

Projekt UAV je spolufinancovaný z prostriedkov Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra.



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020

Riadiaci orgán:



MINISTERSTVO
DOPRAVY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

V zastúpení na základe splnomocnenia:



VÝSKUMNÁ
AGENTÚRA

Obsah

Csaba SZABÓ, Ján KAŠPÁREK

Simulátor letu drónom: model, architektúra a overenie prototypu skúškou 6

Ivan ILAVSKÝ, Peter BOBÁL, Radovan HILBERT, Tomáš IVAN

Využitie virtuálnej reality pre vizualizáciu výsledkov priestorového monitoringu 12

Peter PEKARČÍK, Eva CHOVANCOVÁ

Bezpečnostná analýza útokov na UAV 15

Peter BOBÁL, Radovan SUNEGA, Veronika HORNÍKOVÁ

Priestorový monitoring s využitím GIS 23

Branislav SOBOTA, Štefan KOREČKO, Miriama MATTOVÁ, Lukáš JASENKA

Koncepcia virtuálno-reálného prostredia pre simuláciu práce dronov..... 28

Peter VOJTÁŠ

Image data annotated by objects distances 34

Marek TÓTH, Daniel HREHA, Maroš HLIBOKÝ, Ján MAGYAR, Marek BUNDZEL, Peter SINČÁK

Lokalizácia a plánovanie trasy dronov inteligentnom priestore 40

Ondrej KAINZ, Jakub FRANKOVIČ, Miroslav MICHALKO, František JAKAB

Detekcia zoskupovania ľudí z UAV záznamu 46

Gabriel KOMAN, Milan KUBINA, Patrik BORŠOŠ

Možnosti nasadenia UAV systémov na Slovensku 51

Pavol ONDRÍK, Milan KUBINA, Juraj VOJTÁŠ

UAV technológia v zdravotníctve 56

Pavol ONDRÍK, Milan KUBINA, Juraj VOJTÁŠ

Možnosti využitia UAV technológie 61

Daniel SEDLÁK, Maroš STRIŠOVSKÝ

Meranie vzdialenosti objektu pre UAV pomocou Time-of-Flight snímačov 68

Daniel SEDLÁK, Maroš STRIŠOVSKÝ

Prototypové riešenie UAV v interiéri 72

Matúš BARTKO, Peter FECIĽAK

Predspracovanie dát na palube UAV 76

Stanislav FRANKO, Miroslav MICHALKO, Ondrej Kainz, František JAKAB

Experimental design of UAV usage in intralogistics 81

MOŽNOSTI NASADENIA UAV SYSTÉMOV NA SLOVENSKU

¹Gabriel KOMAN, ²Milan KUBINA, ³Patrik BORŠOŠ

^{1, 2, 3} Katedra manažérskych teórií, Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita v Žiline

¹gabriel.koman@fri.uniza.sk, ²milan.kubina@fri.uniza.sk, ³patrik.borsos@fri.uniza.sk

Abstrakt — Drony alebo bezpilotné letecké systémy sú významným technologickým pokrokom v dnešnej spoločnosti s rôznymi aplikáciami, ako je letectvo s pripojením na internet, autonómna robotika a inteligentné mestá. Spoločenské prijatie týchto technológií je kľúčové pre zabezpečenie ich rozvoja a ekonomických očakávaní. Služby, ako je pohotovostná lekárska doprava a reakcia na katastrofy, môžu podporiť prijatie týchto technológií. Existujú však určité nevýhody, ako je hluk, strata súkromia a iné rušivé prvky, ktoré je potrebné riešiť. Legislatívne obmedzenia a bezpečnostné aspekty sú tiež dôležitými faktormi, ktoré je potrebné zohľadniť pri používaní bezpilotných leteckých systémov, aby sa maximalizoval ich pozitívny vplyv na spoločnosť a hospodárstvo. Cieľom výskumu bolo posúdiť súčasnú pripravenosť veľkých podnikov na Slovensku na implementáciu bezpilotných systémov do ich interných procesov. Okrem toho sa výskum zameriaval aj na preskúmanie potenciálu využitia technológie bezpilotných lietadiel na Slovensku, ako aj možnosti investícií do moderných informačno-komunikačných technológií, ktoré by mohli podporiť integráciu systémov bezpilotných lietadiel do podnikových procesov. Účelom výskumu je identifikovať všetky problémy súvisiace s nedostatočnou pripravenosťou podnikov na implementáciu systémov bezpilotných lietadiel a zvýšiť informovanosť a porozumenie medzi podnikmi v súvislosti s aplikáciou týchto technológií do ich podnikových procesov.

