

T A
Č R



Řízení letového provozu
České republiky

Analýza vhodného způsobu začlenění informací o provozu UAS do činností stanoviště služby řízení

Číslo projektu: CK01000185

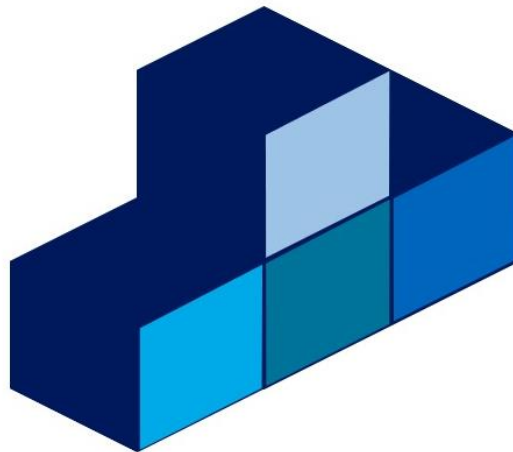
Název projektu: Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku

Číslo výsledku: CK01000185-V3

Předkládá:

Název organizace: České vysoké učení technické v Praze

Jméno řešitele: doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.



FUTURE

T A
Č R

Tento projekt je financován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva dopravy ČR v rámci Programu DOPRAVA 2020+.

Obsah

Manažerské shrnutí.....	4
1. Úvod	5
1.1 Cíl dokumentu	5
1.2 Působnost.....	5
1.3 Struktura.....	5
2. Legislativní vymezení	6
2.1 Současný stav.....	6
2.1.1 Přehledové technologie pro provoz UAS.....	7
2.1.2 Odpovědnost za provoz v CTR.....	10
2.1.3 Klasifikace prostorů a zeměpisných zón	11
2.1.4 Kapacita současných ATM systémů.....	12
2.1.5 Současná podoba provozu UAS v CTR.....	13
3. Návrh variant	22
3.1 Varianta před U-space.....	22
3.1.1 Lety UAS v neřízeném vzdušném prostoru	22
3.1.2 Lety UAS v řízeném vzdušném prostoru (CTR).....	23
3.1.3 Vliv na stanoviště ŘLP	24
3.2 Varianta při U-space	24
3.2.1 Odborná rešerše k DAR.....	25
3.2.2 Fundamentální východiska pro U-space v CTR	28
3.2.3 Vliv na stávající pracoviště ŘLP.....	28
3.3 Identifikace způsobu výnosu informace.....	30
3.4 Testování variant	33
3.4.1 Metodika testování	34
3.4.2 Testovací scénáře	35
3.5 Metodika DAR.....	43
3.5.1 Kazuistika	43
3.5.2 Předpoklady	44
3.5.3 Aktivace prostoru.....	45

T A
Č R



**Řízení letového provozu
České republiky**

4. Závěr	54
Reference	55
Seznam zkratk	56
Seznam tabulek	58
Seznam obrázků	58

Manažerské shrnutí

Stoupající význam bezpilotních letadel v dnešním světě vytváří potřebu pro komplexní regulaci těchto technologií na úrovni národních vlád. V důsledku toho dochází k rozmanitosti přístupů, které jednotlivé státy zaujímají k legislativnímu rámci pro drony. Mezinárodní organizace zabývající se civilním letectvím se snaží tuto situaci řešit prostřednictvím stanovení globálních standardů, doporučených postupů a poradních směrnic. Cílem je vytvořit konsenzuální prostředí pro bezpečný a harmonizovaný provoz dronů, který bude respektovat jednotlivá specifika členských států. Tato snaha směřuje k vytvoření koordinovaného přístupu, který minimalizuje nesoulad mezi národními předpisy a podporuje bezpečný rozvoj bezpilotních letadel na celosvětové úrovni.

Nařízení komise (EU) 2021/664 ustanovilo rámec pro vytvoření konceptu U-space, který umožňuje společnou integraci provozu UAS a letadel s pilotem na palubě. Hlavním principem je poskytování služeb účastníkům letového provozu, které umožní vzájemnou viditelnost a tím možnost předcházení vzdušným konfliktům. Vzhledem k neustále se rozvíjející technologii a regulačnímu prostředí je klíčové udržovat systémy dronů aktuální a schopné reagovat na nové výzvy. Jednou z těchto výzev je soulad pravidel pro zajištění bezpečného provozu ve vzdušném prostoru U-space, který je zřízen v řízeném vzdušném prostoru. Fundamentálním nástrojem pro zajištění takové výzvy, je definovat budoucí role řízení letového provozu v kontextu digitalizovaného provozu UAS, integraci tohoto inovativního konceptu do služby provozního personálu letových provozních služeb a metodicky zakotvit nově definovanou dynamickou rekonfiguraci vzdušného prostoru U-space.

Dynamická rekonfigurace vzdušného prostoru pro drony představuje klíčový prvek v optimalizaci bezpilotních letadel ve vzdušném prostředí. Za předem definovaných podmínek umožňuje měnit zeměpisné hranice vzdušného prostoru U-space tak, aby vyhověl požadavkům letadel s posádkou na palubě. Tato adaptabilita umožňuje minimalizaci rizika kolizí, optimalizaci trasy letu a zajištění efektivního využití dostupného vzdušného prostoru.

Tento dokument představuje koncepci zavádění provozního prostředí U-space do struktur řízení letového provozu, a to z pohledu široké škály provozních scénářů a prostředí. Prostřednictvím simulací a současných možností systémového zajištění potenciální interakce s bezpilotním provozem je navržena koncepce, která popisuje vztah U-space a poskytovatele letových provozních služeb. Dokument přináší základní metodický přístup k zajišťování dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru v ČR.

1. Úvod

Bezpilotní systémy a jejich využití pronikají do mnoha nových oblastí, kde lze využívat jejich potenciál. S tím roste potřeba jejich koordinace s běžným letectvím, tedy letectvím s pilotem na palubě, jelikož se pohybují ve společném vzdušném prostoru. Vzhledem k tomuto faktu je třeba z pohledu poskytovatele letových navigačních služeb definovat postup vhodného způsobu začlenění informací o provozu UAS do činností a procesů stanoviště služby řízení. Analýza způsobu, jakým budou informace spojené s provozem bezpilotních systémů ve výsledku zobrazeny je zaměřena na výnos pro ATCO a s tím spojeným prováděním dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru. Tento dokument poskytuje analýzu současného stavu zahrnujícího přehledové technologie pro provoz bezpilotních systémů, klasifikace prostorů a zeměpisných zón. Provoz popisuje způsob začlenění UAS na stanoviště řídicího letového provozu ve variantě provozu UAS v U-space, tak provozu mimo tento specifický prostor.

Důvodem vzniku tohoto výsledku je zajištění podkladů pro správné nastavení výnosu informace na stanovištích řízení letového provozu, aby nedošlo k přehlčení informacemi a byla zachována požadovaná úroveň bezpečnosti letového provozu. Výsledek projektu tedy slouží především Řízení letového provozu ČR, s.p., a to k navržení vhodného způsobu výnosu informací o provozu UAS pro stanoviště řízení. Jedná se o výslednou analýzu začlenění přehledových informací o bezpilotních systémech do procesů a činností jednotlivých stanovišť služby řízení letového provozu. Výsledkem je taktéž analýza způsobu, jakým budou informace spojené s provozem bezpilotních systémů ve výsledku zobrazeny.

1.1 Cíl dokumentu

Cílem analýzy vhodného způsobu začlenění informací o provozu UAS do činností stanoviště služby řízení je popis konkrétní varianty, kterou lze zajistit bezpečnou integraci bezpilotního provozu a s tím spojené požadavky na letové provozní služby, je-li tento provoz prováděn ve vzdušném prostoru U-space a zároveň řízeném vzdušném prostoru.

Jedná se o výsledek CK01000185-V3 a naplňuje popis: „Výsledkem bude analýza začlenění přehledových informací o UAS do procesů a činností stanovišť služby řízení letového provozu. Bude vyhodnocovat různé možnosti distribuce přehledové informace na stanovišti řízení. Analýza bude rovněž obsahovat návrh způsobu, jakým budou informace spojené s provozem UAS zobrazeny.“

1.2 Působnost

Tento dokument řeší začlenění informací o provozu UAS do stanoviště služby řízení na základě definic daných evropským nařízením 2021/664, 2021/665. Není zde řešená myšlenka softwarového rozvoje funkcionalit a řešení v podobě úpravy HMI v ČR současnosti používaných ATM systémů.

1.3 Struktura

Celý dokument je dělen do 4 kapitol. První kapitola definuje cíl a působnost dokumentu. Druhá kapitola se věnuje legislativnímu vymezení současného stavu ATM a UTM prostředí. Třetí kapitola představuje navrhované varianty výnosu pro ATCO a metodiku pro zajištění dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru. Poslední kapitola je závěr.

2. Legislativní vymezení

Bezpečná integrace bezpilotních letadel do vzdušného prostoru, řízeného či neřízeného, se neobejde bez spolupráce se stanovišti řízení letového provozu. Návrh řešení pokrývá obě oblasti zájmu – řízený vzdušný prostor a s ním spojený, potenciálně konfliktní, provoz v okolí řízených letišť, a provoz UAS (Unmanned Aircraft System, česky bezpilotní systém) mimo prostor řízený. Problematika interakce ATCO (Air Traffic Controller, česky řídicí letového provozu) a provozu UAS představuje širokou škálu metodických nároků, které lze chronologicky rozlišovat dle typů provozu UAS, o kterých lze v rámci tohoto rozlišení mluvit. Společným jmenovatelem pro interakci ATCO i UAS je řízený vzdušný prostor, ve kterém mohou UAS létat ve vzdušném prostoru U-space nebo jako součást provozu, který není označován U-space a je prakticky segregován. Tato kapitola popisuje variantu, ve které se řeší provoz UAS v U-space a celkový kontext s poskytovatelem ATS (Air Traffic Services, česky letové provozní služby), který je za daný řízený prostor odpovědný.

V úvodu je vhodné se seznámit s budoucím řešením provozu UAS, který součástí U-space nebude. Jedná se o provoz, který létá např. v CTR (Control zone, česky řízený okresek), aniž by byl součástí pravidel pro U-space (čerpání služeb, požadavky na vybavení a využívání subjektů jako CIS (Common Information Service, česky společná informační služba) či USSP (U-space Services Provider, česky poskytovatel služeb U-space)). Vzhledem k tomu, že jsou řízené prostory nad aglomeracemi, krajskými městy a dalšími místy s očekávaným výskytem většího množství obyvatel a staveb, jedná se rovněž o poměrně širokou škálu provozu a je nutné řešit jeho kontext právě s prostory U-space.

2.1 Současný stav

Pokud létá UAS v řízeném prostoru, kde není zřízen vzdušný prostor U-space, existují omezené možnosti, jak tento provoz regulovat a přibližovat ho ke konvenčnímu řízení letadel. Toto je opřeno zejména o:

- A. Princip pilotáže UAS. Jedná se o provoz, který není schopný plnit standardní pravidla a nastavení systému civilního letectví dle předpisu L 2 (např. pravidla pro vyhnutí se za letu).
- B. Přehledové radarové technologie a vybavení letadla a dálkově řídicího pilota. Přehledové technologie jako PSR, SSR, ADS-B (Primary Surveillance Radar, Secondary Surveillance Radar, Automatic Dependent Surveillance–Broadcast, česky primární (sekundární) přehledový radar a Automatický závislý dohled – vysílání) jsou pro UAS z mnoha parametrů nevhodnou technologií, kterou nelze uvažovat v případě, kdy dojde k masivnímu zvyšování objemu provozu UAS dnešních konstrukcí. UAS není vybaven radiostanicí.
- C. Výcvik. Nároky na pilota VFR/IFR (Visual/Instrumental Flight Rules, česky let za viditelnosti/podle přístrojů) letadla a dálkově řídicího pilota jsou nekompatibilní a RPIC (Remote Pilot in Command, česky dálkově řídicí pilot) nemusí z pozice harmonizované evropské regulace znát pravidla radiokomunikace.
- D. Avionika. Většina dnes používaných UAS, které jsou obecně považovány za uživatelsky dostupné, nedisponují možností nastavení QNH (tlak na daném letišti přepočítaný na hladinu moře). Jejich pohyby v CTR ve vztahu k ostatním letadlům jsou tak s přihlédnutím ke 3D prostoru irelevantní.
- E. Postupy ATS. Nejsou nastaveny rozstupy mezi letadly s posádkou a provozem UAS, které je nutné udržovat. Není stanovena kategorie letadla ve vztahu k turbulenci v úplavu.

Z důvodů uvedených výše se tak pro UAS, které neletí v U-space, ale zároveň letí v řízeném prostoru, jeví jako vhodná varianta většinové konverze stávajícího stupně regulace, kdy je provoz segregován.

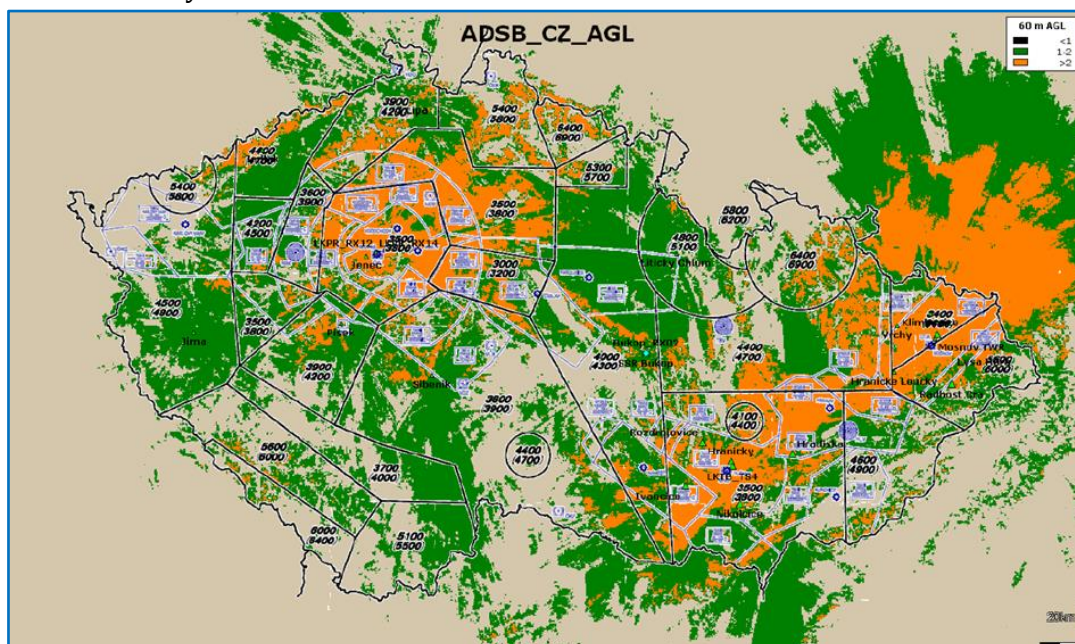
2.1.1 Přehledové technologie pro provoz UAS

Absence pilota na palubě a ověřené technologie pro identifikace a řešení konfliktů přenáší veškerou zodpovědnost z paluby letadla na zem. Aplikace pojmů jako „see and avoid“ či „remain-well-clear“ není v souvislosti s bezpilotním provozem zatím možná z důvodů současné fáze vývoje a implementace těchto systémů. Nebezpečné situace, jako jsou potenciální kolize s jinými uživateli vzdušného prostoru či překážkami, případně nebezpečné meteorologické jevy však budou s největší pravděpodobností v budoucnu řešeny pomocí nově vyvíjených systémů typu „detect and avoid“. RPIC musí být schopen v případě nutnosti zvládnout komunikaci se stanovišti řízení letového provozu a mít přehled o ostatních uživateli vzdušného prostoru. V současné době lze ve spojitosti s provozem UAS a jeho interakcí s konvenčním letectvím identifikovat následující přehledové technologie:

- A. Radarová technologie nezávislých nekooperujících systémů (PSR, SMR – Surface Movement Radar, česky radar pro řízení pohybů na letištní ploše). Primární přehledový radar detekuje vše, co je schopné odrážet energii v dostatečné intenzitě potřebné ke zpracování v přijímací části radaru. Charakteristické rozměry většiny bezpilotních letadel, které jsou provozovány v rámci výše uvedených kategorií, nedosahují dostatečných parametrů (rozměry, tvar, materiály) efektivních odrazových ploch (RCS – Radar Cross Section, česky efektivní odrazná plocha) pro současné PSR/SMR provozované ŘLP ČR, s.p. (dále jen ŘLP ČR) Jak již bylo zmíněno výše, obvyklá rozlišovací schopnost takových radiolokátorů pohybující se okolo mezní hodnoty 15 m² RCS je pro provoz bezpilotních systémů (0,01 – 10 m² RCS) nedostatečná.
- B. Radarová technologie nezávislých kooperujících systémů (SSR, MLAT – Multilateration, česky multilaterace). Kromě výše zmíněných limitů v podobě charakteristických rozměrů letadla hraje roli také maximální vzletová hmotnost (MTOM – Maximum Take-off Mass, česky maximální vzletová hmotnost) většiny provozovaných letadel. Ačkoliv lze ze současné evidence bezpilotního provozu v České republice předpokládat, že drtivá většina provozovaných letadel nepřesáhne MTOM větší než 2,5 kg, nelze generalizovat hmotnostní kategorie takových letadel. Za předpokladu užití radarových technologií sekundárního přehledového radaru nebo multilaterace pro výkon efektivní správy vzdušného prostoru při provozu dronů bylo do nedávna možno za limitující považovat právě hmotnost letadel, která omezovala možnost implementace palubního zařízení – zejména odpovídače SSR. S pokračujícím vývojem a miniaturizací tento problém odpadl, avšak limitace širšího nasazení takové technologie spočívá v nedostatku množství adres a v riziku zahlcení pozemních přijímačů.
- C. Technologie automatických závislých systémů. Ačkoliv jsou současné bezpilotní systémy osazeny jak satelitními, tak inerciálními navigačními systémy, není v současné době drtivá většina UAS kategorie otevřené a specifické vybavena palubním vysílačem ADS-B. Trendy v podobě implementace technologií automatických závislých systémů ADS-B (In) však poukazují na značný potenciál ve využívání těchto technologií (např. technologie AirSense, implementovaná do všech dronů od DJI nad MTOM 250 g). Nicméně pro správnou funkčnost služby detekce a vyhnutí se (DAA – Detect and avoid, česky detekovat a vyhnout se), kdy je bezpilotním letadlem přijímán signál vysílaný pilotovanými letadly a jejich poloha je pak dálkově řídicímu pilotovi známa, není ADS-B v EU (na rozdíl od USA) podmínkách dostatečné,

protože toto vybavení je povinné jen pro IFR/GAT (General Air Traffic, česky provoz dle pravidel ICAO) letouny od MTOM 5 700 kg nebo nad 250 kts. Postupnou implementaci lze očekávat také v souvislosti s požadavky na různé kategorie dronů ve smyslu regulace EU, kdy je nutné brát v úvahu pouze kategorie provozu, kterých by se mělo vybavení ADS-B Out, a tedy následné přidělení 24-bitových adres týkat. Na základě ICAO (State Letter 2019/77) bude zřejmě v případě Otevřené kategorie vybavení touto technologií zakázáno a v kategorii Specifické bude výjimečně umožněno pouze v případě letů v rámci vzdušných prostorů, u nichž to požadavky na palubní vybavení přímo vyžadují. V případě Certifikované kategorie by pak každé letadlo mělo být vybaveno ADS-B Out a stejně tak by mělo mít přidělenou příslušnou 24-bitovou adresu. Plošná integrace bezpilotních letadel kategorií Otevřená a Specifická v rámci provozu ve vzdušném prostoru VLL je limitována především:

- pokrytím a možnostmi šíření signálu v těchto výškách, značně ovlivněném okolním terénem a odrazy (viz obrázek 1);
- schopností současných zobrazovacích ATM (Air Traffic Management, česky uspořádání letového provozu) systémů (resp. hlavního přehledového systému), který dosahuje kritického zvýšení zátěže již při provozu potenciálních 100 UAS vybavených ADS-B Out;
- rušením přenosu signálu ADS-B letadel s piloty na palubě vysílaných z výšek (letových hladin) nad 120 m AGL v případě vyššího počtu UAS vysílajících ADS-B signál právě pod touto výškou.



Obrázek 1: Pokrytí ADS-B v ČR do 60 m AGL, zdroj: ŘLP ČR

Stejně tak je u všech výše zmíněných technologií dále limitující výška letu, kterou bezpilotní systémy běžně dosahují a která ve většině případů nepřesáhne 120 m AGL. Další nabízená možnost je využití jiných technologií jako UAT (Universal Access Transceiver, česky univerzální přístupový vysílač a přijímač) či VDL-4 (VHF Digital Link (VDL) Mode 4, česky datové spojení módu 4 ve velmi krátkých vlnách), které jsou ovšem také problematické. Technologie UAT

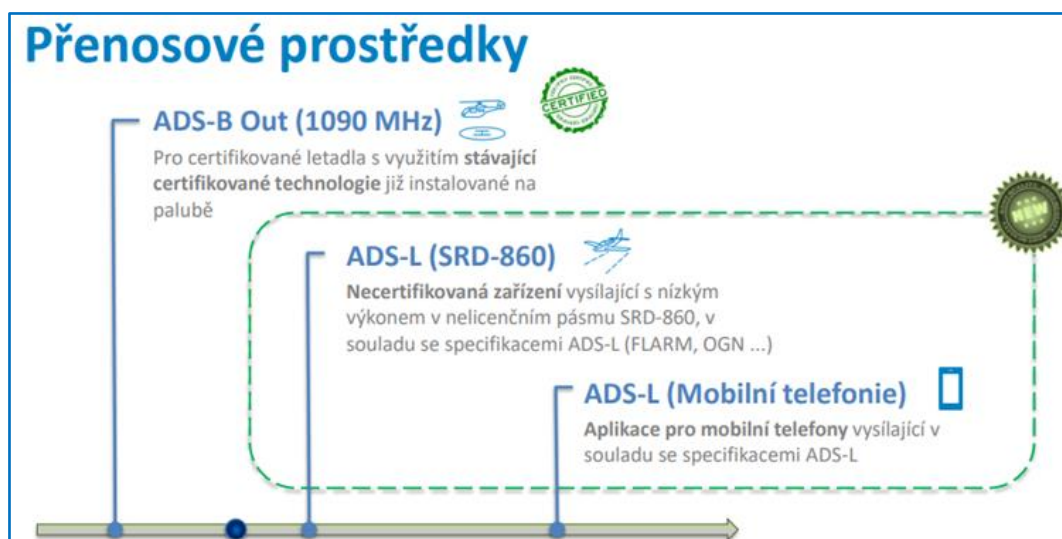
se využívá v USA, kde se potýká s technickými a provozními potížemi a obecně její šíření není doporučováno. V Evropě jsou navíc, na kmitočtu 978 MHz, provozovány kanály DME (Distance Measuring Equipment, česky zařízení pro měření vzdálenosti) a TACAN (Tactical Air Navigation System, česky taktické letové navigační zařízení) a není zde dostatečná pozemní infrastruktura. VDL-4 byla shledána jako neperspektivní a nejsou volné kmitočtové kanály pro její provoz.

D. Mobilní sítě. Datovou komunikaci v provozním prostředí U-space v rámci České republiky je možné zajistit právě pomocí využití mobilních sítí – telekomunikačního standardu 4G/5G. Toto řešení je vhodné z hlediska chápání celkové funkčnosti U-space systému, kdy je nutné zajistit distribuci informací CIS-USSP-UAS-RPIC a naopak, především v počátečně uvažovaných oblastech do výšky 120 m AGL. Mezi hlavní výhody vytváření U-space systému skrze mobilní sítě patří:

- relativní dostupnost služeb na území ČR,
- dostupnost služeb v rámci VLL (Very Low Level, česky nízké výšky) prostoru,
- možnost realizace BVLOS (Beyond Visual Line of Sight, česky mimo vizuální dohled) letů (využití sítí také pro samotné řízení UA a pro přenos dat z užitečného zatížení),
- získání přehledové situace pro většinu provozu UAS ve vzdušném prostoru U-space,
- dostupnost přehledového vybavení pro koncové uživatele,
- uvedení dalšího smysluplného využití 5G sítí, zvýšení zájmu poskytovatelů o pokrytí.

