



## U-SPACE V PODMIENKACH SLOVENSKEJ REPUBLIKY

**Natália Bejdáková**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

**Pavol Pecho**  
Air Transport Department  
University of Žilina  
Univerzitná 8215/1  
010 26 Žilina

### Abstract

*Unmanned aerial vehicles are a dynamically developing industry. With the increasing number of remotely piloted aircraft, emphasis is being placed on ensuring safe operation in shared airspace with manned aircraft. In the countries of the European Union, including Slovakia, the concept of U-Space is gradually being implemented. The bachelor thesis is focused on the analysis of the current situation in the operation of unmanned aircraft, current legislation, operation rules, and implementation of the U-Space concept in Slovakia. Attention is being concentrated on explaining the concept of U-Space and defining the services, including the responsibilities and obligations of the entities present in this system. The thesis proposes a set of possible implementation solutions to ensure more efficient and faster development in Slovakia. Based on relevant proposals, specific examples of how the situation would change after the implementation of the selected proposals are pointed out. An analysis of the findings based on collected data from the questionnaire is given to determine the level of awareness of the U-Space concept and the improvement of the educational situation in Slovakia. Finally, the technical and economic aspects of U-Space implementation are being evaluated and possible pros and drawbacks are identified.*

### Keywords

*U-Space, Unmanned aerial vehicle, UAV, UAS, Implementation*

### 1. Úvod

Za posledné roky sa rapidne zvýšil záujem o využívanie bezpilotných lietajúcich prostriedkov v mnohých krajinách, vrátane Slovenska. Bepilotné lietadlá sú používané nielen pre rekreačné účely, ale nachádzajú uplatnenie aj v komerčných odvetviach. Monitorovanie poľnohospodárstva, doručovanie zásielok, mapovanie cestnej infraštruktúry, ochrana prírody sú iba niekoľkými príkladmi využitia UAS (Unmanned aircraft system) pre prospešné účely krajiny. Avšak s narastajúcim počtom bezpilotných lietadiel vyplynuli obavy o bezpečnosť riadeného vzdušného priestoru, v ktorom by mohlo dochádzať ku kolíziám medzi UAV (Unmanned aerial vehicle) a pilotovanými lietadlami.

Pre zaistenie bezpečnej integrácie UAS do vzdušného priestoru sa začal vyvíjať európsky systém riadenia prevádzky bezpilotných lietadiel s názvom „U-Space“. Tento koncept zahŕňa súbor nových služieb, ktoré kladú dôraz na digitalizáciu a automatizáciu spôsobu akým sú poskytované. U-Space zavádza technológie, pravidlá a postupy, ktorých hlavným cieľom je zabezpečiť bezpečný a efektívny prístup bezpilotných lietadiel do spoločného vzdušného priestoru s pilotovanými lietadlami. Pre úspešnú realizáciu U-Space je potrebné postupné implementovanie od základných služieb, cez počiatočné a pokročilé služby až kompletne služby, ktoré podporia bezpečnú prevádzku za pomoci poskytovania dôležitých informácií a údajov o polohe, počasí, prevádzke a mnoho ďalších.

Bolo potrebné sa zamerať na teoretický opis súčasného stavu na Slovensku v oblasti bezpilotných lietadiel, ako aj implementovania systému U-Space, definície samotného konceptu, vrátane služieb, ktoré prináša a prítomných subjektov. Po analýze súčasnej situácie a odhalení nedostatkov je možné poskytnúť súbor návrhov riešení, postupov, ktorými by

sa prispelo k zaisteniu bezpečnosti pri prevádzke a celkovej implementácie U-Space na Slovensku.

### 2. Metodika a metódy skúmania

Sú známe štúdie, podľa ktorých bude až 400 000 bezpilotných lietadiel poskytovať služby vo vzdušnom priestore do roku 2050, a predpokladaná tržobná cena by mala predstavovať 10 miliárd eur ročne do roku 2035 [1]. Rozvoj prevádzky bezpilotných lietadiel so sebou prináša nevyhnutnosť vytvoriť koncepciu riadenia vzdušného priestoru, kde digitálna komunikácia a zodpovednosť predstavujú zásadnú úlohu, a budú rozdelené medzi jednotlivé zúčastnené strany, namiesto jedného centrálného subjektu. Iniciatíva pre integráciu UAS a splnenie požiadaviek prevádzky vo vzdušnom civilnom priestore v súčasnosti prebieha [2]. Pre podporu komerčných operácií s bezpilotnými lietadlami, hlavne tých, ktoré sa charakterizujú veľkou komplexnosťou a automatizáciou vznikol koncept U-Space [3]. Zahŕňa poskytovanie siete služieb a špecifických postupov určených pre prevádzkovateľov bezpilotných lietajúcich prostriedkov a umožňuje pre poskytovateľov služieb tretích strán spolu so súčasnými poskytovateľmi vytvorenie trhu v tomto koncepte [4]. Vo všetkých triedach vzdušného priestoru a vo všetkých typoch prostredia, ako aj najvyťaženejších poskytuje uľahčenie pravidelnej operácie bezpilotných lietadiel. **Základné oblasti U-Space vyplývajú z nasledujúcich princípov:**

- Zaručenie bezpečnosti všetkých používateľov vzdušného priestoru pôsobiach v oblasti U-Space, vrátane tretích strán (napríklad chodcov).
- Poskytnúť prevádzku flotily bezpilotných lietajúcich prostriedkov v rámci prostredia s vysokou hustotou.

- Pre ktoréhokolvek používateľa vzdušného priestoru vytvoriť rovnocenný a spravodlivý vstup do tohto priestoru.
- Na úrovni infraštruktúry, služieb, komunikácie a implementácie znížiť náklady na prevádzku.
- Zabezpečenie neustálych služieb, ktoré sú nákladovo efektívne a schopné konkurencie pre podporu rozličných obchodných modelov prevádzkovateľov bezpilotných lietadiel.
- Zaistenie prístupu na báze bezpečnosti, výkonnosti a rizika. Spomínané požiadavky je potrebné schváliť v dôsledku bezpečnosti, vrátane kybernetickej bezpečnosti, ochrany osobných údajov a zároveň zabezpečiť ochranu životného prostredia.