Kľúčové slová — UAV, UAS,

I. ÚVOD

Systémy bezpilotných lietadiel, všeobecne známe ako drony, predstavujú v dnešnej spoločnosti významný technologický pokrok. Tieto systémy viedli k rýchlemu rozvoju letectva s podporou internetu, autonómnej robotiky, internetu vecí, inteligentných zariadení a inteligentných miest. V súčasnom kontexte môžu mať tieto systémy významné sociálne a hospodárske dôsledky, čo potvrdzuje aj štúdia SESAR (Single European Sky Air Traffic Management Research) (Jenčová, 2021). Na to, aby bola táto technológia úspešná, je však nevyhnutné uprednostniť prínosy jej používania pred problémami, ktoré vyplývajú z jej prijatia.

Spoločenská akceptácia týchto technológií je kľúčová pre zabezpečenie ich rozvoja a dosiahnutie ekonomických očakávaní. Dostupnosť služieb, ktoré prinášajú spoločenské výhody, ako je napríklad pohotovostná doprava v oblasti zdravotníctva, podpora záchranných a pátracích úloh alebo reakcia na katastrofy, môžu byť argumentmi, ktoré podporujú akceptáciu takýchto technológií. Okrem toho má využívanie týchto systémov v priemyselnom sektore vysoké hospodárske očakávania. Ako všetky technologické riešenia majú však aj systémy bezpilotných lietadiel určité nevýhody vrátane hluku, straty súkromia a iných rušivých prvkov.

Je dôležité zohľadniť legislatívne obmedzenia na miestnej a globalnej úrovni, ktoré vyplývajú z bezpečnosti vzdušného priestoru. Pri používaní takýchto systémov by sa mala uprednostniť bezpečnosť, aby sa predišlo akýmkoľvek rizikám alebo nehodám. Týmto spôsobom môžu mať významný vplyv na spoločnosť a hospodárstvo a zároveň minimalizovať akékoľvek negatívne účinky.

II. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Systémy bezpilotných lietadiel sa často spájajú s viacerými pojmami, ako napríklad bezpilotné lietadlo, diaľkovo pilotovaný letecký systém, multikoptéra alebo dron. Na úvod je dôležité poznamenať, že rozmanitá škála funkcií a schopností technológie bezpilotných lietadiel si vyžaduje určitú úroveň ovládania a manévrovateľnosti, ako aj potrebu optimalizovať dráhy letu a zabezpečiť vyhýbanie sa prekážkam (Liu a kol., 2020). Tieto riadiace služby poskytujú systém

bezpilotných lietadiel (ďalej len „UAS“). Namiesto pojmu UAS sa však často mylne používa pojem bezpilotné lietadlo (ďalej len „UAV“). Preto je potrebné poskytnúť stručné vysvetlenie týchto pojmov, aby sa predišlo zámene týchto pojmov.

UAS predstavujú riadiace služby UAV. Medzi najvýznamnejšie služby patria riadenie letu, spracovanie informácií, či plánovanie úloh. Bežný UAS je zložený z troch základných komponentov, a to: pozemného radiča/riadiacej stanice, UAV a vzájomných komunikačných spojení. (Liu a kol., 2020)

Naopak, UAV sú zariadenia, známe tiež ako drony alebo tiež lietajúce roboty (FR). Sú to menšie vzdušné lietadlá, ktoré sú zväčša riadené na diaľku prostredníctvom mobilného zariadenia či bezdrôtovej komunikácie. Môže ich spravovať jednotlivec, prípadne určitá skupina ľudí. Dané zariadenia môžu okrem diaľkového riadenia disponovať aj vlastným programom, a teda autoreguláciou. (Sargolzaei a Abbaspour, 2020)

Rozdiel medzi týmito dvoma termínmi spočíva v tom, že UAV sa zvyčajne vzťahuje na samotné lietadlo, zatiaľ čo UAS sa vzťahuje na celý systém vrátane lietadla, pozemnej riadiacej stanice a komunikačného spojenia medzi nimi. Všetky tieto pojmy sa vzťahujú na podobné časti leteckej technológie, ako uvádza Lidynia a kol. (2016).