Ve stávajícím provozním prostředí UAS hrají mobilní sítě podstatnou roli v datové komunikaci při spojení mobilních komunikačních zařízení dálkově řídicích pilotů se servery digitální mapy (pro předletovou přípravu) a v hlasové komunikaci pro koordinaci letu (např. s ATS či letištěm). V budoucím prostředí U-space dojde k několika změnám – hlasová komunikace (koordinace) bude většinou nahrazena datovou (spojení mobilních zařízení dálkově řídicích pilotů s poskytovateli služeb U-space (USSP)), přičemž datová komunikace dozná rozšíření svého využití o datové toky vedoucí o článek dále – k samotnému bezpilotnímu letadlu (vysílání NRID). V dalších stupních vývoje U-space pak nebude dálkově řídicí pilot jediným koncovým adresátem datové komunikace geo-awareness, ale tato bude dále přijímána také přímo bezpilotním letadlem (s výhodou automatického zpracování a využití během letu).

Pro budoucí bezpečnou separaci provozu v U-space se jeví vhodný koncept ADS-L (Automatic Dependent Surveillance–Light, česky Automatický závislý dohled – lehké). Návrh standardu ADS-B Light vytvořen odborníky z EASA a EUROCONTROL je odvozen/zjednodušen z existujících standardů pro 1090 MHz Mód S extended squitter ADS-B Out. Využívá parametry založené na GNSS. Jedná se o aplikace kompatibilní s mobilními telefony, vysílající v souladu se specifikacemi ADS-B Light (minimální standard pro zviditelnění pilotovaných letadel v rámci U-space). Mobilní telefonie by měla podporovat možné budoucí aplikace (například sdílení informací o provozu), využívat existující infrastrukturu a měla by být také cenově dostupná. Rozdíly ve využití přenosových prostředků ADS-B Out, ADS-L využívající SRD-860 a ADS-L s využitím mobilní telefonie znázorňuje obrázek 2.



Obrázek 2: Znárodnění účelu přenosových prostředků ADS-B Out, ADS-L, ADS-L [1]

2.1.2 Odpovědnost za provoz v CTR

V souvislosti se zaváděním U-space prostorů přichází na řadu také otázka rozdělení odpovědností ve vzdušném prostoru, ve kterém budou U-space prostory vznikat. Kromě tradičního poskytovatele letových navigačních služeb ANSP (Air Navigation Services Provider, česky poskytovatel letových navigačních služeb) se novým subjektem stává poskytovatel služeb U-space – USSP. Důkladné rozdělení a popsání kompetencí mezi těmito dvěma subjekty bude nezbytné. Z pohledu ANSP je již nyní identifikován nesoulad stávající legislativy právě v kompetencích a zodpovědnosti za provoz UAS v CTR, kterého legislativa zbavuje povinnosti koordinace s příslušným stanovištěm řízení letového provozu (z důvodu vzdálenosti od ARP AD (Aerodrome Reference Point, česky vztažný bod letiště) nebo jeho nízké hmotnosti do 0,91kg). ATCO se o takovém provozu UAS nemají možnost dozvědět, i přes skutečnost, že se let odehrává v jejich prostoru odpovědnosti. U-space může být definován v řízeném i neřízeném vzdušném prostoru, a to trvalou nebo dočasnou formou, přičemž platí:

- A. Při definování vzdušného prostoru U-space v rámci řízeného prostoru zůstane odpovědnost za řízení letového provozu s posádkou na palubě a za poskytování dynamické rekonfigurace v tomto prostoru na příslušném stanovišti ATS. Snahou bude konfigurovat vzájemný provoz letadel bezpilotních a letadel s posádkou na palubě v tomto prostoru. Odpovědnost za poskytování služeb U-space v tomto prostoru bude spadat pod příslušné USSP, kterých může být v jednom U-space více a bude záležet na provozovateli UAS, se kterým uzavře kontrakt na čerpání služeb U-space. Jedním z těchto USSP bude také ŘLP ČR, které bude takové služby poskytovat výhradně státním letům (tzv. sUSSP (státní USSP)).
- B. Při definování vzdušného prostoru U-space v rámci neřízeného vzdušného prostoru nebo prostoru řízeného, kde se vyskytuje také neřízený provoz (třída E), zůstane odpovědnost za poskytování letové informační služby (FIS – Flight Information Service, česky letová informační služba) letadlům s piloty na palubě rovněž příslušnému poskytovateli ATS. USSP budou odpovídat za poskytování U-space služeb pro bezpečný pohyb UAS letadel v tomto vzdušném prostoru U-space. Při ustanovení přeshraničního vzdušného prostoru U-space musí stát koordinovat jeho určení, poskytování služeb U-space a roli CIS přeshraničního provozu.

2.1.3 Klasifikace prostorů a zeměpisných zón

Pro bezpečnou a efektivní integraci UAS do společného vzdušného prostoru v České republice budou na základě článku 15 prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/947 definovány nové zeměpisné zóny (vzdušný prostor U-space), které svými vlastnostmi a specifikacemi dokáží dostatečně obsáhnout majoritně pokročilý bezpilotní provoz. V úvodních fázích implementace U-space se očekává vytváření těchto prostorů, kromě oblasti vytvořené z důvodu testovacího polygonu, zejména v oblastech zvýšeného výskytu provozu pilotovaných letadel, společně s provozem letadel dálkově řízených. Za takové oblasti lze považovat například řízené okrsky (CTR). Vzdušný prostor U-space představuje vymezený prostor, definovaný v souladu s prováděcím nařízením Komise (EU) 2019/947, který je určen členským státem a ve kterém jsou poskytovány a povinně čerpány U-space služby (viz prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/664). V souladu s koncepčními materiály U-space je nutno dále diverzifikovat jednotlivé oblasti tohoto prostoru, především na základě typu předpokládaného provozu, rozsahu služeb, které jsou v této oblasti poskytovány, a také posouzení rizik vzdušného prostoru (hodnocení rizik, které bere v úvahu typ, složitost a hustotu provozu, umístění, nadmořské výšky nebo výšky AGL (Above Ground Level, česky nad zemským povrchem) a klasifikaci vzdušného prostoru). Na základě provozních potřeb plynoucích především z poptávky letadel s posádkou na palubě proletět aktivním prostorem U-space, je možno provoz UAS v rámci U-space dočasně omezit tzv. dynamickou rekonfigurací vzdušného prostoru. Tím se rozumí provedení dočasné změny vertikálních či horizontálních hranic aktivního U-space prostoru tak, aby byl umožněn průlet letadla s posádkou. Pro bezpilotní provoz v U-space prostoru toto znamená omezení jejich původně plánovaných trajektorií, případně změnu vertikální polohy UAS. Dynamická rekonfigurace vzdušného prostoru zajistí, že v případě jejího aplikování, budou letadla s posádkou, kterým je poskytována služba řízení letového provozu, fakticky oddělena od provozu bezpilotních systémů.

Z výše uvedeného vyplývá, že zeměpisná zóna nemusí nutně být plně kvalifikovaným prostorem U-space, ve kterém budou k dispozici všechny U-space služby. Zeměpisná zóna může pouze stanovovat určitá pravidla pro pohyb v ní, která budou pro všechny uživatele vzdušného prostoru známá a veřejně dostupná. Takové zeměpisné zóny je povinností zobrazit ve společném jednotném digitálním formátu. V ČR bude k těmto účelům sloužit systém Digitální mapa. Správcem digitální mapy, jakožto informačního systému veřejné správy, je dle novely leteckého zákona určen ÚCL (Úřad pro civilní letectví) s možností a deklarovaným záměrem pověřit poskytováním ŘLP ČR. Poskytovatel bude prostřednictvím tohoto určeného systému vyznačovat části vzdušného prostoru České republiky a k nim se vztahující pravidla (zákazy, omezení) vymezená opatřeními obecné povahy nebo pokyny vydané podle novely Zákona o civilním letectví č. 49/1997 Sb.

U-space poskytne rámec pro rutinní provoz dronů, definuje rozhraní mezi provozem bezpilotním a pilotovaným, poskytovateli ATM/ANS služeb, poskytovateli klientských aplikací (prostřednictvím služeb USSP) a jednotlivými autoritami. U-space tedy nelze považovat za definovaný objem vzdušného prostoru, který je striktně oddělený a dedikovaný pouze pro využití bezpilotními letadly. Je navržen tak, aby zajišťoval pokud možno hladký provoz bezpilotních letadel, v budoucnu i ve všech třídách vzdušného prostoru bez omezení pouze na provoz ve velmi nízkých výškách (i přes to, že se prvotní právní rámec zaměřuje právě na počáteční fáze implementace UAS právě pouze ve VLL). Zabývá se potřebami pro všechny typy provozu napříč všemi kategoriemi UAS. Takové prostředí bude podporovat

a umožňovat rozvoj bezpilotního odvětví při zachování přijatelné úrovně bezpečnosti a přijetí ze strany veřejnosti.

Základní dělení vzdušného prostoru pro budoucí provoz UAS je možné definovat na základě již existujících konceptů a harmonizovaných pravidel, a to na následující oblasti: VLL, neřízený vzdušný prostor, řízený vzdušný prostor, a prostor nad v současnosti definovanou horní hranicí vzdušného prostoru (v ČR nad FL660). Každá z oblastí má pro integraci bezpilotního provozu rozdílné potřeby. V rámci provozu UAS může, za dodržení určitých podmínek, být realizován také autonomní provoz. V případě takového provozu jde o lety, při kterých odpovědný provozovatel UAS nemá určeného dálkově řídicího pilota, který by během letu mohl zasahovat do řízení. To je, na rozdíl od automatického letu, kdy má dálkově řídicí pilot trvalou možnost převzít kontrolu nad letadlem, stěžejní unikátní vlastnost takového provozu. Vzhledem k současné technologické vyspělosti UAS nemůže být zatím autonomní provoz plně integrován do společného vzdušného provozu a koexistovat tak například s provozem letadel s pilotem na palubě. Toto opatření souvisí jak s dodržováním úrovně provozní bezpečnosti, tak i s absencí možnosti bezpečného řízení takového provozu ze strany ATCO. Z toho důvodu by měl být takový provoz v případě jeho implementace do současného vzdušného provozu v počátečních fázích zavádění segregován, a to v rámci předem definovaných prostorů, pro které budou přijata veškerá opatření, která umožní provést autonomní provoz při zachování dostatečné úrovně bezpečnosti.

K velkému objemu provozu UAS bude docházet pod 120-150 m AGL, je tedy nezbytná reorganizace vzdušného prostoru VLL takovým způsobem, aby byla zachována současná úroveň bezpečnosti a vytvoření nových specifických pravidel, která by platila nad rámec pravidel současných. Úroveň bezpečnosti bude tím vyšší, čím více uživatelů z řad všeobecného letectví (s pilotem na palubě) se do U-space zapojí. Zapojení těchto uživatelů může spočívat například v povinném seznámení se s plánovaným UAS provozem v zamýšlené oblasti VFR letu/či jiné aktivity GA (General Aviation, česky všeobecné letectví) v rámci předletové přípravy (výnos z aplikace USSP) nebo přímým zapojením do U-space. Rozšířený provoz ve VLL je přímo závislý na postupném zavádění služeb U-space.

Otevřená a specifická kategorie provozu civilních i nevojenských státních UAS se v současnosti v ČR řídí kombinací obecných pravidel daných legislativou EU a doplňujícími vnitrostátními pravidly. Certifikovaná kategorie UAS, prakticky řazená mezi klasický IFR provoz, zatím nemá dokončený právní rámec, jednotlivé občasné lety probíhají na základě zvláštních povolení a bezpečnostních studií. Globální pravidla vstoupí v účinnost v listopadu 2026, EASA má ambici termín pro provoz UAS spadající do certifikované kategorie v rámci EU urychlit přibližně o 1 rok.

2.1.4 Kapacita současných ATM systémů

Současné ATM systémy jsou na pokraji svých kapacitních limitů a nelze je považovat za jediný vhodný nástroj pro bezpečné a efektivní řízení veškerého budoucího pokročilého UAS provozu. V návrhu je počítáno se dvěma variantami umístění výnosu, které zvažují jako cílový stav:

- A. Integraci výnosu do stávajících ATM systémů. Letištní řídicí věže v ČR jsou vybaveny systémy A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control System) InNOVA (Letiště Ruzyně), na regionálních letištích (Karlovy Vary, Brno, Ostrava) systémem TR8. Na stanovištích APP (Approach, česky přibližovací služba řízení) a FIC (Flight Information Center, česky letové informační středisko) je využíván hlavní systém TopSky.

- B. Zobrazení výnosu na samostatné obrazovce (bez integrace do stávajících ATM systémů) např. na pracovišti SC (Senior Controller) na TWR (Tower, česky letištní služba řízení) a na stanovišti FIC. Tato varianta se jeví vhodná zejména v počáteční fázi implementace, případně v režimu testování jednotlivých dílčích služeb U-space před plným nasazením do provozu. Samostatná obrazovka výnosu však není vyloučena ani jako cílový stav implementace.

Návrh řešení cílí na využitelnost pro provoz UAS v celém vzdušném prostoru ČR (řízeném i neřízeném) na jakékoli úrovni, avšak funkční a technické požadavky se mohou lišit v závislosti na charakteristice kategorie UAS, třídě vzdušného prostoru, ve kterém se bude provoz nacházet a také na typu činnosti, která bude UAS prováděna.

2.1.5 Současná podoba provozu UAS v CTR

ATCO se ve svém prostoru odpovědnosti setkávají převážně s provozem UAS v kategorii otevřené, kdy se o jednotlivém letu dozvídají dopředu prostřednictvím institutu zisku povolení NSF (Non-standard Flight, česky nestandardní let), který ukládá provozovateli UAS za povinnost podat žádost o let UAS pokaždé, když se prostor zájmu letu nachází v CTR a je naplněna povinnost koordinace se stanovištěm řízení letového provozu. Takové lety se obvykle pouze evidují a interakce ATCO s pilotem UAS spočívá v telefonickém oznámení zahájení a ukončení provozu v lokalitě zájmu letu. ATCO disponují telefonním číslem na pilota pro případné urgentní situace, kdy by bylo nutné bezpilotní provoz uzemnit. Mimo využití technologie ADS-B, ATCO nedisponují v současné době žádným nástrojem, který by jim provoz UAS dokázal zobrazit.

Pro období před vznikem U-space platí, že ŘLP ČR nedisponuje žádným nástrojem pro řízení a správu letů UAS, není dostupná aplikace pro zobrazení přehledové situace o aktuálním UAS provozu (živé cíle) a není k dispozici žádný detekční systém kooperujících či nekooperujících cílů. Nástrojem, využitelným alespoň částečně ke statickému zobrazení symbolu dronu v místě zamýšleného provozu a zamýšleném čase (nejedná se o real-time údaje), je speciální modul webové aplikace AisView, určený pro předletovou přípravu pro provozovatele a piloty dronů – DronView. Využívat DronView je v současné době pilotům doporučeno, její využívání však není povinné. Při předletové přípravě pilotů UAS může takový krok sloužit ke zvýšení bezpečnosti a zvýšení povědomí o předpokládaném provozu v místě uskutečnění jejich zamýšleného letu.

Na základě analýzy za participace metodických pracovníků LNS (letových navigačních služeb) plyne, že informace o plánovaném provozu UAS získané z aplikace DronView nejsou pro ATCO v této podobě nijak využitelné při poskytování informací o provozu. Není totiž možné poskytovat informace o provozu z rozdílných obrazovek. Vedle stávající CWS (Controller Work Station, česky pracovní stanice řídicího) obrazovky na pracovištích by vyžadovalo další obrazovku s webovým rozhraním digitální mapy (tuto funkci zatím plní aplikace DronView) a integraci pilotovaného provozu do tohoto zobrazení (takový koncept je nyní zaveden i v jiných státech, např. v Chorvatsku, Francii atd.). Integrace dat pilotovaného provozu do zobrazení v aplikaci DronView by bylo technicky možné (např. přidáním dat z aplikace JRadars), ale taková varianta není ze strany metodiků LNS podporována. Největší obavou jsou bezpečnost a také kapacitní limity ATCO, kdy se nelze zároveň věnovat dvěma obrazovkám současně. Z tohoto důvodu je doporučována plná integrace do stávajících přehledových systémů (ASMGCS pro TWR Ruzyně, TR8 pro regionální TWR, TopSky pro FIC, LETVIS pro personál AČR). Vzhledem k časové

náročnosti jednání s dodavateli a počtu výše zmíněných ATM systémů, realizace dodatečných požadavků na systémy a jejich následné testování se předpokládá v horizontu několika let. Plná integrace výnosu provozu UAS do současných ATM systémů se tedy jeví jako nerealizovatelná v období před zavedením U-space.

Do doby, než budou zřízeny první prostory U-space v CTR, platí pro létání s bezpilotními systémy pravidla dle Opatření obecné povahy o zřízení omezeného prostoru (LKR10-UAS) vydaného Úřadem pro civilní letectví dne 30. 12. 2020. Tento právní akt stanovuje způsob zajištění ochrany letového provozu v bezprostředním okolí letišť, a to vymezením kružnice 5,5 km od ARP s podmíněným vstupem v závislosti na hmotnosti UAS s povinností létat mimo OP (ochranná pásma), nedojde-li ke koordinaci takového letu. Na všech řízených letištích, nacházejících se v řízeném okrsku – CTR (v případě vojenských letišť MCTR), je poskytována služba řízení letového provozu. Lety UAS v CTR dnes, na rozdíl od letů s pilotem na palubě, nemusí být vždy předmětem letového povolení. Jak vyplývá z národních pravidel, probíhá-li provoz UAS v kategoriích otevřená nebo specifická mimo OP a nikdy ne výše než 100 m nad zemí, nevyžaduje koordinaci s TWR či provozovatelem letiště. V případě letů UAS ve vzdálenosti <5,5 km od ARP je takový provoz bez nutné koordinace se složkami výše uvedenými umožněn pouze pro lety UAS do MTOM 0,91 kg. V obou případech se neuplatňují ani požadavky předpisu L11 na získání letového povolení.

Jednotky demonstračních letů UAS BVLOS, které byly dosud uskutečněny v řízeném vzdušném prostoru v ČR a spadaly svojí povahou do kategorie specifické, byly vždy podmíněny realizováním letu v rezervovaném/vyhrazeném vzdušném prostoru, který byl pro tento záměr letu UAS BVLOS speciálně zřízen. Provozovatel UAS musel splnit podmínky pro získání Oprávnění k provozu od ÚCL, vypracovat provozní koncepci (ConOps) a zaslat žádost o nestandardní let (NSF) v CTR podle podmínek popsanych pro tyto typy letů v AIP ENR 1.1.11. Odpovědí na žádost je vždy soubor dodatečných podmínek pro provedení letu. Povinné vybavení UAS odpovídacem SSR Mode S a ADS-B Out bývá jednou z dodatečných podmínek pro provedení letu. Další častou podmínkou je zajištění obousměrného radiového spojení. Dodatečnou podmínkou může být také vykreslení daného prostoru zájmu/privátní mapy letu UAS v mapovém podkladu na CWP příslušného ATCO, který pak může jednodušeji sledovat, zda UAS nenarušuje hranice vyhrazeného prostoru, dedikovaného pro svůj let. ATCO pak jednoduše může daný prostor/polygon aktivovat před letem UAS a vydává povolení k činnosti v tomto prostoru. Polygonem může být například vymezena i celá liniová trať letu BVLOS. Úřad pro civilní letectví může nad rámec dodatečných podmínek vyžadovat i publikaci daného polygonu prostřednictvím NOTAM (Notice to Airmen, poznámka pro letce) s navigační výstrahou. Vydání NOTAM je stanoven do odpovědnosti provozovatele UAS, nicméně pokud se jedná o řízený vzdušný prostor CTR, ve kterém odpovídá za poskytování služeb ATS pověřený poskytovatel ATS, provozovatel takto učinit nemůže bez souhlasu příslušného poskytovatele ATS. Pokud by se jednalo o lokalitu, kde mohou být provozem UAS ovlivněni i další uživatelé vzdušného prostoru, může ÚCL navíc vyžadovat projednání prostoru zájmu Konceptní skupinou ASM (Airspace Management, česky uspořádání vzdušného prostoru), a to s dostatečným předstihem. Na lety v řízeném vzdušném prostoru (vzdušný prostor tříd C, D a E) se běžně NOTAM nevydávají (vyplývá z principu rozdělení vzdušného prostoru a služeb v nich poskytovaných). Požadavky na vydání NOTAM řeší Letecký předpis L-15, dodatek O. V době platnosti NOTAM má informace v něm uvedená nejvyšší prioritu, vyšší než informace uvedená v AIP SUP, VFR

SUP, AIP nebo VFR příručky. NOTAM lze podat jednoduše také prostřednictvím systému AisView. Četnosti vydaných povolení NSF za roky 2022 a 2023 jsou ilustrovány na obrázku 3.

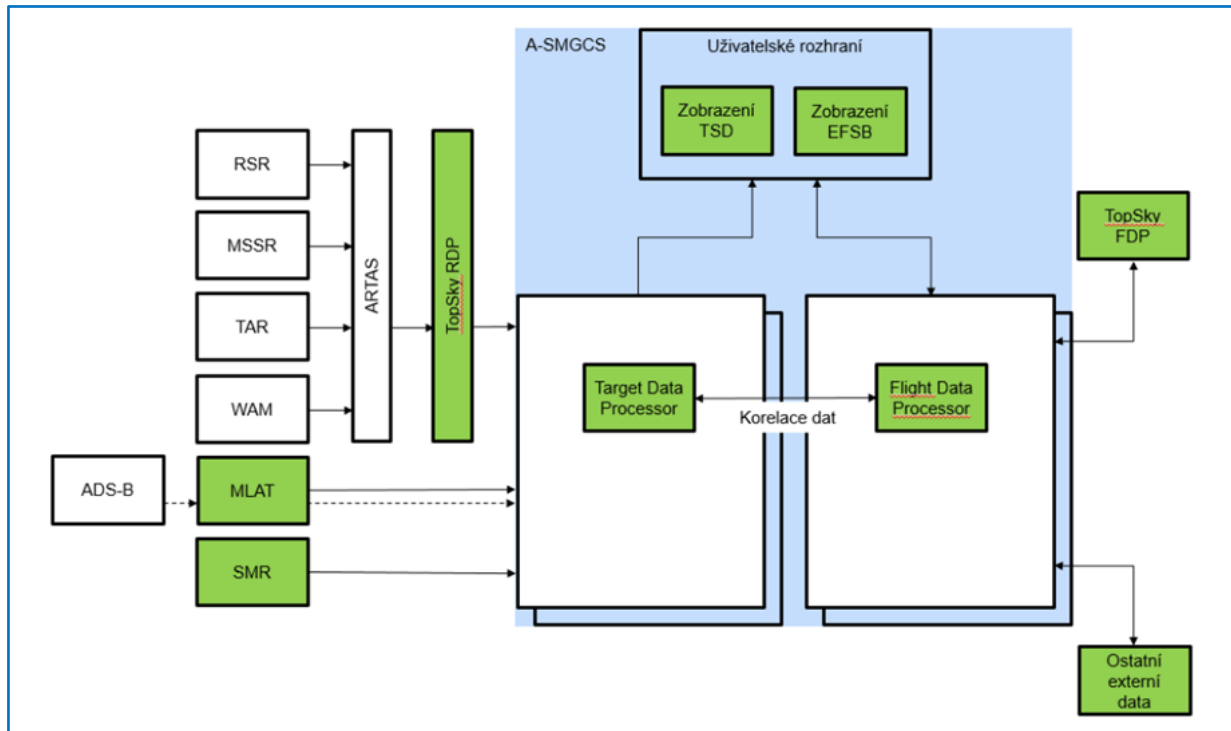


Obrázek 3: Statistika vydaných povolení 2022-2023, zdroj: ŘLP ČR

Využití odpovídače SSR Mode S či ADS-B zůstává tedy v současné době jedinou možností, jak polohu provozu UAS směrem k výkonnému personálu zviditelnit. Pokud UAS není vybaven odpovídačem SSR Mode S či ADS-B, pro znázornění jeho polohy může posloužit vykreslení prostoru zájmu letu/polygonu v mapovém podkladu na CWP příslušného ATCO. ATCO nedisponuje žádnou technologií, systémem či pomůckou managementu letů UAS, získává informace o UAS dopředu z informací uvedených v žádosti o nestandardní let. Hlasová komunikace probíhá prostřednictvím mobilního telefonu, a to ohlášením vzletu a přistání UAS, v lepším případě je komunikace zajištěna prostřednictvím obousměrného radiového spojení s RPIC.