Všetky druhy operácií UAS sú v súčasnosti schválené Európskym regulačným rámcom pre letectvo, z ktorého vychádzajú prevádzkové obmedzenia a prísny schvaľovací postup. Cieľom U-Space je zrušiť obmedzenia, ktoré sú z pohľadu bezpečnosti možné, zlepšiť situačnú informovanosť o prevádzke bezpilotných lietadiel, zefektívniť letový schvaľovací proces a podporiť rozvoj konkurencieschopného trhu so službami bezpilotných lietadiel v Európskej únii [5].

## 2.1. Prevádzka

V súčasnosti sa v prevádzke bezpilotných lietadiel uplatňuje koncepcia pre odstránenie rizík, ktoré predovšetkým zohľadňujú hmotnosť a špecifikácie civilného UAV a činnosť, pre ktorú je určený. Sú vymedzené **tri kategórie** civilnej prevádzky s bezpilotnými lietadlami: „**otvorená**“, „**osobitná**“ a „**osvedčená**“ kategória.

**Otvorená kategória** rozdeľuje prevádzku bezpilotných lietadiel do troch podkategórií: **A1** (bepilotné lietadlá do 500 g), **A2** (bepilotné lietadlá do 2 kg), **A3** (bepilotné lietadlá do 25 kg). Pre prevádzku v tejto kategórii platí, že pilot na diaľku udržiava bezpilotné lietadlo v bezpečnej vzdialenosti od davov, nebude lietať nad veľkými zhromaždeniami ľudí, pričom udržiava bezpilotné lietadlo v podmienkach VLOS (Visual line of sight) po celú dobu. Bepilotné lietadlo sa nesmie pohybovať viac ako 120 metrov od najbližšieho bodu na zemskom povrchu. Bepilotné lietadlo nesmie prepravovať nebezpečný tovar a nezhadzuje žiadne predmety počas letu. Pri prevádzke v noci musí mať aktivované zelené blikajúce svetlo. Od 1.1. 2024 na Slovensku musia mať bezpilotné lietadlá otvorenej kategórie triedy C1, C2, C3 aktívny a aktualizovaný systém diaľkovej identifikácie [6].

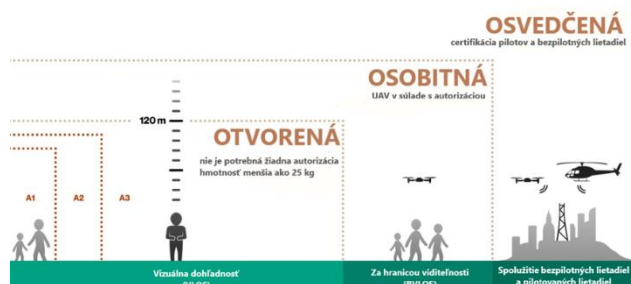
**Osobitná kategória** sa zameriava na rizikovejšiu prevádzku s bezpilotnými lietadlami, ktorá nie je pokrytá v „otvorenej“ kategórii. Napríklad prevádzkovanie letu vyššie ako 120 metrov nad zemou, zhadzovanie materiálu alebo použitie bezpilotného lietajúceho prostriedku s MTOM (maximum take off mass) väčšou ako 25 kg [7]. Pred samotným vykonaním prevádzky je potrebné si vyžiadať prevádzkové povolenie Dopravného úradu. Prevádzkovateľ musí pred podaním žiadosti o povolenie na prevádzku v tejto kategórii vypracovať posúdenie rizika a predložiť ho spolu so žiadosťou a spotrebnými opatreniami pre zníženia rizika. Ak Dopravný úrad usúdi, že prevádzkové riziká boli dostatočne zmiernené, udelí povolenie na prevádzku.

**Osvedčené kategória** je určená na prevádzku bezpilotných systémov s najvyššou úrovňou rizika a vyžaduje si certifikáciu UAS, osvedčovanie prevádzkovateľa ako aj udelenie preukazu spôsobilosti pilotovi na diaľku Dopravným úradom, aby bola zabezpečená požadovaná miera bezpečnosti [6]. Príkladom sú budúce lety bezpilotných lietadiel s cestujúcimi na palube, ako je napríklad letecké taxi, ktoré v budúcnosti budú spadať do tejto kategórie. Metóda zaistenia bezpečnosti týchto letov bude veľmi podobná tej, ktorá je využívaná v rámci pilotovanej leteckej dopravy. Pre umožnenie prevádzky v „osvedčenej“ kategórii bude nevyhnutné zmeniť a doplniť veľa leteckých predpisov. EASA (European Union Aviation Safety Agency) realizuje túto úlohu vo viacerých fázach a zameriava sa na **tri typy prevádzky**:

**Typ prevádzky číslo 1** zahŕňa certifikované nákladné UAV vykonávajúce medzinárodný len IFR (Instrument flight rules) vo vzdušnom priestore tried A-C, vykonávajúce vzlet a pristátie na letiskách v právomoci EASA.

**Typ prevádzky číslo 2** využíva vymedzené trasy vzdušného priestoru, v ktorom sa poskytujú služby U-Space na prevádzku v mestskom a vidieckom prostredí.

**Typ prevádzky číslo 3** zaisťuje prevádzku akou je prevádzka číslo 2, ale vykonávaná lietadlom s pilotom na palube. Predpokladá sa, že sa bude vzťahovať na prvý typ leteckej taxislužby, pri ktorej bude pilot na palube. V druhej fáze bude lietadlo pilotované na diaľku – prevádzka číslo 2 [7].