Zariadenia UAV je možné klasifikovať na základe niekoľkých kritérií. Môžu nimi byť veľkosť, prevedenie (pokiaľ ide o tvar - pevné, rotačné, mávajúce krídlami), letový dosah, vytrvalosť, letový režim či tiež maximálna vzletová hmotnosť (MTOW), a mnoho ďalších. (Ma a kol., 2018)

III. METODOLÓGIA

Cieľom výskumu bolo posúdiť súčasnú pripravenosť veľkých podnikov na Slovensku na implementáciu UAV do ich interných procesov, ako aj preskúmanie potenciálu využitia týchto technológií na Slovensku.

Výskum bol zameraný na zber primárnych kvantitatívnych údajov prostredníctvom dotazníka. Dotazník bol respondentom distribuovaný elektronickými prostriedkami, napríklad e-mailom na adresy, ktoré boli získané z verejných informačných zdrojov. Na zber údajov z dotazníka sa využila platforma Google Forms.

Súčasťou výskumu bol aj zber kvalitatívnych údajov prostredníctvom pološtruktúrovaných rozhovorov. Ak to bolo možné, uskutočnili sa osobné rozhovory, ale vzhľadom na pandémiu COVID-19 sa uskutočnilo aj elektronické dopytovanie s využitím audiovizuálnych techník na priamu online komunikáciu s konečným respondentom.

Na spracovanie a analýzu údajov získaných v rámci výskumu sa použila počítačová technika a štatistické programy, ako napríklad Microsoft Excel a SPSS.

Základný súbor pre výskum tvorili veľké podniky pôsobiace v Slovenskej republike, ktoré evidoval Štatistický úrad Slovenskej republiky. V roku 2020 bolo takýchto podnikov spolu 671. Výberový súbor pre výskum tvorili veľké podniky s počtom zamestnancov nad 250, ktoré pôsobia na slovenskom trhu a využívajú automatizáciu výrobných procesov. Respondentmi, ktorí boli oslovení, boli najmä riaditelia a manažment podnikov. Na výber respondentov do dotazníka sa použila technika zámerného výberu a na rozhovor sa použila technika účelového výberu. Odporúčaná veľkosť vzorky bola 194 respondentov, vypočítaná pomocou online kalkulačky Raosoft s 5 % chybou, 90 % mierou spoľahlivosti, veľkosťou populácie 671 a 50 % mierou respondentov poznajúcich problematiku.

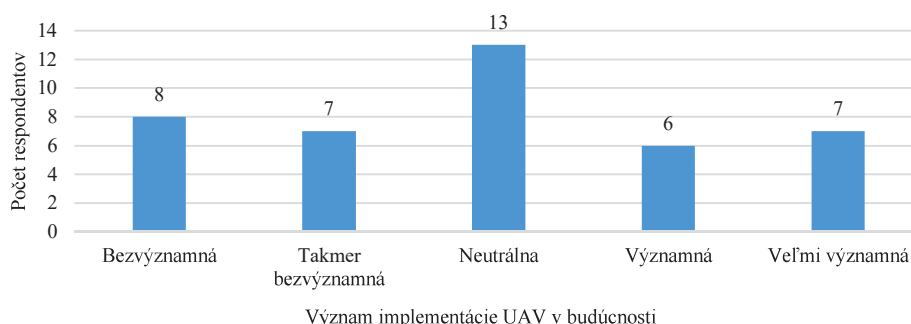
Z 260 oslovených spoločností vyplnilo dotazník len 41, čo predstavuje návratnosť 15,77 %. Táto nižšia miera odpovedí môže byť spôsobená pandémiou COVID-19 a súvisiacimi obmedzeniami a opatreniami. Softvér Raosoft vypočítal výslednú chybu 12,45 % namiesto plánovaných 5 %. Je možné, že spoločnosti uprednostnili svoje vlastné aktivity na zabezpečenie hospodárskej stability pred vyplnením dotazníka.

Rozhovory boli ukončené, keď sa nezískali žiadne nové informácie. Celkovo sa uskutočnilo a analyzovalo 10 rozhovorov. Zber údajov prostredníctvom rozhovorov bol náročný z dôvodu časových obmedzení, pandemických opatrení, opatrnosti a iných povinností, ktoré vyplynuli z hospodárskej situácie na trhu spôsobenej pandémiou COVID-19.

IV. VÝSLEDKY

Z údajov získaných z dotazníka vyplýva, že spoločnosti na Slovensku sú oboznámené so systémami bezpilotných lietadiel, ale aktívne ich nevyužívajú. Celkovo až dve tretiny respondentov uviedlo, že UAV vo svojich podnikoch nevyužívajú. Zároveň sa však ukázalo, že existujú aj na Slovensku priemyselné podniky, ktoré aktívne využívajú systémy UAV.