Systém A-SMGCS InNOVA

Koncept systému A-SMGCS InNOVA představuje komplexní a intuitivní řešení pro všechny potřeby služby řízení letového provozu na letišti a v jeho okolí. Architektura systému je navržena jako robustní duálně redundantní konfigurace, která efektivně minimalizuje riziko ztráty přehledových informací a ostatních provozních dat. Systém integruje několik klíčových prvků, včetně vlastního FDP (Flight Data Processing, česky zpracování letových dat) pro zpracování letových plánů z centrálního FDPS (Flight Data Processing System, systém pro zpracování letových dat) (TopSky) během činností spojených s procesem letištního řízení. Tato funkcionality zahrnuje i přípravu potřebných informací a zpětnou aktualizaci v TopSky a ESUP NS. Systém dále disponuje vlastním TDP (Traffic Data Processing, česky zpracování dat o poloze) pro sběr a zpracování polohových dat, která jsou následně sloučena s daty FDP. Kromě toho zahrnuje vlastní TECH pro přípravu a generování mapových podkladů, konfiguraci systémových parametrů, zobrazování systémových alarmů a manipulaci s aplikačním SW. Součástí systému je také vlastní RPS (Records Processing System, česky systém pro správu nahrávek) pro záznam a přehrávání provozních situací. Pro lepší operativitu poskytuje systém specifické provozní rozhraní pro řídicí letového provozu v podobě CWP TSD a EFSB. Celkově tedy systém A-SMGCS InNOVA integruje klíčové prvky pro efektivní a bezpečné řízení letového provozu na letišti a jeho okolí. Zjednodušené funkční schéma instalace na TWR Ruzyně z pohledu ATCO je patrné z obrázku 4.



Obrázek 4: Blokové schéma ATM systému A-SMGCS, zdroj: ŘLP ČR

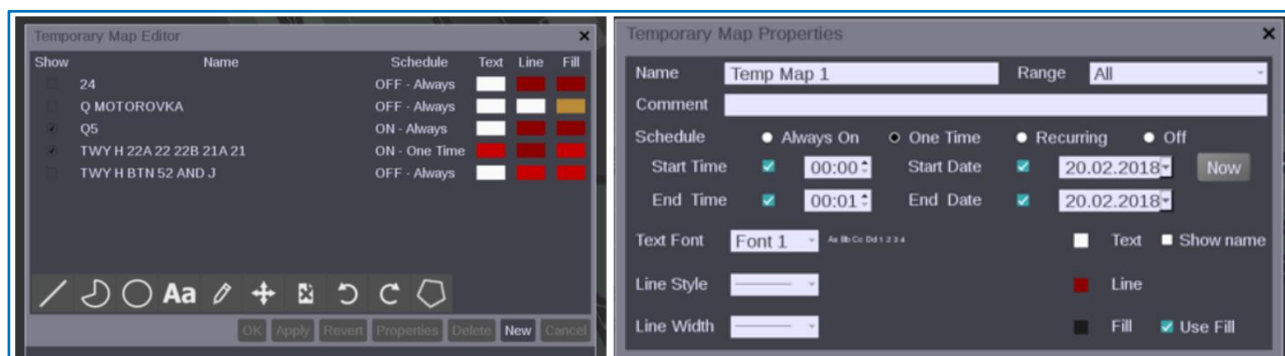
Systém A-SMGCS InNOVA je modulární a volně rozšiřitelný systém. Jedná se o sadu komerčních „off-the-shelf“ HW stanic, na nichž běží aplikační SW v prostředí OS Linux. Komunikace mezi jednotlivými stavebními prvky systému probíhá pomocí LAN. Umístění A-SMGCS v kontextu ostatního vybavení pracovních stolů a pracovišť je zvoleno tak, aby při dalším rozvoji vybavenosti TWR Ruzyně bylo dosaženo konceptu jednotného pracovního místa. V tomto konceptu se již nepočítá s přehledovým systémem APP Praha, jehož roli systém InNOVA přebírá. Každé jednotlivé pracovní místo je dále vybaveno systémy, které jsou ilustrovány na obrázku 5.



Obrázek 5: Pracovní pozice Ruzyně TWR, zdroj: ŘLP ČR

Mapové vrstvy mohou v systému být trvalé i dočasné, s časově omezenou platností aktivace (například TRA GA, CTR a TMA LKVO atd.). Nástroj Temporary Maps slouží k možné tvorbě a prezentaci přechodných primitivních grafických objektů (čára, polyline, polygon, kružnice, kruh, oblouk, kruhová výseč, text) reprezentující informace nebo omezení, které může mít dopad na kvalitu a bezpečnost při

poskytování letových provozních služeb letištnímu provozu. Takto vytvořené mapy lze distribuovat i na ostatní aktivované CWP. V nastavení kalendáře, které zobrazuje obrázek 6, lze definovat začátek a konec časového intervalu, ve kterém se má mapa zobrazovat. Mapové vrstvy se ukládají do společného úložiště, vytvořená mapa je odeslána do systému (na všechny CWP), mapu lze jednoduchým způsobem opět z úložiště vymazat.



Obrázek 6: Nabídka mapové editace v systému A-SMGCS InNOVA, zdroj: ŘLP ČR

System TopSky

TopSky představuje autonomní hlavní systém poskytující komplexní funkčnosti pro služby řízení letového provozu a informační služby. Tento systém zahrnuje několik klíčových prvků a funkcí. TopSky zajišťuje zpracování a prezentaci přehledových dat, včetně dat letů, letových plánů a souvisejících informací. Používá Safety Nets, monitorovací funkce a datalink pro efektivní řízení letového provozu. Systém TopSky se skládá ze dvou instancí: provozní platformy v IATCC a TEB (technický blok, pozn: budova ŘLP ČR) a DTC (Development and Test Centre, česky vývojové a testovací pracoviště) platformy umístěné částečně v IATCC a na TEB. Hlavní zpracování přehledových dat vychází z trackerů ARTAS a záložního SFR/Bypass Trackeru. TopSky pracuje s daty letových plánů, výměnou OLDI zpráv a vstupy uživatelů. Základní funkce zahrnují příjem a zpracování AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunication Network, česky letecká pevná telekomunikační síť) zpráv, výpočet 4D profilu letů a správu SSR kódů. Systém také zajišťuje datalinkovou komunikaci mezi pozemním a palubním systémem, doplňující nebo nahrazující hlasovou komunikaci ATCO-pilot. Poskytuje služby CM (připojení letadla) a CPDLC (Controller-Pilot Data Link Communications, česky komunikace datovým spojem mezi pilotem a řídicím), bezpečnostní sítě varují před možnými konflikty. Spojení systému TopSky a dalších systémů na pracovní stanici ATCO ilustruje obrázek 7.



Obrázek 7: Systémové rozvržení na pozici ACC (Area Control, oblastní služba řízení), zdroj: ŘLP ČR

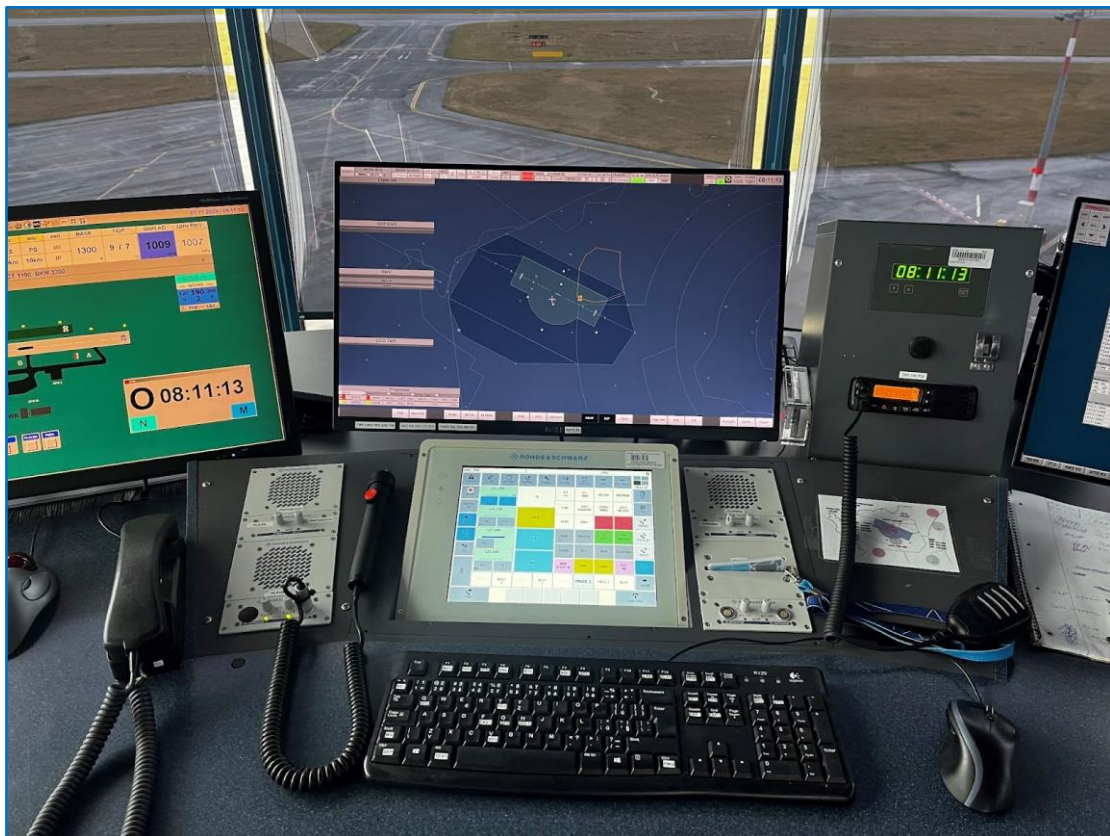
Pracovní stanice jsou label-oriented, kde ATCO pracuje s informacemi letů v tzv. „labelech“. Zahrnuje různé typy labelů podle pracoviště a stavu letu, a využívá Listy pro ucelený přehled o letech. Celkově lze konstatovat, že TopSky poskytuje komplexní a integrovaný systém pro řízení letového provozu na různých pracovištích zabezpečující zpracování, monitorování a bezpečnost provozu.

Systém TR8, LARS

Na letištní věži (TWR) regionálních letišť (Karlovy Vary, Brno, Ostrava) jsou přehledové služby ATS poskytovány prostřednictvím systému TR8 (také označován jako IDP TR8). Hlavním zdrojem přehledových informací jsou data přijímaná ze systému TopSky, kterých základem jsou informace z přehledových čidel zpracované trackerem ARTAS (multitrack). Tyto přehledové informace jsou obohaceny o další informace ze systému TopSky, například o data SNET a některá data letů. V HMI (Human Machine Interface, česky rozhraní člověk-stroj) je tento zdroj označen tlačítkem S-TRACK. Záložním zdrojem přehledových informací je záložní tracker systému TopSky – SFR. Tracky z tohoto zdroje přehledových informací neobsahují žádné další informace, jako například SNET. Tudíž po přepnutí na tento zdroj informací nebudou dostupné funkce SNET. V HMI bude tento zdroj označen tlačítkem BYPASS. Přehledová informace je zobrazována s obnovou 4 vteřiny.

Na TWR je k poskytování přehledových služeb využíváno situační zobrazení přehledového systému TR8. Systém sleduje trajektorie letadel během jejich konečného přiblížení k letišti, zajišťujíc tak bezpečnost a efektivní řízení přistávajících letadel. Dále umožňuje sledování trajektorií všech letadel v okolí letiště, což umožňuje ATCO účinně reagovat na provoz v okolí letištního prostoru. Také poskytuje aktuální informace o provozu, což zahrnuje pohyb letadel, jejich polohu a další relevantní data. Samozřejmostí je zajištění bezpečných radarových rozstupů mezi za sebou odlétávajícími letadly, což je klíčový aspekt pro prevenci kolizí. Skrze systém je možné poskytnout navigační pomoc letadlům letícím podle pravidel vizuálního letu (VFR), což přispívá k bezpečné koordinaci provozu. Dále umožňuje poskytování informací o význačných letech a místním význačném provozu, což může zahrnovat specifické lety nebo události na letišti. ATCO umožňuje poskytování aktuálních informací o význačném počasí, což umožňuje letadlům a posádkám adekvátně reagovat na aktuální meteorologické podmínky.

Instalace systémů disponují drobnými odlišnostmi. Například stanoviště TWR na letišti Karlovy Vary, je umístěno v letištní řídicí věži na letišti Karlovy Vary a má zřízena dvě pracoviště: TOWER (TEC) a PLANNING (TPC). Stanoviště TWR Mošnov je umístěno ve dvou nejvyšších podlažích provozní části letištního objektu ŘLP ČR na letišti Ostrava/Mošnov. Pro výkon letištní služby řízení jsou v provozním objektu LNS Ostrava využívána tato pracoviště: TWR 1; TWR 2; TWR 3; TWR 4. Kromě čtyř pracovišť v nejvyšším podlaží provozní budovy je zřízeno ještě neřídicí pracoviště TWR 5 o jedno podlaží níže. Pracoviště TWR 5 slouží výhradně pro přípravu na převzetí služby, pro briefing a debriefing v souvislosti s provozním výcvikem a, pokud je to potřeba, pro přehrávku záznamu provozní situace. Pro výkon letištní služby řízení jsou v provozním objektu LNS Brno využívána tato pracoviště: TOWER; GROUND / PLANNING; TASO; AO. Pracoviště TOWER, GROUND / PLANNING a TASO jsou umístěna v letištní řídicí věži. Pracoviště GROUND / PLANNING je sdílené. Pracoviště AO je umístěno mimo letištní řídicí věž. Pro přípravu k převzetí směny a/nebo k výkonu vybraných povinností a činností ATCO/M, TASO a/nebo AO mohou pracovníci TWR využívat samostatnou místnost (dále jen PREP). Stanoviště TWR s rozmístěním obrazovek jednolitých systémů ilustruje obrázek 8.

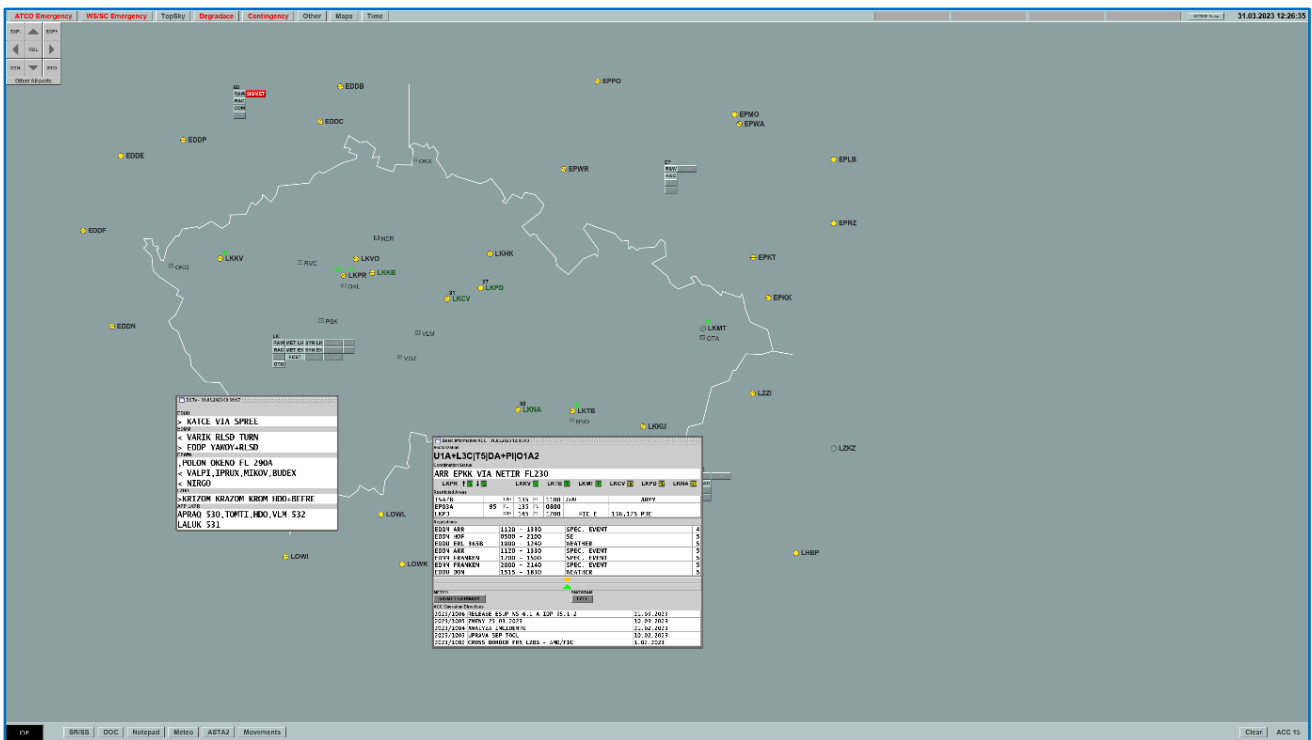


Obrázek 8: Stanoviště TWR Karlovy Vary, zdroj: ŘLP ČR

V kontextu výkonu služby na regionálních letištích je vhodné dodat, že na všech řízených civilních regionálních letištích je dostupná aplikace LARS (Local Activity Reservation System, česky Rezervační systém pro místní činnost). Aplikace LARS je aplikace sloužící k řízení a koordinaci místní letové činnosti na regionálních letištích a je veřejně dostupná na adrese: <https://lis.rlp.cz/lars>. Na TWR je aplikace přístupná také na iPadu, který je přenosný a provozuschopný i v případě výpadku připojení k podnikové síti.

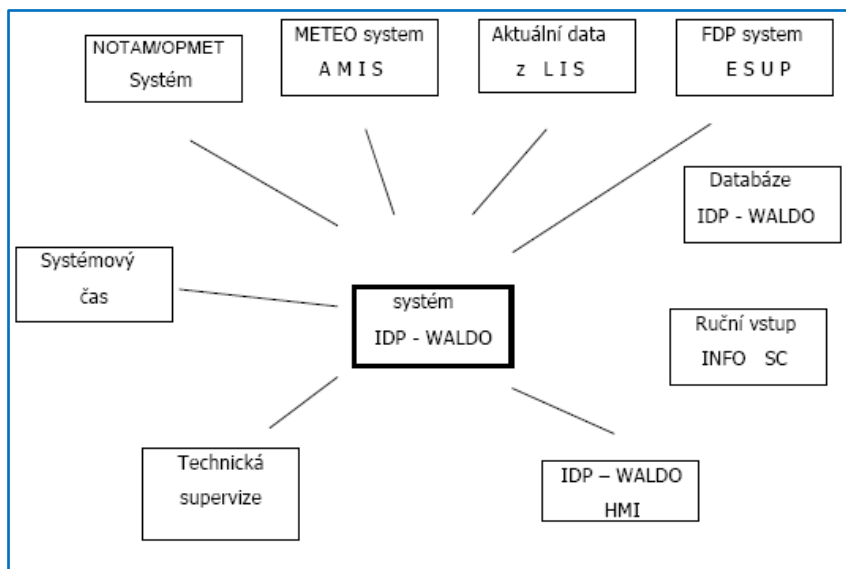
Systém WALDO

WALDO pro IATCC je informační systém na pracovištích ATS, který zajišťuje základní a doplňkové informace potřebné pro poskytování ATS. Zdrojem dat jsou statické informace z databázi ŘLP ČR, z AIM sekce, z datových setů hlavních RDP a FDP systémů ŘLP ČR. Zdrojem dynamických dat jsou systémy NOTAM/OPMET (Operational Meteorological Information, česky provozní meteorologické informace), AMIS ČHMÚ, FDP ESUP-NS, CMOS, METRAD ŘLP ČR. Komunikačním protokolem je TCP/IP a příjem dat z externích systémů je realizován pomocí AFTN, případně FTP. Systém si udržuje vlastní databázi dat, která jsou z části výsledkem práce jeho vlastních procesů a z části kopírována z TopSky (banka letů). Data jsou ve WALDO zobrazována rozčleněná dle potřeb provozních složek, ale vlastní údržba databáze dat, její naplňování a administrace je prováděna příslušným správcem dat (např. LIS (Letová informační služba), NOTOF (Mezinárodní kancelář NOTAM), ČHMU, ap.). Tímto způsobem je pro ně zaručena jednotná datová základna v ŘLP ČR. Systém WALDO využívá řešení IZS (Integrovaný Zobrazovací Systém), kdy používá technologie umožňující zobrazit data z jiných zdrojů a systémů v jednotném prostředí. Výnos obrazovky WALDO na stanovišti ACC-ENR ilustruje obr. 9.



Obrázek 9: Výnos obrazovky systému WALDO, zdroj: ŘLP ČR

V rámci WALDO funguje též „subsystém“ Cardmon, který je tvořen sítí samostatných počítačů (obvykle jeden pro každé pracoviště ATCO) a jeho určením je sbírat data o obsazení jednotlivých pracovišť ATCO. Toto se děje pomocí standardních IDC snímaných bezkontaktními čtečkami; do databáze WALDO se poté zapisují časy vložení a vyjmutí IDC ze čtečky a veškerá data se následně využívají například pro tvorbu rozdělovníků ACC/APP/FIC/TWR/RGA, pro pomoc při šetření UVLP (Události v leteckém provozu) a pro poskytnutí informace povoleným osobám o obsazení konkrétního pracoviště v požadovaný den. Kontext funkcionalit a systémového napojení systému WALDO ilustruje obrázek 10.



Obrázek 10: Kontextový diagram systému WALDO

Základní funkce zahrnují celkové rozložení objektu na obrazovce a principy ovládání systému. Využívá funkčnost společné myši a klávesnice ze systému TopSky, což zajišťuje interoperabilitu. Podkladová mapa a informace o letištích zahrnují zobrazování podkladové mapy a informací o umístění a typech letišť, včetně IFR, vojenských, VFR a zahraničních. Tato část rovněž umožňuje přístup k datům pro jednotlivá letiště, včetně statických informací, meteorologických dat a NOTAM/SNOWTAM.

Další funkcionalita zajišťuje rychlý a efektivní přístup k NOTAM a METEO informacím pro jednotlivé FIR (Flight Information Region, letová informační oblast). Signalizuje přítomnost platných dat pro letiště a FIR a implementuje automatickou obnovu obsahu zobrazených dat. Přístup do INFO okna z pozic FDO/SCA je umožněn, a to jak pasivně, tak aktivně, což usnadňuje přístup k dalším detailům. Prezentace přítomnosti ATCO na sektoru je realizována s ohledem na vložené IDC ze subsystému Cardmon.

Pracoviště s instalovaným WALDO systémem zahrnují sektory ACC a ATC-TERM (Air Traffic Controller – Terminal) (v IATCC), APP, FIC a TWR LKPR (na TEB), pracoviště SAR (Search and Rescue, česky služba pátrání a záchrany) (na TEB), pozice vedoucího směny ACC (SC ACC), asistenta SC, FDO, FMP a AMC (pomocná pracoviště na ATS sále v IATCC), pozice vedoucího směny APP (SC APP) a asistenta SC (pomocná pracoviště na APP), a pozice vedoucího směny TWR (SC TWR). Shodná instalace je umístěna také na letecké meteorologické stanici Praha/Ruzyně (pracoviště ČHMÚ). Jak již bylo zmíněno, aplikace WALDO je zhusta instalovaná na CWS spolu s aplikací IDP Backup. Takové CWS jsou označovány jako „Waldo+“ a uživatelé si přepínají mezi oběma HMI pomocí SW tlačítka. Dle požadavků jsou některé pozice osazeny CWS pouze s aplikací WALDO.

Současně provozované systémy ŘLP jsou důležitou komponentou při vytváření nových pravidel a zásad implementace postupů a nových funkcionalit na stanoviště řízení. Je však třeba rozlišovat, mezi druhem provozu, který je touto interakcí dotčen. Může se jednat o provoz v řízeném či neřízeném prostoru, stejně tak jako provoz, který je v U-space či nikoliv. Dále je nutné řešit, jak v jaké fázi implementaci U-space daný provoz z provozního hlediska řešit.