Obrázok 1. Ilustračný obrázok kategórií [8]

## 2.2. Základné nariadenia

Európska únia aktívne pracuje na predpisoch týkajúcich sa konceptu U-Space. Agentúra Európskej únie pre bezpečnosť letectva sa podieľa na vypracovaní pravidiel pre bezpilotné lietadla, vrátane aspektov U-Space. Bolo publikovaných niekoľko nariadení týkajúcich sa regulačnej štruktúry.

Základným nariadením je **Nariadenie (EÚ) 2021/664** definujúce všetky požiadavky na zriadenie vzdušného priestoru U-Space. Stanovuje pravidlá a postupy bezpečnej prevádzky a bezpečného začlenenia UAS do systému letectva a poskytovania služieb U-Space [9]. Boli stanovené **štyri povinné služby** U-Space pre kompletnú prevádzku UAS v tomto vzdušnom priestore: **sieťová identifikačná služba, georeferenčná výstražná služba, letová autorizačná služba UAS, informačná služba o letovej prevádzke** [10]. V prípade posúdenia rizika vzdušného priestoru, pre každý vzdušný priestor U-Space môžu členské štáty požadovať ďalšie služby, vrátane **služby monitorovania súladu a poveternostnej informačnej služby**.

**Nariadenie (EÚ) 2021/665** pozmenilo požiadavky na poskytovateľov manažmentu letovej prevádzky alebo letových

navігаčných služieb a iné funkcie siete, ktoré hovoria o manažmente letovej prevádzky vo vzdušnom priestore U-Space [11].

Na zvýšenie bezpečnosti o situačnej informovanosti sa zameriava **Nariadenie (EÚ) 2021/666**. Aby bola zaistená bezpečnosť lietania popri bezpilotných lietadlách vo vzdušnom priestore U-Space, je dôležité zdieľanie polohy lietadiel s posádkou s poskytovateľom služieb U-Space. Prostredníctvom prehľadových technológií budú pilotované lietadlá o sebe elektronicke upozorňovať a tak signalizovať svoju prítomnosť [12].

Keďže Nariadenia o U-Space nešpecifikujú potrebné prostriedky pre poskytnutie harmonizovanej implementácie, EASA vytvorila AMC (Acceptable means of compliance) a GM (Guidance material) k regulačnej štruktúre U-Space, prostredníctvom čoho sa umožňujú prostriedky na zjednodušenú implementáciu, vrátane certifikácie poskytovateľov služieb v celom európskom vzdušnom priestore, a zabezpečenie podpory pre bezpečné riadenie prevádzky bezpilotných lietadiel, ktoré možno integrovať s pilotovaným letectvom vo všetkých druhov prostredia. Je to teda najnovší stav koncepcie, systémov a technológií v oblasti U-Space [13, 14].

### 3. Koncept U-Space

Hlavným cieľom služieb U-Space je v prvom rade predchádzať kolíziám, či už medzi UAS navzájom alebo medzi UAS a pilotovaným lietadlom, zabezpečiť urýchlenie a trvalý pohyb prevádzky bezpilotných prostriedkov, poskytovanie informácií pre bezpečnú prevádzku a vykonávanie letov UAS, v prípade núdzových situácií ohrozujúcich ľudí, tovar alebo pilotované letectvo informovať zodpovedajúce organizácie, plnenie požiadaviek členských štátov týkajúcich sa životného prostredia, bezpečnosti a súkromia [15].

**Sieťová identifikačná služba** identifikuje totožnosť, polohu a trajektóriu UAS počas prevádzky [10]. Poskytuje používateľom údaje o registračnom čísle UAS, sériovom čísle modulu, geografickej polohe, vrátane nadmorskej výšky, výšky nad povrchom alebo bodom vzletu, rýchlosť, kurz trate a v prípade núdze poskytne informácie o núdzovom stave a čase, kedy boli správy generované. Všetky informácie sú aktualizované periodicky [16].

**Georeferenčná výstražná služba** poskytuje informácie o obmedzeniach, dočasných obmedzeniach, prevádzkových podmienkach vzdušného priestoru U-Space. Údaje sú získavané z informačných databáz, ktoré hovoria už o existujúcich zakázaných a nebezpečných oblastiach [17].

**Letová autorizačná služba UAS** poskytuje prevádzkovateľom UAS letové povolenie pre každý let a stanovuje podmienky daného letu. Každá žiadosť o letové povolenie UAS musí byť prijatá, skontrolovaná poskytovateľmi služby, ktorí posúdia jej úplnosť, správnosť a prednosť. Ak nie je možné udeliť prevádzkovateľovi letové povolenie, môže mu byť navrhnuté alternatívne letové povolenie. Letové povolenia sú priebežne kontrolované [13].

**Informačná služba o letovej prevádzke** poskytuje informácie o prevádzke z iných UAS a pilotovaných lietadiel, ktoré operujú v blízkosti UAS [6]. Ak by lietadlo s posádkou z akéhokoľvek

dôvodu prekročilo vzdušný priestor U-Space, musí poskytnúť poskytovateľom služby informácie o svojej polohe.

Z hľadiska bezpečnosti môže štát posúdiť, že sú nevyhnutné taktiež doplnkové služby, **služba monitorovania súladu** ktorá monitoruje, upozorňuje a informuje prevádzkovateľov UAS v prípade nehody s udeleným letovým povolením [10]. Ako aj **poveternostná informačná služba** podporujúca prevádzkovateľov UAS počas plánovania a vykonávania letu. Zabezpečuje tiež zlepšenie výkonnosti ďalších služieb poskytovaných vo vzdušnom priestore U-space [18].

#### 3.1. Subjekty

Pre zaistenie bezpečnosti riadenia letovej prevádzky v U-Space, je nevyhnutné definovať povinnosti jednotlivých subjektov v tomto vzdušnom priestore. **Najdôležitejšie subjekty:**

**Poskytovateľ leteckých navigačných služieb** riadi letovú prevádzku a vo väčšine prípadov je zodpovedný za manažment letovej prevádzky.

**Poskytovateľ leteckých prevádzkových služieb** poskytuje prevádzkové služby ako je letová informačná služba alebo letisková informačná služba [19].