Význam využívania UAV v slovenských podnikoch vníma až 32% respondentov, pričom rovnaké percento respondentov nie je rozhodnutých o bezvýznamnosti implementácie uvedenej technológie v podniku (Obrázok 1).



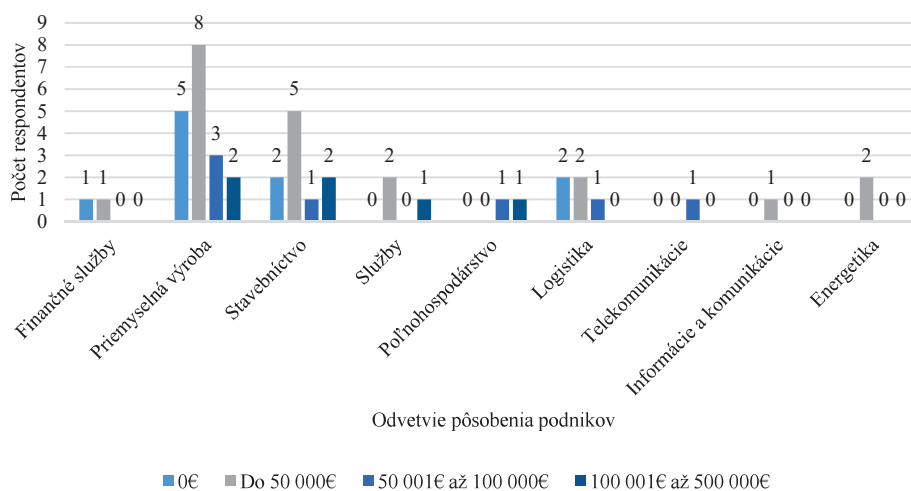
Obrázok 1: Význam implementácie UAV systémov v podniku

Najväčší počet respondentov (Obrázok 2) využívajúcich UAV vo svojich obchodných činnostiach je v stavebníctve, nasleduje priemyselná výroba a logistika. Využívanie systémov UAV je rovnaké v odvetviach energetiky, poľnohospodárstva, telekomunikácií a služieb. Odvetvie IT tieto technológie aktívne nevyužíva.



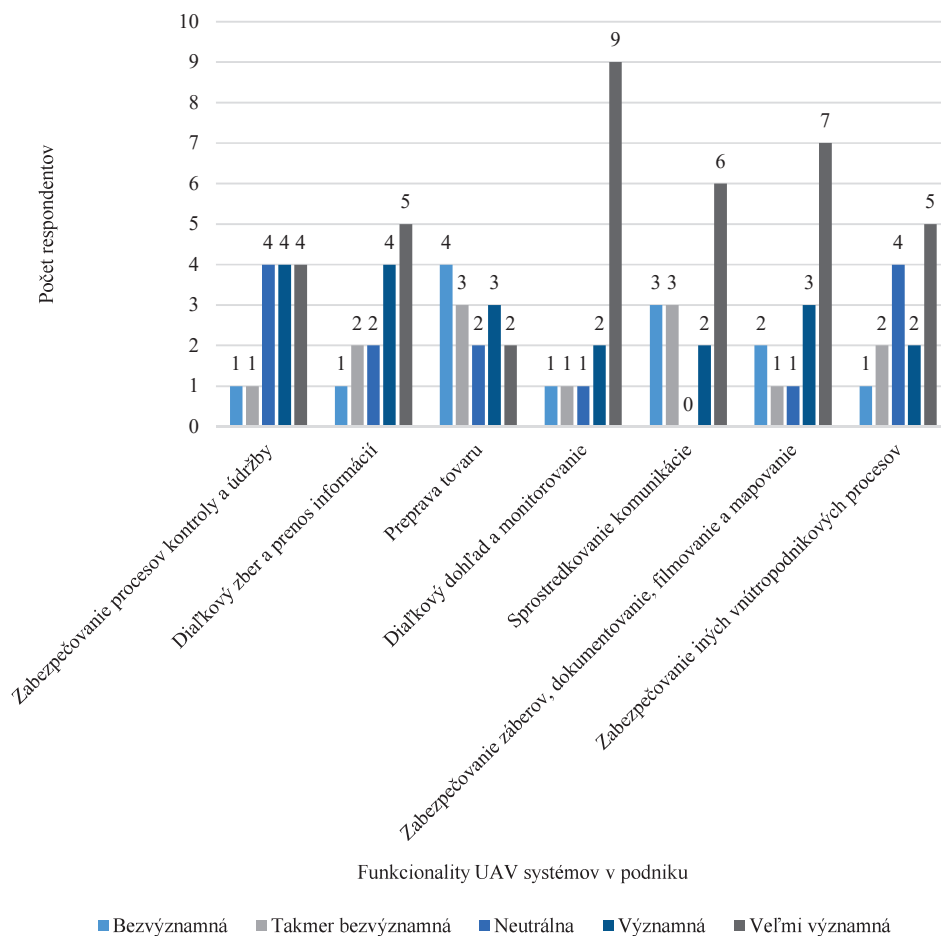
Obrázok 2: Využívanie UAV systémov v jednotlivých odvetviach