3. Návrh variant

Technologická infrastruktura a systémové zajištění jsou důležitým aspektem při konkrétním návrhu variant možnosti výnosu pro ATCO. Je nutné zabývat se možnými variantami nejen z pohledu kategorie vzdušného prostoru, ale také typologie provozu UAS.

3.1 Varianta před U-space

Varianta před U-space představuje popis provozního řešení v kontextu reality bez faktické existence vzdušného prostoru U-space, kdy se daný provoz UAS a ani další aktéři letectví nemohou spolehnout na provozní implementaci pravidel dle nař. (EU) 2021/664.

3.1.1 Lety UAS v neřízeném vzdušném prostoru

Nynější provoz UAS v neřízeném vzdušném prostoru probíhá bez interakce se stanovišti ATS. Většina takového provozu UAS spadá do otevřené kategorie provozu s limitem maximální výšky letu do 120 m AGL. Pro lety UAS nad 120 m AGL, tedy pro lety povolené ad-hoc ve specifické kategorii provozu ÚCL nebo plošně pro modelářské kluby (prostor pro trvalý provoz), nejsou nyní jasně stanovená a nastavená pravidla, kdy by už jejich interakce se stanovištěm ATS probíhat měla. Řešení navrhuje publikovat vzdušný prostor pro trvalý provoz UAS nad 120 m AGL, ve kterém se vyskytuje provoz UAS VLOS (Visual Line of Sight, česky vizuální dohled) spadající do specifické kategorie a provoz modelářských klubů s příslušným oprávněním, v AIP ENR 5.5. Také v zobrazované mapě aplikace AisView a jejího modulu DronView bude ve smyslu publikace navigační výstrahy zvyšovat informovanost pilotů všeobecného letectví a také pilotů UAS, od čehož se očekává přínos spočívající v minimalizaci možných konfliktů již ve fázi předletové přípravy, tedy plánování letu. Provoz VLOS nad 120 m AGL představuje vyšší riziko, než běžný provoz UAS v otevřené kategorii a také je tomu tak ve srovnání s VFR provozem s pilotem na palubě. Hlavním rozdílem je zhoršený vizuální odhad okolní vzdušné situace – vzájemné polohy předmětných letadel.

U provozu BVLOS, nevybaveného typově osvědčeným systémem pro detekci a vyhnutí, platí zvýšené riziko srážky oproti běžnému VLOS provozu v otevřené kategorii. Řešení spočívají v jisté formě segregace. Do doby vzniku prostorů U-space může ÚCL vyhradit vzdušný prostor pro občasný provoz UAS (pod i nad 120 m AGL) dle §44i, na základě OOP (opatření obecné povahy), z důvodu ochrany práv osoby nebo z oprávněného zájmu na opatření nejdéle na období 5 po sobě jdoucích dnů. V takovém prostoru mohou být dle OOP ostatní lety UAS buďto zakázány, omezeny nebo regulovány na základě stanovených podmínek pro užívání tohoto vzdušného prostoru nebo může být v takovém vzdušném prostoru let UAS umožněn pouze jednomu provozovateli UAS/ kategorii provozovatelů UAS.

Řešení konceptu navrhuje zobrazení takového prostoru na FIC standardním způsobem (dle zvoleného typu prostoru). Nově navrhovanou podmínkou bude obdržení Oprávnění k provozu pro lety BVLOS, pro které bude tento vzdušný prostor vyhrazen, na základě, kterého bude umožněno zanést požadavek na oznámení zahájení/ukončení činnosti na FIC, čímž dojde k maximalizaci flexibilního využívání vzdušného prostoru. FIC bude dle tohoto požadavku umožněno informace o takovém provozu UAS poskytovat provozu všeobecného letectví.

Vzhledem k podmínce telefonické koordinace provozovatele UAS s FIC bude mít tato změna dopad i na provozní složky ŘLP ČR, které budou na základě této informace podávat informace relevantnímu

provozu. Predikce zvýšení pracovní náročnosti na FIC je však vzhledem k minimálnímu počtu takových letů UAS minimální. Účelem navrhované změny, předcházející vzniku U-space prostorů, je zvýšení bezpečnosti letového provozu ve vzdušném prostoru třídy G na základě předcházení nárůstu množství srážek, které budou minimalizovány již při fázi plánování letu, ale i během něj.

Častěji se opakující provoz UAS pod 120 m AGL se týká provozu UAS VL0S spadajícího do kategorie provozu otevřená nebo specifická, zejména provozu vykonávaném na klubových či neklubových modelářských plochách. Takový provoz by měl být publikován pouze v mapách aplikací AisView, resp. jeho modulu DronView, formou navigační výstrahy pro ostatní piloty UAS, z důvodu umožnění vyhnutí se takovým oblastem během plánování tzv. stíněného provozu BVLOS bez nutnosti vyhrazování vzdušného prostoru (dle PDRA-G03 (Pre-defined Risk Assessment, tedy předdefinované zhodnocení rizik). Takový provoz tedy nebude nutné koordinovat s FIC.

3.1.2 Lety UAS v řízeném vzdušném prostoru (CTR)

Současný stav

Z provozní zkušenosti ŘLP ČR vyplývá poměrně složitá náročnost přípravy takového provozu vzhledem k legislativní a postupové základně pro provoz letadel v řízeném prostoru a zároveň absence integračních pravidel spojených s publikací U-space. Vzhledem k nemožnosti integrace (absence předpisů, výcviku i technologií) takového provozu je nutné přijímat specifická opatření jak na straně ÚČL (detailní posouzení provozu na pomezí specifické a certifikované kategorie provozu), tak na straně provozovatele (technické vybavení letadla (např. odpovídač SSR či ADS-B) a nebo posádky (radiostanice)) a v neposlední řadě poskytovatele ATS (ve vztahu s podmínkami provozu eventuálně vedoucí k přezkumu platnosti argumentů oznámené změny funkčního systému dle plnění ustanovení ATM/ANS.AR.C.040 (b)(1) prováděcího nařízení Komise (EU) 2017/373.

Identifikované výzvy k řešení

UAS letící BVLOS v tomto prostoru nedokáže přijímat instrukce od ATCO ve stejném rozsahu, jako je tomu v případě letadel s posádkou a chybí rovněž možnosti vizuální identifikace okolního provozu. Pro komunikaci dálkově řídicí posádky s ATCO musí být využito hlasové komunikace, která se pojí s nutným vybavením radiostanicí, kterou může obsluhovat osvědčená osoba. Letadlo musí splňovat podmínky vstupu do tohoto prostoru – kromě komunikace s poskytovatelem ATS, také vybavení odpovídačem (případ TMZ zóny).

Návrh koncepce řešení

Není-li možné provádět let UAS v režimu BVLOS (specifická kategorie provozu) v rámci řízeného prostoru v U-space, je nutné přijmou opatření eliminující rozdílnost provozu UAS a letadla s posádkou v tomto prostoru. Na základě toho je navrženo zachování stávajících opatření, která v konečném důsledku mohou vést k pozitivnímu posouzení bezpečnosti takového provozu. Předpoklady pro takový provoz UAS jsou následující:

- je přidělen volací znak UAS,
- je vydáno povolení NSF, na straně ATS je provedena studie bezpečnosti a v případě nutnosti je vypracován provozní pokyn pro takový provoz,
- je schválen argument a předmět změny funkčního systému pro postupy ATS ze strany ÚČL,

- je publikován NOTAM zpravující okolní letce o tomto provozu,
- lety UAS musí být provedeny mimo režim SPO (Single person operation) na straně poskytovatele ATS,
- provoz je nutné koordinovat s provozovatelem letiště, v jehož těsné blízkosti (kružnice o poloměru 5,5 km se středem v ARP letiště) provoz probíhá,
- v rámci koordinace s provozovatelem letiště v jehož těsné blízkosti provoz probíhá je nutné zvážit možnosti omezení letová činnosti na nulu,
- lety UAS musí být prováděny za VMC,
- poskytovatel ATS vymezí minimální soubor funkčních radarových systémů, za kterých lze let provést a stanoví podmínky viditelnosti letadla na výnosu z těchto systémů,
- poskytovatel ATS zváží možnost testování výnosu na obrazovce ATCO (radarová viditelnost UAS) před zahájením provozu,
- je stanovena koordinace, do jaké doby od pokynu ATCO musí UAS přistát a musí být vymezená místa takovýchto přistání.

Pozn.: Řešení je představeno v kapitole 9.2.3 dokumentu „Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku“, který je jedním z výsledků tohoto projektu. Pro ucelenost tohoto dokumentu je i zde.

3.1.3 Vliv na stanoviště ŘLP

Ve variantě před U-space se neočekává posun v rozsahu odpovědností na straně ŘLP. To se týká i vlivu na stanoviště ŘLP. Vzhledem k absenci technologické proveditelnosti integrace letadel s posádkou a bezpilotních letadel do společného vzdušného prostoru budou dále využívány dostupné nástroje na principu segregace. Pro provoz VLOS v CTR je navrženo kontinuálního užití současné úpravy formou Gridů, která je podrobněji rozpracována v kapitole 9.3 dokumentu „Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku“, který je jedním z výsledků tohoto projektu. Vybraného provozu BVLOS se týká především možnosti vyhrazování vzdušného prostoru v rozsahu ASM úrovně 2.

3.2 Varianta při U-space

V oblastech, jakými jsou CTR, kde dochází k nahuštění provozu a předpokládá se vzájemná blízkost provozu letadel s pilotem na palubě a provozem bezpilotním se zřízením U-space prostoru jeví jako nejvhodnější k zabezpečení bezpečnosti letového provozu využití služby dynamické rekonfigurace (DAR – Dynamic Airspace Reconfiguration) vzdušného prostoru. Ta zajistí, že v případě jejího aplikování budou letadla s posádkou, kterým je poskytována služba řízení letového provozu, fakticky oddělena od provozu bezpilotních systémů. DAR umožní integraci těchto dvou typů provozů v jednom vzdušném prostoru.

Velice důležité je pak opět rozdělení rolí a zodpovědností mezi jednotlivé subjekty. Jak již bylo řečeno, odpovědnost za poskytování služeb U-space, v prostoru U-space zřízeném v rámci CTR, bude spadat pod příslušné USSP, kterých může být v jednom U-space hned několik. Provozovatel UAS sám zvolí poskytovatele USSP, se kterým uzavře kontrakt na čerpání služeb U-space. Klíčovou roli v každém U-space prostoru bude hrát systém CIS, jenž pro daný prostor U-space bude vždy poskytován jediným poskytovatelem a musí zaručit zpřístupnění příslušných informací všem zúčastněným stranám v rámci U-space prostoru. CIS vytvoří multifunkční bránu pro výměnu všech statických a dynamických informací mezi jednotlivými účastníky U-space prostředí. Díky němu bude možné zpřístupnit informace

o uspořádání vzdušného prostoru ze stávajících či nově vznikajících systémů ANSP a sdílet situační povědomí mezi jednotlivými účastníky U-space prostředí. Hlavním předpokladem je propojení systémů mezi poskytovateli CIS, USSP a ANSP na základě interoperabilních komunikačních protokolů. Skrze CIS probíhá veškerá výměna informací o zamýšlených letových operacích UAS, informace poskytované ze služby U-space AIM, informace o zeměpisných zónách, na jeho rozhraní probíhá prvotní vyhodnocení konfliktních situací.

Poskytovatelé CIS představují centralizovaný bod pro správu, zobrazení, distribuci a ukládání dat v rámci U-space. Systém CIS bude disponovat napojením na národní registr provozovatelů bezpilotních letadel. Kromě výše zmíněného bude mezi další stěžejní funkce CIS patřit také distribuce průběžně aktualizovaných dat, která obsahují informace o zeměpisných zónách pro bezpilotní systémy. Zároveň platí, že poskytovatel CIS může být v daném vzdušném prostoru U-space současně poskytovatelem USS. Poskytovatel CIS musí být certifikován. S tím se pojí nutnost splnění nároků na odbornost, rozsah technického provozu a také celkové provozní kapacity. Zároveň musí disponovat systémy společně s vybavením, které zajistí dostatečnou přesnost a integritu služeb.

USSP zajišťuje poskytování služeb podporujících bezpečný a efektivní provoz bezpilotních letadel U-space směrem ke konečnému uživateli/provozovateli UAS. Prostřednictvím klientské aplikace poskytuje provozovatelům UAS základní služby a zároveň umožňuje poskytování volitelných doplňkových služeb. Provozní informace, které jsou činností USSP poskytovány, musí tyto subjekty následně zpřístupnit jak pro širokou veřejnost, dalším USSP působící v daném členském státě nebo dané oblasti s potenciálním přeshraničním provozem, tak i poskytovatelům ATS a úřadům. Distribuce dat směrem k/od jednotlivých USSP musí být založena na infrastruktuře, fungující na principu otevřeného komunikačního protokolu. Je tedy komunikačním mostem mezi regulatorní/správcovskou částí U-space prostředí a konečným uživatelem. USSP prostřednictvím klientských aplikací poskytuje provozovatelům základní služby a zajišťuje tak management bezpilotního provozu. Do budoucna je nutné vytvořit standardizované informační toky mezi jednotlivými subjekty v U-space, mezi ANSP, poskytovateli CIS a poskytovateli USSP.

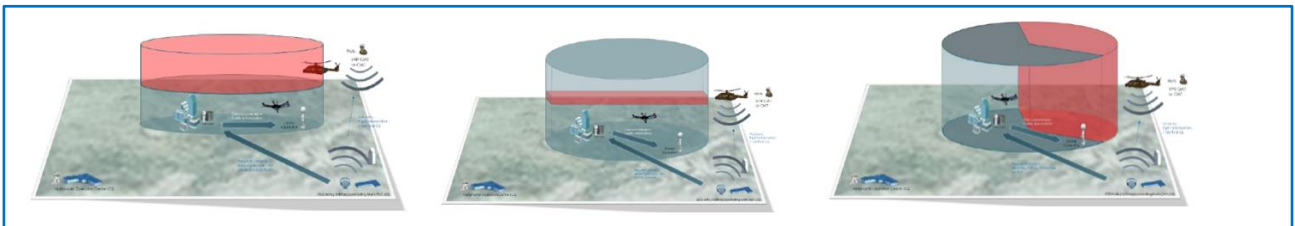
3.2.1 Odborná rešerše k DAR

Dynamická rekonfigurace vzdušného prostoru je nově definovanou službou, zavedenou speciálně pro vzdušný prostor U-space. Je potřebná zejména v případech, kdy jsou U-space prostory zřízené v rámci řízeného vzdušného prostoru. DAR je využita k zajištění separace letadel s posádkou od letadel bezpilotních, která se v U-space pohybují a čerpají služby USS od poskytovatele USSP. V extrémním případě a nutnosti může být vyhodnoceno v rámci DAR deaktivovat celý U-space prostor a dojde k přerušování všech probíhajících letů UAS a jejich bezpečnému přistání na zem.

Při procesu DAR musí být vzaty v úvahu skutečnosti, jako jsou například navigační výkonnost pilotovaných letadel, prostředky identifikace, ale také klasifikace a uspořádání vzdušného prostoru. Uplatňování dynamické rekonfigurace v U-space, pokud je zřízen v řízeném vzdušném prostoru, vyžaduje po členských státech článek 12 prováděcího nařízení Komise (EU) 2021/664 [2]. Členské státy by měly být schopné definovat statická a dynamická omezení vzdušného prostoru, aby takové lety byly umožněny bezpečným způsobem.

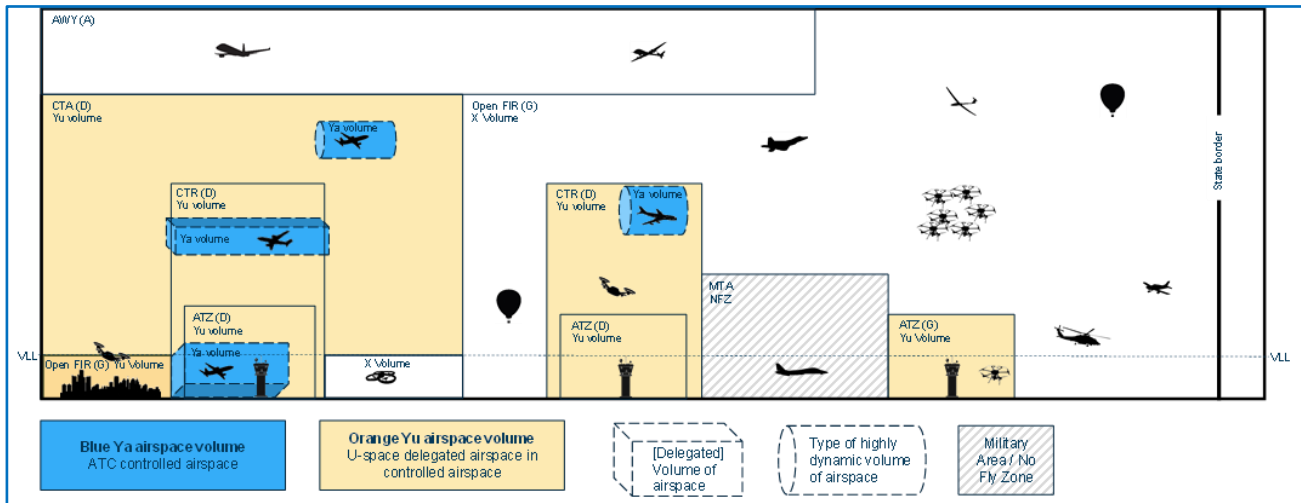
USSP využívají kombinaci služeb oprávnění k letu UAS, geo-awareness a informací o provozu k umožnění bezpečného provozu bezpilotních letadel ve zbývajícím části U-space prostoru pod svojí správou. Kvůli taktickým změnám (omezení mise, neplánovaným náhlým omezením v reálném čase, např. náhlá nepříznivá povětrnostní omezení nebo let IZS), dočasně omezí část vzdušného prostoru U-space, kde mohou krátce probíhat operace UAS, dojde k úpravě horizontálních a vertikálních limitů vzdušného prostoru U-space.

Tématem dynamické rekonfigurace se zabývají také některé mezinárodní projekty, například projekt SESAR PJ 34-AURA [3], kde úkolem v rámci validačních procesů bylo ověření využití dynamické rekonfigurace například při vzniklých nouzových situacích. Tyto validace v rámci projektu potvrdily, že kvůli DAR mohou pilotovaná a bezpilotní letadla koexistovat v řízeném vzdušném prostoru skrze využití rozsáhlé dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru. Výsledky projektu poslouží jako vstupy pro regulační orgány jako jsou EASA a pro subjekty, které budou aktivně operovat v U-space prostoru. Kolaborativní ATM/U-space prostředí zvyšuje interoperabilitu vzdušného prostoru a zlepšuje bezpečnost provozu, zatímco nové standardy, které je teprve potřeba vytvořit umožní rozvoj a realizaci ekonomického potenciálu trhu s UAS. Dynamická rekonfigurace by měla být dočasným vymezením určeného vzdušného prostoru U-space, například ve formě výškového bloku, koridoru nebo části vzdušného prostoru, viz obrázek 11.



Obrázek 11: Varianty DAR dle SESAR PJ.34 „AURA“ [3]

Projekt PJ34 AURA představuje novou provozní roli tzv. „DAR manažera“ (DARM – DAR Manager). Jeho úkolem je dohlížet na proces dynamické rekonfigurace, identifikovat vzdušný prostor, který má být určen pro dynamickou rekonfiguraci, vyhodnocovat dopad navrhované dynamické rekonfigurace na pilotovaný i bezpilotní provoz. Slouží po boku ATCO jako nová služba v rámci poskytovatele letových navigačních služeb. Pozice DARM může být samostatná, ale může být vykonávána pozicí ATCO, případně ji může vykonávat pozice WS (Watch Supervisor) TWR. Je důležité definovat a zajistit veškeré potřebné informace, které jsou pro DAR Managera nezbytné k procesu vyhodnocování, dořešit proces prioritizace mezi pilotovaným a bezpilotním provozem a zajistit tak spravedlivý přístup oběma typům provozu. Rozlišit, kde je vhodná míra automatizace a které procesy budou muset být stále na straně lidského rozhodování. Je nutné definovat, o jakém provozu má být informován ATCO, a které informace bude potřebovat k rozhodování o povolení DAR. Pokud je pozice DARM samostatná, přímo spolupracuje s ATCO a s USSP v případech, kdy je nezbytná koordinace. ATCO zaměřit se na provoz letadel s pilotem na palubě v rekonfigurovaném prostoru U-space. Provozní personál, vykonávající tuto službu by měl mít znalosti obdobné znalostem ATCO. Provázanost DAR a dostupných vzdušných prostorů pro oba typy provozů ilustruje obrázek 12.



Obrázek 12: Schematický návrh DAR v kontextu dočasné úpravy vzdušného prostoru [3]

Provoz letadel s posádkou v řízeném vzdušném prostoru hraje klíčovou roli v moderní společnosti a ekonomice. Jsou proto identifikovány následující scénáře popisující důvody letu letadla s posádkou, ve kterých by mohlo dojít k motivaci aktivace DAR z důvodu kolize záměru provozu letadel s posádkou a vymezení prostoru U-space:

- A. Komerční lety (přeprava osob): Letecké společnosti provozují letadla (letouny, vrtulníky) v CTR k přepravě cestujících z jednoho místa na druhé. Tyto lety jsou řízeny řízením letového provozu, aby byla zachována bezpečná vzdálenost mezi letadly.
- B. Komerční lety (přeprava nákladu): Nákladní letadla využívají CTR k přepravě zboží a nákladu, jak doma, tak v zahraničí.
- C. Lety za účely pátrání a záchrany: Letadla zapojená do misí hledání a záchrany jsou často bázovaná přímo v rámci prostoru CTR nebo minimálně potřebují přístup do CTR k součinnosti s dalšími složkami a k navigaci v určených oblastech pro hledání.
- D. Letecká záchranná služba: Vrtulníky LZS mohou provádět operace v CTR, aby poskytly kritickou lékařskou péči a rychlý transport pacientů.
- E. LS PČR: Policie pro vymáhání zákona používá vrtulníky v CTR pro dohled, pronásledování a jiné policejní operace.
- F. Hasičské operace: Operace leteckého hašení, tedy provozu vrtulníků a letounů disponujícími touto schopností. Realizace provozu v CTR k boji s lesními požáry a k ochraně komunit.
- G. Zemědělské postřiky: Postřiky plodin a zemědělské lety vyžadují přístup do CTR pro zajištění bezpečné aplikace pesticidů a hnojiv.
- H. Letecké průzkumy a mapování: Provoz sloužící leteckým průzkumům, mapování a sběru geoprostorových dat, často v CTR.
- I. Letecký výcvik: Letecké školy a školící organizace používají CTR k výcviku pilotů, včetně základního výcviku a pravidelných zkoušek dovedností.
- J. Vojenský provoz: Vojenská letadla provádějí vojenské operace v CTR v rámci vojenských cvičení, obrany národa a jiných vojenských aktivit, často v součinnosti s civilní leteckou kontrolou. Mohou být povolány jako podpurné složky pro IZS.

Všechn tento provoz může poptávat provozní potřeby po vzniku U-space. To znamená, že jeho aktuální podoba nemohla být zahrnuta při posuzování vzniku vzdušného prostoru U-space. Provoz může být prioritní z hlediska jeho důvodu (záchrana osob či majetku, ochrana přírody a krajiny či vyšší hospodářský zájem) a může být dlouhodobého či krátkodobého charakteru. V případě dlouhodobého charakteru je nutné zabývat se samou podstatou zřízení U-space, jehož kladné ohodnocení by nemuselo být zpětně platné vzhledem ke konfliktu s nově vyvstalým provozem letadel s posádkou, který může rozsahem a frekvencí významně zasahovat do bezpečnosti zřízené takového prostoru U-space. Pokud se jedná o krátkodobý provoz, může být zvažována varianta řešení v podobě aktivace DAR. Je tedy následně nutné zvážit případnou zátěž poskytovatele ATS.