**Poskytovateľ služieb U-Space** poskytuje služby U-Space prevádzkovateľom bezpilotných lietajúcich prostriedkov, pilotom, bezpilotným lietajúcim prostriedkom alebo iným Poskytovateľom služieb. Pre kvalifikáciu Poskytovateľa služieb musí subjekt poskytovať aspoň štyri povinné služby. Pre poskytovanie služieb musí využívať informácie od poskytovateľa spoločnej informačnej služby. Zaisťuje bezpečný a efektívny pohyb lietadiel vo vzdušnom priestore U-space, ako aj koordináciu s príslušným Poskytovateľom leteckých navigačných služieb [15].

**Prevádzkovateľ UAS** vykonáva alebo navrhuje vykonávanie prevádzky bezpilotných lietadiel [19]. Počas prípravy prevádzky je potrebné uzavrieť zmluvu s jedným poskytovateľom služieb poskytujúcim povinné služby U-Space v danom vzdušnom priestore. Prevádzkovateľ UAS predloží formulár žiadosti o letové povolenie Poskytovateľovi služieb, prevádzka nesmie byť vykonaná, kým Poskytovateľ služieb neudelí letové povolenie [15].

**Poskytovateľ spoločnej informačnej služby** je kľúčovým subjektom, ktorý spracováva rôzne informácie a zaisťuje ich vymieňanie medzi všetkými subjektami s cieľom splnenia ich povinností [20].

Pre dosiahnutie vízie plne funkčného systému U-Space spoločný podnik SESAR vypracoval projekt Blueprint, v ktorom sa navrhuje implementácia v štyroch fázach **U1-U4** [9]. V každej jednotlivéj fáze sa navrhne nový súbor služieb a zároveň sa zachová udržanie a aktualizácia hlavných služieb [4].

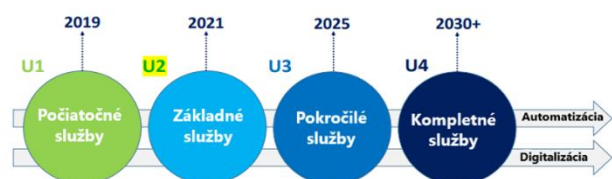
**U1 fáza počiatočných služieb** sa týka prvotných a kľúčových služieb ako je elektronická registrácia, elektronická identifikácia bezpilotných lietadiel a prevádzkovateľov a geografické ohraničenie vzdušného priestoru [21].

**U2 fáza základných služieb** pozostáva z plánovania a schvaľovania letov, monitorovania, poskytovaní prevádzkových informácií, ako aj bežnej interakcie s letovou prevádzkou [22]. V rámci realizácie základných služieb bude využitá infraštruktúra

riadenia letovej prevádzky. Vývin prevádzky vo veľmi nízkom vzdušnom priestore bude zahŕňať prevádzku v riadenom vzdušnom priestore [4].

**U3 fáza pokročilých služieb** je zameraná na zložitejšie situácie, ako je funkcia detekcie a vyhýbania sa prekážkam, alebo v prípade konfliktov medzi lietadlami, medzi ktorými dochádza k vzájomnému rušeniu, poskytuje automatizáciu riešenia vzniknutých konfliktov. Skladá sa z kolaboratívneho prepojenia s ATC (Air traffic control) a dynamickej kapacity manažmentu [22, 23].

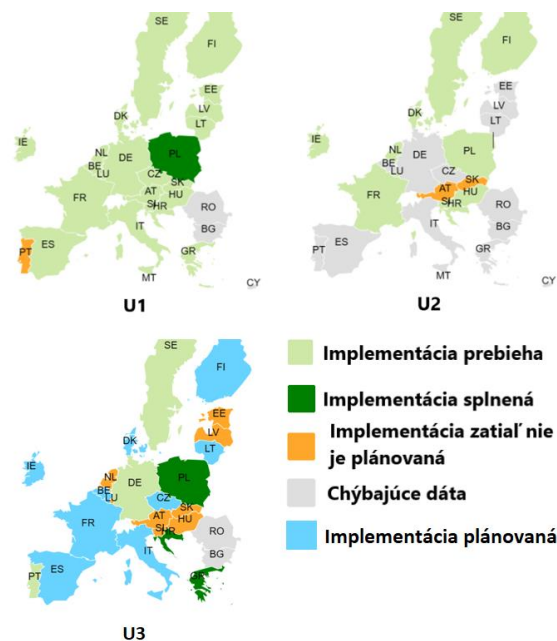
**U4 fáza** znamená kompletizáciu **všetkých služieb** ako aj vysokej úrovne automatizácie procesov a vzájomné prepojenie medzi lietadlami, pilotmi a inými zainteresovanými stranami [21].



Obrázok 2. Jednotlivé fázy U-Space [zdroj: Autor]

#### 4. Implementačné riešenia

Pri analyzovaní situácie v rámci Európskej únie sa odhalilo, že Slovensko zaostáva v implementovaní oproti iným krajinám. Na Slovensku síce implementácia U1 prebieha, ale prebieha iba registrácia a zvyšné služby nie sú ešte plánované, zatiaľ kým viaceré krajiny majú minimálne jednu službu splnenú. Štát sa síce zaviazal k implementácii, ale zatiaľ absentuje. Je dôležité sa inšpirovať inými krajinami, ktoré napredujú s implementáciou zobrať si z ich implementačných riešení to najlepšie a aplikovať to na území Slovenska.