Výsledky prieskumu poukazujú na skutočnosť, že sú slovenské spoločnosti ochotné investovať do bezpilotného systému až do výšky 500 000 €. Spomedzi nich je najviac ochotných investovať stavebný priemysel, a to maximálne 50 000 €. Poskytovatelia finančných služieb sú ochotní investovať najmenej, ak vôbec. Tieto výsledky sú znázornené na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 3: Výška potenciálnych investícií podnikov do UAV systémov

Počas výskumu respondenti uviedli rôzne spôsoby, ako využívajú bezpilotné systémy vo svojich spoločnostiach, ktoré možno považovať za výhody používania týchto systémov. Ako je možné vidieť na Obrázku 4, najdôležitejšie funkcie, ktoré respondenti uviedli, boli vzdialený dohľad a monitorovanie, poskytovanie vizuálneho obsahu, dokumentovanie, zlepšenie komunikácie a podpora iných interných činností. Výsledky tejto interpretácie sú uvedené na nasledujúcom obrázku.



Obrázok 3: Najvýznamnejšie funkcionality implementovaných UAV systémov v podnikoch

Okrem uvedených funkcionalít vnímajú respondenti, ktorí vo svojich podnikoch využívajú UAV, ako významné výhody aj zvýšenie časovej efektívnosti a celkovej efektívnosti podniku. Za významné považovali aj zber väčšieho množstva informácií a úsporu nákladov.

Kľúčové zistenia z rozhovorov uskutočnených v rámci výskumu sú nasledujúce skutočnosti:

- Nedostatočná informovanosť o osvedčených postupoch a informačných zdrojoch je pre podniky na Slovensku výzvou pri zavádzaní systémov UAV.
- Nedostatok kvalifikovaného personálu bráni implementácii UAV systémov v rámci podnikových procesov.
- Vysoká finančná náročnosť a uprednostňovanie systémov šitých na mieru sú hlavnými výzvami pri zavádzaní systémov UAV.
- Počet podnikov, ktoré majú záujem o implementáciu UAV systémov, je nižší ako počet podnikov, ktoré o to nemajú záujem.
- Hoci respondenti uznávajú výhody systémov UAV, prekážkou implementácie je nedostatočná informovanosť.
- Respondenti uvádzali ako prekážky implementácie nedostatok vedomostí, legislatívne problémy a hardvérové požiadavky.

V. DISKUSIA

Z hľadiska obchodných procesov možno očakávať nárast využívania menších UAV, najmä v odvetviach, ako je doprava, komunikácia, zdravotníctvo a poľnohospodárstvo. Väčšie triedy sú vhodnejšie pre taktické a strategické riešenia, ktoré sa môžu nasadzovať na vojenské a vládne účely. So zrýchľujúcim sa pokrokom v oblasti počítačov a strojového učenia sa bude zvyšovať využiteľnosť menších UAV, ktoré budú môcť nielen viac užitočného zaťaženia.

Zavedenie UAV do podnikových procesov môžu dokonca viesť k zvýšeniu výkonnosti zamestnancov, čo umožní spoločnostiam s pokročilou technológiou stať sa konkurencieschopnejšími a atraktívnejšími na trhu. Výzvou zostáva maximalizovať schopnosť zhromažďovať údaje a prenášať informácie v reálnom čase a zároveň minimalizovať

oneskorenie. Náročné legislatívne podmienky a byrokracia sú naďalej prekážkou ekonomického alebo súkromného využitia.