3.2.2 Fundamentální východiska pro U-space v CTR

Pro jasné vymezení základních východisek, se kterými koncepce v představovaném záměru počítá, jsou níže přehledně strukturovány základní parametry budoucího provozu UAS v U-space, který je zároveň zřízen v řízeném prostoru:

- A. Odpovědnost za provoz UAS v U-space musí být stanovena na CIS, USSP a provozovatele UAS, případně další entity, které jsou určeny k řízení provozu UAS v U-space.
- B. Odpovědnost za provoz letadel s posádkou mimo U-space, který je zřízen v řízeném vzdušném provozu, zůstává v gesci poskytovatele ATS, určeného pro poskytování služeb v tomto prostoru.
- C. ATCO nepodává instrukce a neprovádí službu řízení letového provozu těm UAS, která létají v U-space.
- D. ATCO, vyjma nestandardních provozních situací, nepracuje s polohou (tracky) UAS.
- E. ATCO provádí DAR v případech, kdy daná provozní situace letadel s posádkou na palubě pod odpovědností ATCO nedovolí jiné vhodnější řešení. DAR by neměla být aktivována v případech, kdy lze provozní situace bezpečně a efektivně řešit jinak.

3.2.3 Vliv na stávající pracoviště ŘLP

Je-li U-space zřízený v rámci řízeného vzdušného prostoru, zajišťuje služby v prostoru U-space USSP, který čerpá informace a data skrze CIS:

- Poskytovatel společné informační služby (CIS): v českém prostředí ŘLP ČR. V takovém případě je logické dedikování části správcovství CIS na organizační jednotky z oblasti AIM a metodického zajištění integrace UAS. Očekává se nový systémový nástroj pro specifické oblasti správy provozu UAS v U-space.
- Poskytovatel služeb U-space (USSP): v českém prostředí může být ŘLP ČR – zejména pro státní UAS. V takovém případě je logické dedikování části správcovství CIS na nové, v budoucnu přesně pro tento účel zřízené, organizační jednotky. Očekává se nový systémový nástroj pro specifické oblasti správy provozu UAS v U-space.
- Poskytovatel letecké informační služby (AIM, AIS): v českém prostředí ŘLP ČR, tak jako doposud AIM. Kromě poskytování současných služeb a systémů by tato složka zajišťovala ve spolupráci s organizační jednotkou metodického zajištění UAS systém Digitální mapa, jehož správcem je ÚCL.
- Poskytovatel CNS: v českém prostředí ŘLP ČR. Zajištěno prostřednictvím Útvaru provozního za podpory dalších útvarů ŘLP ČR.

- Poskytovatel ATS: v českém prostředí ŘLP ČR. Zajištěno prostřednictvím Útvaru provozního za podpory dalších útvarů ŘLP ČR. Ve vztahu k prostoru, ve kterém je vzdušný prostor U-space vyhlášen, se očekává následující vliv na stanoviště ATS.

V případech vyhlášení U-space v rámci vzdušného prostoru třídy G, je dotčena služba FIC. V takovém případě je navrženo rozšíření informací poskytujících systémy TopSky (single), kdy má FIC přehled o umístění vyhlášených prostorů U-space a jsou tímto systémem sbíraná data v případě nestandardních situací. V takovém případě systém informuje (na základě dat z CIS a USSP) o nestandardním letu UAS mimo prostor U-space tak, aby mohly být takové informace předány na stanoviště FIC. Podobně jako je tomu v případě U-space v řízeném prostoru, je tato informace představována odhadem prostoru, ve kterém se tento nestandardní provoz UAS může vyskytovat. FIC tedy sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Tyto informace poskytuje letadlům s posádkou na vyžádání.

V případě vyhlášení prostoru U-space v CTR je dotčeným stanovištěm TWR, resp. na LKPR i stanoviště APP. Je tedy nutné zabývat se systémovou integrací pro systémy ASMGCS/InNOVA i TopSky. Konkrétně na letišti v Praze, CTR Ruzyně je řízený prostor třídy D, celý plně v odpovědnosti TWR, ale službu řízení poskytuje i stanoviště APP v prostoru odpovědnosti TWR na pozicích INFO a DIRECTOR. Dále také informační systém WALDO, který je rovněž těmito stanovišti užíván. To platí v případě TWR Ruzyně – na ostatních letištích je používán rovněž systém WALDO, který je využíván spolu se systémem TR8. Systém sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Aktivně provádí DAR.

Předpokládané funkcionality systému platí i v případě stanoviště APP v případě, kdy je vzdušný prostor U-space zřízen v TMA. Pravděpodobnost vyhlášení prostoru je vzhledem k potenciálu U-space a výšce zřízení TMA velmi malá. To implicitně platí pro prostory třídy C, které z tohoto důvodu nejsou dále řešeny. Celkový souhrn na dopad na jednotlivá stanoviště jak z pohledu nových fundamentálních postupů, tak systémů shrnuje tabulka 1.

Tabulka 1: Pravděpodobnost vyhlášení U-space a dotčené systémy a stanoviště

VP	VP	Stanoviště	Primární dotčené systém(y)	Rozšířené (U-space) funkce systému	Pravděpodobnost vyhlášení
Třída G	-	FIC (SONS)	TopSky (single)	Sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Tyto informace poskytuje letadlům s posádkou na vyžádání.	3/3
Třída D	CTR	TWR Ruzyně (SPLS) TWR (ORLR)	ASMGCS InNOVA/ WALDO TR8/ WALDO	Sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Aktivně provádí DAR.	2/3

Třída D	TMA	APP (SPLS)	TopSky	Sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Aktivně provádí DAR.	1/3
Třída C	TMA Praha	APP (SPLS)	TopSky	Sbírá informace o poloze vyhlášeného U-space. Sbírá a poskytuje informace o provozu UAS v případě nestandardního scénáře (UAS). Aktivně provádí DAR.	1/3

3.3 Identifikace způsobu výnosu informace

Výnos informace pro ATCO je ovlivňován dvěma identifikovanými faktory. Jedná se především o soulad s postupy a metodikou práce stanovišť ATCO a dále praktickými možnostmi systémového zajištění na úrovni infrastruktury ŘLP ČR. Vzhledem k současné podobě postupů ATS bude interakce s provozem U-space vyžadovat úpravu těchto postupů tak, aby specifický provoz UAS mohly reflektovat.

Všechna východiska vychází z předpokladu tzv. „nominální provozní situace“ na straně ATM i UTM (U-space) prostředí. To znamená, že žádné letadlo nevyhlásí nouzový stav a není systémy řízení provozu identifikována závada jak na kvalitě přijímaných dat, tak na zdraví systému samotného. Mezi hlavní východiska při posuzování vhodnosti způsobů výnosu informace z pohledu metodiky práce stanovišť ATCO jsou základní vlastnosti provozu U-space ve vztahu ke službě ATS. Ty jsou strukturovány v tabulce 2.

Tabulka 2: Identifikace a popis jednotlivých provozních faktorů

ID	Provozní vlastnost	Popis
ATCO1	Nepodává instrukce a neprovádí službu řízení letového provozu těm UAS, kteří létají v U-space.	Provoz UAS je řízen subjekty CIS a USSP.
ATCO2	Nedisponuje výnosem polohy UAS.	Nezobrazuje „track“ UAS v U-space.
ATCO3	Disponuje výnosem umístěním U-space v rámci jeho prostoru odpovědnosti.	Zobrazuje polohu U-space prostoru
ATCO4	ATCO provádí DAR prostřednictvím HMI na stanovišti řízení.	Disponuje ovládacím rozhraním pro zanesení způsobu DAR do systému.
ATM1	Dochází k ucelenému obrazu provozní situace s kontextem U-space.	Korelací 2 cílů na 1 zdroji poskytujícím informace. Společný výnos provozu MA a UAS na jednom zobrazení.
ATM2	Nejsou rozšířeny ovládací hardware prvky pracoviště.	Vzhledem k výcviku a konstrukci stanoviště nejsou zvýšeny nároky na prostor pro implementaci postupů vztažených k U-space.
ATM3	Rozšíření stávajícího software rozhraní je proveditelné v horizontu 2 let	Realizovatelnost daného řešení před možným vyhlášením U-space v CTR.

Na základě uvedených možností systémového zajištění interakce stanovišť ATCO se vzdušným prostorem U-space je uvažováno o dvou způsobech výnosu provozu UAS:

- A. Integraci výnosu do stávajících ATM systémů,
- B. Zobrazení výnosu na samostatné obrazovce (bez integrace do stávajících ATM systémů).

Způsob A

Jedná se o variantu, kde je provoz UAS zobrazován přímo do hlavního přehledového systému ASMGCS InNOVA (na TWR Ruzyně), systému TopSky (stanoviště ACC a FIC) a do přehledového systému TR8, využívaného na TWR regionálních letišť. Fotografie jednotlivých stanovišť dotčených systémů obsahuje obrázek 13.



Obrázek 13: Dotčené systémy ATM (stanoviště (zleva): FIC, TEC, APP), zdroj: ŘLP ČR

Výhody tohoto řešení představuje konzistence se současnými postupy ATCO, jelikož je nastaveno obdobné uživatelské rozhraní. Zatímco nebudou k dispozici výstupy ohledně polohy konkrétních UAS, je proveditelné vykreslit prostor, který by ohraničil nestandardní provoz, který se vyskytl mimo U-space, tedy v prostoru odpovědnosti ATCO. Stěžejní výhodou tohoto řešení představuje soustředění veškerých informací do jedné obrazovky výnosu. Ta z principu vykazuje stejné rozhraní, rozlišení a polohy objektů jsou vůči sobě snadno rozlišitelné. Souhrn proveditelnosti jednotlivých požadavků ve vztahu k dané variantě jsou představeny tabulkou 3.

Tabulka 3: Hodnocení jednotlivých provozních faktorů způsobu A

ID	Provozní vlastnost	Popis
ATCO1	Nepodává instrukce a neprovádí službu řízení letového provozu těm UAS, kteří létají v U-space.	Proveditelné
ATCO2	Nedisponuje výnosem polohy UAS.	Proveditelné
ATCO3	Disponuje výnosem umístěním U-space v rámci jeho prostoru odpovědnosti.	Proveditelné
ATCO4	ATCO provádí DAR prostřednictvím HMI na stanovišti řízení.	Proveditelné
ATM1	Dochází k ucelenému obrazu provozní situace s kontextem U-space.	Proveditelné
ATM2	Nejsou rozšířeny ovládací hardware prvky pracoviště.	Proveditelné
ATM3	Rozšíření stávajícího software rozhraní je proveditelné v horizontu 2 let	Obtížněji proveditelné

Způsob B

Zobrazení výnosu na samostatné obrazovce (bez integrace do stávajících ATM systémů). Tato varianta se jeví vhodná zejména v počáteční fázi implementace, případně v režimu testování jednotlivých dílčích služeb U-space před plným nasazením do provozu. Možné rozvržení pracoviště (TWR) ilustruje obrázek 14.



Obrázek 14: Polský přístup k integraci výnosu na TWR, [4] (barevně upraveno)

Výhody varianty jsou představovány především nižší náročností implementace a vyšší mírou nezávislosti na zabudování do ATM prostředí při komparaci s variantou A. Vzhledem k inovativnímu prostředí je možné lépe zastavět širší paletu funkcionalit, reflektujících požadavky stanoviště ATS a také zobrazovaných informací UTM. Mezi nevýhody řešení patří především fakt, že se jedná o další zobrazovací prostor, ve kterém není možné korelovat cíle jako je tomu v případě ATM systému, který se v současnosti užívá. Dále je toto řešení náročné na konsolidaci pracovního místa, kdy by měl být řešen nedostatek místa v blízkosti hlavní řídicí konzole, případně by musela být zřízena nová pozice, která by toto pracoviště obsluhovala. V takovém případě by však mohlo dojít k nežádoucím negativním vlivům, vyplývajících odpovědnosti řídicího a pracovníka nově vzniklého stanoviště a dále ze situačního povědomí, které je skládáno z 2 míst zobrazení vzdušné situace. Souhrn proveditelnosti jednotlivých požadavků ve vztahu k dané variantě jsou představeny tabulkou 4.

Tabulka 4: Hodnocení jednotlivých provozních faktorů způsobu B

ID	Provozní vlastnost	Popis
ATCO1	Nepodává instrukce a neprovádí službu řízení letového provozu těm UAS, kteří létají v U-space.	Proveditelné
ATCO2	Nedisponuje výnosem polohy UAS.	Proveditelné
ATCO3	Disponuje výnosem umístěním U-space v rámci jeho prostoru odpovědnosti.	Proveditelné
ATCO4	ATCO provádí DAR prostřednictvím HMI na stanovišti řízení.	Neproveditelné
ATM1	Dochází k ucelnému obrazu provozní situace s kontextem U-space.	Neproveditelné
ATM2	Nejsou rozšířeny ovládací hardware prvky pracoviště.	Neproveditelné
ATM3	Rozšíření stávajícího software rozhraní je proveditelné v horizontu 2 let	Proveditelné

Výše uvedená analýza možných výnosů informace UAS provozu ukázala na převažující výhody způsobu A. To platí jak z pohledu proveditelnosti, tak především metodických zásad udávající pravidla pro poskytování ATS. Ačkoliv je uvažováno rozšíření postupů na straně ATS ve vztahu k U-space, nelze apriori uvažovat variantu, která počítá na korelaci objektů ze dvou různých zobrazovacích zdrojů, která navíc nemusí být z pozice řídicího vizuálně dobře přístupná. Mezi hlavní nedostatky způsobu A se řadí rozvoj systémů ATM do podoby, ve které lze aktivně naplňovat požadavky na ATCO, související zejména s vykonáváním DAR. Z obou identifikovaných způsobů se jedná o provozně výhodnější variantu, u které je systémový a metodický rozvoj největší výzvou. Pro rozvoj systémů z pohledu HMI pracovní stanice je třeba rozšířit funkcionality o následující možnosti zobrazení a aktivních ovládacích prvků:

- možnost zobrazit vzdušný prostor U-space jako jeden z objektů výnosu;
- možnost aktualizovat tento prostor v intervalu nižších jednotek vteřin;
- možnost zobrazit ad-hoc objekty/cíle, poukazující na nouzový provoz UAS, který např. neplánovaně opustil prostor (z U-space);
- komplexní možnost provádět DAR ve variantách: vertikální a horizontální.

V současné době a ani v době budoucí tedy není možné využít pro potřeby ATS žádný systém postavený mimo strukturu ATM. Je však otázkou, jak se integrace postupů pro ATCO, související s provozem vzdušného prostoru U-space, projeví při simulaci služby stanoviště, s rozšířenými úkoly ve vztahu k U-space, a především k DAR.

3.4 Testování variant

Vzhledem k výše identifikované možnosti (způsob A), jakou lze docílit integraci U-space v řízeném vzdušném prostoru, je testování variant výnosu soustředěno dále výhradně na provozní aspekty implementace způsobu A. Testování variant vychází ze současného provozního prostředí – jednotlivých ATM systémů používaných ŘLP ČR. V rámci analýzy funkcí těchto systémů je následně vybráno vhodné simulační prostředí, na kterém lze provádět simulaci provozu, inovativních funkcí pro ATCO a analyzovat jednotlivé výzvy, které jsou spojené se vzdušným prostorem U-space, který je zřízen v prostoru odpovědnosti daného stanoviště.

3.4.1 Metodika testování

V rámci metodiky projektu je provedeno testování různých variant výnosu U-space speciálně navržených pro ATCO na simulátoru ESCAPE. Tento simulátor byl koncipován tak, aby zachoval logiku práce a standardní postupy ATCO. Je důležité poznamenat, že ESCAPE disponuje stěžejními funkcemi a schopnostmi, které jsou srovnatelné s hlavními systémy ATM používanými v rámci ŘLP ČR, včetně systému TopSky a dalších.

Díky těmto schopnostem je možné na simulátoru ESCAPE provádět detailní analýzy a testy různých variant výnosu z U-space pro ATCO, a to s větším důrazem na zachování a simulaci reálných pracovních postupů a situací. Tato metoda umožňuje pečlivé zhodnocení dopadu a účinnosti nových návrhů a technologií v rámci výkonu služby ATCO, což přispívá k lepšímu porozumění jejich praktického využití a přínosu pro letecký provoz.

Simulátor řízení letového provozu ESCAPE Light vznikl díky iniciativě firmy EUROCONTROL s cílem posloužit jako nástroj pro výzkum a výcvik řídicích letového provozu. Tento simulační systém umožňuje uživatelům vytvářet vlastní scénáře a simulace podle jejich potřeb. Lze do něj importovat geografická data týkající se vzdušného prostoru, kde se simulace bude odehrávat, a také informace o leteckém provozu, který bude v této simulaci zohledněn.

Jednou z významných funkcí simulátoru je možnost simulovat různé meteorologické podmínky, které mohou být přizpůsobeny dle preferencí uživatele. To zahrnuje simulaci větru, jehož vliv na chování letadel v rámci simulace je možné nastavit podle potřeby. Výsledkem je realističtější a komplexnější prostředí pro výcvik řídicích letového provozu. Podoba stanoviště simulátoru ESCAPE je na obrázku 15.



Obrázek 15: ATC simulátor ESCAPE Light, zdroj: ČVUT

3.4.2 Testovací scénáře

Testování je definováno prostřednictvím 3 scénářů, které představují možné budoucí provozní situace. Jejich definice vznikla na základě analýzy současného stavu a možné podoby budoucího prostředí, kdy je v rámci prostoru CTR zřízen prostor U-space. Scénáře svým popisem simulují standardní i nestandardní provozní situace.

Scénář 1: Odlet vrtulníku LZS z LKPR východním směrem

Scénář simuluje situaci, kdy z heliportu, umístěném na LKPR startuje let LZS směrem na východ. Ve směru zamýšleného letu se nachází aktivovaný U-space prostor. Vstup do U-space prostoru je očekávaný za cca 2-3 minuty po vzletu LZS. Testovací scénář by se dal rozdělit do následujících kroků:

- A. Probíhá klasické řízení provozu na LKPR.
- B. Po cca 5 minutách řízení se řídicímu na TWR hlásí vrtulník letecké záchranné služby Kryštof 01 odlet z LKPR FATO1 (letí směr Kolín).
- C. TWR předává informaci o letu K01 na APP Praha, součástí koordinace je i domluva, zda bude předán na APP Praha, nebo TWR Ruzyně předá let přímo na Kbely TWR (standardně i dle místních postupů zůstává v AoR (Area of Responsibility, česky prostor odpovědnosti) TWR a předává se rovnou na LKKB) Vzhledem k zaměření této simulace lze tyto scénáře mírně upravit tak, že TWR předá K01 na APP Praha a ten poskytne všechnu práci a spolupráci v souvislosti s U-space i s LKKB TWR.
- D. Čas cvičení cca 5. minuta – K01 žádá TWR o letové povolení směr Kolín, asistent TWR koordinuje s APP Praha a předává informaci o letu. TWR s pilotem domluví očekávanou výšku letu. Pilot oznámí, že není možné let uskutečnit níže než 500ft AGL nad zástavbou. Tato informace je předána na APP Praha.
- E. Čas cvičení cca 7. minuta – K01 zahajuje vzlet a je zobrazen na přehledovém zařízení.
- F. Očekávaná doba vstupu do prostoru horizontálních hranic U-space je 2-3 minuty po vzletu z FATO1.
- G. APP Praha s okamžitou platností rekonfiguruje prostor U-space vertikálním snížením jeho horní hranice na 300ft AGL.
- H. V momentě zadání požadavku na snížení horní hranice U-space je K01 už po vzletu a letí směrem na Kolín, bez narušení LKP1.
- I. Po opuštění bezprostřední blízkosti letiště předává TWR Ruzyně K01 na APP Praha a předává informaci o letu na KB TWR (*pouze pro účely tohoto scénáře*).
- J. APP Praha identifikuje cíl a poskytuje přehledové řízení. Informuje o rekonfiguraci U-space prostoru do 300ft AGL.
- K. V průběhu DAR se v rekonfigurovaném prostoru stále nachází několik neznámých cílů, je potvrzeno, že klesají do rekonfigurovaných hranic U-space.
- L. APP Praha nemůže předávat informace na základě výnosu, který nepochází z ATM zdroje. APP také nepracuje s výškovými informacemi, které mohou od jiného než ATM zdroje pocházet. ATCO neposkytuje radu vyhnutí na základě informací pocházející od UAS/U-space.
- M. Po provedení DAR APP Praha považuje U-space prostor za segregovaný pro průlet K01.
- N. Řídicí informuje o neznámém provozu LZS.

- O. V procesu rekonfigurace prostoru U-space a předávání informací o provozu musí být HMI systému pro ATCO natolik uživatelsky příjemný, že ATCO nebude zatěžovat DAR provést.
- P. Po opuštění horizontálních hranic jednotlivých částí U-space, vrátí ATCO vertikální hranicí U-space prostoru do původní výšky – 1000ft AGL. ATCO bude tím, kdo ukončí v systému DAR, tzn., že letadlo s posádkou již proletělo, a nachází se mimo původní hranice U-space. Systém vrátí hranice U-space do původního stavu.
- Q. Čas letu K01 nad U-space je přibližně 2 minuty. Tudíž se očekává omezení provozu v U-space na dobu přibližně 5 minut celkového času.
- R. Čas očekávaného návratu prostoru do původního stavu je zadán do systému, nebo je reaktivace DAR provedena přímo (koordinace, klik v systému a provedení ATCO).
- S. APP Praha nebo TWR Kbely vyrozumí pilota o opuštění horizontálních hranic prostoru U-space.
- T. ATCO předává K01 na řízení stanovišti TWR Kbely.
- U. Po 35s jeden z neznámých cílů mizí (klesal a dostal se do U-space a řídicímu mizí z obrazovky).
- V. Po 55s druhý z neznámých cílů mizí.
- W. LZS proletí v 1:05 po rekonfiguraci.
- X. Po 1:10 třetí z neznámých cílů mizí.

Scénář 1: identifikované provozní výzvy

- Pod jaké stanoviště má spadat prostor U-space, který byl předmětem scénáře 1?

Objasnění: CTR Ruzyně je řízený vzdušný prostor třídy D, celý plně v odpovědnosti TWR Ruzyně. Konkrétně v Praze službu řízení poskytuje APP v prostoru odpovědnosti TWR (na pozicích INFO/DIRECTOR). Příkladem může být situace, kdy po vzletu z LKPR se let LZS ohlásí na frekvenci TWR („Kryštof 01 (...) po vzletu, pokračuji na Beroun“). Pilot vrtulníku dostane zpětnou informaci o pokračování v jím zvoleném kurzu a ATCO na TWR vytvoří strip, který odejde do systému. Dále koordinuje (zavolá) na stanoviště APP a LZS přeladí na INFO (pozici INFO někdy zastává pozice DIRECTOR – frekvence jsou v danou chvíli spojené). Pokud LZS letí zvenku do CTR Ruzyně, ozve se před hranicí CTR na pozici INFO nebo DIRECTOR, se záměrem např. letu na heliport v FN Motol nebo jinam. Interakce s TWR být přímo nemusí, a i když se jedná o lety do 150m AGL jsou na spojení s APP, nikoliv TWR. Pozice na TWR i DIRECTOR jsou velice vytížené pozice.

- Provozní zátěž související s poskytováním informací o neznámém provozu (nejspíše UAS) je natolik vysoká, že řízení běžného provozu je mimořádně neefektivní – nebezpečné. Významné zahlcení pozorností na let LZS a současné poskytování informace do doby, než, provoz je provoz viditelný na výnosu. V hustším se jedná o časově kritickou činnost. To může vést ke kompletní rekonfiguraci prostoru U-space, tedy aktivaci scénáře gama.

Objasnění: V U-space budou všechny UAS identifikované prostřednictvím USSP pro CIS, není tedy na místě mluvit o neznámém provozu. Ano, v době, kdy ATCO bude na hranici své kapacity, se s největší pravděpodobností nebude chtít DAR „zabývat“. Právě proto musí být HMI systému

pro ATCO natolik uživatelsky příjemné, že provedení DAR odvede jeho minimální pozornost od provozu letadel s posádkou, který řídí.

- Bez adekvátně popsanych procedur, které obsahují definované hodnoty, které je nutno garantovat, není možné provádět poskytování ATC. Postupování způsobem, kdy je něco v průběhu, ale není jasné, zda bude stihnuto, je pro poskytování ATC nepřijatelné. Stejně tak je nežádoucí, aby po rekonfiguraci nebo deaktivaci stále hrozilo, že v určeném prostoru bude možný výskyt dronů.

Objasnění: Je složité nastavit časový parametr paušálně. Časové parametry pro DAR bude muset určit povaha/velikost a umístění U-space prostoru vzhledem k ostatním vzdušným prostorům, místům vzletu z heliportů atd. budou muset být nastaveny jednotlivě pro každý jediný U-space prostor zvlášť.