Obrázok 3. Mapa implementácie [24]

#### 4.1. Zmena legislatívy

Povinnosťou Slovenska ako člena EÚ, je zjednotenie legislatívy s legislatívou Európskej únie. K zjednoteniu legislatívy sa pristupuje veľmi pomaly, čo poukazuje aj fakt, že registrácia prevádzkovateľov UAS, ktorá je jednou z primárnych úloh pre zjednotenie, bola spustená až 14.11.2023. Pri registrácii prevádzkovateľa UAS je nevyhnutné poistenie, bez ktorého registrácia nie je možná. Napriek tomu, že z legislatívy vyplýva povinnosť poistenia, na území Slovenska v súčasnosti žiadna poisťovňa nepoistuje. Prevádzkovatelia bezpilotných lietadiel sú tak odkázaní na poistenie v zahraničí, čo prináša otázku na zamyslenie sa nad samotnou situáciou, že aj v tomto smere by mohla nastať náprava zo strany štátu. Jedným z riešení pre zlepšenie implementačnej situácie je nahradenie Rozhodnutia Dopravného úradu 2/2019, ako aj pozmenenie niektorých častí Leteckého zákona.

##### 4.1.1. Vymedzenie vzdušného priestoru U-Space

Momentálne je na Slovensku dostupná aplikácia MamDron prevádzkovaná OZ Mám dron, v ktorej je prístupná prvá 3D mapa prevádzky bezpilotných lietadiel, obsahujúca informácie o možnostiach využitia vzdušného priestoru na Slovensku. Keďže na Slovensku v súčasnosti chýba vymedzenie zemepisných oblastí je táto aplikácia príkladom, ako by to malo vyzerať v otázke implementačných riešení publikovania geo-zon. Jednu časť, ktorú by zmena legislatívy mala zahrnúť, je vymedzenie vzdušného priestoru U-Space. Toto by mala mať na starosti štátna inštitúcia, ktorá by mala rozhodovať o samotnom určení zemepisných oblastí. Do úvahy sa musí brať niekoľko faktorov, ako je napríklad bezpečnosť, aby bola splnená podmienka minimalizovania kolízií, treba prihliadať na nenarušenie chránených prírodných oblastí, v miestach s vyššou mierou koncentrácie ľudí je potrebné zaistiť ochranu ľudí, majetku a súkromia. Dôležité je taktiež informovať a spojiť sa s rôznymi zainteresovanými stranami, ako sú miestne úrady. Najadekvátnejšie by bolo sprístupnenie všetkých informácií na jednej online platforme dostupnej pre všetkých užívateľov. Výsledkom by mohla byť digitálna mapa vzdušného priestoru. Vhodným krokom by mohla byť spolupráca so spomínanou aplikáciou Mamdron, prípadne vytvorenie novej aplikácie pod kompetenciou štátnej inštitúcie.

##### 4.1.2. Spoločná informačná služba

Keďže Spoločná informačná služba je kľúčovým subjektom U-Space a v súčasnosti na Slovensku je len otázkou budúcnosti, pre napredovanie s implementáciou by sa mala práve táto služba zriadiť. Avšak na to je potreba úprava alebo doplnenie Leteckého zákona. Je potrebná na to spolupráca orgánov civilného letectva, Ministerstva dopravy, rôznych úradov a štátnych inštitúcií. Následne vytvorenie technických opatrení a infraštruktúry, pre zdieľanie leteckých údajov, informácií o geografických zónach, sledovanie prevádzky a komunikácie medzi jednotlivými subjektami. Zároveň je dôležité zvážiť, kto z prítomných orgánov na Slovensku, by sa stal subjektom poskytujúcim Spoločnú informačnú službu. Pri skúmaní situácie v iných krajinách Európskej únie, sa do tejto pozície stavajú poskytovatelia navigačných služieb. Na Slovensku tým pádom, by mohli byť poskytovateľom, Letové prevádzkové služby Slovenskej republiky.

## 4.2. Vzdelávanie

Vytvorím edukačnej kampane, ktorá by jasne definovala vzdušný priestor U-Space, by sa mohlo zvýšiť povedomie tohto systému a samotných prínosov. Dôležité je poskytnúť informácie o službách, ktoré U-Space prináša, ako aj vzdelávať verejnosť o tom, v akej implementačnej fáze v rámci služieb sa Slovensko nachádza. Prezentovať budúce plány a nové kroky smerujúce k postupnej implementácii. Je potrebné vytvorenie takej kampane, ktorá bude inovačná a transparentná, obsahujúca rôzne krátke videá a interaktívne obrázky. Vytvorením edukačného videa v slovenskom jazyku, ktoré by animácie vysvetľovalo, čo je U-Space, čo so sebou prináša, aké sú s ním plány na Slovensku, by mohlo byť prvým krokom k postupnému vzdelávaniu.

## 4.3. Spolupráca štátnych orgánov

Pre úspešnú implementáciu U-Space je kľúčová vzájomná spolupráca rôznych štátnych inštitúcií. Spolupracou sa vytvorí stratégie a plány k plynulejšej implementácii, pretože budú zohľadnené požiadavky jednotlivých štátnych inštitúcií a taktiež vedie k rýchlejšiemu prijímaniu právnych predpisov, úpravy legislatívy, ktorá je na Slovensku momentálne žiadúca. Podstatná je aj podpora zahraničnej spolupráce v oblasti U-Space, čo by vedelo prispieť k vymieňaniu skúsenosti s inými krajinami. Slovensko by sa tak inšpirovalo a dokázalo implementovať overené postupy a návrhy.

## 4.4. Testovanie U-Space

Viacere krajiny Európskej únie si na svojich územiach vytvorili testovacie oblasti, ktoré tak poskytujú vizualizačné prostredie, zahŕňajúce všetky kľúčové aspekty, vrátane infraštruktúry a služieb U-Space. Testovanie zohráva dôležitú úlohu, pretože umožňuje vyskúšať rôzne scenáre, ktoré sa v budúcnosti v U-Space môžu objaviť, taktiež odhaľuje prípadné riziká a chyby. Testovacia oblasť vytvára prostredie pre podporu výskumu, vývoja a inovácií v oblasti U-Space. Avšak vytvorenie koncepcie testovacieho centra musí byť v prvom rade v súlade s legislatívou a zahŕňať vymedzenie geografických hraníc U-Space, čo v momentálnom stave na Slovensku nie je možné, preto je nevyhnutná zmena legislatívy.