Napriek tomu, že sa UAV stávajú užitočnejšími, stále majú významné nedostatky, ktoré je potrebné odstrániť. Ochrana spotrebiteľských a podnikových údajov a priestoru je čoraz dôležitejšia a môže vytvárať tlak na počítačové a komunikačné zdroje. Na splnenie týchto požiadaviek môžu byť potrebné značné investície do infraštruktúry.

Zlepšiť situáciu môže pomôcť zriadenie organizácie alebo inštitúcie, ktorá by sa podelila o poznatky o podnikových aplikáciách UAV, a zvýšenie počtu publikácií prostredníctvom prípadových štúdií, konferencií a diskusií so zahraničnými odborníkmi, ktoré by pomohli zvýšiť povedomie o význame týchto technológií. Spolupráca medzi štátnymi inštitúciami, vzdelávacími inštitúciami a súkromným sektorom je potrebná aj na prekonanie negatívnych externalít, ktoré môžu mať vplyv na uplatňovanie systémov UAV v obchodných procesoch.

VI. ZHRNUTIE

Z výskumu vyplýva, že technológia bezpilotných lietadiel sa široko využíva v rôznych oblastiach vrátane osobného a komerčného využitia, vzdušnej obrany a logistiky, ale prepravy tovaru. V súčasnosti je dominantným segmentom použitia systémov UAV stavebníctvo, pričom významné aplikácie nachádzajú aj v logistike, preprave tovaru a diaľkovom zbere údajov. Z výskumu tiež vyplýva, že mapovanie a dokumentácia sú kľúčovými vnútropodnikovými činnosťami spojenými s využívaním systémov UAV na Slovensku, čo naznačuje ich potenciálne využitie v internom podnikovom prostredí v budúcnosti. Na slovenskom trhu však chýbajú relevantné údaje o aktívnom využívaní systémov UAV pri zabezpečovaní prevádzky vnútropodnikových procesov. Z výskumu vyplýva, že zavádzanie systémov UAV bude v budúcnosti kľúčové, pričom významným faktorom bude rýchlosť implementácie do podnikových procesov.

Výskum poukazuje aj na kľúčové aspekty pre spoločnosti, ktoré chcú do svojich procesov implementovať UAV. Prvým krokom je určiť, ktoré procesy budú UAV vykonávať, a definovať ich dôležitosť pri dosahovaní cieľov podniku. Následne je potrebné vyhodnotiť trhové prostredie s cieľom identifikovať príležitosti a potenciálne výzvy. A nakoniec je potrebná konfigurácia systému UAV na vnútropodnikové použitie. Okrem toho by mal podnik zvážiť možné konflikty medzi pridelenými úlohami a podnikovým prostredím, či konfigurácia systému UAV zodpovedá interným požiadavkám a či systém môže efektívne fungovať pre pridelené úlohy.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra 2014 - 2020 pre projekt: Inteligentné operačné a spracovateľské systémy pre UAV, s ITMS kódom projektu 313011V422, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020

MINISTERSTVO
DOPRAVY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZDROJE

- [1] JENČOVÁ, I. 2021. Európa sa pripravuje na drony. Do roku 2035 ich majú lietať milióny. [on-line]. [2021-09-10]. Dostupné na internete: <https://euractiv.sk/section/obrana-a-zahranicie/news/europa-sa-pripravuje-na-drony-do-roku-2035-ich-maju-lietat-miliony/>
- [2] LIDYNIA, C. – PHILIPSEN, R. – ZIEFLE, M. 2017. Droning on About Drones - Acceptance of and Perceived Barriers to Drones in Civil Usage Contexts. Springer, Cham. ISBN:978-3-319-41959-6
- [3] Liu, Y., a kol. 2020. Unmanned aerial vehicle for internet of everything: Opportunities and challenges. Computer Communications 155, 66–83. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.03.017>
- [4] Ma, Y., a kol. 2018. Cooperative communication framework design for the unmanned aerial vehicles-unmanned surface vehicles formation. Advances in Mechanical Engineering 10, 1687814018773668. <https://doi.org/10.1177/1687814018773668>
- [5] SARGOLZAEI A. - ABBASPOUR A., (2020) Control of Cooperative Unmanned Aerial Vehicles: Review of Applications, Challenges and Algorithms. In: Amini M. (eds) Optimization, Learning and Control for Interdependent Complex Networks. Advances in Intelligent Systems and Computing, roč. 1123. Springer, Cham. ISBN 978-3-030-34093-3.