- Procedura týkající se ovládání prostoru by pravděpodobně mohla být v kompetenci supervizora, nikoli řídicího. Proto lze pouze diskutovat o tom, zda to představuje provozní zátěž či nikoli.

Objasnění: Toto není možné, pokud má ATCO provoz letadla s posádkou ve své odpovědnosti, musí být on tím, kdo provede DAR. HMI pro ovládání U-space prostoru musí být pro ATCO uživatelsky příjemné a zatěžovat jej co nejméně.

- Poskytování informací o provozu, přestože ATCO nemá žádné informace o aktuálním provozu, a zároveň koordinace takového provozu je nemožná, protože ve skutečnosti neví, kam pilot letí, aby se vyhnul provozu v případě, že ho nevidí a žádá si doporučený kurz. Dodatečná koordinace z věže (TWR) a kontroly letového provozu (KB) by vyčerpala veškerou kapacitu.

Objasnění: Pokud jde o provedení DAR, předpokládá se, že ATCO nikdy nebude dávat informaci o provozu UAS. Provoz UAS bude vždy v odpovědnosti USSP a zůstane v rekonfigurovaném/zbylém U-space prostoru stále v odpovědnosti USSP. ATCO dynamickou rekonfigurací zajistí prostor/koridor pro letadlo s posádkou tak, aby od rekonfigurovaného U-space prostoru udržel jistý buffer (který by měl být stanoven legislativou). Pokud jde o situaci, kdy UAS z U-space vyletí omylem, šlo by o incident. ATCO, i kdyby UAS na svém zobrazení cíl UAS viděl, pokud nebude mít polohu takového UAS z ATM zdroje (ale pouze z „non-ATM“ systému jako je například ADS-L) nebude mít polohu identifikovanou a nemůže tím pádem dávat pilotovanému letadlu žádné informace o takovém UAS, pokud stát nestanoví jinak.

- Možnost omezení provozu UAS by měla být v souladu s preferencemi a časovými požadavky služby ATC. Pokud má být prostor U-space v budoucnosti v odpovědnosti nějakého řídicího místa (USSP), je nutné zajistit, aby bylo možné omezit provoz dronů podle potřeby.

Objasnění: U-space prostor zřízený v řízeném prostoru je vždy určený pouze pro provoz UAS a odpovědnost za lety UAS v něm má USSP. Pokud vznikne potřeba proletět U-space letadlem s posádkou, půjde o výjimečné případy (lety pro záchranu lidského života apod.). Poté ATCO provede DAR. V okamžiku, kdy je DAR provedená, vzniklý prostor pro letadlo s posádkou je v odpovědnosti ATCO, který má letadlo s posádkou na spojení. UAS jsou přetrasovány a zůstávají v U-space v odpovědnosti USSP.

Scénář 1: závěry

Na základě simulace byla provedena dynamická rekonfigurace snížením vertikální hranice prostoru U-space tak, aby umožnila letu LZS prostor U-space nadletět. Taková DAR by měla být časově méně náročná než DAR, při které ATCO vytváří tzv. koridor pro let s posádkou skrze U-space prostor. Simulace ukázala, že budoucí HMI pro ATCO, na kterém bude ATCO DAR provádět musí být velice uživatelsky přívětivé, aby ATCO měl motivaci DAR provést a neuchyloval se k nejjednodušší možnosti celý U-space prostor po dobu průletu letu LZS uzavřít. Provedení DAR (HMI) musí odvádět minimální pozornost od ostatního provozu s posádkou, který je v prostoru odpovědnosti ATCO. Vzhledem k tomu, že ATCO má let LZS na spojení, musí být on tím jediným, kdo DAR iniciuje, provede a zároveň i ukončí. Simulace ukázala, že je téměř nemožné stanovit časový parametr při provádění DAR paušálně. Každý U-space bude specifický, bude mít jinou velikost, jiný tvar a jinou zeměpisnou polohu. Bude záležet i na sousedních vzdušných prostorech, umístění heliportů, nemocnic atd. Z průběhu simulací a návrhu řešení identifikovaných výzev byly identifikovány následné závěry, které jsou vstupem do ucelené metodiky DAR.

Legislativa předpokládá, že v U-space prostoru se budou pohybovat pouze identifikované UAS, které budou známým provozem pro USSP, tedy i pro CIS. Pokud nastane situace, kdy provoz UAS „nestihne sklesat“ pod DAR určenou novou vertikální hranici U-space prostoru včas a objeví se na zobrazení ATCO jako cíl. Nemělo by se tedy stát, že systém neví o UAS alespoň základní informace jako je velikost, tvar, barva atd. Pokud půjde o situaci, kdy UAS z U-space vyletí omylem, šlo by o incident. I kdyby ATCO bezpilotní letadlo na svém zobrazení viděl, pokud nebude mít polohu takového UAS z ATM zdroje (ale z non-ATM systému jako je například ADS-L) nebude moci polohu UAS považovat za přesnou a nemůže tím pádem dávat pilotovanému letadlu přesné informace o poloze takového UAS. Postup v takovém případě by nejspíše kopíroval postup zavedený v současné době při hlášení neznámého provozu (UAS) a popsany ve směrnici „Plán řešení nestandardních provozních situací na stanovišti (PŘNSP)“ – pro jednotlivá stanoviště zpracováno zvláště s jednotlivými checklisty. Z výše uvedeného tedy není pro ATCO přesná poloha UAS v U-space prostoru podstatná, ATCO pracuje s U-space prostorem jako s celkem, při provádění DAR pak s náležitým bufferem, který by měla stanovit legislativa, resp. stát. Situace ze simulací, kdy let s posádkou není plně segregován od provozu UAS, který „nestihl“ sklesat nesmí ve skutečnosti vůbec nastat. Let s posádkou prostorem U-space může být uskutečněn až v okamžiku, kdy je systémem potvrzeno, že DAR byla úspěšná a všechna UAS se podařilo přetrasovat či sklesat a nachází se v U-space mimo rekonfigurovanou oblast. ATCO bude tím, kdo ukončení DAR v systému provede v okamžiku, kdy letadlo s posádkou již proletělo a nachází se mimo původní hranice U-space systému. A tedy:

- Kromě výjimečných situací, kde je tato situace myšlenou poslední instancí, je zobrazení dat o výnosu UAS, nežádoucí. Pokud cíle pocházejí z jiného než ATM systému, nemohou s nimi ATCOs dále pracovat.
- Dostane-li se jakýkoliv UAS mimo U-space do prostoru odpovědnosti ATCO, měl by mu být vykreslen prostor přibližné pozice UAS na základě posledních telemetrických dat, kterými bude CIS disponovat.
- Časové parametry DAR musí být nastaveny pro každý prostor U-space individuálně.
- DAR by měla být vykonávána přímo ATCO, v rámci jehož prostoru odpovědnosti je DAR aktivována.

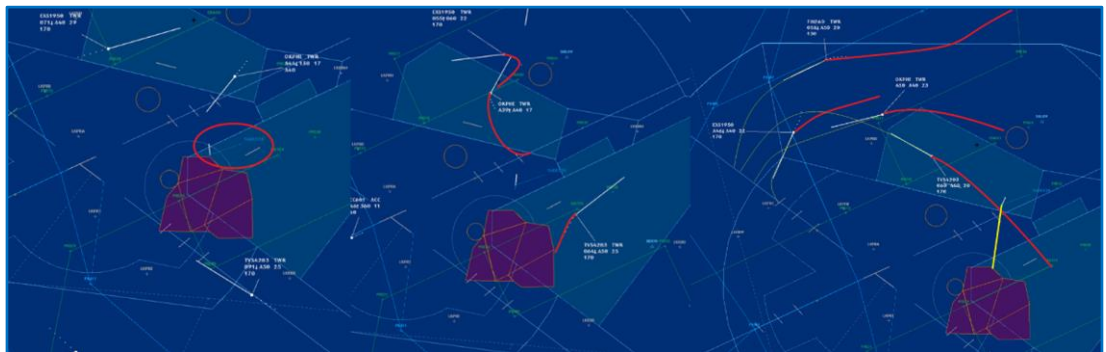
Scénář 2: UAS mimo U-space, směřující k FAF24 LKPR

Scénář simuluje situaci, kdy z U-space vylétne neidentifikovatelný cíl, tedy, že se v prostoru zodpovědnosti řídicího objeví neidentifikovatelný cíl. Testovací scénář by se dal rozdělit do následujících kroků:

- A. Probíhá klasické řízení na LKPR.
- B. Po cca 7 minutách řízení se objeví neidentifikovatelný cíl.
- C. ATCO vyhodnotí možné riziko – pozorováním chování přiměřeně dlouhou dobu.
- D. V případě že je hrozba důvodná, přijímá ATCO opatření pro zajištění maximální bezpečnosti provozu.
- E. Zabraňuje srážce s neznámým provozem.
- F. Předává informaci o neznámém provozu WS.
- G. Informuje dotčená stanoviště ATS o vzniklé situaci, případně rovnou omezuje provoz pro snížení zátěže, která je v tomto momentě vysoká.
- H. Na základě reálné provozní situace odklání provoz do bezpečného prostoru – vyčkávací obrazce, vektorování do prostoru mimo konflikt, změna dráhy v používání a podobně.
- I. Informuje posádky o poloze neznámého cíle a předává předpokládanou dobu zpoždění.
- J. Na základě rozhodnutí posádky přijímá další opatření (pilot může situaci na základě předaných informací vyhodnotit jako nerizikovou).
- K. ATCO čeká na vyřešení situace a pokračuje v poskytování informací dotčeným posádkám.
- L. Provedeno ve dvou možnostech.

- a. Pokračování letu severním směrem:

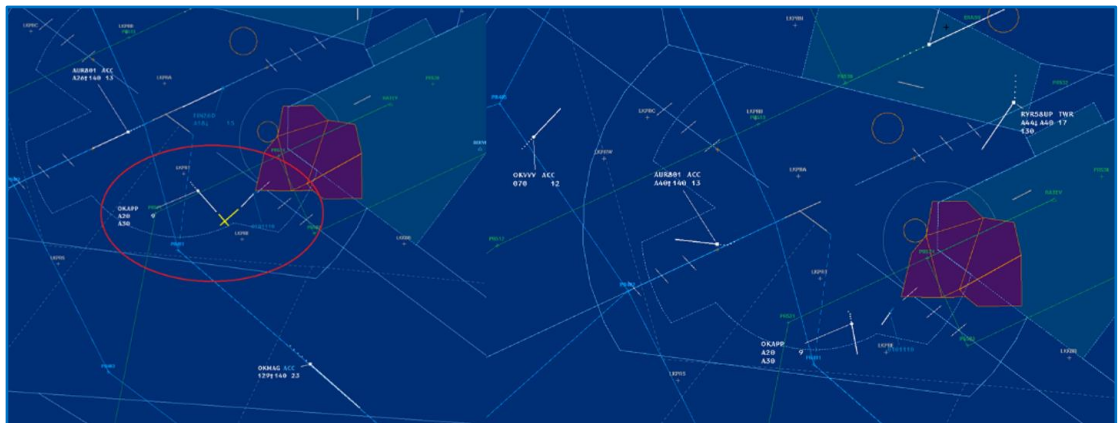
Dráha v používání 24, střední provozní zátěž stanoviště APP Praha. Neznámý provoz se objeví na severní hranici (nebo v buffer zóně) U-space a pokračuje severně. Směřuje do prostoru přibližně na úrovni 7 mil do bodu dotyku dráhy 24. Vzhledem na skutečnost že se jedná o neznámý a nekontrolovaný cíl s neznámou hladinou letu a bez komunikace, přijímá ATCO příslušného pracoviště opatření popsané v A) až K). Po obdržení informace, které indikují pomnutí potenciálně nebezpečné situace se obnovuje standardní provoz. V případě změny dráhy v používání se drží postupu pro změnu dráhy v používání v souladu se směrnicí pro výkon služby na APP Praha. O vzniklé situaci se sepíše hlášení a uvede do provozního deníku stanoviště. Průběh scénáře je ilustrován na obrázku 16.



Obrázek 16: 3 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 2

b. Pokračování letu jihozápadním směrem:

Probíhá standardní řízení na APP Praha. UAS vyletí z U-space a pokračuje směrem na jihozápad, přibližně směr Radotín – Beroun. Situace nastává zrovna v době, kdy se v CTR Ruzyně nachází výcvikový let VFR nad bodem T (Praha Zličín) a pokračuje směrem na bod E (vlakové nádraží Radotín). Neznámý provoz a letoun VFR tvoří konfliktní provoz. ATCO neprodleně informuje pilota letounu o možném konfliktním provozu (neznámém pomalu pohybujícím se provozu se sbíhavou tratí a neznámé výšce). Pilot na základě předaných informací vyhledává neznámý provoz. Příslušné pracoviště APP Praha, které má VFR letoun na spojení informuje o situaci TWR Ruzyně a případně omezí odlety vrtulových letadel mimo standardní odletovou trasu VOZ4M, která tímto prostorem vede. V případě letu neznámého cíle až za hranici CTR Ruzyně, informuje APP Praha o neznámém provozu i stanoviště FIC a letiště Točná a Bubovice. Průběh scénáře je ilustrován na obrázku 17.



Obrázek 17: 2 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 2 (jihozápadní směr)

Scénář 2: identifikované provozní výzvy

- Vzhledem k řízení jedním člověkem se provozní zátěž zvýšila na mimořádnou úroveň. Tato situace je spíše výsledkem omezené zkušenosti a nedostatku personálu na stanovišti při běhu scénáře na simulátoru. V reálném provozním prostředí by v tuto chvíli minimálně působil plánovač nebo supervizor, aktivně podporující řešení této situace. Tato skutečnost trochu zkresluje výsledky tohoto pokusu.

Objasnění: Pokud UAS vyletí z aktivního U-space prostoru, měl by být takový úlet zachycen prostřednictvím U-space služby monitorování souladu. Nesoulad s plánovanou trasou CIS vyhodnotí a odešle varování směrem k ATCO (grafická či zvuková forma). ATCO nedisponuje přesnou polohou UAS, i kdyby bylo možné cíl UAS na přehledovém zobrazení vidět z jiného než ATM zdroje, legislativa mu neumožní s takovou informací pracovat. Mimořádné případy a situace, které se takto mohou vyskytnout, by měly být pokryté v koordinačních dohodách, které budou muset být se vznikem U-space prostorů vytvořené.

- Může dojít k zátěži ATCO v intervalu reakce na nastalou situaci.

Objasnění: samotná reakce na neznámý provoz proběhla adekvátně dané situaci. Provoz nebyl příliš intenzivní, a tudíž bylo možné s ním efektivně pracovat. Vzhledem k individuálním přístupům řídicích se ukazuje, že každý by situaci řešil nějakým odlišným způsobem.

- Po koordinaci a s ohledem na meteorologické podmínky by mohl být přesunut provoz letadel s posádkou na jinou dráhu.

Objasnění: toto je řešení, pokud neznáme další záměr „uletěného“ UAS. Je to obdobná situace, kdy např. pilot na finále nahlásí výskyt UAS (nebo se domnívá, že viděl UAS). ATCO mají pro nekooperující spatřené UAS postupy v rámci směrnice Plán řešení nestandardních provozních stavů na stanovišti, který např. obsahuje checklist.

Scénář 2: závěry

Simulace ukazuje situaci, kdy se na zobrazení ATCO objeví neidentifikovatelný UAS. Ke scénáři nutno podotknout, že pokud UAS vyletí z aktivního U-space prostoru, měla by být taková odchylka od letového plánu UAS zachycena prostřednictvím služby monitorování souladu a vyhodnocena. Nesoulad s plánovanou tratí by měla vyhodnotit a odeslat ALERT směrem k ATCO, předpokládáme, že prostřednictvím nějakého grafického či zvukového upozornění. ATCO nebude znát přesnou polohu UAS, i kdyby bylo možné cíl UAS na přehledovém zobrazení vidět z jiného než ATM zdroje, legislativa mu prozatím neumožní s takovou informací pracovat. Od USSP/CIS bude zjistitelné, o jaké UAS se jedná, měla by být dostupná informace o jeho tvaru, velikosti, váze, barvě atd. Nepůjde tedy o úplně neznámý cíl. ATCO by s největší pravděpodobností měl postupovat jako u scénáře 1, podle směrnice PŘNSP. Simulace ukázala nutnost vytvoření koordinačních dohod a nastavení správných postupů mezi všemi zainteresovanými subjekty, v této simulaci konkrétně TWR Ruzyně, APP Praha, stanoviště na LKKB, LKVO a poskytovatelé USSP, kde budou popsány mimořádné případy a situace.

Z průběhu simulací a návrhu řešení identifikovaných výzev byly identifikovány následné závěry, které jsou vstupem do ucelené metodiky DAR:

- ATCO nezná přesnou polohu UAS, a i pokud ano, taková poloha není ze zdroje, který ATCO může použít.
- ATCO dostává vyrozumění o opuštění U-space prostoru jedním z UAS skrze CIS (který tuto notifikaci zasílá do ATM prostředí spolu s informacemi o oblasti, ve které by se UAS na základě telemetrických dat mohl vyskytovat).
- V situacích nekooperujícího UAS je k tomuto letadlu nutné přistupovat v souladu s dnešními postupy, které jsou upraveny v rámci interních provozních směrnic ŘLP ČR.

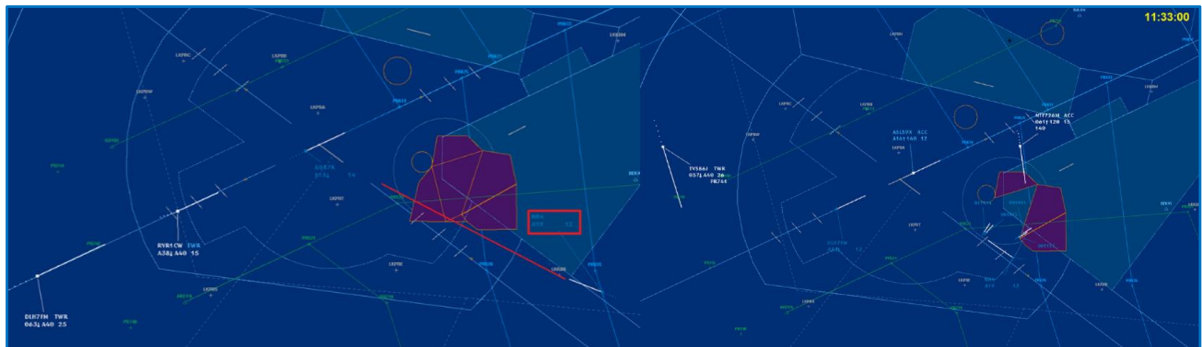
Scénář 3: let vrtulníku LZS směrem z Říčán na Motol

Scénář simuluje situaci, kdy z místa zásahu východně od Prahy letí západním směrem k LKPR vrtulník LZS. Testovací scénář by se dal rozdělit do následujících kroků:

- A. Probíhá klasické řízení na LKPR.

- B. Po cca 7 min řízení se řídicímu hlásí vrtulník LZS – Kryštof 04 na jihovýchodě od CTR (letí podél D1). Pilot oznámí, že se nachází jižně od Kbelského (VFR bodu) Romeo (Říčany), pokračuje směr Průhonice a žádá vstup do CTR Ruzyně a přímo nemocnice Motol.
- C. ATCO na základě vektoru rychlosti určí přibližný čas přeletu skrze aktivní U-space a stanoví rekonfiguraci tak, aby LZS mohlo proletět prostorem podle pravidel původní klasifikace. Čas rekonfigurace stanoví tak, aby rekonfigurace U-space proběhla alespoň 3 minuty před průletem LZS:
- rekonfigurace tedy bude znamenat snížení U-space pouze na 500 ft AGL;
 - čas rekonfigurace je zadán do systému/nahlášen, stejně tak jako očekávaný čas návratu do původního stavu.
- D. Řídicí informuje LZS, že bude nadlétávat U-space prostor, který bude po dobu jeho průletu rekonfigurovaný vertikálně.
- E. Řídicí v čase rekonfigurace provede rekonfiguraci.
- F. Řídicí na přehledové informaci uvidí, zdali tam nejsou nějaké neznámé cíle (žádné tam nebudou).
- G. LZS prolétá a řídicí ukončí rekonfiguraci opětovným zvýšením vertikální hranice U-space prostoru do jeho původní výšky.

Ilustrace ze simulací jsou patrné na obrázku 18.



Obrázek 18: 2 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 3

Scénář 3: identifikované provozní výzvy

- V silnějším provozu nelze předpokládat plné zapojení ATCO do DAR (ukončení rekonfigurace prostoru U-space).

Objasnění: Koncept nepočítá s tím, že by kdokoli na pozici SC prováděl DAR. DAR je plně v odpovědnosti ATCO. ATCO bude tím, kdo do CIS předá informaci o tom, že let s posádkou opustil prostor a dá tím impuls k návratu U-space do původního stavu před DAR. Je potřeba zajistit dostatečné personální zajištění, případně rozdělení náročnosti provozu mezi jednotlivá stanoviště tak, aby nedocházelo k přetížení ATCO.

Identické jako v předešlých scénářích. Je nezbytné nastavit veškeré koordinační postupy předem, resp. při vzniku U-space, včetně koordinace mezi jednotlivými stanovišti.

Scénář 3: závěry

V simulaci opět řešena skutečnost a specifikum CTR Ruzyně, že v prostoru odpovědnosti TWR poskytuje službu řízení APP na pozicích DIRECTOR a INFO. Správné nastavení koordinačních dohod mezi zainteresovanými stanovišti a subjekty (USSP) bude klíčové. Simulace opět ukázala, že je téměř nemožné stanovit časový parametr při provádění DAR paušálně. Každý U-space bude specifický, bude mít jinou velikost, jiný tvar a jinou zeměpisnou polohu. Bude záležet i na sousedních vzdušných prostorech, umístění heliportů, nemocnic atd. V rámci navržené metodiky je definováno několik typů zasílaných zpráv systémem CIS směrem k ATCO, které by mohly mít vliv na stanovení časového parametru:

- A. Indikace přijetí požadavku na DAR.
- B. DAR nelze provést (indikované čtyři případy). Pokud DAR nelze provést vůbec, ATCO by o takové situaci měl být upozorněn od CIS předem.
- C. Potvrzení požadavku, DAR je v daném časovém horizontu proveditelná.
- D. DAR připravená, v prostoru se nevyskytuje žádné UAS.

3.5 Metodika DAR

Nástroj DAR je jedním z opatření, které umožní koexistenci letadel s posádkou a bez posádky ve společném vzdušném prostoru. Je však nutné rovněž identifikovat důvody, které k takovým situacím vedou. Jedná se o provozní motivace – provozní scénáře, které odůvodňují vznik U-space v oblasti řízeného prostoru.

3.5.1 Kazuistika

Z pohledu UAS jde primárně o samotné důvody vzniku U-space. Ty jsou projektem představeny jako 2 stěžejní:

- A. Potřeba zajistit prostor s redundantním infrastrukturním pokrytím tak, aby byl schopen přenášet data v požadované rychlosti, kvalitě a úrovni zabezpečení. Infrastruktura je v tomto případě koncipována pro provozní potřeby ve službách U-space a potřeby ve službách, který je provozem přinášén samotným provozovatelům UAS.
- B. Potřeba zajistit správu provozu vyššího množství UAS v jednom prostoru, který je charakterizován vyšší sofistikovaností provozu (přeprava nákladu či osob v režimu BVLOS).

Důvody však stojí pouze jako pozadí za konkrétními provozními scénáři, které mohou být motivované jak z pohledu letu za účely záchrany lidského zdraví či majetku, tak například za účely komerčních scénářů. Při uvažování U-space v rámci řízeného vzdušného prostoru tak lze uvažovat následujících aktérů a provozních scénářů, pro které je U-space nezbytným infrastrukturním pilířem: bezpečnostní složky (PČR, BIS, CS) – monitoring civilního provozu, provoz za účely výkonu služby či zákroku; zdravotnická záchranná služba a podpůrné (ostatní) složky – provoz za účely výkonu služby či zákroku a v neposlední řadě provozovatelé UAS – civilní provoz za účely např. přepravy osob či nákladu či inspekce pozemní infrastruktury.