## 5. Prípadová štúdia

Prípadová štúdia poskytuje pohľad na konkrétny príklad, ako by to na Slovensku vyzeralo po zmene legislatívy a implementovaní jednotlivých návrhov a služieb spojených s konceptom U-Space v oblasti komerčného lietania.

### 5.1. Zlepšená situácia

Po úprave legislatívy sa zlepšila edukácia verejnosti o koncepte U-Space prostredníctvom seminárov o využití tohto vzdušného priestoru, čím sa zvýšil počet zainteresovaných subjektov. V rámci testovania využitia možnosti vzdušného priestoru U-Space a rozvoja použitia UAS pre prospešné účely štátu, sa majiteľ spoločnosti zaoberajúcej sa cestnou infraštruktúrou, rozhodol integrovať bezpilotné lietadlá do systému monitorovania stavu ciest. Uplatňuje sa tu aplikácia, ktorá je integrovaná s bezpilotnými lietadlami. Zvolený pracovník, ktorý je držiteľom platného preukazu pilota bezpilotného lietadla využije pre prevádzku UAV, ktoré sú poistené, registrované v registri, majú

na viditeľnom mieste umiestnené registračné číslo. Taktiež sú vybavené modulom priamej diaľkovej identifikácie, čím je zabezpečené zdieľanie všetkých informácií, ktoré sú poskytované v danej aplikácii. Používateľ zadá konkrétne údaje o dátume, plánovanom čase letu, oblasti, výške letu do aplikácie. V aplikácii je dostupná digitálna mapa, podľa ktorej si pracovník overí, či daná cestná infraštruktúra, ktorá podlieha kontrole sa nachádza vo vymedzenej oblasti U-Space.

### 5.1.1. Prevádzka

- Bezpilotné lietadlá vybavené kamerami lietajú nad cestným úsekom a poskytujú presné údaje o aktuálnom stave.
- Vzdušný priestor je narušený iným bezpilotným lietadlom.
- Aplikácia upozorní pracovníkov spoločnosti údržby ciest o tejto skutočnosti.
- Narušiteľ prelietava ponad cestu v blízkosti UAS spoločnosti a narušuje tak bezpečnosť vzdušného priestoru, čím sa zvyšuje riziko kolízie.
- Aplikácia pracovníkom poskytne identifikačné číslo bezpilotného lietadla, jeho polohu, polohu pilota na diaľku a ďalšie informácie, ktoré pracovníci poskytnú polícii a iným príslušným orgánom.
- Pre zaistenie bezpečnosti pracovníci prerušia kontrolu ciest do príchodu polície.
- Vďaka údaju o polohe pilota na diaľku, polícia vypátra operátora bezpilotného lietadla, prerušia jeho aktivitu a riešia s ním dôsledky jeho činnosti.
- Keď je vzdušný priestor bez hrozby nebezpečenstva pracovníci znova použijú bezpilotné lietadlá a pracujú v monitorovaní cestnej infraštruktúry, ktoré okamžite identifikujú poškodenia.
- Na Slovensku sa implementujú ďalšie služby U2, vrátane informačnej služby o počasi.
- Aplikácia upozorní pracovníkov na výskyt blížiaceho sa silného vetra.
- Bezpečnosť je prioritou, preto sa pracovníci rozhodnú monitorovanie ciest ukončiť.

Výsledkami kontroly a monitorovania cestnej infraštruktúry za pomoci U-Space a bezpilotných lietadiel, sú presnejšia identifikácia poškodenia a nedostatkov ciest, rýchlejšie odhalenie problémov a tým spojená rýchlejšia oprava, otvára sa tým možnosť digitálnej mapy cestnej siete pre plánovanie oprav, v neposlednom rade sa zvyšuje samotná bezpečnosť cestných povrchov.

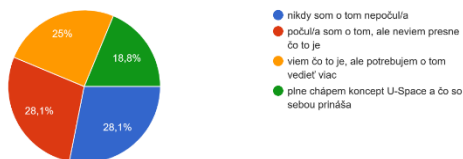
### 5.2. Analýza zistených skutočností

Pre zistenie úrovne povedomia o koncepte U-Space s cieľom zlepšenia edukačnej situácie v oblasti UAS a U-Space bol použitý dotazník, na ktorý primárne odpovedali piloti bezpilotných

lietajúcich prostriedkov. Dotazník obsahoval 25 otázok a počet získaných odpovedí je 32.

Jedna z otázok zisťovala aktuálne povedomie korešpondentov o koncepte U-Space. 6 odpovedali, že plne chápu koncept U-Space a čo so sebou prináša. 8 korešpondenti vedia čo je U-Space, ale potrebujú o tom vedieť viac. 9 odpovedajúci počuli o koncept U-Space, ale nevedia presne, čo znamená a napokon v rovnakom číselnom zastúpení odpovedajúcich, o tomto koncepte nikdy nepočuli. Táto otázka odhalila, že nie každému je pojem „U-Space“ známy.

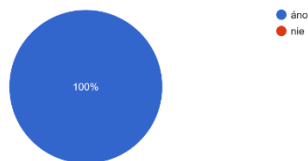
Aké je vaše povedomie o koncepte U-Space?  
32 odpovedí



Obrázok 4. Dôležitosť implementovania U-Space

Dotazník taktiež obsahoval otázku, ktorá skúmala záujem o vytvorenie vzdelávacieho ilustračného videa v slovenskom jazyku o koncepte U-Space. Všetky odpovede na túto otázku boli pozitívne.

Uvítali by ste keby vzniklo vzdelávacie ilustračné video v slovenskom jazyku o koncepte U-Space?  
32 odpovedí



Obrázok 5. Záujem o vzdelávacie video

Možno tvrdiť že v súčasnej situácii na Slovensku je slabá úroveň vzdelávania o koncepte U-Space, ale na druhej strane záujem zo strany verejnosti existuje, a preto zo strany štátu je kľúčové zlepšiť poskytovanie informácií verejnosti. Zároveň sa dotazníkom utvrdila dôležitosť niektorých návrhov s cieľom bezpečnej implementácie na Slovensku.