Z pohledu pilotovaného letectví se pak jedná o definici účelu letu letadla s posádkou v řízeném prostoru. Jedná se o lety prováděné za účely přepravy osob či nákladu, lety prováděné za účely leteckých prací, lety za účely záchrany zdraví či majetku, lety za účely výcviku či rekreačně-sportovní lety.

Bezpilotní letectví a letectví s pilotem na palubě jsou ve své podstatě dvě kategorie letectví, sdílející ucelenou část řízeného vzdušného prostoru, které vzhledem k odlišným pravidlům a míry technologického vybavení nemohou koexistovat v jednom spojitěm prostoru. Proto je ze strany harmonizovaných pravidel navržena právě DAR. U tohoto nástroje je však na strategické úrovni nutné řešit, za jakých okolností má být DAR aktivována. Strohá definice z nařízení (EU) 2021/664 stanoví, že DAR je „dočasná úprava vzdušného prostoru U-space s cílem vyhovět krátkodobým změnám v poptávce po provozu letadel s posádkou, a to úpravou zeměpisných hranic tohoto vzdušného prostoru U-space.“ Poptávka však může vzniknout z různých důvodů a její uspokojení by mělo podléhat vyhodnocení relevantnosti daného scénáře, případně možnostmi, jakými lze předejít konfliktu, jež by vedl k aktivaci DAR. Hypoteticky se může jednat o scénář, kdy budou UAS v U-space přepravovat zdravotnický materiál v časově kritickém rámci. Měl by mít let za rekreačně-sportovních účelů, který není v nouzi a neměl by za standardních podmínek být konfliktní se vzdušným prostorem U-space (vzhledem k jeho očekávané výšce), svrchovaný nárok na DAR za cenu zpoždění či nedoručení zásilek, které jsou UAS v U-space doručovány? Dynamická rekonfigurace U-space prostoru je nově definovaný nástroj/postup, který je služba ATC povinná zajistit na základě nařízení EU 2021/665 pro umožnění průletu letadla s posádkou na palubě prostorem U-space, pokud je takový zřízen v řízeném vzdušném prostoru. Provedením DAR ATCO dočasně omezí určitou část vzdušného prostoru U-space úpravou vertikálních či horizontálních hranic vzdušného prostoru U-space.

3.5.2 Předpoklady

Metodika DAR vychází z varianty A konceptu CORUS (viz Obrázek 10.1), kdy počítá s tím, že v daném řízeném prostoru, kde je zřízený U-space převažuje provoz letadel s pilotem na palubě nad provozem UAS. Provoz UAS se vyskytuje pouze v aktivovaném prostoru U-space a odpovědnost za něj je na straně USSP. Pro každý prostor U-space, dle jeho charakteristiky/tvaru a také povahy provozu UAS, budou dopředu nadefinovány změny vertikální hranice a segmenty U-space, které bude v případě DAR možno využít. Pro každý U-space prostor se také počítá s publikováním nouzových přistávacích míst, tzv. „landing pads“ rovnoměrně po celém objemu prostoru U-space, pro případ tzv. „uzemnění“ provozu UAS, pokud to podmínky prostoru dovolí. Při výpočtu změn tras počítá CIS rekonfigurované prostory na základě znalosti minimálních výkonnostních charakteristik UAS, které jsou uvedeny v podmínkách vstupu do U space prostoru a UAS s nimi musí být v souladu. U-space by měl mít kapacitní rezervy pro napočítávání těchto prostorů a z tohoto důvodu také určenou mezní kapacitu, při jejímž překročení by v nominálním scénáři sice mohlo letět více UAS (lze skládat 4D trajektorie), ale nebylo by možné vykonat požadavky DAR, které razantně snižují kapacitu daného prostoru. Může dojít k případům, kdy DAR nelze vyhovět, např. při nouzové situaci provozu UAS v U-space, nebo při letu UAS, který je pro účely zásahů složek IZS atd.

Dalším předpokladem je nutná podmínka, kdy ATCO disponuje přehledovou informací o provozu s posádkou na palubě ve svém prostoru odpovědnosti, provoz UAS v aktivním U-space je v odpovědnosti CIS/USSP a ATCO nezná konkrétní jednotlivé polohy UAS v prostoru U-space. Na své pracovní stanici má prostor U-space zobrazen jako aktivní. CIS na základě informací o poloze UAS, získaných od USSP, neustále provádí možnosti změny tras UAS tak, aby bylo možné vyhovět požadavku na DAR, pokud by vznikl. Prostor, v rámci něhož je zřízen prostor U-space a je možné realizovat DAR, by měl být vyhlášen

jako TMZ, aby bylo možné komunikovat aspekty DAR s posádkou letadla na palubě, která je původcem této provozní poptávky.

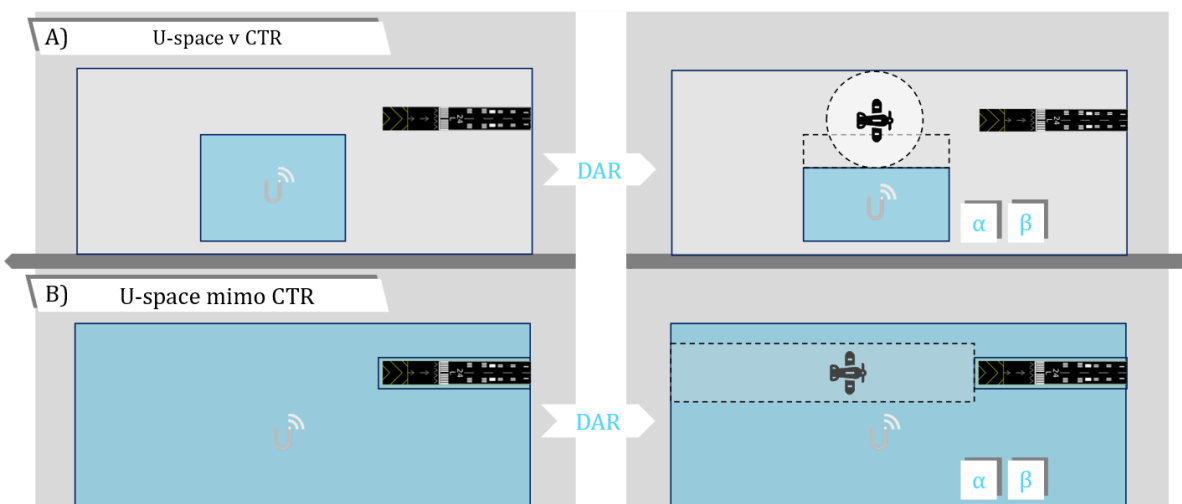
3.5.3 Aktivace prostoru

Vznik provozního požadavku na provedení DAR může vyvstat zejména ze dvou důvodů:

- CIS, na základě podaného letového plánu letadla s posádkou, indikuje konfliktní trať s aktivním prostorem U-space (každý U-space prostor bude publikovaný v AIP, spolu s podmínkami pro jeho využití).
- ATCO obdrží telefonickou/po frekvenci informaci o letu IZS, který míří do oblasti, kde se nachází aktivní U-space prostor.

Ačkoliv je U-space zamýšlen pro koexistenci letadel s posádkou i letadel bez posádky na palubě ve společném vzdušném prostoru, jedná se svým způsobem o segregaci, která je procesem DAR podpořena. Jedná se o zřízení podprostoru v prostoru řízeném, především CTR. Je tedy vhodné řešit intenzitu užití takových prostorů a zamyslet se nad dobou, po jakou jsou dané prostory reálně využívány. CORUS X-UAM ConOps uvádí, že “ve střednědobém až dlouhodobém horizontu je předpoklad, že počet UAS provozovaných v řízeném vzdušném prostoru bude mnohem vyšší než počet letadel s posádkou (např. poměr 10:1).” Projekt nastiňuje 2 principy, kterými lze přistupovat k vzájemné interakci U-space a řízeného prostoru, postavené na vyšší frekvenci provozu na straně UAS nebo naopak letadel s posádkou.

- Zřízení (části) U-space v trvale řízeném prostoru – U-space je rekonfigurován.
- Trvalé U-space v celém řízeném prostoru, kdy je řízený prostor aktivován v případě poptávky. Obě tyto varianty jsou schematicky ilustrovány na obrázku 19.



Obrázek 19: Přístupy k DAR [3]

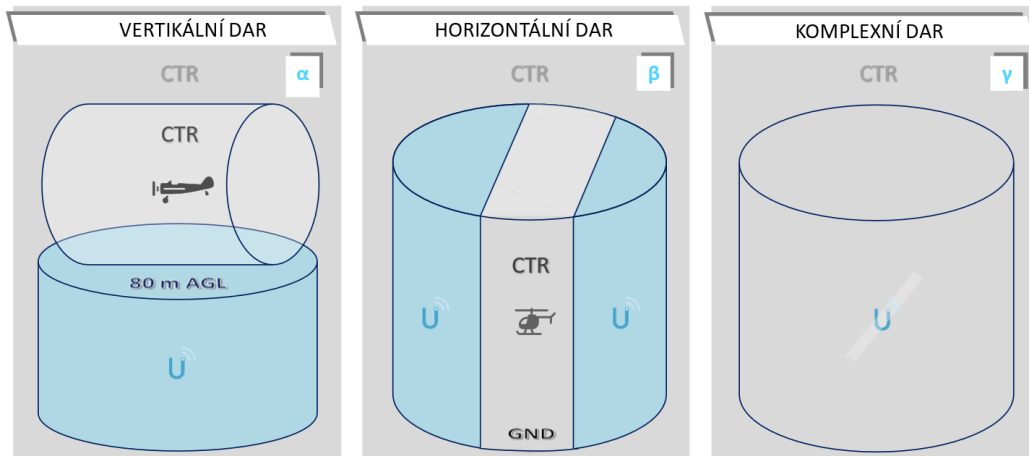
Pro ČR je z pohledu koncepce, postupného zavádění pokročilého provozu UAS do společného prostoru a politiky ASM jednoznačně vhodnější varianta A. Varianta A vychází přímo z návrhu použitelné EU legislativy, která definuje DAR. Dále nelze vzhledem k dostupným informacím v dohledném období 10 let očekávat převisy provozní poptávky ze strany UAS provozu v zeměpisné zóně U-space nad provozem letadel s posádkou na palubě. Mezi hlavní limity varianty B patří způsob, kterým by letadlo s posádkou bylo řízeno v koridoru dynamicky rekonfigurovaném prostoru U-space. V takovém případě, na rozdíl od

dálkově řídicího pilota, není protějškem pilota USSP s digitálním datovým spojem, ale ATCO. Jeho výkon služby je vymezen jasně danými postupy ATS. Varianta B také prakticky znemožňuje technickou realizaci tohoto řešení, jelikož by ATCO musel vykreslovat koridor, resp. dynamicky rekonfigurovat majoritní U-space tak, aby uspokojil požadavky na trajektorii letu letadla s posádkou na palubě. Takové lety, zvláště v CTR, mohou být vedeny v různých režimech (IFR a VFR, s podaným letovým plánem či bez něj apod.), což rovněž znemožňuje konstrukci smysluplného provozního postupu, který by byl ATCO v rámci své služby řízení naplnit.

Oproti tomu je v prvním principu možné spoléhat na digitalizované prostředí U-space, stojícím na principu předem konstruované a schvalované 4D trajektorie, kde je provoz řízen na automatické bázi a nevyžaduje hlasovou komunikaci pilota a subjektu odpovědného za řízení provozu v daném prostoru odpovědnosti. Varianta A má své limity v momentu, kdy je provoz (U-space) UAS v CTR majoritní a je z pohledu dopravní politiky nutné uspokojovat jeho poptávku. Vzhledem k současným trendům v provozních statistikách se nepředpokládá nastání takové skutečnosti v reálném provozu v následujících 10 letech. I z tohoto odhadu se jeví provozní varianta aplikace A jako o to logičtější.

Dále je potřeba definovat způsoby, jakými dojde ke změnám hranic prostorů pro létání UAS i letadel s posádkou. Jedná se o praktické naplnění DAR prostřednictvím ovládacího rozhraní ATCO. Je navrženo, že přímo ATCO pomocí ovládacího rozhraní vykresluje prostor, kterým se dynamicky rekonfiguruje prostor U-space. Toto vykreslení (provedení DAR) může probíhat v následujících variantách:

- A. Alfa „vertikální“: je snížena horní hranice U-space. V případě prostoru U-space, u kterého je předpoklad aktivace DAR jde o variantu změny vertikální hranice prostoru U-space. Snížením hranice dojde k omezení kapacity prostoru U-space na úkor průletu letadla s posádkou. Pro tento případ jsou v U-space určeny minimální výšky pro let UAS v případě kdy k DAR dojde. Minimální hranice berou v potaz bezpečnostní perimetry jednotlivých letů, průběh terénu a dopadové zóny v provozu UAS. Soubor těchto opatření definují minimální výšku, do které lze takový prostor rekonfigurovat. Touto informací disponuje stanoviště ATS (ATCO). CIS a USSP přijímají veškerá opatření k tomu, aby byly schopni v každém okamžiku vyhovět provoznímu požadavku DAR, je-li ze strany ATCO zadána.
- B. Beta: prostor U-space je rekonfigurován koridorem bez vertikálního ohraničení. V případě prostoru U-space, u kterého je předpoklad aktivace DAR jde o variantu změny horizontální hranice prostoru U-space. Změnou hranice dojde k razantnějšímu omezení kapacity prostoru U-space na úkor průletu letadla s posádkou. Pro tento případ jsou v U-space určeny časy, po které lze uvažovat vyčkávacích manévřů na straně UAS. Překročí-li tato varianta DAR předem vymezený časový interval, dochází k alternativním letovým trajektoriím UAS. Tento přesměrovaný provoz může svůj let zakončit mimo původně definované místo přistání (vrací se na místo vzletu, případně využívá alternativní místa přistání).
- C. Gama „komplexní“: ve výjimečných provozních případech lze provoz U-space „uzemnit“. Tato varianta by měla být aktivována při ospravedlnitelných důvodech na straně ATCO. Jedná se o stav, kdy po aktivaci DAR musí UAS v daném časovém intervalu přistát. Všechny varianty jsou ilustrovány na obrázku 20.



Obrázek 20: Varianty DAR

DAR může být indikována automatickým (systémovým) upozorněním z CIS, na základě podaného letového plánu letadla s posádkou, indikuje CIS konfliktní trať letadla s posádkou na palubě s aktivním prostorem U-space. Dále může být standardně přijata informace (telefonicky/po frekvenci) o startu letu LZS, kdy trať je konfliktní s aktivním U-space prostorem. Po vyvstání provozního požadavku ATCO dle situace zvolí nejvhodnější provedení DAR (snížení vertikální hranice U-space, vytvoření koridoru pro letadlo s posádkou, kompletní "vypnutí" U-space). ATCO na základě predikce trajektorie a zvoleného typu provedení DAR vykreslí pomocí HMI rozhraní nové uspořádání U-space prostoru, HMI pro vykreslení DAR může být provedeno:

- pomocí posuvníku výšky U-space prostoru sníží jeho vertikální hranici (možnosti vertikálního dělení jsou předem nadefinovány pro každý jediný U-space prostor a zaneseny do systému);
- vymezením trajektorie vedené skrze U-space prostor vytvoří pro letadlo s posádkou koridor se zadáním jeho šířky.

ATCO na základě konfliktní trajektorie letadla s posádkou s prostorem U-space rozhodne o způsobu provedení DAR (snížení vertikální hranice U-space, vytvoření koridoru pro letadlo s posádkou pomocí vymezení vstupního a výstupního bodu s předem definovaným bufferem či kompletní "vypnutí" U-space prostoru). ATCO pomocí HMI na svém zobrazení vykreslí předpokládanou trajektorii letu letadla s posádkou prostorem U-space, systém tak získá časy vstupu a předpokládaný čas výstupu z U-space prostoru, které odešle do CIS. Vykreslení trajektorie je bráno jako požadavek na CIS k přípravě DAR. Zároveň s výpočtem těchto časů se získá informace o předpokládané délce DAR (na základě predikovaného času k hranici U-space prostoru a časový úsek potřebný k bezpečnému průletu letadla s posádkou prostorem U-space). Pro navrhovanou metodiku rozlišujeme následující časy:

T_0 je čas, který musí být nastaven před vznikem U-space v řízeném prostoru. Jeho hodnota udává, po jakou minimální dobu musí UAS vydržet v letu při vyčkávání. Jedná se o nutný předpoklad k naplnění centralizované role CIS tak, aby dokázal určit letové možnosti jednotlivých UAS v U-space, kterých se aktivace DAR přímo dotýká.

T_1 je čas, ve kterém dochází k identifikaci požadavku na DAR. Nezávisle na komunikační cestě se jedná o okamžik, kdy vznikne potřeba DAR ze strany ATCO.

T_2 je čas, ve kterém dochází k promítnutí požadavku na systémovou úroveň. ATCO zadává DAR varianty alfa, beta či gama do pracovní stanice a z té je tento požadavek zaslán do prostředí UTM, tedy k dedikovanému poskytovateli CIS. V čase T_2 je do systému zadán čas T_4 a odhad času T_6 .

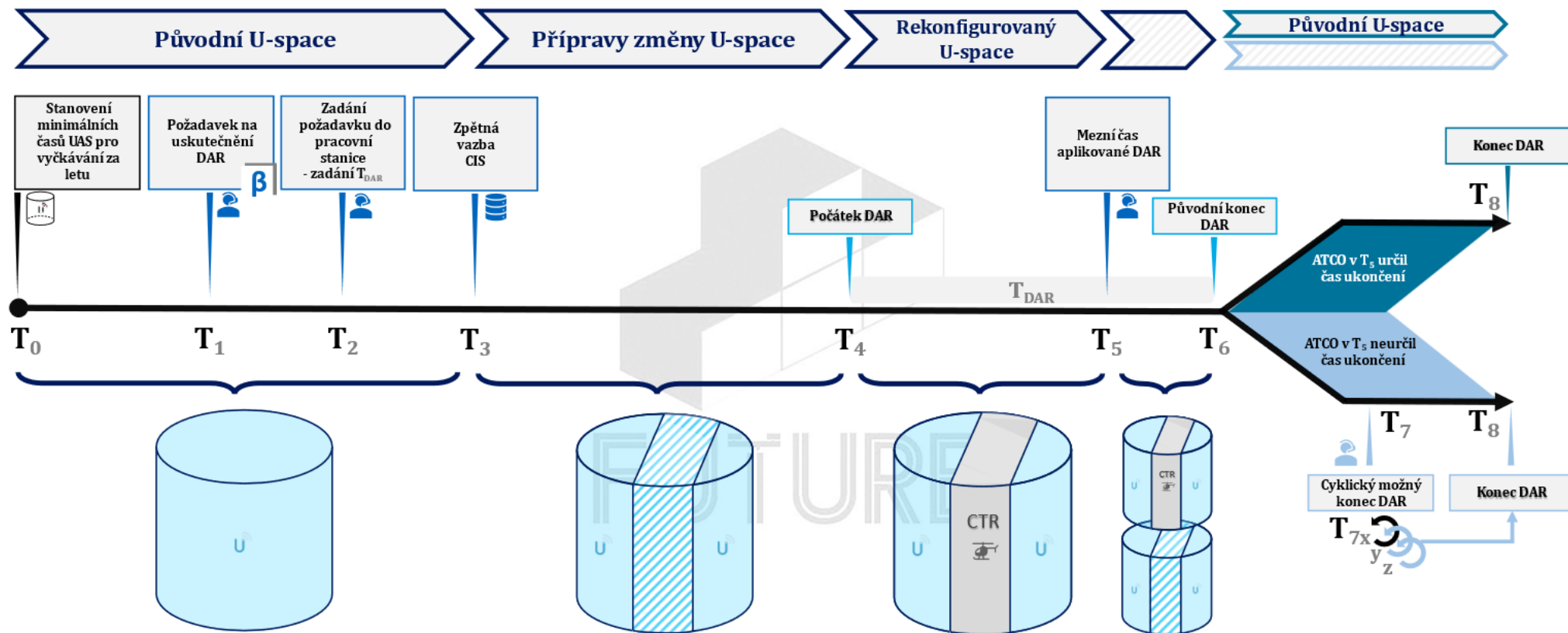
V čase T_3 je poskytnuta zpětná vazba z CIS k ATCO. Jedná se o nutný verifikační krok, kterým CIS závazně garantuje technickou realizaci rekonfigurace prostoru U-space. Tuto realizaci by měl být schopný garantovat vždy, vyjma situací, kdy čelí náhlé technické poruše systému, případně, kdy z důvodů řešení nestandardních (nouzových) situací na straně U-space není možné požadavek DAR uspokojit. Od času T_3 dochází k přípravě změny zeměpisných hranic U-space a s tím spojeným řízení provozu UAS ze strany CIS tak, aby došlo k vyklizení prostoru dle požadavku ATCO. V případě varianty gama (komplexní DAR) dochází k uzemňování provozu.

T_4 a T_6 tvoří čas samotné rekonfigurace prostoru. Prostor U-space je rekonfigurován a připraven na průlet letadla s posádkou. Prostor pro průlet letadla s posádkou je v odpovědnosti ATCO a nesmí se v něm vyskytovat žádný známý provoz UAS.

T_5 je čas, ve kterém je potvrzen či opraven čas ukončení DAR (T_6). Po tomto (mezním) čase potřebuje CIS čas na přepočítání provozu pod svojí odpovědností tak, aby se buď dokázal vrátit do původní podoby (před DAR), případně dokázal pokračovat v DAR a rozhodl o dalších instrukcích směrem k provozu UAS. V případě prodloužení DAR je vyžadováno aktivní zapojení ATCO, který musí stanovit další čas, o kterou se požadovaná DAR prodlužuje.

Čas T_7 se aplikuje v případě, je-li zadán požadavek na prodloužení DAR. Ten se vzhledem k provozním požadavkům může několikrát cyklicky prodlužovat. Měla by být, v závislosti na konkrétním prostoru U-space, stanovena pravidla pro takové cyklické prodlužování ze strany ATCO, jelikož je nutná reakce na straně provozu UAS. To může v praxi znamenat například uzemnění provozu v případě již 2. cyklického prodloužení DAR. V případě, kdy je v čase T_5 potvrzen finální čas ukončení DAR, čas T_7 se neaplikuje. Čas T_7 může být několikrát multiplikován ve vztahu k prodlužování doby DAR ze strany ATCO. To je indikováno označením $T_{7x...z}$.

T_8 představuje konec DAR a navrácení provozu U-space do původní podoby. V prostoru U-space, případně prostoru, který byl předmětem rekonfigurace se nesmí vyskytovat žádný známý provoz letadla s posádkou. Tento čas prakticky představuje čas T_6 , není-li v čase T_5 prodloužena původní délka DAR. Schematicky jsou jednotlivé časy ilustrovány na obrázku 21. Stěžejní zásady metodiky DAR pak komplexně shrnuje tabulka 5.