## 6. Diskusia

Implementácia konceptu U-Space ponúka nové výzvy v rôznych odvetviach. Preto je podstatné zhodnotenie aspektov z technického a ekonomického smeru, ako aj vyhodnotenie prínosov, výhod a prípadných nevýhod, ktoré so sebou U-Space prináša.

### 6.1. Technické zhodnotenie

Z technického hľadiska je dôležité vytvoriť technickú infraštruktúru, zahŕňajúcu rôzne technológie pre prevádzku a reguláciu, ktorá bude prepojená s jednotlivými systémami štátnych inštitúcií, orgánov verejnej správy, úradov a zainteresovaných strán, aby dochádzalo k vzájomnej komunikácii a zdieľaniu všetkých informácií. Dôležité je aj vytvorenie a riadenie technologickej platformy, ktorá bude

poskytovať služby U-Space. Platforma musí spolupracovať so systémami sledovania bezpilotných a pilotovaných lietadiel, aby sa predišlo kolíziám. Prepojenie siete systémov a technológií prispeje k bezpečnej a efektívnejšej prevádzke bezpilotných lietadiel, čím sa otvárajú možnosti využitia technológie UAS a v konečnom dôsledku sa vytvárajú možnosti pre celú spoločnosť. Predstavuje to základ pre implementovanie konceptu U-Space, vďaka čomu sa budú môcť poskytovať rôzne služby. Po vytvorení technologickej platformy, je podstatné vytvorenie platforiem pre vzdelávanie verejnosti. Obecne pri lietaní platí, že bezpečnosť je kľúčová, a práve tá sa dá dosiahnuť edukáciou, ktorá sa zaisťuje vytvorením vhodnej vzdelávacej platformy.

### 6.2. Ekonomické zhodnotenie

Implementovanie konceptu U-Space prináša samozrejme aj investičné a prevádzkové náklady. Financovanie nákladov ohľadom infraštruktúry, technologických platforiem, platforiem pre vzdelávanie a s tým spojené školenia, semináre, taktiež potreba propagácie, rôzne kampane, ako aj administratívne náklady. Výdavky spojené s prevádzkou, aby U-Space mohol byť udržiavaný, vrátane nákladov na personál, monitorovanie ako aj údržbu.

Ak by sa slovenská legislatíva zjednotila s legislatívou EU, otvorili by sa možnosti financovania z fondov EU. Keby Slovensko prejavilo záujem o medzinárodnú spoluprácu s inými krajinami EÚ a takáto spolupráca by vznikla, dokázalo by sa zapojiť do rôznych projektov, ktoré by mohli prispieť k zlepšeniu situácie, ohľadom financovania a celkovému zlepšeniu implementácie na území Slovenska. Avšak nejde iba o medzinárodnú spoluprácu, ale aj národnú. Príslušné orgány musia medzi sebou spolupracovať, čo vedie k efektívnejšej komunikácii a riešeniu návrhov a riešení financovania. Príkladom je zorganizovanie informačnej kampane, čo určite predstavuje investíciu, ale práve šírením povedomia o koncepte U-Space sa dokáže zvýšiť záujem rôznych subjektov a tým sa otvorí možnosti pre spolupráce a nové partnerstvá, čo môže prispieť k možnostiam financovania a sponzorovania U-Space.

Implementácia U-Space prináša tiež nové možnosti na trhu, či už rozvoj bezpilotných lietajúcich prostriedkov a ich komerčné využitie, nové pracovné miesta, rozvíjanie poskytovania služieb, podpora digitalizácie, automatizácie, rôznych inovácií a mobilných aplikácií. Rozvojom komerčného využitia bezpilotných lietadiel, napríklad pri monitorovaní cestnej infraštruktúry sa dokážu znížiť náklady, čas, mobilita a prípadne riziká spojené s ľudským faktorom. Takto sa dokážu využívať bezpilotné lietadlá pre prospešné účely štátu a jeho občanov.

## 7. Záver

Analýzou súčasného stavu, ktorou sa identifikuje U-Space systém, jeho prínosy, vrátane hlavných nariadení, s čím sú spojené aj súčasné pravidlá pri prevádzke možno konštatovať, že implementácia konceptu U-Space v rámci Slovenska je dôležitá pre zaistenie bezpečného a efektívneho vzdušného priestoru.

Po preskúmaní súčasnej situácie postupného implementovania služieb v krajinách Európskej únie sa odhalilo, že Slovensko zaostáva oproti iným krajinám. Hlavným cieľom práce bolo navrhnúť súbor implementačných riešení pre realizáciu U-Space



v rámci Slovenskej republiky. Jedným z najdôležitejších návrhov je zmena súčasnej platnej legislatívy, na ktorú sa viaže vymedzenie vzdušného priestoru a definovanie kľúčového subjektu – spoločnej informačnej služby, na základe čoho je potrebné zriadenie digitálnej platformy, ktorou by sa zabezpečilo zdieľanie informácií, zlepšenie bezpečnosti ako aj ochrana ľudí, majetku, súkromia. Pre pochopenie konceptu U-Space a jeho služieb je podstatné poskytnutie verejnosti vzdelanie v tejto oblasti, napríklad prostredníctvom vzdelávacích platforiem.

Vhodným návrhom sa javí zriadenie testovacej oblasti U-Space, čím by sa podporil vývoj v oblasti U-Space a odhalili riziká, avšak bolo by to finančne náročné. Všetky návrhy sú úzko spojené so zmenou legislatívy, bez ktorej nie je možné implementovať služby U-Space, avšak kľúčovú úlohu zohráva aj vzájomná spolupráca štátnych inštitúcií. Po navrhnutí súboru riešení sa poukazuje na zjednodušenie procesov pri prevádzke pomocou konkrétneho príkladu v smere komerčnej prevádzky bezpilotných lietadiel.