Obrázek 21: Časová osa DAR

Tabulka 5: Metodika DAR

	Obecný popis	Stát	ŘLP	ATCO	CIS	USSP	UAS	
Krok 0	<p>– DAR může probíhat 3 variantami:</p> <p>α) vertikálně (snížení horní hranice U-space) β) horizontálně (vytvoření koridoru). γ) kompletní "uzemnění" provozu UAS v U-space prostoru.</p> <p>– V každém scénáři musí existovat časová souslednost (osa). Při a) je tato souslednost kratší nežli b). Časová souslednost musí existovat vždy, nelze "vypínat" provoz U-space okamžitě – UAS dostanou čas na opuštění rekonfigurovaného prostoru.</p> <p>– Pro scénář existují předem stanovená šířka koridoru. Tato šířka je stanovena na základě rozměrů vzdušného prostoru U-space a v případě DAR je předem systémově zanesena.</p>	<p>– Rozhodnutí o možnosti zřizovat prostor U-space v tř. D (všechna CTR a U-S má být zřizován právě tam, kde se očekává interakce letadel s posádkou a UAS nebo větší počty letů UAS v jednom prostoru, což CTR splňuje).</p> <p>– Zajištění možnosti vyhlášení prostoru U-space, tj. i přes možné protihlasy členů KS ASM existuje možnost vyhlášení (absence zástupce U-space).</p> <p>– Klasifikace geo-zóny U-space na existující typ vzdušného prostoru (např. TRA UTM jako ekvivalent TRA GA).</p> <p>– Publikace prostoru v AIP.</p> <p>– Jsou určena nouzová přistávací místa (landing pads) rovnoměrně po celém objemu prostoru U-space.</p> <p>– Stát definuje minimální letové charakteristiky UAS pro vstup do U-space (např.: Vmax, Vmin, Max.+Min. Vspeed + Rate of climb, informace o schopnosti visu, výdrž v časové a vzdálenostní jednotce.</p> <p>– Definuje způsob zajištění rozhrazení mezi pokyny USSP a UAS. V rámci certifikace USSP stát ověří, že USSP splňuje veškeré požadavky na poskytovatele U-space služeb.</p>	<p>DAR by kromě ATCO neměla zahrnovat další "human-in-the-loop". ATCO při požadavku na provedení DAR může být omezený kapacitou provozu letadel s posádkou, který musí spolu s provedením DAR bezpečně zvládnout.</p> <p>V případě, kdy vznikne U-space prostor v řízeném prostoru, který není TMZ, nelze v současné době provést DAR vzhledem k nezralosti přesné polohy letadla s posádkou. Stát se musí touto problematikou zabývat, koncept nabízí dvě možná řešení:</p> <p>- vyhlášení dalších prostor jako TMZ; - schválení použití jiné technologie (non ATM zobrazovací systém, jako je např. FLARM, ADS-L) pro potřeby ATM.</p> <p>– Stát definuje pravidla a priority při scénářích, kdy bude nutné vyhlásit "bezletovou UAS" zónu v aktivním U-space prostoru (např. při zásahu IZS) a vznikne nutnost do takového prostoru provést let pro záchranu lidského života. Předpokládá se, že bezletové zóny bude vyhlášovat dispečink IZS (§44h odst. 5) skrze přístup do digitální mapy. Zóny se následně z digitální mapy skrze CIS zobrazí na příslušném zobrazení ATCO.</p> <p>– O provedení letu (každého, nejen HEMS) s konečnou platností rozhoduje PIC, bude mít informaci o situaci.</p> <p>– U-space by měl mít určenou mezní kapacitu, při jejímž překročení by v nominálním scénáři sice mohlo letět více UAS (lze naskládat 4D trajektorie), ale nebylo by možné vykonat požadavky DAR, které razantně snižují kapacitu daného prostoru.</p>	<p>– ŘLP disponuje přehledovou informací o poloze letadel s posádkou (v současnosti nelze z důvodu většinou absence TMZ). V opačném případě nemůže ATCO vykonávat DAR z důvodu absence polohové informace.</p> <p>– ŘLP metodicky plně integrováno. To zahrnuje také personální zajištění – zda vše ATCO, případně za asistence dalšího provozního pracovníka.</p> <p>– Platné koordináční dohody/místní postup v případě, kdy je U-space přes více než 1 CTR: ŘLP definuje typy koordináčních dohod, na základě zeměpisné polohy U-space prostorů. Zároveň dojde k úpravám některých stávajících koordináčních dohod v souvislosti s U-space. Nově vzniknou koordináční dohody s USSP. Veškeré koordináční dohody musí být uzavřeny před publikováním daného U-space v AIP.</p> <p>– ŘLP systémově plně integrováno (buď je to přímo poskytovatel CIS nebo jeho přímým napojením).</p>	<p>– ATCO vycvičen.</p> <p>– Pracovní stanice: trvale zobrazuje prostor U-space. Zobrazuje aktivní prostor U-space podle (podmínek publikovaných v AIP nebo podle aktuální aktivity). Nezobrazuje provoz UAS v U-space.</p> <p>– HMI pracovní stanice nedisponuje zobrazením aktuálního provozu v U-space (polohová data UAS). ATCO nesmí s takovými daty dle stávající legislativy pracovat (polohová data UAS budou pocházet z prostředí mimo ATM technologie, což je v současné době nepřístupné).</p> <p>– Na pracovní stanici aktivně skrze své HMI provádí DAR.</p> <p>– Stanovení koordinace mezi stanovišti TWR Ruzyně a APP <i>CTR Ruzyně je řízený vzdušný prostor třídy D, celý plně v odpovědnosti TWR Ruzyně. Konkrétně v Praze službu řízení poskytuje APP v prostoru odpovědnosti TWR (na pozicích INFO/DIRECTOR). Příklad: po vzletu z LKPR se let HEMS ohlásí na frekvenci TWR (Kryštof 1 ... po vzletu, pokračují na Beroun. Dostane pokračujte, ATCO na TWR vytvoří strip, který odejde do systému, koordinuje/zavolá na APP a HEMS přeladí na INFO (pozici INFO někdy zastává pozice DIRECTOR – frekvence jsou v danou chvíli spojené). Pokud HEMS letí zvenku do CTR Ruzyně, ozve se před hranicí CTR na pozici INFO nebo DIRECTOR, se záměrem např. letu na heliport v FN Motol nebo jinam. Jde tedy o to, že interakce s TWR být přímo nemusí a i když se jedná o lety klidně do 150 m AGL jsou na spojení s APP a ne s TWR. Pozice na TWR i DIRECTOR jsou velice vytižené pozice.</i></p>	<p>– Algoritmy CIS neustále napočítává možnost přetrasování v momentě, kdy by přišel požadavek na DAR v maximálním rozsahu ve variantě: α) max. snížení vrchní hranice prostoru, β) max. šířku koridoru), γ) uzemnění provozu v U-space.</p> <p>– DAR musí být, kromě předem stanovených scénářů, možné realizovat VŽDY z hlediska organizace provozu.</p> <p>– DAR nemusí být možné realizovat pouze z důvodů: – nouzové situace v provozu UAS (způsobeno závadou UAS), – letu UAS za účely zásahů složek IZS – pátrání, záchrana, přeprava – technické poruchy systému (systém je monitorován "UTM CMOS") - v tomto případě je ukončován provoz U-space, pokud jsou nějaké UAS ve vzduchu, * meziodbě kdy není možné DAR, protože všechna UAS nejsou na zemi. Jedná se o technické problémy typu nefunkční některé služby U-space, nebo nefunkčnost CIS.</p> <p>– Pokud DAR nelze realizovat z výše uvedených důvodů, CIS automaticky označí U-space pro ATCO např. podbarvením prostoru tak, aby ATCO věděl, že v dané chvíli nelze provádět DAR.</p> <p>– CIS generuje prostory pro retrasování UAS. Tyto prostory jsou určeny na základě minimálních požadavků na UAS. U-space by měl mít kapacitní rezervy pro napočítávání těchto prostorů.</p> <p>– U-space by měl mít z tohoto důvodu určenou mezní kapacitu (viz Stát), při jejímž překročení by v nominálním scénáři sice mohlo letět více UAS (lze naskládat 4D trajektorie), ale nebylo by možné vykonat požadavky DAR, které razantně snižují kapacitu daného prostoru.</p>	<p>– Sdílí požadavky CIS pro provozovatele UAS.</p>	<p>– UAS musí být v případě aktivace DAR schopni v každém okamžiku retrasovat provoz v rámci dedikovaného prostoru od CIS.</p> <p>– CIS vypočítává prostory pro let v případě DAR na základě znalosti minimálních výkonnostních požadavků na UAS. To vše je nastavené při vzniku U-space.</p> <p>– UAS musí být vždy schopni vydržet v letu v daném retrasovaném prostoru v čase (TO). Toto musí být napočítáváno pro každý provoz.</p>

Vznik provozního požadavku DAR.

– ATCO má informaci, zda letadlo dokáže nadlétnout (v rámci prostoru, který vznikne snížením U-space), v opačném případě informaci, **pro vyhodnocení potřeby DAR.**

– Měl by vzejít především z **důvodu provozní nouze** anebo letu pro záchranu lidského života (např. lety LZS).

Krok1

Krok2

Na základě požadavku (komunikace s letadlem s posádkou) HMI rozhraním vykresluje DAR.

ATCO rozhoduje o DAR variantě.

– Vykreslení probíhá následující technikou pro varianty:

α) klik na prostor U-space, **výchozí zobrazení** menu s posuvníkem s výškou prostoru – o tolik snižuje. Posuvník omezený do minimální výšky, do které lze snížit – v této metodě musí pro U-space zůstat minimální použitelná výška (např. ATCO snižuje ze 120 na max. 50 m).

β) klik na prostor U-space, zobrazení menu, pod posuvníkem možnost "**KORIDOR**". Po rozkliknutí lze u prostoru vymežit vstupní a výstupní bod, mezi nimiž se vykreslí úsečka (koridor). V menu se nezanáší šířka koridoru. Real-time se zobrazí časy, kdy dojde k aktivaci a kdy by mělo dojít k deaktivaci. Zde vhodné aproximovat polohy letadel z tracků. ATCO dostává potvrzení, že v okamžiku vstupu letadla s posádkou do DAR prostoru v U-space bude prostor vyklizen.

γ) klik na prostor U-space, zobrazení menu s možností "**DEAKTIVACE**" celého prostoru U-space. Do CIS odchází požadavek na délku trvání "uzavření" U-space prostoru, pokud je taková informace ATCO z povahy provozu letadla s posádkou známa.

– Pro každou variantu potvrzuje zanesenou DAR – tímto aktivován pokyn a je zaslána informace směrem k CIS v čase Tstart. Je vhodné, aby vše dělal systém, ATCO pouze stanoví trajektorii průletu U-space prostorem.



Krok3

CIS přijímá požadavek na změnu U-space prostoru a CIS zasílá potvrzení/odmítnutí požadavku na DAR

– **Kontinuálně napočítává** možné přetrasování/ukončení provozu dle α - γ).

– V čase **T3** zasílá zpětnou vazbu ATCO ohledně uspokojení požadavku.

– **Potvrzení/nepotvrzení** uspokojení požadavku musí přijít **vždy** - např. zbarvením uzavřeného prostoru. Potvrzovací zpráva má za cíl kromě monitorování zdraví systému potvrzovací funkci – DAR je provozně zvládnutelná ze strany UAS (v U-space např. nyní neletí 3 nestandardní provozy, které CIS řeší).

– CIS řídí provoz tak, aby byl schopen v každém okamžiku uspokojit DAR v maximálním možné rozsahu, který může být ze strany ATCO požadován (tj. snížení hranice nebo zanesení koridoru o maximální šířce).

– Potvrzení směrem k ATCO by tedy mělo nastat **okamžitě** pro většinu případů.

– V případě, je-li DAR od CIS vyhodnocena jako delší než **T4** a je-li taková DAR konfliktní pro vybraná UAS, kteří nedokáží doletět do cílové destinace nebo nejbližšího **landing pad** – je vydán požadavek na vrácení UAS do místa vzletu. Ostatní provoz je ukončován vzhledem k neznalosti délky DAR.

– V případě aplikovatelnosti stanoví čas **T5**, pokud bude možné.

Krok4

ATCO přijímá potvrzení a počítá s rekonfigurací vzdušného prostoru.

– Pokud je **ATCO** vyzooměn o nemožnosti DAR z důvodů provozní situace (*viz CIS v kroku 0*) musí přijmout veškerá opatření tak, aby **nedošlo ke vstupu řízeného letadla s posádkou** do prostoru U-space, pokud nebude legislativou stanoveno jinak.

CIS elektronicky rekonfiguruje prostor U-space.

– CIS zasílá informativní indikaci o uvolnění prostoru U-space.

Indikace, které nezbytně musí přijít od CIS směrem k ATCO:

1. indikace přijetí požadavku a jeho realizace,
2. DAR nelze provést (*čtyři případy viz výše v kroku 0*),
3. potvrzení požadavku,
4. odmítnutí požadavku z časových důvodů (*o kolik více času je potřeba?*),
5. DAR hotová.

Není-li dříve ze strany CIS zamítnuto

USSP přijímají od CIS prostory

– Ve kterých se po rekonfiguraci musí vyskytovat jednotlivé lety UAS.

– Poskytuje UAS informaci o předpokládané **době**, po kterou v těchto prostorech musí setrvat.

– Je možné zvažovat přistání na nejbližší **landing pad**, nemožňuje-li to provozní situace jinak.

Krok 5	<p>Odpovědnost za provoz v rekonfigurovaném prostoru</p> <ul style="list-style-type: none"> – Do času T4 je prostor brán jako U-space a tedy provoz (UAS) je v odpovědnosti CIS/USSP. – Po čase T4 až T5 se v daném prostoru nesmí vyskytovat žádný UAS. – V případě, že nedojde k vyklizení prostoru/ATCO neobdrží od CIS indikaci o DAR hotovo, je prostor stále brán jako aktivní U-space s možností výskytu UAS. 	<p>Změna hranic U-space</p> <ul style="list-style-type: none"> – Na pracovní pozici dochází ke změně zobrazení U-space. – Je viditelná rekonfigurace tohoto prostoru. (v souladu s pěti body v kroku 4 - žádá, nelze, provádí- nestihne, provádí-stihne, hotovo). 	
Krok 6		<p>U-space je rekonfigurován</p>	
Krok 7		<p>ATCO může prodloužit dobu DAR</p> <p><i>Na základě technického vývoje, posouzení implementační náročnosti a provozního testování je doporučeno zvažovat možnost, kdy prodloužení doby DAR by mělo vzejít automaticky od CIS, který na základě predikce manned letadla neustále porovnává předpokládaný čas ukončení DAR s realitou. ATCO pak bude tím, kdo do systému zadá, že je prostor opět použitelný pro UAS, manned je již mimo původní hranice U-space. Není vhodné zatěžovat kapacitu ATCO dotazy od systému na prodloužení DAR.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Systém vyzývá ATCO na případné prodloužení doby DAR. 1) ATCO bez reakce: HMI neustále viditelné. Systém předpokládá ukončení v daný čas. Informace předána do CIS. Systém vykresluje časové kružnice letadel v okolním řízeném prostoru a identifikuje možné "vlety" do uzavíraného prostoru. Je-li kurz a rychlost letadla letící směrem k uzavíratelnému prostoru relevantní, automaticky se prodlouží doba DAR o předem stanovený čas. 2) ATCO potvrdí ukončení v "původní čas": Systém předpokládá ukončení v daný čas. Informace předána do CIS. 3) ATCO prodlouží o stanovený čas (má mezní hranici): Po tomto je opět odpočítáván čas, po kterém je znovu vyzván k potvrzení ukončení, případně jeho prodloužení. Informace o prodloužení o další interval zaslána do CIS. 4) ATCO nezná čas ukončení: například případy, kdy vrtulník přistál uprostřed DAR zóny a není možné stanovit čas odletu) U-space je poskytnuta informace o neznámé proměnné času – dochází k ukončení provozu U-space. 	

4. Závěr

Integraci UAS do řízeného vzdušného prostoru je nutné z řešit pohledu konkrétních parametrů provozu UAS – výšky letu, vybavení a druhu provozu. Na základě toho lze rozlišit, jaké provozní složky je potřeba zahrnout a jaké jsou nároky na provozovatele UAS. Nejvyšší nároky jsou kladeny na U-space provoz, tedy provoz ve vzdušném prostoru U-space, který je zřízen v rámci řízeného vzdušného prostoru. To se týká nároků nejen na straně provozovatelů UAS, nýbrž také na straně odpovědného poskytovatele letových provozních služeb. Jelikož se nejedná o počáteční integraci provozu letadel s posádkou a bezpilotních letadel, je nutné řešit provozní situace, které vedou ke vzájemné interakci. Tyto situace by pro provoz U-space měla řešit dynamická rekonfigurace vzdušného prostoru.

Tento výsledek projektu představuje ucelenou analýzu možností výnosu informace o provozu UAS, která reflektuje aktuální možnosti ŘLP ČR, s. p. a je opřena o simulace, které byly nastaveny tak, aby co nejdříveji demonstrovaly budoucí provoz UAS s případnými nestandardními situacemi, které mohou z provozu vyplynout. Vzhledem k zásadám poskytování služby ze strany řídicích letového provozu a specifické struktuře ATM prostředí jsou navržena opatření, která jsou realizovatelná ať už z pohledu postupové, časové či finanční náročnosti. Za předpokladu proveditelných regulačních úprav umožňují navrhovaný přístup k výnosu pro ATCO uvést v blízkém časovém horizontu do praxe.

Výsledek zároveň poskytuje návrh metodiky pro zajištění dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru U-space, a to jak ze strany aktérů UTM, tak poskytovatele letových provozních služeb či státu. Na základě definic tří variant praktického provedení dynamické rekonfigurace lze očekávat pokrytí většiny provozních scénářů, které mohou při interakci pilotovaného a bezpilotního provozu nastat. Do budoucna bude sice nutné přiřadit konkrétní časové intervaly definovaným časům rekonfigurace, ty však vždy závisí na konkrétních provozních podmínkách, jakými jsou velikost prostoru U-space či jeho umístění v rámci řízeného vzdušného prostoru.

Výsledky představují ucelený přístup k interakci letových provozních služeb s bezpilotními letadly v řízeném vzdušném prostoru, který pokrývá většinu možných provozních scénářů. Identifikuje možnosti interakce ATCO s bezpilotními letadly, resp. aktéry UTM. Zároveň rozpracovává postup pro zajištění dynamické rekonfigurace vzdušného prostoru U-space, což je hlavní předpoklad pro umožnění takového provozu v rámci objemu řízeného vzdušného prostoru.

Reference

- [1] FOLTÝN, V. iConspicuity v prostoru U-space ... a mimo ně [online]. Prezentace prezentována na: DroneEdge; 2023-09-13; Praha, Česká republika [cit. 2023-10-29]. Dostupné z: <https://uavliance.cz/wp-content/uploads/2022/09/05-EASA-iConspicuity-in-U-space-...-and-beyond.pdf>
- [2] EVROPSKÁ KOMISE. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2021/664 ze dne 22. dubna 2021 o regulačním rámci pro vzdušný prostor U-space (Text s významem pro EHP) [online]. 2021 [vid. 2021-08-13]. Dostupné z: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/664/oj/eng
- [3] BLAMEY, J. Solution 2 Concept. Prezentace prezentována na: PJ34 AURA Solution Days; 2023-04-18; Madrid, Španělsko.
- [4] PANSA. PANSAUTM Increases Its Operational Range [Online]. Dostupné z: <https://www.pansa.pl/en/pansautm-increases-its-operational-range/> [cit. 2023-10-29].

Seznam zkratek

(B)VLOS	(mimo) Vizuální dohled / (beyond) Visual Line of Sight
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System
ADS-B	Automatický závislý přehledový systém – Vysílání / Automatic Dependent Surveillance – Broadcast
ADS-L	Automatický závislý přehledový systém – Lehký / Automatic Dependent Surveillance – Light
AGL	Nad zemským povrchem / Above Ground Level
ANSP	Poskytovatel letových navigačních služeb / Air Navigation Services Provider
AoR	Prostor odpovědnosti / Area of Responsibility
ARD (AD)	Vztažný bod letiště / Airport Reference Point
ASM	Uspořádání vzdušného prostoru / Airspace Management
ATC-TERM	Air Traffic Controller – Terminal
ATCO	Řídicí letového provozu / Air Traffic Controller
ATS	Letové provozní služby / Air Traffic Services
CIS	Společná informační služba / Common Information Service
CTR	Řízený okresek / Control Zone
CWS	Pracovní stanice řídicího / Controller Work Station
DAA	Detekovat a vyhnout se / Detect and Avoid
DAR(M)	Dynamická rekonfigurace vzdušného prostoru (manažer) / Dynamic Airspace Reconfiguration (Manager)
DME	Zařízení pro měření vzdálenosti / Distance Measuring Equipment
DTC	Vývojové a testovací centrum ŘLP / Development Test Center
FDP(S)	(systém) Zpracování leteckých dat / Flight Data Processing (System)
FIC	Letové informační středisko / Flight Information Centre
FIS	Letová informační služba / Flight Information Service
GA	Všeobecné letectví / General Aviation
HMI	Rozhraní člověk-stroj / Human-machine Interface
IFR	Let podle přístrojů / Instrument Flight Rules
LARS	Rezervační systém pro místní činnost / Local Activity Reservation System
LIS	Letecká informační služba / Aeronautical Information Service (AIS)
LNS	Letové navigační služby / Air Navigation Services (ANS)
MLAT	Multilaterace / Multilateration
MTOM	Maximální vzletová hmotnost / Maximum Takeoff Mass
NOTAM	Poznámka pro letce / Notice to Airmen
NOTOF	Mezinárodní kancelář NOTAM
NSF	Nestandardní let / Non-standard Flight
OOP	Opatření obecné povahy / General Measure
OP	Ochranná pásma / Protection Areas
OPMET	Provozní meteorologické informace / Operational Meteorological Information

PDRA	Předdefinované zhodnocení rizik / Pre-defined Risk Assessment
PŘNSP	Plán řešení nestandardních provozních situací na stanovišti
QNH	Atmosférický tlak přepočítaný na střední hladinu moře
RCS	Efektivní odrazná plocha / Radar Cross Section
RPIC	Dálkově řídicí pilot / Remote Pilot in Command
RPS	Systém pro správu nahrávek / Records Processing System
SAR	Pátrání a záchrana / Search and Rescue
SC	Senior Controller
SMR	Radar pro řízení pohybů na letištní ploše / Surface Movement Radar
SSR	Sekundární přehledový radar / Secondary Surveillance Radar
TACAN	Taktické letové navigační zařízení / Tactical Air Navigation System
TDP	Zpracování dat o poloze / Traffic Data Processing
TEB	Technický blok
TEC	Tower Executive Controller
TWR	Letištní služba řízení / Tower
UAS	Bezpilotní systém / Unmanned Aircraft System
UAT	Univerzální přístupový vysílač a přijímač / Universal Access Transceiver
(s)USSP	(státní) Poskytovatel služeb U-space / (state) U-space Service Provider
UVLP	Události v leteckém provozu
ÚCL	Úřad pro civilní letectví / Czech Civil Aviation Authority
VFR	Let podle viditelnost / Visual Flight Rules
VDL-4	Datové spojení módu 4 ve velmi krátkých vlnách / VHF Digital Link (VDL) Mode 4
VLL	Velmi nízké výšky / Very Low Level
WS	Watch Supervisor

Seznam tabulek

Tabulka 1: Pravděpodobnost vyhlášení U-space a dotčené systémy a stanoviště.....	29
Tabulka 2: Identifikace a popis jednotlivých provozních faktorů	30
Tabulka 3: Hodnocení jednotlivých provozních faktorů způsobu A.....	31
Tabulka 4: Hodnocení jednotlivých provozních faktorů způsobu B.....	33
Tabulka 5: Metodika DAR	50

Seznam obrázků

Obrázek 1: Pokrytí ADS-B v ČR do 60 m AGL, zdroj: ŘLP ČR.....	8
Obrázek 2: Znázornění účelu přenosových prostředků ADS-B Out, ADS-L, ADS-L [1]	10
Obrázek 3: Statistika vydaných povolení 2022-2023, zdroj: ŘLP ČR.....	15
Obrázek 4: Blokové schéma ATM systému A-SMGCS, zdroj: ŘLP ČR.....	16
Obrázek 5: Pracovní pozice Ruzyně TWR, zdroj: ŘLP ČR.....	16
Obrázek 6: Nabídka mapové editace v systému A-SMGCS InNOVA, zdroj: ŘLP ČR	17
Obrázek 7: Systémové rozvržení na pozici ACC (Area Control, oblastní služba řízení), zdroj: ŘLP ČR ..	18
Obrázek 8: Stanoviště TWR Karlovy Vary, zdroj: ŘLP ČR	19
Obrázek 9: Výnos obrazovky systému WALDO, zdroj: ŘLP ČR	20
Obrázek 10: Kontextový diagram systému WALDO	21
Obrázek 11: Varianty DAR dle SESAR PJ.34 „AURA“ [3]	26
Obrázek 12: Schematický návrh DAR v kontextu dočasné úpravy vzdušného prostoru [3]	27
Obrázek 13: Dotčené systémy ATM (stanoviště (zleva): FIC, TEC, APP), zdroj: ŘLP ČR	31
Obrázek 14: Polský přístup k integraci výnosu na TWR, [4] (barevně upraveno)	32
Obrázek 15: ATC simulátor ESCAPE Light, zdroj: ČVUT	34
Obrázek 16: 3 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 2	39
Obrázek 17: 2 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 2 (jihozápadní směr).....	40
Obrázek 18: 2 výnosy obrazovky při průběhu scénáře 3	42
Obrázek 19: Přístupy k DAR [3]	45
Obrázek 20: Varianty DAR.....	47
Obrázek 21: Časová osa DAR.....	49