Tiež možno tvrdiť, že z hľadiska ekonomického zhodnotenia má U-Space prípadne nevýhody, avšak tie sú najmä spojené s otázkou financovania, na druhej strane prináša nové možnosti a perspektívy na trhu. Pri technickom hodnotení sa kladie dôraz na infraštruktúru a zriadenie technologickej platformy, vrátane platforiem pre vzdelávanie a vývoj aplikácie, ako aj samotnú bezpečnosť.

Navrhované riešenia v oblasti legislatívy, poskytnutie edukácie, vytvorenie platforiem, ako aj samotné testovanie U-Space sú kľúčové k úspešnej implementácii. Tými to návrhmi by sa nielen zjednodušili procesy pri prevádzke bezpilotných lietadiel, ale zaistila žiaduca bezpečnosť vzdušného priestoru. Výsledky by potenciálne mohli zlepšiť súčasný stav a prispieť k bezpečnosti vzdušného priestoru na Slovensku.

## Referencie

- [1] SESAR JU (2017). European Drones Outlook Study: Unlocking the Value for Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2829/085259
- [2] CAPITÁN, Carlos; PÉREZ-LEÓN, Héctor; CAPITÁN, Jesus; CASTAÑO, Ángel a OLLERO, Aníbal (2021). Unmanned Aerial Traffic Management System Architecture for U-Space In-Flight Services. Applied Sciences 11. doi: 10.3390/app11093995
- [3] BARRADO, Cristina; BOYERO, Mario; BRUCCULERI, Luigi; FERRARA, Giancarlo; HATELY, Andrew; HULLAH, Peter; MARTIN-MARRERO, David; PASTOR, Enric; RUSHTON, Anthony Peter a VOLKERT, Andreas (2020). U-Space Concept of Operations: A Key Enabler for Opening Airspace to Emerging Low-Altitude Operations. Aerospace. doi:10.3390/aerospace7030024
- [4] PÉREZ CASTÁN, Javier Alberto; GÓMEZ COMENDADOR, Fernando; CARDENAS-SORIA, Ana Belén; JANISCH, Dominik a ARNALDO VALDÉS, Rosa M. (2020). Identification, Categorisation and Gaps of Safety Indicators for U-Space. Energies. Doi:10.3390/en13030608
- [5] SESAR Joint Undertaking (2017). U-Space: Blueprint. LU: Publications Office. doi:10.3390/en13030608
- [6] DOPRAVNÝ ÚRAD. Dopravný úrad. Civilné letectvo. Online. Dostupné na: <http://dopravnýúrad.sk>
- [7] EASA. Easa.europa.eu. Domains. Drones and air mobility. Online. Dostupné na: <http://easa.europa.eu/>
- [8] PARROT. Parrot. European Drone regulations. Online. Dostupné na: <http://parrot.com/>
- [9] EASA. AMC and GM to Implementing Regulation (EU) 2021/664 zo 16.12. 2022, on a regulatory framework for the U-space
- [10] ECAC (2021). UASBulletin. ECAC UAS BULLETIN, 2021, 02, s.1-6
- [11] ÚRADNÝ VESTNÍK EURÓPSKEJ ÚNIE. Vykonávacia Nariadenie Komisie (EÚ) 2021/665 z 22.4. 2021, ktorým sa mení vykonávacie nariadenie (EÚ) 2017/373
- [12] ÚRADNÝ VESTNÍK EURÓPSKEJ ÚNIE. Vykonávacia Nariadenie Komisie (EÚ) 2021/666 z 22.4. 2021, ktorým sa mení nariadenie (EÚ) č. 923/2012
- [13] EASA. AMC and GM to Implementing Regulation (EU) 2021/664 zo 16.12. 2022, on a regulatory framework for the U-space
- [14] EASA. Notice of Proposed Amendment 2021-14 from 22.4. 2021, Development of acceptable means of compliance and guidance material to support the U-space regulation
- [15] EASA. Opinion No 01/2020, 13.3. 2020, High-level regulatory framework for the U-space
- [16] ÚRADNÝ VESTNÍK EURÓPSKEJ ÚNIE. Vykonávacia Nariadenie Komisie (EÚ) 2021/664 z 22.4. 2021 o regulačnom rámci pre priestor U-space
- [17] SESAR JU (2019). U-space Concept of Operations. CORUS, 25th October 2019, edition 03.00.02, available at <https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/u-space/>
- [18] BAJZIKOVA, Livia; BERNARD, Stéphane; BOUVIER, Denis; DREVILLON, Hervé; HOURCLATS, Alexa a CARRAZ, Maggy (2023). MILITARY AND U-SPACE: GUIDELINES, D1 – U-SPACE EVALUATION. V1.5. reference TLS/C4064/N210013
- [19] KLECATSKÝ, Adam; HULÍNSKÁ, Šárka a KRAUS, Jakub (2020). The Role of CIS in the U-space Environment. MAD - Magazine of Aviation Development 8 (2): s. 6–10. doi: 10.14311/MAD.2020.02.01
- [20] EASA. Annex to ED Decision 2020, Draft acceptable means of compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Opinion No 01/2020 on a high-level regulatory framework for the U-space, available at: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/acceptable-means-of-compliance-and-guidance-materials>
- [21] SESAR JU (2019). U-Space Concept of Operations. CORUS. Edition 01.01.03, available at

<https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/u-space/CORUS%20ConOps%20vol1.pdf>

- [22] SESAR JU (2022). Demonstrating the Everyday Benefits of U-Space: Initial Results from SESAR Demonstrations (2020-2022). Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2829/486291
- [23] EUROCONTROL (2022). U-SPACE Services Implementation Monitoring Report. Single European Sky Area Member States. Edition October 2022. available at: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-11/eurocontrol-u-space-services-implementation-monitoring-report-2022.pdf>
- [24] SESAR JU (2020). atmmasterplan.eu. eATM Portal. U-Space Implementation Map Tool. Online. Dostupné na: <https://atmmasterplan.eu/depl/u-space>